

水與綠的對話-節水與綠建築 綠建築之雨水有效利用

內政部建築研究所 / 陳瑞鈴



一、前言

水資源的日益枯竭，已成為本世紀制約社會及經濟發展的世界性問題之一；聯合國近期發出的全球性缺水警報，預測到 2025 年除非更有效地使用淡水資源、控制河川及湖泊污染以及更有效利用淨化後的廢水，否則全世界將有三分之一的人口，會遭受中高度到高度缺水的壓力；而台灣雖屬多雨地區，平均年雨量高達 2,515 公釐，但由於降雨分佈不均、地形陡峭、及人口密度過高，在水資源的利用上並不如想像充裕，每人平均分配到的雨量極為有限，不僅低於世界平均水準的六分之一，亦是聯合國組織列名的缺水國之一。

水資源問題的解決，可概分為「開源與節流」二方向，目前國際上對於「節約用水」一辭並沒有統一的定義，較為普遍的是「Water Conservation」，但根據其定義來看，Water Conservation 包含了節約用水，卻又比節約用水更為廣泛。美國前總統卡特於 1978 年發佈其用水政策，他認為應包括：

1. 減少需水量
2. 提高用水效率，減少水的損失和浪費
3. 改進土地管理技術

1983 年雷根政府修正了此用水政策，提出了新的用水政策，這修正案與卡特所提出方案的不同處在於增加了第四條，其內容為「增加可供水量」，故上述用水政策除節水外，尚隱含著「雨水有效利用」的思維。因此廣義的節約用水除需滿足供水外，尚應包含如何使用相關設施，將水留住來健全水環境，即雨水有效利用。

每一建築都座落於流域當中，人們在當地所做的任何土地利用行為都會影響區域的水環境；任何建築物在完工後都自然而然地形成屋頂與不透水鋪面，每一不透水面都會使雨水偏離其自然路徑——土壤孔隙、天然植被及地下含水層，減少了雨水滋潤大地及被利用的機會，進而影響區域水環境變化。

為了緩和上述水環境變化，以資源永續利用為導向的「綠建築」乃是建築政策上最有效的對

策；本文將以建築物雨水有效利用為主題，首先就都市化對水環境之影響為啟端，討論水環境變化之因素，並介紹可增加雨水有效利用之「綠建築」，最後對本所戮力推行之「綠建築基地保水滲透貯集工法」做一簡介並介紹目前及未來研究方向。

二、都市化與水環境

臺閩地區至 2000 年底，總人口數為 2,227 萬 6,672 人，其中有 1,736 萬 9,407 人是居住在現有 446 處都市計畫區，46 萬 2,348 公頃土地內。人是都市的主體，故都市化最顯著的特徵即為都市人口的快速成長及集中，人口增加促進地區的發展。臺灣地區都市面積占臺灣地區土地面積之 12.4%，都市人口占臺灣地區總人口之 77.9%，即臺灣地區每百人當中，有 78 人居住在都市計畫區內，且居住在僅占 12%的土地內；這代表過多人口之集中消費，將造成局部資源的耗竭，且在都市化影響下可能造成更大範圍的水資源損耗。

都市化對水環境之影響的主要因素可歸納為：

1. 市區街道擴大化

地表不透水區域包括屋頂、街道、人行道、停車場等；在高度開發或都市化地區，地表逕流之增加量與不透水鋪面之多寡存在著比例的關係，不透水區域之增加將會減少雨水入滲至土壤之機會，結果不但減少地下水補注，同時造成洪峰流量、逕流體積增加量及河川基流量減少。

2. 生活水準及人口密度高度化

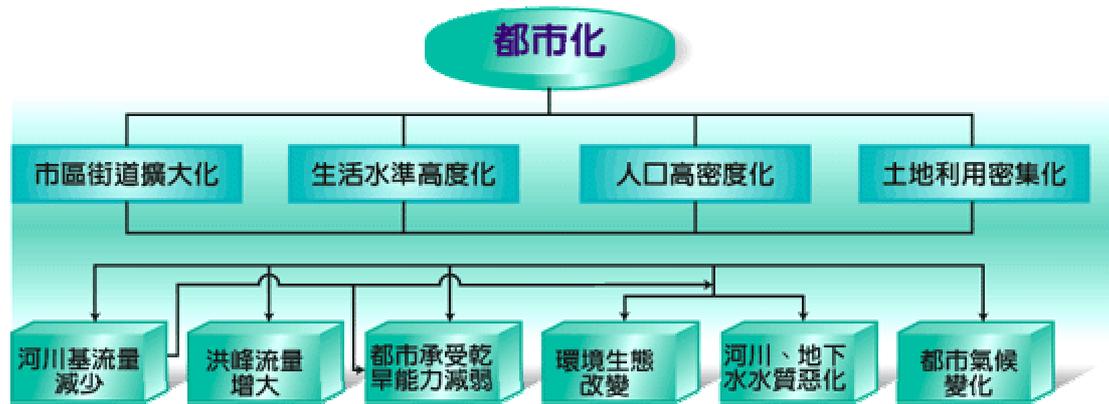
生活水準的提升及人口密度高度化造成經濟活動的頻繁，引致水需求量的增加；據統計台灣北部地區隨著人口的增加（平均增加率 1.24%），若以 1996 年為基準，2001、2006、2011、2016 及 2021 年之生活用水需增供水量為 1.10、1.61、1.93、2.30 及 2.66 億 m³，也就是說若不採取有效之開源或節流措施，至 2021 幾乎需增加一座石門水庫才可因應此水資源需求。

3. 土地利用密集化

土地利用密集化造成原有水面、綠地減少，導致都市區域之地表面含水量減少；而生活水準的提升及人口密度高度化造成都市民眾普遍使用空調設備、交通運輸設施及相關電器用品，使得人造熱源多且集中，都市熱源的累積使都市區域之氣溫往往比鄰近區域來得高，都市氣候為之改變。

上述的水文環境變化，皆肇因於逕流與入滲等降雨損失的比例改變所致，都市化效應與建築基地保水技術之關係可以下圖概示之：

►圖 1 都市化對水環境之影響



資料來源：廖朝軒，2002。

三、綠建築

為維持供水系統的永續性必須從無限制供水管理轉為需求面管理，而需求面管理可提倡在居住的地方即可免費且自由取得雨水，即雨水貯集利用；雨水貯集利用不僅能提供系統臨近地區的用水需求，且可用來截取暴雨所產生的逕流。

雨水貯集利用既可減輕現有供水系統負荷並分擔其風險，也可減輕區域排水負荷並促進區域水文循環，對於都市化之效應也有減輕的功效；所以雨水貯集利用可增加替代水源，提高水資源於社會（生活）、經濟（生產）乃至於環境（生態），即「三生」等方面的利用效率，避免因都市化或大型水資源開發工程而損壞現在及未來水文循環及生態系統完整性，此種水資源利用方式符合聯合國世界環境與發展委員會之永續發展定義—「滿足當代需要，同時不損及未來世代需要與滿足其發展」。

永續水資源管理已是當代世界水問題研究的重點之一，而雨水貯集利用可視為一種經濟、實用的永續水資源利用方式，可以產生巨大的環境和生態等效益，此種不消耗能源、無污染的水資源管理與利用技術是 21 世紀水資源永續經營的必然趨勢；而內政部為了配合永續發展政策，緩和都市建築環境的惡化，積極進行「綠建築」相關的研究。所謂「綠建築」可定義為：「生態、節能、減廢、健康的建築物」，並擬定九大評估指標作為評估建築物是否達到「生態、節能、減廢、健康」之依據，綠建築九大評估指標及其與地球環境之關係如表 1 所示。

▶表 1 綠建築評估指標系統與地球環境之關係

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

資料來源：內政部建築研究所，2003。

其中，水資源指標以開闢另類水資源（開源）與省水器具的使用（節流）作為舒緩水資源短缺的兩個主要方法；所謂開闢另類水資源，就是在建築物設計中導入雨水貯集利用系統。基地保水指標就是「基地涵養雨水並減少地表雨水逕流量之能力」，乃是一「生態水循環的都市防洪政策」；基地保水指標是計算社區在開發後，區域內的降水經過滲透、吸收及截流作用之後的總排水量，以進一步評估社區在開發後的保水能力，減少社區開發對環境的衝擊。

政府已明確揭示「水與綠建設」為一國家發展的重點計畫，這計畫正嘗試揭櫫國家發展典範與視野變動的訊息，也隱含了導正台灣社會價值方向的期待；而雨水貯集利用為綠建設的主要內涵之一，雨水資源的推廣與利用對於整個國家水資源利用，以及環保、節能的工作都有正面的貢獻與意義。

四、綠建築之雨水有效利用設施簡介及探討

綠建築基地保水指標及水資源指標所包含之雨水有效利用相關工法，主要可概分為「直接滲透設計」與「貯集利用設計」兩部分，其所包括之工法概如下列所示：

1. 直接滲透設計	2. 貯集利用設計
(1) 綠地、被覆地或草溝	(1) 人工地盤花園貯集
(2) 透水鋪面	(2) 地面貯集滲透
(3) 滲透排水管	(3) 地下礫石貯集滲透
(4) 滲透陰井	(4) 綠地公園地下雨水貯集利用
(5) 滲透側溝	(5) 建築物屋頂雨水貯集利用



上述建築基地保水技術在保水方式上有其差異性，直接滲透設計是完全利用土壤孔隙的毛細滲透原理，讓雨水「直接滲透」於基地上來達成土壤涵養水分的功能；而貯集利用設計則是設法讓雨水「暫時貯集」於基地上，然後加以循環利用或再滲透於基地；故上述之「建築基地保水技術」又可區分為「建築基地保水滲透技術」與「建築基地保水貯集技術」。

目前我國的綠建築政策對於「建築基地保水技術」係以理論假設計算為準，若干參數尚需時地實驗加以補強，及訂定設計規範，以利業界參考援用。且保水技術因不同技術而有相異之規劃設計程序，應該根據當地情況與現場試驗研究來訂定設計及施工標準，並應修改建築技術規則及法制化工作，以為政府落實永續城鄉建設之依據。

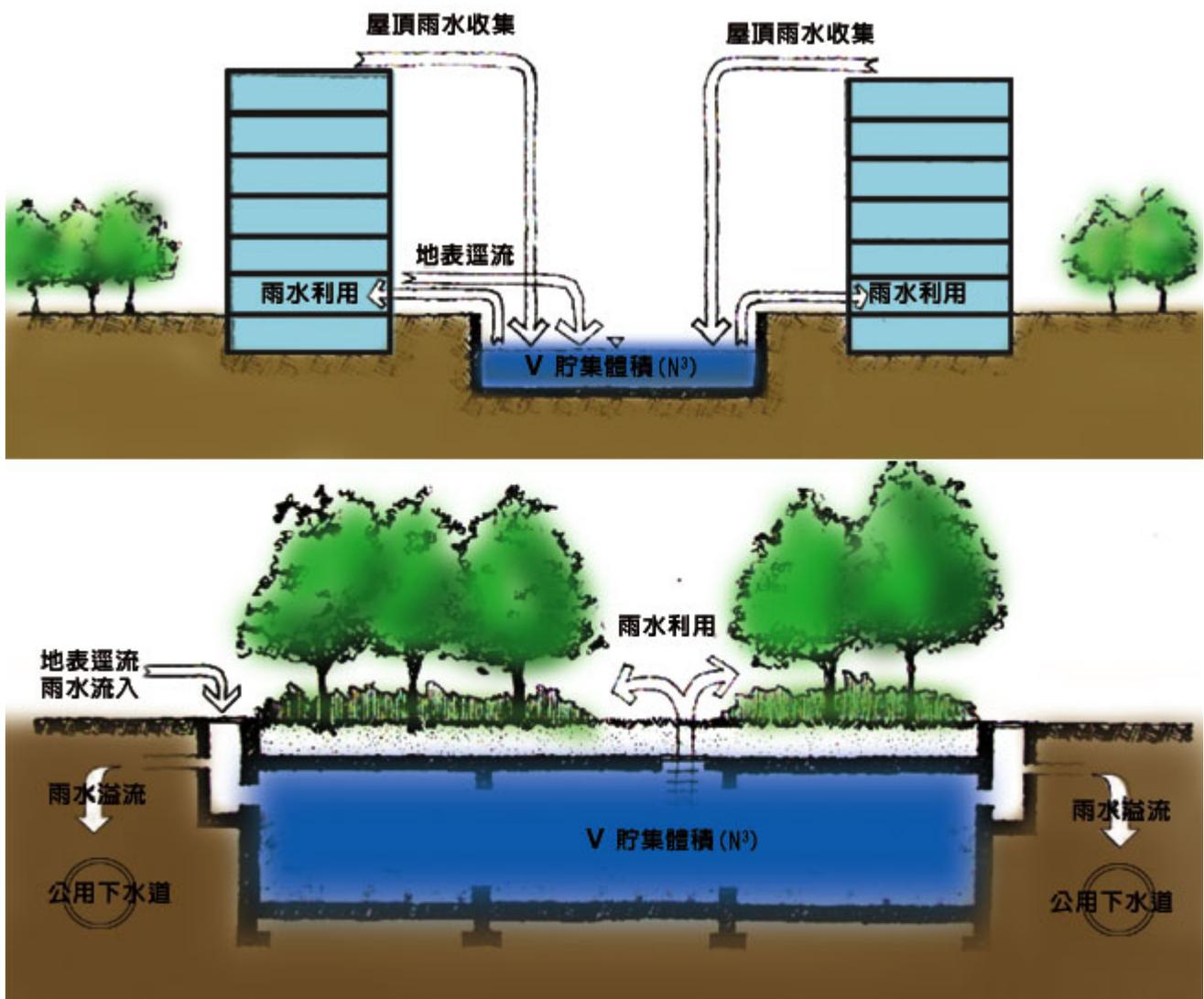
「建築基地保水滲透及貯集技術」各工法分別有其特性及適用性，設計方法也各異，然保水概念相似，且於建築基地規劃時卻又必須依現場狀況進行整體規劃，互相搭配使用（如圖 2 及圖 3 所示）。

►圖 2 基地保水滲透技術整體規劃配置示意圖

資料來源：內政部建築研究所 綠建築解說與評估手冊 2002

►圖 3 基地保水貯集技術整體規劃配置示意圖

▶圖 3 基地保水貯集技術整體規劃配置示意圖



資料來源：內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊，2003。

就技術層面來說，建築基地保水技術涉及層面廣泛，包含：建築、都計、土木及水利等相關學門；但目前對於保水貯集技術之研究，大多屬於個別工法之基礎性研究，未見完整跨領域之研究，故宜結合相關領域專家，將建築基地保水貯集技術融入其設計理念，且研究成果必須轉化成建築師或設計師能夠應用與參考之準則與推動依據，方能獲致實質應用之意義。

有鑑於此，內政部建築研究所目前結合建築、土木及水利相關學者及專家，積極進行「建築基地保水滲透及貯集技術設計規範與法制化之研究」，期能將建築基地保水滲透及貯集技術之設計、施工標準及維護管理予以標準化，並儘速研擬法制化之程序，以為各公、私相關部門推動、規劃及設置之依據。

「建築基地保水滲透及貯集技術設計規範與法制化之研究」為一跨領域之整合研究案，必須依靠整合型研究計畫，發揮參與研究人員各自的專長與經驗；因此根據上述之理念及預期目標，反餽擬定進行

之研究內容領域研究案之整合圖譜相關性如圖所示分別為：



「建築基地保水滲透及貯集技術設計規範與法制化」之研究，擬由其基本分析、理論建立、技術規範建立及法制化至最後落實於應用面逐步進行，故此整合研究案擬分四年度進行，各年度重點分述如后：

五、結論

內政部建築研究所推行綠建築政策以來，不但在學術及產業界蔚為風潮，更在政府部門激起熱烈迴響；而提出之「綠建築推動方案」亦獲得行政院大力支持，且明令由公有建築物率先執行綠建築設計，並鼓勵民間業界參與跟進，自然形成綠建築產業之市場機制與環境，以使我國建築政策邁入嶄新的紀元。

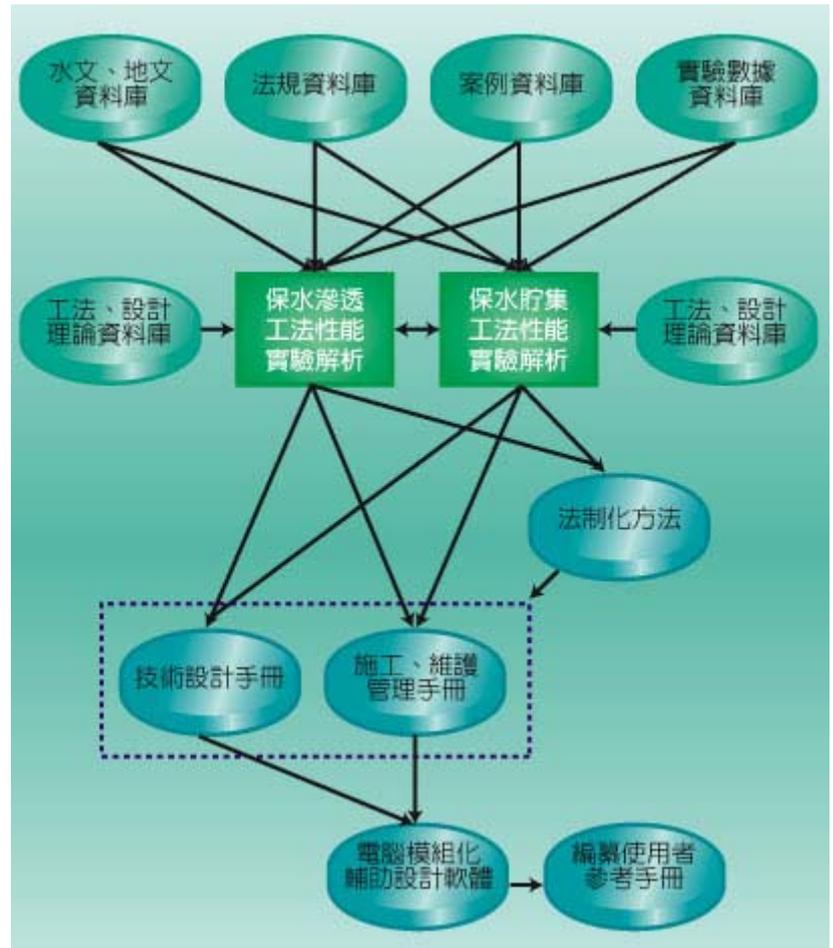
由於綠建築係屬跨領域之議題，在多年來的實務執行中，發現若干評估方法或有未盡周延之處，且各項指標之評定亦需配合相關法規之修訂，不斷地調整更新，才能符合實際需求；因此本所特組織若干專案研究計畫，持續進行綠建築之研究與理論方法之建立，「建築基地保水滲透及貯集技術設計規範與法制化之研究」

即為其中一例；目前各研究計畫皆獲致不錯之成效，相關成果將可使「綠建築」在學理上更加周延，在評估實務上也更具可行性；更期盼各界專家、學者繼續協助本所推動綠建築工作，進而達到提升生活環境品質，促進建築永續發展的目標。

參考文獻

1. 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊，2003。
2. 台灣雨水利用協會，雨水貯集與利用 永續環保之都市水資源因應措施《決策指南》，2002。
3. 行政院經濟建設委員會，「挑戰 2008：國家發展重點計畫全體研討會/會議資料」，2002。
4. 林憲德，城鄉生態，詹氏書局，1999。 5
5. 林憲德，現代人類的居住環境，胡氏圖書，1994。
6. 陳瑞鈴、林憲德、廖朝軒，都市生態貯留水循環技術之研究，內政部建築研究所，2002。

圖 4 計畫整合架構示意圖



7. 廖朝軒、蔡耀隆，「從健全都市水環境談雨水滯蓄措施之應用」，水資源管理學刊，4(2): 8~18，2002。