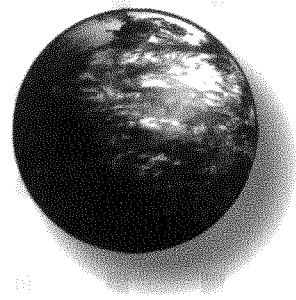


統一編號 00224488082



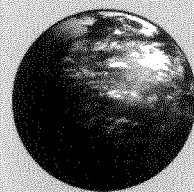
綠建築是消耗最少地球資源
製造最少廢棄物的建築物

ISBN 957-02-3795-3

綠建築解說與評估手冊

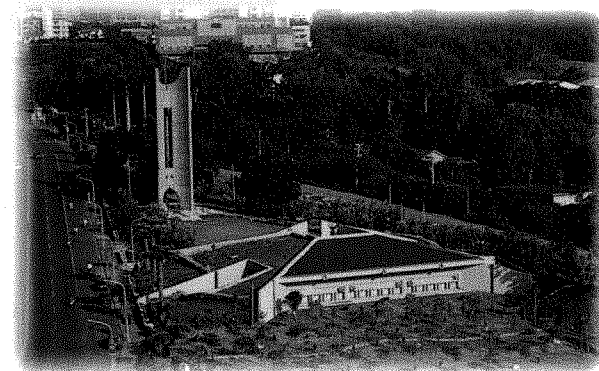
內政部建築研究所

Sustainable Design for Living



綠建築解說與評估手冊

An Evaluation Manual for Green Buildings in Taiwan



內政部建築研究所

目 錄

序.....	I
解 說 篇	
零. 緒論.....	1
0-1 迎接「綠建築」的新時代.....	1
0-2 綠建築是什麼？.....	4
0-3 「綠建築」的七大指標系統從何而來？.....	7
0-4 七大評估指標的意義.....	8
0-5 小結	26
評估技術篇	
一. 基地綠化指標	31
1-1 何謂基地綠化？.....	31
1-2 基地綠化的目的.....	31
1-3 如何評估基地綠化設計？.....	31
1-4 綠化 CO ₂ 固定量的指標與基準.....	33
1-5 如何達到及格標準？.....	36
1-6 案例計算實例	37
二、基地保水指標.....	40
2-1 何謂基地保水？.....	40
2-2 基地保水的目的為何？.....	40
2-3 如何進行基地保水設計？.....	41
2-4 基地保水性能的指標與基準	43
2-5 如何達到及格標準？.....	44
2-6 案例計算實例	45
三. 水資源指標.....	47
3-1 何謂水資源指標？	47
3-2 水資源指標目的為何？	47
3-3 如何進行水資源的有效利用？.....	48
3-4 水資源利用的指標與基準.....	50
3-5 如何達到及格標準？.....	53
3-6 案例計算實例	53

四. 日常節能指標	54
4-1 何謂日常節能指標?	54
4-2 日常節能指標的目的為何?	54
4-3 日常節能指標與基準	55
4-4 如何達到及格標準?	57
4-5 案例計算實例	60
五. CO ₂ 減量指標	62
5-1 何謂建築物的 CO ₂ 減量?	62
5-2 CO ₂ 減量指標的目的為何?	63
5-3 CO ₂ 減量指標與基準	64
5-4 如何達到合格標準?	66
5-5 案例計算實例	69
六. 廢棄物減量指標	70
6-1 何謂廢棄物減量?	70
6-2 廢棄物減量的目的為何?	70
6-3 廢棄物減量指標與基準	70
6-4 如何達到合格標準?	74
6-5 案例計算實例	76
七. 污水垃圾改善指標	78
7-1 何謂污水垃圾改善指標	78
7-2 污水垃圾改善指標的目的為何	78
7-3 污水垃圾改善指標與基準	80
7-4 如何達到合格標準?	82
7-5 案例計算實例	83
勘誤總表	84

序

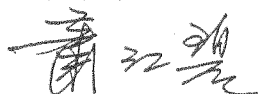
1970 年代二次石油危機喚起全球對節約能源研究的重視，建築節能研究也隨後在國內展開。1992 年地球高峰會，則進一步掀起全球環保意識，地球環保浪潮亦隨之升高，並使大眾逐漸加深對週遭生活環境的關懷。基此，內政部建築研究所於八十五年「第五次全國科學技術會議」整合節能研究提出綠建築概念，三年來，建築界在本所「綠建築與居住環境科技計畫」研發帶領下，陸續開花結果。此時產業界亦推出不少以綠建築為口號的建築案，五花八門的廣告使不少民眾產生混淆，建築師對綠建築亦乏完整的概念，究竟何謂「綠建築」？相信許多人都迫切想知道。

為使民眾及建築從業人員認識綠建築，本所於八十八年元月起舉辦一連串的「綠建築標章甄選活動」，並依照使用對象，分別編輯「綠建築宣導手冊」及「綠建築解說及評估手冊」。前者以本所與民生報合辦之專刊報導為主，供社會大眾取閱；後者即為本手冊，內容以綠建築概念解說及評估技術為主，供建築從業人員使用，未來並將舉辦各地區多場的講習訓練，讓建築從業人員有正確的綠建築觀念與技術。

關於綠建築的涵義，各國尚未有一致的看法。日本綠建築發展目標以「低環境衝擊」、「自然調和」及「舒適性」三項為主，相關技術達七十餘種。美國奧斯汀綠建築方案則以水資源、能源、建材及固體廢棄物四項為發展主題。加拿大 1998 年綠建築國際研討會所提出十四個先進國家合作研發之評估法，架構包括基地與周遭環境、性能、能源利用、資源利用、室內環境、生態衝擊、經濟因素、建築管理、日常管理、未來使用等十項主題。綠建築推動及研究發展，在國內尚處起步階段，其審查指標及基準，初期將先由低環境衝擊著手，選擇本所歷年研究成果已能量化、有具體評估效益的七項指標，包括基地綠化、保水、日常節能、水資源、二氧化碳減量、廢棄物減量、污水垃圾改善等指標，部分具體的項目如營建自動化、空調節能、照明節能等，則暫以加權方式納入，其他相關項目的研發未來將加緊進行，並逐步納入綠建築評估系統。

由於綠建築係屬跨領域議題，為求集思廣益，使手冊更臻完善，本所乃以歷年既有的研究成果為基礎，邀請林教授憲德統籌整體評估架構之研究，許教授茂雄、章教授裕民、鄭教授政利協助參與不同領域指標及基準之研擬，同時聘請蔡教授添璧、張教授世典、歐陽教授嶠暉及周教授家鵬擔任顧問。其中林教授負責基地綠化、基地保水、二氧化碳減量、日常節能等指標之研訂工作，並負責手冊的編輯工作，章教授負責廢棄物減量指標研訂工作，鄭教授負責水資源、污水垃圾改善指標研訂工作，許教授提供建築結構方面資料，本所陳組長瑞鈴及環境控制組同仁負責本計畫的規劃、協調工作。本手冊得以順利完成，於此要向諸位專家學者及同仁敬致謝忱，並期盼各界專家繼續協助本所推動綠建築工作，進而達到提昇生活環境品質，促進建築永續發展的目標。

內政部建築研究所所長



謹識

解 説 篇



零. 緒論

0-1 迎接「綠建築」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（圖 0-1）。有鑑於此，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。繼此，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。一直到 1998 年的「京都議定書」，更正式制定了各先進國二氧化碳排放減量的目標，在在顯示了地球環

保的問題已成為超國境、超政體的國際要務，同時也顯示了「永續發展 Sustainable Development」已成為人類最重要的課題。

「永續發展」的浪潮在建築都市政策方面，亦以排山倒海之勢蜂擁而至。1996 年 6 月在伊斯坦堡召開的「居所會議 (Habitat II Agenda)」，針對當今的都市危機研商對策。我國也在同年七月的 APEC 永續發展會議中，承諾推動「居所會議」的決議目標。1996 年我國行政院成立「永續發展委員會」，誓言善盡國際環保職責。為了配合此政策，行政院經建會特別將「綠建築」列為「城鄉永續發展政策」的執行重點。內政部營建署也透過「營建白皮書」正式對外宣示，將全面推動綠建築政策。台灣的建築產業耗能所排放的二氧化碳量，佔全國總排放量的 27.22%（其中建材生產 9.77

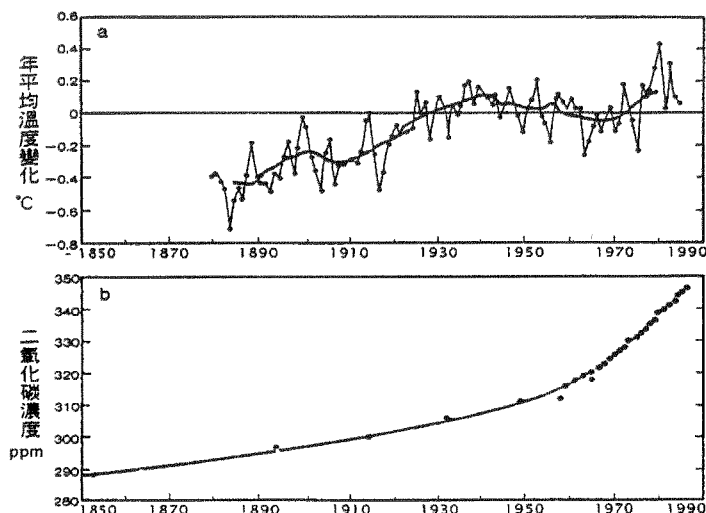


圖 0-1 地球溫暖化與二氧化碳濃度的關係

%，營建運輸 0.20%，建築施工 0.25%，住宅使用 12.1%，商業使用 4.9%），影響地球環境至巨，因此建築的地球環保問題，勢必成為我國環保政策的重心。

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。為了應付日益炎熱的都市氣候，家家戶戶更大量使用空調、加速排熱，造成都市更加炎熱化的惡性循環。如今台灣的大都會區在夏季市中心與市郊的最高氣溫差，甚至高達 3~4℃。根據台電的統計，在夏季尖峰外氣溫每上升 1

℃，空調耗電量約上昇 6%。如此算來，夏季市中心的空調設備耗電量，比郊外高出四分之一，使都市高溫化效應有如火上加油（見圖 0-2）。為了緩和上述都市建築環境惡化的問題，以環保為導向的「綠建築」乃是建築政策上最有效的對策。在我政府大力推動「綠建築」政策之下，1995 年將建築節能設計納入「建築技術規則」中，又於 1998 年初全面擴大節能設計之適用範圍。本法令實施二十年後預計每年可節約空調用電量約 46 億度，相當於每年可減少七百萬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」的貢獻，由此可見一斑。

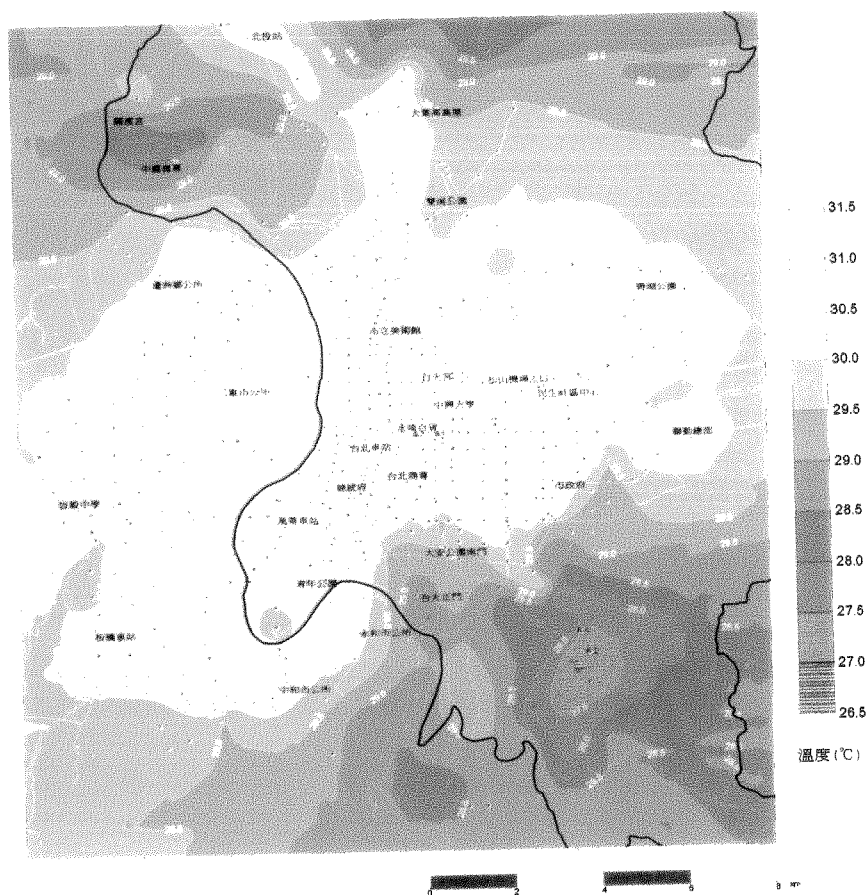


圖 0-2 台北午夜時段都市氣溫分佈圖（1998 年 7 月 24 凌晨 2 點）

另一方面，「綠建築」原本是起源於寒帶先進國的設計理念，其中有許多設計技術並不全部適用於熱帶、亞熱帶國家。過去有些國內的建築思潮，常受到歐美、日本等北方國家的影響，常無視於自己南國的氣候風土，把一些密不通風的全玻璃大樓、無遮陽的玻璃大溫室、水平大天窗等寒帶建築造形抄襲至熱濕氣候來，造成能源浪費、室內環境惡化、機械設備量大增、供電危機、反光公害等嚴重的環保問題（圖0-3~6）。假如我們無法去蕪存菁，建立一套適用於台灣氣候的綠建築評估系統的話，很難有效推動「綠建築」政策。因此為了真正落實「綠建築」政策，為了讓業者、消費者有共同評判的基準，我們需要一套完全本土化的「綠建築評估方法」。

本手冊所提供的「綠建築評估系統」正是一個本土化的評估體系，它以台灣亞熱帶氣候的研究為基礎，充分掌握國內建築物的耗能、耗水、排廢、環保之特性，其實用的功能足以與國際最先進之「綠建築」科技相媲美，值得國人信賴並推廣使用。建築業者遵照本評估系統進行設計，確實可達到節能、省水、減廢、衛生、舒適、健康、環保的目的，一般消費大眾依據本綠建築指標來購屋，也確實可達到省電、省水、省錢的目的。



圖 0-3



圖 0-4



圖 0-5

圖 0-3-0-5
台灣玻璃大樓氾濫之現象



圖 0-6 玻璃大樓的反光公害

0-2 綠建築是什麼？

目前「綠建築」在台灣似乎已蔚成風潮，一些建商紛紛打著生態環保的宣傳來推銷房地產，一些「綠色住宅」、「活性化設計」、「環境共生」、「有氧居家」等宣傳口號紛紛出籠，讓消費者眼花潦亂。然而這些口號是否名符其實？這些建築物究竟是否符合真正的環保、生態？實在很值得懷疑。因此，我們必須先界定「綠建築」是什麼，才能避免混淆，並正確開啓「綠建築」之鑰。

首先我們先來討論一下「綠建築」之用語。「綠建築」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）」、「永續建築 sustainable building」。儘管如此，1998 年在加拿大召開與地球環保相關的國際

建築學術會議，則以「綠建築的挑戰 Green Building Challenge」為標題，可見「綠建築」之用語已成為國際學術界廣泛被接受的名詞。此外，綠色的用語在台灣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，因此內政部建研所決定不另尋艱澀難懂的用語，乃順應時之所趨，以「綠建築」作為生態環保建築的用語，以利推廣。

然而，關於「綠建築」的定義與內容則是令人困擾的問題，因為目前不論國內外，對之尚眾說紛云而難以取得共識。甚至任何一個對綠建築初有涉獵的人，均可提出一套關於綠建築的定義。即使在先進國家中，各國所提出的綠建築技術五花八門，也很難取得一致的定義。例如關於「綠建築」的技術，日本建築綜合研究所在「環境共生建築的技術與計畫」一書中，就提出 77 種技術，日本建築中心在「建築環境技術要項」一書中就提出 55 種技術，1998 年在加拿大的「綠建築的挑戰」國際會議中，各國更提出不勝枚舉的評估法與技術。在這些技術有些甚至把老人殘障設計、社區交誼等一般性的規畫容也納入範疇，有的把動物棲地、誘鳥誘蟲植栽等生態綠地品質也納入評估，有的甚至要評估每一塊建材的毒性，有的則提出限制花圃菜園的農藥用量與用水量。如此，假如我們要兼顧百家爭鳴的綠建築學說、要一一抓住所有生態環保的細節，則不但不堪其煩，而且必然窒礙難行。假如我們無法提出一種提綱挈領、化繁為簡的「綠建築」定義，則難以有效地推廣綠建築。

「綠建築」當然不是在建築環境上植栽綠化而已，而是從地球環保的角度



圖 0-7 日本福岡 ACROS 大樓的立體綠化



圖 0-8 嘉義 228 公園紀念館是優良的覆土綠建築設計



圖 0-9 新營台電營業處是國內綠建築設計的典範

「表 0-1」 綠建築評估的指標群及地球資源的關係

氣候	水	土地	能源	資材	指 標 群	評 估 項 目 及 單 位
*	*	*	*		1.綠化指標	CO ₂ 固定量 (CO ₂ -kg/m ²)
*	*	*			2.基地保水指標	保水力 (-)
	*				3.水資源指標	節水量 (公升/人)、節水器具使用比例 (-)
*			*		4.日常節能指標	ENVLOAD、Req、PACS、其他節能措施
*		*	*	*	5. CO ₂ 減量指標	建材生產 CO ₂ 排放量 (CO ₂ -kg/m ²)
		*		*	6.廢棄物減量指標	營建空污量、棄土量、拆除營建廢棄物得分 (-)
	*			*	7.污水垃圾改善指標	雜排水接管及垃圾儲放處理

出發，以全面化、系統化的環保設計作為訴求的永續建築設計理念。當然，「綠建築」必須以人類生活的健康、舒適為原點，任何生態環保設計，假如違反了人類生存便失去意義。因此，從積極面觀點，我們可將「綠建築」定義為：「以人類的健康舒適為基礎，追求與地球環境共生共榮及人類生活環境永續發展的建築設計」。

然而，什麼是「健康舒適」？什麼是「共生共榮」？什麼是「永續發展」？其定義亦難取得共識。也有人喜歡把「綠建築」說成環境共生、天人合一的偉大情境，但是這種玄學式的定義則是過於抽象、高深莫測，而難以作為客觀交流的依據。作為政府推廣政策的依據，我們一定要讓「綠建築」的內涵能夠具體量化、實際操作，並能落實法令才行。因此，以下我們試圖以較為具體、實務、平易近人的層面來定義「綠建築」。

為了簡化、量化的目的，本手冊暫時採用如「表 0-1」的七大評估指標系統。此表就如「圖 0-10」所示，「綠建築」可由資材、能源、水、土地、氣候之「地球資源」，以及營建廢棄物、垃圾、污水、排熱、CO₂排放量之「廢棄物」兩層面角度來評估。對於建築都市環境而言，「地球資源」是 INPUT，「廢棄物」是 OUTPUT。所謂的「綠建築」，當然

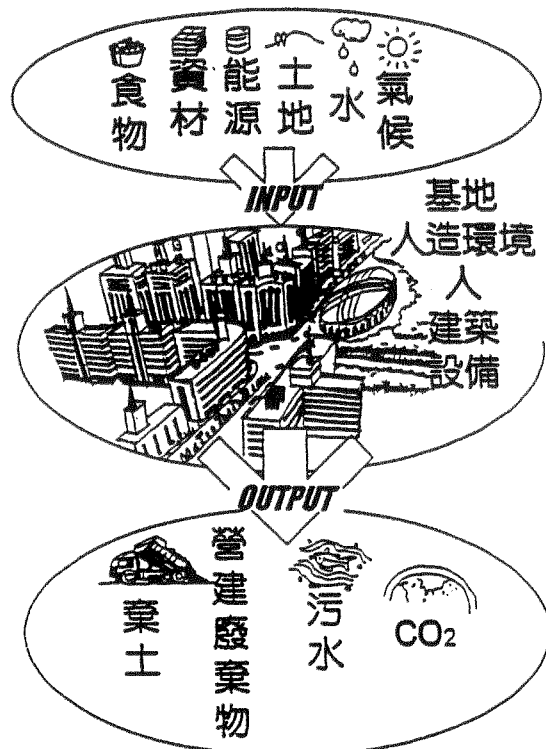


圖 0-10 綠建築就是消耗最少地球資源
製造最少廢棄物的建築

就是最小的資源 INPUT 及最小的廢棄物 OUTPUT 的建築物了。依此觀點，「綠建築」較實質的定義就是：「消耗最少地球資源，製造最少廢棄物的建築物」。

0-3 「綠建築」的七大指標系統從何而來？

上述七大指標系統乃基於上述「綠建築就是消耗最少地球資源，製造最少廢棄物的建築物」的定義，所發展出來的最簡要評估體系。比起世界各國的評估方法，本系統簡直是超乎想像地簡化。也因為如此簡化，對於日後綠建築的推廣與政令宣導才有莫大的助益。然而，一定有人質疑：為何只有七大評估要項？為何有許多國外不勝枚舉的綠建築技術都沒納入此評估系統？此乃因為本研究確信作為一套優良的評估系統，必須兼顧周全、簡化、量化的原則。指標不周全則有所偏頗，指標太多則不堪其繁，指標無法量化則難以執行。更具體而言，本手冊的七大評估指標系統，是依據下列原則而確立的：

1. 評估指標要確實反應資材、能源、水、土地、氣候等地球環保要素。
2. 評估指標要有科學量化計算的標準，未能量化的指標暫不納入評估。
3. 評估指標項目不可太多，性質相近的指標盡量合併成一個指標。
4. 評估指標要平易近人，並與生活體驗相近。
5. 評估指標暫不涉及社會人文方面的價值評估。
6. 評估指標必須適用於台灣的亞熱帶氣候。
7. 評估指標應能應用於社區或建築群整

體的評估。

8. 評估指標應可作為設計階段前的事前評估以達預測控制的目的。

以下再列舉國外的綠建築定義來說明本七大評估指標的定位。日本關於環境共生住宅的定義大約分為（1）低環境衝擊 Low Impact、（2）與自然調和 High Contact、（3）舒適性 Amenity 等三大範疇。其中第一範疇的「低環境衝擊」大概也是本手冊七大指標系統的內容。至於第二範疇的「與自然調和」是指富地方特色的設計、與地形地物調和、人性尺度、良好的人際交流空間、良好的管理組織、生物多樣化環境等，第三範疇的「舒適性」是指空氣品質、隔音性能、無障礙空間、舒適溫濕環境、充足採光、視覺景觀等內容。這兩大範疇的內容，有些太抽象（如人性尺度）、有些尚不能量化（生物多樣性）、有些則太過於細節化而未能作為建築群的評估（如舒適性），因此暫時均未納入本手冊的評估系統中。換言之，本手冊所提供的評估體系，暫時提供最初步的「低環境衝擊」評估而已，其內容只包涵正常綠建築範疇的一半，另一半有關更高層次的內容則礙於實用之考量，暫時不予置評。當然，本手冊從未奢望一網打盡所有的綠建築技術，只希望暫時作為政府緊急的建築環保政策，提供一種最基本、最實用、最能具體掌握的地球環保對策。關於綠建築的更高級、更周全的環境評估，謹期待國內各界在日後可繼續擴大研究，並能充實本評估體系之內容，以更臻理想。

0-4 七大評估指標的意義

爲了進一步明示這七大指標的意義，以下讓我們來逐一說明各指標所象徵的時代意義與內容大要。

0-4-1 綠化指標

(1) 我們的都市急需綠化

健康的都市生活不能缺少綠意，缺乏綠意的都市生活很難奢言「永續發展」的居住品質。然而，多少綠意才符合健康的生活品質呢？1977 年日本科學技術廳對都市居民的綠地意識調查指出，當市區擁有綠地面積 20% 以上時，有 90% 的居民感到滿足，當綠地面積降至 15~20% 時，只有 60% 的居民感到滿足，而綠地面積再降至 10~15%，則只有 30% 的居民感到滿足。另有調查指出都市綠地面積在 30% 以下時，會使得人類生活感到焦慮而隨時想逃離都市。因此日本建設省在 1977 年所定的「綠地主要計畫制定要項」中，計畫要以市街區面積之 30% 以上作為都市綠化的標準。綜合上述，20% 以上的綠覆率，似乎被認為是居住健康上的滿意水準，而 30% 以上

的綠覆率似乎是都市綠化政策的理想值。

然而，台灣都市的綠化水準到底如何呢？我國「都市計畫法」第 45 條規定，公園、體育場所、綠地、廣場及兒童遊戲場所佔用土地總面積，不得少於計畫面積 10%，這比起上述 20 至 30% 綠覆率作為健康規劃的基準相差甚遠。但即使這麼低的綠化規定，在台灣亦尙未能達成。台灣都市計畫中的都市公園綠地，有的被佔用，有的因為經費不足而未開闢。依據 1996 年台灣地區都市計畫土地使用面積統計，現有已開闢的法定綠地面積僅佔全部都市計畫面積之 3.4%，可見上述綠化 10% 的規定形同虛設，也顯示台灣的都市綠地嚴重不足。再根據「表 0-2」所示，1997 年台灣各都市每人平均公園綠地面積，台北市只有 3.78m²、高雄市只有 3.76m²、台中市只有 1.85m²，這比起歐美都市每人享受 10 至 40(m²/人)的綠化面積，其差何止千里。如此低的法定綠化基準，再經掐頭去尾又打折敷衍的綠化水準，難怪我們的都市夏季氣候日漸高溫化、生活品質低落。少了綠意，當然也少了花鳥蝴蝶，也難怪暴戾之氣不斷，社會事件頻傳。

「表 0-2」 國內外每人公園綠地面積統計

台灣 (1997 年)		國 外	
都市名	每人公園綠地面積	國別(都市名.統計年)	每人公園綠地面積
台北市	3.78m ²	日本 (全國.1996)	7.0 m ²
台中市	1.85 m ²	英國 (倫敦.1976)	30.4 m ²
台南市	1.42 m ²	德國 (波昂.1984)	37.4 m ²
高雄市	3.76 m ²	法國 (巴黎.1984)	12.2 m ²
台北縣	1.17 m ²	義大利 (羅馬.1973)	11.4 m ²
高雄縣	3.42 m ²	美國 (華盛頓.1979)	45.7 m ²
台中縣	2.13 m ²	美國 (紐約.1979)	19.2 m ²

(2) 幾分綠意，幾分氧；多少樹蔭，多少居住品質

綠化政策在地球環保觀點中另一項最大的貢獻，在於植物的光合作用可固定空氣中的二氧化碳，進而可減緩地球氣候高溫化的作用。根據氣候變化政府間專門委員會 IPCC 的認定，森林中每立方米的木材量每年對於二氧化碳的固定效果為 0.95 公噸，可見綠化對地球環保的貢獻。百年來因為人類產業活動的增加，使得地球大氣中的二氧化碳濃度已從 290ppm 上昇至 380ppm，使得地球氣候不斷高溫化。綠化對於二氧化碳固定效果，無疑是改善此氣候惡化最有效的對策。假如我們能在都市公園綠地、中庭、公共建築、陽台屋頂中，廣植花木，不但可怡情養性，同時可提供大量氧氣，並吸收大氣二氧化碳，對地球環保有莫大助益。我們甚至可說：「幾分綠意，幾分氧；多少樹蔭，多少居住品質。」



圖 0-11 國內住宅市場漸以綠化取勝

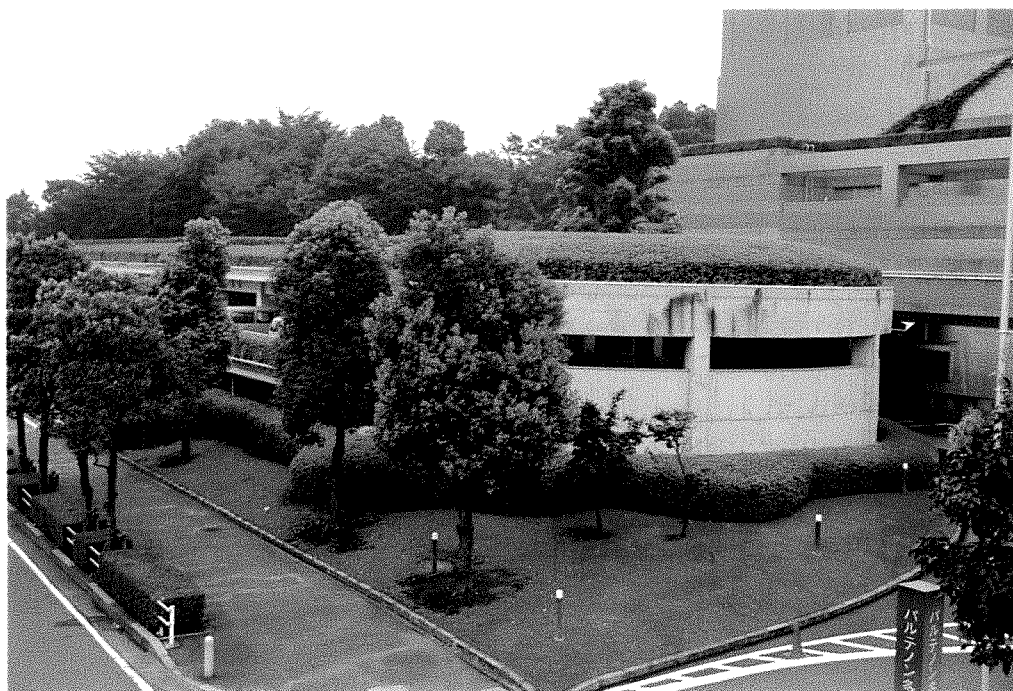


圖 0-12 日本停車場綠化之案例

有鑑於此，在綠建築七大指標中，首先特別提出以二氧化碳固定量作為評估尺度的「綠化指標」。此「綠化指標」對於一草一木的二氧化碳固定效果均提供了一量化的計算評估法。根據成大建築研究所的研究指出，在台灣都市中常見的植物由幼苗至四十年成樹之間，對於二氧化碳固定效果如「表 0-3」所示。依此表所示，在都市環境中喬木在 40 年之間，每平方米綠地約可吸收 808 公斤的二氧化碳，而灌木在 40 年間則有 217 公斤的二氧化碳固定效果，草花花圃的二氧化碳固定效果則只有 46 公斤。亦即喬木綠地單位面積的二氧化碳固定效果，為灌木綠地的 3.72 倍，為草花花圃的 17.5 倍，由此可知綠化對空氣的淨化效果，喬木顯然優於灌木，灌木顯然優於草花花圃。

然而，「表 0-3」中最值得注意的是，人工修剪的草坪，由於其白天的光合作用與夜間的呼吸作用相抵消，對於二氧化碳的固定效果幾乎等於零，亦即人工草坪對於空氣淨化幾乎毫無貢獻。草坪是近代最荒唐、最不環保的園藝產物，它既不開花，也不結果，沒有蜜蜂蝴蝶來採蜜，也沒有昆蟲隱蔽的空間，除了人類喜歡它之外，沒有一種生物喜歡它。事實上，許多人所喜歡的人工草坪，

不但耗用大量灌溉水、化肥、除草劑，對於空氣淨化也毫無貢獻。在本「綠化指標」中將草坪之二氧化碳的固定效果功效略而不計，藉以彰顯這人工草坪的非環保事實。

由於內政部建研所目前對於建築物均以 40 年為生命週期來評估，因此上述這些綠化之二氧化碳固定量並不採用成樹來評估，而是以自幼苗開始綠化的 40 年生命週期的環保貢獻量來評估，這完全符合「綠化自小樹苗種起」的綠化政策。過去有些地方對於建築綠化，常要求種植直徑粗大的成樹，甚至有些還移植老樹來種植，常常使樹木受損而夭折，實在不符合生態綠化的原則。而在「綠化指標」中，對於所有的樹木綠化，一律採用幼苗長至 40 年成樹的二氧化碳固定量來評估，如此一來，大樹小樹對於 40 年週期的評估結果都一樣，因此並不會要求樹木的粗細大小，也不要求民眾移植大樹來綠化。「綠化指標」對於建築基地中的綠化獎勵基準，希望能夠在建築空地的五成面積上實施全面綠化，而且綠化面積的二氧化碳固定量計算值必須大於 $600(\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot 40 \text{ 年}))$ 。本指標同時鼓勵植物的多層次混種綠化，以及對於屋頂、陽台及建築立面的綠化（圖 0-13~0.14）。

「表 0-3」 台灣各種植栽單位面積 CO_2 固定量 ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot 40 \text{ 年}$)

植 栽 種 類	CO_2 固定量
闊葉大喬木	808
闊葉小喬木、針葉木或疏葉形喬木	536
大棕欖類	410
灌木	217
多年生蔓藤	82
草花花圃或高莖野草地	46
一年生蔓藤或低莖野草地	16
人工修剪草坪	0

過去我們的建築都市相關法規或設計準則爲了鼓勵綠化，也有綠覆率、喬木植栽之規定。但是它們通常以覆土深度、樹徑、喬木數量來規定綠化量之要求，除了對喬木有所認定之外，對於灌木、蔓藤、草地以及建築立體綠化等多樣化綠化的環境貢獻量並無具體評價，各植栽物種之間的合理換算亦付之闕如。本「綠化指標」，是首先採用真正地球環保指標(亦即二氧化碳固定量指標)

來獎勵綠化的科學評估法，對所有植栽群落之環保貢獻，均透過相同的二氧化碳固定量單位換算，是一動態而立體的評估，也是一種真正鼓勵植物多樣化的生態指標。我國的都市綠化政策，若能以二氧化碳固定量作爲綠化的評估指標，既可客觀的評估多樣化植物的綠化效果，又可凸顯我國重視地球環保的決心，未嘗不是一個良策。



圖 0-13 本手冊對於立體綠化有所評估



圖 0-14 本手冊對於多層次綠化有所鼓勵

0-4-2 基地保水指標

(1) 生態水循環的都市防洪政策

1998 年瑞伯台颱風所引起的汐止大淹水，令人觸目驚心。許多人都把災難的矛頭指向山坡地社區的濫建。事實上，這災難有部分是起因於社區過度不透水化，使得大地喪失了水之涵養力，使得地表逕流量暴增而易水災頻傳。然而這些災難並非不可避免，山坡地社區也並非完全不可開發，我們只要加強建築基地的保水、透水設計就可減緩其弊害。過去我們對於都市防洪的觀念，都希望把自家的雨水盡速往鄰地排出，並且認為政府必須設置公共排水設施，盡速把都市雨水排至河川大海。因此所有住家大樓都希望把自家基地墊高，或者設置緊急馬達以排除積水。這種「以鄰為壑」的觀念，造成都市公共排水設施莫大的負擔，每到大雨，永遠有低窪人家匯集眾人之雨水而淹水。

事實上這種不考慮土地保水、滲透、貯留的治水觀念，是一種很不生態的都市防洪方式。現在歐美最新的生態防洪對策，均規定建築及社區基地必須保有貯留雨水的能力，以吸收部分洪水量，而達到軟性防洪的目的。其具體方法是在基地內廣設雨水貯留水池，有些甚至作成兼顧美學的景觀花園水池(見圖 0-15)，以便在大雨時貯留洪峰水量，而減少都市洪水發生。有些美國都市，甚至規定公共建築屋頂、車庫屋頂、都市廣場必須設置雨水貯留池，在大雨時緊急貯存雨水量，待雨後再慢慢釋出雨水。這種生態治水法，有如洞庭湖、泊陽湖減少長江水患的功能一般有效。本手冊的「基地保水指標」，就特別鼓勵建築基地內的貯留滲透池設計。假如所有建築、社區、公園、廣場甚至建築屋頂均能設置景觀滲透水池，不但能美化環境，又能達到都市防洪的目的。



圖 0-15 荷蘭某銀行大樓貯留滲透景觀水池設計

(2) 生態水循環的透水鋪面設計

過去許多大型的社區開發，都採用不透水鋪面設計，使得大地喪失良好的吸水、滲透、保水能力，剝奪了土壤內微生物的活動空間，減弱了滋養植物的能力。同時因為土地失去了蒸發水分潛熱的能力，而喪失調節氣候的功能，甚至引發居住環境日漸高溫化的「都市熱島效應」。為了應付炎熱的都市氣候，家家戶戶更加速使用空調、加速排熱，造成都市更加炎熱化的惡性循環。

為了減緩上述「熱島效應」，都市環境的透水化設計是最重要的一環。所謂透水化設計就是讓地面盡量保持裸露土壤般的透水功能，在車道、步道、廣場等人工地盤上，盡量採連鎖磚鋪面之透水設計。然而，我們必須小心有許多似是而非的透水鋪面設計，有些人不瞭解透水鋪面的功能，先以鋼筋水泥作為打底的地面，然後在上面鋪上連鎖磚、彩虹石、亂石片，就完全失去了透水的功能。為了判斷透水鋪面，您可在下大雨後去觀察地面的積水情形，將可發現不透水的瀝青水泥鋪面常常積水不退，而連鎖磚、彩虹石、植草磚之類的透水地面則乾爽如宜（圖 0-16~0-18）。真正透水鋪面的作法是，先在裸露土壤上鋪一層透水良好的砂石層，再以水泥磚或石塊平鋪乾砌而成。由於砂石層的優良透水性與面磚乾砌之多間隙性，一般真正的透水鋪面均具備裸露土壤的透水功能，也因此能促進都市環境的生態水循環。

圖 0-17 羅東運動公園透水鋪面停車場

圖 0-18 綠化步道的透水設計



圖 0-16 下雨過後透水鋪面乾爽而遠處透水鋪面積水不退



圖 0-17

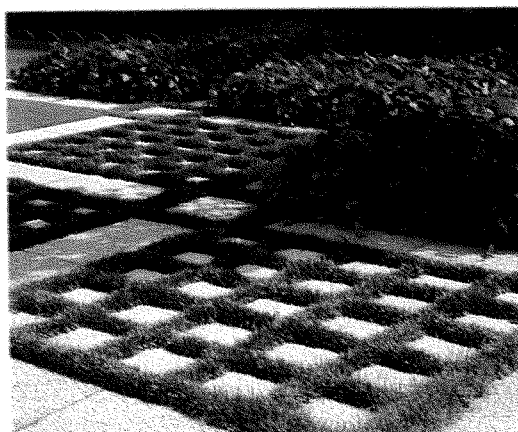


圖 0-18

本手冊的「基地保水指標」，建議優良的基地保水設計，必須達到相當於全建築法定空地八成為裸露地的透水性能。當然，許多公寓住宅常採用大面積的地下停車場，也有些因為車道承載之因素，而很難全面採用透水鋪面設計。為此，本手冊提供您一些彌補透水設計的方法，例如可採用貯留滲透水池、貯留滲透空地或人工花園的方法來促進基地的透水功能。「基地保水指標」的目的，在於緩和都市高溫化現象、降低公共排水設施容量，並可減少都市洪水之發生。同時由於土地增加了的保水能力，使土壤環境濕潤，就可增加生物、微生物的有機存活空間，可使都市的生態環境更加豐富，促進生物多樣化環境。

0-4-3 水資源指標

(1) 台灣是嚴重的缺水國

「有水當思無水之苦」看似是一個陳腔濫調的口號，但是卻有專家預言「水」將成為二十一世紀最重要的戰略物資。台灣近年來常有痛苦的缺水經驗，而且許多高耗水的工業區紛紛成立，與農業及民生用爭奪有限的用水，使缺水的問題也越來越嚴重。台灣地區的每人每日平均用水量在 1983 至 1993 的十年間，由 150(公升/人·日)快速上昇至 220(公升/人·日)，台北市更高達 430(公升/人·日)，十年間民生用水量的成長率將近一倍以上。另外，水質污染問題也是政府一項頭痛的課題，即使是在水量豐沛的地區，潔淨的飲用水都是相當昂貴的消費，國內市面上販賣的瓶裝飲用水價格早已超過汽油能源每公升

的價格，而消費者仍然趨之若鶩。

台灣雖然有豐沛的降雨量，年平均降雨量高達 2500 公釐以上，但因人口稠密之故，每人平均雨量僅為世界平均的六分之一，成為聯合國組織認定的缺水國家之一。此外由於台灣受限於先天地形與氣候環境的關係，如山坡陡直和經常集中性、不平均分佈之豪雨，使八成以上的降水都直接急流入海，而可供利用之雨水在全年總降水量中不到兩成。近年來，國民生活用水量急速增加，然而，水庫的淤積、水源保護的困難、以及國人無節制的用水習慣等問題，更使缺水問題有如雪上加霜。台灣目前已處於在新水源開發不易的情況下，節約用水勢必成為缺水對策最重要的方法。

(2) 「水資源指標」的功能

有鑑於此，在綠建築中特別提出「水資源指標」以作為因應節水政策的一環，此指標以開闢另類水資源（開源）與省水器具的使用（節流）作為舒緩水荒的兩個主要的方法。所謂的開闢另類水資源，就是在建築設計中導入雨水再利用或中水系統的設計。所謂雨水貯留供水系統，係將雨水以天然地形或人工方法予以截取貯存，然後經過簡單淨化處理後再利用為生活雜用水的作法。雨水收集可以利用建築物的屋頂的落水孔將雨水導入設於地下的儲水槽，也可以興建蓄水池方式直接儲存雨水，經過簡易的處理後，可以做為建築物或住宅的沖洗、空調或澆灌等雜用水之用。所謂的中水系統係指將都市雨水、生活廢水全面匯集經過處理後，達到規定的水質標準，重複使用於非飲用水及非與身體接觸的雜用水。人們日常生活使用的總水量中，僅廁所沖洗就佔 35%，如能全面改用雨水或中水作為沖洗廁所之用

水，其效果甚為可觀。由於中水利用系統採用了高污染的雜排水，其淨化設備遠比雨水利用系統昂貴，其經濟效益雖低，但是對於整個國家水資源的利用，以及環保、節能的工作都有其正面的貢獻與意義（圖 0-19）。

台灣過去用水器具的節水效率很差，因此關於推廣省水器具設計有很大的發揮空間。在國內住宅的自來水使用調查研究中，浴廁的用水量比例明顯偏高，因此在家庭節水政策上，首先應該要改善用水方式、用水習慣，再導入省水設備器具，就可以大量減少浴廁用水量。國內目前已開發供採用之節水設備器具有節水型水栓（水龍頭）、省水馬桶、省水淋浴器具、自動化沖洗感知系統等等。上述節水型設備器具在住宅以

外類型之建築物中，特別是公共建築物上，都十分值得推薦採用。

國人因為用水習慣不良，確實浪費了許多寶貴的水資源。依據自來水機構目前的統計資料，台灣地區自來水供水量每人每日約 350~450 公升（含配水管漏水、無費水量），但是在德國每人每日平均用水量只有 145 公升，英國伯明罕市的用水量為 150 公升，新加坡也大約在 140 公升左右，日本政府甚至規劃其到 2000 年時，每人每日平均用水量為 127 公升，可見國內尚有很大的節水空間。本「水資源指標」以平均節水量 20 % 作為綠建築設計規劃上努力的目標，如果家家戶戶均能如此，則台灣絕對可以省下幾座水庫工程的興建。



圖 0-19 日本社區之雨水貯留池設計

0-4-4 日常節能指標

(1)「日常節能指標」是「建築風格的雕刻師」

許多人抱怨台灣的建築物毫無地方特色。在炙熱的屏東與在多雨的基隆，在海拔兩千公尺的阿里山與多風的澎湖島，建造著相同造形的全玻璃大樓。一樣混亂的開窗形式，不分氣候的金屬外牆設計，充斥著市面。北歐寒帶的造形與夏威夷熱帶建築並存於此小島上。我們找不到什麼是台灣的建築風格？什麼是亞熱帶的建築形式？前一陣子，台灣非常流行亮晶晶的全面玻璃大樓，甚至連鄉間的公寓也喜歡採用亮晶晶的大面玻璃造型，其建築風格與台灣的熱濕氣候格格不入，令人不堪入目（圖 0-20 ~ 0-21）。基本上，玻璃具有「溫室效應」的特性，它可讓短波高溫的日光穿透入室內，但穿入室內後變成一般常溫的長



圖 0-20



圖 0-20~0-21 無隔熱之玻璃大樓是能源殺手

波熱，卻不易消散至室外，使得熱氣在室內累積而越來越熱。因此，全面玻璃大樓具有保存日射熱的功能，十分適合寒冷氣候的風土。然而在熱濕氣候的國家卻常不顧自己的氣候風土，抄習寒冷氣候的建築都市風格而造成國內建築景觀滿目瘡痍的情景（圖 0-22~0-23）。

有些玻璃大樓爲了減少太陽幅射熱的入侵，而採用高反射率的反射玻璃。然而，反射玻璃雖有減少部份熱負荷的功能，卻產生嚴重的「反光公害」。例如，瞬間刺眼的玻璃反射眩光，很容易使汽車駕駛迷眩而引發交通事故，有些國家甚至立法禁止高速公路旁的大樓採用反射玻璃。目前許多反射玻璃大樓四周的鄰居，受到反光輻射的干擾，生活隱私受到侵害，抱怨之聲不絕，政府建管單位接到民眾檢舉反光公害的案件不斷。

然而，並非所有的玻璃大樓均是能源的殺手，有些隔熱及遮陽設計良好的金屬玻璃帷幕大樓反而有特優的節能功效。「金屬玻璃帷幕牆」的節能設計，最重要在於降低日射熱流的玻璃「開口率」，並且加強非開口部的隔熱處理。過去台灣初期引進金屬玻璃帷幕牆時，有時因不了解耗能的嚴重性，而一味要求降低成本。有時只求其外表而不求品質，使金屬玻璃帷幕牆多作成低隔熱、低品質的設計。有時一味抄習外國、一味追求超大玻璃面的設計，嚴重造成能源的浪費與生活品質的低落。金屬玻璃帷幕牆具有輕量化、不燃化、耐震、施工迅速的優點，在現代都市高樓化、防火、防震、施工安全的要求下，已成為不可阻擋的驅勢，今後不論在寒冷國家或熱帶國家，必將成為高樓建築的設計主流。今後在節能要求下，剛好可讓社會大眾重新認識我們的風土，體認金屬



圖 0-22



圖 0-23

因個別冷氣機破壞玻璃外觀之情形

玻璃帷幕設計的品質，讓建築設計走向更環保、更節能、更舒適、更健康的水準。

本手冊特別以「日常節能指標」來限制建築物能源使用量。此指標雖然是提供建築節能設計的依據，但其功能不只在於節約能源，它同時也是一種科學化、綜合化的建築風格設計法。例如，為了合乎同一耗能基準要求，建築物在北部可容許較大的玻璃開口，在南部則只能有較小的開口。在北部可採較少的遮陽，但在南部則必須採較深的遮陽。經過「節能指標」的洗禮，北部的建築將較能呈現大開窗設計的溫帶建築風格，而南部的建築物則漸表現出富陰影韻律變化的南國風情，充分展現出南北建築風格之差異。「日常節能指標」像一個「建築風格的雕刻師」，只要活用此指標來掌握建築設計，則彷彿「有一雙看不到的手，把台灣的建築外貌塑造成亞熱帶的建築風格」。何謂台灣的建築特

色？如何建立台灣建築的新風貌？不必訴之高深抽象之理論，只要遵照科學化的節能設計，我們的建築都市風格特色於焉自然天成（圖 0-24~0-25）。

（2）一本萬利的建築節能政策

「日常節能指標」是以空調及照明用電為主的指標，其中尤以空調節能為重點。在台灣，夏日平均建築空調耗電佔了總尖峰用電的三分之一左右，空調節能的重要性由此可見一斑。目前有關建築外殼的節能設計，已經納入「建築技術規則」中成為強制法令。根據成大建研所的解析，本法令實施二十年後預計至少可降低 16% 的建築空調尖峰用電量，相當於 7% 的全國尖峰用電容量，相當於四至五座的火力發電場，或全國所有的水力發電場，或一部大型核能機組。其貢獻不可謂不大矣！同時，就全年的累積效果而言，每年可節約空調用電量約 46 億度，每年相當可減少七



圖 0-24 適合亞熱帶風土的建築美學

百萬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。

過去許多人以為汽車、機械、燃燒等工業方面所佔的耗能比較大，因而其節能效果也較大，同時認為建築部門的耗能比例不大，因此從建築來實施節約能源的效果有限。事實上這是一種錯誤的看法。事實上，建築的節能效果遠比其他產業更大。例如成大建研所曾計算過，台中某一全玻璃辦公大樓之全年空調耗電量，為新竹某節能辦公大樓的 5.4 倍。亦即優良與不良的建築外殼設計，可使其空調耗能量相差四、五倍之多，這是機械、燃燒、車輛等所有產業所無法達成的節能效果。其他工業產品的節能效果要達成一、二十%的目標已非容易之事，而建築外殼設計得宜的話，可輕鬆地達到五、六十%的節約能源效果。建築節能比其他產業的節能更形重

要的原因，是建築物的使用壽命遠比其他工業產品長，因此其節能的效果更是影響深遠。就節能影響度而言，建築的節能設計的效果是事半功倍，就建築物五、六十年的使用壽命而言，建築的節能功效影響深遠，並且一本萬利。我們甚至可說建築物是節能最有潛力的工具，也是「綠建築」最重要的一環。

本「日常節能指標」對於節約能源的要求，比現行「建築技術規則」中的節能合格基準，強化約百分之二十。本指標同時對於空調設備系統、照明、晝光利用、太陽能利用等節能設計，均設有優惠評估的辦法，可說是一個十分周全的節能指標。因此消費者只要選購合乎「日常節能指標」的建築物，就如同取得節省電費的保證一樣，確實可看緊您的荷包。事實上「日常節能指標」是「綠建築」七大指標中，最具體、最法制化、最有直接利益的指標。



圖 0-25 適當的開口、豐富的陰影是熱濕氣候的建築風格

0-4-5「CO₂減量指標」與「廢棄物減量指標」

(1) 環保的建築最美

假如您造訪過世界各地的原始部落或傳統城鎮，您一定會驚嘆於為何那些最簡陋、最平實無華的材質紋理，可以構成最美、最協調的建築都市風格？相反地，您一定會抱怨我們的建築都市景觀為什麼如此複雜而混亂？為什麼有些建築物總要故作姿態、張牙舞爪，作一些不必要的裝飾，作一些爭奇鬥豔的造形，但卻使得我們的居住環境更加醜陋、更混亂。事實上，過分的裝璜、不合理的造形、不必要的建設，不但不美，也是浪費地球資源、有違環保理念。最近有一本的暢銷全球的環保大作——「生活簡單就是享受」，告知我們不要作不必要的採購、不必要的消費，以真正的歡喜心去享受環保生活。本手冊則提出「簡樸的居家最美，環保的建築最享受」，告訴大眾不要作誇大不實的設計開發，不要作不必要的裝潢建設，培養高雅的環保眼光去欣賞地球環保時代的「綠建築」。

(2) 每戶需種一棵喬木才能搶救地球

就地球環保觀點而言，建築上的一磚、一瓦、一鐵、一玻璃都是能源的產物，都排放著大量的二氧化碳。根據國內產業耗能統計，國內每生產一公斤水泥，就會排放 0.4 公斤的二氧化碳，每生產一公斤鋼筋就排放 2.23 公斤的二氧化碳，每生產一平方米的磁磚就排放 7.38 公斤的二氧化碳。由此可知幾乎所有建材都是高污染、高耗能的產物。為了減緩地球高溫化趨勢，現在全球環保最緊急的課題在於減少二氧化碳排放量，顯然減少一份不必要的建築就是減

少二氧化碳排放，就是環保。

根據成功大學建研所的研究指出，在台灣每平方米中層住宅大樓所使用的建材之二氧化碳排放量約為 300 公斤，以每戶 35 坪(116 平方米)來計算的話，每戶之二氧化碳排放量約為三萬四千公斤，這些二氧化碳排放量相當於一棵喬木在四十年的光合作用才能吸收完畢。也就是說，在台灣每戶人家必須持續種植一棵喬木，才能平衡住宅建設對地球氣候的衝擊。如此算來，全台灣的都市（以五百萬戶計）必須種植五百萬棵的喬木，才能平衡建築市場二氧化碳排放量的衝擊。但這以目前台灣的都市綠化量來看是不可能達成的，因此如何進行節約建材的綠建築設計乃成為重要的一環。

(3) 21 世紀新環保居住美學

市面上許多不環保的建築物，常為了別出心裁，作了不必要的變化造型、不合理的超大結構、不均勻對稱的平面設計，使得建材用量暴增而傷害地球環保。在台灣的中震區，一般合理結構設計的 20 層辦公大樓每平方米的鋼筋用量約在 160 公斤左右，但有一些結構系統設計不良的大樓卻高達 250 公斤，其差高達三成，其糟蹋地球資源的情形可見一斑。

另一方面，要知道建築產業也是高污染的產業，它不只在水泥、煉鋼、燒窯之建材生產階段產生高污染，在營建過程及日後的拆除廢棄物之污染也非常嚴重。在台灣的鋼筋混凝土建築物每平方米樓版面積，在施工階段約產生 1.8 公斤的粉塵與 0.14 立方公尺的固體廢棄物，在日後拆除階段則產生 1.23 立方公尺的固體廢棄物，不但對人體危害不淺，也造成大量的廢棄物處理負擔，許

多廠商甚至隨意傾倒廢棄物，造成河川公地受到嚴重污染。因此，我們一定要體認滴滴建材都是能源產物，也都是污染來源。我們一定要一改暴發戶的建築美學，不要以為閃閃發亮的建築就是時髦，不要接受繁華熱鬧的建築造型，不要鼓勵富麗堂皇的裝飾（圖 0-26）。能少一份建設就是一份功德，能少一份裝潢就是一份環保。能住小房子就是享受，越簡樸的室內設計越美。這才是二十一世紀的新環保居住美學。

為了呼應這時代潮流，本手冊設有「溫室氣體排放」及「營建污染」兩評估指標，告訴大眾如何選用低能源產物、低污染的建築物。民眾今後只要選購獲得這兩項「綠建築標章」的建築物，一定是最不傷害地球的建築物。當然最環保的建築也是最節約建材的建築，其價位當然越經濟、越合理，當然越能看緊您的荷包。

（4）建築輕量化

「CO₂ 減量」與「廢棄物減量」兩指標，最重要的功能在於要求「建築輕量化」、「營建自動化」與「建材再循環

使用」等三項工作。所謂「建築輕量化」就是盡量使用荷重較輕的鋼結構，避免使用笨重的磚石及鋼筋混凝土結構。根據成功大學建研所的研究指出，發現鋼筋混凝土建築的耗能量，為鋼骨構造建築的 1.3 倍，其耗能量所產生的二氧化碳排放量為鋼骨構造建築的 1.6 倍，可見鋼筋混凝土建築對地球環保有很大的殺傷力。同時將來將鋼筋混凝土建築拆除解體時，其廢棄的水泥物、土石、磚塊又難以回收再利用，造成環境的大負荷。台灣是世界上使用鋼筋混凝土建築物最多的地方，連二三十層樓以上的建築物，還大量設計成鋼筋混凝土建築構造。鋼筋混凝土結構在耐震上也是非常不利的，日本在關西大地震後，甚至嚴格限制五層樓以上建築不得使用鋼筋混凝土結構。在先進國家由於模版、砂石、人工昂貴，使得 RC 構造的造價偏高，建築構造以鋼骨和木構造為多。在台灣由於砂石價格低廉，使得鋼筋混凝土建築異常盛行。台灣每年砂石的需求量為一億一千萬立方米，但合法的許可量只有四千六百萬立方米，約有六成的砂石



圖 0-26 不必要的造型表現有違地球環保

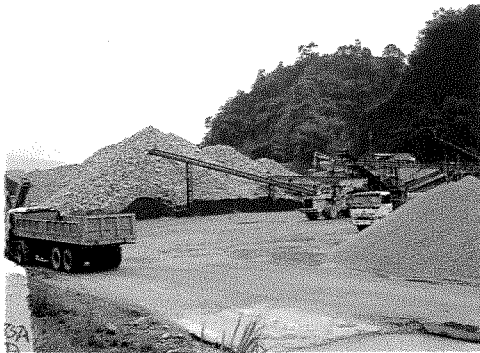


圖 0-27 RC 建築市場嚴重破壞國土

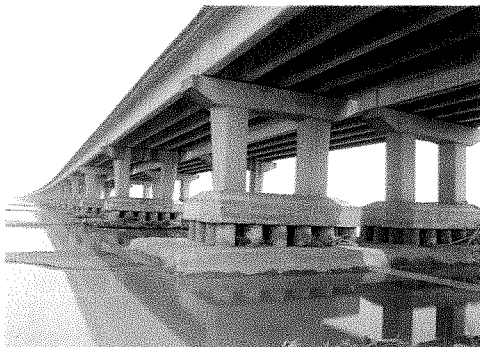


圖 0-28 颱風後中沙大橋因盜採砂石而橋墩裸露



圖 0-29 鋼骨構造是輕量化的建築設計



圖 0-30 鋼骨亦能擁有優良的造型表現

都是盜採的，其中 80% 盜採自河川，這造成了台灣的國土流失不可言狀。(圖 0-27~0-28)「建築輕量化」最大的環保貢獻在於減少建材使用量，而減少建材使用當然會促成節能、省資源、減少廢棄物與溫室氣體排放量。「建築輕量化」包括在設計階段要講求平面、立面、剖面及跨距等合理的結構計畫，也包括使用鋼骨化結構及金屬化外牆等輕量化計畫(圖 0-29~0-30)。

(5) 營建自動化與建材再生使用

「CO₂減量」與「廢棄物減量」兩指標，也特別強調自動化工法對於建材的節約效果。所謂「營建自動化」就是以工業生產的方式來興建建築物，也就是將建築物的部品工業化、預鑄化、規格化，以及採用自動化機具來施工。由於工業化、自動化的要求，許多建築外牆、樓梯、衛浴單元均改由工廠生產，再運至現場組裝，如此將可減少許多不必要的建材浪費，同時可減少許多營建空氣污染。良好的營建自動化工法，約可減少工地營建廢棄物三成，減少營建空氣污染一成，減少 5% 的建材使用量，對地球環保有莫大助益(圖 0-31)。

另一方面，減少建築產業耗能與污染最有效的對策，在於促進建材之再循環使用。現在歐美先進國家對於建築物均有「建材回收率」的規定，也就是通常指定建築物必須使用三至四成以上的再生玻璃、再生混凝土磚、再生木材等回收建材(圖 0-32)。1993 年在日本的混凝土塊的在利用率約為七成，營建廢棄物的五成均經過回收再循環使用，有些歐洲國家甚至以八成回收率為目標。反觀台灣，除了高價的鋁、鋼筋、鋼骨的回收率高達八成之外，對於混凝土、磁磚、玻璃、木材、塑膠等幾乎完全不回

收使用，造成台灣的山河滿山滿谷盡是營建廢棄物污染，使得新建建築物不但浪費能源與資材，也造成環境更加污染。有鑑於此，「CO₂減量」與「廢棄物減量」兩指標就特別鼓勵建材的回收使用，合於此指標基準的建築物將代表更乾淨、更環保的居住環境。

總之，建築產業是一個高度耗能、高度污染的產業，減少建築物的環境衝擊是地球環保的重頭戲。在 21 世紀的地球環保意識下，過渡建設、過渡裝潢、過渡表現的建築物就是罪惡，就是醜陋的。「CO₂減量」與「廢棄物減量」兩指標，將告訴大眾「簡樸的居家最美，環保的建築最享受」，這是 21 世紀的新環保建築美學，也是典雅而質樸的居住哲學（圖 0-33）。



圖 0-31 減少廢棄物是綠建築的目標



圖 0-32 建材再生利用是廢棄物減量指標之重要項目



圖 0-33 美國南加州瓦斯公司是大量使用回收建材的綠建築典範

0-4-6 污水垃圾改善指標

我國的經濟競爭力在世界上名列前茅，但是作為現代社會的都市基礎建設，尤其是環保衛生基層建設卻遠落後於一般國際水準，實在令人汗顏。本手冊特別設置「污水垃圾改善指標」，以作為輔佐現有污水及垃圾處理系統的功能。本評估對污水及垃圾處理的要求，並非以環工技術面來考量，而是著重於建築景觀衛生與使用管理上的配套考量。

由於我國的都市公共下水道工程普及率十分低落，使得大多數的民眾必須自行設置污水處理設施。但是過去常用的家庭化糞池之處理能力僅為35%以下，亦即家庭污水所產生之污染源有65%以上均沒有經過淨化過程，而直接排入河川，為嚴重污染台灣河川及環境之最大因素。近來我國雖然全面在「建築技術規則」、「建築物污水處理設施設計技術規範」、「水污染防治法」上對污水處理排放均有詳細的規範，並且也落實環工技師簽證，但是在事實上對於污水處理設施的現場檢視、污水雜用水配管的正確接管檢測、排放水質的檢驗均付之闕如，因此使得污水處理的制度徒具形式而效果不彰。尤其建築設計中對於生活雜排水之配管施工，大都未貫徹雨水污水分流的設計。

例如現在一般住宅建築中，雖然在浴廁、廚房的雜排水配管均按照法令要求排入污水處理系統上，但是對於洗衣空間均未設置專用洗衣空間，而讓民眾任意將洗衣機設置於陽台，並將洗衣雜排水就近排入陽台雨水系統，而未確實導入污水系統。此外例如在一些辦公大樓中的餐飲咖啡廳、學校的學生餐

廳、機關的員工餐廳等空間內的專用廚房，與旅館、醫院、療養院等建築物內的專用洗衣間，以及俱樂部、運動設施等建築物內的更衣浴室等產生大量雜排水的空間，也大都未徹底將雜排水配管導入污水處理系統之中。這些雜排水配管的圖面設計及施工，均無受到任何機關的監督管理，設計者也毫不關心，水電施工廠商在習慣上也草率將之連結至雨水系統了事，因此不論現行污水處理設施如何嚴格完備，每天產生的大量雜排水還是流入雨水系統而嚴重污染環境。有鑑於此，本指標為了輔佐污水處理設施的功能，乃特別檢驗評估這些生活雜排水配管系統，以確認生活雜排水導入污水系統。

另一方面，在垃圾處理方面，根據北市環保局民國八十四年的統計資料，台北市平均每日產生 3801 公噸的垃圾，平均每人每天產生 1.44 公斤，數量極為驚人。根據國內的垃圾組成分析也顯示，都市中不可燃資源垃圾約佔垃圾總量的 18%，加上塑膠類垃圾的 19%，可回收的資源佔約 30%以上，但這些可回收資源大都被視為垃圾丟棄，成為國內垃圾量居高不下的主因，顯見資源回收工作的重要，因此本指標特別鼓勵執行垃圾分類與資源回收的作法。此外，本指標也要求建築設計重視垃圾處理空間的景觀美化，對於一般垃圾處理，也要求在空間規劃及設施設置方面必須符合「充足的空間容量、密閉衛生的確保、簡便的操作流程」等三項原則。目前一般建築物之垃圾處理設備常沒有除臭消毒，容易滋生蚊蠅、蟲害、病菌。同時由於一般垃圾處理量快速增加，使得垃

圾暫時儲放位置不足，導致垃圾處理成本愈來愈高。此外，這些垃圾必須每天處理，否則容易造成二次污染，甚至清潔人員因而容易受感染，衛生安全堪慮（圖 0-34~0-35）。

過去一般民眾常以為污水及垃圾處理問題為政府的權責範圍，殊不知建築設計上生活雜排水配管嚴重影響都市污

水的處理品質，而垃圾集中場的環境設計與管理也嚴重影響景觀與衛生。本手冊的「污水垃圾改善指標」並不牽涉污水及垃圾的環工生化技術改善，而著重於與建築空間設施及使用管理相關的具體評估項目，是一種可讓業主與使用者在環境衛生上可以具體控制而改善的評估指標。



圖 0-34 髒亂沒有管理的垃圾堆置場所



圖 0-35 美化綠化的垃圾集中場

0-5 小結

綜合上述可知，本手冊的七大評估指標都是一些簡化而與生活體驗相近的評估方法，也是一些可以量化計算並具體掌握的指標，可作為社會大眾客觀遵循的依據。曾有環境心理學的理论指出，超出七項的事物常會讓人難以記憶，因此作為一般民眾樂於接受的口號與紀律，最好不要多於七項。本手冊特將複雜的綠建築技術濃縮成七項指標，就像一個禮拜有七天一樣，可讓人易於記憶而遵循。關於本評估指標系統，本手冊最後再提出下列幾點注意事項，提醒讀者留意（這些事項之詳細關係請參閱後文）。

(1) 本評估體系有待繼續改良

本手冊的評估體系是依據「消耗最少地球資源，製造最少廢棄物的建築物」作為綠建築最實用的定義所發展出來的內容，其內容大部分均為降低地球環境衝擊的最基本綠建築技術而已。本手冊確信這些評估項目為最基本的建築環保評估要件，假如忽略這些基本要件，則不必奢談綠建築。這七大評估指標並非鉅細靡遺地網羅所有現行綠建築技術的內容，它只是提綱挈領地抓住現行可實用量化的地球環保要項而已，其他關於舒適性、生態性、社會性等更高層次的內容，則礙於實用之考量，暫時不納入本評估系統內。當然一定有人認為這些內容尚有所不足，然而這正是有待後人繼續改進的地方。



圖 0-36 荷蘭 ING 銀行總部是有名的綠建築，它以生態綠化聞名

(2) 健康、安全、舒適為本評估體系的先決條件

本手冊表面上雖然只是針對地球環保的評估體系，但卻要求兼顧健康、安全、舒適的基本要求。例如「日常節能指標」中，有關空調耗能的評估在事實上均以健康舒適的溫濕及新鮮外氣量為準的計量，有關照明節能部分當然也是以健康舒適的照度條件來計量。又如「CO₂ 減量指標」中的建材用量計量也是建立在結構安全條件上的評估。當然也有些健康、安全、舒適的條件，如 IAQ、噪音、放射線等，因為尚未達簡化實用的程度而尚未納入本評估體系，今後假如能克服實用的障礙，也希望嘉惠本評估體系。

(3) 本評估體系應可設置公共安全的排除條款

本評估體系主要是針對地球環保的評估，其他如防災、公共危險、違建、鄰房糾紛等影響公共安全的項目並不在本評估體系的評估範圍內。未來在獎勵綠建築活動時，為了避免不必要的爭議，應該可對本評估體系加入公共安全的排除條款，亦即假如某建築物有明顯嚴重違反公共安全事證時，應可取消其作為綠建築的資格。

(4) 本評估體系已預留新技術或管理技術的評估彈性

本手冊雖為科學定量化的評估體系，但是絕不固執於絕對量化評估的結果，甚至本手冊特別預留了定性化評估

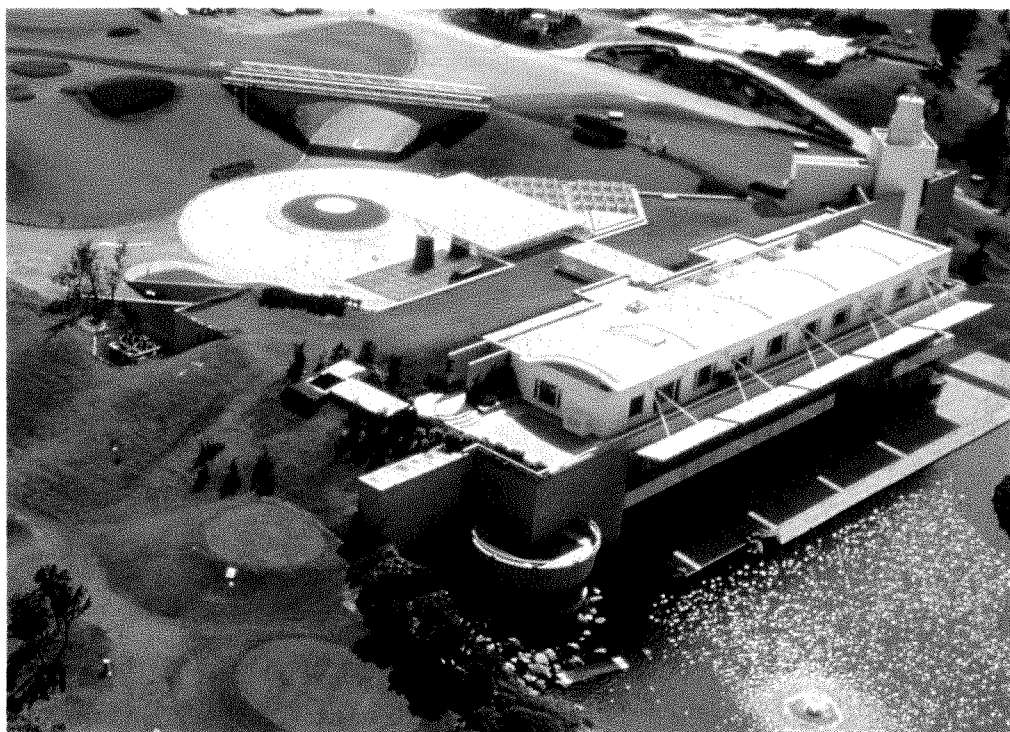


圖 0-37 林口東方高爾夫球場是與地形融合的綠建築

、新技術開發、人爲管理改善的空間。例如，在「廢棄物減量指標」中對營建自動化技術、新預鑄工法、現場廢棄物減量管理等，提供定性彈性獎勵或預留認定申請的方式來評估，又如在「日常節能指標」中對新能源技術、自動能源管理技術或人爲管理制度均保留調性認定評估的空間。這些未被本手冊列舉的新技術評估，均由業者提出自己的評估報告，以委員會認定的方式予以認定獎勵。這些彈性認定方式使本評估體系擴展了相當大的適用範圍。

(5) 本指標系統的限制條件

本評估體系適用於建築設計前的事前評估，也適用於建築完工後的事後評估。適用於單棟建築，也適用於建築群的評估。但由於受到限於現行研究資料之不足，使本評估體系的部分指標受到部分限制，其限制條件如「表 0-4」所示，使用者應特別注意。

(6) 建築群的整體評估

本評估體系在原則上適用於單棟建築體的評估，也適用於社區、複合建築建築體群的評估。然而，本七大評估指標的特性各有所限制，在針對建築群的評估應用上尤其必須特別有所調整。例如「綠化指標」大概能適用於對於任何建築群，而「日常節能指標」則受到建築類別嚴重的影響。本手冊建議在處

理建築群的評估時，必須視七大評估指標的特質來分項彈性處理，有些指標必須全區做整體評估、有些則需分棟來評估、有些可採用樓地板加權平均來評估、有些可以排除評估（如獨棟住宅的垃圾集中場評估）、有些則必須強行要求逐項檢驗（如雜排水的接管檢驗）。這些應變處理並非十分困難，只要稍加瞭解七大評估指標的特性，應可應用自如才對。但假如有所爭議時，本手冊則建議委由評審委員會的專家群來決定。

以上是本手冊前半部的「解說篇」，其內容主要用來宣導綠建築的時代意義、定義及指標系統的概念，讀者如能撥冗一讀，相信對綠建築的全貌一定能有初步的體認。本手冊以下部分則屬於綠建築的「評估技術篇」，其內容則在於具體提供綠建築設計的實際操作技術及評估方法，讀者如能細讀並融會貫通這些內容，一定能深入體會綠建築技術的本質，並可以具體地預測、評估並改善建築設計的環境生態品質。

假如您細讀本手冊的內容，您一定會察覺本手冊確實結合了國內既有的本土研究精華，完全摒棄了先進國家以寒帶氣候爲主的綠建築技術系統。本手冊不但獨創了亞熱帶國家獨特的綠建築評估體系，同時就評估方法的簡便性、實用性與操作性而言，本綠建築評估體系

「表 0-4」 七大評估指標的適用對象

指 標 群	適 用 對 象
1.綠化指標	適用於所有建築物
2.基地保水指標	不適用於砂土及黏土之基地
3.水資源指標	適用於所有建築物
4.日常節能指標	PACS 及照明密度指標不適用於住宿類建築物
5. CO ₂ 減量指標	僅適用於辦公類、住宿類、學校類建築物
6.廢棄物減量指標	適用於所有建築物
7.污水垃圾改善指標	污水指標適用於所有建築物 垃圾指標僅不適用於非社區形透天住宅

確實具備了國際最先進的研究水平，以此作為我國綠建築的評估依據，相信必能深獲信賴。另一方面內政部建研所目前也積極推動綠建築宣導工作，最近並甄選出「綠建築標章」作為日後推動綠建築設計的獎勵標誌，同時也正草擬推動綠建築的法制化及優惠制度，藉此希望能誘導民間投入綠建築之開發建設，並作為推廣環保建築之依據。在今政府全面推「綠建築」政策之際，欣見社會有所共鳴，此乃台灣邁向居住環境永續發展的契機。趁此契機，讓我們善盡一份地球村公民的責任，讓我們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。



圖 0-38 住友福陞興業大樓外遮陽與清潔通道合一設計

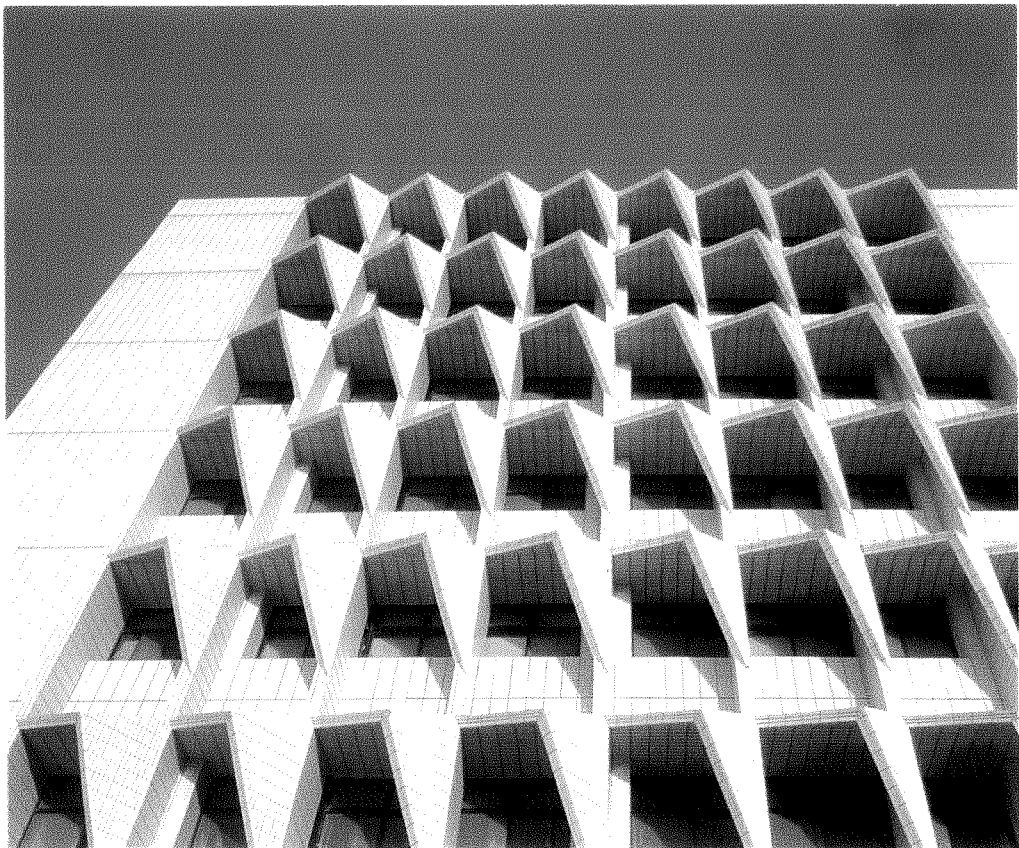


圖 0-39 台電新營營業處外遮陽設計

評估技術篇



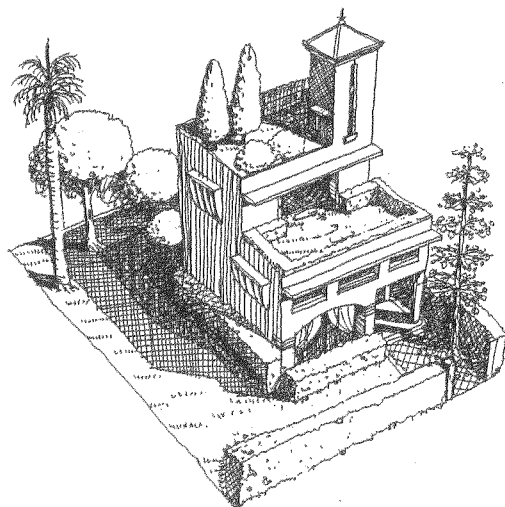
評估技術篇



一. 基地綠化指標

1-1 何謂基地綠化？

所謂「基地綠化」就是利用建築基地內自然土層以及屋頂、陽台、外牆、人工土地盤上之覆土層來栽種各類植物的方式。



1-2 基地綠化的目的

健康的都市生活不能缺少綠意，缺乏綠意的都市生活很難奢言「永續發展」的居住品質。假如我們能在居住環境中廣植花木，不但可怡情養性，同時可促進土壤微生物活動，對生態環境有莫大助益。綠化同時被公認為對吸收大氣二氧化碳最好的政策，可減緩地球氣候日益高溫化的危機。因此本指標希望能以植物 CO_2 固定效果做為評估單位，針對建築環境中的空地、及陽台、屋頂、壁面進行全面綠化設計的評估，藉以鼓勵綠化以多產生氧氣、吸收二氧化碳、淨化空氣，進而達到緩和都市氣候高溫化現象、改善生態環境、美化環境的目的。

1-3 如何評估基地綠化設計？

過去我們的建築都市相關法規為了鼓勵綠化，也有綠覆率、喬木植栽、栽種密度之規定。但是它們通常以覆土深度、樹徑、喬木數量來規定綠化量，除了對喬木有所認定之外，對於灌木、蔓藤、草地以及建築立體綠化等多樣化綠化的環境貢獻量並無具體評價，各植栽物種之間的合理換算亦付之闕如。事實上，綠化政策對於地球環保最大的貢獻，莫過於利用植物的光合作用來固定空氣中的 CO_2 ，進而可減緩地球氣候高溫化作用（因為 CO_2 分子具有溫室效應，是造成地球高溫化的主因）。因此本手冊關於綠化量的評估，特別以 CO_2 固定效果作為綠化評估法的共同換算單位。

根據過去的植物學研究顯示，植物的光合作用量與植物葉面積成正比關係，因此本手冊在「表 1-1」中依照樹葉面積的多寡，把植物分為七類層級來評估其 CO_2 固定效果。此數據是成大建築研究所根據國外溫暖氣候下的樹葉光

合作用之實驗值，以台中的日照氣候條件及樹形、葉面積實測值，解析合成而得的 CO₂ 固定效果。其數據代表某植物在都市環境中從樹苗成長至成樹的 40 年間（即建築物生命週期標準值），每平方米綠地的 CO₂ 固定效果。關於此表的植栽分類及 CO₂ 固定效果的意義如下所述：

(1) 闊葉大喬木類植物的CO₂固定效果

台灣常見的闊葉大喬木樹種有榕樹、黑板樹、木麻黃、台灣肖楠、相思樹、樟樹、相思樹、檸檬桉、楓香、羊蹄甲、黃槐、梧桐、楓香、菩提、台灣欒樹、火焰木等。喬木類植物的特色是較為高大，遮陰性佳。由於其立體化的樹葉分佈，使其樹葉量最多，其 CO₂ 的固定效果亦屬最佳，常用於遮陰、觀景與行道樹。然而，因樹種、樹形、葉密度的差異，不同喬木的 CO₂ 的固定效果也有明顯差異。但是為了評估方便，表 1-1 的數據是採用榕樹、樟樹、黑板樹、檸檬桉、羊蹄甲等五種植物的 CO₂ 固定效果解析平均值，作為所有闊葉大喬木類植物的標準評估值。

(2) 闊葉小喬木、針葉木或疏葉形喬木的CO₂固定效果

像楊梅、鐵冬青、含笑、海欖果、黃槿、枇杷等闊葉小喬木，或是小葉南洋杉、龍柏、圓柏、琉球松等針葉木，以及小葉欖仁、木棉、刺桐、木槿、垂柳、阿勃勒、無患子等疏葉形喬木，由於其葉面積較少，其 CO₂ 固定效果比上述喬木稍小。當然本分類之間的 CO₂ 固定效果也有明顯差異，但是為了評估方便，表 1-1 的數據是採用小葉南洋杉、木棉、小葉欖仁等三種植物的 CO₂ 固定效果解析平均值，作為此類植物的標準評估值。

(3) 大棕櫚類植物的CO₂固定效果

大棕櫚類的特色是樹形細長高挑，飄逸著南國熱帶的氣氛，常用於觀賞與步道上的導引。台灣常見樹種有大王椰子、黃椰子、亞力山大椰子、華聖頓椰子、旅人蕉、棕櫚、蒲葵等。由於其葉面積較喬木稀少，其 CO₂ 固定效果約為大喬木的一半。表 1-1 的數據是採用大王椰子的 CO₂ 固定效果解析值，作為此類植物的標準評估值。

(4) 灌木類植物的CO₂固定效果

台灣常見灌木樹種有月橘、塔柏、九重葛、春不老、黃金金露花、夾竹桃、馬纓丹、仙丹花、朱槿、牡丹、杜鵑、六月雪、仙丹、茉莉、紫薇、蘇鐵等。灌木植物的特色是低矮濃密，常用於阻隔圍籬。由於樹形較矮、樹葉面積不若喬木多，因此表 2 所示的 CO₂ 固定效果約為大喬木的 27%。

(5) 多年生蔓藤的CO₂固定效果

像九重葛、炮仗花、使君子、地錦、辟荔等多年生蔓藤是用來作為建築物立體綠化最好的植物，對於空氣的淨化頗有貢獻。但是過去的綠化政策對之均無法提供評估方法，甚為可惜。表 1-1 的數據是以 50cm 高灌木之模擬解析值來替代，其 CO₂ 固定效果約為灌木叢之 37%。其綠地面積應以爬藤覆蓋面積來計算，對於建築立面的綠化有良好的評估功能。至於一年生蔓藤植物則歸

入下述草地來評估。

(6) 草花及草類植物的CO₂固定效果

草花及草類植物大部分為一年生植物，其 CO₂ 固定效果並不能像木本植物般有長年累積效果，因此其在表 1-1 中之 CO₂ 固定效果值，是根據野草地的葉面積實測值，在一年內的 CO₂ 固定解析值做為基準。由於草類植物的高度影響其葉面積，進而影響其 CO₂ 固定效果，因此表 1-1 約略以花園及野草高度來界分其效果。至於人工修剪的草坪，由於其白天的光合作用與夜間的呼吸作用相抵消，對於 CO₂ 固定效果幾乎等於零，亦即人工草坪對於空氣淨化幾乎毫無貢獻，值得特別留意。

由上可知，植物綠化對於 CO₂ 固定效果，當然以大喬木綠地為最佳，其效果約為灌木綠地的 3.7 倍，為草花花園的 17.6 倍，亦即喬木顯然優於灌木，而灌木更遠優於草花花園。整體而言，草本植物的 CO₂ 固定效果均不良，尤其是人工草坪簡直毫無效果。因此良好的綠化政策應以喬木為主而以灌木為輔，而裝飾性的草花植物與草坪綠化，既耗人力物力、又多農藥污染，對空氣淨化亦無多大助益，並不值得鼓勵。

「表 1-1」台灣各種植栽單位面積 CO₂ 固定量 Gi(kg/m².40 年)

植 栽 種 類	CO ₂ 固定量
闊葉大喬木（每棵種植面積 9 m ² 以上、土壤深度 0.9m 以上）	808
闊葉小喬木、針葉木或疏葉形喬木（每棵種植面積 6.25 m ² 以上、土壤深度 0.9m 以上）	536
大棕櫚類（每棵種植面積 6.25 m ² 以上、土壤深度 0.7m 以上）	410
灌木（高約 1m 以下，土壤深度 0.4m 以上）	217
多年生蔓藤（以立體攀附面積計量，土壤深度 0.25m 以上）	82
草花花園或高莖野草地(高約 1m 以下，土壤深度 0.25m 以上)	46
一年生蔓藤或低莖野草地(高約 25cm，，土壤深度 0.25m 以上)	16
人工修剪草坪	0

1-4 綠化 CO₂ 固定量的指標與基準

本手冊對於綠建築中的綠化獎勵基準，希望能夠維持建築空地的五成面積上實施全面綠化，而且單位綠化面積的 CO₂ 固定量計算值必須大於基準值 600(kg/m²)。亦即建築基地中的總綠化量所換算的 CO₂ 固定量 TCO₂，必需符

合下列公式，才能符合本「綠化指標」的獎勵水準。

$$T CO_2 = \sum G_i \times A_i \text{ ----- (1-1)}$$

$$T CO_2 > T CO_2 c = 0.5 \times A_0 \times (1-r) \times 600 \text{ ----- (1-2)}$$

變數說明：

$T CO_2$ ：基地綠化之總 CO_2 固定量計算值[kg]

$T CO_2 c$ ：綠建築綠化總 CO_2 固定量基準值[kg]

G_i ：某植栽種類之單位面積 CO_2 固定量[kg/m²]，由表 1-1 查得

A_i ：某植栽種類之栽種面積[m²]，每棵大喬木以 9.0 m² 計，小喬木、疏葉形喬木、針葉木、大棕欖以 6.25 m² 計，但以上面積計算必須扣除空間重疊計算及建築物障礙之面積。灌木、花圃、草地以實際種植平面面積計算，蔓藤類以實際立體攀附面積計、其他則以實際密植平面面積計。

A_0 ：基地面積[m²]

r ：基地法定建蔽率[--]

600(kg/m²)：單位綠地 CO_2 固定量基準

關於本評估公式必須注意下列相關規定：

(1) 基準說明

關於公式(1-2)中基準的意義，例如某住宅社區之基地面積為 10000m²、建蔽率為 0.6 時，則綠建築綠化之總 CO_2 固定量基準值 $T CO_2 c$ 為 $0.5 \times 10000 \times (1 - 0.6) \times 600 = 1200000 \text{ kg}$ 。即該基地總綠化量在 40 年內必須可固定 1200000kg 的 CO_2 氣體，才可達到本「綠化指標」獎勵的水準。式中 0.5 的意義，表示五成空地均應綠化，而另五成空地可留為車道、步道、水溝之非綠地使用。此 600(kg/m²)的基本單位基準，比種滿小喬木綠地的 CO_2 固定效果稍微嚴格一點，因此只要利用基地法定空地的五成種滿小喬木，然後在喬木下種一些花圃或灌木即可達成。假如綠地稍微不足的情況。也可以大喬木或屋頂花園來加強彌補，亦不難達到合格標準。

(2) 檢驗植栽間隔

為了確保植物樹冠充分成長的空間，喬木必須保有適當的種植距離。本評估規定大喬木應維持 9.0 m²(3.0×3.0)、小喬木、針葉木、疏葉形喬木及棕欖類應維持 6.25 m²(2.5×2.5)之最小種植面積，因此在評估時，最好每棵樹中心劃上正方形格子最小種植面積，來檢驗每棵喬木最小種植面積範圍內是否重疊、或有建築物障礙，種植面積計算時應扣除其重疊面積與建築障礙面積，方為合理。在此必須留意的是，此處所謂的最小種植面積並不一定需要全面土壤地面，只要覆土深度滿足下列(3)之要求，即使以植穴或花盆方式在人工地盤上種

植喬木亦無妨。

(3) 檢驗覆土深度

爲了保有植物根部充分的生長空間，植物必須保有充足的覆土深度，本評估規定覆土深度的條件，喬木爲 1.0m 以上，大棕櫚類爲 0.7m 以上之，灌木及蔓藤爲 0.5m 以上，花圃及草地爲 0.3m 以上。假如無此條件，其綠化量即略而不計。

(4) 留意特殊植物之分類

由於植物種類繁多，本評估當然無法提供所有植物之 CO_2 固定植，其他植物必須以類比方法來套用表 1-1 的數值。表 1-1 中針對 CO_2 固定效果的植物分類，只是爲了解析方便的分法，並非植物學上的嚴謹界分。由於植物的 CO_2 固定效果與葉面積成正比關係，因此有些奇特而無法歸類的植物，可依其樹形及樹葉量以就近借用數據，另有一些樹形與常態分類不符的植物，則必須不顧植物學上之分類而依樹葉量之多寡，權宜採用其他類似樹形分類之數據。例如七弦竹、葫蘆竹、觀音竹之大竹類就可借用棕櫚類之數據，而如袖珍椰子、棕竹之類的小棕櫚以及紫竹、墨竹、唐竹之小竹類則應納入灌木來計算。又例如像蕨類之沙櫨、旅人蕉科之旅人蕉、香蕉應歸入樹形相近的棕櫚類來計算，而像天堂鳥、金鳥赫蕉，因樹形矮小而應歸入灌木類來計算。總之，使用者不必拘泥於表 1-1 之植物分類，尤其遇到難以分類的植物時，應依植物的樹形及葉面積特性，就近找尋類似植物分類的 CO_2 固定植來評估。另外必須留意的是，像榕樹、羅漢松、檫木之類的喬木常被整形修剪成低矮綠叢或盆景，已大大傷害其光合作用功能，本手冊建議應將之視同灌木來評估（亦即應降低其 CO_2 固定效果評估）。

(5) 鼓勵多層次立體綠化

爲了生物多樣化原則，在生態綠化上應鼓勵多層次立體綠化，亦即在喬木下方應保有裸露土壤以多種植灌木。因此本評估鼓勵在同平面一空間上種植高的喬木、棕櫚樹，並在下方同時種植灌木及草花時，其高低層次植栽的 CO_2 固定效果可以重複累加計算。例如在硬質廣場鋪面上挖植穴種一棵小喬木時，只能計算小喬木的 CO_2 固定效果爲 536 kg/m^2 ，而在裸露地上同時種小喬木及灌木時，其 CO_2 固定效果可累算爲 753 kg/m^2 ，其效果爲 1.40 倍。

(6) 立體綠化評估

屋頂、陽台、牆面的立體綠化對於氣候及生態環境有很大助益，但是過去的綠化政策均未能給予適當的評價，本指標則積極以 CO_2 固定效果納入評估體系內。本指標在公式(1-1)中，對於屋頂、陽台等水平人工地盤的綠化，以實際栽植種類及栽種面積來計算。對於蔓藤類植物在牆面、坡坎、涼亭、花架上的綠化，則以實際攀附面積作爲計算。當然蔓藤類植物攀附情形常常有增減變化，但實際應用上只能以現況爲準來計算。

(7) 高密度喬木綠化的簡易評估

公式(1-1)、(1-2)以一棵棵喬木的間距、面積的累算計算，看來十分麻煩，

但這通常是針對綠化密度較稀疏的情形才需如此大費周章。事實上，有許多庭園常採用高密度喬木混種的方式來綠化，或是大小喬木、棕櫚、芭蕉交錯混種，各喬木的間距均較上述 2.5m(面積 6.25 m²)為密，這時並不需一一檢視植物種類、間距、面積來計算 CO₂ 固定量，我們幾乎可以全面認定這些混種的喬木均已達到喬木最高的 CO₂ 固定效果 808 kg/m²，只要把所有喬木樹冠的總投影面積(即樹心 2.5m 半徑範圍)全面乘上 808 kg/m² 來計量即可。

(8) 40年生命週期評估

由於目前內政部建研所對建築物均採用 40 年為生命週期，本評估亦均採用植物的 40 年週期來計量。亦即上述 CO₂ 固定效果並不採用成樹來評估，而是以自幼苗開始綠化的 40 年生命週期的環保貢獻量來評估，如此一來，大樹小樹對於 40 年週期的評估結果都一樣，因此本評估並無樹徑、樹高的限制，也不要求民眾移植大樹來綠化，這完全符合「綠化自小樹苗種起」的生態綠化政策。

1-5 如何達到及格標準？

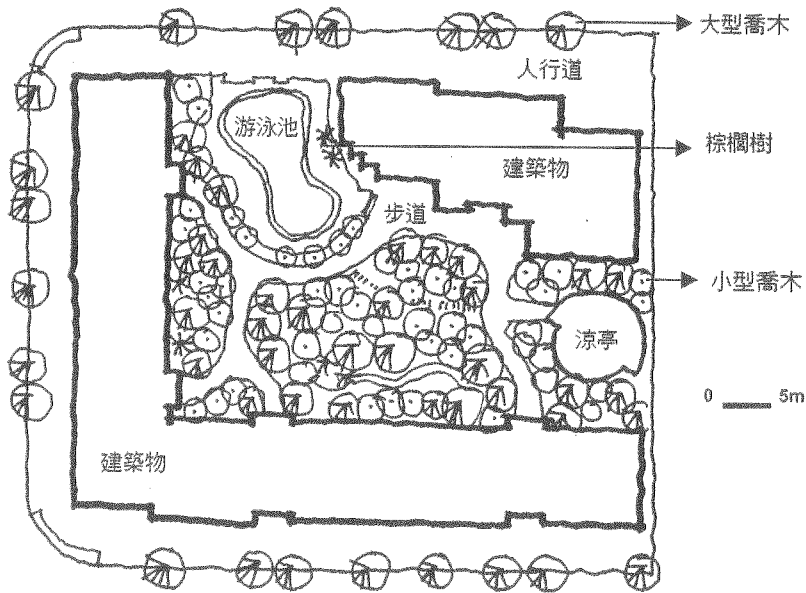
為了達到上述基準要求，在綠化設計上，應注意下列事項：

- (1) 在確保容積率條件下，應盡量降低建築物建蔽率以擴大綠地空間。通常只要降低一至兩成的建蔽率，就很容易做到合格標準的綠化。
- (2) 建築空地上除了必要的人工鋪面之外，應全面留為綠地。
- (3) 在大空間區域應盡量種植喬木，其次再種植棕櫚樹，然後應在零散綠地空間種滿灌木。
- (4) 在喬木及棕櫚樹下方的綠地應盡量密植灌木，以符合多層次綠化功能。
- (5) 即使在人工鋪面上，也應以植穴或花盆方式，盡量種植喬木。只要覆土深度足夠，其 CO₂ 固定效果均視同於自然綠地的喬木。
- (6) 應盡量減少花圃及草地之綠化，尤其是人工草坪對空氣淨化毫無助益。
- (7) 可利用多年生蔓藤植物攀爬建築立面以爭取綠化量。
- (8) 盡量在屋頂、陽台設計人工花台以加強綠化，但是應該注意其覆土量及防水對策。

1-6 案例計算實例

(本指標計算另需附送詳細相關設計圖、說明圖及指標計算書，在此省略之。相關設計圖面需包括建築物配置圖、各類樹種及栽種分布圖、植栽下方覆土層之剖面圖)

計算實例 1：A 公寓住宅



1. 建築基本資料：

基地面積：3486m²

地面層面積：1352m²

法定建蔽率：60%

實際建蔽率：38.8%

2. 綠化設計概要：

- (1). 人行道及游泳池岸邊均採較稀疏的綠化種植方式。
- (2). 中庭部位除步道及涼亭外，均採用高密度的綠化種植方式，且採用多層次綠化，在喬木下方種植灌木及草花。
- (3). 綠化範圍內的覆土深度均為 1m

3. 指標計算與檢討

STEP1 檢驗覆土深度

由於基地綠化範圍內的覆土深度均為 1m，故符合規定。

STEP2 檢驗各區域植栽間距以決定計算方式

將圖面各區域的種植間距加以量測，可得知人行道及中庭的游泳池沿岸均屬於較稀疏的綠化種植方式(大喬木間距 $>3\text{m}$ ，小喬木及棕櫚間距 $>2.5\text{m}$)，故計算上需要將各棵樹木的面積加以累積計算。

而中庭的其餘部分乃為高密度種植(大喬木間距 $<3\text{m}$ ，小喬木及棕櫚間距 $<2.5\text{m}$)，故計算上只需將所有種植面積視為喬木面積加以計算即可。

STEP 3 各區域依其計算方式加以累積計算

人行道及中庭的游泳池沿岸區域：

計有大喬木 23 棵，小喬木及疏葉喬木 8 棵，棕櫚 3 棵，花園 30m^2

故其 CO_2 固定量為

$$23 \times 808 + 8 \times 536 + 3 \times 410 + 30 \times 16 = 202223.5(\text{kg})$$

中庭區域：

其全部植栽面積為 593m^2 ，其中並有灌木面積 250m^2 ，花園 220m^2

故其 CO_2 固定量為

$$593 \times 808 + 250 \times 217 + 220 \times 16 = 5369144(\text{kg})$$

故可得本基地綠化總 CO_2 固定量為

$$202223.5 + 5369144 = 739137.5(\text{kg})$$

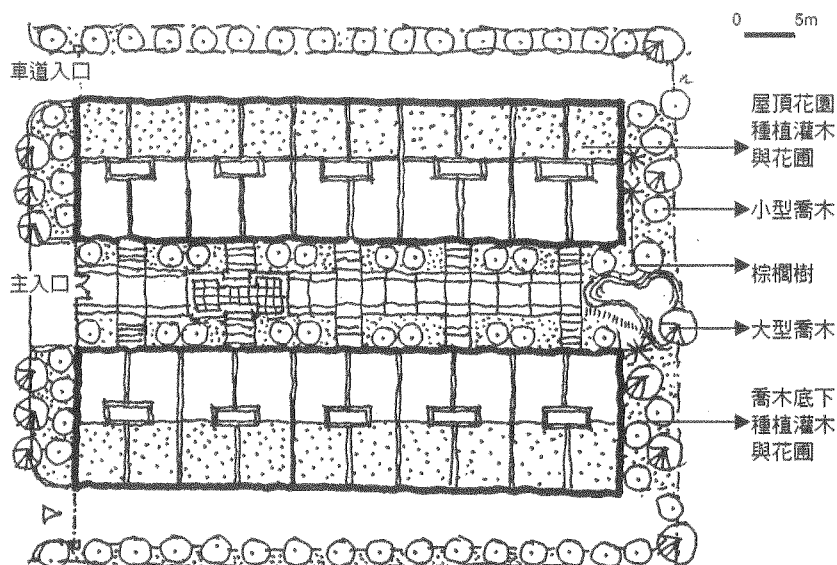
STEP4 求出本基地綠化及格基準值並檢討是否及格

本基地綠化及格基準值 $= 0.5 \times 3486 \times (1-60\%) \times 600 = 418320(\text{kg})$

由上述計算得本基地綠化總 CO_2 固定量 $= 739137.5\text{kg} > 418320\text{kg}$

故本綠化指標及格。

計算實例 2：C 透天集合住宅



1.建築基本資料：

基地面積：2500m²

法定建蔽率：50%

地面層面積：1250m²

實際建蔽率：50%

2.綠化設計概要：

1. 地面均採較稀疏的綠化種植方式，且採用多層次綠化，在喬木下方種植灌木及花園。屋頂花園則種植灌木及花園。

2. 地面綠化範圍內無開挖地下室，屋頂花園深度 50cm

1.指標計算與檢討

STEP1 檢驗覆土深度

由於地面基地綠化範圍內的覆土深度均大於 1m，屋頂花園其覆土深度為 50cm，因僅種植灌木及草花，故符合規定。

STEP2 檢驗各區域植栽間距以決定計算方式

將圖面各區域的種植間距加以量測，可得知基地內均屬於較稀疏的綠化種植方式(大喬木間距>3m，小喬木及棕欖間距>2.5m)，故計算上需要將各棵樹木的面積加以累積計算。

STEP3 依其計算方式加以累積計算

計有大喬木 12 棵，小喬木及疏葉喬木 69 棵，棕欖 3 棵，地面灌木 120 m²，花園 60 m²，屋頂花園灌木 200 m²，花園 240 m²

故可得本基地綠化總 CO₂ 固定量為

$$12 \times 808 + 69 \times 536 + 3 \times 410 + (120 + 200) \times 217 + (60 + 240) \times 16 = 400341.5(\text{kg})$$

STEP4 求出本基地綠化及格基準值並檢討是否及格

$$\text{本基地綠化及格基準值} = 0.5 \times 2500 \times (1 - 50\%) \times 600 = 375000(\text{kg})$$

$$\text{由上述計算得本基地綠化總 CO}_2\text{ 固定量} = 400341.5\text{kg} > 375000\text{kg}$$

故本綠化指標及格

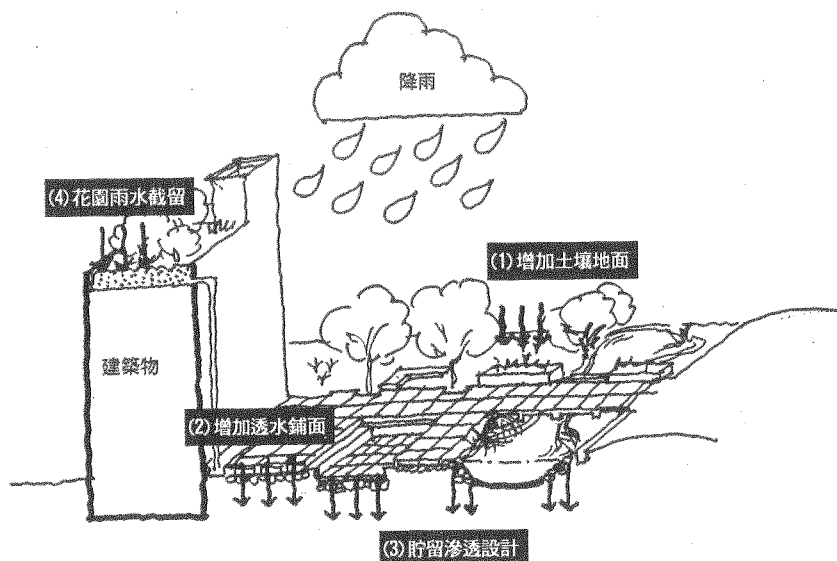
二、基地保水指標

2-1 何謂基地保水？

所謂基地的保水性能，就是建築基地內自然土層及人工土層涵養水分及貯留雨水的能力。基地的保水性能愈佳時，基地涵養雨水的能力愈好，有益於土壤內微生物的活動，進而改善土壤之有機品質並滋養植物，對生態環境有莫大助益。基地保水性能當然與土壤的滲透能力有密切相關，在一般透水性中等的粉土地形，進行基地保水設計對大地涵養雨水的能力確有莫大助益，但是在透水性極端不良的黏土地形或透水性太好的砂土地形進行基地保水設計，並無助於大地貯留雨水的能力。因此本指標只限用於一般最常見的粉土土質，對於位在黏土及砂土地形的建築開發案則並不適用本指標的評估，特此聲明。

2-2 基地保水的目的為何？

過去的建築環境開發常採用不透水鋪面設計，使得大地喪失良好的吸水、滲透、保水能力，剝奪了土壤內微生物的活動空間，造成土地減弱滋養植物的能力。同時因為土地失去了蒸發水分潛熱的能力，而喪失調節氣候的功能，甚至引發居住環境日漸高溫化的「都市熱島效應」。



此外，過去的都市防洪觀念，都希望把自家的雨水盡速往鄰地排出，因此所有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「以鄰為豁」的觀念，造成都市公共排水設施莫大的負擔，每到大雨，永遠有低窪人家匯集眾人之雨水而淹水。事實上這種不考慮土地保水、滲透、滯留的排水觀念，是一種很不生態的都市防洪計畫。現在歐美最新的生態防洪對策，常規定建築及社區基地必須保有滲透、滯留雨水的能力，以吸收部分洪水量，而達到軟性防洪的目的。本指標希望能藉由促進基地的透水設計並廣設貯留滲透水池的手法，以促進大地之水循環能力、改善生態環境、調節微氣候、緩和氣候高溫化現象，並進而降低公共排水設施、減少都市洪水發生率。

2-3 如何進行基地保水設計？

由於基地保水性能與土壤的透水效率有關，本指標只針對透水性較好的粉土、砂土土壤而評估，至於透水性不良的黏土土壤，則因其保水性能惡劣，對之進行任何保水設計均無多大意義，因此對於黏土土質的基地，應可放棄本保水指標之評估。基本上，為了加強基地保水性能，可使用下列四種手法來達到其目的：

(1) 增加土壤地面

增加土壤地面可增加雨水的直接入滲效果，土壤地面很少直接做成裸露地面，而通常用來作為種植植栽的綠地。雨水滲入綠地土壤可直接供給植物成長，對土壤的微生物活動及綠化光合作用有最大的助益。植物的根部活動又可活化土壤、增加土壤孔隙率，對涵養雨水之能力有所貢獻。因此綠化的自然土壤地面是屬於最為自然、最環保的保水設計。

(2) 增加透水鋪面：

車道、步道、廣場等人類活動的地面構造，通常由地面表層及基層所構成。所謂「透水鋪面」，就是表層及基層均具有良好透水性能的鋪面（圖 2-1）。表層通常由連鎖磚、石塊、水泥塊、磁磚塊、木塊等硬質材料以乾砌方式拼成，其透水性能主要由表面材的乾砌間隙來達成。表層下的基層則由透水性十分良好的砂石級配構成。依地面的承載力要求，其表層材料及基層砂石級配的耐壓強度有所不同，但是絕不能以不透水的混凝土作為基層結構以阻礙雨水之滲透。一般良好透水鋪面的透水性能均如同裸露土地，因此增加透水鋪面，相當於增加裸露土地一樣，對基地保水有良的貢獻。

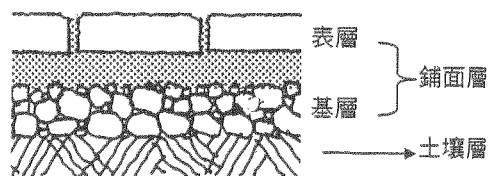


圖 2-1 透水鋪面

(3) 貯留滲透設計

所謂雨水的「貯留滲透」，就是讓雨水暫時貯存於水池、低地，然後再慢慢以自然滲透方式滲入大地土壤之內的方法。具體的貯留滲透設計有「景觀貯留滲透水池」與「貯留滲透空地」兩種作法。「景觀貯留滲透水池」通常將水池設計成高低水位兩部分，低水位部分底層以不透水層為之，高水位部分四周則以自然滲透土壤設計做成，下大雨時可暫時貯存高低水位間的雨水，然後讓之慢慢滲透回土壤，水岸四周通常種滿水生植物作為景觀庭園之一部份(圖 2-2)。

「貯留滲透空地」通常利用停車場、廣場、草地之空間，將之做成較低窪的高透水性地面，平時為一般的活動空間，在下大雨時則可暫時貯存雨水，待雨水以自然滲透方式滲入地下後便恢復原有空間機能，是一種兼具防洪功能的生態透水設計(圖 2-3)。此貯留滲透設計當然必須做在透水良好的粉土上才有滲透保水的功能，假如做在不透水的黏土地形上就毫無意義了。

(4) 花園雨水截留設計：

這裡所謂的花園並非指自然裸露土層上的花園，而是指屋頂、陽台及有地下室的地面等人工地盤上的花園。而所謂「花園雨水截留設計」是在人工地盤上設計花園以截留雨水的設計。這些人工地盤花園的截留保水效果雖不如自然綠地，但在降雨時可利用土壤間隙暫時儲存雨量，可延遲暴雨時雨水逕流，減緩都市洪峰現象，以達到部分保水的功能。在土壤透水能力不佳或人工地盤過多的基地中，對於提升基地保水力極有所助益。

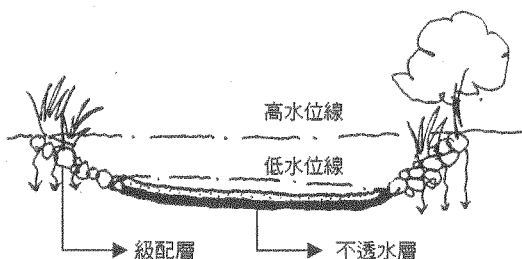


圖 2-2 景觀貯留滲透水池

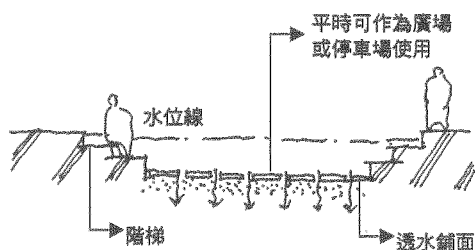


圖 2-3 貯留滲透空地

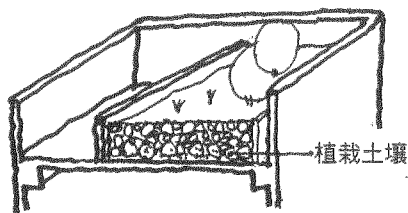


圖 2-4 花園雨水截留

除了上述四種基地透水保水設計之外，當基地無法提供足夠的裸露土地及透水鋪面時，可以採用滲透管、滲透井等人工設施來幫助雨水入滲至大地，以彌補自然入滲之不足。然而，這些人工輔助入滲設施常因混入雜排水而引起土壤污染，或因透水阻塞而失效，本評估暫不推薦亦不予以評估。甚至近來也有載重型透水性瀝青鋪面的設計，對於道路的透水保水有不少助益，未來應可納入評估。

2-4 基地保水性能的指標與基準

本評估對於「基地保水性能」以下述之「基地保水指標 λ 」來評估，其計算公式如式(2-1)所示，其意義為開發前裸露土地之保水量與開發後之土地保水量之相對比值。 λ 值越大，代表保水性能越佳，反之則越差。 $\lambda = 1.0$ 時，代表土地開發行為完全無損於原來自然裸露土地的保水功能，但是所有開發均多少會損及土壤保水性， λ 通常會小於 1.0。由於 λ 是一個相對比值，因此對於不同滲透能力土壤的保水設計，才會有較相近的難易度，才能取得較公平客觀的評估結果。最後計算的基地保水指標 λ 必須大於如式(2-2)所示的基準值 λ_c ，才符合「綠建築」的要求。

$$\lambda = (A_b + A_c + 6.0 \times V_p + 1.2 \times V_g + \lambda_e) / A \text{-----}(2-1)$$

$$\lambda \geq \lambda_c = 0.8(1-r) \text{-----}(2-2)$$

變數說明：

A：基地總面積 (m^2)

A_b ：開發後裸露土地面積 (m^2)，其地下必須為無人造構造物。有地下室開挖的地面層綠地並非裸露土地，應併入 V_g 的花園計算。

A_c ：透水鋪面面積 (m^2)

V_p ：「景觀貯留滲透水池」或「貯留滲透空地」之體積 (m^3)，如圖 2-2、2-3 所示

V_g ：人工地盤花園土壤體積 (m^3)，人工地盤花園包括屋頂、陽台及地下室上方之綠地花園，其體積為所有花園使用的土壤總體積。如圖 2-4 所示

r：法定建蔽率 (-)

λ_e ：特殊透水設計相當透水面積 (m^2)，指本指標列舉項目以外的特殊透水設計，如滲透管、滲透井、透水路面等，其透水功能必須由業者自行提出計算書以供認定採用，其單位必須換算成裸露地面的相當透水面積。假如無此設計時， λ_e 取 0.0 即可。

關於本評估公式必須注意下列相關規定：

- (1) 由於本指標只限用於一般最常見的粉土土質，並不適用於黏土及砂土地形。黏土的滲透係數約為 10^{-8}m/s ，而砂土的滲透係數約為 10^{-4}m/s 。雖然沒有土壤鑽探資料很難知道土地的滲透係數，但只要則取土捻捏，均可大略判斷該土壤的種類，若為砂土則土中有很多砂粒，若為粉土則為一般土壤，若為黏土則和水捏之可約略成形。當發現土壤為黏土或砂土時，則應排除本指標之適用。
- (2) 式(2-1)的分子包括了上述四種保水的設計方法，可以充分反映保水設計的功效。此公式原本應該與土壤的滲透係數有密切關係，但是本式為了簡化的目的，乃以一般最常見的粉土（滲透係數 10^{-6}m/s ）作為簡化的標準式。
- (3) 基地保水基準值 λc 式(2-2)中，0.8 的意義在於希望土地開發後的法定基地空地中尚能保有八成的自然裸露土地作為涵養雨水的機會。例如一般住宅法定建蔽率 0.6 時，基準值 λc 為 0.32，商業區建蔽率 0.8 時，基準值 λc 為 0.16。
- (4) 變數 A_c 所謂的透水性鋪面，必須具有透水性良好的表層鋪面與基層砂石級配（砂石級配的滲透係數均在 10^{-4}m/s 以上）。鋪面下為地下室或基層由混凝土層等不透水材料構成的鋪面，一概不予計入透水鋪面。為了確保表層鋪面具有充足的溝縫間隙以透水，每一塊實體塊材表層鋪面面積必須在 0.25 m^2 以下（有孔洞的植草磚不在此限），且必須為乾砌施工做成，始得承認其為透水性鋪面。
- (5) 變數 A_b 所謂的裸露土地，指其地下無人造構造物，其上無人工鋪面之自然裸露土地的面積。有地下室開挖的地面層綠地並非裸露土地，其保水功能有如人工花園而已，應併入 V_g 的花園計算。
- (6) 「景觀貯留滲透水池」或「貯留滲透低地」的目的，在於大雨時暫存雨水再讓之滲入土壤以滋養大地。其體積為其可容納雨水的最大體積容量，「景觀貯留滲透水池」的體積計算法為高水位之最大水池體積減去低水位不透水水池部分的體積（如圖 2-2），「貯留滲透低地」的體積計算法則為其高水位的最大蓄水容量。

2-5 如何達到及格標準？

為了達到上述基準要求，在基地保水上的設計手法依其重要度可列舉如下：

- (1) 基地開發應盡量降低建蔽率，並且降低地下室開挖率。地下室全面開挖的建築開發通常很難達到本基準要求，至少保有法定空地一半以上未開挖地下室才容易達成基準要求。
- (2) 盡量將空地全面綠化，並盡量將車道、步道、廣場等人工鋪面設計成透水

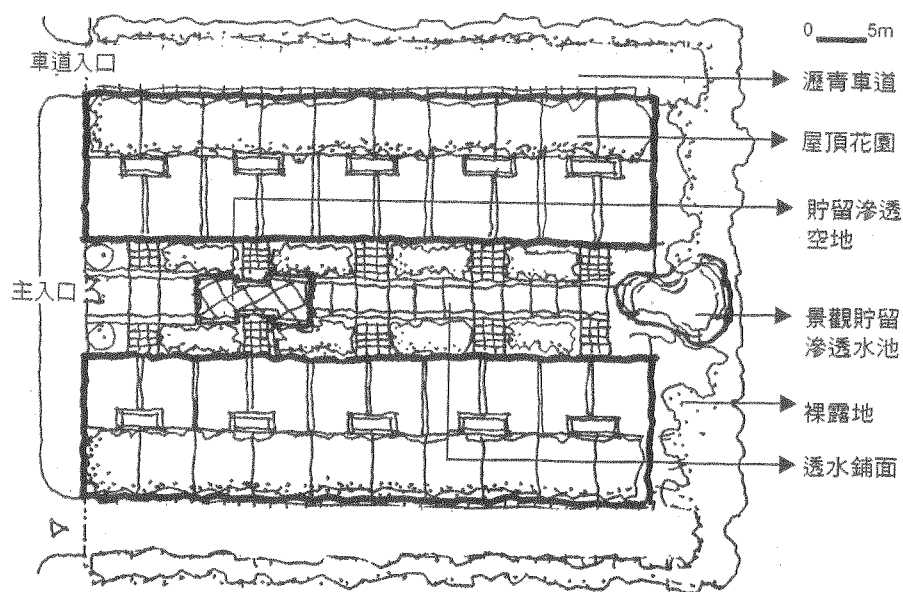
鋪面，只要有法定空地之八成做成透水鋪面即可及格。

- (3) 可利用裸露空地上之綠地造園融入「景觀貯留滲透水池」設計（如圖 2-2 所示），其效果甚大，但視其貯水容量而定。
- (4) 大面積社區開發時，可利用露天停車場、廣場、遊戲場、綠地設計成「貯留滲水低地」（如圖 2-3 所示），其效果甚大，但視其貯水容量而定。
- (5) 對於屋頂、陽台、地下室之地面層，可盡量做成花園以涵養雨水，其效果尚可。

以上是針對透水中等的粉土土壤而言的效果分析，至於透水性不良的黏土土壤或透水太好的砂土土壤，則因基地改變左右不了原有土壤的保水性，談論其保水性能亦無意義，應排除本指標之適用。

2-6 案例計算實例

(本指標計算另需附送詳細相關設計圖、說明圖及指標計算書，在此省略之。相關設計圖面需包括建築物配置圖、各類保水手法其細部設計圖及剖面圖、植栽下方覆土層之剖面圖)



1. 建築基本資料：

基地面積：2500m²

地面層面積：1250m²

法定建蔽率：50%

實際建蔽率：50%

基地土壤屬於粉土層

2. 保水設計概要：

- (1) 住戶入口中庭部分的地面為裸露地及部分透水鋪面，後方車道地面則採用不透水瀝青路面
- (2) 中庭有貯留滲透空地及景觀貯留水池的設置，貯留滲透空地面積為 50 m²，有效深度為 0.4 m，景觀貯留水池面積為 47 m²，有效深度為 0.4 m
- (3) 頂樓有屋頂花園設置，覆土深度為 0.5m
- (4) 空地下方無開挖地下室

3. 指標計算與檢討

STEP1 檢驗各類保水設施之規定以決定計算方式

- (1) 透水鋪面部分：採用每塊 24cm×12cm 的連鎖磚(其面積小於 0.25 m²)，且其下方無人工構造物，故可視為透水鋪面計算。後方車道由於採用不透水瀝青鋪設，故不得視為透水鋪面計算。
- (2) 貯留滲透空地：空地內採用上述之連鎖磚鋪設，故可視為貯留滲透空地計算
- (3) 景觀貯留水池：底部的外緣採用透水性級配鋪設，中央部分則採用不透水材質以維持低水位，故可視為景觀貯留水池計算

STEP2 依其計算方式加以累積計算

計有裸露地 708 m²，透水鋪面 275 m²，貯留滲透空地面積為 50 m²，有效深度為 0.4 m，景觀貯留水池面積為 47 m²，有效深度為 0.4 m 頂樓屋頂花園面積為 500 m² 設置，覆土深度為 0.5m

故可得本基地保水指標為

$$(708+275+(50 \times 0.4+47 \times 0.4) \times 6+500 \times 0.5 \times 1.2)/2500=0.62$$

STEP3 求出本基地綠化及格基準值並檢討是否及格

本基地綠化及格基準值=0.8×(1-60)=0.4

由上述計算得本基地保水指標=0.62>0.4

故本基地保水指標及格。

三. 水資源指標

3-1 何謂水資源指標？

所謂「水資源指標」，係指建築物實際使用自來水的用水量與一般平均用水量的比例，又名「節水率」。其用水量評估，包括廚房、浴室、水龍頭的用水效率評估以及雨水、中水再利用之評估。

3-2 水資源指標目的為何？

台灣雖然雨水豐沛，但因人口眾多，每人平均雨量僅為世界六分之一，是一嚴重的缺水國。但近年來國民生活水準不斷提高，都市用水需求大量增加，更因新水源開發不易，使缺水問題更加嚴重。然而，過去由於建築用水設計不當、水費偏低、國人用水習慣不良，使得國人用水量偏高。在1990年台灣平均用水量為350公升/（人·天），相對於德國的145公升/（人·天）與英國伯明罕的150公升/（人·天），尚有許多節約用水的空間。今後在地球環保要求之下，建築的節水設計勢必乃成為全民共同的課題。本指標希望能積極利用雨水與生活雜用水之循環再利用方法（開源），並在建築設計上積極採用省水器具（節流），來達到節約水資源的目的。

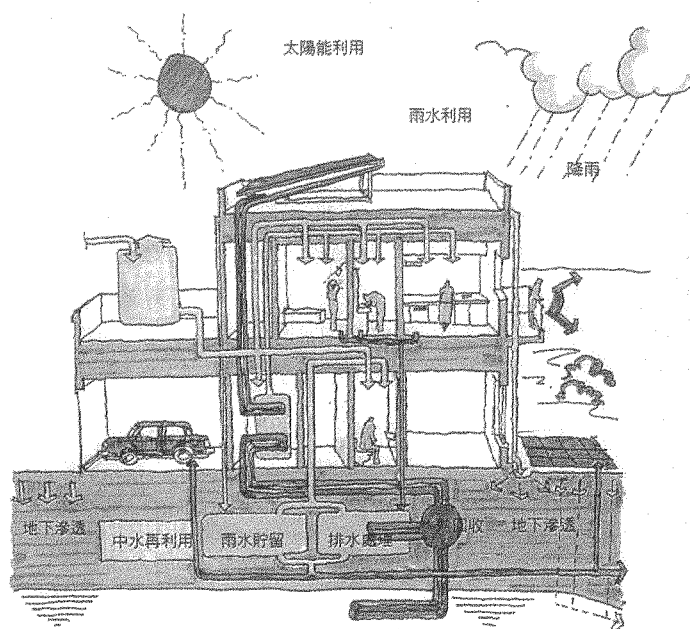


圖3-1 以住宅為中心之水資源利用體系概念圖

3-3 如何進行水資源的有效利用？

爲了達成水資源的有效利用，在建築設計上有下列具體的方法可資採用：

(1) 採用節水器具

在住宅的自來水使用調查中，顯示衛浴廁所的用水比例約爲總用水量的五成。過去許多建築設計常採用不當的豪華用水器具，造成很大的浪費，如這些用水器具可以全面採用省水器具，必能節省不少水量。以洗澡用水器具爲例，淋浴及泡澡兩種方式用水量差異甚大，淋浴方式每人每次用水量約70公升，而泡澡方式則在150公升以上。現在台灣的建築設計對每戶家庭大多設有兩套浴缸裝置，甚至裝置按摩浴缸之家庭目前也不在少數，但根據調查，9成以上之民眾卻只用淋浴而閒置浴缸，造成大量浪費。因此，在建築上部分取消浴缸設計，而改用淋浴設備也是節水設計之一環。目前國內經常被採用之日常生活節水設備包括：新式水龍頭與節水型水栓、省水馬桶、兩段式馬桶、省水淋浴器具、自動化沖洗感知系統等等。不只是住宅建築可全面採用節水器具，在其他類型之建築物中，特別是公共建築物上更應率先引入節水器具來使用。

(2) 設置雨水貯留供水系統

所謂雨水貯留供水系統，係將雨水以天然地形或人工方法予以截取貯存，然後經過簡單淨化處理後再利用爲生活雜用水的作法。雨水的再利用不但可用在農業灌溉或工業及民生用水之替代性補充水源，也可用爲消防用水之貯水水源，對減低都市洪峰負荷有所助益。台灣地區年平均降雨量約 2500mm，約爲全球降雨平均值的三倍，雨量可算豐沛，但是受制於地形條件，且未有足夠之蓄水設施攔蓄水源，以致每年約有八成左右降雨，未能及時控制利用就直接流入海中，甚爲可惜。雨水貯留供水系統是由集水系統、水處理系統、儲水系統及給水系統所組成(圖 3-3)。首先以集水系統收集雨水，經過管線流至處理系統，處理完後再流至儲水系統中，最後再經由另一套管線送至用戶中供器具使用。雨水收集可以利用建築物的屋頂的落水孔將雨水導入設於地下的儲水槽，也可以興建蓄水池方式直接儲存雨水，經過簡易的處理後，可以做爲建築物或住宅的沖洗、空調或澆灌等雜用水之用。

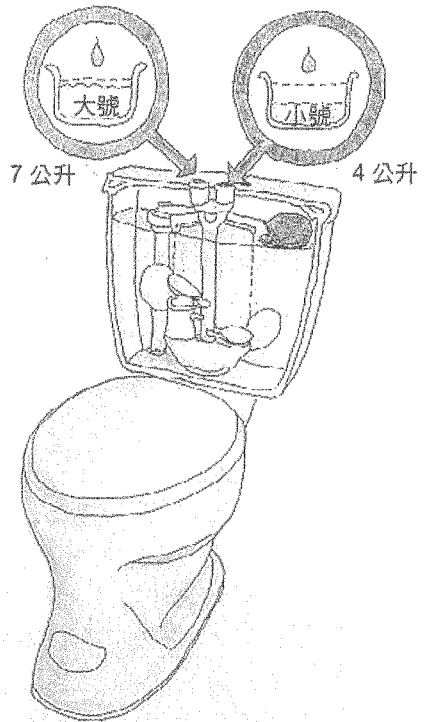


圖3-2 兩段式省水馬桶原理概要

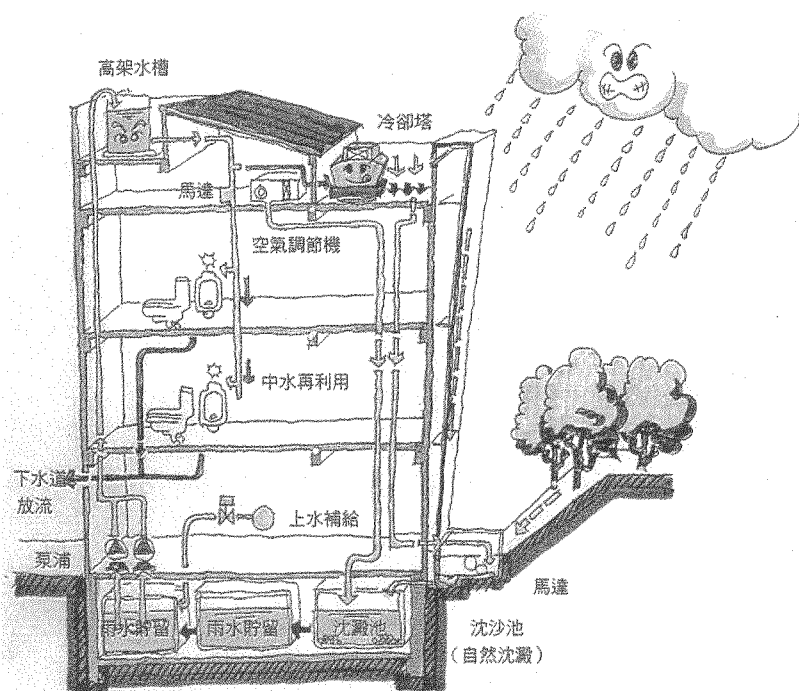


圖 3-3 雨水利用系統概念圖

(3) 設置中水系統

中水係指將都市雨水、生活廢水全面匯集經過處理後，達到規定的水質標準，可在一定範圍內重複使用於非飲用水及非與身體接觸用水。人們日常生活使用的總水量中，僅廁所沖洗就佔 35%，如能全面改用中水作為沖洗廁所之用水，其效果甚為可觀。大區域的中水系統，可結合機關大樓、學校、住宅、飯店等區域集中設置，將這些區域或大樓的污水就近收集、就地處理、就近回收使用，其中水可廣泛用於沖洗廁所、清洗車輛、綠化、噴灑街道，或作為景觀用水及河湖補充水等。小規模的中水道系統，是將一般生活廢水收集後，經過適當的處理，使水質達到一定標準再加以重複利用於非飲用水的方式。中水系統的回收水之用途十分廣泛，除了提供建築內部衛生用水外，亦可做為空調冰水主機的循環用水等，在外部空間的使用上，也可提供如公共噴水池用水、公園澆花用水、街道清洗用水....等公共用水。由於中水利用系統利用了高污染的污水，其淨化設備遠比上述雨水利用系統昂貴，其經濟效益亦較低。除了單棟大樓的中水系統外，尤其在大規模社區或重大建築開發案中，如能適當導入中水系統，對於整個國家水資源的利用，以及環保、節能的工作都有其正面的貢獻與意義。

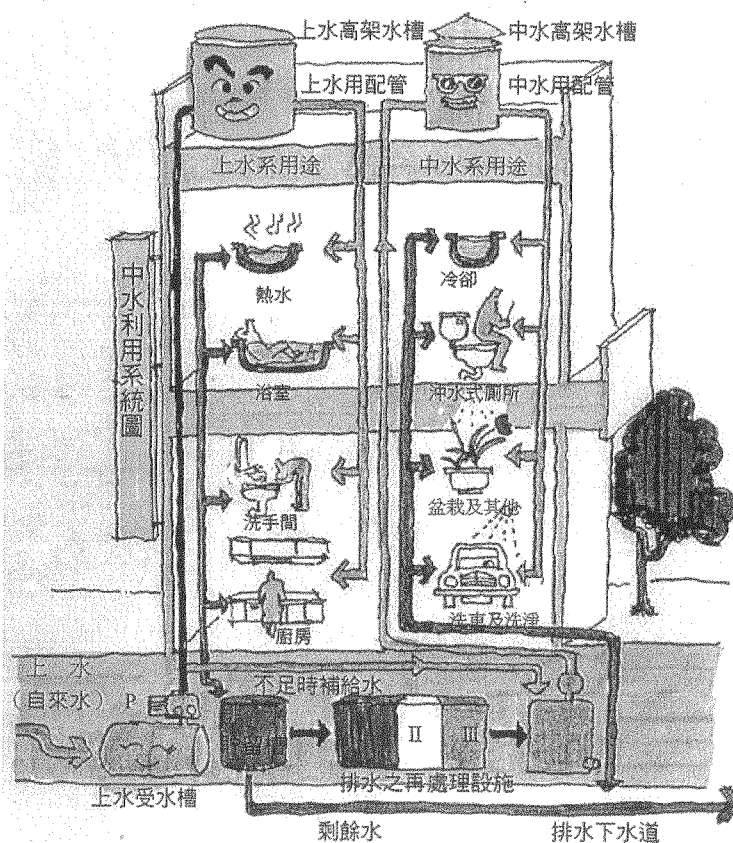


圖 3-4 中水利用系統概念圖

3-4 水資源利用的指標與基準

由於目前關於水資源使用調查多偏重在住宿類建築，其他類建築缺乏用水量之調查，而住宿類建築也是最主要之民生用水對象，因此本指標對於住宿類建築採實際節水量的計算為主，而對於其他類建築則以簡易的省水器具採用率來衡量。根據調查，目前我國一般住宅平均每人每日生活用情況如表 3-1 所示，本評估以日平均用水量 250 公升/（人·天）訂為一般住宿類建築每人總用水量之衡量標準。住宿類建築之水資源利用指標亦即實際節水率 WR ，可依式(3-1)來評估，如式(3-3)所示，此計算指標 WR 必須低於節水率 0.8 檢驗，才符合「綠建築」的獎勵水準。此外，本評估以省水器具採用節水率 WE 作為其他類建築節水情形的衡量尺度，可依式(3-2)來評估，如式(3-4)所示，此計算指標 WE 必須高於採用節水率 0.8 檢驗，才符合「綠建築」的獎勵水準。

住宿類建築水資源指標（實際節水率 WR ）計算式：

$$WR = (250 - ((13 - Q_1) \times \alpha_1 + 3.43 \times (13 - Q_2) \times \alpha_2 + 4.57 \times (3 - Q_3) \times \alpha_3 + B \times \alpha_4)) + 250 - C \text{ -----(3-1)}$$

其他類建築水資源指標（省水器具採用節水率WE）計算式：

$$WE = R + C \text{ -----(3-2)}$$

合格基準判斷式：

$$WR \leq 0.8 \text{ -----(3-3)}$$

$$WE \geq 0.8 \text{ -----(3-4)}$$

其中

WR：自來水節水率（-）

WE：省水器具採用節水率（-）

R：省水器具採用率（-），省水器具必須為水資局「省水標章」認定之器具，及省水馬桶、曝氣式水控、自閉式水控、自動感知沖便器、自動感知水控、省水蓮蓬頭等多種省水器具時，R 以各種器具之數量加權平均計算之。關於省水器具之種類、性能相關規定，請參考「經濟部水資源局省水標章作業要點」。

B：省水洗澡設備節水量（公升/人·日），無浴缸之淋浴設備時累加 20L，一般浴缸為±0，按摩浴缸為累加-20L，另外浴室設置有時間提醒裝置或低流量蓮蓬頭時可重複累加各 10L。

C：雨水或中水再利用水水量對總用水量之比率（-），由於雨水或中水再利用系統均需專家設計，因此本數據必須由業主連同計算書一併提出。無此設計時為 0。

Q₁：省水馬桶大號一次沖水量（公升/次）（由非省水型馬桶 13 公升起算，每天大號一次計算），Q₁ 計算水量以廠商型錄為準，若有省水標章而無水量數據時，以 9.0 公升/次計。

α₁：省水馬桶使用率（--）

Q₂：兩段式省水馬桶小號一次沖水量（公升/次）（由非省水型馬桶 13 公升起算，係數 3.43 為平均每天小號次數），Q₂ 計算水量以廠商型錄為準，若有省水標章而無水量數據時，以 4.5 公升/次計。

α₂：兩段式省水馬桶使用率（--）

Q₃：省水水控洗手使用水量（公升/次）（一般水龍頭每次 20 秒使用流量以 3 公升起算，係數 4.57 為平均每天洗手次數），省水水控包括曝氣式水控、自動關閉式水控等器具，Q₃ 計算水量以廠商型錄為準，若有省水標章而無水量數據時，以 1.5 公升/次計。

α₃：省水水控使用率（--）

α₄：省水洗澡器具使用率（--）

至於式(3-1)(3-2) (3-3) (3-4)的相關規定如下：

- (1) 上述判斷式的節水率設於 0.8，對於住宅而言相當於每人每天平均用水 200 公升/（人·日）。此值為參考國外用水水準之建議目標值，例如日本規劃到 2000 年每人平均用水量為 127 公升/（人·日），德國現在每人平均用水量已為 145 公升/（人·日），英國伯明罕現則為 150 公升/（人·日）。本手冊

則暫訂 200 公升/(人·日)為目前國內之綠建築用水量基準值。

- (2) 式 (3-1) 中係數 3.43、4.57 是使用次數之加權，亦即上廁所大號以每天一次計，每日上小號以平日 3 次、週六 4 次、週日 5 次、平均 3.43 次計，每天洗手次數以平日 4 次、週六 5 次、週日 7 次、平均 4.57 次計。此外由於在建築開發案中，有時並非全面使用相同的節水器具，因此在式中乘上其使用率 $\alpha_1 \sim \alpha_4$ ，方能合理反應實情。
- (3) 式 (3-1) 中省水馬桶的節水效率均以過去一般 13 公升為節水量起算標準，現在多為省水式馬桶，水量約 9 公升以下，大號一次則節水 4 公升以上，若為兩段式省水馬桶，小號一次用水量在 4.5 公升以下，每次小號沖水則節水 8.5 公升以上。但是實際應用時，必須以廠商型號標示用水量為依據來計算。
- (4) 式 (3-1) 中省水水栓以一般水龍頭每次 20 秒使用流量 3 (公升/次) 起算，實際應用時，必須以廠商型錄標示之給水流量為依據來計算。有省水標章而無給水量數值者，一律以以節水率 50%，1.5 (公升/次) 計算。
- (5) 式 (3-1) 中關於每人每日洗澡省水量 B (公升/人·日) 計算，每人每日之洗澡用水量受到生活條件洗澡習慣之不同而有相當大的差異，特別是淋浴及泡澡兩種方式用水量差異甚大，淋浴方式每人每次用水量約 70 公升，而泡澡方式則在 150 公升以上。因此設置有一般浴缸者不另增減計算，使用無浴缸淋浴裝置，得以累加節水量 20 公升。反之，設置按摩浴缸者，應加算每人每日 20 公升之用水量($B = -20$)。也有在浴室中設置時間提醒裝置的節水方式，這時可累加其節水效果，當浴室設置有時間提醒裝置、低流量蓮蓬頭或其他提醒珍惜用水作法者，每人每日洗澡省水量 (B) 得以在累加各 10 公升計算。
- (6) 關於雨水或中水的再利用，則是牽涉到十分專業的設計，其效果很難一概而論。為尊重專業設計，本手冊對此評估不提供標準計算法。假如有採此設計時，必須提出雨水或中水再利用率 (-) 之設計計算報告，以作為評審計算依據。由於雨水或中水只能用來作為非飲用的雜用水，因此這 C 值不能大於該建築之雜用水比例 (約 0.35)。
- (7) 省水器具必須符合經濟部水資局公告之「省水標章規範」之認證產品或採用省水馬桶、曝氣式水栓、自閉式水栓、自動感知沖洗便器、省水蓮蓬頭、澡盆等多種省水器具，需提出相關證明文件，用水器具以設計圖標示之器具個數為準，在經濟部公告之六項省水器材以外之器具不列入計算。

「表 3-1」 每人每日各種用途使用水量推估值 (單位：公升/人·日)

用途 水量	洗澡	洗滌	洗手 洗臉	廁所	廚房	清掃	其他	合計
日平均	50	60	30	40	50	10	10	250
日最大	75	80	40	55	70	15	15	350

3-5 如何達到及格標準？

爲了達成水資源指標的基準要求，建築的用水設計應可遵照下列原則進行：

- (1) 建築節水設計中以採用節水器具最直接有效。其中尤以採用兩段式節水馬桶及無浴缸之節水淋浴裝置最爲有效。
- (2) 當建築開發案中，全面使用省水型馬桶、水栓、淋浴設備時，可輕易獲得本評估基準的獎勵。
- (3) 雨水及中水的再利用系統雖然有很好的節水功能，但因現行水價過低、淨水設備成本高，較不符合經濟效益。而雨水再利用系統比中水系統更簡單而容易優先採用。然而無論如何，大規模政府建築物應率先引入設計以作爲社會表率。

3-6 案例計算實例

（本指標計算另需附送詳細相關設備設計圖、說明圖、節水設備節水量證明文件及指標計算書，若採用雨水或中水再利用設備需詳附設計圖說與省水率計算書，在此省略之）

「案例一」

A. 節水設計概要說明：

1. 基地位於台北之五棟 5 樓之雙拼公寓共計 50 戶住戶，每戶裝設 2 只馬桶。
2. 全開發案一半採用下列節水器具，即兩段式省水馬桶（大號 9 公升，小號 4.5 公升），以及節水型水栓（每次 1.2 公升），各個浴室採用淋浴蓮蓬頭無浴缸，並設有計時提醒裝置（淋浴節水量 20 公升，計時提醒裝置節水 10 公升）。

B. 水資源指標計算概要：

1. 一般總用量推估值 A 爲 250（公升/每人·日）。
2. $WR = (250 - ((13-9) \times 0.5 + 3.43 \times (13-4.5) \times 0.5 + 4.57 \times (3-1.2) \times 0.5 + (10+20) \times 0.5)) \div 250 = 0.857$
3. 由於 $WR > 0.8$ ，因此本案尚不能獲得「綠建築」水資源指標之獎勵。

「案例二」

A. 節水設計概要說明：

1. 上述開發案只採用一半的節水器具設計，此案改爲全面使用上述設計時其計算如下所示：
 $WR = (250 - ((13-9) \times 1.0 + 3.43 \times (13-4.5) \times 1.0 + 4.57 \times (3-1.2) \times 1.0 + (10+20) \times 1.0)) \div 250 = 0.714$
2. 由於 $WR < 0.8$ ，因此本案能獲得「綠建築」水資源指標之獎勵。

「案例三」

1. 假如上述「案例二」之開發案，再設計一套雨水再利用系統時，其情況如下。此設計案的屋頂集水面積 625m²，中水貯槽容積 35 m³，使用在沖洗馬桶、清掃及其他用水（澆花、洗車...），根據此案設計算每人每天可節約用水 30 公升。其雨水節水率 $C = 30 \div 250 = 0.12$ ，而水資源指標 $WR = 0.714 - 0.12 = 0.594$ ，不但符合獎勵標準，更是一個超國際水準

四. 日常節能指標

4-1 何謂日常節能指標？

建築物的生命週期長達五、六十年之久，從建材生產、營建運輸、日常使用、維修、拆除等各階段，皆消耗不少的能源，其中尤以長期使用的空調、照明、電梯等日常耗能量佔最大部分，這部分就是本指標所涵蓋的耗能量範圍，本指標特別以「日常節能指標」之用語以示有別於建材生產等日常使用以外的能源。由於空調與照明耗能佔建築物總耗能量中絕大部分，因此本指標以空調及照明耗電為主要評估對象。就定義而言，所謂「日常節能指標」就是夏季尖峰時期空調系統與照明系統的綜合耗電效率。

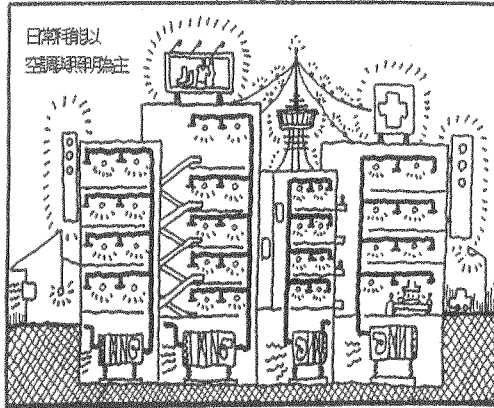


圖 4-1 日常耗能以空調及照明為主

4-2 日常節能指標的目的為何？

建築的日常耗能中以空調及照明用電佔了最大比例，在夏日建築物的空調用電比約佔四至五成，而照明用電比高達三至四成，因此從空調與照明上來談論建築節能最有效果。我國夏日建築物的空調最尖峰用電量，約佔所有發電容量的三分之一，是造成用電危機、擴建電廠環保抗爭的首因。根據過去研究指出，市面上優良與不良的建築外殼設計，可使其空調耗能量相差四、五倍之多，在照明耗能上至少尚有 20 至 30% 的節能空間，可見建築節能設計的功效十分廣大。另一方面由於建築物的使用壽命長，其節能的累積效果遠勝於其他工業產品。我們甚至可說，建築節能設計是國家節約能源政策最有潛力的一環。

目前我國的「建築技術規則」中已納入建築節能設計法規。本法令實施二十年後預計至少可降低 16% 的建築空調尖峰用電量，相當於 7% 的全國尖峰用電容量，相當於 2.5 座的大型火力發電場，或全國所有的水力發電場，或一部大型核能機組。就全年的累積效果而言，每年可節約空調用電量約 46 億度，每年相當可減少七百萬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。本「日常節能指標」的評估，更要求建築外殼耗

能的合格基準比現行節能法規約嚴格 20%，同時也加強空調設備及照明系統的節能要求，對於建築的節能設計有更大的保證。

然而建築節能的目的是並非只在於節約能源，它同時也是一種科學化、綜合化的建築風格設計法。由於建築外型設計與空調耗能有密切關係，進行建築節能設計不但可以淘汰一些不合台灣氣候風土的建築造型，同時可塑造台灣亞熱帶氣候的建築風格。因此推行「日常節能指標」的評估，不但對國家能源影響十分重大，甚至可塑造出符合風土的台灣建築風貌，對市容景觀美化將有重大的影響。

4-3 日常節能指標與基準

本指標由於牽涉到多種能源工程專業領域，使其計算較為複雜，是「綠建築」七大指標中最抽象難懂的指標，然而只要依本手冊的步驟逐一執行，亦不難完成本指標的評估。由於空調與照明耗能佔建築物總耗能量中絕大部分，因此本指標主要考慮空調及照明用電的節能效果。日常節能指標 EI 的計算公式如式 (4-1) 能源管理節能效率來加權評估。最後的日常節能指標 EI 計算值必須低於式 (4-2) 的基準值，才合乎「綠建築」的要求。

日常節能指標公式：

$$EI = (\text{外殼熱負荷比} \times \text{空調效率比} \times \text{空調照明比} \gamma + \text{照明節能比}) \times (1.0 - \text{再生能源比} \alpha - \text{能源管理節能效率} \beta)$$

$$= \{ (EV / EVc) \times (AC / ACc) \times \gamma + (UPD / UPDc) \} \times (1.0 - \alpha - \beta) \text{----- (4-1)}$$

其中

$$UPD = W / AF \text{----- (4-1.a)}$$

$$UPDc = (\sum UPDci \times Afi) / \sum Afi \text{----- (4-1.b)}$$

日常節能基準判斷公式：

$$EI < Eic = ((0.8 \times 0.8) \times \gamma + 0.8) \times 1.0$$

$$= 0.64 \times \gamma + 0.8 \text{----- (4-2)}$$

變數說明：

EI：日常節能指標 (-)

Eic：日常節能基準值 (-)

EV：建築外殼耗能指標 ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{yr})$)，如表 4-2 所示
EVc：建築外殼耗能基準 ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{yr})$)，如表 4-2 所示
AC：空調效率指標 (-)，如表 4-2 所示
ACc：空調效率基準 (-)，如表 4-2 所示
γ ：空調照明比，如表 4-1 所示
UPD：照明用電密度 (W/m^2)，住宿類建築時取 $\text{UPD}/\text{UPDc}=0.8$
UPDc：照明用電密度基準 (W/m^2)，住宿類建築時取 $\text{UPD}/\text{UPDc}=0.8$
UPDci：各空間照明用電密度基準 (W/m^2)，如表 4-3 所示
W：建築物照明燈具總配電量 (W)，若日光燈具採用電子式安定器時，以該使用燈具之配電量 7 成計算
AF：建築物總樓地板面積 (m^2)
Afi：各空間總樓地板面積 (m^2)
α ：太陽能、汽電共生、風力發電等再生能源佔總耗能源之比例 (-)，本數據必須由使用者自行提出計算書供認定後使用，無再生能源時 α 取 0.0。
β ：能源管理節能效率 (-)，指採用自然晝光利用、照明監控、電力負載管理等能源監控管理系統所節約的能源佔總耗能源之比例，本數據必須由使用者自行提出計算書供認定後使用，無使用此設計時 β 取 0.0。

關於上述指標計算的相關規定及注意事項如下：

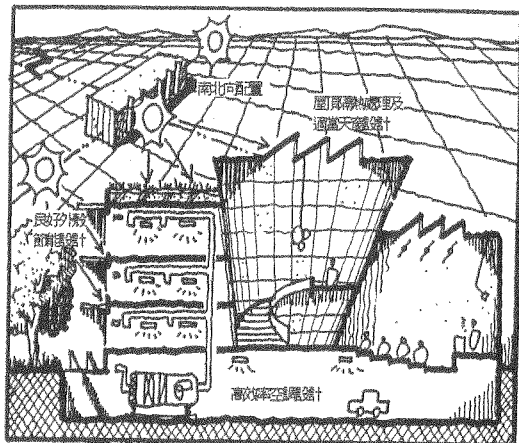
- (1) 基準值公式 (4-2) 的意義，在於把外殼熱負荷比、空調效率比、照明節能比的基準值均設於 0.8，亦即此三種基準均要求比一般平均水準節能二成。其基準值依建築類別的空調照明用電比重 γ 而變動。
- (2) 由於空調耗能效率主要是由建築外殼負荷與空調設備效率組成，因此式 (4-1) 第一項乃由外殼熱負荷比 (EV / EVc) 與空調效率比 (AC / ACc) 相乘積構成，其中建築外殼耗能指標 EV 為現行建築技術規則第二章第八節第四十五條法規的內容，其計算法乃依照內政部營建署 1997「建築節能設計的解說與實例」計算而得，本手冊不再贅述。本指標所有建築類型亦均依據此法規規定而分類。
- (3) 式 (4-1) 中的空調效率指標 AC 為目前推行的建築空調系統耗能係數 PACS，乃依照林憲德 1997「建築空調系統節能設計---PACS」(詹氏書局)計算而得，本手冊不再贅述。此 PACS 係數已考慮了熱源機械效率、熱源台數控制、VAV、VWV、全熱交換器、外氣控制、外氣冷房等空調節能設計的優惠計算，因此已充分掌握市面上大部分的空調節能設備。假如有其他未盡列舉的空調節能設計時，亦可自行計算其效率提出認定後採用。唯儲冰空調系統在熱源容量縮減上已反映在 PACS 上，不應再另行優惠計算。
- (4) 式 (4-1) 中照明用電密度比值 UPD/UPDc ，在於提昇所有建築空間的照明

用電效率。UPD 值由建築物所有照明燈具的總配電量 W ，除上其總樓地板面積 AF 即可求得（式 4-1.a 所示）。這 UPD 的計算作業只要照明設計規格表出爐時即可完成，但假如設計燈具與實際使用燈具有所變更時，必須以現場實際燈具來重新計算。本評估依據表 4.3 美國冷凍空調協會 ASHRAE 的用電密度基準來控制照明節能基準，其基準值 UPDc 乃由其各空間的照明用電密度對樓地板面積的加權平均求得（式 4-1.b 所示），因此任何建築物都必須依其空間構成來累算其 UPDc 值。不論如何，任何照明設計當然都必須符合健康舒適的要求，因此所有建築空間的照度設計水準均必須符合 CNS12112 的照度標準要求，自不待言。

- (5) 上述用電密度的規定，通常較能使用於照明水準較具共同標準的非住宿類建築中，但是由於住宿類建築的照明設計較具個人性與多樣性，而難以規範其標準。尤其一般集合住宅完工時，電燈由住戶自行隨意裝設，設計者根本無法預知其燈具之用電情形，亦無法計算其 UPD 值，因此本手冊建議不必強求住宿類建築的照明耗能評估，此時本手冊規定將其 UPD / UPDc 設定為 0.8 來計算即可。
- (6) 再生能源比 α 是用來鼓勵採用太陽能、風力、廢熱回收、汽電共生等自然再生能源的優待係數。能源管理節能效率 β 則是用來鼓勵採用自然晝光利用、空調照明節能監控、電力負載管理等監控管理系統面來達到節能的效益，由於這些方法多屬特殊專業工程設計內容，本手冊無法一一提供其評估。如有此設計時，應要求這些專業設計者提出適當的設計說明，並自行計算其對總耗電量的節能比例以提供審查認定後採用之。但這些能源管理節能的優惠評估項目，不得與空調 PACS 效率值中的節能控制優惠評估項目（如 VAV、全熱交換器控制等）有所重複。

4-4 如何達到及格標準？

由於日常節能的影響因素十分複雜，其節能手法並非本手冊所能言盡。不同類型的建築物，用電模式與密度各不相同，其節能的特點各有不同。本指標以最大耗電部分的空調與照明用電的節能設計為重點。另一方面由於空調耗能主要受到建築外殼設計與空調系統效率影響，因此本指標的節能重點在於建築外殼節能設計、空調效率設計及照明效率設計三方向。以下依此三方向概述其節能對策：



A. 建築外殼節能設計重點

- (1) 外殼節能設計最重要的因素在於開窗率，它影響空調負荷的比重佔高達五成以上，因此降低開窗面積率是空調節能最重要的手段。在確保適當的自然採光，並免除心理封閉感的條件下，建築立面設計應要避免全面玻璃的大開窗形式。住宅類建築的開窗率應維持在 30% 以下，而其他大型建築的開窗率應在 40% 以下。
- (2) 外殼節能設計第二重要的因素在於開口部的外遮陽設計，它影響空調負荷約有二成的比重。當然玻璃材質及外遮陽都會影響遮蔽效果，但是裝設遮陽板、陽台等外遮陽遠比改變玻璃材質的效果大。玻璃材質可選擇高反射率的反射玻璃和吸熱玻璃，唯反射率太大的反射玻璃會造成反光公害，應避免採用。增加一米深的水平遮陽或陽台，在台北約可降低 15%，在高雄約可降低 20% 的空調耗電。假如外遮陽設計良好的話，也可開設更大的開窗面積而不增加耗電量。
- (3) 方位因素是外殼節能設計的第三要務，它影響空調耗電 12% 以上的比重。建築物的長向配置應盡量朝南北向配置，大開窗面應避免配置於東西向。
- (4) 全面落地玻璃外殼設計的建築，較難通過本評估的要求。但如能封閉部分立面玻璃外牆，並在部份玻璃外牆後面加強隔熱處理，使真實開窗率降至 40% 以下，也很容易能合乎要求。
- (5) 屋頂的隔熱處理對於頂層空間的耗能量具有不小的影響力，尤其對於低層建築及體育館、禮堂、學校等大屋頂建築之影響更大，宜加強其隔熱處理。在屋面設計水平天窗會引來大量日射熱，是非常不利於節能的設計。在水平面增加一面透明開窗，相當於必須在南面減少 2.7 倍的開窗。但天窗如採取鋸齒狀設計，在垂直北向開窗而於傾斜屋面作隔熱處理，則可大大地改善之。

B. 空調節能效率設計重點(本評估只以中央空調為對象)：

- (1) 關於中央空調型建築，建築空間應依空調使用時間嚴格分區來規劃空調系統。建築的空間機能應力求單純化，太過於複雜混和使用的綜合雜居大樓，會使空調規劃複雜化而浪費能源，這當然難以通過本指標的檢驗。
- (2) 關於中央空調型建築，應嚴格精密地預先計算建築物的動態熱負荷模式，以選用適當適量的空調系統。目前台灣的空調設計多有超量設計的傾向，有時超量至兩倍以上的空調容量設計亦不在少數。過量的空調設計必然無法通過本指標的檢驗。
- (3) 中央空調系統及容量決定後，最重要的節能對策在於選用高效率熱源機器（即冷凍機）。雖然冷凍機之選用受限於建築規模及空間使用型態，但在原則上吸收式冷動機優於離心、螺旋式冷凍機，而往複式冷凍機效率最差（但適於小規模空調）。尤其有大量熱水需求的醫院、旅館建築最適用吸收式冷凍機。
- (4) 中央空調系統有許多節能設計手法，例如熱源台數控制、VAV、VWV、全

熱交換器、外氣控制、外氣冷房等空調節能設計，在本評估的PACS指標內有良好的優惠計算，應盡量與空調設計者研商評估後採用之。

- (5) 採用儲冰槽空調系統既能享受夜間優惠電價，又可減少冷凍機容量，有利於本評估，亦即採用儲冰槽時因熱源機器縮小可充分反應在PACS計算上，具有實質優惠的好處。但是切記絕不能只採用儲冰槽系統而未縮減冷凍機容量，或因懼怕儲冰槽系統失敗而重複設置冷凍容量，如此則在PACS計算上並無優勢，亦對本評估無益。

C. 照明節能重點：

- (1) 建築室內盡量採用淺色及明色顏色，以提高照明效率。
- (2) 照明節能首重採用高效率燈具，具體的作法是以日光燈替代鎢絲燈泡，以鈉氣燈替代水銀燈，以一支40W日光燈管替代二支20W燈管。
- (3) 日光燈具盡量採用電子式安定器以減少耗電。
- (4) 盡量採自然採光設計，同時利用自動晝光節約照明控制系統以節約用電。

除了上述建築外殼、空調、照明之節能設計外，如能引入太陽能、風力、廢熱回收、汽電共生等再生能源系統或引入空調照明節能監控系統、電力負載管理系統對於節能均有莫大助益，這些節能系統委託專家計算後，在本指標中能獲得良好的優惠評估。

「表 4-1」 台灣各類建築物夏季空調照明用電比 γ

建築類型	空調用電比 A	照明用電比 B	其他用電比 C	$\gamma = A/B$
辦公類	0.41	0.35	0.24	1.17
百貨商場類	0.36	0.44	0.20	0.82
旅館類	0.50	0.26	0.24	1.92
醫院類	0.58	0.31	0.11	1.87
住宿類*1	0.42	0.33	0.25	1.27
其他*2	0.42	0.34	0.24	1.23

*1 之空調用電比換算自黃漢泉「集合住宅電力消費量之研究」，建築學報 no.25，照明用電比由日本科技廳 1994「家庭生活能源有效利用調查」中表 2.6.5 刪除冷暖房用電換算而得。

*2 為辦公與住宿類建築數據平均而得，其他資料取自林憲德 1997「建築風土與節能設計」表 1.3

「表 4-2」 建築外殼與空調效率的指標與基準

	外殼耗能指標 EV	外殼耗能基準 EVc	空調效率指標 AC	空調效率基準 ACc
辦公類	EVVLOAD*1	110 kWh/(m ² ·yr)	PACS*2	1.7
百貨商場類	EVVLOAD*1	300 kWh/(m ² ·yr)	PACS*2	1.8
旅館類	EVVLOAD*1	130 kWh/(m ² ·yr)	PACS*2	2.2
醫院類	EVVLOAD*1	180 kWh/(m ² ·yr)	PACS*2	2.4
住宿類	Req*1	16%	0.8*3	1.0
其他類	Uar*1	1.5 W/m ² .K	0.8*3	1.0

*1：依照內政部營建署 1997「建築節能設計的解說與實例」計算

*2：依照林憲德 1997「建築空調系統節能設計---PACS」(詹氏書局)計算

*3：住宿類、其他類建築目前無空調效率計算值，其值比照合格係數 0.8，為不予評估之意

「表 4-3」 各類建築物各空間照明用電密度基準 UPDci (取自 ASHRAE/IES 90.1 1989)

建築物類型	空間別	容許 UPDci 值 W / m ²
辦公廳類	閱讀、打字、檔案部門、會議室	19.38
	繪圖部門	31.22
	會計部門	22.60
	一般公共空間、門廳、盥洗室	12.92
	顧客區（銀行）	11.84
百貨商場類	展示部門	35.52
	購物走道	15.07
	公共空間（盥洗室等）	12.92
	倉庫、貯藏部門	3.23
餐飲類	餐廳	26.51
	速食店、一般自助餐	13.99
	廚房	15.07
觀光旅館	多用途宴會廳	25.83
	化妝室及公共空間	12.92
	客房	15.07
	入口大廳	20.45
	大會議廳	19.38
	接待櫃臺	15.83
醫院類	入口大廳	9.69
	走廊、等待空間	13.99
	內科診察室、物理職能治療	17.22
	急診部門、恢復室	24.76
	實驗室	20.45
	育兒室	21.53
	護士站、放射部門、外科診察室	22.6
	病房部門	15.07
	藥房	18.30
	手術房	75.35
戲院	表演劇場、入口大廳	16.15
	電影院	10.76
美術館、展覽場	一般展示	20.45
	檢驗空間	41.98
	貯藏室	6.46
圖書館	視聽空間	11.84
	書庫	16.15
	查詢檔案區	17.22
	閱讀空間	20.45
其他	停車場、機房	2.15
	教室、研究室、實驗室	24.76
	更衣室、淋浴間、天井、中庭	8.61

4-5 案例計算實例

(本指標計算另需附送建築外殼耗能計算書、空調效率計算書、照明設備功率計算書，指標計算書與相關圖說與文件，如有使用再生能源與其他能源管理技術並需檢附相關節能計算書，在此省略之)

計算實例：辦公大樓

STEP 1 建築基本資料：本大樓為地上 11 層建築，主要用途係供辦公廳使用，地下一層防空避難室兼地下停車場、台電受電室等，地下二層空調機械室及停車場等。

構造：鋼骨構造，PC 帷幕外牆。

地點：台北市

建築物高度 H：40.4m

總樓地板面積：10480 m²

地面層以上樓層樓地板面積，8880 m²

照明空間設計量

停車場、機房 1600 m² 照明功率 3000W

辦公室 8000 m² 照明功率 120000W

門廳、盥洗室 880 m² 照明功率 8000W

STEP 2 分別計算其外殼熱負荷比、空調效率比、空調照明比、照明節能比

STEP 3 本棟建築物外殼耗能量 ENVLOAD 計算結果為 57.90kWh/m²-fl- area · yr，其外殼熱負荷比 EV/EVc 為 57.9 / 110 = 0.526

STEP 4 本棟建築物空調效率指標 PACS 計算結果為 1.32，其空調效率比 AC/ACc 為 1.32 / 1.7 = 0.776

STEP 5 查表 4-1 得辦公建築其空調照明比 $\gamma = 1.17$

STEP 6 計算其照明節能比，UPD 計算值為 12.5W/m²，其 UPDc 計算如下：機房、停車場面積 1600 m²，UPDci = 2.15 辦公面積 8000 m²，UPDci = 19.38 門廳盥洗室面積 880 m²，UPDci = 12.92 代入公式 4-1.b 可得 UPDc 為 16.21，故可得其照明節能比 UPD / UPDc 為 0.771

STEP 7 檢討再生能源比 α 與能源管理節能效率 β ；本建築物未使用再生能源與能源管理系統，故 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0$ 。

STEP 8 代入公式 4-1，計算其 EI = (0.526 × 0.776 × 1.17 + 0.771) × 1 = 1.248

STEP 9 計算指標基準值 Eic = 0.64 × 1.17 + 0.8 = 1.549

STEP 10 EI < Eic 故本建築合格！

五. CO₂減量指標

5-1 何謂建築物的 CO₂ 減量？

地球氣候高溫化是現在最嚴重的地球環保課題，而氣候高溫化最主要的因素在於大氣的溫室氣體增加，所謂「溫室氣體」就是會造成氣候溫暖化的大氣氣體（圖 5-1）。根據聯合國 IPCC 組織的報告（表 5-1），大氣中最主要的溫室氣體為二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亞氮（N₂O）等三種，其中因為大氣中 CO₂ 氣體所佔比例最大且殘留壽命長，因此尤以 CO₂ 氣體對全球氣候溫暖化影響最大。

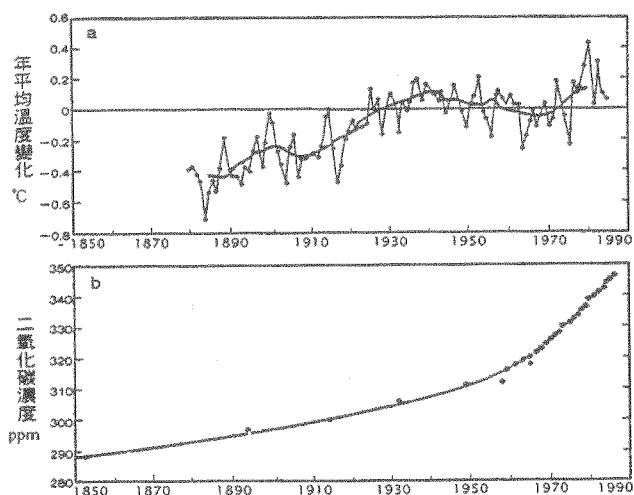
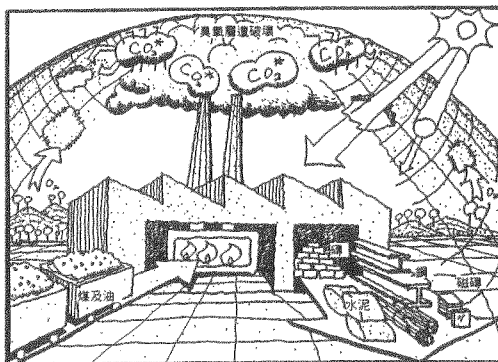


圖 5-1 地球溫暖化與二氧化碳濃度的關係

「表 5-1」 IPCC 報告中有關各種溫室氣體之地球溫暖化係數 (GWP)

溫室氣體	工業革命前	現在大氣中	存留壽命 (年)	年增加率 (%)	地球溫暖化係數 GWP		
	大氣中濃度	濃度(1990)			20 年間值	100 年間值	500 年間值
CO ₂	280ppmv	353ppmv	50-200	0.5	1	1	1
CH ₄	0.8ppmv	1.72ppmv	10	0.9	63	21	9
N ₂ O	288ppbv	310ppbv	150	0.25	270	290	190

*取自 IPCC 報告

在建築產業的溫室氣體排放主要是起因於能源使用，建築產業的耗能主要包括空調、照明、電機等「日常使用能源」，也包括使用於建築物上的鋼筋、水泥、紅磚、磁磚、玻璃等建材的「生產能源」。關於「日常使用能源」部分已在前述「日常節能指標」中敘述，而「建材生產能源」部分則是本指標所評估的範圍。因此這裡所謂 CO₂ 減量指標，乃是指所有建築物軀體構造的建材(暫不包括水電、機電設備、室內裝潢以及室外工程的資材)，在生產過程中所使用的能源而換算出來的 CO₂ 排放量。

由於統計資料有限之故，本指標只針對住宿類、學校類及辦公類建築進行評估，對於旅館、醫院等其他特殊建築由於缺乏統計資料，因此暫不能給予評估。

5-2 CO₂ 減量指標的目的為何？

地球氣候高溫化的問題是當前地球環保最迫切的課題。1992年的「地球高峰會議」制訂的「全球氣候變化公約」到1998年「京都議定書」，無不積極進行各國二氧化碳排放減量的努力，再再顯示限制溫室氣體排放量的問題，已成為超國境、超政體的國際要務。談論建築產業的地球環保政策時，自不能忽略溫室氣體減量的問題。根據成大建研所的研究報告，台灣的建築產業的日常耗能與建材耗能所排放的二氧化碳量，約佔全國總排放量的27.22%，其中建材生產的排放比例高達9.77%，影響地球環境至巨。

過去的國內建築產業因為未顧慮地球環保問題，採行了高耗能、高污染的構造設計，對地球環境破壞甚大。例如台灣大量的鋼筋混凝土建築市場就是環境破壞最大的元兇之一。台灣是世界上使用鋼筋混凝土建築物最多的地方，目前台灣的新建築有95%為鋼筋混凝土構造，很少有木構造、鋼骨構造的建築物。許多先進國家由於模版、砂石、人工昂貴，使得混凝土構造的造價偏高，建築構造以鋼骨和木構造為多。台灣由於砂石價格低廉，使得混凝土建築物異常盛行。台灣每年砂石的需求量為一億一千萬立方米，但合法的許可量四千六百萬立方米，約有六成的砂石都是盜採的，其中80%盜採自河川，造成台灣的國土流失不可言狀。台灣的水泥生產能源，佔全國建材能源的30.86%。鋼筋混凝土建築有如用陶磁燒成的建築，十分浪費能源。同時未來將這些混凝土建築拆除解體時，其廢棄的水泥物、土石、磚塊又難以回收再利用，造成環境莫大的負荷。

有鑑於此，本「CO₂減量指標」特別以建材生產的CO₂排放量作為指標，來評估建築軀體構造對於地球環境的衝擊。其目的在於減少建材使用、獎勵輕量化鋼構造，可間接限制鋼筋混凝土構造的發展，並減緩國土的破壞。

5-3 CO₂減量指標與基準

建築物軀體的 CO₂ 排放量指標 ECO₂，必須由其建材的實際使用量及建材之單位 CO₂ 排放量累算求得，其公式如式 (5-1) 所示，因此必須取得建築物所有建材數量才得以計算 ECO₂ 指標。ECO₂ 指標計算值越小，象徵此建築物使用越經濟的建材，而其 CO₂ 排放量越少，對地球環境的傷害越少。如式 (5-2) 所示，此指標之計算值必須小於其基準值 ECO_{2c}，才能符合「綠建築」的獎勵條件。

$$ECO_2 = \{ (\sum CO_2 i \times Mi) / AF \} \times \alpha \text{ ----- (5-1)}$$

$$ECO_2 \leq ECO_{2c} = F(X_1, X_2) \text{ ----- (5-2)}$$

F(X₁, X₂) 函數依住宅類及辦公類與學校類分別採用下列公式計算：

$$\begin{aligned} \text{住宅類建築 } F(X_1, X_2) = & \beta \times \{ [A_1 \times (0.0071 X_1^3 - 0.6278 X_1^2 + 18.321 X_1 + 90.436) \\ & + A_2 \times (8.4427 X_1 - 66.5306 X_2 + 432.2189)] / AF \} \text{ ----- (5-3)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{辦公類建築 } F(X_1, X_2) = & \beta \times \{ [A_1 \times (0.0216 X_1^3 - 1.1208 X_1^2 + 24.362 X_1 + 52.883) \\ & + A_2 \times (8.4427 X_1 - 66.5306 X_2 + 432.2189)] / AF \} \text{ ----- (5-4)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{學校類建築 } F(X_1, X_2) = & \beta \times \{ [A_1 \times (-0.0319 X_1^3 + 0.1715 X_1^2 + 13.288 X_1 + 101.41) \\ & + A_2 \times (8.4427 X_1 - 66.5306 X_2 + 432.2189)] / AF \} \text{ ----- (5-5)} \end{aligned}$$

變數意義：

ECO₂：單位樓地板面積 CO₂ 排放量計算值 (kg/m²)

ECO_{2c}：單位樓地板面積 CO₂ 排放基準值 (kg/m²)

F(X₁, X₂)：單位樓地板面積 CO₂ 排放基準值函數 (kg/m²)

CO₂i：各類建材之單位 CO₂ 排放量(由表 5-2 取得)

Mi：建築軀體各類建材實際使用量(單位依表 5-2 所述，假如使用回收再生之玻璃、陶瓷、水泥類建材時可將之全部扣除不計)

AF：建築物總樓地板面積 (m²)，為 A₁ + A₂ 之總和

A₁：建築物地面層以上之樓地板面積 (m²)

A₂：建築物地下層之樓地板面積 (m²)

β：綠建築建材使用率(--)，鋼筋混凝土構造為 0.95，鋼骨構造為 0.90

X₁：建築物地面以上樓層數(--)

X₂：建築物地下室樓層數(--)

α：假如為 40F 以下建築物時考慮震區修正係數，如表 5-3 所示

假如為 41F 以上建築物時考慮風力修正係數，如表 5-4 所示

關於上述指標計算的相關規定及注意事項如下：

- (1) 計算本指標時，必須具備詳細的工料數量分析表，才能附之計算。上述計算法主要評估與力學安全相關的建築物主要結構軀體建材，對於基樁、檔土假設工程、水電、機電設備、室內裝潢以及室外景觀道路鋪面之資材使用，暫時不予評估計算。一般 RC 構造建築物以含基礎大底以上之結構體所使用之混凝土、鋼筋、模版、內部隔間、鋁門窗、面磚地磚、粉刷砂漿及塗料之總建材量計算其 CO₂ 排放量。
- (2) 上述計算法事實上已考慮金屬建材之回收率，例如在表 5-2 中已納入目前鋼筋回收率 70%、型鋼、不鏽鋼、鋁料回收率 80% 之加權計量，其建材 CO₂ 排放量也相對減少，因此使用金屬材料相對對 CO₂ 減量指標有利。
- (3) 除了金屬類建材外，由於目前台灣很少使用回收再生的玻璃、陶瓷、水泥類建材，因此這類建材在表 5-2 的數據並未計入回收率之加權。然而，假如未來真正採用這類回收再生建材時，可將回收建材部分全部在公式(5-1)中扣除計算以資鼓勵。
- (4) 由於在結構計算上對不同震區、風力區有不同安全係數的考量，因此其建材使用量先天就不同。因此為求評估的公平，表 5-3 與表 5-4 就提供震區、風力區的修正係數 α ，通常在 40F 以下建築物以承受地震力考慮為主，修正係數只考慮表 5-3 之震區修正即可，在 41F 以上建築物結構設計以風力影響為重，修正係數只考慮表 5-4 之風力修正即可。
- (5) 使用木材製品及木構造建築，相當於把大氣的 CO₂ 儲存於建築物中一樣，對減緩地球氣候溫暖化有所助益，因此先進國家現在已把木構造建築視為最環保的建築型態而大量推廣。然而，這種利用木造建築來固定 CO₂ 的政策，必須在有計畫造林伐木、有計畫消耗木材的永續森林政策下才得以成立。目前歐美國家多有森林永續政策而森林量漸增，但是開發中國家的熱帶雨林卻日漸破壞，因此在環保上應鼓勵使用寒帶林木而禁用熱帶林木。於是在表 5-2 中，對於寒帶林木 CO₂ 排放量採用很大的負值，有利於本指標評估，而對於檀木、柚木、楠木之類的熱帶林木均則採用正值，代表伐林耗能之 CO₂ 排放量，不利於本指標評估。使用表 5-2 中寒帶林木的優惠計算時，必須提出「非熱帶雨林」之產地證明，否則以不利條件的熱帶林木計算。
- (6) 一般帷幕牆外殼均採責任施工方式，其工料數量通常與結構體分開而難以取得，因此在表 5-2 中特別針對帷幕外牆計算法另列表格。亦即帷幕牆之 CO₂ 計量時，必須先分成透光玻璃部分與不透光帷幕實牆兩部分面積來計算，分別以表 5-2 中帷幕牆 CO₂ 排放量乘其面積而得，然後兩者再累加而得總帷幕牆之總 CO₂ 排放量。

5-4 如何達到合格標準？

爲了達成CO₂減量指標的基準要求，建築物的建材使用計畫應可遵照下列原則進行：

- (1) 「結構輕量化」是降低 CO₂ 排放量最有效的方法，因爲建築物的輕量化直接降低了建材使用量，進而減少建材之生產耗能與 CO₂ 排放。「結構輕量化」最具體的做法在於推行「鋼構造建築」以及「金屬帷幕外牆設計」。鋼與鋁金屬之類的建材雖然爲高耗能材料，但是其回收率均高達八成以上，因此反而變成爲低耗能建材，對地球環保有莫大助益。台灣過去因爲鋼構造建築成本遠比混凝土建築成本高，而較少被使用，今後在環保壓力下水泥砂石價格必然長期高漲，再加上時間成本計算以及縮短工期之要求，鋼構造建築必然成爲今後主流。
- (2) 市面上有許多不環保的建築物，常爲了別出心裁，作了不必要的造型變化、不合理的超大結構、不均勻對稱的平面設計，使得建材用量暴增而傷害地球環保。根據成功大學建研所的研究指出，在台灣的中震區，一般合理結構設計的 20 層辦公大樓每平方米樓地板面積的平均鋼筋用量在 160 公斤左右，但有一些結構系統設計不良的大樓其平均鋼筋用量卻高達 250 公斤，其差高達三成，其糟蹋地球資源的情形可見一斑。爲了降低建材的使用量，首重合理而經濟的結構系統設計，亦即盡量使建築物的跨距設計合理化，保有均勻對稱的平面、立面、剖面等設計，減少不必要的造型結構荷重。
- (3) 採用寒帶林木爲材料的原木結構、集成材木構造、預鑄木構版、木地板等木材材料，由於木材儲存了大量大氣中的 CO₂，因此評估上有極大的優惠計算，因此採用大量寒帶林木材料的建築物，通常會獲得獎勵的基準，但是使用熱帶林木則不予鼓勵。在國外的木構造建築較常被使用於四層以下的低層建築物，以及體育館、禮堂等大跨距建築物的屋頂結構材料。台灣目前雖然少有木造建築，未來在地球環保考量下應值得推廣使用。

「表 5-2」 建築相關產品單位生產 CO₂ 排放量表

砂石類	產品名稱	單位	CO ₂ 排放量 (kg-CO ₂)	含回收 CO ₂ 排放量 (kg-CO ₂)
	砂礫	m ³	2.93	
	採石（原石）	m ³	3.67	
	石材加工品（板類）	才	0.16	
鋼鐵類	鋼胚（高爐）	kg	2.06	
	鋼胚（電弧爐）	kg	0.32	
	鋼筋及鐵件	kg	---	1.01 *1
	型鋼	kg	---	0.85 *2
	不銹鋼	kg	---	1.25 *3 *4
水泥類	卜特蘭水泥	kg	0.40	
	白水泥	kg	0.91	

	1:1 水泥砂漿粉刷	m ²	8.85	
	1:2 水泥砂漿粉刷	m ²	5.79	
	1:3 水泥砂漿粉刷	m ²	4.04	
	預拌混凝土 2500psi	m ³	123.68	
	預拌混凝土 3000psi	m ³	143.19	
	預拌混凝土 4000psi	m ³	162.74	
	預拌混凝土 5000psi	m ³	192.21	
	預拌混凝土 6000psi	m ³	221.57	
鋁金屬	進口鋁錠	kg	6.55	
	鋁擠型料	kg	---	1.96 *5 *6
	鋁門窗 (5mm 玻璃)	m ²	17.70	
	鋁門窗 (6mm 玻璃)	m ²	19.54	
	鋁門窗 (8mm 玻璃)	m ²	23.20	
	鋁門窗 (10mm 玻璃)	m ²	26.88	
	鋁門窗 (12mm 玻璃)	m ²	30.55	
	鋁門窗 (6+6mm 玻璃)	m ²	32.82	
玻璃類	鋁門窗 (8+8mm 玻璃)	m ²	40.14	
	平板玻璃	kg	0.75	
	玻璃磚 (8cm 厚)	m ²	40.53	
	玻璃纖維	kg	2.33	
陶瓷磚 瓦類	玻璃棉捲 (16k*1吋)	m ²	0.93	
	磁磚 or 琺瑯	m ²	7.38	
	紅磚 (20*9.5*5cm)	塊	0.41	
	水泥磚 (24*12*6cm)	塊	0.16	
木材類	木材 (寒帶林木)	m ³	---	-906.89 *7
	木地板 (寒帶林木)	m ³	---	-60.36 *7
	木材 (熱帶林木)	m ³	9.61 *8	
	木地板 (熱帶林木)	m ³	3.44 *8	
	木模版	m ²	0.27 *9	
隔間牆	石膏板 (9mm)	m ²	1.74	
	石膏板隔間 (雙面 9mm)	m ²	9.36	
	矽酸鈣版隔間 *10	m ²	9.36	
	1/2B 磚牆	m ²	36.41	
	1B 磚牆	m ²	73.63	
其他類	噴岩棉	kg	0.29	
	岩棉毯	m ²	0.12	
	水泥漆	m ²	0.22	
	防火板 (鋼構披覆) *10	m ²	1.74	
帷幕牆 不透光	花崗石帷幕牆	m ²	$Y = -0.0039X^2 + 0.7644X + 76.56$ *11 $Y = -0.0049X^2 + 0.8749X + 50.27$ $Y = -0.0049X^2 + 0.8746X + 41.56$ $Y = -0.0049X^2 + 0.8746X + 54.21$	
	鋁板帷幕牆	m ²		
	玻璃帷幕牆	m ²		
	琺瑯板帷幕牆	m ²		
帷幕牆 開口部	窗 (6mm 玻璃)	m ²	$Y = -0.0051X^2 + 0.8854X + 21.52$ *11 $Y = -0.0051X^2 + 0.8854X + 25.18$ $Y = -0.0051X^2 + 0.8854X + 28.85$ $Y = -0.0051X^2 + 0.8854X + 32.52$ $Y = -0.0053X^2 + 0.9011X + 34.60$ $Y = -0.0053X^2 + 0.9011X + 41.92$	
	窗 (8mm 玻璃)	m ²		
	窗 (10mm 玻璃)	m ²		
	窗 (12mm 玻璃)	m ²		
	窗 (6+6mm 玻璃)	m ²		
	窗 (8+8mm 玻璃)	m ²		

- * 1. 鋼筋 CO₂ 排放量原為 2.23，但鋼筋回收率以 7 成計其 CO₂ 排放量為
 $2.23 \times 1 - (2.06 - 0.32) \times 0.7 = 1.01 \text{ (kg-CO}_2\text{)}$
- * 2. 型鋼 CO₂ 排放量原為 2.24，但型鋼回收率以 8 成計其 CO₂ 排放量為
 $2.24 \times 1 - (2.06 - 0.32) \times 0.8 = 0.85 \text{ (kg-CO}_2\text{)}$
- * 3. 不鏽鋼 CO₂ 排放量原為 2.64，但不鏽鋼回收率以 8 成計其 CO₂ 排放量為
 $2.64 \times 1 - (2.06 - 0.32) \times 0.8 = 1.25 \text{ (kg-CO}_2\text{)}$
- * 4. 鋼鐵類建材回收 CO₂ 以高爐煉鋼 CO₂ 排放量 2.06 跟電弧爐煉鋼 CO₂ 排放量 0.32 之差值
 1.74kg-CO₂/kg 計算
- * 5. 鋁料 CO₂ 排放量原為 7.20，但鋁料回收率以 8 成計其 CO₂ 排放量為
 $7.20 \times 1 - (6.55) \times 0.8 = 1.96 \text{ (kg-CO}_2\text{)}$
- * 6. 鋁製品 CO₂ 排放量回收值為粗鋁錠提煉能源值 6.55 kg-CO₂/kg
- * 7. 寒帶林木類之 CO₂ 排放量為負值乃為碳素的固定作用，此值參考日本之文獻資料
- * 8. 由於目前熱帶林木正大量消失，因此應避免使用，其 CO₂ 排放量為固為正值，不計入
 碳固定效果
- * 9. 木模板因為回收效率差，乃不計算其碳素固定作用
- * 10. 矽酸鈣板、防火板因主為國外進口，能源統計不易；故以相近石膏產品之數值計算之
- * 11. 帷幕牆之生產 CO₂ 排放量與建物樓高規模與風力有關，故採下列函數計算之：
 X 為地上層總數，當 $X < 15F$ 時： X 以 15 計算之

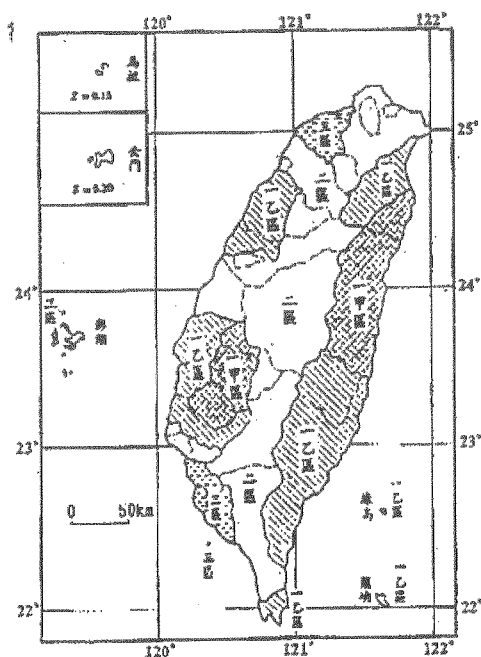


圖 5-2 台灣震區分類圖

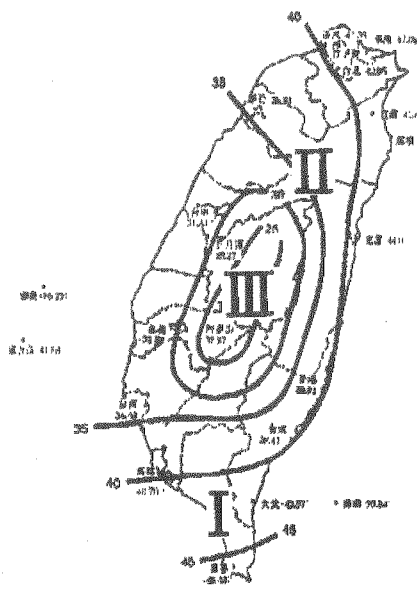


圖 5-3 風力分區圖

「表 5-3」 針對 40F 以下建築物所需考慮的震區修正係數 α

震區等級*	地震一甲區	地震一乙區	地震二區	地震三區
α	0.9	0.95	1.0	1.05

*震區分類參考圖 5-2 (建築物耐震設計規範)

「表 5-4」 針對 41F 以上高層建築所需考慮的風力修正係數 α

風力分區等級*	I (風速大於 40m/s)	II (30 < 風速 < 40)	III (風速小於 30m/s)
α	0.9	0.95	1.0

*風力分區參考圖 5-3 (台灣 50 年回歸基本設計風速圖)

5-5 案例計算實例

(本指標計算另需附送建築物主要建材使用工料分析書、指標計算書與相關圖說與文件，在此省略之)

1. 建築物基本條件：

規模：為地上 12 層；地下 1 層的 RC 構造辦公建築物。

座落地點：桃園市 (地震二區)

總樓地板面積：11720 平方公尺 (地下 901.54m²，地上 10818.46 m²)。

營建材料原始使用量：筋數量 1582 噸、混凝土數量 7139m³、模板數量 44760m²、1/2B 磚牆 1524m²、鋁門窗 1396m²、面磚地磚 19786m²、1:2 水泥砂漿 37023m²、塗料 10176m²

營建自動化：採用金屬系統模版、半預鑄樓版

2. 溫室氣體排放指標計算：

我們由建材原始使用量配合表 5-2 的各類建材的單位 CO₂ 排放量，利用公式 (5-1) 我們得以計算其 ECO₂ = 246.96。

而本建築物樓高 12 層無須風力修正故採用震區修正，而建物座落地點桃園市屬於地震二區，其 $\alpha = 1.0$ 。

因此我們將公式 (5-1) 代入可得 $246.96 \times \alpha = 246.96$ 此值即為本棟建築物之單位樓地板之溫室氣體排放量 ECO₂

3. 指標基準值檢討：

由於本棟建築物為地面 12 層樓之辦公建築物，我們將 $X_1 = 12$ ； $X_2 = 1$ 代入前述指標基準值公式 5-4：因為建築物為 RC 構造，其 β 值取 0.95，其 ECO_{2c} = F(X₁, X₂)

$$F(X_1, X_2) = \beta \times [A_1 \times (0.0216X_1^3 - 1.1208X_1^2 + 24.362X_1 + 52.883) + A_2 \times (8.4427X_1 - 66.5306X_2 + 432.2189)] / AF$$

我們可得到基準值 ECO_{2c} = 261.00

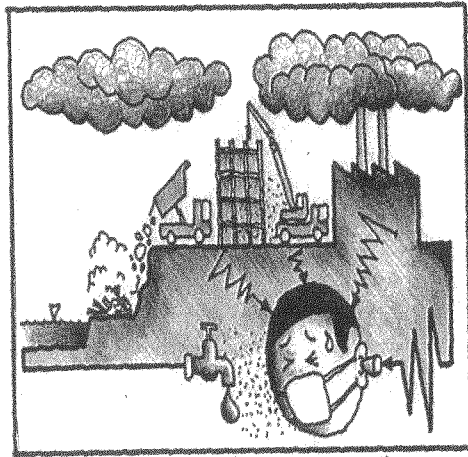
由於指標計算值 ECO₂ 246.96 < 基準值 ECO_{2c} 261.00

故本案合格！

六. 廢棄物減量指標

6-1 何謂廢棄物減量?

所謂廢棄物係指建築施工及日後拆除過程所產生的工程不平衡土方、棄土、廢棄建材、逸散揚塵等足以破壞周遭環境衛生及人體健康者，產生這些污染物愈高的建築物越不符合「綠建築」的要求。



6-2 廢棄物減量的目為何?

建築營建產業是高污染的產業，它不只在水泥、煉鋼、燒窯之建材生產階段的高污染，在營建過程及日後的拆除廢棄物污染也非常嚴重。在台灣鋼筋混凝土建築物，每平方米樓地板在施工階段約產生1.8公斤的粉塵，對人體危害不淺。中層住宅大樓在施工階段約產生0.14立方公尺的固體廢棄物，在日後拆除階段約產生1.23立方公尺的固體廢棄物，造成大量的廢棄物處理負擔，許多廠商甚至隨意傾倒廢棄物，造成河川公地受到嚴重污染。

此外現在歐美先進國家對於建築物均有「建材回收率」的規定，也就是通常指定建築物必須使用三至四成以上的再生玻璃、再生混凝土磚、再生木材等回收建材。1993年在日本的混凝土塊的再利用率甚至高達七成，營建廢棄物的五成均經過回收再循環使用，有些歐洲國家甚至以八成回收率為目標。反觀台灣的營建業，很少使用回收再生建材，目前除了高價的鋁、鋼筋、鋼骨的回收率高達八成之外，對於混凝土、磁磚、玻璃、木材、塑膠幾乎完全不回收使用，造成台灣的山河充滿營建廢棄物污染，也使得新建建築物不但浪費能源與資材，也造成環境更加污染。

有鑑於此，本「廢棄物減量指標」以廢棄物、空氣污染減量及資源再生利用量為指標，以倡導更乾淨、更環保的營建施工為目的，藉以減緩建築開發對環境的衝擊，並降低民眾對建築開發的阻力，進而增進生活環境品質。

6-3 廢棄物減量指標與基準

建築施工所引起的污染項目甚多，在實務面上為了能評估其綜合污染程度，必須採用綜合性的指標。本廢棄物減量指標著眼於工程平衡土方、施工廢

棄物、拆除廢棄物之固體廢棄物以及施工空氣污染等四大營建污染源，採用實際污染排放比率來評估其污染程度，其計算式如式(6-1)所示。本式將四大營建污染源排放比例採相同比重來評估，式(6-1)所計算的數值 PI 必須小於式(6-2)的廢棄物減量基準值 Plc，才能符合「綠建築」的要求。

廢棄物減量指標公式：

$$\begin{aligned} PI &= \text{工程平衡土方比例} + \text{施工廢棄物比例} + \text{拆除廢棄物比例} + \text{施工空氣污染比例} - \text{公害防治加權係數} \\ &= PIe + PIb + PId + Pla - \beta \end{aligned} \quad (6-1)$$

(6-1)式中各變數的計算如下：

$$PIe = M / AF + M_c \quad (6-1.a)$$

$$PIb = 1 - \alpha_1 - \alpha_2 \quad (6-1.b)$$

$$PI d = 1 - \alpha_2 - 2.0 \times \gamma \quad (6-1.c)$$

$$Pla = 1 - \sum(\alpha_3) \quad (6-1.d)$$

營建污染基準判斷公式：

$$PI \leq Plc = 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.7 = 3.4 \quad (6-2)$$

變數說明：

PI：營建污染指標(-)

Plc：營建污染基準值(-)

PIe：工程平衡土方比例(-)

PIb：施工廢棄物比例(-)

PI d：拆除廢棄物比例(-)

Pla：施工空氣污染比例(-)，建築物施工時向環保主管單位申請取得證明之，如無法取得相關證明，Pla=0.7，不予評估。

AF：總樓地板面積(m²)

M：工程平衡土方量(m³)，指原基地經地下室開挖或地形改造後之多餘或不足土方，其計算應以原地形地貌逐步累算。

M_c：地下室容許開挖土方基準(m³/m²)，有地下室開挖時 M_c 為 0.65，無地下室開挖時為 0.2。

α₁：營建自動化優待係數(-)，查表 6-1

α₂：構造別廢棄物減量指數(-)，查表 6-2

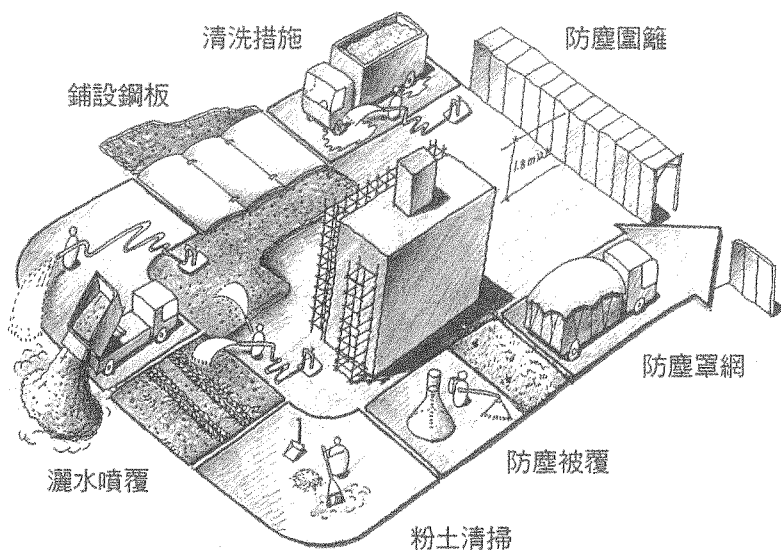
γ：非金屬再生建材使用率(-)，本數據可依據表 6-3 計算，或自行提出計算書經認定後採用

α₃：各種空氣污染防治措施施用之加權因子(-)，查表 6-4。

β：公害防治係數(-)，指噪音、震動防制、施工廢棄物回收管理、營建污水防制等有益於公害防制的相關措施加權係數，其效果值由申請者提出經審查委員會認可後採用之。

關於上述指標計算的相關規定及注意事項如下：

- (1) 式(6-2)的營建污染基準值 $Plc=3.4$ ，是假定三項固體廢棄物總量必須縮減至九成，空氣污染比例必須縮減至七成而設的基準。
- (2) 式(6-1.a)表示工程平衡土方量的多寡。所謂平衡土方不論是需要運出去的多餘土方，或需要由外運入基地內填方的不足土方，均視為相同的環保負荷。最好的開發設計當然是現地取得土方平衡，其 Plc 值即為0。此式中的 Mc 訂為 $0.65 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 代表本評估所設定的容許開挖土方量，它是以地上六層、開挖4.5m地下一層建築物的挖土方量為準，式中工程平衡土方 Mc 應由原基地地形逐步累算正負挖填方的絕對量。假如工程案為無地下室開挖設計時，則 Mc 訂為 $0.2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ，它是以地上5層樓建築挖地樑深1.0M的來計量的。
- (3) 式(6-1.b)表示施工中的固體廢棄物產生量，其廢棄物量與營建方式及構造方式有密切關係，因此以營建之優待係數 α_1 及構造方式之優待係數 α_2 來修正之。
- (4) 營建廢棄物受到營建方式的影響，主要表現在營建自動化優待係數 α_1 （見表6-1）之上，這係數主要係針對系統模版、預鑄外牆、預鑄樓版或樑柱、整體預鑄浴廁、乾式隔間等部位的廢棄物減量評估。表6-1的「其它工法」是提供給本表不能列舉的預鑄工法的評估，只要自行向評審委員會提出評估計算書，經認定後就可採用適當的 y_6 優惠係數。當然這些預鑄工法均有採用程度上的差異，基本上只要該部位數量的六成以上採用預鑄工法即給予表6-1中的優待係數。然而，表6-1係只針對RC、SRC構造的優待，至於鋼構造在先天上就大量採金屬外牆、乾式隔間、預鑄樓梯浴廁，因此不必另行優待，亦即鋼結構建築物的優待係數取 $\alpha_1=0$ 即可。



- (5) 式(6-1.c)表示建築物老舊以後的拆除固體廢棄物產生量，其廢棄物量與構造方式及建材回收情形有密切關係，因此以構造方式之優待係數 α_2 與再生建材使用率 γ 來修正之。假如無使用再生建材時則設定 γ 值為0即可，式中 γ 值乘上獎勵係數2.0的用意在於大幅鼓勵再生建材的使用。雖然目前國內使用再生建材的情形很少，但是本式的 γ 值修正，是預留未來推廣建材回收制度之用。另一方面，由於鋼、鋁等金屬再生建材均由大廠處理，任何使用金屬建材者已無法所區別是否為回收金屬材，況且所有案例的金屬材的回收率均相同，因此此地的再生建材使用率 γ 只考慮混凝土骨材、磁磚、磚塊等非金屬的再生建材使用率。再生建材使用率 γ 必須由使用自行提出計算後採用，表6-3以簡單的加權係數方式來幫助讀者計算 γ 值，但是事實上建材加權比重並非如此簡單，而應與構造規模有複雜關係。使用者假如認為表6-3不足以反應真正的再生建材使用率，亦可自行提出計算書經認定後採用。
- (6) 式(6-1.d)表示施工中的空氣污染比例，防護措施的效果 $\Sigma(\alpha_3)$ 由表6-4的各種污染防護措施及其防塵效果加權計算而得。一般的建築開發案在施工過程中均會向環保單位提示表6-4的報表而接受追蹤列管，因此任何關於本「綠建築」評估案均能夠從縣市政府環保局調出表6-4的申報表（提施工計畫書之營建空污費申報表），作為評估依據，在執行上並無困難。舊建築物如無法取得本項證明時則不予列入評估，即 $Pla=0.7$ 計算。
- (7) 為恐本指標有所不殆，凡施工中違反「空氣污染防制法」、「廢棄物清潔法」、「水污染防治法」等相關環保法令而遭告發者，則取消本指標之獎勵。

「表 6-1」 營建自動化優待係數 α_1

工法種類	金屬系統 模版	木模系統 模版	預鑄外牆 或樑柱	預鑄樓版	預鑄浴廁	乾式隔間	其它工 法
優待係數 y_i	$y1=0.04$	$y1=0.01$	$y2=0.04$	$y3=0.03$	$y4=0.02$	$y5=0.03$	$y6^*$
$\alpha_1 = \Sigma y_i = (y1+y2+y3+y4+y5+y6)$ (*其他工法需提出說明書以供委員會認定)							

* (限用於 RC、SRC 構造建築，鋼骨構造時 $\alpha_1=0$)

「表6-2」 構造別廢棄物減量指數 α_2

主體結構構造別	鋼構造或木構造	SRC構造	RC構造	加強磚造、磚 造
廢棄物減量指數 α_2	0.1	0.0	0.0	-0.10

「表6-3」 非金屬再生建材使用率 γ （無使用再生建材時 $\gamma = 0$ ）

	再生混凝土骨材	再生陶瓷面磚	再生磚、水泥磚	其他再生材料
分項使用率 X_i	X_1	X_2	X_3	X_4
加權係數 Z_i	0.23	0.23	0.17	Z_4
$\gamma = \sum X_i \times Z_i$ （ X_i 及 Z_4 之數值需由業者提出計算說明經認定後採用之）				
加權係數 Z_i 為一般RC建築物之該項非金屬廢棄物所佔總廢棄物量之統計比例				

「表 6-4」 建築工程各項粒狀污染物防制措施效率 α_3 表

防 制 措 施	措 施 內 容	防制效率 α_3
一、清洗措施	工地設有專用洗滌車輛或與土石有關機具之清洗措施	0.12
二、鋪設鋼板等措施	鋪設於車行之砂土石路面	0.09
三、灑水噴霧	車行工地路面	0.072
	堆料棄土區/傾卸作業	0.056
	裸露地面	0.081
四、防塵罩網等措施	結構體施工後加裝防塵罩網，採用網徑 0.5mm，網距 3mm 為基準	0.022
	土石運輸車離工地前覆蓋不透氣防塵塑膠布	0.09
五、防塵屏等措施	工地周界築有高 1.8m 以上之圍籬	0.036
六、防塵覆被	在裸露地或堆料上植被、噴灑化學防塵劑等措施	0.045
七、管理措施	指配有一般管理措施，如地面粉土清掃工作等	0.04
八、其它措施	指非上述其它防塵措施	0.025

6-4 如何達到合格標準？

(1) 基地土方平衡設計

任何建築開發案最好能夠以土方之零排放與零需求為原則，多餘土方與不足土方均有害於地球環保。建築設計前應慎重考慮地形地貌變化設計與地下室開挖上取得最佳的挖方填方平衡計畫。大規模開挖地下室或自外地運土填方來改造地形，是最不利於廢棄物減量指標的設計。當然在毫無地下室的低層建築開發案最容易符合本評估的要求，然而許多建築開發案難免為了停車問題而需要開挖地下室，本評估所設定的地下室容許開挖土方量 $0.65 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ，尚能滿足現行法規之停車要求，只要不是過份爭取停車獎勵而大量開挖地下室，通過本評估基準之要求均非難事。為了符合本指標之要求，地下

室的開挖最好僅止於地下一樓，即使爲了多增取一些停車空間，也不要採地下二層設計，而寧願以增加一點地下室樓高而採雙層機械停車的方式來達成。此外透過地形變化設計，將部分挖土方回填於基地造景之用，則很容易符合本指標之要求。

(2) 結構輕量化

目前台灣的營建廢棄物十分嚴重，這個問題尤其起因於高污染的 RC、SRC、磚造、加強磚造等建築物，這些建築物都是使用了高污染、高荷重的砂石水泥建材。爲了降低營建廢棄物與施工空氣污染，建築結構的輕量化設計是首要目標，亦即盡量採用鋼構造與金屬外牆設計，或採用大跨距的木造建築物。雖然過去這些鋼構建築因成本偏高而較少被採用，但是由於砂石短缺、施工時間效益與環保要求，未來必成爲時代主流。這些輕量化建築在本評估中有極大的優惠計算，很容易達成合格要求。

(3) 營建自動化

假如不能採用鋼構造而採用 RC、SRC 構造時，應該盡量引進營建自動化工法以降低營建污染，例如採用系統模版、預鑄外牆、預鑄樑柱、預鑄樓版、整體預鑄浴廁、乾式隔間等營建自動化的工法，對於施工中的廢棄物減量有莫大的助益，因此在本評估中也給予自動化工法很大的優惠計算。預鑄程度高的 RC、SRC 建築，在本營建污染評估中亦相當於鋼構造建築。

(4) 多使用回收再生建材

使用回收再生建材相當於減少建材生產能源、減少二氧化碳排放、減少營建廢棄物，一舉數得。在台灣的再生建材使用情形，目前除了高價的鋁、鋼筋、鋼骨等金屬材料的回收率高達八成之外，很少使用混凝土、磁磚、玻璃、木材、塑膠之類的非金屬再生建材，這當然是由於非金屬再生建材成本無法與新建材抗衡之故。今後在環保社會成本考量之下，經政府補貼與獎勵措施後，再生建材當會日漸流行。本綠建築評估特別對非金屬再生建材採取極優惠的獎勵計算。這些再生建材是指混凝土骨材、磁磚、磚塊等非金屬的再生建材，大多使用於無安全顧慮之非結構部位。目前在台灣因爲投資效益偏低之故，少有再生建材上市，今後期待能有所改善。

(5) 採行各種污染防制措施

欲減少建築施工過程產生的空氣污染，首重的工作即是加強工地的污染管理，且應列入施工管理的重要工作。除了每日應派專責人員負責工地內外及出入口（尤其周界）的整潔外，土方作業階段更應加強清掃工地內外的塵土。並宜將污染管理工作列入施工日誌以逐日清查每個施工日的污染狀況，並注意周界居民之反應。擬訂施工計畫時應將可行的各項空氣污染防制措施，如有效噴灑水，洗車台，擋風屏（牆），防塵網，人工覆被，甚至防塵藥劑列入必要的規劃項目，如此可降低 Pla 副指標值。

6-5 案例計算實例

(本指標計算另需附送挖填土方計算書書、營建空污費申報表、指標計算書與相關圖說與文件，如有使用營建自動化工法與其他再生建材並需檢附相關證明與使用率計算，在此省略之)

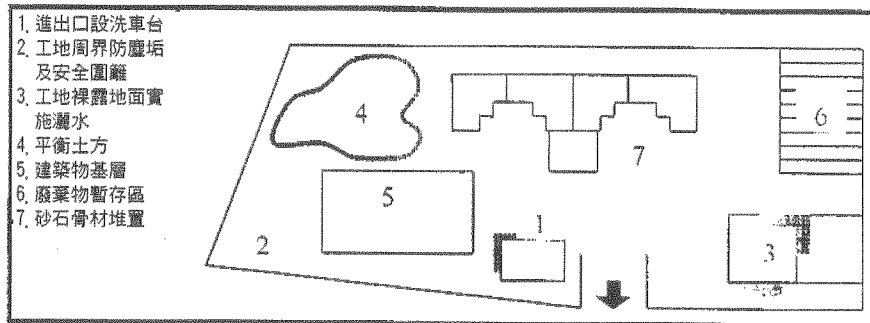
(一)基本資料

建築物類型：九樓 RC 集合住宅（住三）

基地面積：1954.9m²，總樓地板面積：8568.4 m²

建蔽率：55%

(二)案例設計示意圖與說明



說明：

1. 基礎開挖面積 825 m², 深度 8m
2. 基地平衡土方用量 1,623m³
3. 使用再生面磚 30%
4. 六成以上使用金屬系統模版、預鑄樓版、預鑄浴廁
5. 施工期間採用空氣污染防治措施計有：
 - (1) 工地設有專用洗滌車輛區域(洗車台)。
 - (2) 車行工地面灑水噴霧。
 - (3) 結構體施工後加裝防塵罩網。
 - (4) 土石運輸車離工地前覆蓋不透氣防塵塑膠布。
 - (5) 工地周界築有高 2.5m 之圍籬。
 - (6) 配有一般管理措施，如地面粉土清掃工作。

(三)指標計算

根據前述條件，此案例之指標計算步驟如下：

1. 由原始資料可知(參查表 6-1，6-2，6-3)各計算參數為：

$$M = 825 \times 8 - 1,623 = 4977 \text{m}^3$$

$$\gamma = 0.3 \times 0.23 = 0.069$$

$$\alpha_1 = 0.04 + 0.03 + 0.02 = 0.09$$

$$\alpha_2 = 0$$

$$\Sigma(\alpha_3) = 0.38$$

本工程無其他特殊公害防制相關設施，故 $\beta = 0$

2.由(6-1.a)式計算工程平衡土方比例

$$P_{1e}=4977+8568.4+0.65=0.894$$

3.由(6-1.b)式計算施工廢棄物比例， $\alpha_1=0.09$ ； $\alpha_2=0$

$$P_{1b}=1-0.09-0=0.91$$

4.由(6-1.c)式計算拆除廢棄物比例， $\alpha_2=0$ ； $\gamma=0.069$

$$P_{1d}=1-0-2.0\times 0.069=0.862$$

5.由(6-1.d)式計算空氣污染之副指標， $\Sigma(\alpha_3)=0.38$

$$P_{1a}=1-0.38=0.62$$

6.由(4)式計算綜合營建污染指標

$$\begin{aligned} PI &= P_{1e} + P_{1b} + P_{1d} + P_{1a} - \beta \\ &= 0.894 + 0.91 + 0.862 + 0.62 - 0 = 3.286 < 3.4 \end{aligned}$$

故本案合格

七. 污水垃圾改善指標

7-1 何謂污水垃圾改善指標

關於污水處理設施及垃圾清運系統，目前已有嚴格法令規範並已納入政府管制督導範圍，本指標不再對之重複規範。本手冊所謂的「污水垃圾改善指標」，係爲了充分輔佐現有污水及垃圾處理系統的功能，在建築物設計中應配合的空間環境設計及使用管理系統的水準。亦即本指標並不牽涉污水及垃圾的環工生化技術改善，而著重於與建築空間設施及使用管理相關的具體評估項目，是一種可讓業主與使用者在環境衛生上可以具體控制而改善的評估指標。

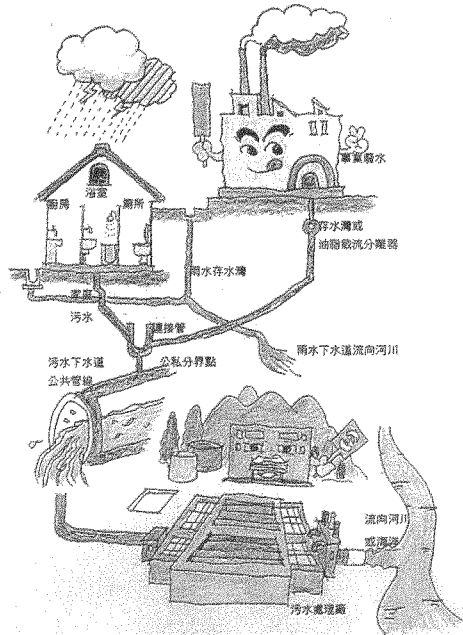


圖7-1 污水下水道系統概念圖

7-2 污水垃圾改善指標的目的為何

我國的經濟競爭力在世界上名列前茅，但是作為現代社會的都市基盤建設，尤其是環保衛生基層建設卻遠落後於一般國際水準，實在令人汗顏。

在污水處理系統上，國內目前都市公共下水道工程普及率十分低落，使得大多數的民眾必須自行設置污水處理設施。過去我國最常使用的家庭化糞池之處理能力僅為35% 以下，亦即家庭污水所產生之污染源有65% 以上均沒有經過淨化過程，而直接排入河川，為嚴重污染台灣河川及環境之最大因素。近來我國雖然全面在「建築技術規則」、「建築物污水處理設施設計技術規範」、「水污染防治法」上對污水處理排放均有詳細的規範，並且也落實環工技師簽證，但是在事實上對於污水處理設施的現場檢視、污水雜用水配管的正確接管檢測、排放水質的檢驗均付之闕如，因此使得污水處理的制度徒具形式而效果不彰。尤其建築設計中對於生活雜排水之配管施工，大都未貫徹雨水污水分流的設計。

例如現在一般住宅建築中，雖然在浴廁、廚房的雜排水配管均按照法令要求排入污水處理系統上，但是對於洗衣空間均未設置專用洗衣空間，而讓民眾

任意將洗衣機設置於陽台，並將洗衣雜排水就近排入陽台雨水系統，而未確實導入污水系統。此外例如在一些辦公大樓中的餐飲咖啡廳、學校的學生餐廳、機關的員工餐廳等空間內的專用廚房，與旅館、醫院、療養院等建築物內的專用洗衣間，以及俱樂部、運動設施等建築物內的更衣浴室等產生大量雜排水的空間，也大都未徹底將雜排水配管導入污水處理系統之中。這些雜排水配管的圖面設計及施工，均無受到任何機關的監督管理，設計者也毫不關心，水電施工廠商在習慣上也草率將之連結至雨水系統了事，因此不論現行污水處理設施如何嚴格完備，每天產生的大量雜排水還是流入雨水系統而嚴重污染環境。有鑑於此，爲了輔佐污水處理設施的功能，本指標就針對這些生活雜排水配管系統介入檢驗評估，以確認生活雜排水導入污水系統，此乃爲本指標的目的之一。

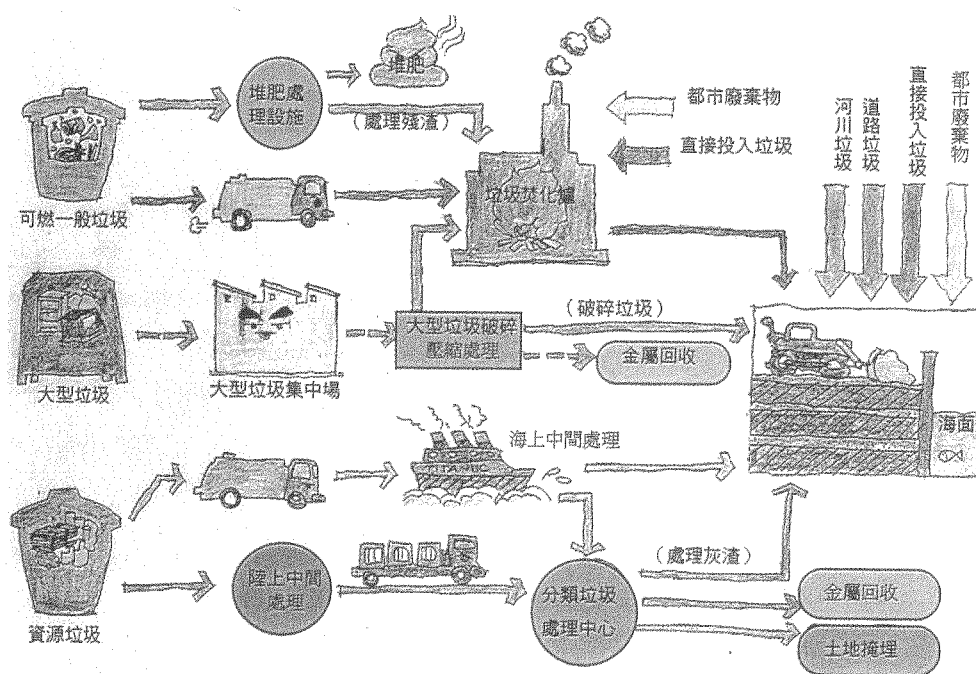
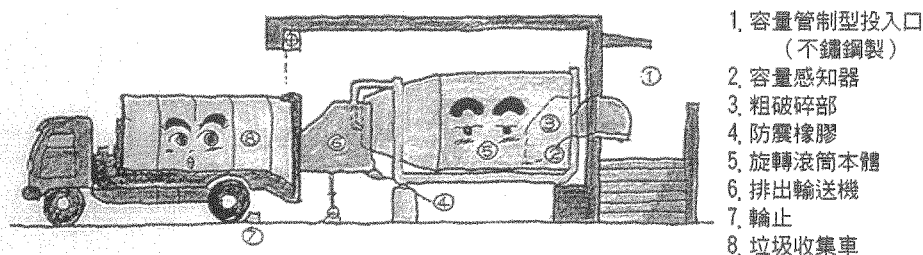


圖7-2 都市垃圾處理流程概念圖

另一方面，在垃圾處理方面，雖然垃圾清運及末端處理皆爲政府機關所代勞，但是作爲「綠建築」的責任必須要求更高的垃圾處理環境。根據北市環保局民國八十四年的統計資料，台北市平均每日產生3801公噸的垃圾，平均每人每天產生1.44公斤，數量極爲驚人。根據垃圾分析的資料顯示，有大量的可回收資源被視爲垃圾丟棄，成爲國內垃圾量居高不下的主因之一，顯見資源回收工作的重要性。86年度綜合垃圾物理組成分析也顯示，都市中不可燃資源垃圾約佔垃圾總量的18%，加上塑膠類垃圾的19%，本指標希望能在「綠建築」中

確實執行垃圾分類與資源回收作法，如此至少應可減量30%之垃圾。此外，本指標也希望要求建築設計正式重視垃圾處理空間的景觀美化設計，用以提升環境的品質。目前一般建築物之垃圾處理設備常沒有除臭消毒，容易滋生蚊蠅、蟲害、病菌。同時由於一般垃圾處理量快速增加，使得垃圾暫時儲放位置不足，導致垃圾處理成本愈來愈高。此外，這些垃圾必須每天處理，否則容易造成二次污染，以致於所用人力較多且工作時間過長，不符合經濟效益，甚至清潔人員因而容易受感染，衛生安全堪慮。過去一般的建築業主甚少關心垃圾處理問題，常爲了經費預算往往也忽視建築物中垃圾處理機能的設計考量。然而，愈來愈多人明瞭垃圾處理，不只是環境衛生的問題，也是生活品質的象徵，建築業者在建築物規劃設計階段，除了法規之外應該更主動積極地負起環境改善的責任。作爲「綠建築」的基本要求，希望藉著本指標來改善這些垃圾處理環境，進而提昇生活品質。



7-3 污水垃圾改善指標與基準

污水及垃圾處理本爲環保及建築主管單位努力督導管轄的範圍，對污水處理設施在技術規則及相關規範上本來就有嚴格規定，對垃圾處理縣市政府環保單位本來就有清運系統，建築開發案本來依規定辦理即可達到法制上的基本要求，但是本評估必須對污水及垃圾之處理環境有更額外周全的規範，才能符合「綠建築」的本意。本評估對污水及垃圾處理的額外要求，並非以環工技術面來考量，而是以著重於建築景觀衛生與使用管理上的配套設計考量。由於污水及垃圾爲完全不同單位系統的東西，因此「污水垃圾改善指標」必須分爲「污水指標」及「垃圾指標」兩項來評估。假如這兩項指標中有一項不合格時，則整體「污水垃圾改善指標」即不合格。這兩項指標的合格條件如下：

(1) 污水指標合格條件：

關於污水處理及放流水質標準在「建築技術規則」、「建築物污水處理設施設計技術規範」、「水污染防治法」中已有詳細規範，本指標不另行評估。唯目前在建築相關的污水處理上最嚴重的缺失，在於建築污水管路設計及施工對於

生活雜排水配管大多未完全納入污水處理設施，因此本指標特別對此提出檢查評估，其檢查要項及合格條件如下表 7-1 所示：

「表 7-1」 生活雜排水配管檢查要項

生活雜排水源	檢討管制對象	合 格 條 件
住宅生活雜排水	住宅類建築的浴室、廚房及洗衣空間	所有生活雜排水管確實接管至污水處理設施或污水下水道，尤其每戶必須有專用洗衣空間並設有專用洗衣水排水管接至污水系統
專用洗衣雜排水	寄宿舍、療養院、旅館、醫院、洗衣店等建築物的專用洗衣空間	必須設置截留器並定期清理，同時將排水管確實接管至污水處理設施或污水下水道
專用廚房雜排水	學校、機關、公共建築、餐館、俱樂部、工廠、綜合辦公大樓等設有餐飲空間、員工餐廳的專用廚房	設有油脂截留器並定期清理，同時將排水管確實接管至污水處理設施或污水下水道
專用浴室雜排水	運動設施、寄宿舍、醫院、療養院、俱樂部等建築物的專用浴室	排水管確實接管至污水處理設施或污水下水道

本指標規範為污水處理設施的輔佐工具，它是假定污水系統設施正常設計運轉下的輔助指標。然而有些建築物在設置污水處理設施後，荒廢其操作維護與管理，導致滋生蚊蠅蟑螂等昆蟲，放流水不合標準，這些雖未在本指標評估規範內；但假如有此情形時，則應取消本指標之獎勵。

(2) 垃圾指標合格條件：

本指標只針對基地內公共垃圾處理的空間景觀及衛生環境設計條件來評估，其垃圾處理措施的獎勵得分，必須符合下列條件始為合格。由於一般非社區型透天住宅的垃圾均依環保單位的垃圾車自行清運，並無公共垃圾集中場的衛生問題，因此對於一般非社區型透天住宅應可取消本指標的評估。

$$GI = \sum Gi \geq 10 \text{ 分} \text{-----} (7-1)$$

變數說明：

GI：垃圾處理指標（分）

Gi：垃圾處理措施獎勵得分（分）

「表 7-2」 垃圾處理獎勵得分 G_i

垃圾處理措施	獎勵得分 G_i
1. 設有充足垃圾處理運出空間並有綠化、美化或景觀化的專用垃圾集中場	$G_1=5$ 分
2. 具體執行資源垃圾分類回收系統並有執行成效者	$G_2=4$ 分
3. 設置冷藏、冷凍或壓縮等垃圾前置處理設施者	$G_3=4$ 分
4. 設置防止動物咬食的密閉式垃圾箱，並定期執行清洗及衛生消毒者	$G_4=2$ 分
5. 設有廚餘收集處理設施，並確實執行廚餘利用者	$G_5=2$ 分
6. 集合住宅大樓設有公共燒香燒金銀紙的空間及焚燒設備者	$G_6=2$ 分
7. 上述以外之垃圾處理環境改善規劃，經評估認定有效者，	$G_7=$ 認定值

7-4 如何達到合格標準？

爲了達成污水垃圾改善指標的基準要求，建築物的污水及垃圾設計應可遵照下列原則進行：

- (1) 污水垃圾改善指標大多爲與建築空間設備與營運管理有關的規定，業者只要從規劃階段開始稍加注意改善，即很容易達到合格要求。這些只要在設計施工階段稍加注意規劃，均是輕而易舉而可達成的方法，但是在建築完工後卻是難以改善的。因此既有舊建築物較難符合本指標的要求，新建築物只要遵照本指標設計，則很容易獲得本評估的獎勵。
- (2) 目前佔最大多數的住宅類建築，在浴廁、廚房的雜排水配管雖然均按照法令要求排入污水處理系統上，但是目前最大的癥結點，在於洗衣空間隨處設於陽台，而洗衣雜排水配管大多就近排入陽台雨水系統，並未確實導入污水系統。建築業者如能在設計施工階段，就預留好專用洗衣空間及專用洗衣排水孔，並確實督導水電設計及施工者將洗衣排水管接續至污水系統即合乎本污水指標的合格要求。
- (3) 對於住宅以外的其它建築物，現行污水系統設計大多僅注意廁所的污水排水是否連結至污水系統，許多附加於大建築機關內的餐飲咖啡廳、茶水廚房、更衣浴室、員工餐廳、專用洗衣部等生產大量雜排水的空間，常未能確實設置連結於污水系統的雜排水配管，因而造成了大量污染。因此在建築設計施工中，一定要確認所有專用廚房、洗衣、更衣浴室空間的雜排水配管系統是否確實導入污水系統，才能合乎本指標的要求。
- (4) 在垃圾處理指標上，最有利的條件在於預先留設有充足垃圾處理運出空間，並以景觀綠化美化的方法來設計專用垃圾集中場。其次是執行資源垃圾分類回收管理系統，或設置冷藏、冷凍或壓縮等垃圾前置處理設施者。
- (5) 垃圾處理指標只是針對公共垃圾集中場的評估，因此非社區型透天住宅應不必進行 G_i 指標的評估。

7-5 案例計算實例

(本指標計算另需附送指標計算書與相關圖說與證明文件，在此省略之)

設計概要：

- 1.基地位於台北之 500 戶新建集合住宅開發案，在下水道設施未完成建設連結地區，所有住戶的浴廁、廚房之污水配管均確認配管至自行設計的污水處理設施。
- 2.所有住戶單元設計之廚房外陽台上，設有洗衣專用空間，且洗衣機之排水管確認連結至污水系統。
- 3.社區庭園之一角設計有垃圾集中場專用空間，垃圾車可自由進出清理垃圾，集中場四周並以灌木及喬木巧妙隱蔽。
- 4.垃圾集中場設有垃圾密閉冷藏貨櫃，容納所有住戶數天垃圾量，其冷藏空間每一週由管理公司消毒清洗一次。

B.污水垃圾改善指標計算概要：

1. 由於其污水處理設施已遵照技術規則設置污水處理設施，同時所有浴廁、廚房、洗衣空間的污水雜排水均確認排至污水系統，故其污水指標合格。
2. 由於本案設有充足垃圾處理運出空間並有綠化的專用垃圾集中場故 G_1 得 5 分，同時其密閉式垃圾冷藏設施使 G_3 、 G_4 各得 4、2 分，垃圾處理指標 GI 總得分為 11 分（大於 10 分），故本案合乎垃圾指標之要求。

因此本案獲得「綠建築」污水垃圾改善指標之獎勵水準。

勘誤總表

頁	行	誤	正
7	右 24	包涵	包含
13	右 2	遠處透水面	遠處不透水面
17	5	抄習	抄襲
32	31	表 2	表 1-1
34	2	綠化指標公式及變數說明	見本勘誤表 p1
38	7	案例計算實例部分內容	見本勘誤表 p2
39	18	案例計算實例部分內容	見本勘誤表 p2
43	16	保水指標公式及變數說明	見本勘誤表 p3
46	25	案例計算實例部分內容	見本勘誤表 p2
53	36	國際水準	國際水準的節水型「綠建築」。
55	17	日常節能指標公式及變數說明	見本勘誤表 p4
56	36	指標相關規定與注意事項(4)	見本勘誤表 p5
57	10	指標相關規定與注意事項(5)	刪除
60	1	表 4-3	見本勘誤表 p5
61	1	案例計算實例內容	見本勘誤表 p5

P34 綠化指標公式及變數說明訂正如下

$$T CO_2 = \sum G_i \times A_i \times \alpha \quad \text{----- (1-1)}$$

$$T CO_2 > T CO_2 c = \underline{0.5 \times A' \times 600} \quad \text{----- (1-2)}$$

變數說明：

$T CO_2$ ：基地綠化之總 CO_2 固定量計算值[kg]

$T CO_2 c$ ：綠建築綠化總 CO_2 固定量基準值[kg]

G_i ：某植栽種類之單位面積 CO_2 固定量[kg/m²]，由表 1-1 查得

A_i ：某植栽種類之栽種面積[m²]，每棵大喬木以 9.0 m² 計，小喬木、疏葉形喬木、針葉木、大棕欖以 6.25 m² 計，但以上面積計算必須扣除空間重疊計算及建築物障礙之面積。灌木、花圃、草地以實際種植平面面積計算，蔓藤類以實際立體攀附面積計、其他則以實際密植平面面積計。

α ：生物多樣化優待係數，有些以原生植物，誘鳥誘蝶植物，耐污染植物等對生態有特殊貢獻的綠化設計。其優待係數必須由設計者提出理論說明後由委員會認定其效果值，其優待範圍原則上為 1.1~1.5。

A' ：最小綠地面積[m²]， $A' = A_0 \times (1-r)$ ，假如 $A' < 0.1 \times A_0$ ，則以 $A' = 0.1 \times A_0$ 計算之

A_0 ：基地面積[m²]

r ：基地法定建蔽率[--]

600(kg/m²)：單位綠地 CO_2 固定量基準

說明：

公式 1-1 中另增修正生物多樣化優待係數 α 。其理由乃在於綠化的目的不僅是對 CO_2 有固定的功效，許多以生物多樣化為綠化手法亦對於對生態環境有莫大助益。為避免本公式有遺珠之憾，故增加此一修正係數 α ，俾使綠化的評估公式能更趨完整。

公式 1-2 中對於綠地面積有最小值的限制。其理由乃在於部分基地若可達到 100% 建蔽率的建築條件，將造成經評估後無需任何綠地的結果。為了防止此種高度開發行為導致綠地面積的減少、生態環境的破壞，因此於綠地面積有最小值 $0.1 \times A_0$ 的限制，即建蔽率最多不得超過 90%，以表示不鼓勵基地 100% 建蔽率的開發。

P38 案例計算實例部分內容修正如下：

STEP 3 各區域依其計算方式加以累積計算

人行道及中庭的游泳池沿岸區域：

計有大喬木 23 棵，小喬木及疏葉喬木 8 棵，棕欖 3 棵，花園 30 m^2

故其 CO_2 固定量為

$$23 \times 808 \times 9 + 8 \times 536 \times 6.25 + 3 \times 410 \times 6.25 + 30 \times 16 = 202223.5(\text{kg})$$

中庭區域：

其全部植栽面積為 593 m^2 ，其中並有灌木面積 250 m^2 ，花園 220 m^2

故其 CO_2 固定量為

$$593 \times 808 + 250 \times 217 + 220 \times 16 = 536914(\text{kg})$$

故可得本基地綠化總 CO_2 固定量為

$$202223.5 + 536914 = 739137.5(\text{kg})$$

P39 案例計算實例部分內容修正如下：

STEP3 依其計算方式加以累積計算

計有大喬木 12 棵，小喬木及疏葉喬木 69 棵，棕欖 3 棵，地面灌木 120 m^2 ，花園 60 m^2 ，

屋頂花園灌木 200 m^2 ，花園 240 m^2

故可得本基地綠化總 CO_2 固定量為

$$12 \times 808 \times 9 + 69 \times 536 \times 6.25 + 3 \times 410 \times 6.25 + (120 + 200) \times 217 + (60 + 240) \times 16 \\ = 400341.5(\text{kg})$$

P46 案例計算實例部分內容修正如下：

.....

故可得本基地保水指標為

$$(708 + 275 + (50 \times 0.4 + 47 \times 0.4) \times 6 + 500 \times 0.5 \times 1.2) \div 2500 = 0.61$$

STEP3 求出本基地保水及格基準值並檢討是否及格

$$\text{本基地保水及格基準值} = 0.8 \times (1 - 50\%) = 0.4$$

$$\text{由上述計算得本基地保水指標} = 0.61 > 0.4$$

P43 保水指標公式及變數說明訂正如下

一般基地

$$\lambda = (Ab + Ac + 6.0 \times Vp + 1.2 \times Vg + \lambda e) / A \text{-----}(2-1)$$

山坡地基地

$$\lambda = (Ab + Ac) / A \text{-----}(2-2)$$

基準判別式

$$\lambda \geq \lambda c = 0.8(1-r) \text{-----}(2-3)$$

$$\text{且 } \lambda c \geq 0.08$$

變數說明：

A：基地總面積（m²）

Ab：開發後裸露土地面積（m²），其地下必須為無人造構造物。有地下室開挖的地面層綠地並非裸露土地，應併入 Vg 的花園計算。

Ac：透水鋪面面積（m²）

Vp：「景觀貯留滲透水池」或「貯留滲透空地」之體積（m³），如圖 2-2、2-3 所示

Vg：人工地盤花園土壤體積（m³），人工地盤花園包括屋頂、陽台及地下室上方之綠地花園，其體積為所有花園使用的土壤總體積。如圖 2-4 所示

r：法定建蔽率 r（-）

λe ：特殊透水設計相當透水面積（m²），指本指標列舉項目以外的特殊透水設計，如滲透管、滲透井、透水路面等，其透水功能必須由業者自行提出計算書以供認定採用，其單位必須換算成裸露地面的相當透水面積。假如無此設計時， λe 取 0.0 即可。

說明：

對於山坡地的保水性能，另增 2-2 的修正公式。其理由乃在於山坡地的保水設計手法必需要同時兼顧居住安全與生態環保的要素。在山坡地的保水設計中，為了回復基地原本的透水能力，應採用自然入滲的手法--也就是裸露地入滲及透水鋪面入滲兩種手法。至於人工輔助入滲及屋頂花園截留的手法因為容易造成地層的滑動崩塌，故在山坡地中不適合使用。

公式 2-3 中對於保水指標基準值 λc 有最小值的限制。其理由乃在於部分基地若可達到 100%建蔽率的建築條件，將造成經評估後無需任何保水設計手法的結果(基準值 $\lambda c=0$)。為了防止此種高度開發行為導致基地透水面積的減少、生態環境的破壞，因此對於基準值有最小值 0.08 的限制，即建蔽率最多不得超過 90%，以表示不鼓勵基地 100%建蔽率的開發。

P55 日常節能指標公式及變數說明訂正如下

$$\begin{aligned} EI &= \frac{(\text{外殼熱負荷比} \times \text{空調效率比} \times \text{空調照明比} \gamma + \text{照明效率})}{\times (1.0 - \text{再生能源比} \alpha - \text{能源管理節能效率} \beta)} \\ &= \frac{\{(EV / EVc) \times (AC / ACc) \times \gamma + (1 - 0.3U)\}}{\times (1.0 - \alpha - \beta)} \text{----- (4-1)} \end{aligned}$$

變數說明：

El：日常節能指標（-）

Elc：日常節能基準值（-）

EV：建築外殼耗能指標（kWh/（m²·yr）），如表 4-2 所示

EVc：建築外殼耗能基準（kWh/（m²·yr）），如表 4-2 所示

AC：空調效率指標（-），如表 4-2 所示

ACc：空調效率基準（-），如表 4-2 所示

γ：空調照明比，如表 4-1 所示

U：電子式安定器使用率（-），指採用電子式安定器的照明燈具之數量與建築物照明燈具總數量之比例。

α：太陽能、汽電共生、風力發電等再生能源佔總耗能源之比例（-），本數據必須由使用者自行提出計算書供認定後使用，無再生能源時 α 取 0.0。

β：能源管理節能效率（-），指採用自然晝光利用、照明監控、電力負載管理等能源監控管理系統所節約的能源佔總耗能源之比例，本數據必須由使用者自行提出計算書供認定後使用，無使用此設計時 β 取 0.0。

說明：

原公式 4-1 對於照明節能比之規定，礙於目前照明設備種類複雜，照明配電量難以事前預估與計算，原公式有執行上之困難，故加以簡化為計算燈具數量，並以電子式安定器使用率作為節能計算依據。至於若有採用其他特殊照明節能設計可由能源管理效率 β 加以評估計算並予以優惠，不在此做繁複之規定。

P56 原指標相關規定與注意事項訂正如下：

(4) 式 (4-1) 中照明器具採用電子式安定器之使用率 U ，在於提昇所有建築空間的照明用電效率。 U 值由建築物所有使用電子式安定器照明燈具的總數量，除上其總燈具數量即可求得。這 U 的計算作業只要照明設計規格表出爐時即可完成，但假如設計燈具與實際使用燈具有所變更時，必須以現場實際燈具來重新計算。

P60「表 4-3」 刪除

說明：

因公式 4-1 修正，無須計算 UPD，故本表刪除之

P61 案例計算實例修正如下：

(本指標計算另需附送建築外殼耗能計算書、空調效率計算書，指標計算書與相關圖說與文件，如有使用再生能源與其他能源管理技術並需檢附相關節能計算書，在此省略之)

計算實例：辦公大樓

STEP 1 建築基本資料：本大樓為地上 11 層建築，主要用途係供辦公廳使用，地下一層防空避難室兼地下停車場、台電受電室等，地下二層空調機械室及停車場等。

構造：鋼骨構造，PC 帷幕外牆。照明燈具 9 成採用電子式安定器。

地點：台北市

建築物高度 H ：40.4m

總樓地板面積：10480 m^2

STEP 2 分別計算其外殼熱負荷比、空調效率比、空調照明比與照明效率。

STEP 3 本棟建築物外殼耗能量 ENVLOAD 計算結果為 $57.90kWh/m^2-fl-area \cdot yr$ ，其外殼熱負荷比 EV/EV_c 為 $57.9 / 110 = 0.526$

STEP 4 本棟建築物空調效率指標 PACS 計算結果為 1.32，其空調效率比 AC/AC_c 為 $1.32 / 1.7 = 0.776$

STEP 5 查表 4-1 得辦公建築其空調照明比 $\gamma = 1.17$

STEP 6 照明設備 9 成採用電子式安定器故其 U 為 0.9。

STEP 7 檢討再生能源比 α 與能源管理節能效率 β ：本建築物未使用再生能源與其他特殊能源管理系統，故 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0$ 。

STEP 8 代入公式 4-1，計算其 $EI = (0.526 \times 0.776 \times 1.17) + (1 - 0.3 \times 0.9)$
 $= 1.208$

STEP 9 計算指標基準值 $EI_c = 0.64 \times 1.17 + 0.8 = 1.549$

STEP10 $EI < EI_c$ 故本建築合格！

國際標準書號預行編目資料

綠建築解說及評估手冊

/林憲德主編

內政部建築研究所，民88年

83面；26公分

參考書目：

ISBN 957-02-3795-3（平裝）

1. 建築工程 2. 能源 3. 環境保護

綠建築解說及評估手冊

出版者：內政部建築研究所

地址：台北市敦化南路二段333號13樓

電話：02-27362389

發行人：蕭江碧

監修：陳瑞鈴

主編：林憲德

執行編輯：林憲德、許茂雄、章裕民、鄭政利、羅時麒

美術編輯：張又升、林子平、郭柏巖

印刷：漢曜彩色印刷廣場有限公司

中華民國 88 年 5 月初版

中華民國 88 年 9 月再版

ISBN 957-02-3795-3 （平裝）

版權所有・翻印必究