

綠建築節水設計須要更努力

# 綠建築的節水新指標 與雨水利用簡易評估法

國立台灣科技大學建築系教授兼系所主任

鄭政利



國內綠建築標章制度自從1999年啟動以來，背負著國家營建永續政策的重責大任，在地球環境課題的對應上，已經有相當的成效呈現出來。「綠建築解說與評估手冊」2003年更新的九大評估指標系統，將綠建築定義積極擴大為「生態、節能、減廢、健康的建築物」，主要著眼於國際環保新課題與實務推廣的層面，同時加入一些有益於生物多樣性與室內健康的環保因子，不但凸顯更周延的環保訴求，也深具更積極、更永續的時代意義。2005年「綠建築解說與評估手冊」再次更新，新版綠建築指標，配合定位綠建築合格作品之相對優劣水準，以及未來希望能推動鼓勵開發業者、建築設計者積極投入，提供專業酬金、容積率、財稅、融資等獎勵辦法，預定將採分級評估評分制度。

綠建築的「水資源指標」，就是建築物節

約用水的性能指標，也是提醒建築師用心規劃建築物內水資源利用設計之評估依據。我們的生活活動離不開用水的需求，用水設備的規劃也是建築設計不可或缺的一環。由於建築環境科技的進步，用水設備已大大提昇一般人生活的方便性與舒適性，相對地既有大量建築物不良的用水規劃卻在不知不覺中，嚴重地浪費寶貴的水資源。

雖然建築物的使用類型相當繁雜，用水器具設備也是種類繁多，一般建築物採用之用水器具以大、小便器以及各式水栓為主，針對這些器具設備透過各式節水器材的導入使用，在不影響生活機能需求下，有效善用水資源是本指標評估之意義所在。新版水資源指標仍然是重要之門檻指標之一，手冊對於之計算與合格判斷將依下式來進行：

$WI = a + b + c + d + e \quad 2.0 \text{ -----}(1)$ 其中：

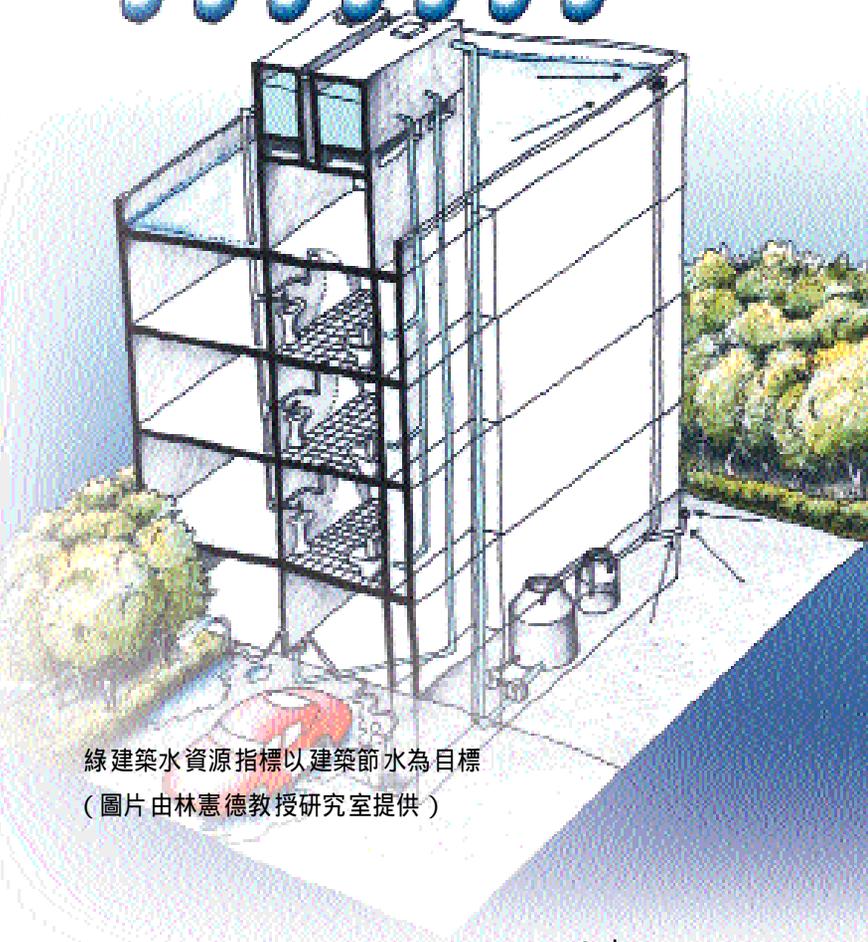
- WI：水資源指標總得分，無單位  
a：大便器省水器材得分，無單位  
b：小便器省水器材得分，無單位  
c：供公眾使用水栓省水器材得分，無單位  
d：雨中水設施得分，無單位

上式之合格判斷基準值2.0分，主要要求大便器、小便器以及各式水栓，全面採用最基本的省水器材即可達到基本得分2.0，最高總積分可達10分。此式之計算可根據手冊之附表來評分，建築物內部所使用的省水器材，必須依規定提出統計表以利查核。由於私人使用之水栓一般節水管制不易也較難評定其效益，因此指標僅針對供公眾使用之水栓為對象，要求全面裝置自動感應、自閉式水栓，或流量符合省水標章基準規格之省水配件或器材，如省水閥、節流器、起泡器等。若使用效果較好的自動感應水栓或自閉式水栓，則給以較高的評分。然而，對於旅館客房、住宅、宿舍、病房單元內之私人使用水栓，或拖布盆水栓或專供清潔用途之水栓，由於節水器材的採用會影響其使用機能，或實際無節水管制之效益，因此特別免予評估。除了依表列舉得不予評估之水栓外，對其他特殊用水器材，如能提出該項設備採用節水器材確實會影響其使用機能，或實際無節水效益者之說明者，亦得不予評估。

手冊也針對一些大量耗水的建築案例要求設置彌補措施，例如採用大量人工草皮、草花花圃之設計，或設置按摩浴缸、SPA、三溫暖、噴水池、戲水池、游泳池等大耗水設施，要求其設置節水澆灌系統、雨水貯集利用或中水利用設施等彌補措施(mitigation)。手冊附表所列大量耗水項目之彌補措施評

估，是依專家建議之開源及節流之方法，若符合設置彌補設施條件者，於綠建築申請時，必須提出該項彌補設施之設計圖面與計算說明書，以利查核。若同一申請案中有一項以上大耗水項目時，必須個別採取彌補措施以方能通過，若同時採用雨水或中水系統彌補者，其替代率或設施容量規模，必須依項目數量累算才能獲得及格。設置雨水或中水的再利用者，必須依簡易評估計算法，提出雨、中水之自來水替代率之設計計算書，同時必須提送自來水與雜用水分離之給水配管系統圖，以作為評審依據。

## 水資源



綠建築水資源指標以建築節水為目標  
(圖片由林憲德教授研究室提供)

綠建築水資源指標對於雨水、中水再利用設計則採取積極鼓勵導入利用為原則，也作為節水努力不足時評估上之彌補措施。

雨水利用設計中自來水替代率，是建築物規劃耗水項目彌補措施中最重要之評估之一，因此必須明示其標準計算法以利政策之推行。所謂自來水替代率 $R_c$ 就是雨水或中水之再生水量與總自來水使用量之比例。由於雨水貯集技術為較簡純、通用的水資源利用法，以下雨水利用簡易評估計算法係為有效推廣鼓勵政策推行而設計，其自來水替代率 $R_c$ 必須依公式(1)計算之，同時其雨水貯集槽設計容積 $V_s$ 必須合於公式(2)之判斷：

$$R_c = ( \text{自來水替代水量 } W_s ) \div ( \text{總用水量 } W_t ) \text{-----}(1)$$

$$V_s \geq N_s \times W_s \text{-----}(2)$$

其中，總用水量 $W_t$ 依表一及表二來計算，而自來水替代水量 $W_s$ 以下列日集雨量 $W_r$ 及雨水利用設計量 $W_d$ 之較小者為標準，亦即：

$$\text{日集雨量 } W_r = ( \text{日降雨量 } R \times \text{集雨面積 } A_r \times \text{日降雨概率 } P ) \text{---}(3)$$

$$\text{雨水利用設計量 } W_d = R_i \text{-----}(4)$$

當  $W_r \leq W_d$  時  $W_s = W_r$

當  $W_r > W_d$  時  $W_s = W_d$

其中

$R_c$ ：自來水替代率，無單位。

$W_s$ ：推估自來水替代水量（公升/日）。

$W_t$ ：建築物總用水量（公升/日），依表一及表二之標準計算，不在表列之建築物類型，根據建築實際設計的用水量需求計算之。

$V_s$ ：雨水貯集槽設計容積( $m^3$ )。

$N_s$ ：儲水天數，無單位，依該基地行政區所

在位置，由表四查出其降雨量代表點，再依表三查出該代表點之儲水天數。

$W_r$ ：日集雨量（公升/日）。

$R$ ：代表點日平均降雨量（mm/日），依該基地行政區所在位置，由表四查出其降雨量代表點，再依表三查出該代表點之近十年平均降雨量。

$P$ ：代表點日降雨概率，無單位，依該基地行政區所在位置，由表四查出其降雨量代表點，再依表三查出該代表點之近十年日降雨概率。

$A_r$ ：集雨面積( $m^2$ )，一般設計以屋頂面積計算，也可以納入基地地面集雨面積，但是必須有集雨管路系統及過濾處理設備設計。

$W_d$ ：雨水利用設計量（公升/日）

$R_i$ ：用途別雨水用水量（公升/日），由設計者依該建築物利用於廁所、清掃、植栽澆灌等用途項目之雨水用水量來累算其總雨水用水量，住宅類建築依據表一計算，其他類建築必須依據各項雨水用途合理設定 $R_i$ ，同時應有該用途之雨水供水系統圖說才能被認可。

其中

$R_c$ ：自來水替代率，無單位。

$W_s$ ：推估自來水替代水量（公升/日）。

$W_t$ ：建築物總用水量（公升/日），依表一及表二之標準計算，不在表列之建築物類型，根據建築實際設計的用水量需求計算之。

$V_s$ ：雨水貯集槽設計容積( $m^3$ )。

$N_s$ ：儲水天數，無單位，依該基地行政區所



木柵動物園雨水利用系統效益良好

表一 住宅類建築雨水用水量推估值（單位：公升/日）

用途別	用途別雨水用水量R <sub>i</sub>		雨水用水量最大量	
	廁所	清掃(含洗車)	植栽澆灌	合計
日平均總雨水用水量	60x使用人數	10x使用人數	10x使用人數	80x使用人數

表二 建築類別總用水量W<sub>t</sub>（公升）計算標準

建築類別	規模類型	單位面積用水量W <sub>f</sub> (公升/(m <sup>2</sup> ·日))	全棟建築總用水量W <sub>t</sub> (公升(日))
辦公類(註1)	一般專用	7	W <sub>t</sub> = W <sub>f</sub> x A <sub>f</sub>  其中，A <sub>f</sub> 為停車場、機械室、倉庫等空間 除外之總樓地板面積(m <sup>2</sup> )
	複合使用	9	
百貨商場類	有集中餐飲區設施	20	
	無集中餐飲區設施	10	
旅館類	都市商務旅館	15	
	一般複合型旅館	20	
	大型休閒渡假旅館	25	
醫院類	地方診所、療養院	15	
	綜合醫院	21	
	教學大型醫院	24	
學校建築	行政及教學大樓	10	
	其他	比照其他類	
宿舍類	—	10	
住宅類	—	—	W <sub>t</sub> = 250公升/(人·日) x 4.0(人/戶) x N <sub>f</sub> 其中，N <sub>f</sub> ：住宅總戶數(戶)，亦即統一 以每戶四人計算用水量。
其他類	—	—	視據建築實際用水量需求計算之

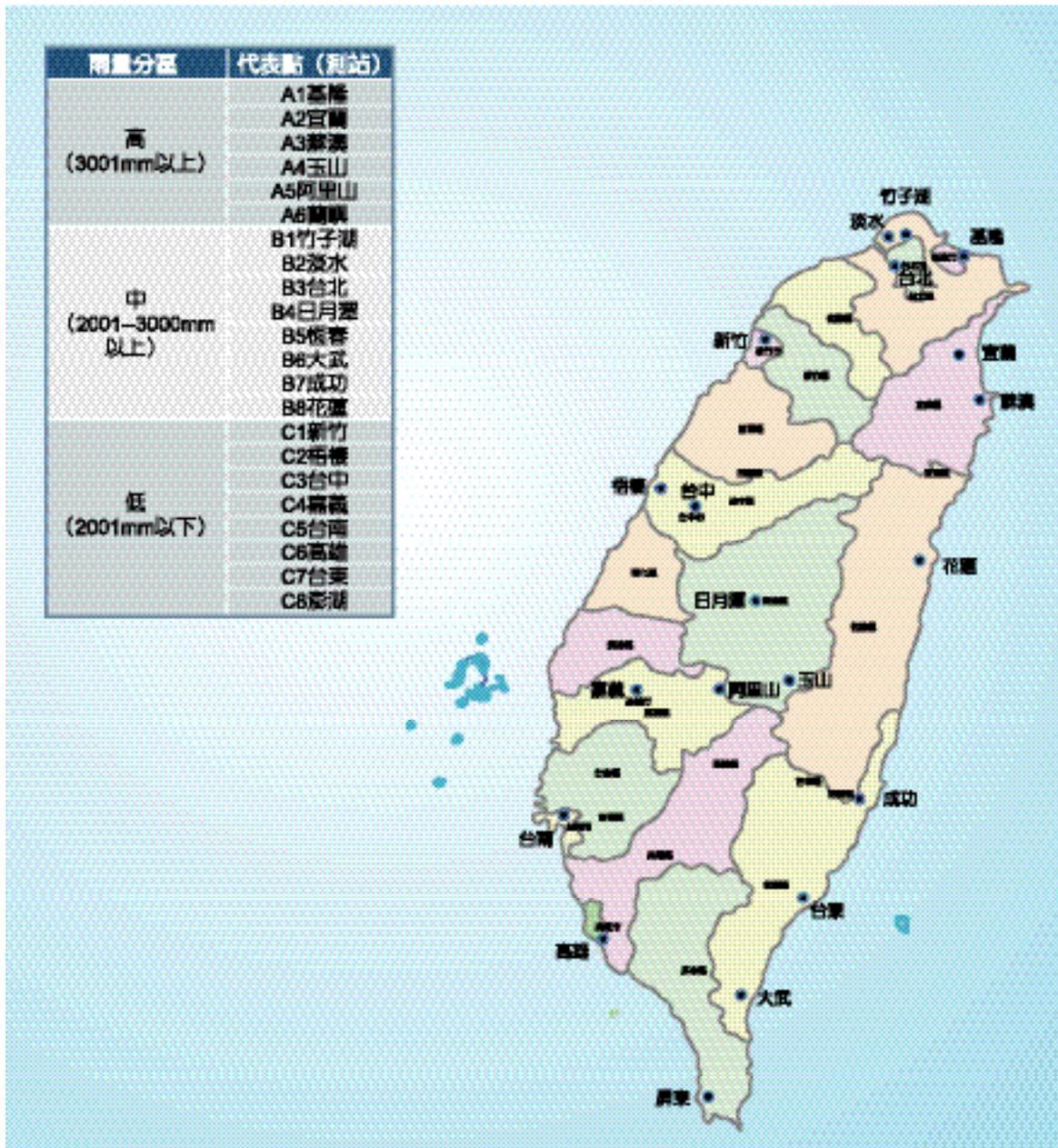
註1：辦公類建築物中有咖啡廳、廚房或容許範圍之其他使用時則屬複合使用類型。  
 註2：單位面積用水量W<sub>f</sub>資料主要參考日本空氣調和、衛生工學使覽第12版(1995.03)及  
 工研院節水服務團之部分調查資料(2002.02)補充修正而成。

表三 台灣各測站10年平均日降雨量、日降雨概率及儲水天數統計表（1991-2000年）

雨量分區	降雨統計項目	代表測站							
		基隆	宜蘭	蘇澳	玉山	阿里山	嘉義	—	—
高雨量	建築基地參考測站	基隆	宜蘭	蘇澳	玉山	阿里山	嘉義	—	—
	日平均雨量(mm/日)	10.16	7.84	12.96	7.57	9.83	8.45	—	—
	日降雨概率(-)	0.534	0.541	0.475	0.355	0.440	0.499	—	—
中雨量	儲水倍數N <sub>s</sub>	5.62	5.55	6.32	8.44	6.82	6.02	—	—
	建築基地參考測站	竹子湖	淡水	台北市	日月潭	恆春	大武	成功	花蓮
	日平均雨量(mm/日)	11.20	5.53	6.59	6.15	5.53	6.27	5.84	5.88
	日降雨概率(-)	0.450	0.339	0.483	0.427	0.296	0.299	0.331	0.400
低雨量	儲水倍數N <sub>s</sub>	6.66	8.84	6.48	7.02	10.12	10.02	9.06	7.49
	建築基地參考測站	新竹	梧棲	台中	嘉義	台南	高雄	台東	澎湖
	日平均雨量(mm/日)	4.37	3.39	4.45	4.68	4.67	5.06	4.95	2.42
	日降雨概率(-)	0.315	0.198	0.312	0.273	0.233	0.251	0.330	0.235
	儲水倍數N <sub>s</sub>	9.53	15.15	9.83	10.97	12.87	11.94	9.10	12.78

註：本表日平均雨量、日降雨概率數據由中央氣象局年各測站平均雨量及年平均降雨日數各除以365而得，申請基地若有更接近之測站資料者，尤其近山區地方之雨量與本表數據有相當差距，應該以當地資料以同法換算使用之。儲水天數N<sub>s</sub>則由3.0 ÷ 日降雨概率得之。

資料來源：中央氣象局



雨水利用計算用雨量分區圖

表四 高雨量行政分區與代表點一欄表

分區	地區	行政分區 (鄉鎮市)	代表點
高雨量區	基隆市	仁愛區、信義區、中正區、中山區、安樂區、暖暖區、七堵區	基隆
	臺北縣	萬里、金山、汐止、石碇、瑞芳、平溪、雙溪、貢寮、坪林	基隆
	宜蘭縣	宜蘭、頭城、礁溪、壯圍、員山、羅東、三星、五結、冬山	宜蘭
	宜蘭縣	蘇澳、南澳	蘇澳
	花蓮縣	秀林、萬榮、卓溪	蘇澳
	南投縣	仁愛、信義	玉山
	嘉義縣	阿里山	玉山
	高雄縣	六龜、桃源、三民、茂林	阿里山
	屏東縣	三地、霧臺、麟寮、泰武	阿里山
	台東縣	延平、海端	蘭嶼
台東縣	蘭嶼	蘭嶼	

表五 中雨量行政分區與代表點一欄表

分區	地區	行政分區 (鄉鎮市)	代表點	
中雨量區	臺北縣	板橋、深坑、新店、烏來、永和、中和、土城、三峽	竹子湖 淡水	
	臺北縣	三重、新莊、泰山、五股、八里、淡水、三芝、石門		
	台北市	中正區、大同區、中山區、松山區、大安區、萬華區、信義區、士林區、北投區、內湖區、南港區、文山區	台北市	
	宜蘭縣	大同		
	新竹縣	縣西、五峰、橫山、尖石		
	桃園縣	大溪、復興	日月潭	
	苗栗縣	泰安、卓蘭		
	臺中縣	太平、石岡、東勢、和平、新社		
	南投縣	中寮、國姓、埔里、名間、集集、水里、魚池、竹山、鹿谷		
	嘉義縣	番路、梅山、竹崎、中埔、大埔		
	雲林縣	古坑		
	臺南縣	玉井、楠西、南化、白河、東山		
	高雄縣	旗山、美濃、內門、杉林、甲仙		
	屏東縣	屏東、九如、里港、高樹、鹽埔、長治、麟洛、竹田、內埔、潮州、來義、萬巒、坂頂、新埤、南州、枋寮、春日、獅子、車城、牡丹、恆春、滿州、琉球、東沙、南沙		恆春
	台東縣	太麻里、金峰、大武、盛仁		大武
	台東縣	成功、長濱	成功	
	花蓮縣	豐濱、瑞穗、玉里、富里	花蓮	
	花蓮縣	花蓮、新城、吉安、壽豐、鳳林、光復		

表六 低雨量行政分區與代表點一欄表

分區	地區	行政分區 (鄉鎮市)	代表點
低雨量區	臺北縣	樹林、鶯歌、林口、蘆洲	新竹
	新竹市	新竹市	
	新竹縣	竹北、湖口、新豐、新埔、芎林、寶山、竹東、北埔、峨眉	梧棲
	桃園縣	中壢、平鎮、龍潭、楊梅、新屋、觀音、桃園、龜山、八德、大園、蘆竹	
	苗栗縣	竹南、頭份、三灣、南庄、獅潭、後龍、通霄、苑裡、苗栗、造橋、頭屋、公館、大湖、新豐、三義、西湖	
	臺中市	中區、東區、南區、西區、北區、北屯區、西屯區、南屯區	台中
	臺中縣	大里、霧峰、烏日、臺原、西里、潭子、大雅、神岡、大肚、沙鹿、龍井、梧棲、清水、大甲、外埔、大安	
	彰化縣	彰化、芬園、花壇、秀水、鹿港、福興、線西、和美、伸港、員林、社頭、永靖、埔心、溪湖、大村、埔鹽、田中、北斗、田尾、埤頭、溪州、竹塘、二林、大城、芳苑、二水	
	南投縣	南投、草屯	嘉義
	嘉義市	嘉義市	
	嘉義縣	水上、鹿草、太保、朴子、東石、六腳、新港、民雄、大林、溪口、義竹、布袋	
	雲林縣	斗南、大埤、虎尾、土庫、褒忠、東勢、臺西、南港、麥寮、斗六、林內、莿桐、西螺、二崙、北港、水林、口湖、四湖、元長	台南
	臺南市	中區、東區、南區、西區、北區、安平區、安南區	
	臺南縣	永康、歸仁、新化、左鎮、仁德、關廟、鹿崎、官田、麻豆、佳里、西港、七股、將軍、學甲、北門、新豐、後壁、六甲、下營、柳營、鹽水、善化、大內、山上、新市、安定	
	高雄市	新興區、前金區、苓雅區、鹽埕區、鼓山區、旗津區、前鎮區、三民區、楠梓區、小港區、左營區	高雄
	高雄縣	仁武、大社、岡山、路竹、阿蓮、田寮、燕巢、橋頭、梓官、彌陀、永安、湖內、鳳山、大寮、林園、鳥松、大樹、茄萣	
	屏東縣	萬丹、林邊、東港、佳冬、新園、枋山	台東
	台東縣	臺東、卑南、鹿野、關山、池上、東河、綠島	
	澎湖縣	馬公、西嶼、望安、七美、白沙、湖西	澎湖
	金門縣	金沙、金湖、金寧、金城、烈嶼、烏坵	
連江縣	南竿、北竿、莒光、東引		

關於以上諸式的意義及相關規定說明如下：

- (1) 建築物總用水量 $W_t$ 必須依照表一及表二之標準計算，亦即依據單位樓地板面積用水量 $W_f$ 與總樓地板面積 $A_f$ （停車場、機械室、倉庫等空間面積除外）來計算，不在表列之建築物類型（如體育館、博物館），則根據建築實際設計的用水量需求計算之。唯住宅類建築之用水量與樓地板面積關係不大，因此遂以每戶4人、每人每日用水量以250公升與住宅總戶數為基準來計算。
- (2) 自來水替代水量 $W_s$ 以日集雨量 $W_r$ 及雨水利用設計量 $W_d$ 之較小者為標準之理由，在於集雨量大於雨水利用設計量時，多餘之雨水資源也將流失而無法增加節水之效益；反之，集雨量不足時，將無法達成預期之雨水供應目標，因此取其小者作為評估之標準。
- (3) 雨水利用系統之雨水貯集槽設計容積將影響收集雨水量之利用效率，本評估法以自來水替代水量 $W_s$ 乘以儲水天數 $N_s$ 來作為雨水儲集槽設計容積之最低基準。 $N_s$ 之意義在於降雨頻率小的地區必須預留較大容量的雨水貯集槽以備較長的乾旱（例如嘉義必須有10.97日之容量），反之降雨頻率大的地區則只要較小的雨水貯集槽即能達到有效之雨水利用（如基隆只要5.62天容量）。

- (4) 由於雨水或中水只能用來作為非飲用的雜用水，計算值必須依實際再利用之用途替代水量計算，因此自來水替代率 $R_c$ 值不能大於該建築之雜用水比例，例如如表一所示，住宅建築之 $R_c$ 值不能高於再生水可取代部分32%。唯導入高度水質處理技術，使再生水能符合更廣泛之利用者，經專業證明及審查確認可行者，當然不在此限。
- (5) 本來更精確之日集雨量 $W_r$ 計算，應該根據整體雨水系統設計及當地降雨頻率條件之動態分析而定，本指標僅以代表點日降雨量、日降雨概率及儲水天數來簡化評估。所謂代表點，就是以圖1之雨量分區之代表氣象點來評估其雨水利用特性，本指標規定依該基地行政區所在位置，由表四 六查出其降雨量代表點，再依表三查出其相關數據來計算。此評估對於日降雨概率小的地區，可反應出集雨量與自來水替代率 $R_c$ 相對不佳的結果。
- (6) 本評估法只提供雨水利用之自來水替代率 $R_c$ 計算法，關於取自生活雜排水之中水利用技術當然也能計算其自來水替代率 $R_c$ 來評估，唯此部分之評估較為複雜，應該由專家設計並提出計算書來評估確認。

慈濟工程全面導入雨水利用系統