



圖1-1屋頂集水、地面集水、建壩集水等雨水貯留示意圖

壹、雨水貯留供水系統

一、雨水貯留供水系統概論

雨水貯留供水系統係將水文循環中的雨水以天然地形或人工方法予以截取貯存，主要是以屋頂、地面集流為主（如圖1-1所示）。本系統適用在農業灌溉上或做為工業及民生用水之替代性補充水源，一般大樓內之雨水收集及處理，使用之配管方式如圖1-2，其他用途諸如消防貯水與減低城市降雨洪峰負荷量等多目標用途的系統。



二、雨水貯留供水系統之設計原則

(一) 雨水貯留供水系統所包含之設施

一個完整的屋頂雨水貯留供水系統至少應包括下列幾個部份(如圖1-3)：

1. 集水區域(Catchment Area)：

隨著雨水貯留的型態不同而異，主要是以屋頂或地面為集流區域。

2. 導管系統(Gutter System)：

導管系統是指屋頂的排水管及其與貯水設施間之接水管等管線系統。

3. 初期雨水簡易處理系統(First-flush Disposal System)：

降雨初期的雨水通常較污濁，因此這部份的雨水必須予以排除或處理，此設備即是初期雨水處理系統。

4. 簡易過濾設施(Filter System)：

由濾網石英砂、褐煤、活性炭等項目機動組成，以過濾懸浮物質，此設備應定期清洗。

5. 貯水設施(Storage Tank)：

即貯存雨水的容器，其容量大小、材質以及設置方式都關係到雨水貯留供水系統之成敗。

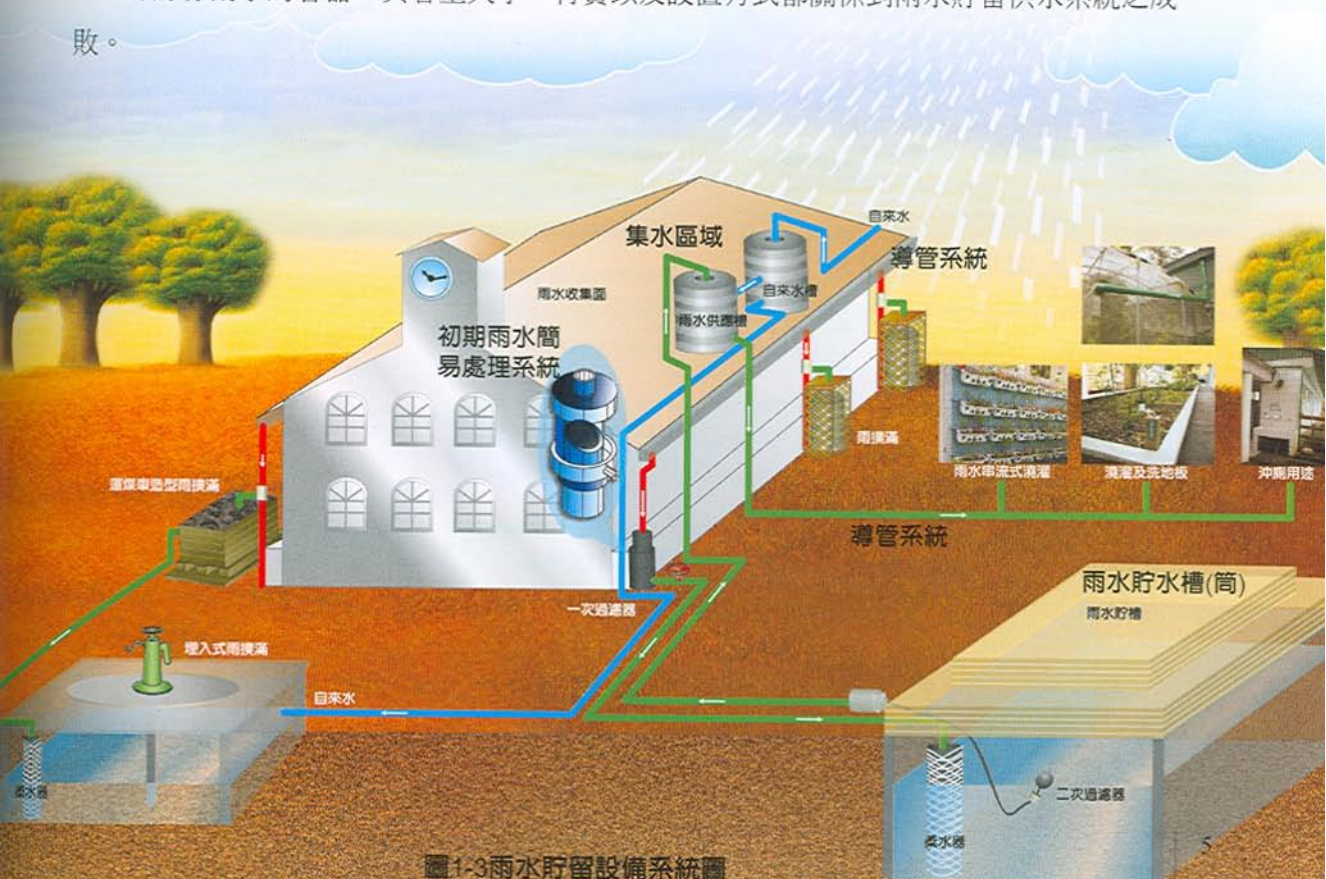


圖1-3 雨水貯留設備系統圖



(二) 雨水貯留供水系統之容量設計

在雨水貯留供水系統中，貯水設施容量與集水區域面積大小影響系統甚大，通常集水區域為建築物的一部份，受限於建築物的大小而無法改變，此時貯水設施變得極為重要，而入流量的多寡直接關係到貯水設施的設置容量，一般之雨水貯留系統設計步驟如圖1-4所示。

1. 入流量的決定

系統的入流量以下述公式進行計算。由於時雨量記錄較為繁瑣，建議以歷年降雨之日雨量記錄為資料進行計算，並表示如下：

$$Q_t = 1/1,000 \times C \times I_t \times A$$

式中， Q_t :t日逕流量（立方公尺/日）

C :效率係數

I_t :t日降雨量(公釐/日)

A :集水區面積(平方公尺)

2. 貯水槽（筒）容量估算方法

以日雨量記錄資料代入上式所得到的日入流量資料，再代入連續方程式來推估貯水槽（筒）容量：

$$Z_{t+1} = Z_t + Q_t - D_t - \Delta E_t - L_t, 0 \leq Z_t, Z_{t+1} \leq S$$

式中： Z_{t+1} :第t+1時刻的貯蓄量；

Z_t :第t時刻的貯蓄量；

Q_t :第t時刻的入流量；

D_t :第t時刻的放水量；

ΔE_t :第t時刻的蒸發損失；

L_t :第t時刻的其他損失；

S :貯水槽（筒）容量

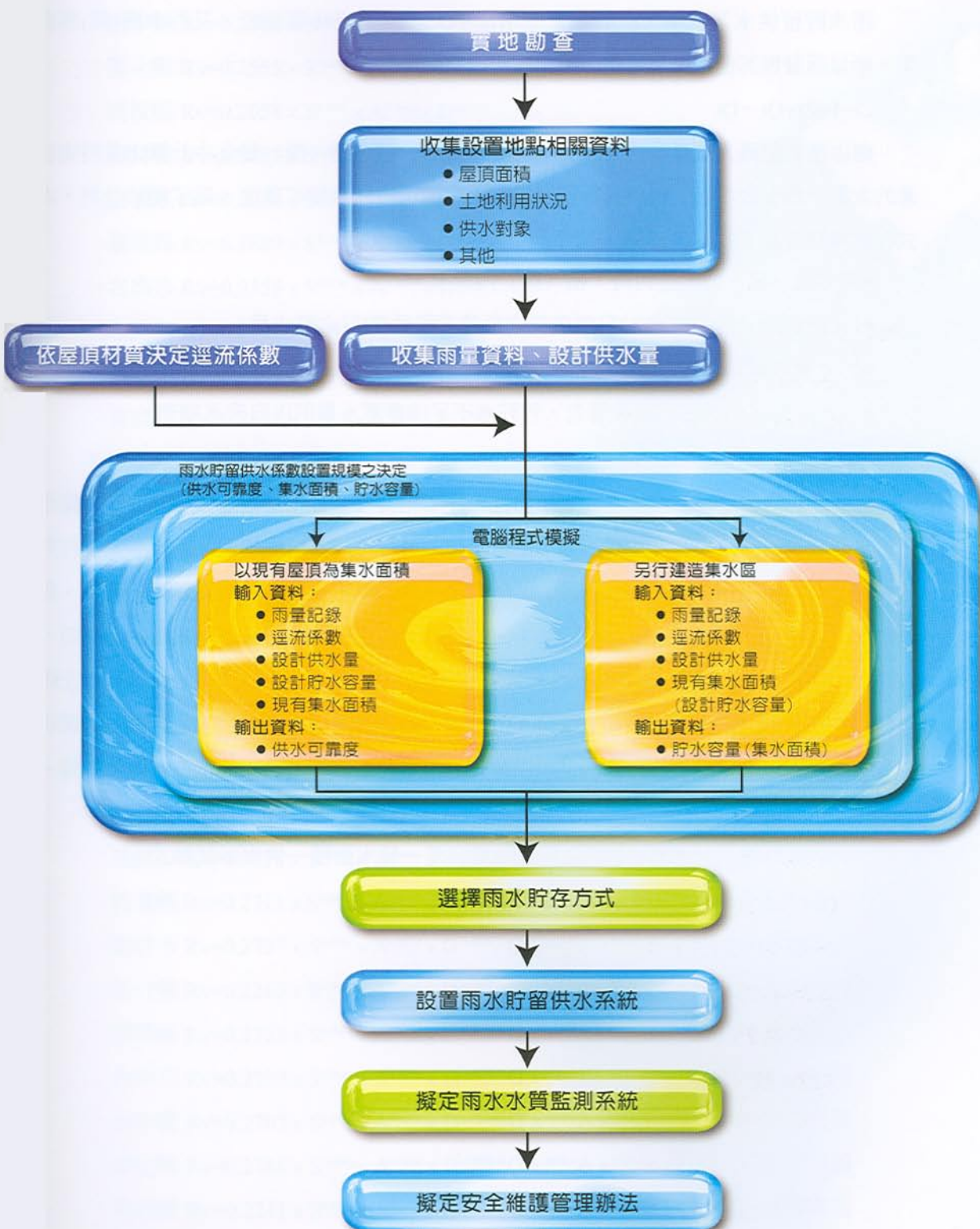


圖 1-4 屋頂雨水貯留供水系統規劃設計步驟流程



雨水貯留供水系統中，一般集水面積都不大，故集流時間極短，又貯水槽(筒)為密閉，所以蒸發與其他損失可忽略，故上式可改寫如下：

$$Z_{t+1} = Z_t + Q_t - D_t$$

藉由歷史記錄入流量的代入演算，可從一連串的貯水槽（筒）變化中計算出某特定容量的次數，即失敗次數，再將其除以總模擬次數即可得知系統可靠度，為了便於分析，本式在計算時有以下的假設條件：

- 貯水槽（筒）開始運轉時，槽（筒）內無水。
- t日供水為t-1日之貯水，t日所收集之雨量不能供應t日之需水量。
- 貯水槽（筒）內之水面蒸發不予考慮。
- 取水以貯水槽（筒）為最優先，若貯水不足供應需水量則由自來水補充。

上述計算方法簡單明瞭，考慮到季節性、序率相關性，各相關變量如時間間距、需水量等可很容易的依實際情況加以改變，更可清楚的看出系統運轉的情況，所以多為工程界所採用。工業技術研究院(1997)已經完成台灣地區台北縣、基隆市、桃園縣、新竹縣、新竹市、苗栗縣、台中縣、台中市(如圖1-5)、南投縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市、台南縣、台南市、高雄縣、屏東縣、台東縣、花蓮縣、宜蘭縣、澎湖縣等21縣市及台北市(如圖1-6)、高雄市(如圖1-7)雨水貯留供水系統貯留筒容量—集水面積供水率關係曲線圖表之擬定，可提以供各縣市政府作為未來推動裝設雨水貯留供水系統或各單位參考之依據。

台灣地區23縣市雨水貯留供水系統貯水槽容量—集水面積—供水率試算式

(1)降雨效率係數為0.75時

$$\text{台北市 } R_v = 0.3313 \times S^{0.0858} \times A^{0.8253} \times D^{-0.6873}$$

$$\text{台北縣 } R_v = 0.3257 \times S^{0.0617} \times A^{0.8321} \times D^{-0.6605}$$

$$\text{基隆市 } R_v = 0.3479 \times S^{0.0809} \times A^{0.8204} \times D^{-0.6617}$$

$$\text{桃園縣 } R_v = 0.2504 \times S^{0.0881} \times A^{0.8497} \times D^{-0.7496}$$

$$\text{新竹市 } R_v = 0.2530 \times S^{0.0711} \times A^{0.8320} \times D^{-0.6967}$$

$$\text{新竹縣 } R_v = 0.2091 \times S^{0.0835} \times A^{0.8248} \times D^{-0.7175}$$

$$\text{苗栗縣 } R_v = 0.2543 \times S^{0.0848} \times A^{0.8422} \times D^{-0.7321}$$

$$\text{台中市 } R_v = 0.2483 \times S^{0.0924} \times A^{0.8381} \times D^{-0.7389}$$



- 台中縣 $R_v=0.2484 \times S^{0.0919} \times A^{0.8375} \times D^{-0.7373}$
- 彰化縣 $R_v=0.2555 \times S^{0.0925} \times A^{0.8334} \times D^{-0.7380}$
- 南投縣 $R_v=0.2058 \times S^{0.1081} \times A^{0.8368} \times D^{-0.7637}$
- 雲林縣 $R_v=0.2785 \times S^{0.0832} \times A^{0.8358} \times D^{-0.7161}$
- 嘉義市 $R_v=0.2056 \times S^{0.1043} \times A^{0.8392} \times D^{-0.7633}$
- 嘉義縣 $R_v=0.1880 \times S^{0.1109} \times A^{0.8535} \times D^{-0.8102}$
- 台南市 $R_v=0.2358 \times S^{0.1019} \times A^{0.8277} \times D^{-0.7331}$
- 台南縣 $R_v=0.2358 \times S^{0.1019} \times A^{0.8277} \times D^{-0.7331}$
- 高雄市 $R_v=0.2093 \times S^{0.1178} \times A^{0.8199} \times D^{-0.7496}$
- 高雄縣 $R_v=0.2543 \times S^{0.1068} \times A^{0.8334} \times D^{-0.7560}$
- 屏東縣 $R_v=0.2814 \times S^{0.1017} \times A^{0.8081} \times D^{-0.7031}$
- 澎湖縣 $R_v=0.2684 \times S^{0.1763} \times A^{0.7281} \times D^{-0.8661}$
- 台東縣 $R_v=0.2263 \times S^{0.1214} \times A^{0.8051} \times D^{-0.7391}$
- 花蓮縣 $R_v=0.3150 \times S^{0.1011} \times A^{0.8308} \times D^{-0.7466}$
- 宜蘭縣 $R_v=0.2519 \times S^{0.1009} \times A^{0.8318} \times D^{-0.7527}$

(2)降雨效率係數為0.85時

- 台北市 $R_v=0.3631 \times S^{0.0884} \times A^{0.8141} \times D^{-0.6687}$
- 台北縣 $R_v=0.3541 \times S^{0.0638} \times A^{0.8229} \times D^{-0.6414}$
- 基隆市 $R_v=0.3771 \times S^{0.0829} \times A^{0.8096} \times D^{-0.6401}$
- 桃園縣 $R_v=0.2711 \times S^{0.0908} \times A^{0.8414} \times D^{-0.7317}$
- 新竹市 $R_v=0.2737 \times S^{0.0736} \times A^{0.8237} \times D^{-0.6783}$
- 新竹縣 $R_v=0.2260 \times S^{0.0858} \times A^{0.8163} \times D^{-0.6989}$
- 苗栗縣 $R_v=0.2763 \times S^{0.0867} \times A^{0.8332} \times D^{-0.7131}$
- 台中市 $R_v=0.2707 \times S^{0.0939} \times A^{0.8282} \times D^{-0.7191}$
- 台中縣 $R_v=0.2707 \times S^{0.0939} \times A^{0.8282} \times D^{-0.7191}$
- 彰化縣 $R_v=0.2786 \times S^{0.0941} \times A^{0.8246} \times D^{-0.7208}$
- 南投縣 $R_v=0.2241 \times S^{0.1109} \times A^{0.8277} \times D^{-0.7473}$
- 雲林縣 $R_v=0.3052 \times S^{0.0849} \times A^{0.8259} \times D^{-0.6981}$





$$\text{嘉義市 } R_v = 0.2238 \times S^{0.1074} \times A^{0.8304} \times D^{-0.7475}$$

$$\text{嘉義縣 } R_v = 0.2031 \times S^{0.1143} \times A^{0.8467} \times D^{-0.7960}$$

$$\text{台南市 } R_v = 0.2576 \times S^{0.1041} \times A^{0.8175} \times D^{-0.7154}$$

$$\text{台南縣 } R_v = 0.2576 \times S^{0.1041} \times A^{0.8175} \times D^{-0.7154}$$

$$\text{高雄市 } R_v = 0.2294 \times S^{0.1207} \times A^{0.8095} \times D^{-0.7341}$$

$$\text{高雄縣 } R_v = 0.2787 \times S^{0.1089} \times A^{0.8236} \times D^{-0.7397}$$

$$\text{屏東縣 } R_v = 0.3119 \times S^{0.1034} \times A^{0.7962} \times D^{-0.6866}$$

$$\text{澎湖縣 } R_v = 0.2753 \times S^{0.1765} \times A^{0.7332} \times D^{-0.8560}$$

$$\text{台東縣 } R_v = 0.2471 \times S^{0.1236} \times A^{0.7952} \times D^{-0.7229}$$

$$\text{花蓮縣 } R_v = 0.3506 \times S^{0.1027} \times A^{0.8188} \times D^{-0.7308}$$

$$\text{宜蘭縣 } R_v = 0.2760 \times S^{0.1026} \times A^{0.8225} \times D^{-0.7362}$$

(3) 降雨效率係數為0.95時

$$\text{台北市 } R_v = 0.3944 \times S^{0.0905} \times A^{0.8035} \times D^{-0.6516}$$

$$\text{台北縣 } R_v = 0.3804 \times S^{0.0653} \times A^{0.8143} \times D^{-0.6228}$$

$$\text{基隆市 } R_v = 0.4069 \times S^{0.0851} \times A^{0.7991} \times D^{-0.6213}$$

$$\text{桃園縣 } R_v = 0.2924 \times S^{0.0933} \times A^{0.8330} \times D^{-0.7161}$$

$$\text{新竹市 } R_v = 0.2948 \times S^{0.0759} \times A^{0.8154} \times D^{-0.6621}$$

$$\text{苗栗縣 } R_v = 0.2970 \times S^{0.0890} \times A^{0.8245} \times D^{-0.6975}$$

$$\text{台中市 } R_v = 0.2938 \times S^{0.0960} \times A^{0.8189} \times D^{-0.7039}$$

$$\text{台中縣 } R_v = 0.2938 \times S^{0.0960} \times A^{0.8189} \times D^{-0.7039}$$

$$\text{彰化縣 } R_v = 0.3020 \times S^{0.0957} \times A^{0.8159} \times D^{-0.7054}$$

$$\text{南投縣 } R_v = 0.2422 \times S^{0.1135} \times A^{0.8195} \times D^{-0.7337}$$

$$\text{雲林縣 } R_v = 0.3322 \times S^{0.0864} \times A^{0.8163} \times D^{-0.6819}$$

$$\text{嘉義市 } R_v = 0.2416 \times S^{0.1098} \times A^{0.8219} \times D^{-0.7325}$$

$$\text{嘉義縣 } R_v = 0.2180 \times S^{0.1173} \times A^{0.8400} \times D^{-0.7830}$$

$$\text{台南市 } R_v = 0.2809 \times S^{0.1067} \times A^{0.8074} \times D^{-0.7011}$$

$$\text{台南縣 } R_v = 0.2897 \times S^{0.1054} \times A^{0.8027} \times D^{-0.6983}$$

$$\text{高雄市 } R_v = 0.2496 \times S^{0.1231} \times A^{0.7995} \times D^{-0.7199}$$



$$\text{高雄縣 } R_v = 0.3043 \times S^{0.1113} \times A^{0.8140} \times D^{-0.7266}$$

$$\text{屏東縣 } R_v = 0.3425 \times S^{0.1048} \times A^{0.7849} \times D^{-0.6717}$$

$$\text{澎湖縣 } R_v = 0.2817 \times S^{0.1768} \times A^{0.7362} \times D^{-0.8448}$$

$$\text{台東縣 } R_v = 0.2683 \times S^{0.1257} \times A^{0.7855} \times D^{-0.7086}$$

$$\text{花蓮縣 } R_v = 0.3861 \times S^{0.1045} \times A^{0.8100} \times D^{-0.7210}$$

$$\text{宜蘭縣 } R_v = 0.3016 \times S^{0.1046} \times A^{0.8131} \times D^{-0.7228}$$

上述試算式：

$$R_v = C \times S^x \times A^y \times D^z$$

C、x、y、z：迴歸係數

R_v：供水可靠度

S：貯水槽容量(立方公尺)

A：集水面積(平方公尺)

D：日需水量(立方公尺/日)

備註：

- 上述試算式(效率係數0.75~0.95)適用於一般屋頂收集型雨水貯留供水系統使用。
- 所謂供水可靠度R_v(%)，指雨水總供水量與雜用水總需水量之比值。即雨水可提供雜用水總需水量的百分比(不足部份由其他水源替代，如自來水供應)。
$$R_v(\%) = \text{雨水實際總供水量} / \text{雜用水總需水量} \times 100\%$$
- 集水面積之估算，在屋頂收集型雨水貯留供水系統中，若為一般平頂型屋頂，則以雨水收集面為準；若為傾斜型屋頂，可以屋頂所投影的水平面積為準進行估算。
- 所謂日需水量，指每日需經由雨水貯槽供應之總和，可包括衛廁馬桶沖水量、澆灌花木水量、地板沖洗水量……，一般而言，每人每日衛廁馬桶沖水量在0.03~0.06(立方公尺/日)之間(平均約為0.035立方公尺/日)；澆灌花木或清洗地板水量則視實際情況而訂。





計算範例 (一)

已知：

1. 屋頂集水面積 100 平方公尺
2. 欲設置貯水槽容量 10 立方公尺
3. 每日衛廁沖水量 0.35 立方公尺 (假設每人每日 0.035 立方公尺，以 10 人計算)
4. 每日澆灌花木水量 0.02 立方公尺
5. 每日其他雜用水量 (清洗地板…) 0.08 立方公尺
6. 設置地點：台北市

→ 求供水可靠度 = ?

<解> 以效率係數 $C=0.75$ 為例，查台北市迴歸方程式為：

$$R_v = 0.3313 \times S^{0.0858} \times A^{0.8253} \times D^{-0.6873}$$

R_v ：供水可靠度 (%)

S ：貯水槽容量 (立方公尺)

A ：集水面積 (平方公尺)

D ：每日需水量 (立方公尺/日)

以 $S = 10$ (立方公尺)

$A = 100$ (平方公尺)

$D =$ 每日衛廁沖水量 + 每日澆灌花木水量 + 每日其他雜用水量

$$= 0.35 + 0.02 + 0.08$$

$$= 0.45 \text{ (立方公尺/日)}$$

代入上式

$$\text{得供水可靠度}(\%) = 0.3313 \times 10^{0.0858} \times 100^{0.8253} \times 0.45^{-0.6873}$$

$$= 31.26 (\%)$$

計算範例 (二)

已知：

與上述已知條件相同。

→ 求達到 40% 供水可靠度，需設置多少立方公尺的貯水槽？

<解> 同樣代入上述迴歸式 <圖片>

$$R_v = 0.3313 \times S^{0.0858} \times A^{0.8253} \times D^{-0.6873}$$



$$\rightarrow 40 = 0.3313 \times S^{0.0858} \times 100^{0.8253} \times 0.45^{-0.6873}$$

$$\rightarrow S \approx 177 \text{ (立方公尺)}$$

- 故需設置 177 立方公尺的貯水槽，才可滿足上述假設條件。其餘60%供水量，可藉由自來水或其他替代水源來加以聯合應用。

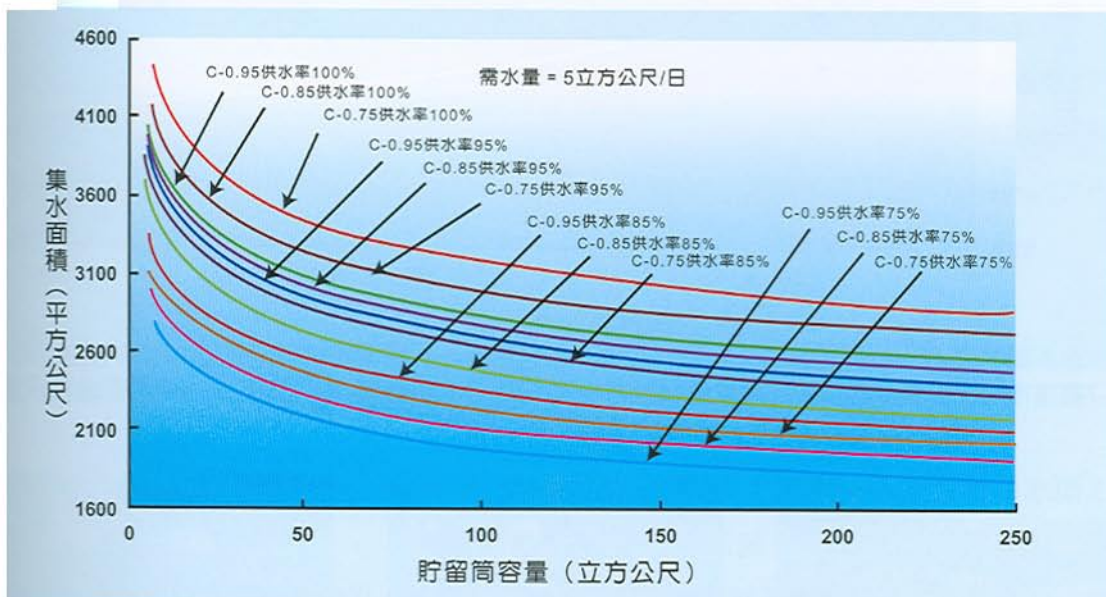


圖1-5台中市雨水貯留供水系統在需求量=5立方公尺/日時貯水槽容量-集水面積-供水率關係曲線示意圖

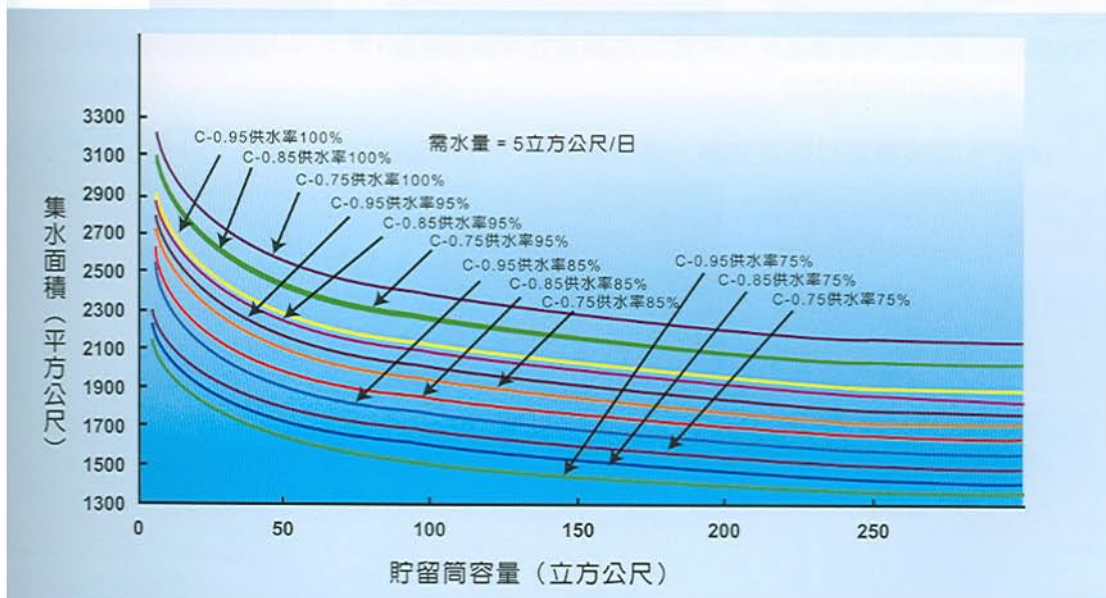


圖1-6台北市雨水貯留供水系統在需求量=5立方公尺/日時貯水槽容量-集水面積-供水率關係曲線示意圖

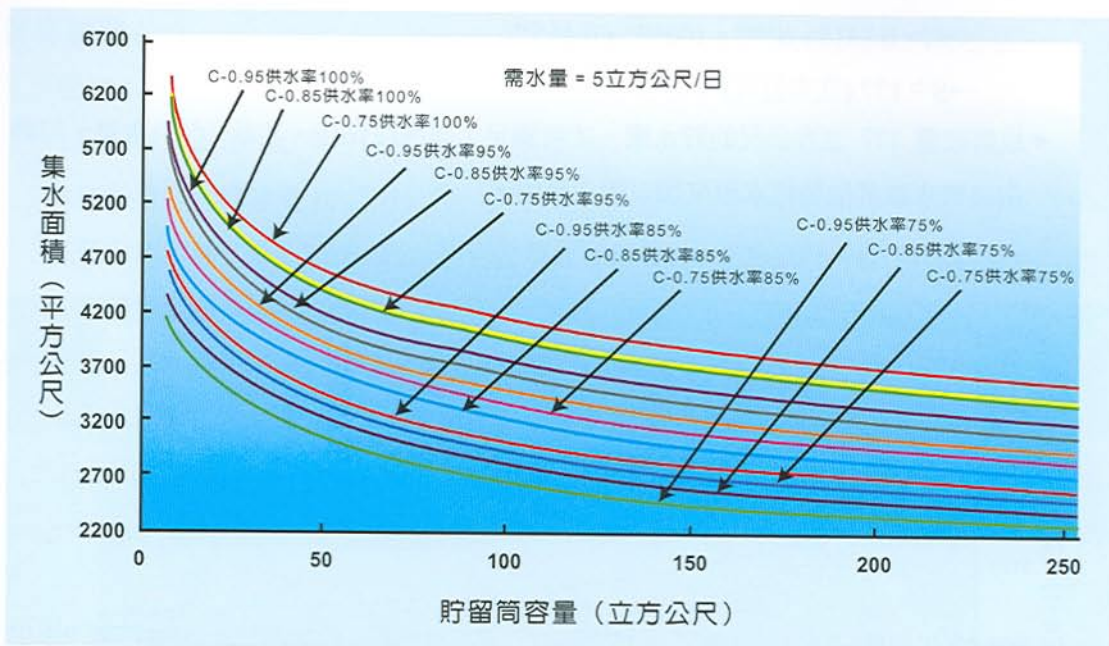


圖1-7高雄市雨水貯留供水系統在需求量=5立方公尺/日時貯水槽容量-集水面積-供水率關係曲線示意圖

3. 雨水貯留供水系統維護與管理

- (1) 屋頂雨水貯留供水系統需注意屋頂的防滲漏處理。
- (2) 屋頂雨水貯留供水系統之屋頂集水區應定期清理，以免雜物阻塞管線造成系統損壞。
- (3) 爲了避免水壓過大及易於使用，設計時應注意貯水槽不可太高且其高度需低於集水區域。
- (4) 貯水筒須覆蓋以防止灰塵、蟲等雜物進入且覆蓋需牢固，溢流管、放流管應有適當的掩蔽防止雜物進入。



三、雨水貯留供水系統設置實例介紹

(一) 機關類

1. 台北市立動物園雨水貯留供水系統

施工期間：89年2月至89年12月

啓用日期：89年8月起陸續完成啓用

本項雨水利用系統係利用動物園藝品部(收集面積200平方公尺)、行政大樓(2,000平方公尺)、溫帶動物區(集水區3公頃)、青少年體能鍛鍊場(集水區6公頃)等區域設置雨水利用系統，雨水貯槽容量達800立方公尺，收集之雨水作為沖廁、澆灌、動物池補充水、動物欄舍清洗之替代水源。平均每個月近20,000立方公尺以上的收集供應量，亦為目前北台灣雨水利用成效最佳案例之一。

雨水處理程序：屋頂或地面雨水匯流→進流渠道→整流→篩濾→傾斜管沉澱→過濾(不織布管或碎石或濾網)→雨水貯水槽



行政大樓雨水貯留系統
(150立方公尺)



藝品區雨水貯留系統(50立方公尺)



溫帶動物區地面逕流雨水貯留系統(250立方公尺)



雨水補注河馬池



廁所雨水沖廁管路



地面雨水逕流處理渠(系統)