

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

內政部建築研究所協同研究報告

106

年度

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 106 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

計畫編號：10615B0007

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

研究主持人：鄭元良

協同主持人：廖朝軒

研究員：蔡欣遠

研究助理：黃偉民、江育銓

研究期程：中華民國 106 年 3 月至 106 年 12 月

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 106 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

目次	.....	I
表次	.....	III
圖次	.....	V
摘要	.....	XI
第一章 緒論	.....	1
第一節 研究緣起與背景	.....	1
第二節 研究方法與步驟	.....	3
第二章 文獻蒐集與分析探討	.....	9
第一節 國外雨水貯留利用系統推動	.....	9
第二節 國內雨水貯留設施相關法規與技術規範	...	10
第三節 國內雨水貯留利用系統相關研究	.....	15
第四節 雨水貯留利用系統基本組成	.....	18
第三章 雨水貯留利用系統模組架構探討及分類	.....	25
第一節 蒐集彙整國內雨水貯留利用相關模組（包括設施規格、標準、規範、限制等資訊）	.....	25
第二節 蒐集國外雨水貯留利用相關模組（包括施作規範、設施限制等資訊）	.....	57
第三節 國內發展現狀及現有案例的設計缺失探討	.....	66
第四節 小結	.....	70
第四章 雨水貯留系統之主要設施相關產品整合及分析	..	75
第一節 雨水貯留利用模組化型式分類	.....	75

第二節	產品調查表格製作	81
第三節	模組型式與產品基本資料的建立，以及產品標準規格之擬定（包括模組內產品功能、尺寸、外觀標準圖示及用料等資訊）	87
第四節	分析在國內適用或推廣之可能性及適用性	117
第五章	雨水貯留利用系統模組化設計與探討	121
第一節	集水設施模組化設計	121
第二節	輸水設施模組化設計	122
第三節	貯水設施之國內常用容量計算方法比較	128
第六章	雨水貯留利用系統模組化及經濟性分析	139
第一節	雨水貯留利用系統模組建立構想	139
第二節	雨水貯留系統模組設計成果	139
第三節	單位設置之經濟性分析	167
第四節	雨水貯留利用系統維護與管理	174
第七章	結論與建議	177
第一節	結論	177
第二節	建議	179
附錄一	會議記錄	183
參考書目	.....	205

表 次

表 2-1	部分國外雨水資源管理體系	9
表 2-2	現行雨水貯留利用設施之相關法規與技術規範	11
表 2-3	建築物雨水貯留利用之水質建議值	13
表 2-4	建築物生活污水回收再利用之水質建議值	14
表 2-5	各類管材料相對特性一覽表	21
表 2-6	各類淨水設施之組成設備一覽表	22
表 3-1	老舊校舍整建工程給排水管徑及厚度對照表	42
表 4-1	集水設施產品調查表	81
表 4-2	輸水設施產品調查表	82
表 4-3	貯水設施產品調查表	83
表 4-4	淨水設施產品調查表	84
表 4-5	動力設施產品調查表	85
表 4-6	自動監測設施產品調查表	86
表 5-1	不同表面之降雨逕流係數	122
表 5-2	天溝建議型式整理表	124
表 5-3	立管管徑與最大容許屋頂面積建議表	126
表 5-4	橫管管徑與最大容許屋頂面積建議表	127

表 5-5	不同建築類別總用水量計算表	129
表 6-1	建築物雨水貯集設施檢查及維護注意事項表	175
表 6-2	維護項目、費用及頻率概估表	176

圖次

圖 1-1 產品外觀示意及配置圖	6
圖 1-2 研究流程圖	7
圖 1-3 研究進度甘地圖	8
圖 2-1 雨水貯留利用系統圖	20
圖 2-2 不同屋頂型式	20
圖 2-3 取水口(落水頭)產品	20
圖 2-4 各類管材產品	21
圖 2-5 初期雨水排除/分流設施及過濾設備	23
圖 2-6 貯水槽的設置位置之分類	23
圖 2-7 貯水設施產品	24
圖 2-8 馬達相關產品	24
圖 3-1 國立臺灣海洋大學雨水貯留利用於雨水公園景觀設計圖	26
圖 3-2 國立臺灣海洋大學雨水貯留利用於沖廁用水設計圖	27
圖 3-3 國立臺灣海洋大學落水頭保持原有洩水坡度(左)四周加高設計(右)	28

圖 3-4 既有落水管線接管雨水收集示意圖.....	28
圖 3-5 銑孔新設 HDPE 明管示意圖	29
圖 3-6 沖廁供水之管線示意圖	29
圖 3-7 雨水公園景觀設計貯水設施示意圖.....	30
圖 3-8 雨水貯留利用系統於沖廁用水設計貯水設施示意圖	30
圖 3-9 雨水貯留利用系統於沖廁用水設計淨水設施流程圖	31
圖 3-10 新建校舍排水新建工程雨水貯留利用系統工程規劃 圖	33
圖 3-11 平頭落水頭示意圖	34
圖 3-12 高腳式落水頭示意圖	34
圖 3-13 新建校舍排水新建工程淨水設施系統流程圖	36
圖 3-14 新建校舍排水新建工程雨水貯留利用系統筏基平面 圖	38
圖 3-15 老舊校舍整建工程雨水貯留利用系統工程規劃圖	41
圖 3-16 建築更新計畫工程雨水貯留利用系統工程規劃圖	47
圖 3-17 建築更新計畫工程淨水設施流程圖.....	48
圖 3-18 建築更新計畫工程淨水設施設計示意圖.....	48

圖 3-19 群創光電(股)公司 T2 廠雨水貯留利用系統流程圖	51
圖 3-20 活水泉國際股份有限公司雨水貯留利用系統流程圖	53
圖 3-21 A 型前置式雨水回收過濾器示意圖	53
圖 3-22 拓霖企業股份有限公司地上型雨水貯留利用系統 流程圖	55
圖 3-23 拓霖企業股份有限公司地下型雨水貯留利用系統 流程圖	55
圖 3-24 拓霖企業股份有限公司筏基式雨水貯留利用系統 流程圖	55
圖 3-25 三泰環境工程雨水貯留利用系統流程圖	56
圖 3-26 雨水貯留利用系統流程圖(Abbasi and Abbasi, 2011)	58
圖 3-27 雨水貯留利用系統流程圖(Adler et al., 2011).....	59
圖 3-28 雨水貯留利用系統流程圖(Jordan et al., 2008)....	59
圖 3-29 雨水貯留利用系統流程圖#1	60
圖 4-1 第一類-地面型貯水設施暨屋頂調蓄供水	76
圖 4-2 第二類-地下(筏基)型貯水設施暨屋頂調蓄供水	77
圖 4-3 第三類-地面型貯水設施暨幫浦直接供水	78

圖 4-4 第四類-地下(筏基)型貯水設施暨幫浦直接供水.....	79
圖 4-5 第四類-屋頂貯水設施暨調蓄供水	80
圖 5-1 雨水貯集系統模式流程圖	133
圖 5-2 設計容量曲線通過點 $(x, f(x))$ 之割線.....	134
圖 5-3 設計容量曲線逐漸接近切線之割線.....	135
圖 5-4 儲存容量(S)與雨水供給(Y)之關係圖	136
圖 6-1 雨水貯留利用系統模組設計流程圖.....	139
圖 6-2 基本型-植栽綠化用水 Type I 系統示意圖.....	140
圖 6-3 基本型-植栽綠化用水 Type I 系統流程圖.....	141
圖 6-4 基本型-植栽綠化用水 Type II 系統示意圖	142
圖 6-5 基本型-植栽綠化用水 Type II 系統流程圖	142
圖 6-6 基本型-植栽綠化用水 Type III 系統示意圖	143
圖 6-7 基本型-植栽綠化用水 Type III 系統流程圖	143
圖 6-8 基本型-植栽綠化用水 Type IV 系統示意圖.....	144
圖 6-8 基本型-植栽綠化用水 Type IV 系統流程圖.....	145
圖 6-10 基本型-沖廁或其他用水 Type I 系統示意圖.....	146
圖 6-11 基本型-沖廁或其他用水 Type I 系統流程圖	146
圖 6-12 基本型-沖廁或其他用水 Type II 系統示意圖	147
圖 6-13 基本型-沖廁或其他用水 Type II 系統流程圖	148

圖 6-14 基本型-沖廁或其他用水 Type III 系統示意圖..... 149

圖 6-15 基本型-沖廁或其他用水 Type III 系統流程圖..... 149

圖 6-16 基本型-沖廁或其他用水 Type IV 系統示意圖..... 150

圖 6-17 基本型-沖廁或其他用水 Type IV 系統流程圖..... 151

圖 6-18 標準型-植栽綠化用水 Type I 系統示意圖..... 152

圖 6-19 標準型-植栽綠化用水 Type I 系統流程圖..... 152

圖 6-20 標準型-植栽綠化用水 Type II 系統示意圖..... 153

圖 6-21 標準型-植栽綠化用水 Type II 系統流程圖..... 154

圖 6-22 標準型-植栽綠化用水 Type III 系統示意圖..... 155

圖 6-23 標準型-植栽綠化用水 Type III 系統流程圖..... 155

圖 6-24 標準型-植栽綠化用水 Type IV 系統示意圖..... 156

圖 6-25 標準型-植栽綠化用水 Type IV 系統流程圖..... 157

圖 6-26 標準型-沖廁及其他用水 Type I 系統示意圖..... 158

圖 6-27 標準型-沖廁及其他用水 Type I 系統流程圖..... 158

圖 6-28 標準型-沖廁及其他用水 Type II 系統示意圖..... 159

圖 6-29 標準型-沖廁及其他用水 Type II 系統流程圖..... 160

圖 6-30 標準型-沖廁及其他用水 Type III 系統示意圖..... 161

圖 6-31 標準型-沖廁及其他用水 Type III 系統流程圖..... 161

圖 6-32 標準型-沖廁及其他用水 Type IV 系統示意圖..... 162

圖 6-33 標準型-沖廁及其他用水 Type IV 系統流程圖	163
圖 6-34 智慧型 Type I 系統示意圖	163
圖 6-35 智慧型 Type I 系統流程圖	164
圖 6-36 智慧型 Type II 系統示意圖	164
圖 6-37 智慧型 Type II 系統流程圖	165
圖 6-38 智慧型 Type III 系統示意圖	165
圖 6-39 智慧型 Type III 系統流程圖	166
圖 6-40 智慧型 Type IV 系統示意圖	166
圖 6-41 智慧型 Type IV 系統流程圖	167

摘要

關鍵詞：雨水貯留、貯留設備、系統模組化

一、研究緣起

雨水貯留技術在台灣的發展已經有數十年的歷史，近年來雨水貯留利用受到水資源缺乏及綠建築政策等的推動，已經由農業逐步擴展至都市地區（包括建築及工廠）、防洪、工業使用等等用途，是故雨水貯留為國內新興水資源產業，但相關雨水利用設備的發展與製造則尚處於萌芽階段，為利雨水貯留利用推廣應用，相關設備生產、製造及操作管理等制度、標準建立勢屬必然。

然目前國內雨水貯留利用系統案例所採用之設備，均由系統規劃者就市場現有產品中選取設備，並未有系統性之產品及統一標準。如此一來對於有意設置雨水貯留利用系統之者，若找不到適合之規劃設計師，將可能因無法準確推估集水量、需水量...等相關數據，導致設施規模設計不當、效益降低及後續維護管理困難之情形發生，如雨水貯水設施設置過大或管線選擇太小，將造成設置之雨水貯留利用設施無法發揮其設置之效益，將導致使用者對雨水貯留利用設施之接受度越來越低，使雨水貯留利用之推廣增加其困難性。因此若要有效推廣雨水利用系統，應朝建立雨水貯留利用系統性模組開發之目標，其所包含的設計單元產品標準建立及維護管理制度建立均屬必然。

就產品規格標準，選擇適當之雨水貯留利用系統性開發以達設置系統之經濟效益，如此一來民眾於使用上有達到一定之效果，則雨水貯留利用系統之推廣自然容易推動。另外產品標準規格訂定後，可讓欲投入雨水利用產業之業者，可據此生產相關設備，如此將可提升國內雨水利用相關產業及增加水資源之利用效益。

本研究案執行期程為十個半月，爰引本所協同研究計畫需求說明，研究計畫之研究目的旨在蒐集國內外雨水貯留利用系統基本組成、雨水貯留利用相關單元產品、設計標準、設計方法、模組設計、管理維護事項、法規、案例、相關研究等資料進行彙整、分析及比較，並進一步探討相關可行性問題。因此藉由蒐集國內外雨水貯留利用設備產業及規範相關資料等，進一步彙整分析，提出適合於國內雨水貯留利用系統性模組包括產品標準、設計標準、設計方法及管理

維護事項，期能提供建築師、規劃設計師、及廠商等有更廣泛、更多元之系統性模組供規劃設計選擇，這些成果可作為政府日後推廣雨水貯留利用系統設施之重要參考資料。

二、研究方法及過程

研究內容初步之6項研究內容，研究案之工作項目如下：

1. 蒐集國外雨水貯留利用模組等相關產品資料（包括施作規範、設施限制等資訊）。
2. 蒐集彙整國內雨水貯留利用模組等相關產業及產品資料（包括設施規格、標準、規範、限制等資訊）。
3. 分析在國內適用或推廣之可能性。
4. 模組型式與產品基本資料的建立，以及產品標準規格之擬定（包括模組內產品功能、尺寸、外觀標準圖示及用料等資訊）。
5. 初步設計雨水貯留利用模組化型式與相關產品及其維護事項。
6. 分析建置單位設置的經濟性。

然而藉由本計畫之研究探討、案例分析，除了預期完成國內適用或推廣之可能性分析，建立模組型式與產品基本資料及擬定產品標準規格，進而建立設計雨水貯留利用模組化型式，本研究之建置單位設置之經濟性分析架構可供建築師或規劃師在做雨水貯集系統設置、產品選定及維護之決策參考。

三、重要發現

1. 蒐集國內外雨水貯留利用系統之架構並進行現況與缺失之探討
 - 透過國內設置雨水貯留利用系統案例蒐集，發現多數案例係透過建築屋頂來集水，貯水型式考慮空間利用性多為地下型貯水或筏基貯水，學校或景觀式設計才多設置地上型貯水，其供水標的多利用於沖廁及澆灌。

- 目前國內已有許多間廠商代理國外雨水貯留利用系統相關設施，並各自建立一套雨水貯留利用模組作為規劃設計之範疇，故於案例中會發現在相同供水標的之情況，有許多不同的設計配置手法，其經費與效益亦不相同。
- 國內常見及廠商配置之雨水貯留利用系統模組之缺失及考慮不周詳的部分，如：設施名稱定義不同、初期雨水過濾器過濾水處理與截水效率問題、有無進行貯水槽容量設計、淨水設施不同搭配之優缺點及成效、供水策略與評估規劃及長期維護管理規劃等，將於計劃下一個階段透過國內雨水貯留利用產品適用性評估、問卷調查及經濟性分析建立雨水貯留利用系統模組，供未來設計規畫之參考。

2. 雨水貯留產品國內推廣適用性及子系統模組設計探討

- 雨水貯留利用系統依照子系統分類方式可分為 5 類，分別是集水設施、輸水設施、貯水設施、淨水設施及動力設施，計畫中增加一項自動控制設施作為第 6 項子系統，自動控制設施包含水質、水量之自動監測設施與智慧控制設施，搭配此子系統利於後續維護管理、效益分析及增進多目標效益。
- 依照 6 項子系統分類，透過國內外廠商資料、製作問卷調查表及相關文獻蒐集，將子系統相關產品做彙整分析，包括國內研發產品、國內代理產品及國外相關產品，初步依設施名稱及規格分別整理成表，並將相關法規及材質特性做彙整與探討，可做為未來設計規劃之參考。
- 貯水設施之槽體容量將直接影響系統集水效率與供水成效，是雨水貯留利用系統設計相當重要的部分，故本計畫整理國內常見的容量設計方法，包括內政部建築研究所綠建築評估手冊、經濟部水利署、國立臺灣海洋大學雨水貯集與滲透研究中心之模擬法與無因次曲線法，其中國立臺灣海洋大學無因次曲線法為較新的設計方法，可簡易的透過屋頂面積、年需水量與年平均降雨量而計算合適的槽體容量。
- 進一步將雨水貯留利用系統相關產品依特性及設計需求做整合性分類，透過分類成果可更清楚呈現各子系統相關產品之適用性，有利於規劃設計者可透過整合表考量產品適用性而做設計。

3. 對國內常見的系統架構做整合及創新設計並透過評價指標訂定優先次序

- 雨水貯留利用系統係透過 6 項子系統組合而成，然各子系統在規劃設計時並以非單獨選擇配置，而是需相互搭配之設計，方能獲得最好的設置效益。本計畫將雨水貯留利用系統設計流程以貯蓄系統為主體，分為前處理系統、貯蓄系統及機械控制系統三個流程，使子系統可全面性考量而配置。
- 國內常見雨水貯留系統模組架構透過子系統相關產品資料做模組架構整合，其整合成果分成基本型及標準型，另外設置一套增值設計項目。基本型配置較為簡單、低成本，標準型則為複雜、高成本，增值設計即增設自動控制設施。研究成果共配置 36 型模組架構，可提供未來設計規畫者做參考。
- 36 型系統模組架構依經濟、社會及環境等之評價指標，透過專家學者問卷調查，在基本與進階型排序出較具可行性的模組作為未來系統設計首要參考之依據。

4. 雨水貯留利用系統經濟性分析及維護與管理項目

- 本計畫彙整雨水貯留利用系統規劃施工成本分析方法，並考慮水資源節約、能源節省及減少溫室氣體等三個項目計算可量化之效益，可量化效益部分再依據市場價值法的理論效果評價法將評估效益經濟價值的方法分為兩步驟：量化效益與估算效益價值。
- 訂定雨水貯留利用系統之子系統的維護與管理項目，包括檢查時距及維護項目，可提供系統維護管理之參考。

四、主要建議事項

根據研究發現，本研究針對行政檢查業務委託民間辦理處理的法制化，提出下列具體建議。以下分別從立即可行建議及中長期建議加以列舉。

建議一

(雨水貯留利用系統模組設計手冊編撰) 立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部建築研究所

本年度初步建置雨水貯留利用系統模組架構，並彙整產品分類資料、標

準規格、相關法規...等，建議後續可針對研究成果進行模組設計手冊之編撰，可提供建築師及規劃設計者之參考依據。

建議二

（雨水貯留利用系統操作管理訓練及輔導教育）立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部建築研究所

鑒於本計畫雨水貯留利用系統案例蒐集成果並探討目前國內現況與設計缺失，發現多數案例皆缺乏雨水貯留利用系統設置後的維護管理項目訂定，或後續維護人員缺乏訓練造成操作及管理不當，使系統無法有效率的運作或造成損壞。建議後續可協助維護人員，如：大樓管理員，進行操作管理訓練及輔導教育，增加系統使用年限與減少資源的浪費。

建議三

（雨水貯留利用系統容量設計方法修正）中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部建築研究所

雨水貯留利用系統之貯水槽容量將直接影響系統集水效率與供水成效，為系統設計相當重要的部分。內政部建築研究所綠建築評估手冊中提供之方法為國內最普遍的計算方法，每年亦逐步修訂設計方法，使設計結果可獲得更佳的功效。本計畫已彙整國內各種容量設計方法，其中國立臺灣海洋大學之無因次曲線法透過統計成果與案例驗證，並且設計方法已發表於國際期刊，計算方式簡單且具合理性，建議未來可參考該設計方法進行比

較及修正，使之得到更合適的貯水槽容量。

建議四

（設立雨水利用產業聯盟）中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、經濟部水利局、經濟部工業局

為使國內雨水貯留利用之推廣與產業發展，在中長期建議結合協辦機關設立雨水利用產業聯盟，提供技術性指導、雨水產品研究與認證、結合政府政策做雨水利用推廣、國內外技術交流...等。

Abstract

Keywords: Rainwater storage; storage facilities; systematic and modularity design.

1. Purposes of the research

Technologies of rainwater utilization have been developed and promoted for more than 20 years in Taiwan. Due to the water shortage and green building policy, rainwater usage has been applied in urban areas including buildings and factories, flood mitigation, industrial usage, etc. instead of agricultural usage. It is obvious that rainwater industry will become the pioneer industrial in the near future but the development of this industry is at the beginning stage. For promoting the rainwater industry, major parts production, standards, and operation and management systems should be developed.

In the current, major parts of rainwater system are adopted from the existing market which does not consider the systematic design and standard. For those people who are interesting in installing the rainwater harvesting system cannot find the proper designers. It results that the rainwater harvesting system is not properly design and does not have the expected benefits and difficulties in maintenance. Because of those reasons, they will prevent the people who are interested in rainwater harvesting system from installing the system. Therefore, the promotion of rainwater harvesting system will become more difficult. Therefore, systematic development of rainwater harvesting system including standardization of unit products and establishment of operation and maintenance system is needed. To attract the interest of general public, the standard of unit product should consider the cost and benefits. Also, producers will have the rules to follow which will promote the rainwater industries and effectiveness of rainwater water use.

To meet the requirements of the project and ten and half months time span for this research, the purposes of this research will focus on analyzing the major components of rainwater harvesting system, collecting the unit products currently used in domestic and abroad, design standards, design methods, systematic design, items for operation and maintenance, regulations, cases, related researches. In the followings, this information will be analyzed and compared. Through the research, the suitable standards of unit products, design, design methods and operation and maintenance will be recommended

which will provide architects, designers, and producers etc. as tools for designing rainwater harvesting systems. Also, this information will be valuable data for promoting rainwater harvesting systems for both central and domestic governments.

2. Research methods and procedures

Contents of the research include following six items:

- (1) collecting the unit products currently used in abroad(including construction guidelines and restrictions) ◦
- (2) collecting the unit products currently used in domestic (including construction guidelines and restrictions) ◦
- (3) Analyzing the feasibility of usage and promotion among these products in domestic
- (4) Establishing the data base of these products and initiating the standards of the unit products (including the function, size, appearance, graphic information of unit products) ◦
- (5) Primary assessing the types of systematic rainwater harvesting systems, their unit products and items for operation and maintenance) ◦
- (6) Simply constructed the framework for analyzing the economic benefit of rainwater harvesting system ◦

3. Major findings

- (1) Examine the current drawbacks of existing rainwater harvesting systems by collecting framework of rainwater harvesting systems in both domestic and abroad
 - Many rainwater harvesting systems collected rainwater from rooftop, most storage systems using underground storage, most surface storage systems used in schools or landscape usage, the purpose of rainwater mainly for toilet flushing and irrigation.
 - A lot of companies represented foreign products and having established the integrated systems and design procedures. In the cases collected, different design methods, products and cost

have been used even for the same purpose.

- (2) Some drawbacks having found in the existing systems in the domestic including: unclear definition of products, lack of first flush diversion facilities, without storage volume estimation, lack of rainwater purification system, no analysis of rainwater application and lack of operation and maintenance plan, etc. In the following step, the suitability of products is investigated through questionnaire delivery and economic analysis. Therefore, proper system will be recommended for future use.
- The sub-system of rainwater harvesting system will be further divided into five parts: collecting facility, transportation facility, storage facility, purification facility and pumping system. Automatic monitoring system will be included in the future. This system includes water quantity water quality and other smart control part. This system will increase the benefit and easier for maintenance in the future.
 - Base on these six facilities, products related to these six systems including products, represented agencies, foreign products, sizes, names, etc, will be collected through questionnaire delivery and references review. This information will analyzing and categorized by name of products, size standard, material used and related regulations. This information will provide as major reference material for future planning.
 - Storage system is the major impact to effectiveness of rainwater harvesting system. It is also the major part of rainwater harvesting system. Therefore, this research has evaluated the methods of storage volume estimation including: method used in green building evaluation manual, simulation method developed by NTOU, regional dimensional method developed by NTOU. Among these methods, regional dimensionless method is superior than other methods in accuracy and easy operation. It used the parameters of roof area, annual water demand, average annual rainfall to estimate the storage volume required.
 - Furthermore, the unit products are categorized by the characteristic of product and design

requirement. By this category, the suitability of unit product can be clarified which is beneficial to designers.

(3) Recommended the innovation integrated rainwater harvesting systems and decide the priority of those systems by evaluation indices

- The innovation systems are recommended by the different combinations of those six sub-systems. In the design, those systems will provide as the reference for those designer.
- Those innovation systems are classified as basic and standard types for both toilet and irrigation uses. The added-value type will also be recommended. The basic type has the characteristics of simple, low cost and standard type is higher cost and more complex. The added-value type uses the technology of automatic control and internet of things. They are thirty-six types total recommended for designers.
- Through the evaluation by indices including the factors of economics, social, and environment from experts and scholars, those systems with higher scores are recommended for future implementation.

(4) The framework of economic analysis and items for operation and maintenance

- This research collectively examines the methods for estimating the construction cost of rainwater harvesting system and considers the water saving, energy saving, CO₂ reduction as the quantitative economic benefits to evaluate the benefit-cost of rainwater harvesting installation.
- Items for operation and maintenance have been defined including time interval for checking, items for checking, etc. which provide as the reference for maintainers.

4. Major proposed items

Through this research, following items are recommended for short- and long-term:

Items 1

Guideline or Manual for Rainwater Harvesting System Design can be accomplished by short-term.

Sponsor: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Co-sponsor: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Items 2

The training courses for design, construction and management can be designed and implemented in the short-term.

Sponsor: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Co-sponsor: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Item 3

Modification the method of storage volume estimation for rainwater harvesting system is recommended in the middle- to long-term.

Sponsor: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Co-sponsor: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Item 4

Establishment of an alliance of rainwater harvesting products industry is recommended in the middle- to long-term.

Sponsor: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Co-sponsor: Bureau of Construction, Ministry of Interior; Bureau of Water

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

Resources, Ministry of Economic Affairs; Bureau of Industry, Ministry of Economic Affairs/

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

內政部建築研究所為鼓勵興建省能源、省資源、低污染之綠建築建立舒適、健康、環保之居住環境，並以綠建築九大指標進行評估，其中基地保水指標系利用雨水貯留設施涵養水分及改善生態環境，並能有效減少熱島效應與都市雨洪，而水資源指標中除採取節水器材之外，亦鼓勵收集使用雨水，以減少對水資源開發的壓力，其也成為未來缺水對策中重要的方法，雨水的有效利用亦對都市雨洪削減多所助益，近年來隨著都市雨洪管理的推動，經濟部水利署、內政部營建署及各地方政府亦大力推動低衝擊開發技術(LID)以減少都市雨洪，改善都市水循環系統等。

LID 所包含的技術與綠建築的基地保水工法及雨水利用近似，但國內在推動這些措施中，較缺乏設施系統性的模組化設計及產品，而使推動的成效及功能不易彰顯。故能蒐集評估國內外現有雨水貯留利用設施之相關產業技術與產品，探討設施系統模組化的可行性，並檢討台灣現有設施產品，進而探討評估適合台灣使用之系統模組及研發相關產品，定能有助於綠建築技術推廣，並發展國內雨水產業，提振國內經濟。

貳、研究背景

台灣年降雨量約 2,500 毫米，約為世界平均值的 3 倍，屬雨量豐富地區，在每年 4 月至 10 月間，總降雨量為 77%(屬豐水期)，而 11 月至次年的 3 月僅有 23%(屬枯水期)。台灣地形陡峭、河川短促、水流湍急，大部分雨水直接流入大海，在加上降雨時空分布不均及氣候變遷，實際可用水量僅為年降雨量之 26% 左右。台灣的人年平均可獲得的水量，僅為全球的 1/6，是世界第 18 位的缺水地

區。雖降雨季節分布不均，然而雨水卻是極佳的替代性水源，有效利用雨水資源不但能減少珍貴自來水的耗用，也可有效降低暴雨時期都市洪峰負荷。

在水資源有限但用水需求不斷增加的情況下，政府除開發新水源下，亦推動節約用水來降低缺水的風險。其中在節約用水措施方面，近年來，都會區人口密度高，消耗大量的能源與資源，用水量更是可觀，隨著綠建築與低衝擊開發（Low Impact Development, LID）理念的發展，如果建築物與開放空間都能導入雨水收集再利用系統，等於在都市廣建迷你的小水庫，除了有驚人的省水效益，對降雨時紓解都市地表逕流量暴增、降低洪患發生率也很有幫助。雨水貯留與利用的觀念，更成為各界關注的焦點。透過雨水貯留與利用，其不僅可幫助用水戶節省自來水使用量，也能減輕下水道系統的負荷，進而達到降低都市淹水風險的目的。

節水與雨水貯留一直是水資源管理的重要一環。尤其目前社會的所有用水大多來自自來水的供應，在水資源有限但用水量遽增的社會，節省用水以及開發新的水來源為水資源重要策略。水利署推廣節約用水已有時日，並建立節約用水資訊網，提供一般民眾在家庭或機關學校中，節省用水量的方法與措施。其中，收集建築物屋頂雨水的貯留與再利用系統為值得推廣方式。屋頂雨水通常直接導入雨水下水道，若與污水合流，則排到污水處理廠處理，將增加處理負擔。若雨水與污水分流，雨水直接流入承受水體，也恐夾帶非點源污染物質，影響水體水質。雨水貯留利用系統的溢流水，若導入入滲設施（如雨花園、生態池等）則可以過濾水質、補充地下水及入滲設施之補充水源。因此，屋頂雨水收集利用，不僅幫助用水戶節省自來水使用量，也能減輕地區的下水道系統負荷。為降低都市淹水風險，減少暴雨逕流量，任何建設行為，應設置必要設施降低不透水面的逕流量。建築物收集雨水逕流，除能幫助減少暴雨逕流流出，也能延遲暴雨尖峰流量的發生。因此，在節水目標的推動下，以及目前新興暴雨治理概念 LID 的實現，建築物雨水貯留利用系統有其推廣之必要。

然雨水貯留技術在台灣的發展已經有數十年的歷史，近年來雨水貯留利用受到水資源缺乏及綠建築政策等的推動，已經由農業逐步擴展至都市地區（包括建築及工廠）、防洪、工業使用等等用途，是故雨水貯留為國內新興水資源產業，

但相關雨水利用設備的發展與製造則尚處於萌芽階段，為利雨水貯留利用推廣應用，相關設備生產、製造及操作管理等制度、標準建立勢屬必然。在實務應用方面，雖然有許多建築或工程評估手冊提供詳細之標準構造圖說，但建築師仍缺乏系統性的設計及其相關產品可資利用；而產業界在研發相關產品上，亦無相關資料可資參考而處於摸索階段。使得有意投入雨水利用產業及提升雨水貯留利用之規劃設計者，無法藉由完整而可靠的產業資訊來對雨水貯留利用系統進行正確之設計，並能有效提升我國雨水利用產業，實屬美中不足。

第二節 研究方法與步驟

爰引內政部建築研究所協同研究計畫需求說明研究內容，將研究案之工作項目初擬如下：

研究內容初步之 6 項研究內容，研究案之工作項目如下：

1. 蒐集國外雨水貯留利用模組等相關產品資料（包括施作規範、設施限制等資訊）。
2. 蒐集彙整國內雨水貯留利用模組等相關產業及產品資料（包括設施規格、標準、規範、限制等資訊）。
3. 分析在國內適用或推廣之可能性。
4. 模組型式與產品基本資料的建立，以及產品標準規格之擬定（包括模組內產品功能、尺寸、外觀標準圖示及用料等資訊）。
5. 初步設計雨水貯留利用模組化型式與相關產品及其維護事項。
6. 分析建置單位設置的經濟性。

以下則依據工作項目分述採用之研究方法：

壹、蒐集國外雨水貯留利用模組等相關產品資料

雨水貯留利用相關之產業與產品在歐、美、日等國已行之有年，而在台灣剛處於起步階段，為使雨水利用能順利推廣並輔助國內相關企業跨入雨水利用產業，本計畫針對日本、歐美等國之雨水貯留利用相關產業進行調查，主要透過國際雨水利用相關組織、各類期刊、型錄及網頁對各國產業概況及其產業類別相關資料進行收集初步擬定收集之內容包括：產品特性、實際設施照片、構造圖、設計尺寸、材質等。相關資料整理分類後，將作為後續開發設計通用型雨水貯留利用模組之參考，另外亦可供政府未來輔導相關產業與推廣雨水貯留利用時參考。本計畫擬收集國外與研究主題雨水貯留利用有關之相關文獻、研究報告、規範及案例等，並探討其使用概況、評估方式及遭遇問題等，其研究方法概述如下：

1. 文獻收集—蒐集國外雨水貯留利用系統之集水區域、輸水設施、淨水設施、貯水設施及動力設施等相關產業、產品型錄、案例、規範、研究報告、期刊、網站等相關資料。
2. 資料分析—針對文獻資料進行初步彙整，研究國外雨水貯留利用系統設計案例中產品使用型式與現況，進行分類各項產品包括：產品特性、實際設施照片、構造圖、設計尺寸、材質、規範等相關資料整理分類。

貳、蒐集彙整國內雨水貯留利用模組等相關產業及產品資料

國內目前雨水貯留利用之設備大多為供水或污水處理之設備，而歐美及日本等國則皆有雨水貯留利用專屬之設備，因此本計畫將對國內雨水貯留利用各項相關產業及產品資料進行收集，初步以集水區域、輸水設施、淨水設施、貯水設施及動力設施等之各項元件為範圍並依此進行分類。本計畫擬收集國內與研究主題雨水貯留利用有關之相關文獻、研究報告、規範及案例等，並探討其使用概況、評估方式及遭遇問題等，其研究方法概述如下：

1. 文獻收集—蒐集國內雨水貯留利用系統之集水區域、輸水設施、淨水設施、貯水設施及動力設施等相關產業、產品型錄、案例、規範、研究報告、期刊、網站等相關資料。
2. 資料分析—針對文獻資料進行初步彙整，研究國內雨水貯留利用系統設計案例中產品使用型式與現況，進行分類各項產品包括：產品特性、實際設施照片、構造圖、設計尺寸、材質、規範等相關資料整理分類。

3. 專家、產業技術諮詢及調查—主要針對國內現有市場之相關產業發展、產品限制、遭遇困難及相關技術資料等進行專家諮詢並邀請專家參與座談會。
4. 規劃設計者及使用者諮詢調查—以問卷或電話查訪方式，調查雨水利用現有案例使用情形、遭遇困難及建議事項，並邀請規劃設計者及使用者參與座談會。

參、分析在國內適用或推廣之可能性

雨水貯留系統為替代水源的一種，由於雨水貯留系統污染較少、取得容易、無水權問題而且水質亦佳，實為一種經濟又實用的水源開發方式。雨水就近收集、就近處理、就近使用，可作為都市雜用水的沖洗廁所、清洗車輛、景觀用水、地下水補充水及解決都市雨洪問題等。在都會地區甚為可行，因此調查分析雨水貯留利用系統相關產品現存問題，作為政府推動雨水利用之施政依據，實為重要且必要之工作。

本計畫將針對前述蒐集到之國內外之產業及產品相關資料結果進行分析，分析項目主要針對產品適用性、容量、規格應用性、取得容易度及市場應用現況進行探討分析，並就產品之：

1. 應用可行性：產品之功能，應用可行性及日後維護管理。
2. 市場普及性：涉及產品資料的取得、廠商的意願、成本價格及民眾接受程度。

建立客觀的分析方法，列出建議產品優先使用次序。

肆、模組型式與產品基本資料的建立，以及產品標準規格之擬定

將上述蒐集之雨水貯留利用適用之產品建置基本資料，例如圖 1-1 所示（包括模組內產品功能、尺寸、外觀標準圖示及用料等資訊）提供詳細之構造圖說，以及訂定產品標準規格，以利產業界在研發相關產品上，提供相關資料可資參考，並使得有意投入雨水貯留利用系統之規劃設計者，可藉由完整而可靠的產品資訊來對雨水貯留利用進行正確之設計。另外對於容量計算，其是在設置建築物雨水貯留利用系統中最昂貴的組成單元，而貯蓄容量設計最主要影響因子為雨量資料，

但並非每個區域內皆有具代表性雨量站資料可用，故常帶給貯蓄容量設計上相當大的困擾。本計畫擬將蒐集國內雨水貯留利用系統貯蓄容量計算方式，選擇適合之雨水貯留系統貯蓄容量設計方法。

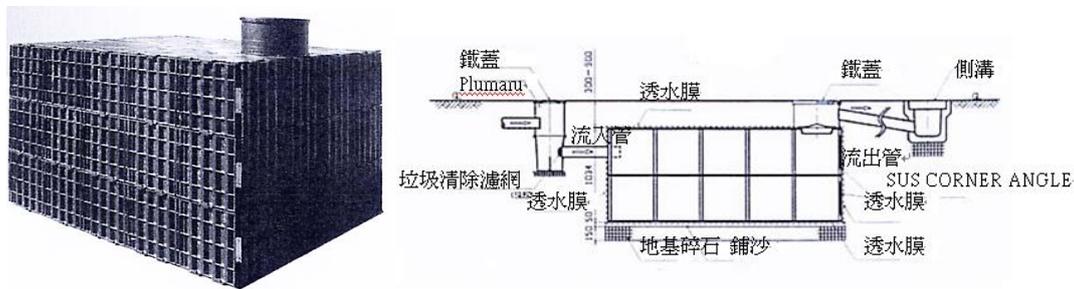


圖 1-1 產品外觀示意及配置圖

(資料來源：本團隊整理)

伍、初步設計雨水貯留利用模組化型式與相關產品及其維護事項

目前國內雨水貯蓄利用系統相關案例所採用之設備，均由系統規劃者於現有之產品選取較為接近之設備，並未有專屬之產品及統一之標準。如此一來對於有意自行設置雨水貯蓄利用系統之民眾，若找不到適合之規劃設計師，將可能因無法準確推估集水量、需水量...等相關數據，產生設備規模設計錯誤之情形發生。雨水貯留利用系統會受地形與地理分布區位、水質、水量及用水標的影響，然台灣地區雨量分布極不平均，故不同區域之降雨型態對雨水貯集系統的成效影響甚大。本計畫依前項遴選出適用性產品，擬考量依不同區域、不同條件及不同需求等提出適用之雨水貯留系統模組化型式，不同區域設施有不同之搭配(如山區可選擇重力式排放不需要馬達)或不同需求設施有不同(如對水質要求較高則需有殺菌、加藥或曝氣設施)之搭配，並進一步對不同適用的雨水貯留利用模組化型式提出建議並繪製圖示說明，並對系統提出維護管理注意事項。

陸、分析建置單位設置的經濟性

本計畫依據前述所提出之雨水貯留利用系統模組，初步原則收集彙整現有國內外常用較有代表性之雨水貯留系統相關產品型式及設置經費等資訊，將集水區域、輸水設施、淨水設施、貯水設施及動力設施等五大主要子設施所需之常用設備型式，建置雨水貯留利用模組設施成本資料。雨水貯留利用模組建置所需之設

置經費，其可依據估算所得之各項工程數量進行估算，相關分項工程項目則參考「行政院公共工程委員會公共工程經費估算編列手冊」規定，建置簡易版經費估算工具。

依據工作項目與內容，本計畫之研究步驟如下圖 1-2 所示。

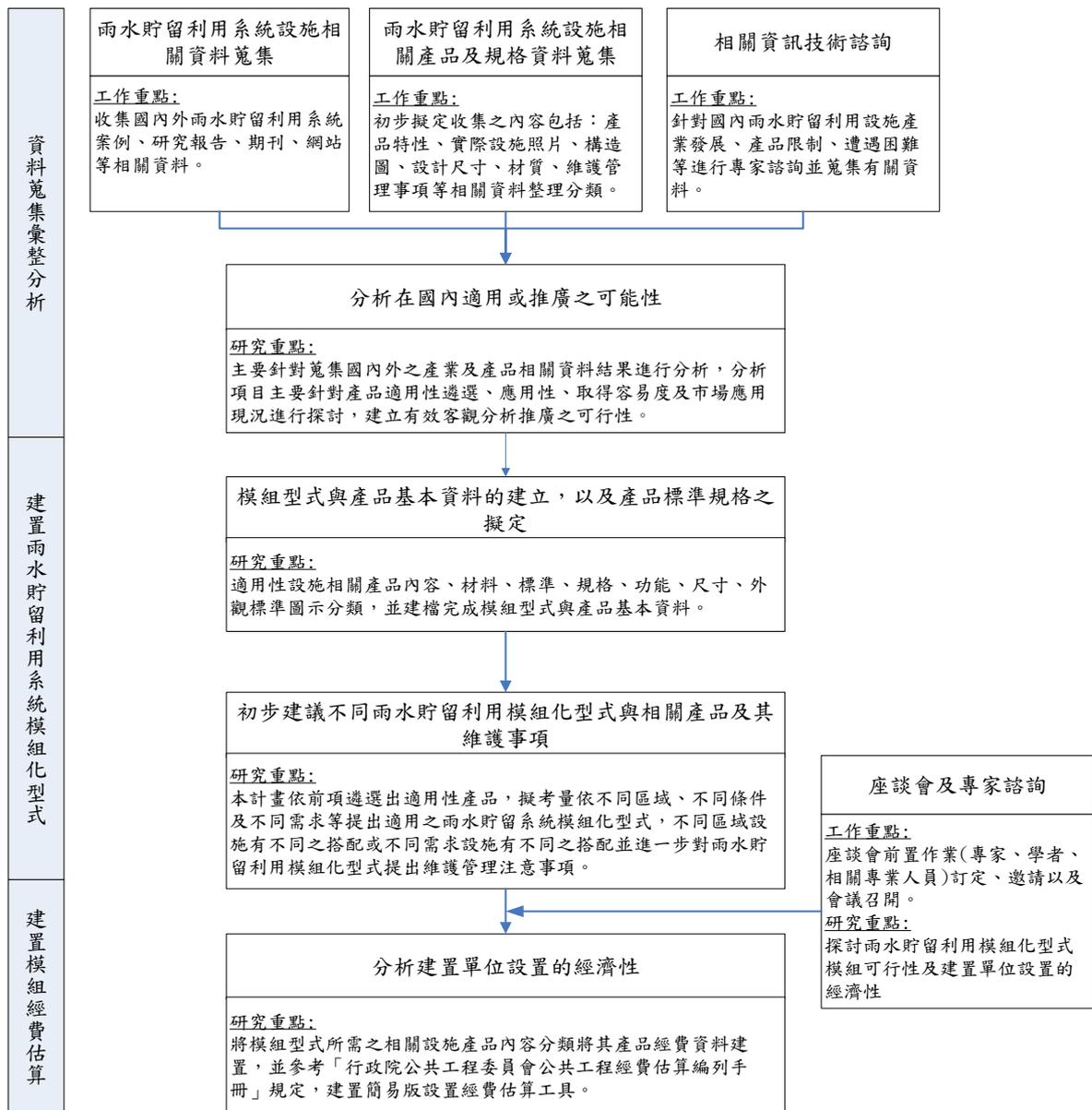


圖 1-2 研究流程圖

(資料來源：本計畫成果)

本年度研究進度甘地圖如圖 1-3 所示。

工作項目	第 1 個月	第 2 個月	第 3 個月	第 4 個月	第 5 個月	第 6 個月	第 7 個月	第 8 個月	第 9 個月	第 10 個月	第 11 個月	備註
蒐集國外雨水貯留利用模組等相關產品資料 (包括施作規範、設施限制等資訊)	■	■	■	■								
蒐集彙整國內雨水貯留利用模組等相關產業及產品資料 (包括設施規格、標準、規範、限制等資訊)	■	■	■	■								
分析在國內適用或推廣之可能性			■	■	■	■						
期中報告撰寫			■	■	■	06月30日前提出						
初步設計雨水貯留利用模組化型式與相關產品及其維護事項				■	■	■	■	■				
模組型式與產品基本資料的建立，以及產品標準規格之擬定 (包括模組內產品功能、尺寸、外觀標準圖示及用料等資訊)				■	■	■	■	■				
分析建置單位設置的經濟性						■	■	■	■			
召開座談會						■	■	■	■	■		
期末報告初稿撰寫			10月13日前提出					■	■			
資料蒐集分析報告修訂集定稿						12月8日前提出			■	■		
預定進度 (累積數)	5 %	10 %	20 %	37 %	49 %	61 %	73 %	85 %	93 %	98 %	100 %	

圖 1-3 研究進度甘地圖

(資料來源：本計畫成果)

第二章 文獻蒐集與分析探討

本章主要針對本計畫之研究背景、目的及內容，本研究蒐集國內外研究現況及相關研究文獻進行回顧，彙整並進一步就下列四個面向：「國外雨水貯留利用系統推動」、「國內雨水貯留利用系統相關研究」、「國內雨水貯留設施相關法規與技術規範」及「雨水貯留利用系統基本組成」，茲分述如下：

第一節 國外雨水貯留利用系統推動

國際上部分地區，尤其是乾旱地區或偏遠地區，水源供給不易的地方，雨水貯留做為非飲用水使用的做法相當普遍。雨水貯留系統利用屋頂面積收集雨水逕流，經過簡易的處理後，用作灌溉、沖洗馬桶、洗車等用水，甚至在缺水或限水時，可以減少對日常用水的需求。另外，收集屋頂雨水逕流也可以減少對都市供水的需求，增加飲用水供應的永續性。此系統的優點包括：保護水資源、減少雨水逕流和污染、降低水及下水道處理費用、以及符合永續發展目標。此外，雨水回收技術只需要簡單的安裝和操作，在私人住家也可以很容易地使用及控制，減少水的運輸成本及降低維護成本。但雨水貯留利用系統的主要缺點來自降雨的不確定性以及有限的供應量。

近 20 年來，都市暴雨逕流管理技術發展迅速，德國、美國、日本等許多開發國家展開了不同規模、不同內容的暴雨逕流管理研究和工程。德國、美國和日本是較早開展雨水資源利用和管理的國家，經過幾十年的發展，取得了較為豐富的實踐經驗。目前這些國家在雨水資源利用管理方面已製定出較為系統全面的法律法規，利用經濟、技術和管理方式，開發了各式各樣的雨水貯留利用技術措施，形成了較為完善的雨水資源利用管理架構和技術支撐體系，其內容如表 2-1 所示：

表 2-1 部分國外雨水資源管理體系

管理體系	德國	美國	日本
法律方面	聯邦水法、建設法規和地區法規以法律條文或法規形式要求水的可持續利	聯邦水污染控制法、水質法案、清潔水法和《雨水利用條例》等聯邦與各州	建設省推行雨水貯留滲透計畫，成立「雨水貯留滲透技術協會」

	用，聯邦水法是建設法規和各州法規的基礎	法律法規保障雨水的調蓄及利用	
技術方面	頒布《雨水利用設施標準》，對雨水水質進行分類，透過逕流收集、傳輸與貯存、過濾與處理等技術措施，實施雨水的利用	實施都市雨水資源管理和雨水逕流污染控制最佳管理方案，強調非工程的生態技術的開發和應用	以多功能調蓄設施為特色
經濟方面	制定雨水排放費徵收標準，對實施雨水利用業主免收雨水排放費	聯邦和州政府使用總稅收、發行義務債券、補貼、貸款等方式，鼓勵雨水利用	實施雨水利用補助金制度
管理方面	水務局統一管理與水有關的全部事項，包括雨水、地表水、地下水、供水和污水處理等各個環節	以提高天然入滲能力為宗旨，都市雨水資源管理和雨水逕流污染控制體現 BMP 特色	多功能調蓄設施的發展，經歷了準備、發展和推廣三個時期

（資料來源：本團隊整理）

然美國、日本及加拿大等政府透過手冊、規範或對策方針指導國內建築物雨水貯留利用系統做為暴雨逕流管理參考。如美國西雅圖低衝擊開發—普捷海灣技術指導手冊，主要是提供給普捷海灣地區之雨水管理者或區域規劃者，如何執行雨水貯留及滲透設施、目標及規格等，提供相關作法及程序，以達到該區雨水逕流量削減之目的。手冊針對的適用對象包括庭院規劃師、景觀工程師，以及相關技術人員、決策者與開發商等，而其內容編撰重點除了包括普捷海灣區域之概述、佈局與規劃方式外，並另介紹該區的植被保護及維護，以及如何綜合規劃及管理。日本雨水貯留滲透技術協會-建築基地蓄洪滲透設施安裝手冊，主要適用之對象包括政府機關職員、一般民眾等，除了說明建築基地（住宅）等設置雨水貯留滲透設施等所產生的功效，手冊內容亦包括提供蓄洪滲透設施的種類，說明水循環改善的效果，以及設施的配置方法等，透過圖說、標示等易懂解說方式，技術指導蓄洪滲透設施的配置方式，本手冊以透過建築基地用地雨水貯留滲透雨水的執行，能有效雨水流出抑制、地下水的補助以及熱環境的改善等，作為手冊編撰目的。

第二節 國內雨水貯留設施相關法規與技術規範

為促進水資源有效利用，在不妨礙居住環境之安全、健康及舒適條件下，國內有關雨水貯留利用設施之相關法規與技術規範施作執行重點摘要內容分別彙

整如下表 2-2 所示：

表 2-2 現行雨水貯留利用設施之相關法規與技術規範

體系	單位	項次	法規名稱 (主管機關)	說明
中央單位	建築法令	1	建築技術規則 建築設計施工編 第十七章綠建築基 準 (內政部營建署)	第 298 條第 2 項 建築基地保水：指促進建築基地涵養、貯留、滲透雨水功能之設計，其適用範圍為新建建築物...。 第 298 條第 4 項 建築物雨水或生活雜排水回收再利用：指將雨水或生活雜排水貯集、過濾、再利用之設計，其適用範圍為總樓地板面積達一萬平方公尺以上之新建建築物...。 第 305 條 建築基地應具備原裸露基地涵養或貯留滲透雨水之能力，其建築基地保水指標應大於 0.5 與基地內應保留法定空地比率之乘積。 第 319 條 建築物雨水及生活雜排水回收再利用之計算及系統設計，應依設計技術規範辦理。
		2	建築物雨水貯留 利用設計技術規 範	建築物雨水貯留利用計算設計及維護管理注意要點。
	下水道法令	3	下水道工程設施 標準 (內政部營建署)	第 10 條 土地開發利用而增加之逕流量，足以影響下游防洪及排水系統者，應設置雨水調節池及沉砂池。 第 11 條 雨水調節池設計規定。
地方政府	臺北市 政府	4	臺北市市有新建 建築物設置雨水 回收再利用實施 要點	一、臺北市政府（以下簡稱本府）為使臺北市（以下簡稱本市）市有新建建築物設置雨水回收再利用系統，以減少雨水資源浪費，並有效利用水資源，降低本市水患發生機率及維持建築物之防、救災功能，特訂定本要點。
		5	臺北市公共設施 用地開發保水作 業要點	一、臺北市政府（以下簡稱本府）為增進臺北市（以下簡稱本市）公共設施用地貯集滲透雨水之能力，特訂定本要點。 四、本市公共設施用地如屬下列情形之一者，應依本市公共設施用地開發保水設計技術規範（如附件）辦理： (一)基地面積及新建（或改建）之建築面積在 800 平方公尺以上並符合下列條件者： 1.本府所屬各機關學校新建或改建，須依規定申請建造執照或雜項執照者。 2.本府所屬各機關學校辦理新建、改建公園、平面停車場或廣場。 (二)本府所屬各機關辦理市地重劃或區段徵收開發區域，開發面積在 800 平方公尺以上者。
	新北 市政府	6	新北市都市計畫 規定設置雨水滯 留及涵養水分再 利用相關設施申 請作業規範	第 1 點 新北市政府（以下簡稱本府）為執行都市計畫規定設置雨水貯留及涵養水分再利用相關設施之申請及審查事宜，特訂定本作業規範。 第 3 點 基地內已領有使用執照之既有建築物除前款情形外之增建及新建行為，以實際增建及新建建築面積除以建蔽率為建築申請基地面積，計算雨水滯留量。 第 4 點 雨水貯留及涵養水分再利用相關設施之設置標準依下列各款規定辦理：

體系	單位	項次	法規名稱 (主管機關)	說明
		7	新北市透水保水自治條例	<p>(一)最小貯留量以建築申請基地面積乘以係數 0.05 計算貯留體積。</p> <p>(二)允許放流量以建築申請基地面積乘以係數 0.000019 計算之；設計放流量範圍應介於 0.85 倍允許放流量及允許放流量之間。</p> <p>第一條 為增進新北市(以下簡稱本市)公共設施用地及建築基地(以下簡稱各基地)之透水保水能力，制定本自治條例。</p> <p>第二條 本自治條例之主管機關為新北市政府（以下簡稱本府）水利局(以下簡稱本局)，並得將其權限之一部分，委任所屬機關或委託其他機關執行。</p> <p>用詞定義： 一、透水保水：指自然土層或人工土層涵養、滲透雨水及雨水貯留之能力。 二、公共設施用地：指都市計畫法第四十二條第一項之公共設施用地。 三、建築基地：指為供建築物本身所占之地面及其所應留設之法定空地。 四、透水保水義務人：指依本自治條例應設置透水保水設施之各基地，其經營人、使用人、依法成立之公寓大廈管理委員會或所有人。</p>
	高雄市	8	高雄市綠建築自治條例	<p>推動生態城市，營造綠建築環境，創造健康生活品質，促進綠色經濟產業，並達到減碳減災目標以成為環熱帶圈城市典範，特制定本自治條例。</p> <p>第 4 條 第一類建築物之綠建築設計，應符合下列規定： 建築物屋頂應設置隔熱層及太陽光電發電設施或屋頂綠化設施。.....四、總樓地板面積一萬平方公尺以上者，應設置雨水貯集設施。五、總樓地板面積一萬平方公尺以上者，應設置雨水或生活雜排水回收再利用設施。.....</p> <p>第 14 條 雨水貯集設施之設置規定如下：一、應於建築物地下筏式基礎坑或擇基地適當位置設置。二、貯集容積應達建築物開挖面積二十年重現期四小時短延時之降雨量。.....</p>
	臺南市	9	臺南市設置雨水回收系統之最小雨水貯留量評估標準	<p>1. 最小雨水貯留量(m³) = 基地面積(m²) × 0.119(m)，其他法令另有規定者從其規定。</p> <p>2. 檢核數值：雨水回收儲水槽容量 > 最小雨水貯留量。</p> <p>3. 須提出雨水回收之再利用計畫。</p> <p>4. 雨水回收儲水槽平時須為空槽，不得以自來水滿補注，以備隨時儲存暴雨。</p>
		10	臺南市低碳城市自治條例	<p>第四章 低碳城市推動與管理</p> <p>第十八條 經本府公告指定一定規模之土地開發或建築行為，應設置防洪或雨水貯留設施。</p> <p>第二十一條 本市公有或經本府公告指定地區之新建建築物於申請建造執照時，應符合下列規定：..... 三、採用雨水貯留回收系統。</p>
		11	臺南市低碳城市	<p>一、臺南市都市計畫地區新建、增建或改建之五層樓以</p>

體系	單位	項次	法規名稱 (主管機關)	說明
			自治條例第十八條規定應設置防洪或雨水貯留設施之建築行為規模	<p>下非供公訂眾使用之住宅區及商業區建築物，應依臺南市低碳城市自治條例第 18 條規定設置防洪或雨水貯留設施。</p> <p>三、新建建築物且建築基地內無其他合法建築物者，依前點設置之雨水貯集滯洪設施，其雨水貯集設計容量不得低於下列規定：</p> <p>(一)建築基地面積 300 以上未達 1,000m²者，以建築基地面積×0.01(m³/m²)</p> <p>(二)建築基地面積 1,000 以上未達 2,000m²者，以建築基地面積×0.02(m³/m²)</p> <p>(三)建築基地面積 2,000 以上未達 3,000m²者，以建築基地面積×0.03(m³/m²)</p> <p>(四)建築基地面積 3,000 以上未達 4,000m²者，以建築基地面積×0.04(m³/m²)</p> <p>(五)建築基地面積 4,000 m² 以上者，以建築基地面積×0.045(m³/m²)</p> <p>四、新建、增建或改建建築物且建築基地內已有合法建築物者，依第二點設置之雨水貯集滯洪設施，其雨水貯集設計容量不憚得低於下列規定：</p> <p>(一)建築基地 300 以上未達 1,000m²者，以新建、增建或改建部分之建築面積除以法定建蔽率後×0.01(m³/m²)</p> <p>(二)建築基地 1,000 以上未達 2,000m²者，以新建、增建或改建部分之建築面積除以法定建蔽率後×0.02(m³/m²)</p> <p>(三)建築基地 2,000 以上未達 3,000m²者，以新建、增建或改建部分之建築面積除以法定建蔽率後×0.03(m³/m²)</p> <p>(四)建築基地 3,000 以上未達 4,000m²者，以新建、增建或改建部分之建築面積除以法定建蔽率後×0.04(m³/m²)</p> <p>(五)建築基地 4,000 m² 以上者，以新建、增建或改建部分之建築面積除以法定建蔽率後×0.045(m³/m²)</p>

(資料來源：本團隊整理)

為配合建築技術規則綠建築專章雨水貯留利用相關規範之實施，增進水資源利用，經濟部特按行政程序法第一百六十五條規定，訂定建築物雨水貯留利用之水質建議值。將屋頂雨水貯留後利用於沖廁、景觀、澆灌、灑水、洗車、街道或地板清洗等雜用水使用，其處理之水質建議值如下表 2-3 所示。

表 2-3 建築物雨水貯留利用之水質建議值

水質項目	單位	限值
總大腸桿菌數 (Total Coliforms)	CFU/100mL	< 500
糞便大腸桿菌數	CFU/100mL	< 200

(Fecal Coliforms)		
外觀	--	無不舒適
臭味	--	無不舒適

(資料來源：本團隊整理)

屋頂集水外之其他雨水收集來源(如道路、地面及操場等)或與生活污水回收再利用水混合回收再利用者，則需依行政院環境保護署公告之「建築物生活污水回收再利用建議事項」，且所適用之回收再利用水質用途不應與人體有直接接觸，其處理水質依照用途及適用範圍建議值彙整如下表 2-4 所示：

表 2-4 建築物生活污水回收再利用之水質建議值

用途及適用範圍	水質項目	單位	限值	備註
沖廁	大腸桿菌群	CFU/100mL	200	如水質處理係採加氯消毒以外方式如臭氧或紫外線等消毒者，因考量無殘留消毒效果，其大腸桿菌群之限值要求應不得檢出。
	餘氯	mg/L	結合餘氯 0.4 以上且 自由餘氯 0.1 以上	
	外觀	-	無不舒適感	
	BOD _{5,20°C}	mg/L	最大限值 15 以下且 連續 7 日平均限值 10 以下	
	臭味	-	無不舒適感	
	pH	-	6.0-8.5	
景觀、澆灌、灑水 抑制揚塵、洗車 或清洗地板者	餘氯	mg/L	結合餘氯 0.4 以上	
	外觀	-	無不舒適感	
	濁度	NTU	最大限值 5 以下且 平均限值 2 以下	
	BOD _{5,20°C}	mg/L	最大限值 15 以下且 連續 7 日平均值 10 以下	
	臭味	-	無不舒適感	

	pH	-	6.0-8.5	
--	----	---	---------	--

(資料來源：本團隊整理)

第三節 國內雨水貯留利用系統相關研究

國內目前關於「雨水貯留利用系統」設置較不普遍，為更有效推動各機關、學校、民間及工業區設置此系統，以充分有效利用水資源，政府及相關研究單位對有其設計或應用技術進行了相關之研究。其中包含內政部建築研究所 2013 年「屋頂綠化結合雨水設計與建構維護管理之研究」，該研究主要建立屋頂綠化澆灌需水量及入流量推估方法，並依照推估之成果建立國內屋頂綠化結合雨水貯集之容量計算模式及相關推估步驟；內政部建築研究所 2011 年「生態社區的雨水利用系統規劃技術研究」中，針對內政部建築研究所及其他單位相關報告、專家學者推薦之 12 個社區中選取 4 個社區進行現勘，並提出本土生態社區雨水相關問題。苗栗縣政府 (SBIR) 2014 年「綠屋頂整合雨水利用系統創新應用」，該研究報告於國立臺灣海洋大學河海工程學系二館屋頂建置一套的「屋頂綠化整合雨水貯集系統物理性試驗平台」實驗分析屋頂綠化結合雨水貯集系統於澆灌之可行性分析；經濟部技術處 1997 年委託工業研究院能源與資源研究所進行「雨水貯留供水系統最適化利用技術報告」，該研究建立了雨水貯蓄供水系統可行性評估及最適化技術作業準則；江育銓 2015 年「區域雨水利用潛勢、容量設計及雨洪管理策略」，該論文針對雨水利用潛勢計算方式及容量設計提出一套算法，並對新北市透水城市提出雨洪管理策略；經濟部工業局 2011 年編撰「產業節水與水再生技術手冊」，該手冊針對老舊工業區之主要產業進行節水及水再生技術手冊彙編，手冊中主要針對於用水回收再利用及廢水回收再利用介紹較多，雨水貯留利用系統觀念較少；經濟部水資源局於 2000 年出版了「雨水貯留及中水道二元供水系統」應用手冊，手冊中對於屋頂雨水貯集供水系統及中水道二元供水系統利用觀念與設計步驟流程進行介紹；另外台灣雨水利用協會於 2002 年出版了「雨水利用參考指南」，手冊中對於屋頂雨水貯集供水系統概念及設計注意要點進行介紹；除此之外，經濟部水利署於 2004~2005 年對於澎湖、小琉球、金門與馬祖等離島地區進行離島地區雨水貯蓄利用規劃，並針對各離島之水文及地文等特

性出版了「雨水利用規劃手冊」作為當地政府及民眾設置雨水利用設施參考；此外經濟部水利署於 2006 年委託財團法人工業技術研究院進行之「節水環境建構與推廣計畫」中對台灣地區各縣市之建築物、公園、綠地等土地使用分區進行雨水潛勢初步估算；經濟部水利署 2012 年委託社團法人中華民國低碳環境學會執行「雨水貯留系統評估工具建置計畫」中所建置的雨水評估工具，主要建置雨量站資料進以輸入雨量再進行模擬，而用水資料則是以分為室內與戶外用水，分別為馬桶沖洗用水以及澆灌用水；經濟部水利署水利規劃試驗所 2014 年「離島區域家戶二元供水系統推動計畫規劃-澎湖地區」中於澎湖地區之適宜地區推動二元供水系統，以提高水資源運用效率；對於國內雨水貯留應用之推廣大有助益。以下則針對其中重要報告成果進行說明：

1. 雨水貯留集中水道二元供水系統

經濟部水資源局於(2000)出版「雨水貯留及中水道二元供水系統應用手冊」，供建造雨水貯留供水系統部分包括概論、設計原則、雨水貯留供水系統維護與管理及設置實例介紹。應用手冊之設計原則係以屋頂集水為主，設施包括集水區域、導管系統、初期雨水簡易處理系統、簡易過濾設備及貯水設施，手冊中並提供各縣市不同降雨效率係數之供水可靠度計算公式，以供參考。

2. 雨水利用參考指南

雨水利用參考指南(2002)係由台灣雨水利用協會所編撰，內容包含水資源利用危機，雨水貯集利用歷史發展、型式、規劃與設計原則及注意要點、雨水貯留供水系統維護與管理及設置實例介紹，可提供雨水貯集利用設置規劃之參考用。參考指南之設計原則係以屋頂集水為主，設施包括集水區域、導管系統、初期雨水簡易處理系統、簡易過濾設備及貯水設施，手冊中並提供雨水利用相關單位資訊，以供查詢參考用。

3. 屋頂綠化結合雨水設計與建構維護管理之研究

國立臺灣海洋大學(2014)建立屋頂綠化澆灌需水量及入流量推估方法，並依照推估之成果建立國內屋頂綠化結合雨水貯集之容量計算模式及相關推估步

驟。模式計算成果可繪出自來水替代率與設計儲蓄容量曲線，為選擇其提高每單位儲蓄容量可產生最高效率之設計儲蓄容量量效率為選擇設計儲蓄容量量之依據，並利用微分導數原理求效率設計點，導數探討函數的變化情形，依此尋找出最佳效率之設計儲蓄容量。

4.生態社區的雨水利用系統規劃技術研究

內政部建築研究（2011）所已提出 10 種社區雨水利用規劃技術，如屋頂雨水貯集系統適用於都市鄰里單元社區、集合住宅社區與鄉村社區等既成社區及新社區；雨水收集結合入滲系統適用於都市鄰里單元社區、集合住宅社區與鄉村社區等既成社區及新社區；雨水收集結合污水回收適用於既成社區、新社區，社區中有大型或公有建築物、學校及政府單位等；公路逕流收集系統適用於坡地社區；地形雨水截留適用於坡地社區；區域雨水應用適用於高需水量用水之社區，並具地形集水之潛勢；開闢地雨水收集適用於多數社區需增加雨水收集量；田間雨水貯留工程適用於鄉村社區與農村聚落；入滲廊道適用於濱海社區與霧氣收集系統適用於鄉村及開闢區域社區。

5.區域雨水利用潛勢、容量設計及雨洪管理策略

目前國內外對雨水潛勢並無明確定義及共通性語言，故江育銓（2015）考慮建築物特性、水文、經濟及生態等因子將雨水潛勢定義為下列三類分別為：理論潛勢、可利用潛勢及環境可承受潛勢。作者並以全國為研究範圍，估算全國雨水潛勢；設置建築物雨水貯集系統最重要的組成在於貯蓄容量的設計，而貯蓄容量設計最主要影響因子為雨量資料，但並非每個區域內皆有具代表性雨量站資料，故造成貯蓄容量設計上相當大的困擾。本研究以台灣北部為研究範圍，建立區域雨水貯集系統貯蓄容量設計方法，考慮建築物需水量、有效集雨面積及降雨量等因子建立無因次貯蓄容量設計曲線；作者並針對新北市透水城市提出雨水利用之策略。

6.綠屋頂整合雨水利用系統創新應用

該研究計畫（2014）於國立臺灣海洋大學河海工程學系二館屋頂建置一套的

「屋頂綠化整合雨水貯集系統物理性試驗平台」，以假儉草為例，以陶石改良介質層與蓄排水層，增加土壤通透氣與保水能力，並達到調整水質酸鹼度之功用。進而結合雨水貯集系統，收集雨水及澆灌溢流水，透過 UF 濾膜及碟片過濾器進行水質處理，並針對四個檢測點進行 10 項水質參數之檢測及監測收集水量。研究結果顯示，透過改良之介質層與蓄排水層達到良好的成效，過濾系統污染物處理皆可達到良好的水質標準，而且發現雨水利用系統能有效減少綠屋頂之需水量，減輕都市用水的壓力。

7. 離島區域家戶二元供水系統推動計畫規劃-澎湖地區

該計畫（2014）主要在探討澎湖地區推動二元供水系統之可行性，以提高水資源運用效率，將水質要求較低的生活次級用水（如沖廁、澆灌）改由成本較低廉的再生水或雨水貯集加以替代，避免發生處理成本昂貴的海淡水作為生活次級用水的資源浪費情況，同時配合低碳島示範計畫，逐步達到水資源循環利用及低碳建設等水資源目標。

由上述的研究發現，國內對雨水利用的研究主要著重在雨水利用系統的規劃設計及可行性的探討，對雨水貯留利用系統的設施產品、產品規格標準、系統性的規劃及系統的維護管理方面較為欠缺；另外對於貯水容量的設計各家有提出不同的計算方式與方法，而比較有代表性的計算方法有經濟部水利署與內政部營建署所發展的方法，其分別建置建築物雨水貯留系統的評估方法，內政部營建署提供貯水桶體積標準計算方法，計算方式較複雜。經濟部水利署計算公式較簡易，適合一般大眾使用，但其設計參數無從選擇也沒有需水情境選擇，且這二種方法在應用上都有其限制性，故提出一簡易且適用性較高的方法具有必要性。

第四節 雨水貯留利用系統基本組成

雨水貯留利用系統，係將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，適用在農業灌溉、工業、民生用水之替代性補充水源，其他用途如消防用水與降低城市暴雨洪峰負荷量等多目標用途。

一般而言，雨水是相當乾淨的水源，除非是空氣污染嚴重地區，否則建築物

或校園應規劃及利用屋頂作為雨水收集面積，再把雨水適當處理與貯存。並設置二元供水系統（即自來水及雨水分別使用之管線），將雨水作為雜用水，如沖廁所、澆灌、補充空調用水或景觀池及生態池之補充水源等，然建築物與開放空間都能導入雨水貯留系統，等於在都市廣建迷你的小水庫，亦能對降雨時紓解都市地表逕流量暴增、降低洪患發生率也很有幫助。所以雨水貯留利用系統可節省珍貴自來水源並降低水費，更能真正落實水資源有效利用及都市防洪之目標。

雨水貯留利用系統可以是獨立的供水系統，且雨水貯槽的形式的建材多樣化，可依現場狀況做適當設置，配合度高。參考經濟部水利署節水資訊網資料，雨水貯留利用系統主要包括集水設施、輸水設施、淨水設施、貯水設施及動力設施等五大主要子設施（如圖 2-1 所示）。事實上，根據不同使用功能，有不同的設置方式，例如：一般學校可利用屋頂作為集水區，所收集的雨水使用非常方便，只要裝設閘或幫浦，並利用現有貯水槽改裝，即可隨時取用作為替代水源。以下針對各子設施之型式、材質及種類等作說明：

1. 集水設施

隨著雨水貯留的型態不同而異，主要是以屋頂或地面為集水區域。利用建築物之屋頂作為集水區域，其有效的集水面積及使用材料會影響收集雨水的效率及水質。目前屋頂型式常見的有人字型、平頂及弧型三類較常見（如圖 2-2 所示）；其屋頂雨水收集表面材質常使用波浪狀鋁、鍍鋅鐵、混凝土、玻璃纖維等材料建造，取水方式有自然重力式及壓力式排水。

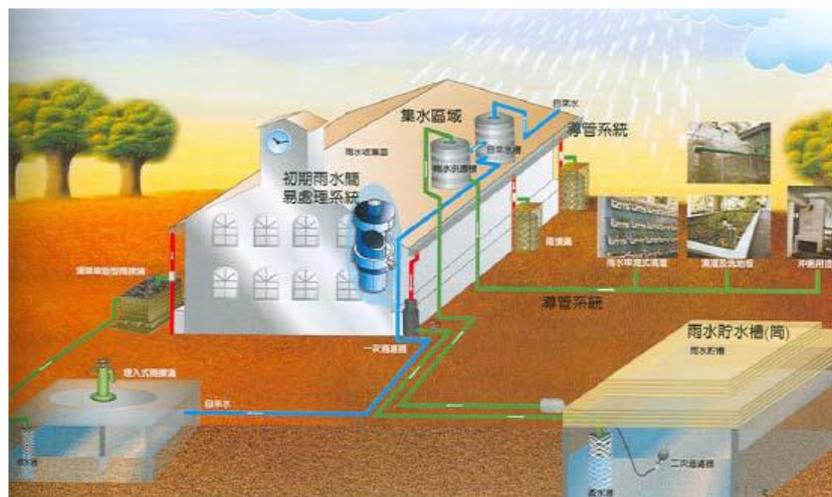


圖 2-1 雨水貯留利用系統圖

(資料來源：本團隊整理)

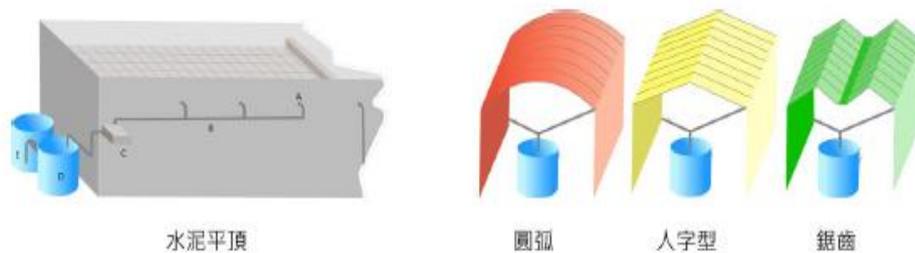


圖 2-2 不同屋頂型式

(資料來源：本團隊整理)



圖 2-3 取水口(落水頭)產品

(資料來源：本團隊整理)

2. 輸水設施

輸水設施收集端型式可分為舊管改明管、暗管及新明管加銑孔，應用端可分為明管及暗管將處理後之雨水輸送至應用標的（澆灌、沖廁等），明管施工為將管線安裝於設施結構物外，施工方便而且快速，但因管線外露易受曝曬及氣溫變化影響，可採用耐久性較佳之高密度聚乙烯管、延性鑄鐵管或（鍍鋅）鋼管。暗管施工為將管線埋於設施內，施工及維修甚為不便，但因管線隱藏且受設施保護，

故較美觀及不易遭受破壞。各類管材料相對特性示如表 2-5。

表 2-5 各類管材料相對特性一覽表

管材	PVC	PE 管	DIP 延性鑄鐵管	SP 鋼管	GIP 鍍鋅鋼管
材質	硬質 PVC	H.D.P.E.	DI 鑄鐵+水泥	SUS 不鏽鋼	鋼管+熱浸鍍鋅
接頭	小口徑處理簡單大口徑較難	普通	不易	壓接容易絞牙不易	絞牙焊接不易
使用年限	短	長	長	長	短
耐震	中等	佳	佳	差	中等
耐撞擊性	不耐	耐	耐	不耐	耐
耐壓性	低	中	高	高	高
耐候性	低	耐紫外線	良	優	優
維護	容易	容易	中等	不易	不易
施工	容易	容易	中等	壓接容易絞牙不易	中等
成本	低	中	高	高	中

(資料來源：本團隊整理)



圖 2-4 各類管材產品

(資料來源：本團隊整理)

3.淨水設施

淨水設施分為初期淨水及主要淨水二類，設置初期淨水將雜質及有機污染物排除，就可減少主要淨水設施的設置。降雨初期的雨水通常較污濁，故此部份雨水須先藉由初期雨水排除/分流設施及雨水篩網設備予以排除或處理。對於水質要求較高之用途，如沖廁、洗車、冷卻用水標的等，需視要求狀況規劃設置，如沉澱設施或過濾設備（石英砂、活性炭、褐煤或其他濾材機動組成）進行懸浮物質之去除；此類設施應定期清洗。

由於沉澱設備設備需較大的空間或較高之經費有其一定之使用限制，且後續需長期之維護經費，因此如能排除大部分之初期雨水所含之雜質有機污染物，定能節省系統之建置及後續維護經費。各類淨水設施之組成設備整理如下表 2-6 所示。

表 2-6 各類淨水設施之組成設備一覽表

設施名稱	組成設備名稱
篩/濾網	落水口、管線過濾、粗篩、細篩、Pump、槽...
初期雨水過濾	初期雨水分流/過濾器(機械式、電子式)...
沉砂/緩衝	中繼槽、沉砂槽、集水陰井...
沉澱	中繼槽、加藥設備、整流板、傾斜管...
一般過濾	過濾材、砂濾槽(快濾、慢濾)、袋濾槽...
特殊過濾	生物濾床、活性炭、逆滲透、離子交換、膜處理系統(RO、沉浸式膜、UF 濾膜)...
消毒	加藥設備、氯錠、紫外線、電析...

(資料來源：本團隊整理)



圖 2-5 初期雨水排除/分流設施及過濾設備

4. 貯水設施

貯水設施型式依設置之地點及施工方式可分為地面式、半地面、地下式、筏基及高塔等(如圖 3 所示)。其中地面式具有簡易施工之特性，維護亦頗為方便，惟較佔空間且美觀會受貯水槽之外觀影響。半地面及地下式、筏基可隱藏貯水槽以求美觀及節省空間，但施工費用較為昂貴，後續維護清理較為複雜，高塔式之貯水槽可配合自然重力式排水，以節省動力輸送成本。

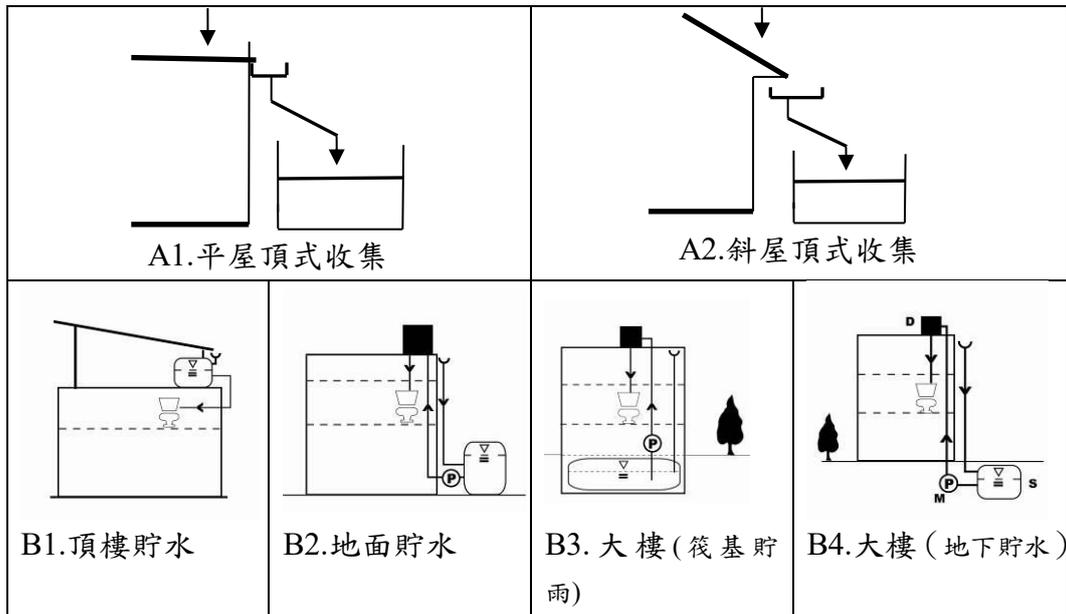


圖 2-6 貯水槽的設置位置之分類

(資料來源：本團隊整理)



圖 2-7 貯水設施產品

(資料來源：本團隊整理)

5. 動力設施

為輸送處理過後雨水之主要動力來源，一般為馬達，大致分為陸上式馬達與沉水式馬達兩種。



圖 2-8 馬達相關產品

(資料來源：本團隊整理)

第三章 雨水貯留利用系統模組架構探討及分類

依第二章文獻回顧與研究主題有關之雨水貯留利用系統推動及基本組成，依照現行法規建築物需有最低雨水貯留量，國內已有許多建築陸續增設雨水貯留利用系統，本章將透過文獻及案例蒐集雨水貯留利用相關模組，探討其現況及缺失，進而依照不同利用型式將國內常見的雨水貯留利用系統模組作分類。

第一節 蒐集彙整國內雨水貯留利用相關模組（包括設施規格、標準、規範、限制等資訊）

本節將針對國內已建置之雨水貯留利用系統之相關案例進行蒐集彙整，透過案例工程規畫圖及廠商設計資料分別將系統模組、集水設施、輸水設施、貯水設施、淨水設施及動力設施作詳細的將規格、標準、規範、限制等資訊作整理比較，各案例資料如后所示。

1. 基隆市國立臺灣海洋大學雨水貯留利用系統

基隆市國立臺灣海洋大學雨水貯留利用主要有三大系統，分別為雨水公園、建築立面雨水收集系統及雨水貯留沖廁供水系統。由於建築立面收集目前國內較不普及，且僅適用於平整面的大樓，本計畫主要針對國內雨水貯留利用系統常見型式進行探討與模組建構，故僅針對較常見的集水模式雨水公園及雨水貯留沖廁供水兩大系統作介紹。

(1) 雨水公園系統模組

國立臺灣海洋大學雨水貯留利用於雨水公園景觀設計，係透過屋頂之高腳式落水頭集水，由輸水管線將水排至地下的沉澱暫存池，接者經由過濾設施淨化雨水，進入集雨槽(雨水貯水槽)存放，貯留利用於景觀池及澆灌用水，其中景觀池的雨水經由管路回到沉澱暫存池，做一個雨水利用的永續循環，其規劃設計圖如圖 3-1 所示。

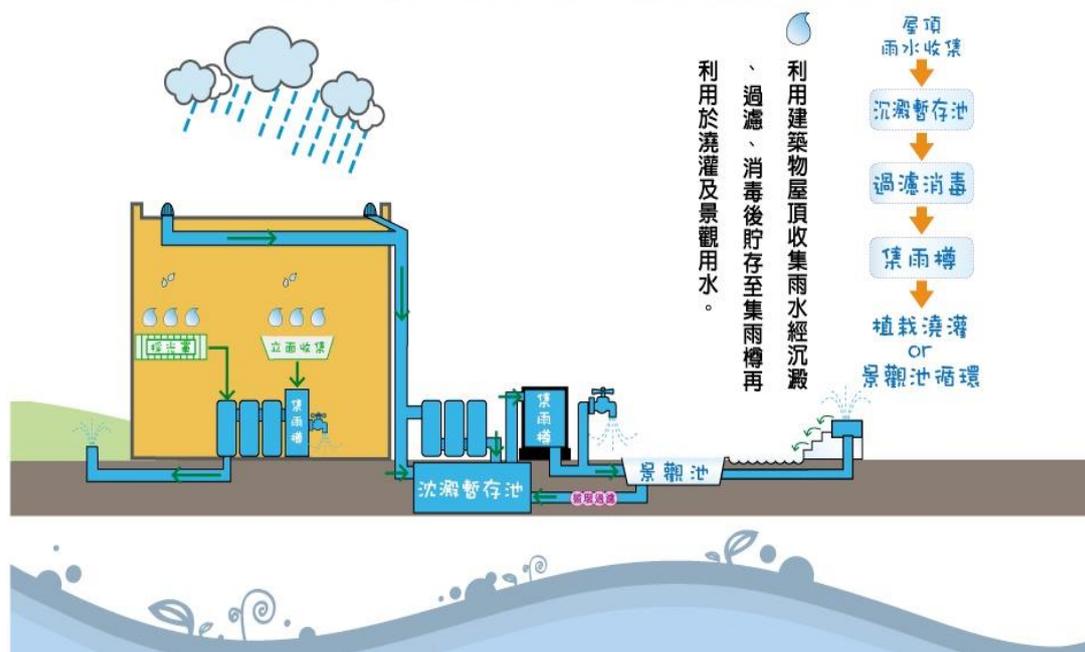


圖 3-1 國立臺灣海洋大學雨水貯留利用於雨水公園景觀設計圖

(資料來源：本團隊整理)

(2) 雨水貯留利用系統於沖廁用水系統模組

雨水貯留利用系統於沖廁用水系統設計，集水及淨水設置與上述相同，透過屋頂之高腳式落水頭集水，由輸水管線將水排至地下的沉澱暫存池，接者經由過濾設施淨化雨水，進入集雨槽(雨水貯水槽)存放，如水量不足時，透過自來水管線進行補水，貯留主要利用於沖廁用水，其規劃設計圖如圖 3-2 所示。

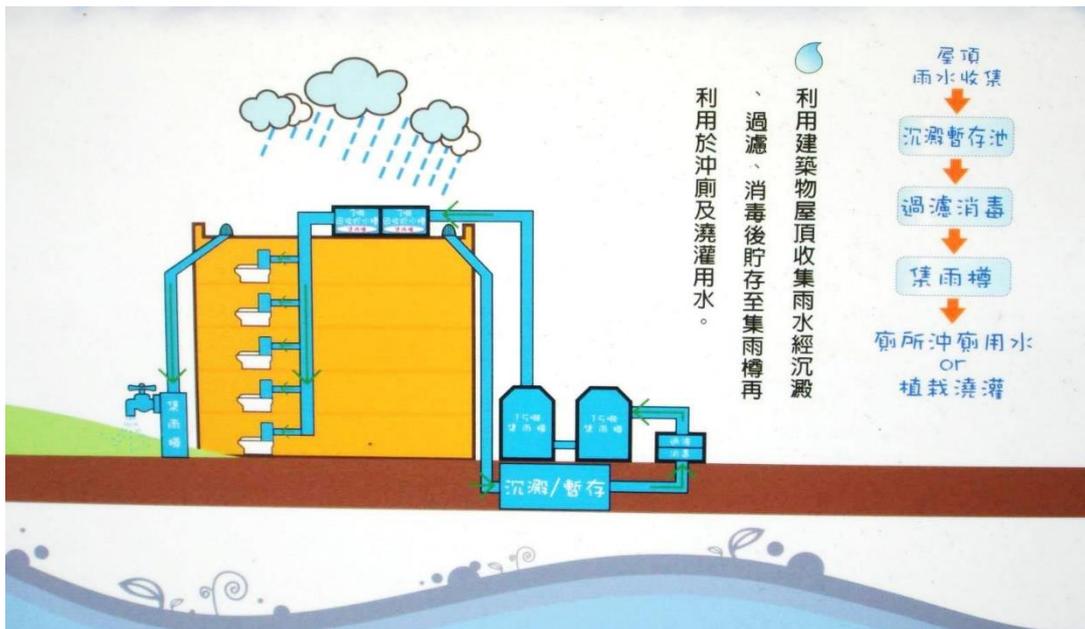


圖 3-2 國立臺灣海洋大學雨水貯留利用於沖廁用水設計圖

(資料來源：本團隊整理)

(3) 集水設施

本案集雨範圍分別為大型空蝕水槽試驗館與河海工程學系第二系館屋頂，透過既有的高腳式落水頭進行雨水收集，並考量集雨效率、水質及維護方便性，經地形勸查後，將部分屋頂洩水坡度較低且易有落葉、髒污堵塞之落水頭進行四周加高設計，使屋頂雨水初步透過堰流的方式進入集水設施，使水質不易夾帶砂土、不易造成淤塞及維護方便，其示意圖如下圖 3-3 所示。



圖 3-3 國立臺灣海洋大學落水頭保持原有洩水坡度(左) 四周加高設計(右)

(資料來源：本團隊整理)

(4) 輸水設施

在上述落水頭收集雨水後，透過落水管將雨水輸至沉澱暫存池，本案落水管分成原有 PVC 材質的暗管及銑孔裝設 HDPE 材質的新明管。原有暗管是將水直接流入雨水排水溝中，故本案透過接管將水流入排水溝之前輸導至沉澱暫存池，示意如圖 3-4 所示。



圖 3-4 既有落水管線接管雨水收集示意圖

(資料來源：本團隊整理)

然銑孔新設明管主要使用耐久性較高的 HDPE 材質，除了不易破壞建築結構及清潔維護方便的優點，在校園內更具教育意義，如圖 3-5 所示。另外，為了區分自來水管線與雨水管線，故將雨水管線以綠色塗料作設計，使人易於分辨水的來源。本系統用於沖廁供水之管線示意如下圖 3-6 所示。



圖 3-5 銑孔新設 HDPE 明管示意圖

(資料來源：本團隊整理)



圖 3-6 沖廁供水之管線示意圖

(資料來源：本團隊整理)

(5) 貯水設施

由於國立臺灣海洋大學雨水貯留利用於雨水公園景觀設計為基隆市首座環境教育場址，故於共設置三種型式的貯水設施提供觀摩教育且增加雨水

貯集量，其型式分別為 16 噸 SMC 回收貯水槽(如圖 3-7，左)、3 座 FRP 貯水槽(如圖 3-7，中)及地下組合式基磚貯水(如圖 3-7，右)。



圖 3-7 雨水公園景觀設計貯水設施示意圖

(資料來源：本團隊整理)

然雨水貯留利用系統於沖廁用水系統之貯水設施設置，先透過雨水貯集與滲透研究中心之貯水容量設計方法，進行降雨特性、屋頂材質及沖廁需水量等參數計算與評估後才進行貯水設施配置。本案於建築地面設置 30 噸 PE 材質的貯水槽，屋頂則設置 6 噸 PE 材質配水槽，如下圖 3-8 所示。



圖 3-8 雨水貯留利用系統於沖廁用水設計貯水設施示意圖

(資料來源：本團隊整理)

(6) 淨水設施

本節針對國立臺灣海洋大學雨水貯留利用系統於沖廁供水之淨水設施做介紹，為滿足國內沖廁非接觸用水之水質標準，本案淨水流程先透過沉澱暫存池初步沉澱，進而由特殊過濾裝置(砂濾機、袋濾機)做完整的雜質過濾及汙染物去除，以及透過特別設置的電極裝置，去除水中微生物及細菌，使貯存的雨水不會造成微生物生長而發臭，最後為加藥裝置(氯錠消毒)，使雨水符合沖廁水質標準，其淨水流程如下圖 3-9 所示。

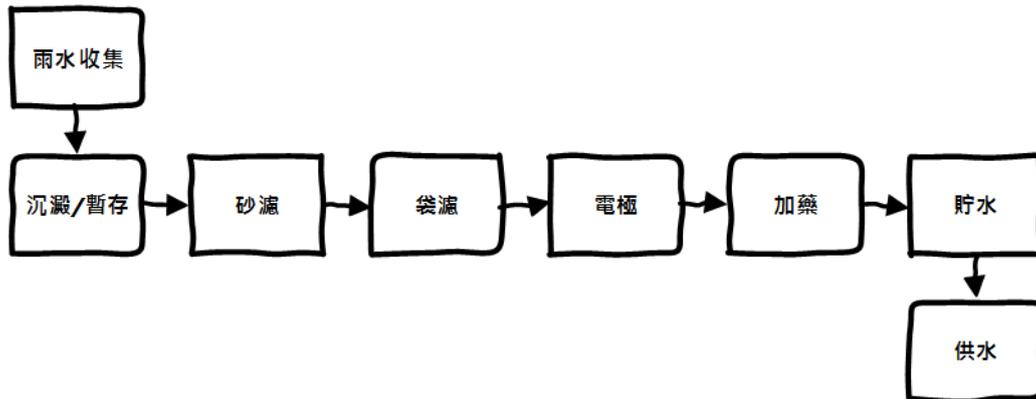


圖 3-9 雨水貯留利用系統於沖廁用水設計淨水設施流程圖

(資料來源：本團隊整理)

2. 新建校舍排水新建工程

新建校舍案例係利用建築筏基作貯水及排水，工程分成兩個部分，一個部分是雨水貯留利用系統，一個部分為汙水處理系統，本計畫僅針對雨水貯留利用的細部規格、標準、規範、限制等作探討。

(1) 系統模組

本系統透過屋頂、陽台及花園之落水頭集水，由輸水管線將水排至筏基內部的雨水收集池(作為中繼槽，用來沉澱)，接者經由過濾設施淨化雨水，進入雨水淨水池(雨水貯水槽)存放，如水量不足時，透過自來水管線進行補水，貯留利用於沖廁及澆灌用水，其工程規劃圖如圖 3-10 所示。其他子設施之規格、標準、規範、限制等詳述如后。

(2) 集水設施

本案集水範圍包括屋頂、陽台及花園，使用的落水頭主要分為平頭落水頭及高腳式落水頭。平頭落水頭截水罩為不鏽鋼材質，搭配 2 吋厚 3 毫米之 PVC 排水管；高腳式落水頭周圍設置 30 公分寬之集水溝，搭配 6 吋厚 3 毫米之 PVC 排水管，附高頸銅質落水頭，詳細如圖 3-11 及圖 3-12。

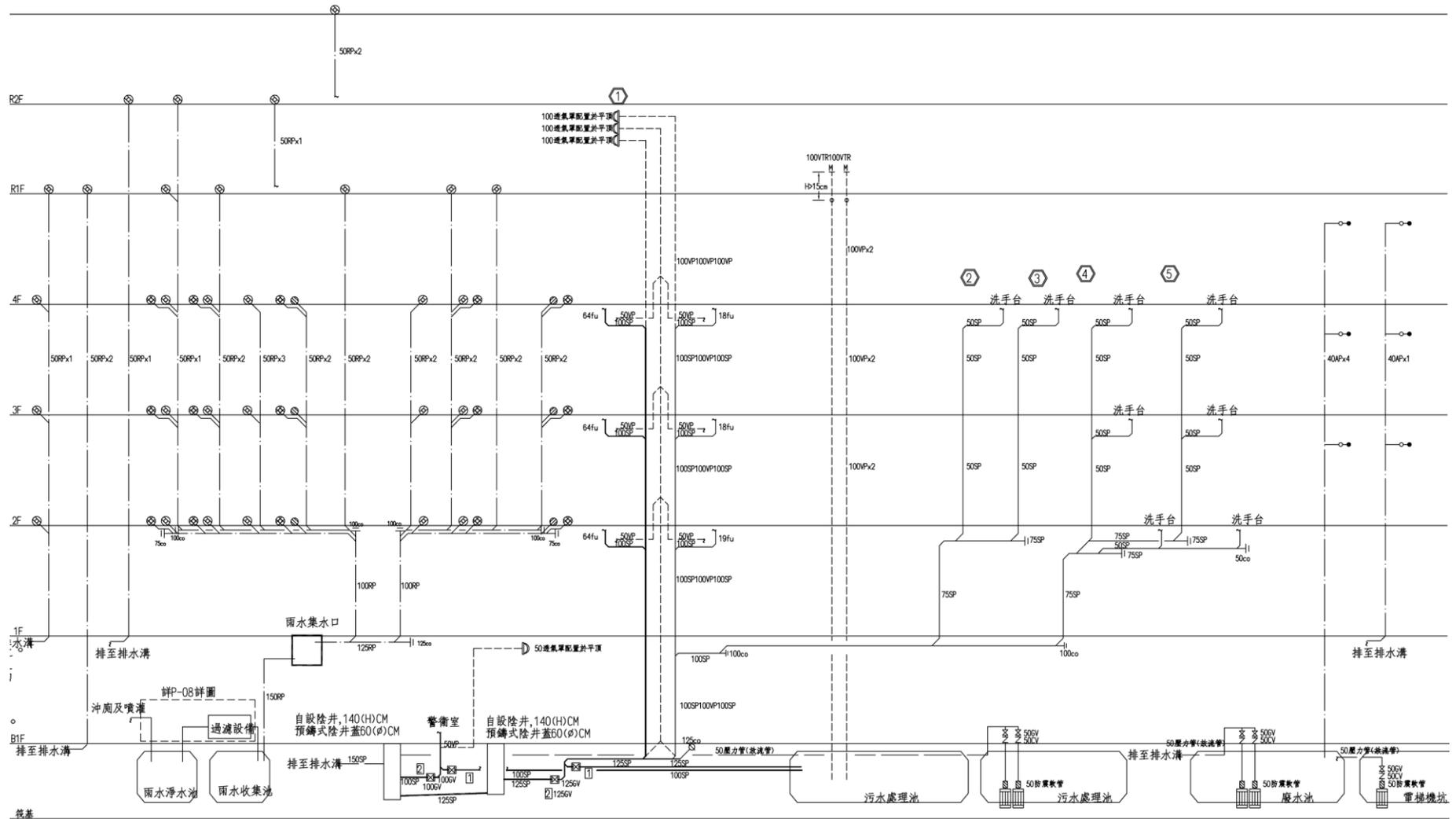


圖 3-10 新建校舍排水新建工程雨水貯留利用系統工程規劃圖

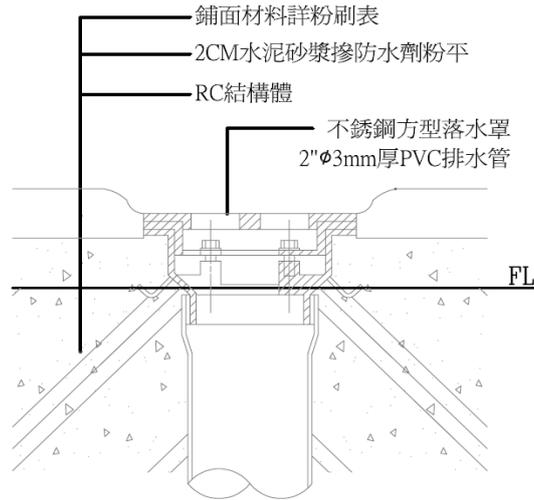


圖 3-11 平頭落水頭示意圖

(資料來源：本團隊整理)

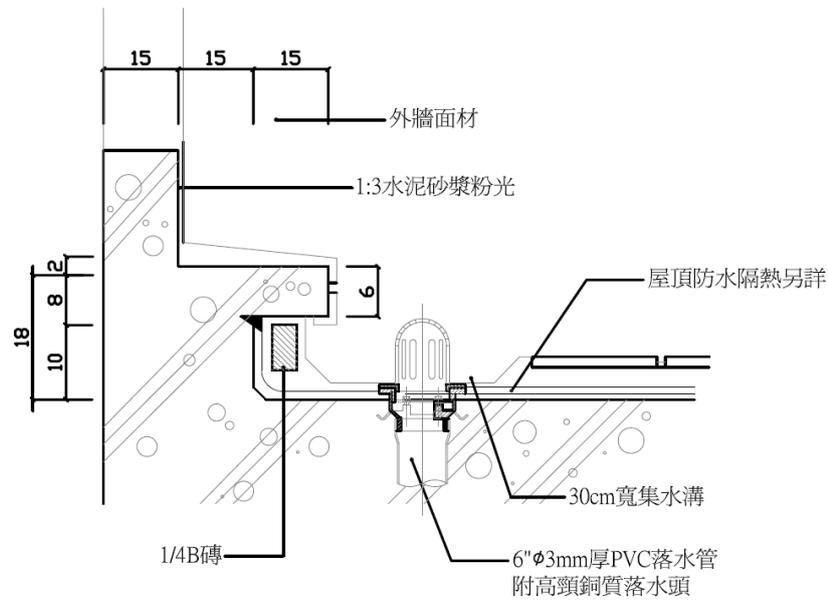


圖 3-12 高腳式落水頭示意圖

(資料來源：本團隊整理)

(3) 輸水設施

輸水設施之管路將依規定加以水壓試驗，並應保持 60 分鐘而無滲漏現象為合格，水壓試驗得分層分段及全部進行，其內容如下：

- 全部試驗：除最高開口外，應將所有開口密封，而自最高開口處灌水至溢滿為止。
- 分段試驗：應將該段內除最高開口外之所有開口密封，並灌水使該段內管路最高接口處有 3.3 公尺以上之水壓
- 分層試驗：應採用重疊試驗，使該層管路任一點均能承受到 3.3 公尺以上之水壓。

排水管線之設置依施工要點將規格、標準、規範及限制之主要項目整理如以下所示：

- 管材除特別註明外，一律採用圖面所標示尺寸之 PVC 或 CIP 管材。
- 管線採用膠合或壓環接頭固定方式施工，與設備連接部分可採用法蘭結合方式施工，於配管前須將管材之油漬、雜物洗清，並採用耐溫、耐蝕、耐腐且不含油質、不脫落之防漏材料。
- 排水管管徑 3 吋以下者(含 3 吋)洩水坡度需有 1/50 以上，3 吋以上者，需有 1/100 以上之洩水坡度。
- 除設備本身連有存水彎者外，所有排水口均應裝設 PVC 封水存水彎，封水深度不得小於 5 公分，亦不得大於 10 公分。
- 所有排水管之立管底端及橫館管路轉向角度大於 45 度處，均應裝設清潔口。
- 通氣主管應獨立上昇至屋頂層，並伸出屋頂樓板面 15cm 以上。
- 衛生設備之給、排水口高度需依照設備廠商提供之安裝尺寸圖施工。

(4) 淨水設施

本案例雨水貯留利用系統之淨水設施為工程圖 3-10 中的過濾設施，由於本案供水標的主要為沖廁及澆灌，故其淨水設施以達到供水之水質標準為目的作搭配，內部詳細的淨水過程係先經由離心過濾槽過濾，通過緩流頭進入雨水收集池(中繼槽)初步沉澱，進而由浮球取水頭取水通過全自動砂濾機

至於雨水淨水池貯存，並搭配機械式注藥機，其詳細流程及規格資料如圖 3-13 所示。

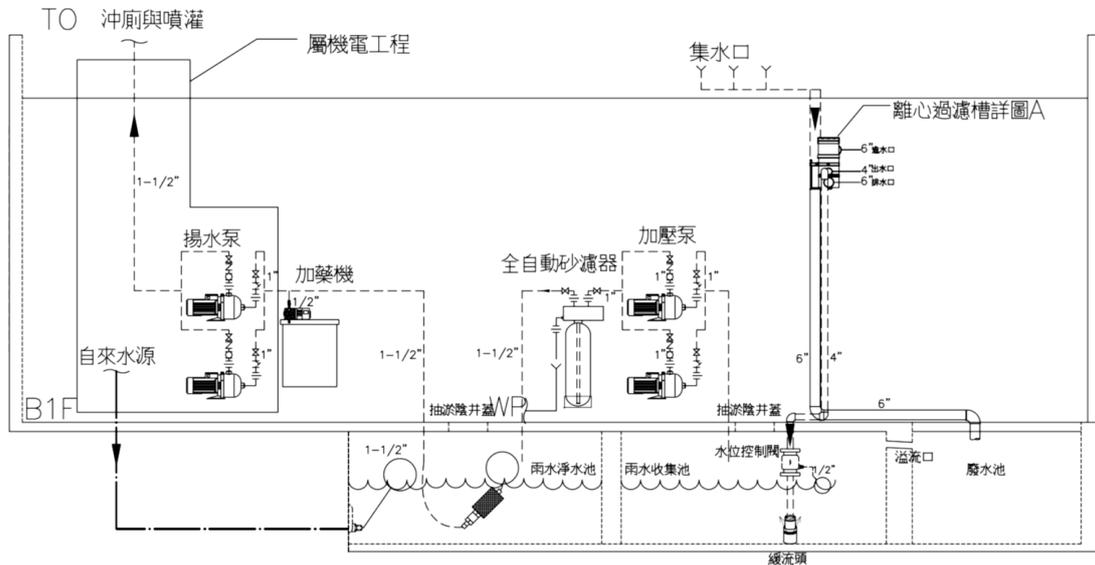


圖 3-13 新建校舍排水新建工程淨水設施系統流程圖

（資料來源：本團隊整理）

本案選用淨水設備之型號、尺寸、材料、規格、限制與特性分別整理如下所示：

① 離心過濾槽

- 型號：WFF150；
- 接水面積：500m²；
- 口徑：進排水口 DN150；出水口 DN100；
- 構造：主體結構為 pp，不鏽鋼濾網套筒，過濾孔目不超過 0.28mm，可回收 90%以上之雨水；
- 特性：全自動操作，免人工操作；雨水自動清洗，免人工保養；
- 參考尺寸：(Ø)315*(H)721mm；
- 廠牌：WISY，GEP，SPEIDEL，或同等品。

② 緩流頭

裝設於雨水貯存槽的沉澱池水管路末端。距池底汙泥至少 10 公分以上，能引導入水緩慢朝上流入沉澱槽，使雨水不會衝擊池底汙泥，造成存水混濁，達到沉澱目的。

- 口徑：DN100。

③ 浮球取水頭

能取得水面下 5~10cm 沉澱後之清水，保證不取得水面浮物泡沫或水底沉澱汙泥。

- 外口徑：1”；
- 浮球直徑：15cm；
- 含逆止閥。

④ 全自動砂濾器

- 型號：FRF 120-MM；
- 電源：220V；
- 流量：21.0 GPM；
- 壓降：8PSI；
- 口徑：進出水口 1-1/2”；
- 最大工作壓力：100 PSI；
- 構造：
 - A. 本體為銅製控制閥控制肌腱部分需有銅板外殼保護；
 - B. 控制閥需有指示燈和自動逆沖洗指示燈；
 - C. 銅製自動控制閥，玻璃纖維桶身；
- 特性：深度過濾，可容納大量雜質，逆沖洗時全部沖出，濾材依輕重順序分層落下，不會因逆沖洗而混亂；

- 濾材：分為四層依序為，第一層一號無煙煤，第二層 0.45MM 的 flint sand，第三層 30/40 的 garnet 及第四層 8/12 的 garnet 過濾效果可達 10 micron；
- 尺寸：(D)15’’*(W)18’’*(H)72’’。

⑤ 機械式隔膜注藥機

- 型號：150/003；
- 電壓：220V 0.5A；
- 尺寸：60L；加藥槽(Ø)600mm*(H)750mm；
- 加藥量：0~100 Gal/Day 可任意調整；
- 參考尺寸：(L)300mm*(W)150mm*(H)250mm；
- 特性：抗化學腐蝕力強，運轉壓力可達 100PSI。

(5) 貯水設施

本案主要係透過建築筏式基礎空間進行貯水，由圖 3-10 所示並無設置屋頂配水槽進行暫時貯水以重力作供水，而是直接由筏基貯水槽藉揚水馬達做供水，資料中無另外詳述設置容量、材料、限制等，其貯水設施在筏基中設置之位置，如圖 3-14 所示。

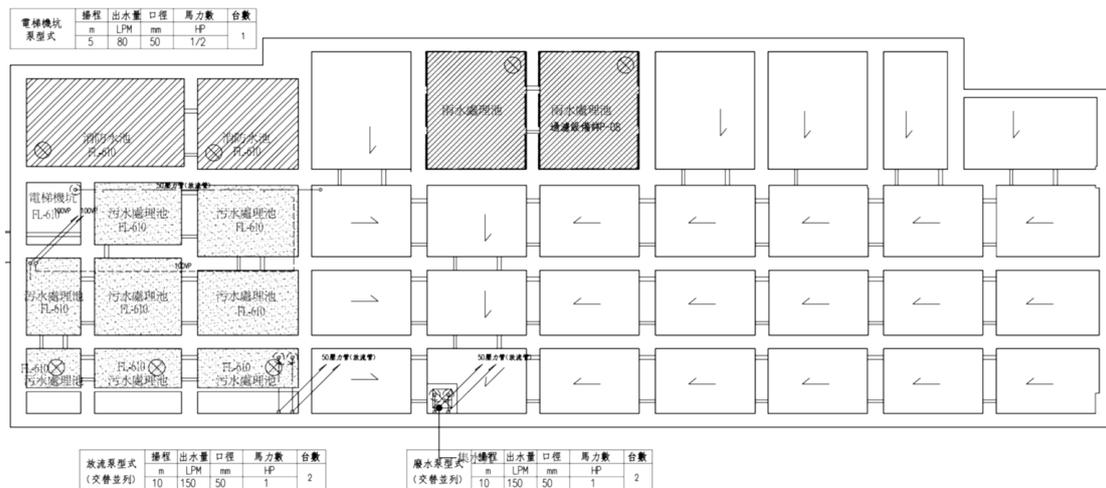


圖 3-14 新建校舍排水新建工程雨水貯留利用系統筏基平面圖

(資料來源：本團隊整理)

(6) 動力設施

淨水設備之間的水路連結透過加壓泵來驅動，其型號、尺寸、材料及規格分別整理如下所示：

- 型號：MHI202；
- 電力：3 Ø 380V 0.55KW；
- 規格：Q=3m³/hr，H=22m；
- 口徑：進水口 1”，出水口 1”；
- 耐溫：-15~110 C；
- 構造：
 - A. 多段離芯同軸設計，泵殼，葉輪，軸芯為 SUS316L，所有接液部分為不鏽鋼；
 - B. 鋁合金馬達，F 級絕緣體，IP54 保護等級，最高本體耐壓為 10kg/cm；
- 尺寸：(L)375*(W)190*(H)192mm。

3. 老舊校舍整建工程

老舊校舍整建工程與上一案類似，係利用建築筏基作貯水及排水，工程分成兩個部分，一個部分是雨水貯留利用系統，一個部分為污水處理系統，本計畫僅針對雨水貯留利用的細部規格、標準、規範、限制等作探討。

(1) 系統模組

本系統透過屋頂落水頭集水，由輸水管線將水排至筏基內部的雨水沉砂池，接者經由過濾設備淨化雨水，進入雨水儲存池存放，並透過加壓幫浦將部分水輸至屋頂雨水儲存池以備隨時供水，如水量不足時，透過自來水管線

進行補水，主要利用於沖廁或澆灌，其工程規劃圖如圖 3-15 所示。其他子設施之規格、標準、規範、限制等詳述如后。

(2) 輸水設施

本案將該老舊校舍建築中不同用途的給排水管線分為冷水、污水、排水、通氣、雨水，依照不同用途別訂定管徑及厚度值以及管線材質，整理如下表 3-1 所示。

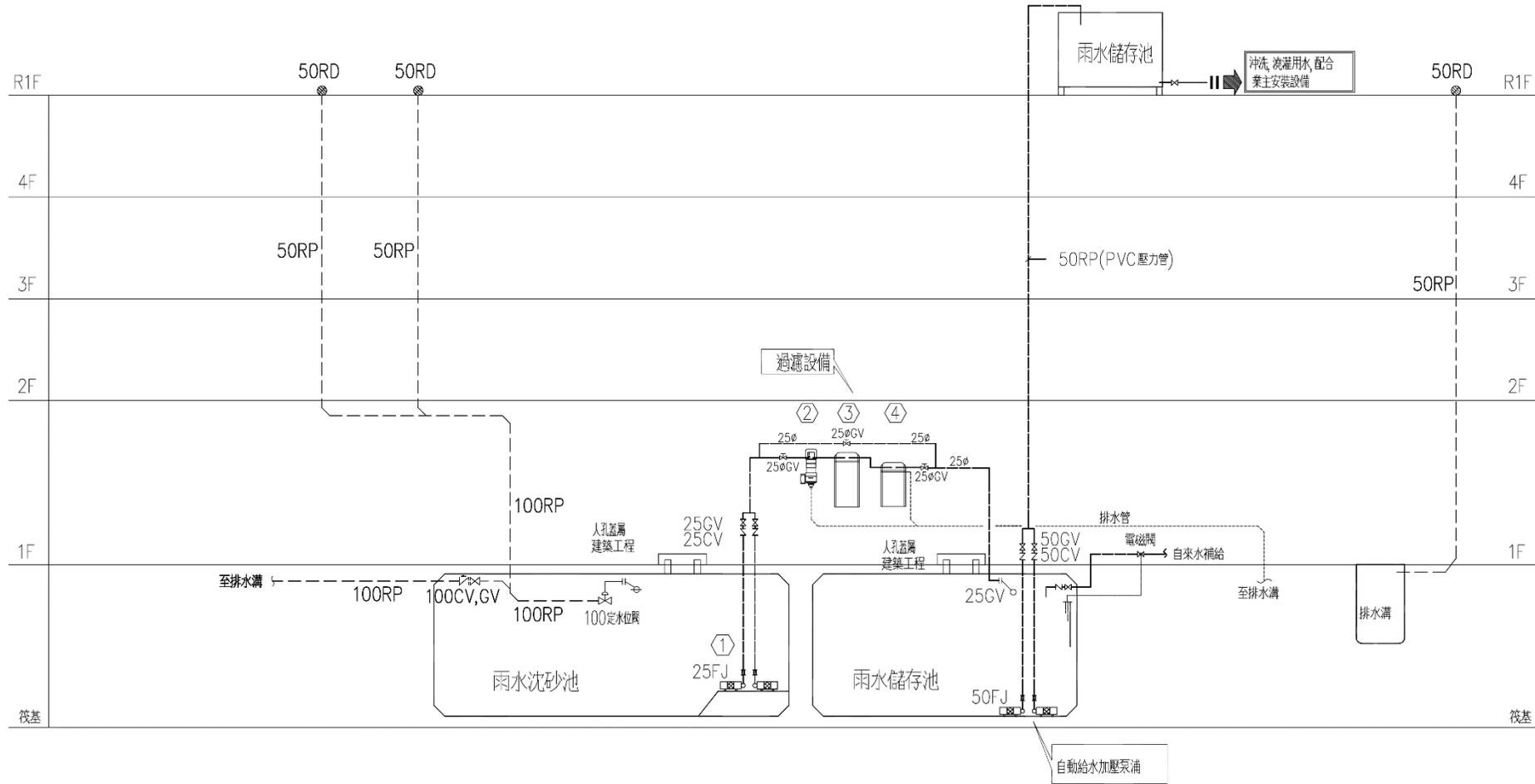


圖 3-15 老舊校舍整建工程雨水貯留利用系統工程規劃圖

表 3-1 老舊校舍整建工程給排水管徑及厚度對照表

區分 (管別)	冷水 (STS)	汙水 (PVC)	排水 (PVC)	通氣 (PVC)	雨水 (PVC)
13Ø			2.0mm		
20Ø			2.0mm		
25 Ø	2.0mm		3.0mm		
30 Ø	2.0mm		3.5mm	2.0mm	
40 Ø	2.5mm		4.0mm	2.0mm	
50 Ø	3.0mm	4.5mm	4.5mm	2.0mm	2.0mm
63 Ø	3.0mm	4.5mm	4.5mm	3.0mm	3.0mm
75 Ø	3.5mm	5.5mm	5.5mm	3.0mm	3.0mm
100 Ø	4.0mm	7.0mm	7.0mm	3.5mm	4.0mm
125 Ø		7.5mm	7.5mm	4.5mm	4.5mm
150 Ø		8.5mm	8.5mm	5.5mm	

(資料來源：本團隊整理)

排水管線之設置依施工要點將規格、標準、規範及限制之主要項目整理如以下所示：

- 給水管路之試壓標準為以 10Kg/cm² 之水壓歷時一小時不發生漏水始為合格。
- 污排水及通氣管管路應實施分層重疊試驗，並使管路任一點均能受到 3.3 公尺以上之水壓力歷時小時不發生漏水始為合格。
- 屋頂透氣泛水及屋頂落水頭應配合建築工程實施防水處理。
- 污排水橫管最小坡度：3”(含)以下為 1/50；4”(含)以上為 1/100。
- 所有污排水管均樑下施工為原則，如有必要穿樑時應先徵得建築師同意後方可施工。要穿樑，穿樑處應加筋補強，加筋數量及施工方法應先經現場監工或建築師核可。
- 所有污排水管均使用斜 T 或順水 T，零件厚度與配管同，嚴禁使用

90°T。

- 所有衛生器具之按裝均以建築圖為準，施工時應參照建築圖施工。
- 施工方法須遵照建築技術規則建築設備編第二章〔給水；排水系統及衛生設備〕及施工說明書之規定辦理。
- 業主或現場監工如認為必要時，承包商須配合繪製現場施工詳圖並標明各種管路間之互相關係，承包商不得藉故推諉拒絕。
- 如有未盡事宜應遵照業主或現場監工之意見

(3) 淨水設施

由於本案以沖廁及澆灌作為供水設計，故其淨水設施以達到供水之水質標準為目的作搭配，除了淨水初期的雨水沉砂池，內部過濾設備包括電子式全自動過濾設備、微電腦液晶顯示按鈕活性碳過濾器及微電腦液晶顯示按鈕式軟水器，其詳細淨水設備之型號、尺寸、材料、規格、限制與特性分別整理如下所示：

① 電子式全自動過濾設備

- 流量：20GPM；
- 最大工作壓力：10 BAR；
- 參考尺寸：170×350 mm；
- 電源：1Ø / 220 / 60hz；
- 特性：
 - A. 有效過濾鐵鏽及泥沙；
 - B. 專利銀離子鍍膜不鏽鋼濾網可抑制細菌生長；
 - C. 可依水質設定天天，每周，每月，二個月反洗一次；
 - D. 內涵壓力表可顯示一次測壓力。

② 微電腦液晶顯示按鈕活性碳過濾器

- 流量：10 GPM；
- 最大工作壓力：8.3 kg/cm²；
- 參考尺寸：65×37×48 cm；
- 電源：1Ø / 110 轉 12v；
- 構造：內襯多層繞增強式玻璃罐，外觀 ABS 全包覆式閥頭控制面板；
- 特性：
 - A. 觸控按組面板；
 - B. 自動週期再生清洗；
 - C. 再生程序時自動啟動旁通系統；
 - D. 自動返洗停電記憶；
 - E. 微電腦控制器設計於全罩式外殼內。

③ 微電腦液晶顯示按鈕式軟水器

- 流量：16 GPM；
- 最大工作壓力：8.3 kg/cm²；
- 參考尺寸：76×37×48 cm；
- 電源：1Ø / 110 轉 12v；
- 構造：內襯多層繞增強式玻璃罐，外觀 ABS 包覆式外殼(含閥頭控制面板)；
- 特性：
 - A. 微電腦自動控制；
 - B. 按鈕面板，可顯示生前工作流量，水質硬度；
 - C. 再生程序時自動啟動旁通系統；

- D. 樹脂桶與桶設計合為一體；
- E. 動能鹽水生成及逆流再生，可儲鹽 45kg；
- F. 內含流量指示再生程序自動計算執行；
- G. 微電腦控制器設計於全罩式外殼內。

(4) 動力設施

本案淨水設備之間的水路連結透過 1HP×2 交互並列恆壓變頻變速泵浦來驅動，其尺寸、材料及規格分別整理如下所示：

- 泵浦水量：(Q)120LPM；
- 恆壓設定值：3.0kg/cm²；
- 泵浦吸入口徑：25×2mm；
- 材質：不鏽鋼泵浦，接液部分為全不鏽鋼。

4. 建築更新計畫工程

本案建築更新計畫工程利用建築筏基作貯水及排水，更新計畫工程分成三個部分，分別為生活污水處理、雨水貯留利用系統及廢水坑設計，本計畫僅針對雨水貯留利用的細部規格、標準、規範、限制等作探討。

(1) 系統模組

本系統透過屋頂及陽台落水頭集水，由輸水管線將水排至筏基內部的雨水沉砂池，接者經由過濾設備而進入雨水暫存池(貯水貯水槽)池存放，如水量不足則透過自來水管線進行補水，貯存雨水主要利用於景觀用水，其工程規劃圖如圖 3-16 所示。其他子設施之規格、標準、規範、限制等詳述如后。

(2) 貯水設施

本案雨水貯水槽之設計容量透過綠建築評估手冊之計算結果做驗證，即經集雨面積、地區性的日平均雨量及日降雨概率等參數，計算獲得最小建議

貯留容量值；本案容量設計成果大於綠建築評估手冊計算方法之最小建議貯留容量值，故符合規範建議。

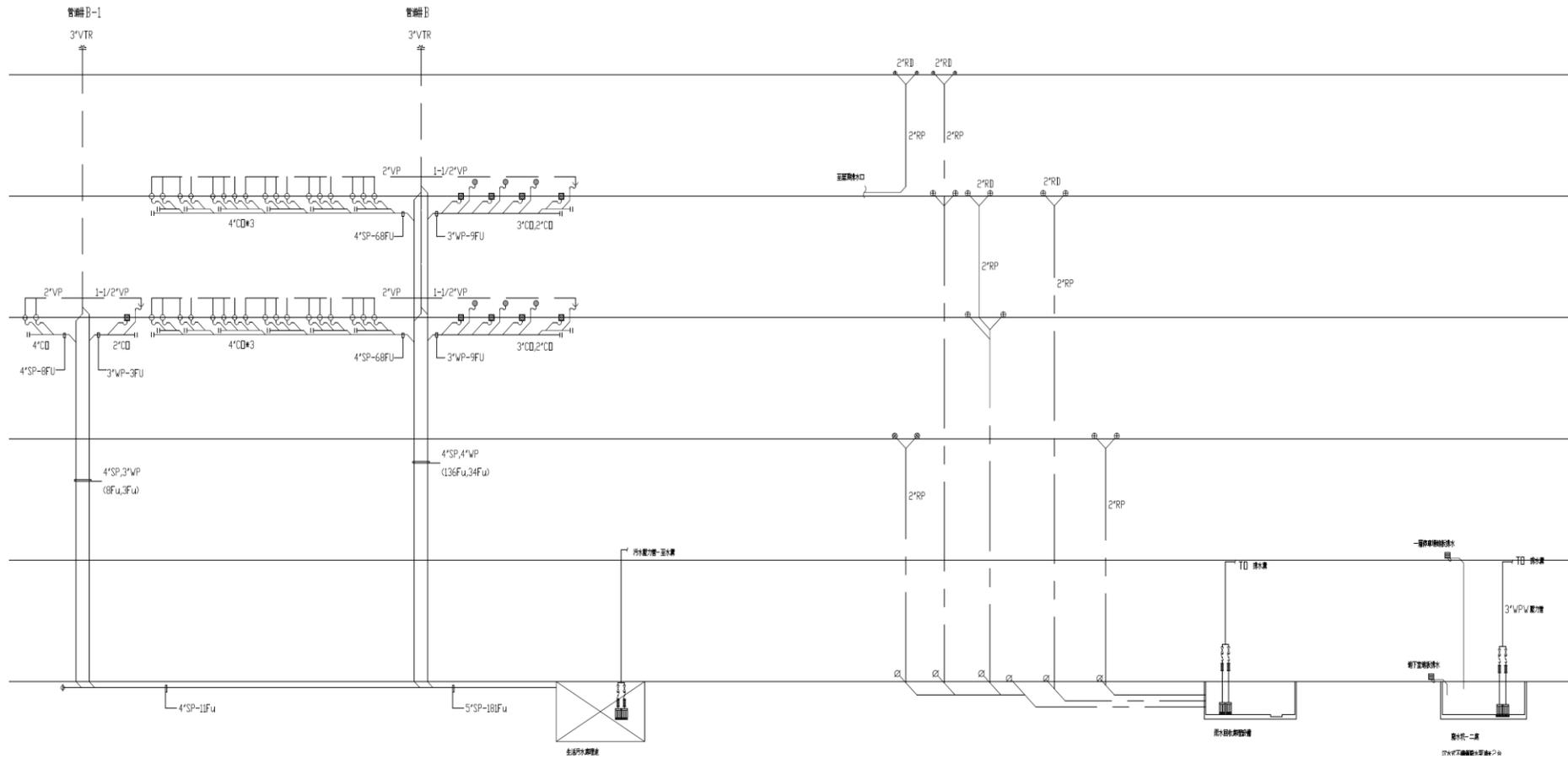


圖 3-16 建築更新計畫工程雨水貯留利用系統工程規劃圖

(3) 淨水設施

由於本案以景觀用水作為供水設計，故其淨水設施以達到供水之水質標準為目的作搭配，除了淨水初期的雨水沉砂池，加設一個中間水池(中繼池)，利用過濾幫浦及過濾設備進入回收雨水暫存池(雨水貯水槽)，並在此以氯錠消毒及設置鼓風機曝氣，而沼氣及廢氣經散氣盤連接通氣管排出，其淨水設施流程如圖 3-17 所示，設計示意如圖 3-18 所示，詳細淨水設備之型號、尺寸、材料、規格、限制與特性分別整理如下：

流程圖：

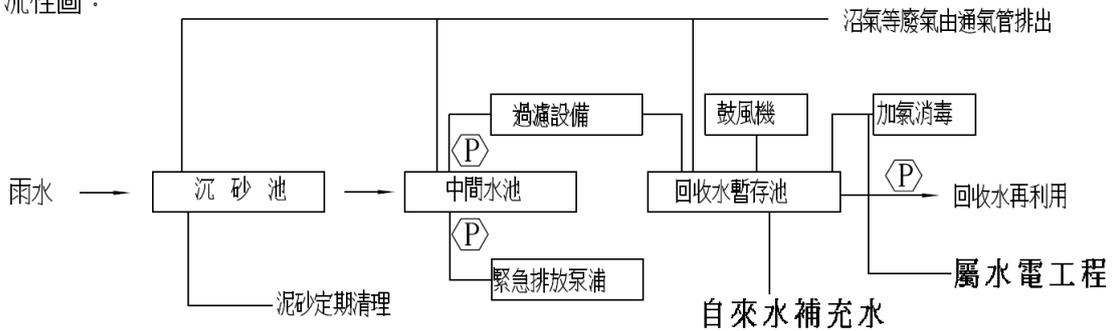


圖 3-17 建築更新計畫工程淨水設施流程圖

(資料來源：本團隊整理)

設計條件：

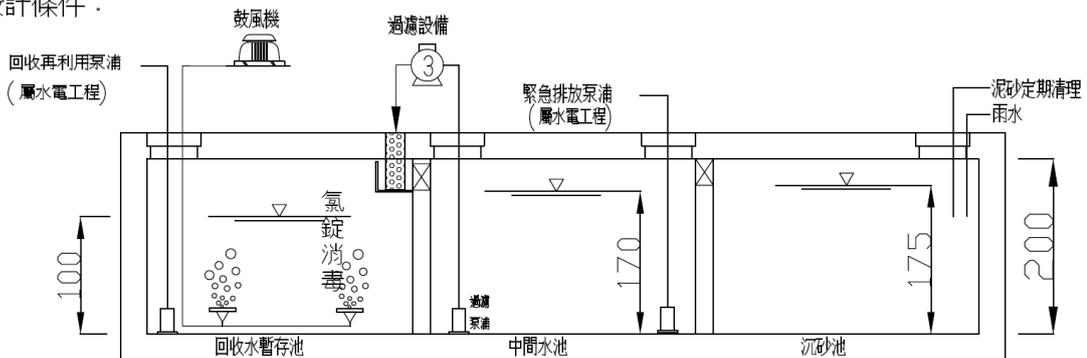


圖 3-18 建築更新計畫工程淨水設施設計示意圖

(資料來源：本團隊整理)

① 過濾設備

- 處理水量：應大於或等於 $4.3 \text{ m}^3/\text{hr}$ ；
- 過濾截面積：1.4 ft；
- 過濾桶尺寸：直徑 D400 cm × H700 cm；
- 反水洗量：60 L/MIN。

② 過濾泵浦

- 數量：2 台交替；
- 吐出量： $6.05 \text{ m}^3/\text{min}$ ；
- 出力：2 HP；
- 揚程：9 M；
- 口徑：80 mm。

③ 鼓風機

- 數量：2 台交替；
- 風量： $0.35 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上；
- 耗電力：343 W。

④ 散氣盤

- 數量：4 個；
- 標準通風量：100 L/min 至 450 L/min；
- 盤體尺寸：直徑 145 mm 以上；
- 風壓損失：150 mmaq 以下(當風量為 200 L/min 時)

(4) 動力設施

於淨水設施之中間水池(中繼池)設置緊急排放泵浦，作為水量過多及滯洪功能排水之用；於回收暫存池(雨水貯水池)設置雨水利用沉水泵浦作為供水之動力設施，其尺寸、材料及規格分別整理如下所示：

① 緊急排放泵浦

- 數量：2 台交替；
- 吐出量：6.05 m³/min；
- 出力：2 HP；
- 揚程：9 M；
- 口徑：80 mm。

② 雨水利用沉水泵浦

- 數量：2 台交替；
- 吐出量：0.63 m³/min；
- 出力：3 HP；
- 揚程：10M；
- 口徑：2”；
- 材質：不鏽鋼。

5. 群創光電(股)公司 T2 廠(原奇美電子 T2 廠)

群創光電(股)公司近年積極發展環境管理、水足跡及碳足跡之綠色產品設計及風險管理，以 T2 廠為例，廠內主要分為兩大系統：製程用水回收系統、雨水貯留利用系統，本計畫僅針對群創光電(股)公司 T2 廠之雨水貯留利用系統作介紹。

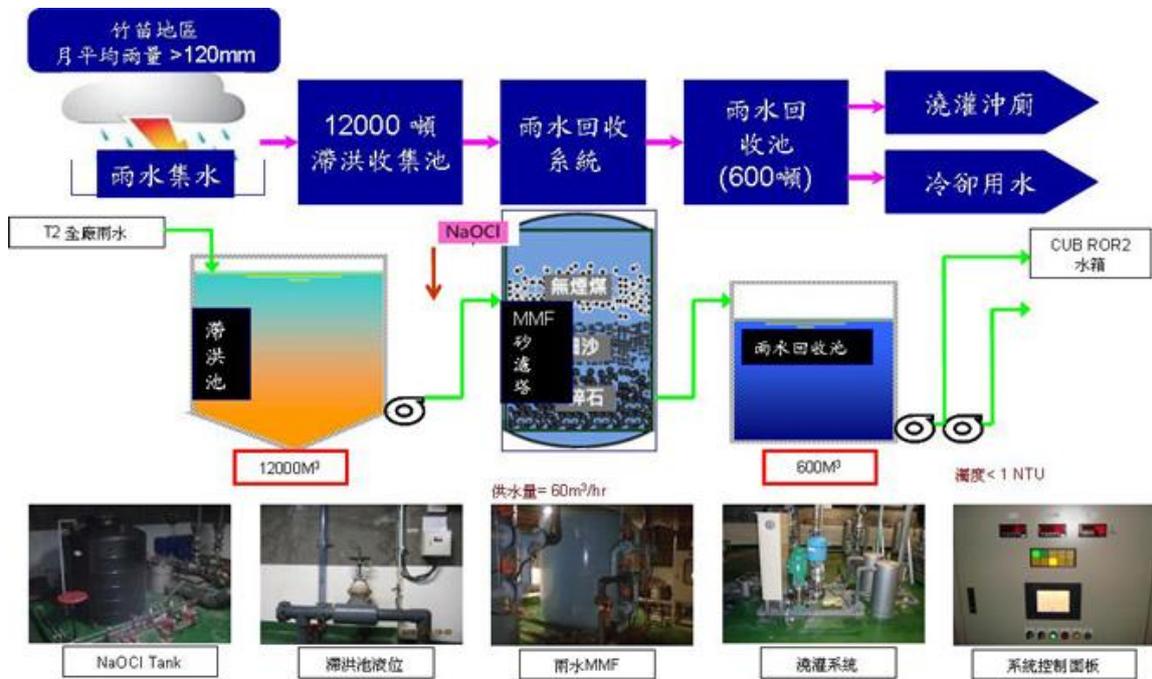


圖 3-19 群創光電(股)公司 T2 廠雨水貯留利用系統流程圖

(資料來源：本團隊整理)

本系統透過 T2 全廠區集水面積約 19.1 萬平方公尺之雨水排水溝收集，進入 12,000 噸的滯洪收集池集水，並進行初步沉澱，再抽水經由 MMF 砂濾塔過濾及殺菌加藥後至 600 噸的雨水回收池貯存，主要用來澆灌、沖廁及冷卻用水，節水約為 241CMD，其雨水貯留利用系統流程圖如圖 3-19 所示。

6. 廠商資料蒐集

(1) 活水泉國際股份有限公司

活水泉源國際股份公司成立於 1997 年，自德國引進 GRAF 雨水貯留利用系統，專業規劃及配套式的雨水回收再利用系統可以有效達到節約用水及

防洪之目的，專門的規劃設計，可使系統不再因為過當或錯誤的配置而浪費經費、電力及資源，希望以簡單、方便、經濟且有效率的方式回收雨水。

活水泉源國際股份公司認為目前國內雨水貯留利用系統缺乏初期雨水過濾(前置過濾)之設備，大多將水直接進入雨水中繼槽或雨水貯留槽後才進行沉澱、過濾、消毒等淨水步驟，使雨水夾雜許多垃圾和易腐敗性物質，造成雨水儲水槽內底部囤積垃圾。故該司由國外引進許多相關設備，推廣先過濾再貯存的理念，不但減輕雨水貯留利用系統清潔維護之負擔，更簡化系統設計手法及減低設置成本，並認為透過前置過濾後貯存的雨水可直接取用，可依不同的供水標的再搭配其他淨水設備。以筏基貯水利用於澆灌用水為例，如圖 3-20 所示，雨水由屋頂落水頭集水，由 DN100~DN150 之輸水設備將雨水流入地下筏基貯水，在進入筏基貯水前設置前置過濾設備，可將雨水中的雜質過濾排至外部排水溝，僅讓淨化後的雨水進入筏基內貯存，進而透過排水幫浦取水利用。

初期雨水過濾(前置過濾)設備的優點為內部配件構造簡單、使用上不需要電力、不需更換耗材、自動排汙及垃圾、落葉等雜質不滯流在過濾器內，使清潔維護容易等，其 A 型前置式雨水回收過濾器示意如圖 3-21 所示，其他活水泉源國際股份公司國外引進的雨水貯留利用系統設備資料將於本計畫第四章第三節做歸納整理與比較。

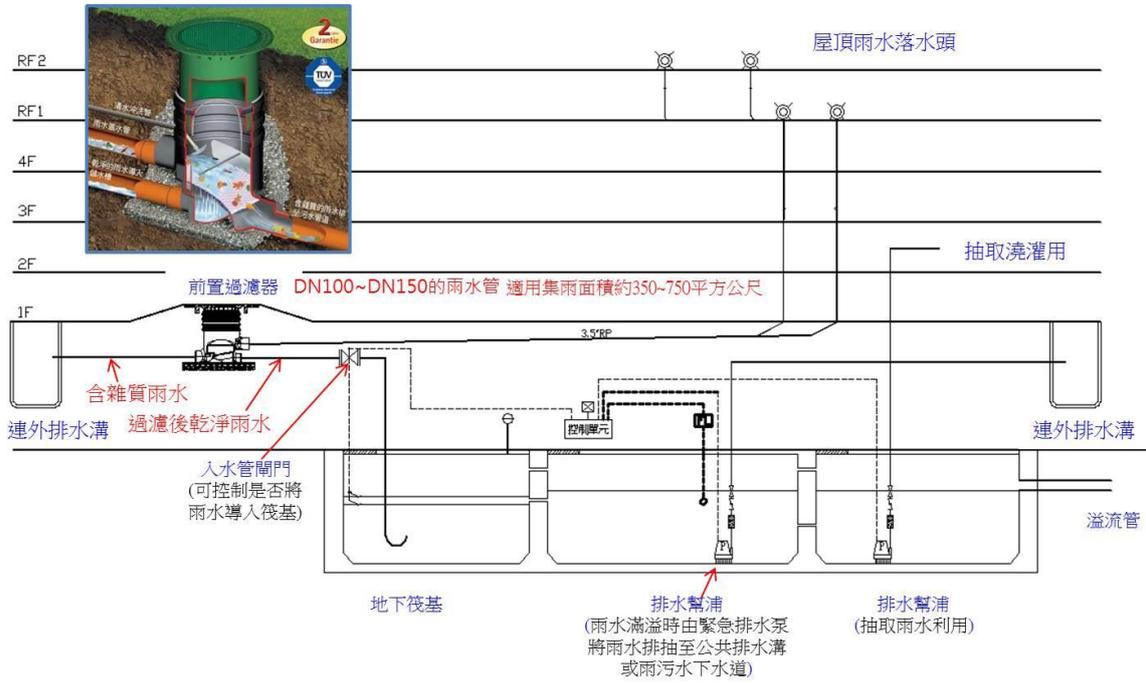


圖 3-20 活水泉國際股份有限公司雨水貯留利用系統流程圖

(資料來源：本團隊整理)

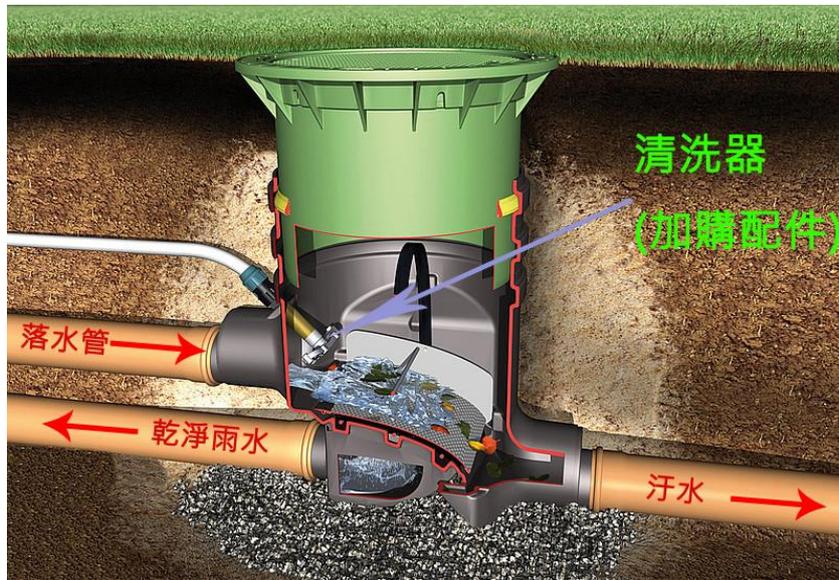


圖 3-21 A 型前置式雨水回收過濾器示意圖

(資料來源：本團隊整理)

(2) 拓霖企業股份有限公司

拓霖企業成立於 1999 年，為國內最早引進「全屋式」淨水概念，及設計規劃及銷售「全屋式」淨水商品的淨水設備公司，全系列引進歐洲第一大全屋式淨水設備品牌德國 BWT 倍世淨水，為提供更好產品及服務，讓水處理系統能涵蓋更多層面，於 2013 年代理德國雨水回收 3P Technik 及 2014 年代理德國 Aquatherm PP-R 玻纖管，從雨水回收、全屋式水處理系統、飲用等，提供來自德國品牌之產品，提供專業設計與規劃整合安裝配置、安裝施工服務團隊、維護保養等優質服務，為居家用水提供更完善的解決方案。

拓霖企業股份有限公司之雨水貯留利用系統設計流程：透過雨水收集管收集雨水，透過落葉分離器(前置過濾)進行雨水初期過濾，將雨中雜質排放至排水溝，淨化後的雨水進入雨水貯水槽，且預防雨水進入槽體內使槽內雨水波動而使沉澱物揚起造成雨水混濁，故本系統增設平緩入流器，並在取水口設置浮動吸水器以減少水中雜質。淨水設施搭配雜質過濾器、袋式除泥器及 UV 紫外線殺菌器來過濾消毒，使雨水達到供水標的之水質標準。拓霖企業股份有限公司提供的雨水貯留系統設計流程圖分為地上型、地下型及筏基貯水，分別如圖 3-22、3-23 及 3-24 所示。

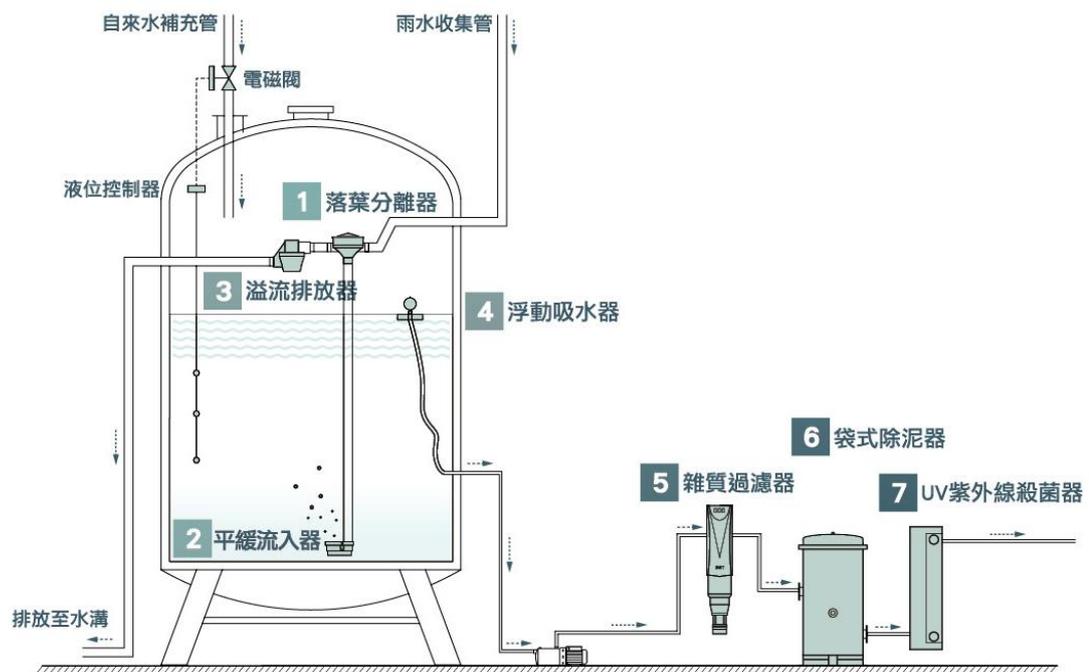


圖 3-22 拓霖企業股份有限公司地上型雨水貯留利用系統流程圖

(資料來源：本團隊整理)

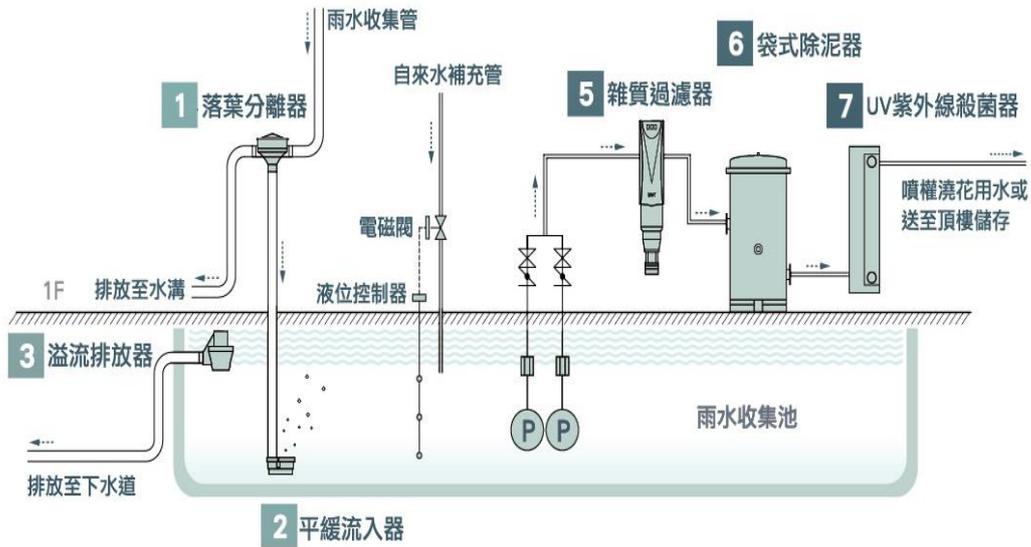


圖 3-23 拓霖企業股份有限公司地下型雨水貯留利用系統流程圖

(資料來源：本團隊整理)

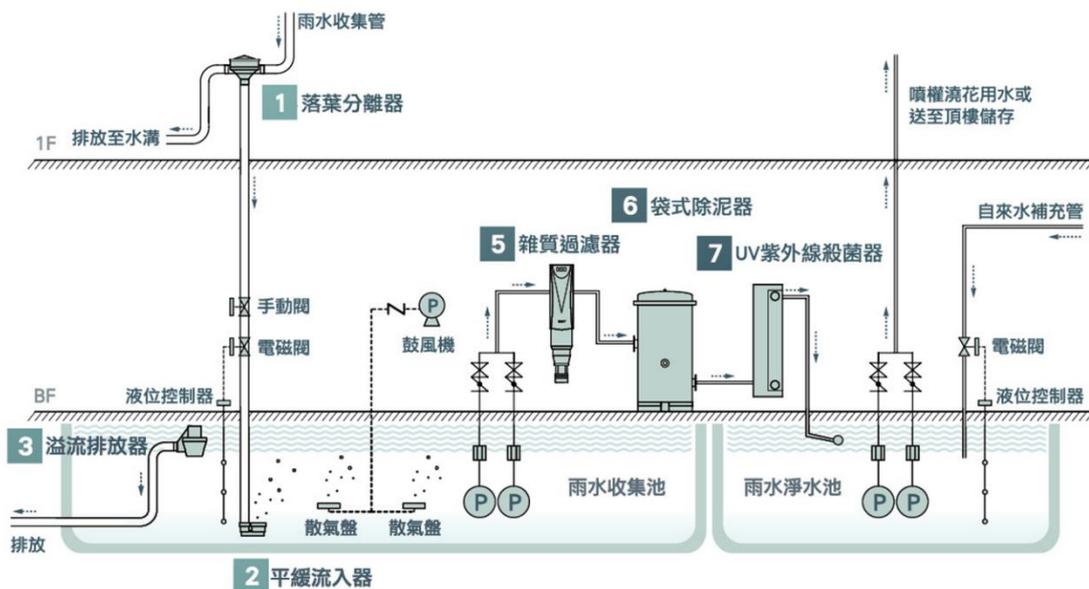


圖 3-24 拓霖企業股份有限公司筏基式雨水貯留利用系統流程圖

(資料來源：本團隊整理)

(3) 三泰環境工程

三泰環境工程係專門從事污染防治工程的廠商，技術服務包含規劃、設計、施工、製作、安裝及操作保養，能解決有關污水、廢水、中雨水、垃圾廚餘...等污染的問題。

本案針對其雨水貯留利用系統流程作介紹，三泰環境工程之系統雨水由屋頂落水頭集水進入建築筏基作貯存，透過過濾泵使水經由過濾系統淨化而進入雨水貯留槽，透過回收泵抽水進行供水，如供水量不足則搭配自來水補水機制進行補水，流程如下圖 3-25 所示。

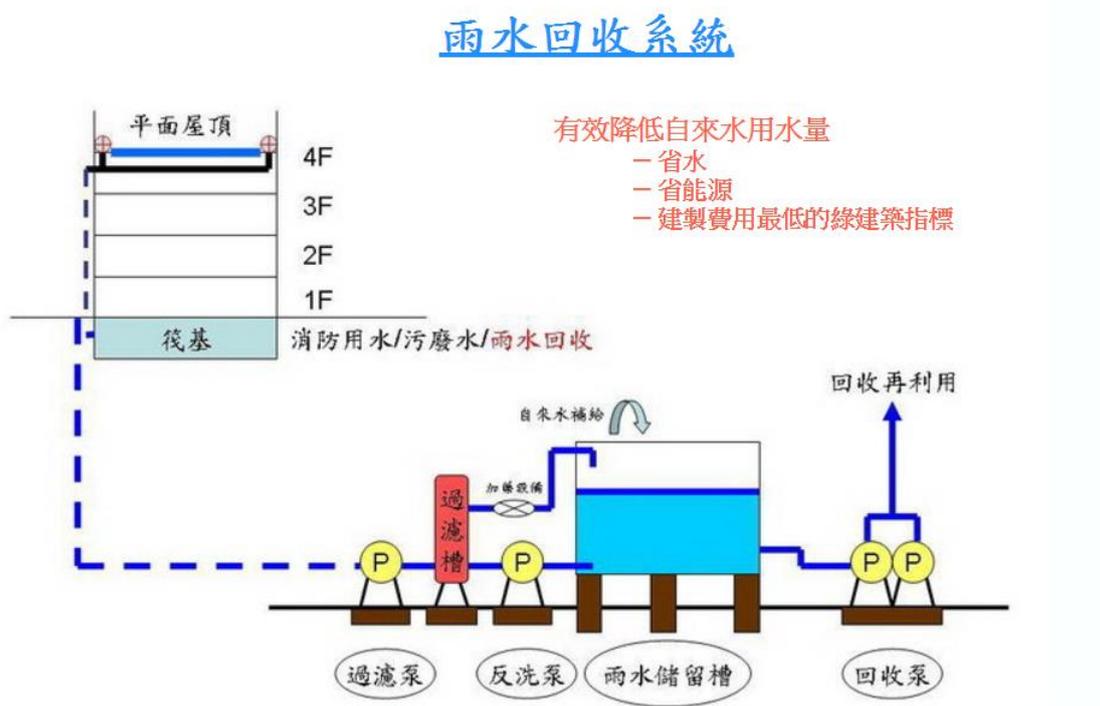


圖 3-25 三泰環境工程雨水貯留利用系統流程圖

(資料來源：本團隊整理)

第二節 蒐集國外雨水貯留利用相關模組（包括施作規範、設施限制等資訊）

Abbasi and Abbasi (2011) 說明雨水貯留利用系統收集的雨水主要包含三項污染源：微生物污染物、化學污染物、及惰性懸浮粒子，故在淨水系統設計除了考慮供水層面的水質標準之外，需先進行該地區之氣候及建築特性分析探討，示意如下圖 3-26 所示。影響雨水貯留利用系統之水質主要包含以下因素：

- 屋頂形狀(大小、方向、傾斜度)；
- 屋頂材質(化學特性、粗糙度、表面塗層、屋齡、耐候性)；
- 屋頂保養程度；
- 降雨事件(風速、降雨強度、污染物濃度)；
- 其他氣象因素(季節、氣候特性、旱季週期)；
- 大氣物質濃度(流動、排放、半衰期)。

Adler et al. (2011) 建立一套雨水貯集水質處理系統並進行水質試驗，包含一個 450 L 的沉降池(1)、貯水槽(2)、不鏽鋼過濾(3)、銀離子添加(4)、及可替換的過濾器，包含粒狀活性碳的混合物及 Kinetic Degradation Fluxion (KDF) 過濾介質(5)，如圖 3-27 所示。其試驗結果顯示此套系統可以降低 62.5~99.9% 的大腸菌數量；沉降池可降低 77% 初期降雨之雨水 Chemical Oxygen Demand (COD)，過濾池可在近一步降低 41% 之 COD。

Jordan et al. (2008) 建立一套 point-of-use 雨水處理技術，組成包括：(1) 壓力灌、(2) 幫浦、(3) 20- μm 過濾器、(4) 5- μm 過濾器、(5) 活性碳過濾器、(6) 紫外線過濾器、(7) 防回流、(8) 控制器、(9) 電路開關。並透過水質試驗成果顯示，該系統可有效降低大腸菌、E 型大腸桿菌、及大腸球菌之數量，其流程如下圖 3-28 所示。

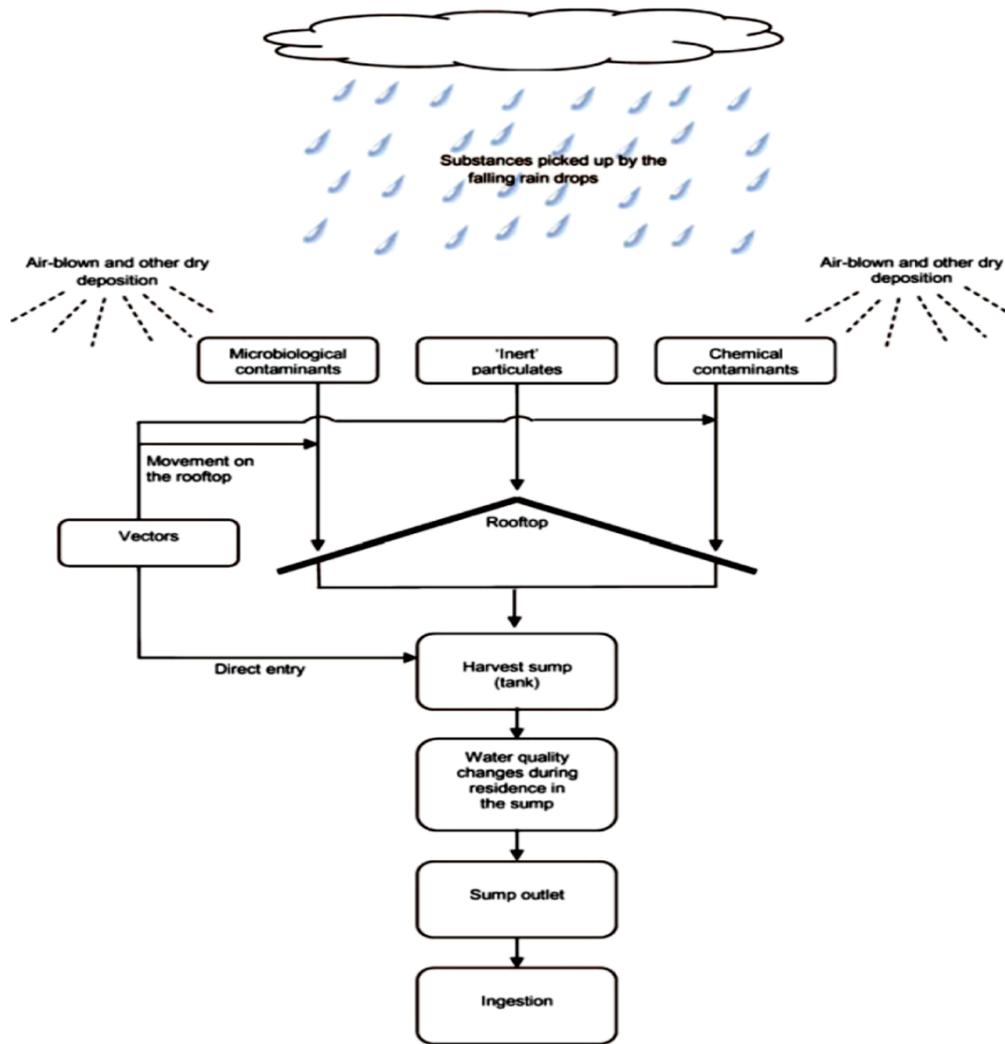


圖 3-26 雨水貯留利用系統流程圖(Abbasi and Abbasi, 2011)

(資料來源：本團隊整理)

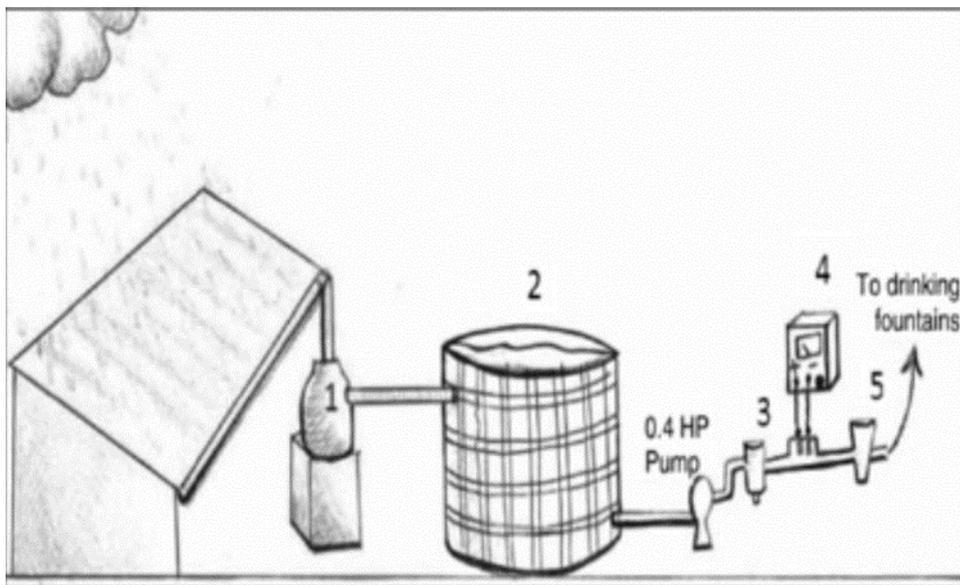
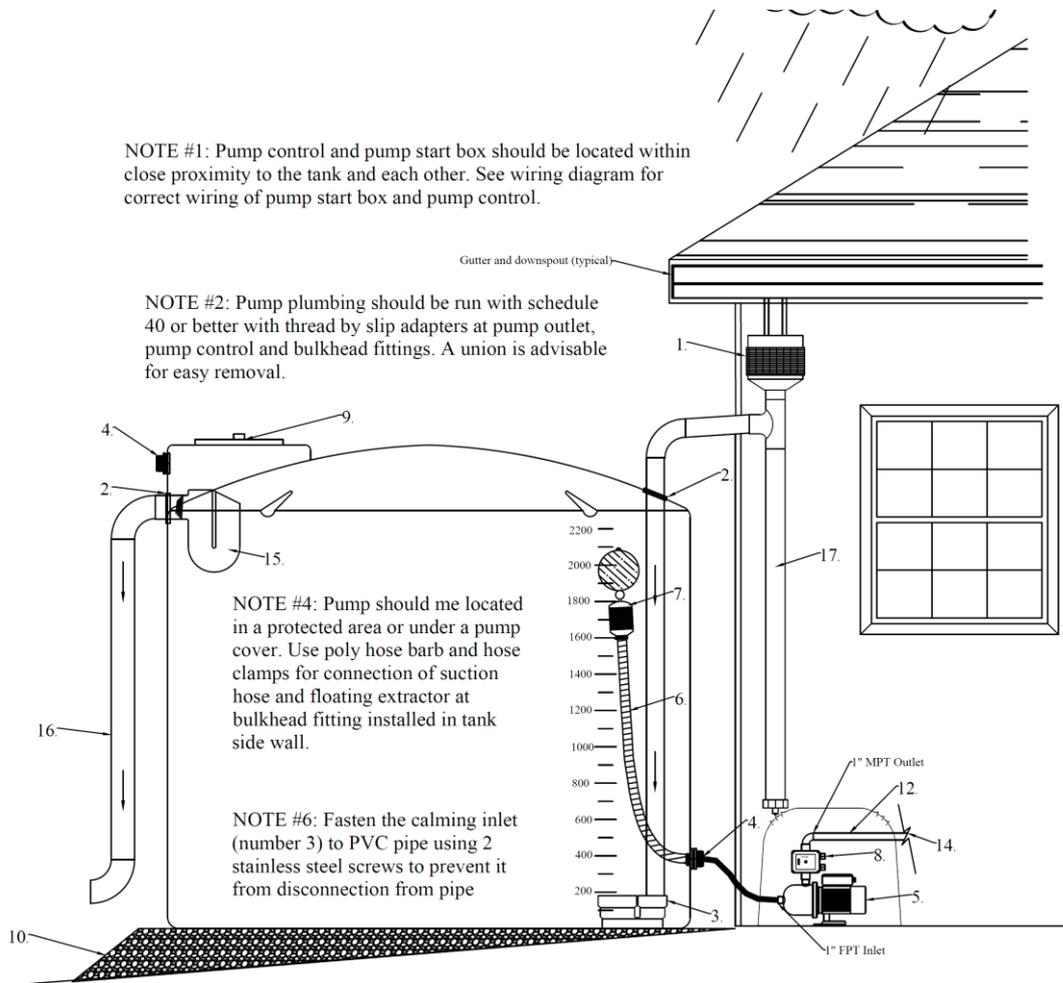
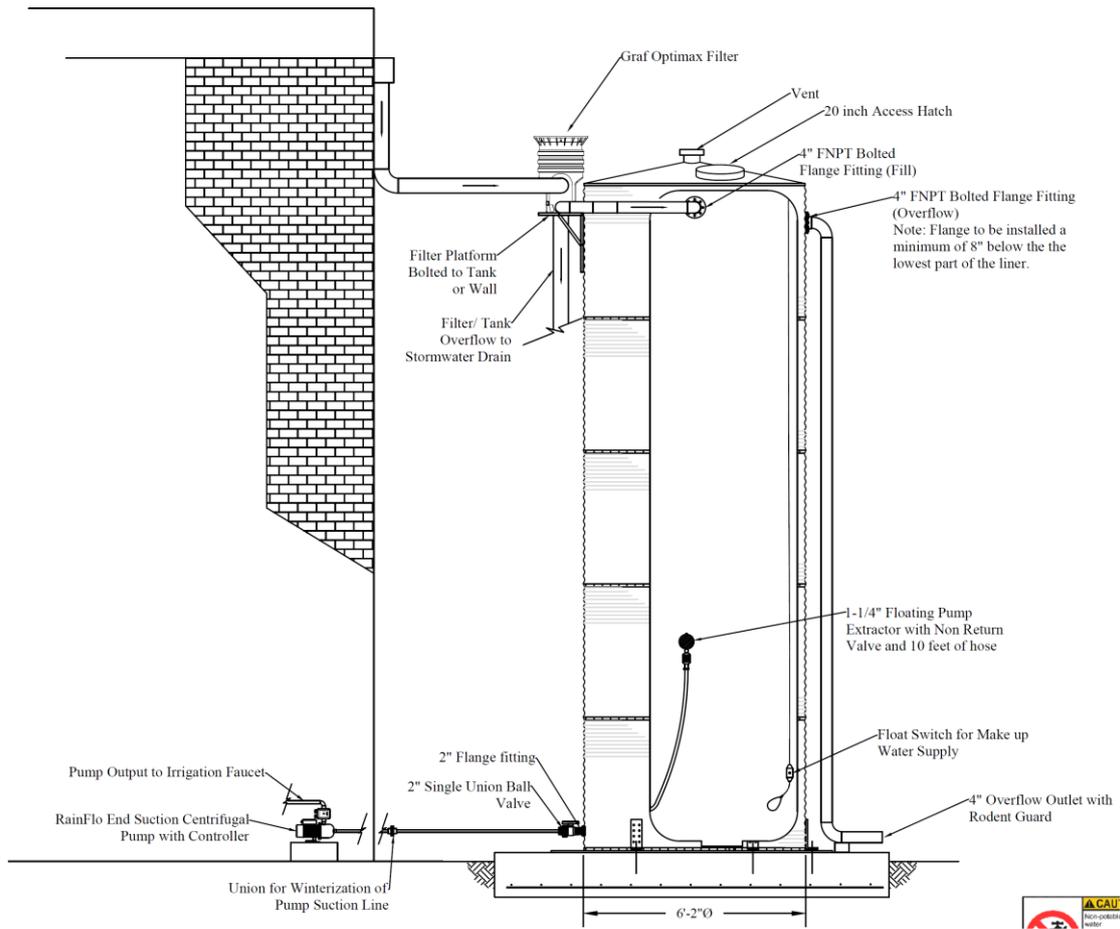
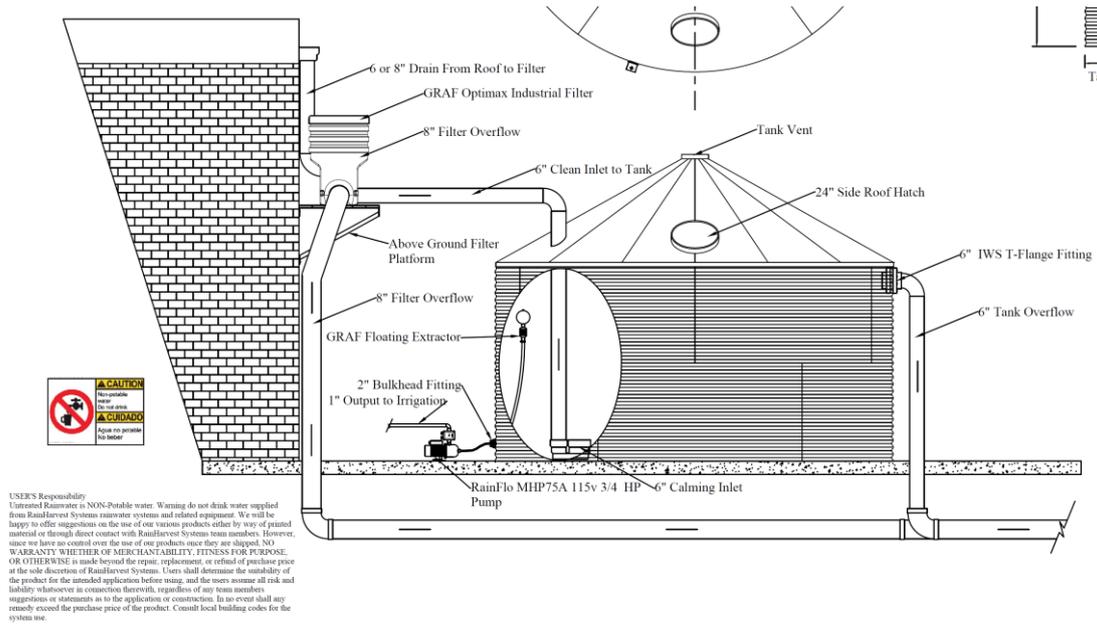


圖 3-29 雨水貯留利用系統流程圖#1

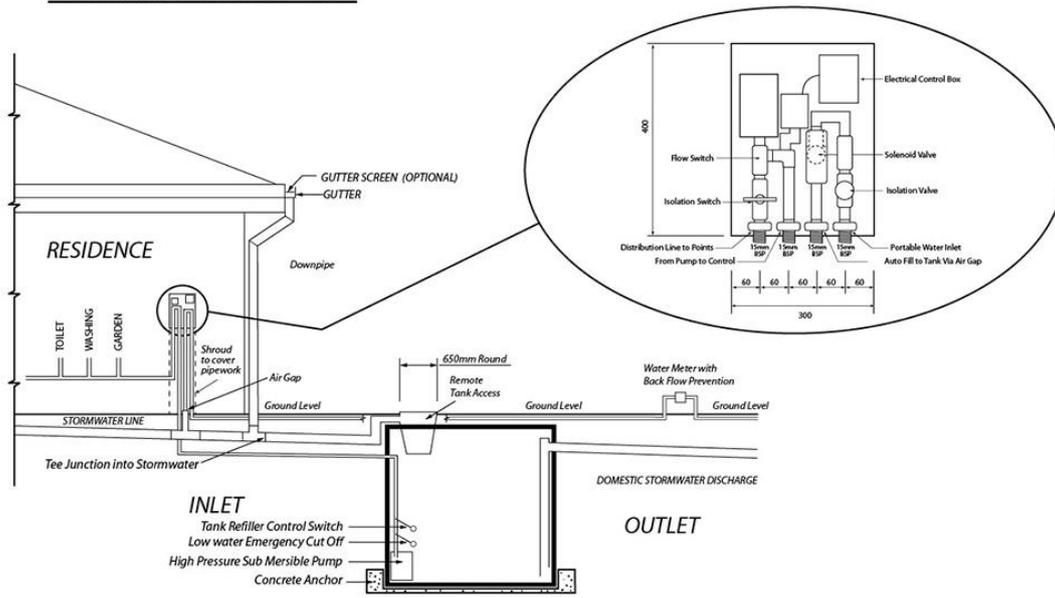
(資料來源：本團隊整理)

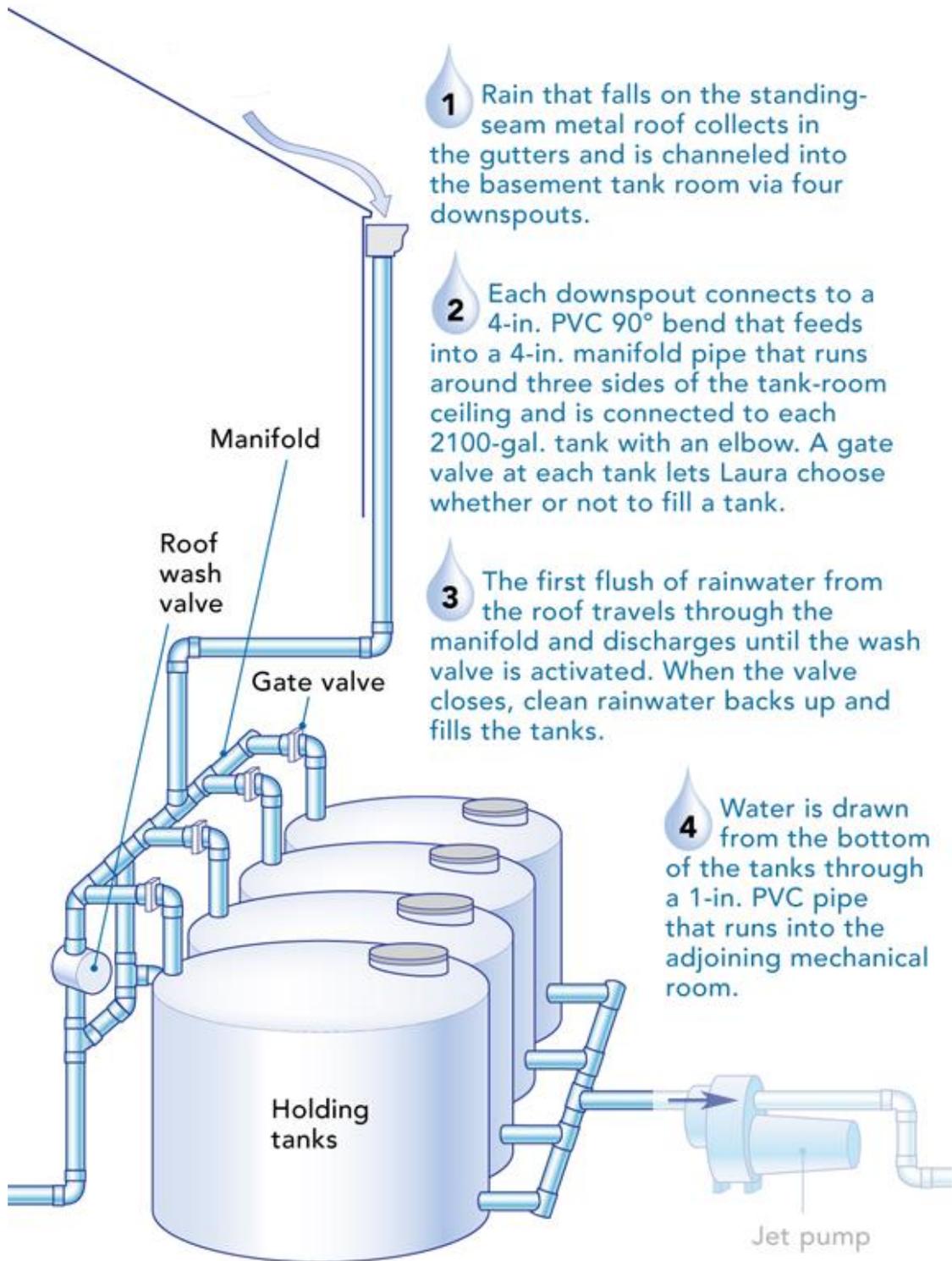


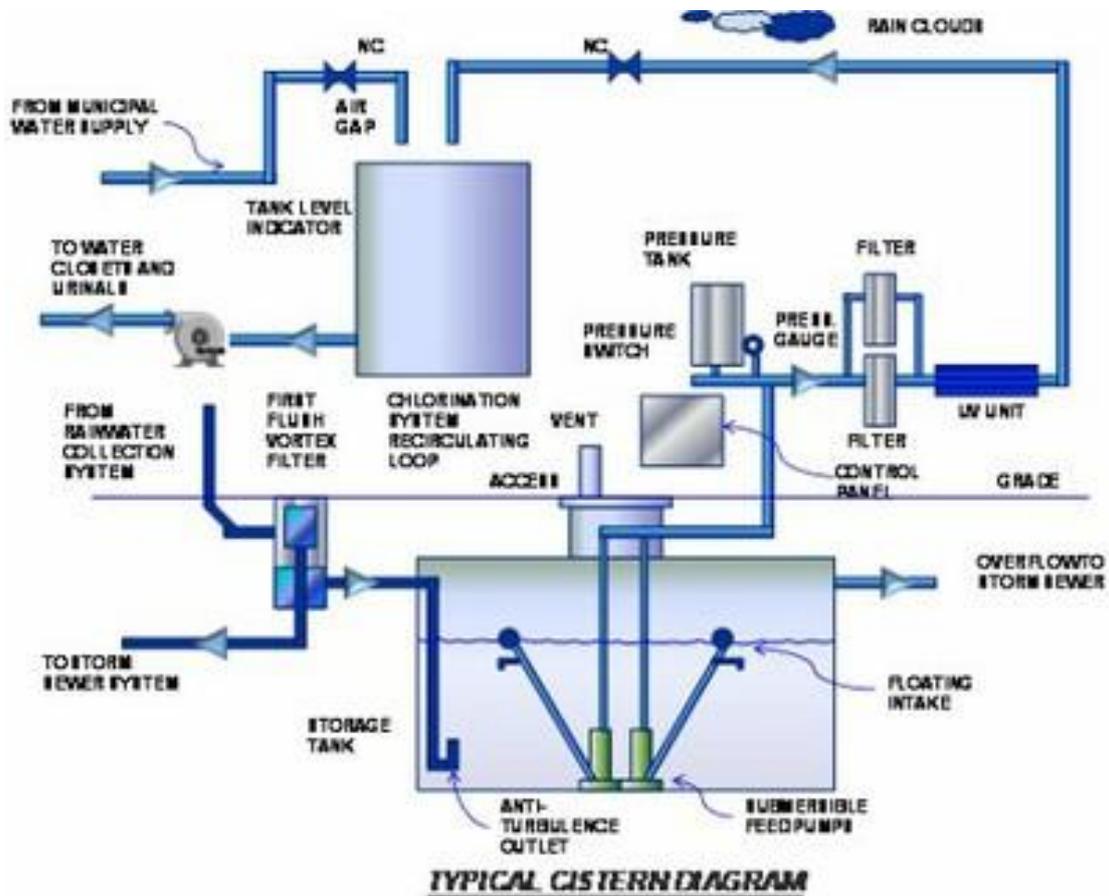
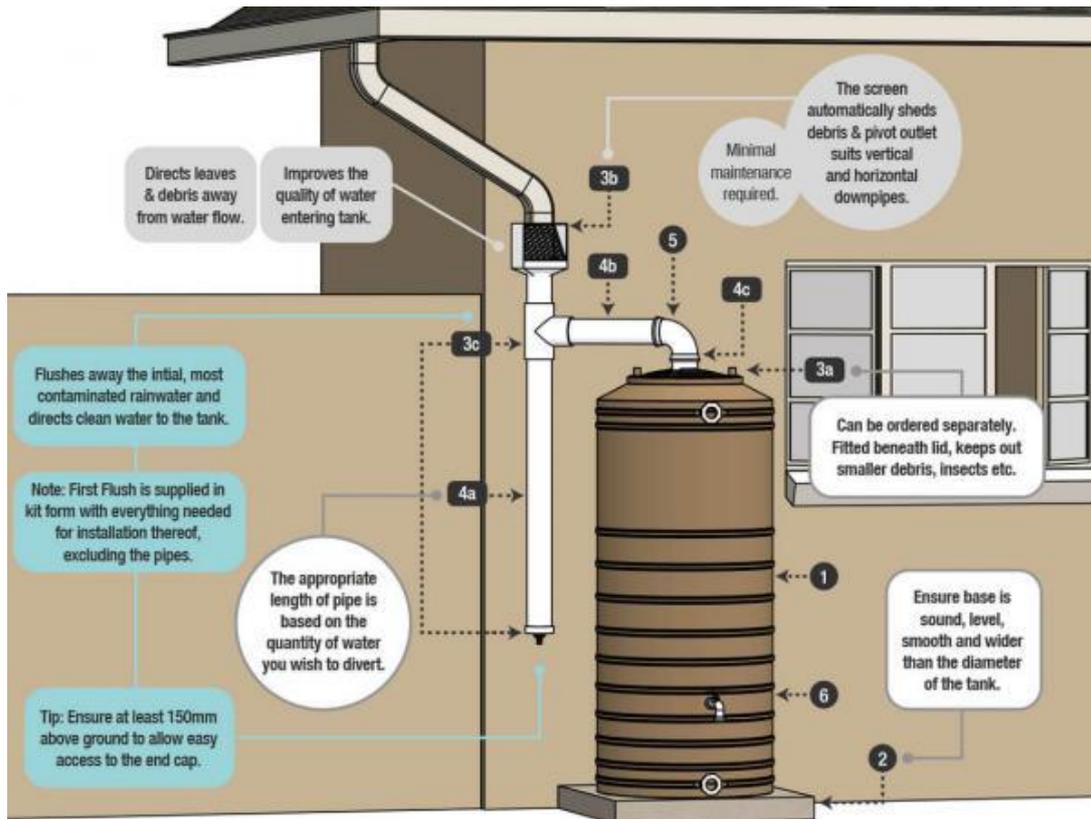
第三章 雨水貯留利用系統模組架構探討及分類

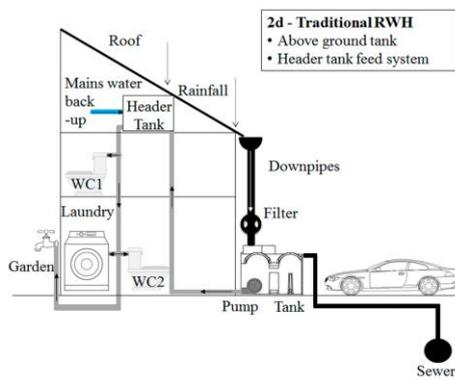
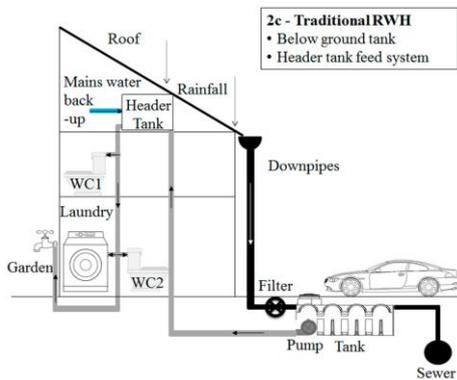
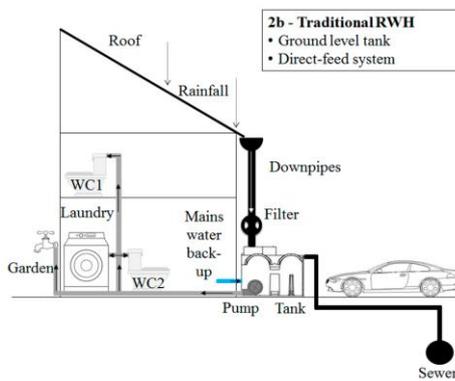
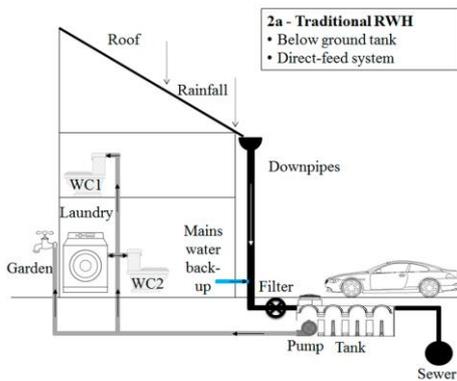
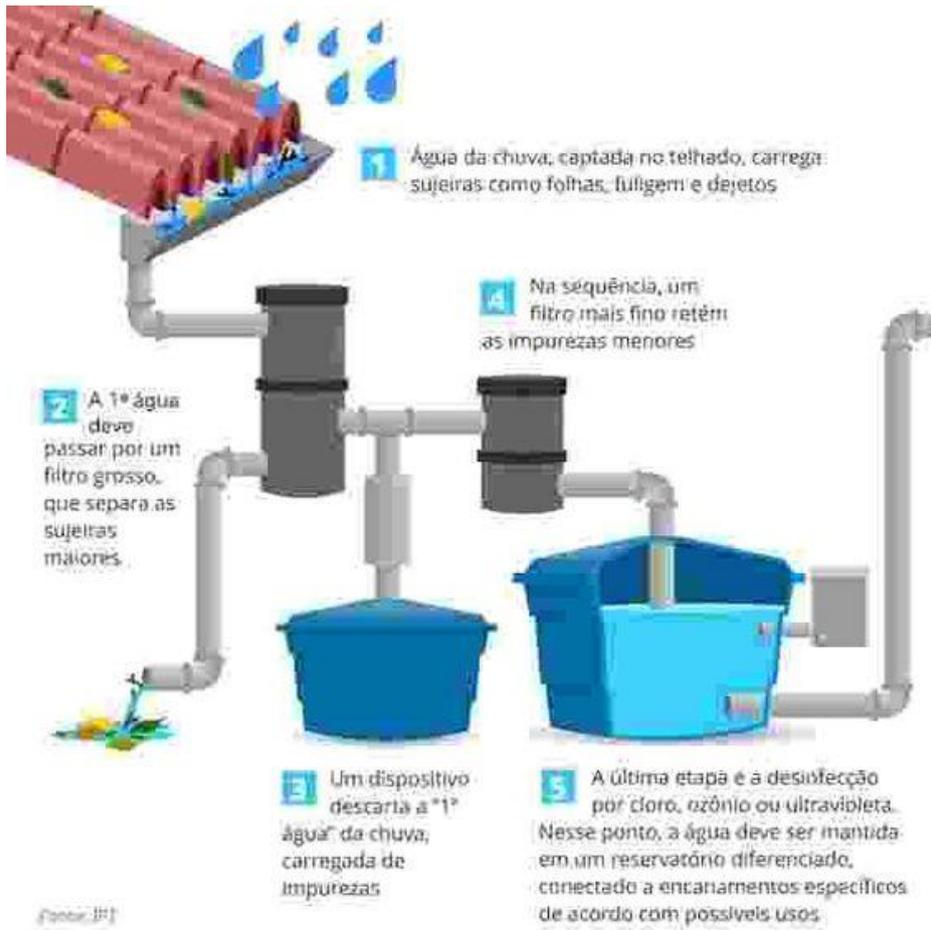


AUTOMATIC TOP-UP









第三節 國內發展現狀及現有案例的設計缺失探討

透過第一節國內雨水貯留利用相關模組蒐集與探討，並比較國外雨水貯留利用相關模組，透過雨水貯留利用系統基本組成之集水設施、輸水設施、淨水設施、貯水設施及動力設施探討設計面應注意的部分及缺失，分述如后：

1. 集水設施

雨水貯留利用系統集水區域以屋頂為主，透過集水口以重力或壓力式收集雨水，透過案例資料發現在集水區域部分設計缺乏防水工程的相關規劃。另外，在選擇集水設施使用重力式或壓力式時，缺乏考量雨水貯留系統地域性降雨型態，如果為容易發生強瞬間降雨量的地區，如：台灣北部地區，建議使用壓力式落水頭，減少於雨季期前常常發生屋頂雨水積淹之情況；而不容易產生強瞬間降雨量的地區，如台灣南部地區，則建議使用重力式落水頭，節省建置成本。

屋頂集水區域之集水面材質也是落水頭選擇的考量因素，若為鍍鋅鐵或玻璃纖維高逕流係數之表面，使雨水集中較快，建議採用壓力式落水頭；屋頂為混凝土或設置屋頂綠化之表面，可採用重力式落水頭。此部分尚須考慮洩水坡度是否足夠，坡度較高之落水頭不具壓力排水之條件，故建議較高處採重力式排水，低窪處採用壓力式排水，必要時則需進行集水面洩水坡度調整工程。

另外，斜面屋頂多以天溝來收集屋頂雨水，天溝的設計大小受限於當地降雨強度，如設計太小則雨水經常溢流無法發揮雨水利用之效用，而若設計太大雖可蒐集大多數之雨水，但其費用太高造成經濟上的負擔，因此其為決定輸水容量大小的關鍵因子。

為確保雨水貯留系統集水設施可長期運作，必須在設計規劃時訂定清理維護之計畫，定期清理集水口附近造成積淹之落葉及塵土，並維護集水區域與集水設施，使集水系統可正常運作。

2. 輸水設施

輸水設施設計前需考量管徑、材料、維護及建置成本，且部分輸水管線產品具備過濾排汙的功能，設置前透過地域水質情況及供水水質要求，搭配淨水設施

作設計，考量此產品的需求性。雨水貯留利用系統之輸水設施設計主要分為三類，分別為集雨後藉由落水管線輸水至淨水設施、淨水設施及貯水設施連接管線及配水管線，分述如后：

(1) 落水管線

設置雨水貯留利用系統落水管線，通常透過建築既有排至雨水下水道之落水管線銜接，可節省材料及銑孔施工成本。然部分老舊建築為求美觀及使之不易被破壞，而將建築物所有管線皆以暗管作設置，故雨水貯留利用系統設計規劃前需得知此建築之落水管線是否有銜接生活污水管線，避免使生活污水流入雨水貯留利用系統中而影響水質。

暗管設置的缺點，若發生管線漏水或堵塞的情況，將造成清潔維護不易及影響建築結構的安全，故在現行雨水貯留利用系統的設計理念較推薦明管的設置，具有施工方便且快速及易於維護管理等優點。故建築既有落水管線為暗管時，建議銑孔新設明管，以利維護管理。相對地，明管設置容易遭受曝曬、氣溫變化及人為所破壞，故採用明管的設置手法，管材的選擇將是設計前必須要注意的。

(2) 連接管線

系統連接管為淨水設施及貯水設施間連接的管線，中間搭配加壓馬達作為動力輸出，故連接管之管徑必須考量個連結設備所要求的管徑搭配，且材質選擇上需可承受長期的水加壓，此部分的連接較無設計上的問題，但仍需在規劃中訂定定期的維護計畫預防塞管的問題發生。

(3) 配水管線

配水管線係作為水利用的輸出管線，性質亦如同上述之系統連接管線，設計依不同的供水型態而異，如沖廁、澆灌...等，盡量避免使用暗管設置，以方便維護清理，管徑及管材依搭配設備作選擇，並需在規劃中訂定定期的維護計畫預防塞管的問題發生。

3. 貯水設施

貯水槽的設置體積大小將直接影響雨水貯留利用系統供水及附加防洪之效益，國內目前常見的容量設計方法有綠建築評估手冊建議方法、財團法人工業技術研究院、經濟部水利署、國立台灣海洋大學、區域無因次曲線設計法...等，需雨水貯留系統設置之前透過集水面積、需水量、地域降雨型態(雨量資料)...等進行計算或模擬，得到貯水槽建議量，其雨水貯留利用系統容量設計方法及探討，詳述於第六章。

由於各案例貯水的型式不同，大致可分為頂樓貯水、地上型、地下型、建築筏基貯水。頂樓貯水及地上型貯水多使用制式的雨水貯留槽，地下型除了制式埋式雨水貯留槽外，還有預鑄式混凝土貯留槽及組合式基磚之設計手法，建築筏基貯水主要透過建築底層筏式基礎的部分空間預鑄或搭配制式的貯留槽，此四種型式的設計缺失詳述如后：

(1) 頂樓貯水

國內雨水貯留利用系統較少利用屋頂作為貯水場域，常見的屋頂水槽多為貯水槽透過加壓輸送至屋頂槽體使水可以隨時利用之供水槽，由於須考慮建築樓頂可承載重量，故通常設置體積不大。

貯水槽設置於屋頂之設計，需防止頂樓結構遭受破壞，設計規劃前需先進行結構計算，且槽體設置以分散式擺放於梁柱之上，以防屋頂結構及防水層因長期壓力而遭受破壞。雖然貯水槽設置於頂樓可以解決都市土地及空間不足問題，但因結構承載的因素，貯留槽體積無法如同地面式、地下式及筏基貯水負荷較大容量，故此貯水方式須先透過貯水槽容量計算後，進而考慮屋頂梁柱位置及承載能力是否足夠，才以此型式作規畫設計。另外，槽底可設置排汙孔，以及訂定清理維護之計畫，定期清理貯水槽內堆積的汙泥，保持槽體原有的容水體積。

(2) 地上型

由於地上型貯水槽需在地面上占據部分空間，故在地狹人稠的都市地區較少以此種方式作設置，較多用於校園、公家機關及社區等，同時結合造景設計搭配多樣的制式化貯水槽或作教育及推廣之用途，且在清潔維護上亦較

為容易。然地上型雨水貯水槽缺點除了占空間之外，於校園及社區中容易造成安全上的死角，故在規劃設計時須將此問題列入考量。另外，需訂定清理維護計畫，清理貯水槽內堆積的汙泥，保持槽體原有的容水體積。

(3) 地下型

地下型貯水槽不會佔據地面上空間，相較於地上型貯水槽比較能被都市地區的使用者所接受。以往地面式貯水槽多使用埋式貯水槽或預鑄式混凝土槽體，但兩者承受地面重壓能力較低，如埋式貯水槽上放覆土深度不夠及材料選擇不佳，常常造成槽體破損而造成地下水或汙水入侵雨水貯留利用系統；尤其是預鑄式混凝土槽體，容易因為氣候變化及地震等自然因素造成混凝土龜裂而滲水，這些問題皆必須於規劃設計中訂定清潔維護計畫來防止問題產生。

組合式基磚為目前較推行的地下型貯水槽，其具有耐壓防震且施工工期短的特性，故普遍為國人接受，進而國內除了引進代理設施材料之外，也進一步自己生產製造，故須注意使用材質及基磚型式作慎選。由於組合式基磚單價成本相較於埋式貯水槽或預鑄式混凝土槽體來的高，故需先透過成本、工期、使用性質及地面載重...等評估，來選擇適當的地下式貯水槽型式。

(4) 建築筏基

目前新建大樓在規劃設計階段一般皆會在建築筏式基礎的空間作雨水貯留的設計，可充分利用建築物筏基空間，主要用來當作災備用水，一部分則會貯留利用用來替代非接觸用水及作為滯洪空間使用。建築筏基部分空間作為雨水貯留需在設計前作結構及地下水位評估，避免影響建築物的穩定性及結構破壞。另外，需訂定清理維護計畫，清理筏基貯水空間內堆積的汙泥，以保持槽體原有的容水體積。

4. 淨水設施

淨水設施主要考量該地區雨水及需求供水的水質而進行配置，大致可分成濾網過濾、初期雨水過濾、中繼槽、一般過濾、特殊過濾及消毒等幾個部分，由於

各案例因成本、水質要求、基地空間及雨水貯留利用型式差異等等因素，而多依照規劃設計者的判斷而設置不同的淨水設施，故難以得知建置後的淨水設施是否為最妥善的系統。

目前尚未有一套淨水設施的模組系統可依照水質需求作配置，並且可以考量設置成本做不同的搭配，本計畫將於第四章進行國內外淨水設施產品蒐集，並透過問卷及經濟效益探討，提出雨水貯留利用系統之淨水設施的配置模組，可為規劃設計者做為參考。

另外，需訂定淨水設施的定期清理維護計畫，以及建議設置自動監測系統，確保貯留利用的水質保持在標準規範，於第四章進行國內外淨水設施產品蒐集將會增加此「自動監測設施」項目作蒐集，使雨水貯集利用系統模組建置資料更完整。

5. 動力設施

動力設施為驅動雨水貯留利用系統運作的重要設施，於每個案例中皆會配置此設施，如動力設施故障，將造成整個系統無法運作，故需在設計時訂定定期的維護計畫，確保設施運作。

第四節 小結

本章節彙整分析國內外雨水貯留利用系統相關模組，並針對其集水設施、輸水設施、貯水設施、淨水設施及動力設施進行規格及缺失探討，發現國內設置雨水貯留利用系統之缺失及可再更加精進的地方，可歸納如下：

- 雨水貯留利用系統之子設施無統一制式名稱；
- 初期雨水過濾器成本低且對於淨水水質效果佳；
- 初期雨水過濾器之過濾汙水排放處理及降低截水效率的問題；
- 貯水設施無容量設計依據；
- 淨水設施依供水標的作配置，無制式化模組參考；

- 多無裝設自動化監測系統，無法得知水量及水質使用情況，不利於管理維護；
- 詳細訂定維護管理計畫；
- 其他建議事項如下：

1. 系統設計之用（供）水策略

雨水貯留利用系統通常不是獨立系統，多半會與現有供水系統搭配，提供供水系統多一項選擇。國外相關文獻指出經由觀察使用者雨水利用系統的行為發現，在初期因無相關用（供）水策略因此常常造成收集之雨水不夠使用，當改善用（供）策略後，即使是旱季也依然有雨水可以使用。因此成功的設計用（供）策略可有效的增加系統之效益，一般之用（供）水策略可分類如下：

(1) 滿足用水總需求

即系統設計之蓄水量與總用戶需求相同，當總需水量與系統相符時，可適用於降雨季節變化不大、不考慮貯水槽的設置容量及成本之情形。

(2) 滿足部分用水需求

此系統供應用戶部分用水(如：沖廁、澆灌及洗滌之用水)，即設定明確之雨水用水目的，輔助正常之供水系統。

(3) 依變化來滿足需求

用戶依水槽內水位變化來使用雨水系統，如此將更有彈性，可分為依槽內實際水位及依季節收集之雨水量兩種說明如下。

① 依槽內實際水位之變化

即視貯水槽實際內有多少水位，就利用多少水，不夠時再以其他的供水系統來補充，主要應用於貯水槽設置空間不夠大時採用。

② 依季節收集之雨水量

即應用時依先期之用水經驗或預期降雨模式可得知需求的變動量。若使用者使用對方法亦能在旱季得到定量配給用水，然而當判斷錯誤時亦有極大

風險，在穩定需水量之情形下，可能造成溢流過多之雨水或收集不夠之雨水，而造成缺水。

2. 雨水利用系統效能評估

雨水利用效能評估之方法相當多，茲整理相關評估要點說明如下，設計者可依設計目標選擇評估項目。

(1) 滿足需求

滿足需求為最原始簡單也是最重要的檢查要點之一是用戶最易懂與最經濟的方式。

(2) 節省時間

除了滿足需求外還可以考慮時間成本，因不同取水來源會有不同的供水時間，如在無自來水供應之地區，需以人工長途跋涉運水，則因雨水利用為現地收集可節省許多運水時間。

(3) 最長的空桶期

由於雨水利用無法穩定供水，因此使用者最常擔憂的是雨水的可供水天數是多少，因此可計算設計之雨水利用系統最長的無法供水時間，並找出最大值，供使用者評估是否可以忍受。

(4) 可靠度

系統的可靠度為每日可供應之水量與總需求量之比值，即此雨水利用系統的可穩定及有效的供應多少的水，此一方法為較科學及可量化之數據。

3. 設計操作上需注意之事項

- 雨水利用系統之施做雖簡單，但其設計卻為一專門且複雜之技術，應由專業之人士指導設計。
- 集雨系統應定期清理，以降低後續淨水系統之負擔。
- 舊有建築之輸水系統應避免與生活雜排水錯接。

- 貯水系統以筏基做為貯水設施者，應設計日後方便維護之清理管道。
- 淨水設施應設置足夠容量之沈澱設施，以減少後續過濾設施之負擔。
- 操做維護方面目前許多單位之雨水利用設施管理人，對該設施並不瞭解，主要因管理人員經常替換，而其管理之雨水利用設施並無相關之使用手冊進行交接，建議未來應建立相關之交接制度。
- 雨水利用系統使用過多及複雜之機電設備，將導操作及維護上之負擔。
- 目前國內並無雨水利用系統專屬之產品，許多設施如初期攔污設施之零件皆採用國內現有相關之零件組成，如此將降低系統運作之成效。

第四章 雨水貯留系統之主要設施相關產品整合及分析

透過前述國內外雨水貯留利用系統模組分析探討後，本章節首先將常見的雨水貯留利用系統之模組初步改進而進行分類，進而由產品調查的方式，製作雨水貯留利用系統產品調查表，蒐集國內代理進口的雨水貯留利用相關產品，並分析各項產品之優缺點，將評價較佳的產品與分類的模組進行整合，初步獲得建議之雨水貯留利用系統模組。

第一節 雨水貯留利用模組化型式分類

表 4-2 雨水貯留利用模組化型式分類表

分類	名稱	雨水貯集利用系統之子設施					供水型式	
		集水設施	輸水設施	貯水設施	淨水設施	動力設施	供水標的	供水方式
第一類	屋頂供水之地面式貯水	建築屋頂集水	-	地面式	-	-	沖廁澆灌	屋頂貯水槽供水
第二類	屋頂供水之地下式貯水	建築屋頂集水	-	地下式	-	-	沖廁澆灌	幫補直接供水
第三類	幫補直接供水之地面式貯水	建築屋頂集水	-	地面式	-	-	沖廁澆灌	屋頂貯水槽供水
第四類	幫補直接供水之地下式貯水	建築屋頂集水	-	地下式	-	-	沖廁澆灌	幫補直接供水
第五類	屋頂貯水供水型	加蓋斜屋頂集水	-	屋頂型	-	-	沖廁澆灌	屋頂貯水槽供水

(資料來源：本團隊整理)

第一類：

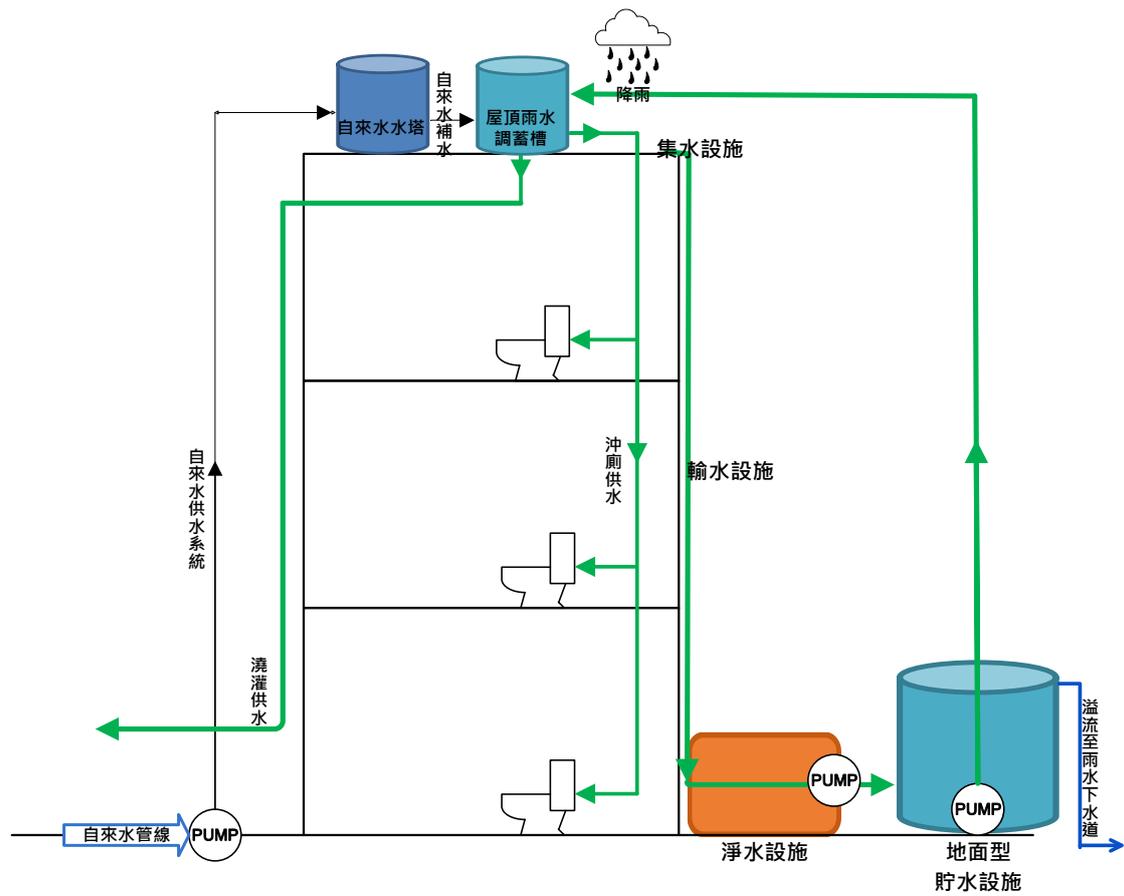


圖 4-1 第一類-地面型貯水設施暨屋頂調蓄供水

(資料來源：本計畫成果)

第二類：

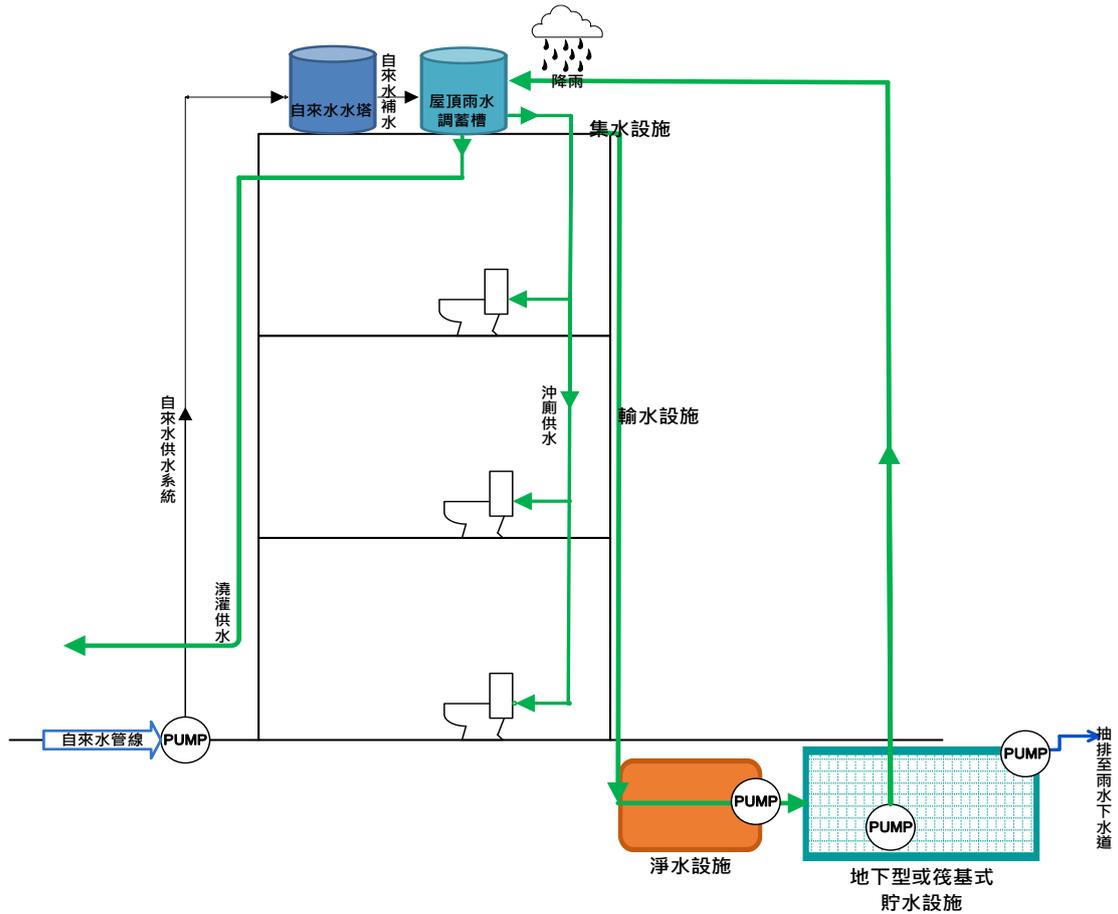


圖 4-2 第二類-地下(筏基)型貯水設施暨屋頂調蓄供水

(資料來源：本計畫成果)

第三類：

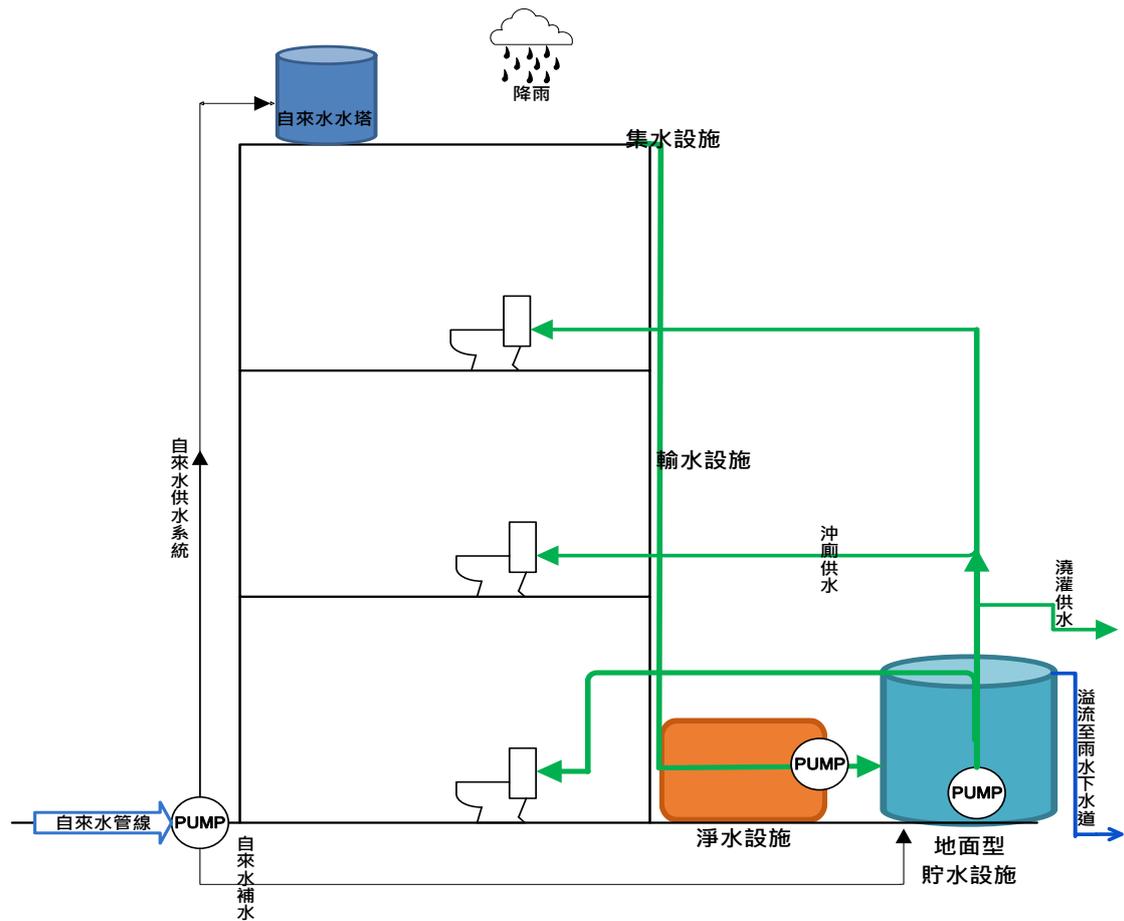


圖 4-3 第三類-地面型貯水設施暨幫浦直接供水

(資料來源：本計畫成果)

第四類：

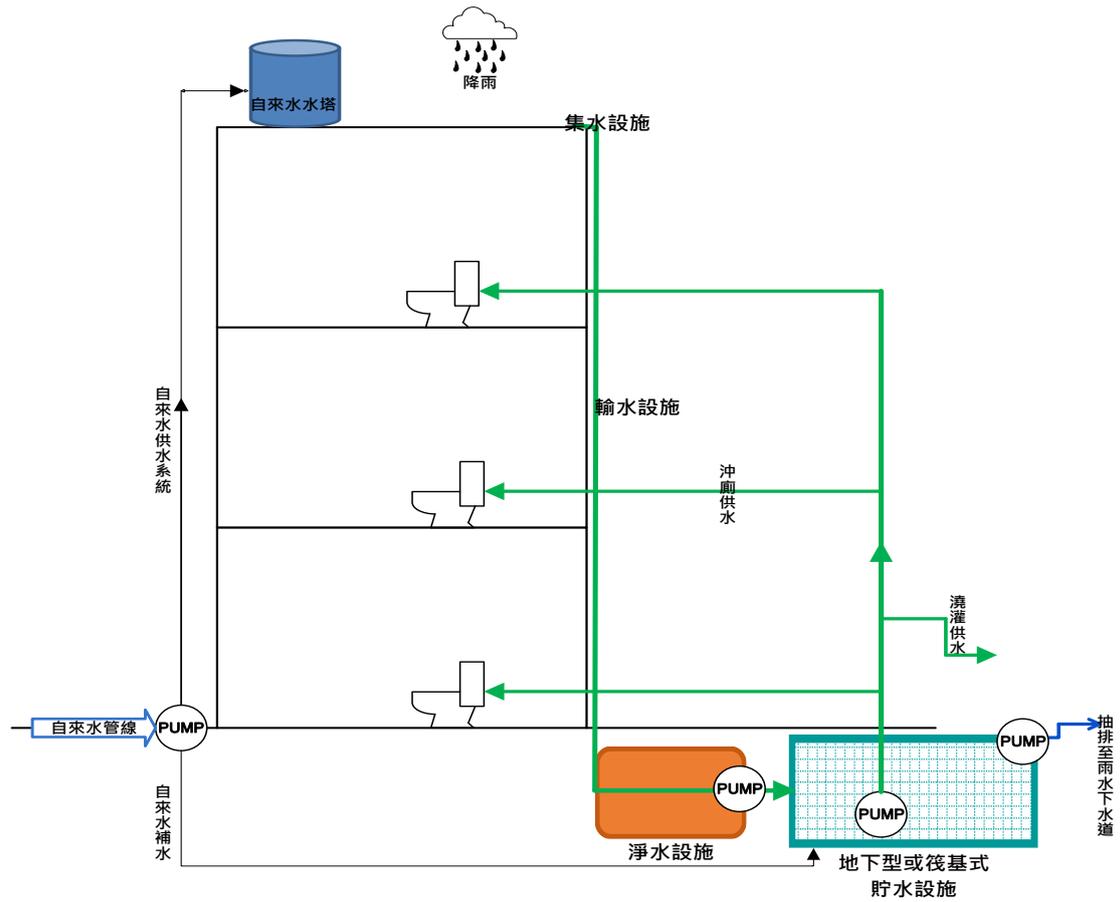


圖 4-4 第四類-地下(筏基)型貯水設施暨幫浦直接供水

(資料來源：本計畫成果)

第五類：

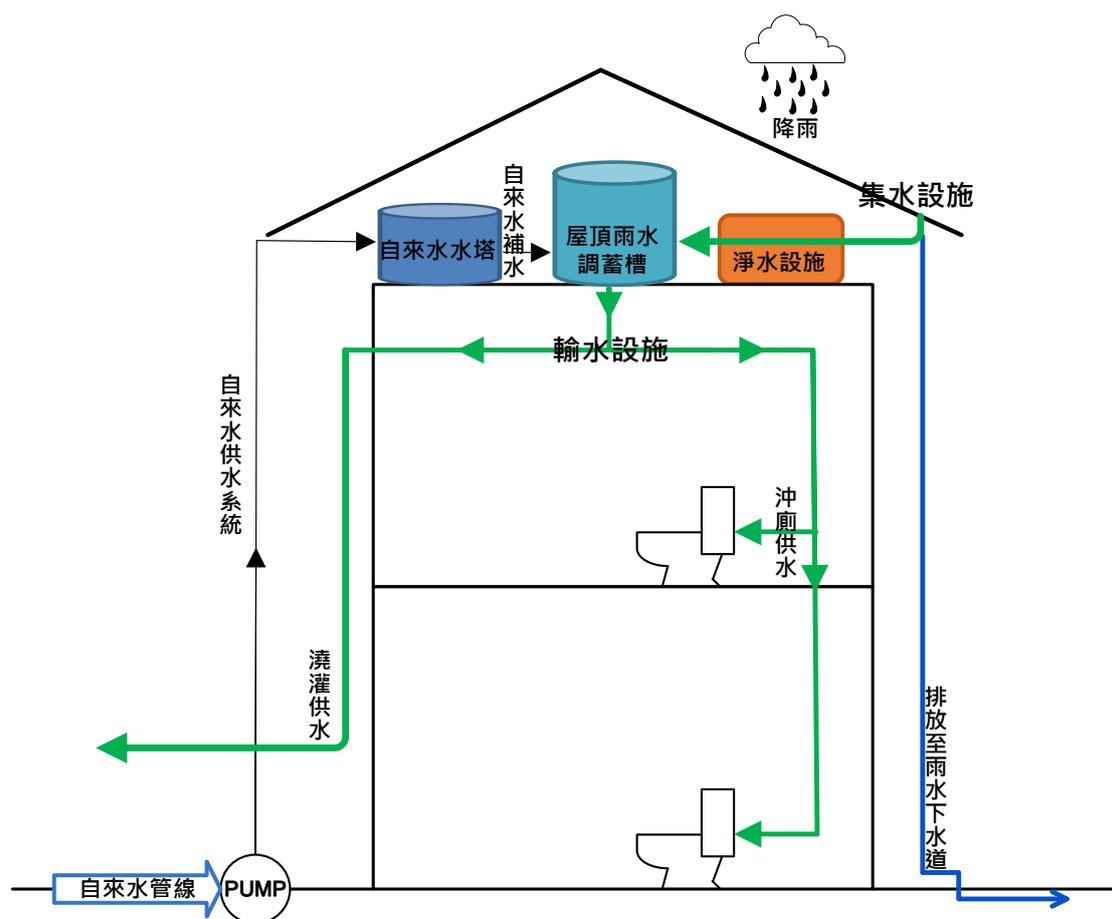


圖 4-5 第四類-屋頂貯水設施暨調蓄供水

(資料來源：本計畫成果)

3. 貯水設施

表 4-3 貯水設施產品調查表

產品分類		貯水設施-				編號：1	
廠商基本資料							
1	公司名稱：						
	產品來源：	<input type="checkbox"/> 自行研發	<input type="checkbox"/> 代理商品		原產地及廠商：		
2	公司地址：						
3	聯絡電話：						
	傳 真：						
	電子信箱：						
4	網 頁：						
5	聯 絡 人：						
產品型式/規格/說明及相關參數							
1	產品名稱：			功能說明/規範/圖示：			
	產品型號：						
	產品特性：	<input type="checkbox"/> 地上型	<input type="checkbox"/> 地下型				
2	主要材質：						
3	容量：		(m3)				
	長度：		(cm)				
	寬度：		(cm)				
	高度：		(cm)				
	半徑：		(cm)				
	厚度：		(cm)				
4	滲透係數		(cm/sec)				
5	重量：		(kg)				
6	鉛直容許應力：		(kN/m2)				
	水平容許應力：		(kN/m2)				
	鉛直最大應力：		(kN/m2)				
	水平最大應力：		(kN/m2)				
7	成本牌價：		(元)				
8	其它參數：						

(資料來源：本計畫成果)

4. 淨水設施

表 4-4 淨水設施產品調查表

產品分類		淨水設施-					編號：1	
廠商基本資料								
1	公司名稱：							
	產品來源：	<input type="checkbox"/> 自行研發 <input type="checkbox"/> 代理商品		原產地及廠商：				
2	公司地址：							
3	聯絡電話：							
	傳 真：							
	電子信箱：							
4	網 頁：							
5	聯 絡 人：							
產品型式/規格/說明及相關參數								
1	產品名稱：					功能說明/規範/圖示：		
	產品型號：							
	產品特性：		<input type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型					
2	主要材質：							
3	進水口徑：				(")			
4	出水口徑：				(")			
5	排水口徑：				(")			
6	過濾孔目：				(mm)			
7	直徑				(mm)			
8	高度				(mm)			
9	管徑				(mm)			
10	過濾面積				(m ²)			
11	流量				(m ³ /h)			
12	成本牌價：				(元)			
13	其它參數：							

(資料來源：本計畫成果)

5. 動力設施

表 4-5 動力設施產品調查表

產品分類	動力設施-馬達					編號	1
廠商基本資料							
1	公司名稱：						
	產品來源：	<input type="checkbox"/> 自行研發	<input type="checkbox"/> 代理商品	原產地及廠商：			
2	公司地址：						
3	聯絡電話：						
	傳 真：						
	電子信箱：						
4	網 頁：						
5	聯 絡 人：						
產品型式/規格/說明及相關參數							
1	產品名稱：			功能說明/規範/圖示：			
	產品型號：						
	產品特性：	<input type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型					
2	主要材質：						
3	馬力：		(HP)				
4	電壓：		(V)				
5	頻率：		(Hz)				
6	極數：		(Hz/2P)				
7	最高揚程：		(M)				
8	最大水量：		(L/min)				
9	最大吸程：		(M)				
10	壓力設定：		(bar)				
11	馬達保護：						
12	絕緣等級：		(Insulation)				
13	液體溫度：		(°C)				
14	出入孔徑：						
15	成本牌價：		(元)				
16	其它參數：						

(資料來源：本計畫成果)

第三節 模組型式與產品基本資料的建立，以及產品標準規格之擬定（包括模組內產品功能、尺寸、外觀標準圖示及用料等資訊）

透過廠商資料彙整分析後，本節將建立模組型式與產品基本資料，包括模組內產品功能、尺寸、外觀標準圖示及用料等資訊。各設施之產品整理表格如下：

1. 集水設施

表 4-7 國內雨水貯留利用系統之集水設施產品彙整表-落水頭

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	產品特性	主要材質	管徑(in)	成本牌價(元)
1	屋頂落水頭【附不銹鋼濾網】	FF3642/ FF3644/FF3646	ALEX 電光合業股份有限公司	高籠型	不銹鋼#304、鑄鐵	3"/4"/5"	\$22,500 /\$23,000 /\$26,000
2	屋頂落水頭	FF3641/ FF3643/ FF3645/ FF3647	ALEX 電光合業股份有限公司	高籠型	鑄銅、鑄鐵	3" / 4" / 5" / 6"	\$10,000 /\$12,000 / \$14,000 /\$16,000
3	屋頂落水頭【附過濾桶】	FF3660 / FF3661	ALEX 電光合業股份有限公司	內附籠型過濾器	鑄鐵	2" / 3"	\$7500 /\$8,500
4	屋頂落水頭	RDC-2 / RDC-3	嶺先企業有限公司	二層組合式	鑄銅、鑄鐵、鑄不鏽鋼	2" / 3"	
4	屋頂落水頭	RDF-3 / RDF-4	嶺先企業有限公司	二層組合式	鑄銅、鑄鐵、鑄不鏽鋼	3" / 4"	
5	屋頂落水頭	RDD-4 / RDD-6	嶺先企業有限公司	三層組合式、防砂礫堰	鑄銅、鑄鐵、鑄不鏽鋼	4" / 6"	
6	虹吸式雨水排水器		金高電實業有限公司	虹吸式	不銹鋼	2"	
7	低型屋頂落水頭	RU20	鉅林精密工業有限公司		不銹鋼 304	1 1/2 ~3	
8	高籠圓型屋頂落水頭	RU40	鉅林精密工業有限公司		不銹鋼 304	1 1/2 ~3	
9	高籠圓型屋頂落水頭（加防蟲網）	RH21X	鉅林精密工業有限公司		不銹鋼 304	1 1/2 ~3	
10	屋頂落水頭 方型底	YPS R01	泓嘉工業社		不銹鋼 304		

（資料來源：本團隊整理）

表 4-8 國外雨水貯留利用系統之集水設施產品彙整表-落水頭

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	產品特性	主要材質	管徑(in)	重量(kg)	成本牌價(元)
1	Cast Iron Roof Guard	R1270-RG	MIFAB	組合式	PVC/ABS	2"/3"/4"/5"/6"/8"		
2	REPLACEMENT ROOF DOME	RG2016DD	MIFAB	二層組合式	PVC/ABS	3"/4"/5"/6"		
3	Standard Roof Drains	R1100	MIFAB	高籠型	鑄鐵	3"/4"/5"/6"	3.15	
4	Roof Drains for Insulated Roof Deck	R1100-EU	MIFAB	高籠型	鑄鐵	3"/4"/5"/6"	5.175	
4	Roof Drains with Ballast Guard	R1100-G	MIFAB	高籠型	鑄鐵	3"/4"/5"/6"	3.6	
5	Large Sump Siphonic Roof Drains	R1200-SR	MIFAB	虹吸式	鑄鐵	3"/4"/5"/6"		
6	Scupper Drains with Angle Grate and 90 Degree Outlet	R1300	MIFAB	組合式	鑄鐵	2"/3"/4"/5"/6"/8"	8.1~8.55	
7	dual outlet	Z103	Zurn	高籠型	鑄鐵	3"/4"/6"	2.7	
8	cornice	Z180	Zurn	高籠型	鑄鐵	2"/3"	2	
9	promenade deck	Z150-DT	Zurn	高籠型	鑄鐵	2"/3"/4"	24	
10	scupper	Z160 135°	Zurn	組合式	鋼	2"/3"/4"/5"/6"	23	
11	COMBINATION-PRIMARY-OVERFLOW	Z164	Zurn	組合式	鑄鐵	2"/6"	30	
12	Roof Drain	21500/21500-16	Josam	高籠型	鑄鐵	4"	16.2/18.45	
13	COMBINATION DRAIN	22500	Josam	組合式	鑄鐵	5"	29.25	
14	Bottom Outlet Roof Drain		Thunderbird	高籠型	鋁/銅	3"		
15	Side Outlet Roof Drain		Thunderbird	高籠型	鋁	2"/3"/4"		
16	Inside Wall Parapet Drain with Overflow		Thunderbird	組合式	鋁	3"/4"		
17	Harmer	AV200/245/C200	Harmer	高籠型	鑄鐵	2"/3"/4"		

(資料來源：本團隊整理)

表 4-9 國內雨水貯留利用系統之集水設施產品彙整表-天溝

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	主要材質	規格(吋)	長度(M)	寬度(W)(mm)	成本牌價(元)
1	天溝水槽		南德塑膠有限公司	PVC	4 1/2 , 6 , 8 , 12			
2	PVC 天溝		宏騏興業有限公司	PVC	4 1/2~6	4		
3	天溝水槽		百興塑膠工業股份有限公司	PVC	4 1/2~8	4 , 15		
4	日本藝術排水槽		十益有限公司					
5	丸型集水槽		喬盛建材股份有限公司					
6	日本超耐蝕水槽	V200 型	喬盛建材股份有限公司	聚氯乙稀樹脂		120(底寬)	120/90	
7	日本超耐蝕水槽	V300 型	喬盛建材股份有限公司	聚氯乙稀樹脂		150(底寬)	150/120	
8	寶島造型水槽		喬盛建材股份有限公司	彩鋼.不銹鋼.鋁.鋁合金.鈦鋁鋅		93(底寬)	162.3 / 101.1	
9	不鏽鋼烤漆水槽		喬盛建材股份有限公司	不鏽鋼烤漆水槽		90(底寬)	106	
10	368 型中型集水槽		集水工業有限公司	銅				
11	120.150 型丸型集水槽		集水工業有限公司	銅				
12	日本 TAKIPON 集水槽		集水工業有限公司	不鏽鋼				
13	各式不鏽鋼水槽		集水工業有限公司	不鏽鋼				

(資料來源：本團隊整理)

表 4-10 國外雨水貯留利用系統之集水設施產品彙整表-天溝

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	主要材質	長度(cm)	寬度(W)(cm)	高度(H)(cm)	成本牌價(元)
1	Moulded Gutter	MOG86	Rainwater Direct Ltd	鋁	300	15	20	£183.48
2	Deep Half Round		Rainwater Direct Ltd	鋁	300	12.5	10	£72.04
3	Moulded 135 Deg External Angle		Rainwater Direct Ltd	鋁		20	15	£41.62
4	Quad Gutter	115	Stratco	鋁		11.5	6.1	
5	OG Gutter	125	Stratco	鋁		12.5	5.6	
6	K Style Gutters	PKGX5XA027	guttersupply	鋁	30.48	5-12	8.7-11.7	\$1.74
7	Copper Penny K Style Rain Gutter	CPKGX5XA027	guttersupply	Copper Penny Aluminum	30.48	5-12	8.7-11.7	\$1.74
8	K Style Traditional Vinyl Gutters	VTKGX5XWXX X	guttersupply	White Vinyl	304.8	11.4	8.3	\$16.63
9	Half Round Designer Gutters	DCRBG6XA027	guttersupply	Copper Aluminum	30.48	16.6		\$3.88

(資料來源：本團隊整理)

2. 輸水設施

表 4-11 國內雨水貯留利用系統之輸水設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	主要材質：	外徑及許可差(mm)	內徑(mm)	厚度及許可差(mm)	長度(M)	質量(kg/M)	操作壓力(kgf/cm ²)	標稱管徑(")	成本牌價(元)
1	A 管 (一般薄管)	13~600	南亞塑膠工業股份有限公司	PVC	18~630 ± 0.2~4.0	14~590	18~18.6 ± 0.4~2.8	4~6	0.144~55.01	2.5	3/8~24	
2	B 管 (一般厚管)	13~600	南亞塑膠工業股份有限公司	PVC	18~630 ± 0.2~4.0	13~567	2.3 ~30.7 ± 0.6~4.0	4~6	0.180~88.07	7.5~20	3/8~24	
3	高密度聚乙烯(HDPE)平滑管	16~600	雄宇事業有限公司	HDPE	2.1~609.6 ± 0.2~5.40		2.5~55.4 ± 0.20~4.25	5/100		10	1/2~24	
4	HDPE 平滑管		大地昌興業有限公司	HDPE	90±5%		8.2±5%			16		
5	HDPE 工字管		大地昌興業有限公司	HDPE	200~300±5%	230~335±5%		5		800	8~12	
6	UPVC 直管	SCH80 直管	銀琪塑膠股份有限公司	PVC	4.85~609.6±0.58		4.55~30.94±0.53~3.71				1 1/4~24	
7	CPVC SCH40 管	41-PIO-04-0008~41-PIO-04-0600	協羽機材工業股份有限公司	CPVC	0.54~24	0.344~22.54 4	0.088~0.687				1/4~24	

(資料來源：本團隊整理)

表 4-12 國外雨水貯留利用系統之輸水設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	主要材質：	長度(M)	管徑(cm)	質量(kg)	成本牌價(元)
1	Corrugated Solid Pipe		Lowe's Home Improvement	HDPE	30.48	5.08		
2	Corrugated Perforated Pipe		Lowe's Home Improvement	HDPE	25.4	5.08		
3	Sewer Underground Drainage Pipe		Drainage Superstore	PVC-U	3	13.97		£9.72
4	SLOT DRAIN	6000/7000	Slot Drain	鋼	2.97	1/2"/1"/2"		
5	Land Drain Coil Pipe		Drainage Superstore	PVC/ABS plastic	60	7.62	10.8	£40.46
6	Drain Pipe for Surface Water		Drainage Superstore	PVC/ABS plastic	6	19.05		£21.82
7	Aluminium Rainwater	S100	Rainwater Direct Ltd	鋁		10		£74.34
8	Aluminium Moulded Gutter Gutter	MOG86	Rainwater Direct Ltd	鋁	3	15		£183.48
9	Deep Half Round		Rainwater Direct Ltd	鋁	3	10		£72.04
10	Moulded 135 Deg External Angle		Rainwater Direct Ltd	鋁	3	15		£41.62
11	Channel Complete	003515/ 003540	ReIn	Plastic	1-3	12	2.2	
12	90 Degree Corner	003565	ReIn	Plastic	0.1	12	2.2	
13	Guttering Round Downpipe	BR203AG	Drainage Superstore	Plastic	4	6.8		£9.37
14	Cascade Cast	BR081CI	Drainage Superstore	Plastic	2	10.6		£19.45
15	Socket Soil Pipe	BS413CI	Drainage Superstore	Plastic	2.5	11		£30.80
16	Round Downpipe	RW60	Drainage Superstore	Aluminium	1	15		£126.48

17	Downpipe 92.5dg Branch	RW60	Drainage Superstore	Aluminium		15							£179.89
----	------------------------	------	---------------------	-----------	--	----	--	--	--	--	--	--	---------

(資料來源：本團隊整理)

3. 貯水設施

表 4-13 國內雨水貯留利用系統之貯水設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	產品特性	主要材質	容量(m3)	長度(cm)	寬度(cm)	高度(cm)	半徑(cm)	厚度(cm)	重量(kg)	成本牌價(元)
1	2合1繽紛系列造型雨撲滿	326100(綠)/326101(黃)/326102(紅)/326103(紫)/326104(水藍)	活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型		350			150	310			
2	陶土造型雨撲滿	211701(陶色)/211702(陶色)/211705(陶色)	活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	300/500/350		80	130/150/150	35/40/40		12	
3	藝術柱造型雨撲滿	326530(砂白色).326531(石頭灰)/326510(砂白色).326512(石頭灰)/326505(砂白色).326506(石頭灰)/	活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	330~1000		88	161~222	36.5~45.5		23~40	
4	古典花瓶造型雨撲滿	211606(淺陶色)~211602(深陶色)	活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	360~500		88~104(把手寬)	120~42	36.5~39		20~30	
5	2合1植栽造型雨撲滿	326111(鍍鋅灰)/326109(可可色)	活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	300			145	62		16	

第四章 雨水貯留系統之主要設施相關產品整合及分析

6	藤編造型雨撲滿		活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE		80	40	118				
7	石壁造型雨撲滿	326121(砂白色)	活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	300		120	100			40	
8	木紋造型雨撲滿	212200(深木色)/212201(淺木色)	活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	350		124	100			30	
9	木紋造型雨撲滿		活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE								
10	FRP 組合式儲水槽		活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	1600			156	65.75			
11	PP 組合式儲水槽		活水泉源國際股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PP	1300			156	58.8			
12	PPC 組合式地下儲水槽		活水泉源國際股份有限公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	PPC	2700~4800	208~228	156.5~198.5	202~243				
13	雨撲滿 - Evergreen Lite	長青型 淺棕色/深棕色	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	300		78	120				
14	雨撲滿 - Evergreen	老樹型 淺棕色/深棕色	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	475			120	35-39			
15	雨撲滿 - Little Tree	小樹型 淺棕色/深棕色	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	250			105	29-38.5			
16	雨撲滿 - Arcado 石柱型	花崗岩-淺灰/砂岩-淺紅/花崗岩-深灰	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	230~460			105~200	30			

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

17	雨撲滿 - Montana 假山型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	225		96	136			
18	雨撲滿 - Barrique 橡木桶型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	250			105	30		
19	雨撲滿 - Helena 海倫娜型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	300			120	39		
20	雨撲滿 - Lugana 花瓶型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	230~540			112~143	30~40		
21	雨撲滿 - Ambience 陶罐型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	240~550			112~143	30~40		
22	雨撲滿 - Multitank 石壁型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	250		79	105		38	
23	雨撲滿 - Maurano 石牆型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	300		80	118		40	
24	雨撲滿 - Noblesse 貴族型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	275		79	105		41	
25	雨撲滿 - Rainbowl 彩虹型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	210			120	30		
26	雨撲滿 - Rustico 木桶型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	275			100	27~39		
27	雨撲滿 - Timberly 木櫃型	拓霖企業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	200		80	105		30	

第四章 雨水貯留系統之主要設施相關產品整合及分析

28	雨撲滿 - Trentino 陶 桶型		拓霖企業股份 有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	275			100	27~39		
29	雨撲滿 - Jumbo 巨大 型		拓霖企業股份 有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	800		80	179		60	
30	運輸型儲水桶/雨水儲 存槽		新綠境實業有 限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	200~1500	810~1385	690~1320	580~1160		3.5~7.5	
31	密封式儲水桶		新綠境實業有 限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	100~200			585~695		3~4.5	
32	密封式儲水桶		新綠境實業有 限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	600~1200			780		4.5~5	
33	運輸型儲水桶		新綠境實業有 限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	2000~3000	1505~178 0	1445~169 0	1215~138 0		8	
34	水撲滿	MH3000X~MH30004	壹際實業有限 公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	PE	3000~1200 0	170~340	170~340	150			
34	管列式儲雨槽	TSK1000-3	壹際實業有限 公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	HDPE	3000~8000	3~8				50	
32	運輸桶 SLT 系列	SLT200~SLT3000	大鋒塑膠股份 有限公司		HDPE	200~3000	810~1780	690~1690	130~580		3.5~8	
33	化學槽.水塔(超大型)	UL40T ~UL50T	新綠境實業有 限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型		40000~500 00			6070~693 6	255		
34	BS 密封式槽桶	BS100~BS300	新綠境實業有 限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型		100~300			585~810	290~342. 5	3~4.5	

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

35	水塔	龍天下極品-立式系列	龍天下工業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不鏽鋼	0.3~10			126	31.5~95	0.05 ~0.1		
36	水塔	龍天下極品-臥式系列	龍天下工業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不鏽鋼 304	0.3~10	120~330	66~190	91~235	31.5~95	0.05 ~0.1		
37	直立式水塔	200A~15T230A	寶鈿不鏽鋼有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不鏽鋼	0.22~15.4	100~360		145~435	26.5~115	0.04~0.1 2		
38	直立式平底水塔	200B~15T230B	寶鈿不鏽鋼有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不鏽鋼	0.22~15	100~360		108~390	26.5~115	0.04~0.1 2		
39	直立式 1 噸#316 水塔 (附槽架)	1T316A	寶鈿不鏽鋼有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不鏽鋼	0.84	100		155	48.5			
40	臥式水塔	500LA~15T230LA	寶鈿不鏽鋼有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不鏽鋼	0.46~15.36	100~360	72~235	90~255	35~115	0.04~0.1 2		
41	不鏽鋼(SUS #304, #316)水塔	250 平~20000 平	中興水塔股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不鏽鋼	0.27~20			100~390	30~130			
42	不鏽鋼(SUS #304, #316)水塔	250 架~10000 架	中興水塔股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不鏽鋼	0.27~10			130~325	30~112.5			
43	強力塑膠 PE 水塔	UL-30000L~UL-2000L	中興水塔股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	2~30			182~505	66.5~150			
44	強力塑膠 PE 水塔	PT-15000L~PT-250L	中興水塔股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	20~30			100~354	32.5~129			
45	強力塑膠 PE 水塔	WT-750L	中興水塔股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.75			113	54.5			

第四章 雨水貯留系統之主要設施相關產品整合及分析

46	強力塑膠 PE 水塔	FT-750L	中興水塔股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.75			95	54.5			
47	強力塑膠 PE 水塔	BC-1000L~BC-6000L	中興水塔股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	1~6			155~265	62.5~104			
48	豎型耐蝕性 F.R.P.桶槽	CHT-V	中興水塔股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	F.R.P	1~500			130~1000	50~400			
49	橫型耐蝕性 F.R.P.桶槽	CHT-H	中興水塔股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	F.R.P	1~100			130~885	50~190			
50	臥式不鏽鋼(白鐵)水塔	500~10000	中興水塔股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不鏽鋼	0.44~10	130~315	70~220	80~235		0.06~0.1 2		
51	PE 複合板儲水槽	250 平~20000 平	弘勝興實業	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE								
52	SUS 組合式水箱		金日實業股份有限公司 & 和旭機械股份有限公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	SUS	1~18	100~500	100~500					
53	FRP 組合式水箱		金日實業股份有限公司 & 和旭機械股份有限公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP		100~450	100~1000					
54	不鏽鋼組合式水箱		睿興有限公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	SUS	1~180	1000~1000	1000~6000	1000~3000				

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

55	GRP(SMC)組合式水箱	1.5m	大信強化塑膠股份有限公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP(GRP)	3~150	200~1000	100~1000 0	300~1500 0				
56	GRP(SMC)組合式水箱	2.0m	大信強化塑膠股份有限公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP(GRP)	4~200	200~1000	100~1000 0	300~1500 0				
57	GRP(SMC)組合式水箱	2.5m	大信強化塑膠股份有限公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP(GRP)	5~250	200~1000	100~1000 0	300~1500 0				
58	GRP(SMC)組合式水箱	3.0m	大信強化塑膠股份有限公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP(GRP)	6~300	200~1000	100~1000 0	300~1500 0				
59	FRP 豎型耐蝕性桶槽	1~120	富山國際科技有限公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP	1~120			130~1060	50~190	0.3~1.5		
60	FRP 橫型耐蝕性桶槽	1~100	富山國際科技有限公司	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP	1~100			130~885	50~190	0.4~2.2		
61	豎型耐蝕性 F.R.P 桶槽	1~150	良機企業集團	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP	1~150			130~1330	50~190	0.3~1.6		
62	橫型耐蝕性 F.R.P 桶槽	1~100	良機企業集團	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP	1~100	130~85			50~190	0.4~2.2		

(資料來源：本團隊整理)

表 4-14 國外雨水貯留利用系統之貯水設施產品彙整表

第四章 雨水貯留系統之主要設施相關產品整合及分析

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	產品特性	主要材質	容量(m3)	長度(cm)	寬度(cm)	高度(cm)	半徑(cm)	重量(kg)	成本牌價 (元)
1	Rainwater tank		Containment Solutions	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	2.294~39	218.4~625			60.96~152	145~1633	
2	Bushman Rain Barrel		AUSTIN WATER TANKS	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	Recycled Plastic	0.227			99	36.2	20.45	\$149.99
3	Poly-Mart Rain Harvesting Tank		AUSTIN WATER TANKS	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.379			106.8	38.1	17.27	\$284.95
4	Bushman Slimline Water Tank		AUSTIN WATER TANKS	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.49		124.5	127	21.59	49.55	\$599.99
5	Bushman Rainwater Harvesting Tank		AUSTIN WATER TANKS	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	2.5			122	90.17	50	
6	Storage Tanks		Oaklands Environmental Ltd	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.35~6			127.5~213.5	63~126		
7	Agua Fria Rain Barrels	AF-PLUS	AUSTIN WATER TANKS	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.2~1.36				56~122	14~45	\$311~ \$727
8	Cubo Rain Barrel		AUSTIN WATER TANKS	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.2~0.75		124	100	36~90	13~30	\$242~\$381
9	Madison Rain Barrels		AUSTIN WATER TANKS	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.15	50	56	89	15		\$214
10	Graf Sunda Rattan Wall Tank	Mocha	RainHarvest Systems	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.3	80	40	118			\$349.95

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

11	Graf Mondo		RainHarvest Systems	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.52	80	124	126			\$179.95
12	Flat Back Rain Barrel	Brown	RainHarvest Systems	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.2	58.4	45.7	83.8		9.75	\$99.95
13	Amphora Rainwater Tank	Terracotta	RainHarvest Systems	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.6			142	45.7		\$29.95
14	Rocky Wall Tank		RainHarvest Systems	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.4	120	40.6	99	35-39		\$379.95
15	Modular Rainwater Harvesting Tank		RainHarvest Systems	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PVC	0.12	67.87	40.41	45.6			
16	POTABLE WATER STORAGE TANK	PW1400VT	Ecotanks	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PVC	1.365			131.2	65	38	
17	WATER TANK	PW 10000VT	Ecotanks	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PVC	10			292	116.5	200	
18	UNDERGROUND WATER TANK		Ecotanks	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	PVC	1.5	240	120	125		110	€ 1,525.20
19	UNDERGROUND WATER TANK		Ecotanks	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	PVC	4.5			277	108.3	260	€ 2,120.52
20	RAINSTORE WATER TANK	RS5000	Ecotanks	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PVC	5			226.5	101.75		€ 2,296.41
21	WALL TANK		Ecotanks	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PVC	0.8	80	60	179	0.7		€ 510.45

第四章 雨水貯留系統之主要設施相關產品整合及分析

22	AINBOWL WATER BUTT		Ecotanks	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PVC	0.21		79	120	30		€ 243.54
23	MAURANO WATER BUTT		Ecotanks	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PVC	0.3	80	40	118			€ 403.44
24	Rainwater Storage Tanks		Rain Farmers	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	1.288						\$546
25	Rainwater Storage Tanks		Rain Farmers	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	1.59~10.7						\$1,280~3,706
26	Large Aboveground Rainwater Storage Tanks		Rain Farmers	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PVC	0.189						\$456.5
27	Vertical storage tanks		JoJo Tanks	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.26			92.5	31		
28	Low Profile Tank		JoJo Tanks	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	5			156	110		
29	Underground Storage Tanks		JoJo Tanks	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	PE	6	333		198	95		
30	Galvanised Steel Storage Tanks		BUTYL PRODUCTS	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PVC	1.96			152	91.5		
31	Rainwater Harvesting Tanks		Butler Manufacturing Services Ltd	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型		3~100						

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

32	Holding/Storage Tanks incl. Chemical Resistant Tanks		Butler Manufacturing Services Ltd	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	GRP	0.5~100						
33	Modular water storage reservoir	Dons 1st	Diversified Enterprise COMPLEX 1"	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	鍍鋅鋼	24~10000						
34	Stainless steel water storage reservoir	Iceberg	Diversified Enterprise COMPLEX 1"	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不銹鋼							
35	Stainless steel modular water tank	Iceberg	Diversified Enterprise COMPLEX 1"	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	不銹鋼	5~30000						
36	Modular bolted water tank made of galvanized steel	Dons 1st	Diversified Enterprise COMPLEX 1"	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	鍍鋅鋼	24~10000						
37	Modular fire tank	Dons 1st	Diversified Enterprise COMPLEX 1"	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	鍍鋅鋼	24~10000						
38	Ground Tank		RainCatcher	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型		0.75	160		100		40	
39	Wall Mountable Tank		RainCatcher	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型		0.2	115		115			
40	Basement/Cellar Tank		RainCatcher	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	1.5	120	7.8	208			
41	Ground Water Storage Tanks		RainCatcher	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	聚乙烯	0.5~30						

42	Speidel Rainwater Storage Tanks		RainCatcher	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	PE	2~10							
43	Speidel Narrow 3000 litre tank		RainCatcher	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	PE	<3							

(資料來源：本團隊整理)

4. 淨水設施

表 4-15 國內雨水貯留利用系統之淨水設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	主要材質：	進水口徑 (")	出水口徑 (")	排水口徑 (")	過濾孔目 (mm)	直徑 (mm)	高度 (mm)	管徑 (mm)	過濾面積 (m ²)	流量 (m ³ /h)	成本牌價 (元)
1	落葉分離器 Rainus	RA-B(棕色)、 RA-G(灰色)	拓霖企業股份有限公司	不鏽鋼、ABS 樹脂	3~4	3~4		0.7×1.7		505		<70	2.1	
2	落葉分離器 VF1	VF1	拓霖企業股份有限公司	不鏽鋼、PE	4			0.65		451		<387	42	
3	落葉分離器	VF2~VF6	拓霖企業股份有限公司	不鏽鋼	8~10			0.39×0.98		920		<1347~243 3	145~262	
4	手動反洗雜質過濾器	Protector	拓霖企業股份有限公司	純銅、PE				90			3/4 - 1		3.5	
5	德國紫外線殺菌器	80W~400W	拓霖企業股份有限公司								1 1/4~		4.2~38	
6	A 型前置式雨水回收 過濾器		活水泉源國際(股)公司	PP、鑄鐵										

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

7	C型前置式雨水回收過濾器		活水泉源國際(股)公司	不鏽鋼、ABS 樹脂										
8	方型落水管過濾器		活水泉源國際(股)公司	不鏽鋼				<0.35		250		<100		
9	快速型落水管過濾器		活水泉源國際(股)公司	不鏽鋼										
10	浮球取水過濾設備		活水泉源國際(股)公司	不鏽鋼				0.23						
11	除苔器(除苔滅菌器)	CW-201P/ CW-202P/ CW-203P	洋新科技有限公司	塑鋼、PVC										
12	除苔器(除苔滅菌器)	CW-201S	洋新科技有限公司	塑鋼、PE										
13	離子殺菌輔助器	CW-201L	洋新科技有限公司	塑鋼、PVC										
14	OKEYH 上接式砂濾桶	MPF400- 16~MPF1200- 48	日甦貿易股份有限公司							740~158 0	1.5~2	0.13~1.17	6~4.2	
15	OKEYH 側接式砂濾桶	MFB001- 21~MFB013-56	日甦貿易股份有限公司							811~162 0	1.5~2.5	0.2~1.54	9.5~40.7	
16	OKEYH 側接式砂濾桶	MFB064- 1200~MFB199- 2500	日甦貿易股份有限公司							1400~24 50	3~8	1.01~4.91	40.4~196. 4	
16	前置處理 UF 膜過濾	LSTUF-40- 1T~LSTUF- 100-100T	雷絕科技股份有限公司	不鏽鋼				0.002~0.1					1~50	

第四章 雨水貯留系統之主要設施相關產品整合及分析

17	活性炭淨水設備	AC-1035-AC-3672	淨宇科技有限公司-台灣愛惠浦桃竹苗分公司	不鏽鋼	1~2	1~2			10~36	35~72			27~100
18	雨水回收系統	GS-2070A-GS-7090A	淨宇科技有限公司-台灣愛惠浦桃竹苗分公司	不鏽鋼 304					515~1800	2000~2400			2~6, 60~100
19	LS 落水型自淨式過濾器	LS-80/100/150/200/250	適園實業有限公司	不鏽鋼			1~2	5		560~1260		1000~6500	
20	L 落水型自淨式過濾器	L-100/150	適園實業有限公司	玻纖			1 1/2~2			750~1050		1140~2900	
21	智慧型自淨式雨水儲存桶	AR100/150	適園實業有限公司	SUS304			1 1/2~2				4~6		
22	智慧型自淨式雨水儲存桶	PAR100/150	適園實業有限公司	SUS304			1				4~6		
22	加濾錠機	320	適園實業有限公司										
23	CA 型平緩入流器		良澤塑膠有限公司	PE							150/250		
24	CA 型平緩入流器		良澤塑膠有限公司	PE	3.9 / 4.7						150/250		
25	UNO 型溢流排放		良澤塑膠有限公司	PE	3.9								
26	浮動吸水器		良澤塑膠有限公司								25.4		
27	不銹鋼雨水回收過濾器		良澤塑膠有限公司	SUS304				0.335					

(資料來源：本團隊整理)

表 4-16 國外雨水貯留利用系統之淨水設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	主要材質：	出水口徑(英寸)	排水口徑(英寸)	容量 (m3)	直徑(mm)	高度(mm)	管徑(mm)	流量 (LPM)	成本牌價(元)
1	Rainwater Filtration		Blue Future Systems	PE			0.2~0.5					
2	Commercial Rainwater Tank Filter		Freewater UK	PE and stainless steel					45.1	5.5		
3	Rainwater Filter		Sturdy Products Ltd	PE	2 1/2 "		3	29.5	45			
4	Whole House Twin Cartridge Rainwater Filter System		Kingspan	PE and stainless steel				11.4	70		45	\$395
5	Clean Rain® All-In-One Rainwater Filter / Diverter	DDCR99	BARR Plastics	PVC	3"	3"			31	4.5	4.2~38	
6	WISY Vortex Filters for Home and Commercial Applications	wff100	Garden Solutions Landscapin	PE					54	15.75		
7	Leaf Eater Advanced		Garden Solutions Landscapin	PE					24.6			
8	Graf Quattro Twist Downspout Filter and Diverter		Garden Solutions Landscapin	PE	1"	1"				1.77		
9	WISY Garden Filter Collector Package		Rainwater Management Solutions	不銹鋼	20	3 , 4						\$270

10	WISY Downspout Filter Package		Rainwater Management Solutions	不銹鋼	20	3, 4											\$414
11	WISY Standpipe Filter Package		Rainwater Management Solutions	不銹鋼	20	3, 4											\$643
12	WISY Vortex Fine Filter WFF100		Rainwater Management Solutions	不銹鋼	4												\$564
13	WISY Vortex Fine Filter WFF150		Rainwater Management Solutions	不銹鋼	6												\$741
14	WISY Vortex Fine Filter WFF300		Rainwater Management Solutions	聚丙烯、不銹鋼	12												
15	WISY Vortex Fine Filter WFF300 Stainless Steel		Rainwater Management Solutions	不銹鋼	6	6										4833.45	

(資料來源：本團隊整理)

5. 動力設施

表 4-17 國內雨水貯留利用系統之動力設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	產品特性	主要材質	馬力(HP)	電壓(V)	頻率(Hz)	極數 (Hz/2P)	最高揚程 (M)	最大水量 (L/min)	壓力設定 (kg/c m ²)	絕緣等級 (Insulation)	液體溫度 (°C)	出入孔徑 (")	重量 (kg)	成本 牌價 (元)
----	------	------	------	------	------	--------	-------	--------	---------------	-------------	-----------------	--------------------------------	----------------------	--------------	-------------	------------	-----------------

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

1	自動加壓泵 (加壓機)	V260H /V460H /V760H	經濟實業股份有限公司(九如牌 泵浦)	■ 陸上型 □ 沉水型	鐵殼	1/2~1	110 ; 220	60	2P	33~45	35~70	on:1.2~2.0 ; off:2.4~3.2	B	4~50	3/4 ; 1	10~21.4
2	超靜音微電腦穩壓泵	EKV200 /EKV400	經濟實業股份有限公司(九如牌 泵浦)	■ 陸上型 □ 沉水型	不鏽鋼	1/4 , 1/2	110 ; 220	60	2P	22 / 27	55 / 70	1.4~1.6 / 1.5~1.8	B	2~40	3/4 , 1	10.5 / 11.5
3	家用小型沈水 水泵浦	PW100A /PW250A	大井泵浦工業股份有限公司	□ 陸上型 ■ 沉水型	分子塑 材	100/250(W)	220~240/110,220	50/60		6.5/9	80/160			4~35	1 , 1 1/2	4.1/5.1
4	塑鋼不生銹 加壓機	TP820PT /TP825PT	大井泵浦工業股份有限公司	■ 陸上型 □ 沉水型	工程塑 膠，不生 鏽材質	1/4 , 1/2	110/220	60			35/42	on:1.2/2.0 ; off:2.4/3.0		4~40	入 : ¾ , 1 , 出 : ¾ , 1	6.7/7.6
5	頂樓順水加 壓機	TQC200 / TQC400	大井泵浦工業股份有限公司	■ 陸上型 □ 沉水型	不生鏽材 質	1/4 , 1/2	110/220				60			4~40	入 : ¾ , 1 , 出 : ¾ , 1	
6	高速齒式揚 水泵浦系列	KP320NT / KP325NT	木川工業股份有限公司	■ 陸上型 □ 沉水型	塑鋼、青 銅、陶瓷	1/2	單相 110 / 220 兩用	60	2	35 / 36	52 / 54		E	2~40	3/4 , 1	7 / 4.1

第四章 雨水貯留系統之主要設施相關產品整合及分析

7	多段離心揚水系列	KQ725 / KQ720 / KQ725X	木川工業股份有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	塑鋼、青銅、陶瓷	1/2, 1	110 / 220, 220/230	60 / 50	26 / 32	55 / 88 / 98	Max 5	2~40	1, 3/4	8 / 8.5 / 11.0 / 10.5
8	西德式沉水馬達 (深井式幫浦)	2005 / 2007 / 2010 / 3011 / 3017 / 6009 / 1204	宇成興業 / 澳迪實業有限公司	<input type="checkbox"/> 陸上型 <input checked="" type="checkbox"/> 沉水型		1 / 1.5 / 2 / 3 / 5	110/220			20 / 30 / 60 / 120	4-5 / 6-7 / 7-9 / 11 / 17	4~30	1 1/2, 2, 3	
9	大井逆滲透淨水系統專用加壓機頂樓順水加壓機	TQRO 200 / TQRO 400	宇成興業 / 澳迪實業有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型		1/4, 1/2	110/220	60	22 / 28	64 / 70	6	2~40	3/4, 1	
10	齒輪磨擦式差壓加壓泵浦		欣展機械有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	不鏽鋼	1/4~1							1~3/4	
11	單變頻單機恆壓變速加壓泵浦	BPSC1-0.5-12-20 / BPSC1-1-12-25	欣展機械有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	不鏽鋼	0.5 / 1			25 / 40	45 / 70	0-2.0/3.0		3-4, 1	
12	單變頻單機恆壓變速加壓泵浦	BPKH1 系列	欣展機械有限公司	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	不鏽鋼	1~7.5			40~50	75~450	0-4.0		1~2	

(資料來源：本團隊整理)

表 4-18 國外雨水貯留利用系統之動力設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	公司名稱	產品特性	主要材質	馬力(HP)	電壓(V)	頻率(Hz)	極數 (Hz/2P)	最高揚程 (M)	最大水量 (m ³ /h)	壓力設定 (kg/c m ²)	絕緣等級 (Insulation)	液體溫度 (°C)	出入口徑 (mm)	重量 (kg)	成本 牌價 (元)
1	Monoblock Pump	V-1/V-2	HAVELLS	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	鑄鐵.黃銅.不銹鋼	0.5~1	180~240	50		8		5.6	F	65	25*25	10~17	
2	Shallow well jet pump	J-1/J-2	HAVELLS	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	鑄鐵.Noryl.不銹鋼	0.5~1	180~240	50		8.5		3~4.5	F	65	25*25	12~14	
3	energy efficient motors	D-1/D-2	HAVELLS	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	鑄鐵.黃銅.不銹鋼	0.5~1	180~240	50		8		3~4.8	F	65	25*25	23~28	
4	PowerFlo Matrix	SP1591/SP1593	HAYWARD	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型		1 1/2~3/4	115								1 1/2	6.7/7.6	
5	VertiKing		Usha International Ltd	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	黃銅	0.5/0.37									25*25		
6	MMBP 2555		Usha International Ltd	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	鋁合金	1									25*25		

第四章 雨水貯留系統之主要設施相關產品整合及分析

7	Pumps / Solids Handling	SC44S8...	Franklin Electric Co., Inc	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	不鏽鋼												4*4~10*10
8	Sun-Ray SRX 泵		NOV	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型										18~35			
9	Sun-Ray SRX 泵		NOV	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型						9.72				18~35			
10	Site Drainage Pumps		Butler Manufacturing Services Ltd	<input type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型					16	800							1 37/64
11	Special Drainage Pumps	U 3 K Spezial	Butler Manufacturing Services Ltd	<input type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型					7	108							1 1/4
12	Industrial Drainage Pumps	US 73 HE / HES & US 103 HE / HES	Butler Manufacturing Services Ltd	<input type="checkbox"/> 陸上型 <input checked="" type="checkbox"/> 沉水型					12.5	467							1 1/2
13	Niro - Submersible Pump	U 3 K (S)	Butler Manufacturing Services Ltd	<input type="checkbox"/> 陸上型 <input checked="" type="checkbox"/> 沉水型					7	1081							1 1/4

14	Submersible Pump	U 6 K	Butler Manufacturing Services Ltd						9	283					1 1/4	
15	Surface Drainage Pump		Butler Manufacturing Services Ltd	<input checked="" type="checkbox"/> 陸上型 <input type="checkbox"/> 沉水型	鑄鋁		230	50				IP68		1/2~1	5	

(資料來源：本團隊整理)

6. 自動控制與監測設施

表 4-19 國內雨水貯留利用系統之自動控制與監測設施產品彙整表

產品型號	公司名稱	產品特性	主要材質：	測量範圍：	測量準確值：	成本牌價(元)
K100PR	路斯科技股份有限公司	監測 pH		0.00~14.00 (pH)	(pH；mV)	
K100ISE	路斯科技股份有限公司	監測氯離子		0-9999 (mg/L)	(mV)	
K100CL2	路斯科技股份有限公司	監測氯		0.00~4.00 (mg/CL2)	(pH；mV)	
K100CM	路斯科技股份有限公司	監測導電度/比電阻		0.00~20.00 (Ms/cm)	(pH；mV)	
TTF-300	路斯科技股份有限公司	監測流量	管材:碳鋼.不銹鋼.PVC	0~5 (m/s)	(pH；mV)	
EX80~200	路斯科技股份有限公司	監測流量	不銹鋼.黃銅.PVC	0.08~6.09 (m/s)		
TW-100	超技儀器有限公司	監測七項數據				
GA151	尚風儀器有限公司		玻璃	0~14 (PH)		
EGA133 PH 複合式電極	路斯科技股份有限公司		PSU 塑膠	0~14 (PH)		

EGA141	路斯科技股份有限公司		玻璃	0~14 (PH)		
EGA 142	路斯科技股份有限公司		PSU 塑膠	0~14 (PH)		
	路斯科技股份有限公司		PSU 塑膠	0~100 or 0~1000 (NTU)		
PH400	路斯科技股份有限公司		PSU 塑膠	0.00~14.00 (PH)		
FT660 sc	今日儀器股份有限公司			0~5.0 (NTU)		
SOLITAX sc	今日儀器股份有限公司	管中插入式安裝 / 桶槽浸入式安裝		0.001~4000 (NTU)		
FT660 sc	今日儀器股份有限公司		PEEK, 不鏽鋼			
	弓銓企業股份有限公司					
	弓銓企業股份有限公司		SUS 316L 不鏽鋼	0~10 (米)		
	弓銓企業股份有限公司		聚碳酸酯, 316 不銹鋼			
	弓銓企業股份有限公司			0~40000 (NTU)		

(資料來源：本團隊整理)

表 4-20 國外雨水貯留利用系統之自動控制與監測設施產品彙整表

編號	產品名稱	公司名稱	產品特性	主要材質：	測量範圍：	溫度範圍	成本牌價(元)
1	Zirkon® DIS Total	Kuntze Instruments GmbH	監測水質		6-10 (pH)	0~50(°C)	
2	Zirkon® DIS (Free Chlorine)	Kuntze Instruments GmbH	監測氯含量		0~20.00 (mg/L)	-5~+70(°C)	
3	Zirkon® DIS	Kuntze Instruments GmbH	監測氯含量		0~20.00 (mg/L)	-5~+70(°C)	
4	Zirkon® DIS	Kuntze Instruments GmbH	監測導電度/比電阻		0~5.00 / 10.00 (Ms/cm)	-5~+70(°C)	
5	自記水位計	AR BROWN	監測水位		6-10 (pH) ; 4~20(mA)	80(°C)	
6	EX80~200	AR BROWN	監測流量	鈦	4~20(mA)		

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

7	設置型 多項目水質センサ	AR BROWN	多功能		4~20(mA)		
8	自記多項目水質計	AR BROWN			0~14 (PH)		
9	濁度及懸浮固體分析儀	Hach	監測水質懸浮固體		0.001~4000 (NTU)		
10	FT660 sc 雷射濁度計	Hach	監測水質懸浮固體		0~5.0 (NTU)		
11	可攜式恆溫培養箱	Hach	水質微生物檢測		0~14 (pH)	5~50(°C)	
12	Intelligent HQD Intellical Probe	Hach	監測 pH 值		2~14(pH)		
13	Metal-bodied low flow meter	SeaMetrics	監測流量	黃銅	0.2~10(GPM)	85(°C)	
14	turbidity probes	observator	監測水質懸浮固體		40~5000(NTU)	90(°C)	
15	Turbidity Handheld	observator	管中插入式安裝 / 桶槽浸入式安裝		10~5000 (NTU)		

(資料來源：本團隊整理)

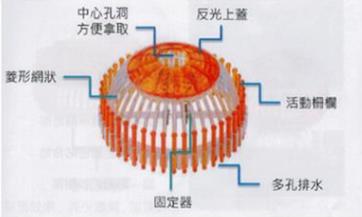
第四節 分析在國內適用或推廣之可能性及適用性

子設施	常見方法	正面向	負面向	能源消耗
1. 集水設施	屋頂集水	和其他地區的地表逕流相比，其雨水水質較高	1)由於集水面積限制，降雨量收集量較少 2)可能由於屋頂材質類型、環境和維護頻率的不同而造成重金屬、有機物和病原體的汙染	1)無直接能源影響 2)根據其地點和屋頂的設計，可能有機會以安裝雨水重力配送系統來取代幫浦。(例:及水箱直接供應)
	初期分流	有效減少收集的雨水中汙染物含量	在不考慮初期分流的情況下系統仍可運作。在降雨量相對較低的地區，初期分流可能會明顯的減少雨水收集量。	1)無直接能源影響 2)可以間接地減緩在幫浦裝置後管線過濾器的加壓配送系統之水頭損失，來減少能量消耗
	初步過濾	清除所有可能汙染貯水槽內水質的汙染物	可能需要持續性的維護，其取決於設計	無直接能源影響
	精細過濾	去除可能與病原體相關的細顆粒，以增進水質	可能會因為過濾介質顆粒堆積，而造成幫浦在雨水利用系統中能量大大消耗，其主要取決於降雨水質和維修頻率	1)無直接能源影響 2)其間接能源影響取決於其設計方式及其所在地 3)過濾器置於幫浦前端所需能量更少 4)自動清洗式過濾器通常會必免顆粒的累積和壓力損失
	紫外線消毒	使雨水能夠被利用在所有使用標的，通常比化學消毒能更有效去除病原體	有較高的能量消耗，取決於其系統設計。由於缺乏殘留的消毒劑，可能造成病原體再生	紫外線消毒需要較多能量消耗，如果使用較佳的設計方式可以減少部分損失
	化學消毒	使雨水能夠被利用於所有使用標的	需要持續的人工操作，副產物可能產生不好聞的氣味和使人中毒	如果使用自動加藥系統，可能需要能量
3. 貯水設施	大型水槽	提高供水可靠度，根據一個地區的雨水貯水系統的大小和密度可間接減少雨水洪峰量	地面和地下水槽都會受到空間限制，地面水槽也有美觀問題。大型水槽的花費也可能是雨水利用系統經濟可行性的限制條件。	1)經壓力水頭會依據儲水槽的位置而有所不同 2)儲水槽到用水端的靜壓力越低，其所需供水能量越少 3)當水槽水頭高於用水端時，為負靜壓，此時可依照壓力需求而使用重力方式供

				應
	扁瘦型	改善再一定空間的供水 可靠度	經濟限制	4)水槽的位置也會影響管線 長度和相關的摩擦損失
				同上
4. 輸水 設施	直接外部 供應	安裝成本低	需要較大的能量，但仍取決於 最終輸水流量	通常，市場上適用於雨水利用系統的定速幫浦馬達通常在 200 至 890 W 間，在高流量 (> 15 L / min) 情況下能有效運行，並適合於外部使用。
	直接內部 與外部供 應	同上	由於部分的使用者，在低效率 的幫浦運行，而導致的高耗能	現有的定速幫浦在最佳能量 性能下不能滿足高流量和低 流量水的需求。 在低流量時可能會導致過多 的能量消耗，因為通常選擇/ 設計定速幫浦以滿足最大的 流量要求
		在變動流量的加壓供水 情況下，能強化能源性 能	經濟的制約因素和專業人員需 將抽水系統調整到最常用的流 量。	使用變速幫浦可能會帶來能 源效益，變速幫浦可以在低 流量和高流量下實現最佳的 能源效率。 儘管如此，它仍然需要仔細 選擇以滿足現場具體條件和 預期的結果。
		增加可變流量的加壓供 水的能量性能	經濟制約因素和專業安裝人員 需要調整容器的容量到每個消 耗事件的最多的使用量	允許透過將壓力累積到容器 中來減少幫浦啟動之能源消 耗，從而將雨水運送到用水 端。 其能源性能是其供應能力的一 個功能
	調節水槽	斷電時能持續雨水供 應，最低耗能的幫浦有 最佳運行效率	有限的一些壓力要求。取決於 調節水槽的尺寸，安裝可能受 到空間或結構的限制	多次雨水供水，但不需不經 常抽水 一般來說，間接供水系統有 調節水槽將能夠在最佳效率 點上減少幫浦的啟動和運 行。 地面水槽和調節水槽之間的

		管徑也可以優化，以促進最小的水頭損失和高的能源效率。
無能耗	減少雨水供應能力，及不能遵守一些供水壓力要求	全部雨水供應能夠通過重力進行。 通過使用這種系統，可以使雨水利用系統實現無能源運行

(資料來源：本團隊整理)

設施分類	產品分類	型式	材質	規格 (m ³)	牌價	廠商	產品介紹	產品圖
重力式		平口式落水盤	鑄銅、鑄鐵、鑄不鏽鋼	2''~4''		嶺先企業、Harmer Drainage Systems、A Watts Water、MIFAB、Zurn、Thunderbird、Harmer	價格低，施工簡便；易被雜物、落葉阻塞，導致屋頂與露台積水	
		高籠(高腳)型	不鏽鋼#304、鑄銅、鑄鐵	1 1/2''~4''		鉅林、泓嘉工業社、ALEX電光合業股份有限公司、嶺先企業、Harmer Drainage Systems、Thunderbird Products、Josam、A Watts Water、MIFAB、Zurn	底座在灌漿時預埋，堅固耐用，不易破損而漏水；較平口式多寬口徑壓盤排水槽，短時間可大量排水，再大的雨也不怕；高腳罩可避免落葉、雜物阻塞排水口	
落水頭	壓力虹吸式	虹吸式雨水斗	鋁合金、不鏽鋼#304	2''~4''		台灣愛得力、金高電實業、暢舟、水環企業、Josam、MIFAB	整流、氣水分流；1-65公升/秒；管道無須坡度；更少的材料費用；現場施工量大大大減少材料；降低管材的管徑(管材和接口必須能夠同時滿足正、負壓需要，建議選用HDPE或鍍鋅鋼材質)；節省安裝空間；管道具有自潔能力；從設計到施工簡單快捷	
	整流式	排水罩	PC、鑄鐵、PVC	5''		佑家實業社、Josam、A Watts Water、MIFAB、Thunderbird	有效過濾落葉、泥沙於排水罩外，不影響排水功能；並採用PC材質，使用範圍廣泛，且耐寒、耐熱、耐日照；圓弧簾空邊條設計為菱形樣式可降低風阻，且底部固定器可隨意調整符合5英寸以內各式排水口，使其緊密貼合；頂蓋部分於夜晚有反光效果，加強識別效果及美觀	

第五章 雨水貯留利用系統模組化設計與探討

本章節將針對雨水貯留利用系統模組化設計之方法與考慮事項做彙整分析，分為集水設施、輸水設施、貯水設施及淨水設施進行探討，詳述如后。

第一節 集水設施模組化設計

不透水之屋頂其逕流損失，雖仍可用逕流係數來表達，然而其並無植物及土壤等入滲介質，因此其不可使用地面集水之物理機制來進行計算，其逕流損失之機制分為以下四個步驟。

1. 起始之集雨面積因蒸發而不產生逕流。
2. 屋頂材質如磚瓦或石綿瓦等具有吸水孔隙的材質的集雨面，仍會持續吸收初期之降雨，直到其飽和後才會產生逕流。
3. 雨水接觸集雨面後產生飛濺而不落在集雨面中。
4. 熱帶地區的降雨，在降雨時將同時會產生蒸發散。

一般而言屋頂雨水利用系統之降雨逕流係數，一般以考量逕流的年平均損失為主。蒸發散主要來自屋頂的微小孔隙中所存蓄的雨水，並且假設為自然之物理現象，一般而言雨滴大約為 2mm，而此種大小雨滴之終端速度為 6-7 m/s，而其飛濺之最大距離約為 200mm，大約 70%之降雨其飛濺距離為 100mm 左右。大面積之集雨面其飛濺損失可忽略不計，小於 20m² 之集雨面其損失大約為 10%。

各地方不同之主因為風、降雨情形及集雨面之材質，其降雨逕流係數也不同其範圍國外文獻記載大約在 0.2~0.95 之間。此外暴雨的路線也會對降雨損失之產生改變，大約在 0.5~1mm 之間，5mm 以下之平均降雨係數為 0.57 而暴雨來臨時則增加為 0.9。因此逕流係數國

外方面 Pitt (1987) 建議人字型屋頂 1mm 以下、1-3mm 以下用 0.25、3mm 以上用 0.75，大於 50mm 則用 0.99。而國內方面屋頂降雨逕流係數方面由廖朝軒(1997)針對水泥與鐵皮材質之研究可之大約介於 0.81~0.84 之間由前述可知，各項因素對降雨逕流係數產生的影響，雖充滿了不確定性，而通常在一般估算模式如無明確之材質則大約以 0.5mm 為降雨之初期損失。

降雨逕流之水質良窳主要由集雨面之型式而決定，地面集水可能由人類或動物之排泄物、腐壞的植物或果實、工業之廢棄物及土壤本身等因素遭受污染。因此應該經由較不易受污染之集水面來獲得良好之水質，通常以建築物之屋頂為主，其中以鍍鋅鐵皮屋頂為最好主要因其表面較為平滑，且可吸收陽光之輻射熱以增加本身之溫度以進行殺菌消毒。屋頂為最普遍之集雨面積，不透水屋頂之材質會影響收集雨水之品質，不同表面之降雨逕流係數如下表所示。

表 5-1 不同表面之降雨逕流係數

Roof types	Inverted-V	Level cement	Saw tooth	Parabolic
N	84	90	79	87
\bar{C}	0.82	0.81	0.83	0.81
σ_C	0.076	0.068	0.095	0.066

Note: N: No. of samples of rainfall events from the same roof ; \bar{C} :Average C value;
 σ_C : Standard deviation of C value

(資料來源：本團隊整理)

第二節 輸水設施模組化設計

為建築物雨水利用中輸送雨水及至貯水槽之常用關鍵組件，其輸水容量的大小將影響到雨水之收集效果，主要分集雨天溝及雨排水管

兩大部分，分別說明如下。

1. 集雨天溝設計形式

集雨天溝為建築物雨水利用中輸送雨水及至貯水槽之常用關鍵組件，其隨著不同型式的集雨面及其面積的大小而有所不同。天溝輸水容量的大小將影響到雨水之收集效果，故本計畫對集雨天溝的型式與材質、裝設距離與集雨面之關係及收集方式與集雨面之關係進行探討。

集雨天溝的設計大小受限於當地降雨強度，如設計太小則雨水經常溢流無法發揮雨水利用之效用，而若設計太大雖可蒐集大多數之雨水，但其費用太高造成經濟上的負擔，因此其為決定輸水容量大小的關鍵因子。

天溝在簡易雨水利用系統中通常是脆弱的一個環節，如相關的設備與天溝脫離或接合處產生滲漏，此外錯誤的洩水坡度，除了喪失其功能外，也可能對人體健康產生影響。如因洩水坡度設計錯誤，而殘留剩餘之水於其中，則會成為蚊子滋生的溫床。這種情形最常發生在一般的 NGO 組織建造公益性的雨水利用系統。一般而言集雨天溝，在雨水利用系統所需之經費，並不會像貯水槽所佔比例那樣重，然後在簡易雨水利用系統（低收入國家中）貯水槽所佔之比例反而沒有那麼高，而天溝反而較為升高，有些地方甚至可以達到投資成本的一半。

天溝最主要的功能為連接集雨面並將收集之雨水送至貯水槽，表面看起來看很簡單，但是其容量之設計則是相當複雜，如太過粗糙之設計則會無法產生有效的輸水或過不保守的設計則將使得成本過高。以下為天溝方程式：

$$Q = AV = A\left(\frac{1}{n}\right)R^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}$$

式中， Q = 天溝流量 (m^3/s)； A = 斷面 (m^2)； V = 在天溝中之流速

(m/s) ； n =配置粗糙係數(天溝通常在 0.01~0.15 之間)； P =潮濕周長
 (m) ； R =水力半徑 (m) ， $(R=A/P)$ ； S =斜率。

此設計公式是為了符合大部分之天溝剖面，可變動參數為材料摩擦(通常為塑膠或鋼板)、剖面形狀及斜率。材料設置通常以地方效益為主，但斜率及剖面形狀則操控設計師之手。根據國外相關資料其建議之斷面型式、屋頂尺寸、斜率及斷面積如下表所示。

表 5-2 天溝建議型式整理表

斷面型式	屋頂尺寸	斜率	斷面積	來源
正方形	40~100 m ²	0.3~0.5%	70 cm ²	【Herrmann&Hasse,1996】
半圓形	40~60 m ²	0.3~0.5%	63 cm ²	
45°三角形	無明確說明	1.0%	113 cm ²	【Nissen-Petersen&Lee,1990】
無明確說明	無明確說明	0.8~1.0%	70~80 cm ²	【Edwards et al.,1984】

(資料來源：本團隊整理)

另外當水從屋頂落下它可能呈現捲曲，在屋頂邊緣表面張力之下，它可能垂直滴下。因此建議 0 ~2mm/min 之降雨下，可於屋頂邊緣 60 mm、下方 10cm 設置天溝。另外增加截水之方法如：擋板式、直立式或隔絕天溝式。

2. 兩排水管設計形式

雨水排水管，為另一種輸水型式，當計算出系統水管的雨水排水負荷後，便可根據雨水排水負荷來設計系統的輸送能力，設計時須以排水立管及排水橫管分別考量。

(1) 兩排水立管的計算方法

① 立管數量及配置設計

根據日本「建築給排水規範 HASS206」之計算基準，立管的排水流量設計採 William·Eton 的公式作為計算方法，如下式。

$$Q_p = \frac{(117730\alpha A)^{5/3} (1/D)^{2/3}}{60}$$

式中：

QLP：立管的容許流量（l/s）

α ：充水率（%）

A：立管的斷面積（m²）

D：管的實際內徑（mm）

由於立管過高的充水率（水的斷面積/管的斷面積）會因排水管內的水流及空氣產生過大的噪音及振動。在藉由試驗的結果得知，若將立管的充水率控制在 35% 時，故為 35% 代之，得公式。

$$Q_{LP} = 819200A^{5/3} (1/D)^{2/3}$$

② 立管管徑設計

在管徑之決定上，則可參考表 5-3，以最大容許屋頂面積及配管數量決定各立管管徑。

表 5-3 之容許最大屋頂面積是以每小時最大降雨量 100mm 為基準推算，實際設計時必須依各地之每小時最大降雨量為分母，修正容許最大屋頂面積值。修正公式如下：

$$S = \frac{P(S_1 + 0.5S_2)}{100}$$

式中：

S：最大容許屋頂面積（m²）

P：降雨量（mm/h）

S1：水平集水面積（m²）

S2：垂直集水面積（m²）

表 5-3 立管管徑與最大容許屋頂面積建議表

管徑 (mm)	最大容許屋頂面積 (m ²)
50	67
65	135
75	197
100	425
125	770
150	1250
200	2700

- 註 1. 屋頂面積以水平投影面積計算。
 2. 容許最大屋頂面積是以每小時最大降雨量100mm為基準推算，實際設計時必須依各地之每小時最大降雨量為分母，修正容許最大屋頂面積值。
 3. 正方形或長方形排水立管的情況，以立管的內徑短邊為準，且斷面積不得小於對應之基準管徑。
 4. 本表資料後參考日本給排水設備基準(HASS 206)之建議規定。

(資料來源：本團隊整理)

(2) 雨排水橫管的理論計算方法

依據HASS206對於排水管內現象所做的研究，其成果顯示當橫管流速控制在0.6~1.5m/s、而其充水率達95%時，噪音及振動除了能得到控制外，管內也可得到自淨的效果，其控制理論公式如下所示：

$$v = 0.3620D^{2/3}\delta^{1/2}$$

$$Q_{HP} = 0.0002789D^{8/3}\delta^{1/2}$$

式中：

v：橫管內平均流速（m/s）

D：管的實際內徑（mm）

δ ：洩水坡度 (0~1)

QHP：橫管的容許流量 (l/s)

(3) 查表計算

兩排水系統在計算規劃上，為了讓使用者便於操作，因此可利用容許最大屋頂面積，另外亦可配合表5-3及表5-4來決定立管及橫管之管徑及數量。

需知降雨強度作為地區的雨量數據，擬採用之立管管徑及橫管管徑，橫管洩水坡度，即可查表計算得知立管、橫管配置數量。

表 5-4 橫管管徑與最大容許屋頂面積建議表

管徑 (mm)	容許最大屋頂面積 (m ³)								
	配管坡度								
	1/25	1/50	1/75	1/100	1/125	1/150	1/200	1/300	1/140
65	127	90	73	—	—	—	—	—	—
75	186	131	107	—	—	—	—	—	—
100	400	283	231	200	179	—	—	—	—
125	—	512	418	362	324	296	—	—	—
150	—	833	680	589	527	481	732	—	—
200	—	—	1470	1270	1130	1040	897	732	—
250	—	—	—	2300	2060	1880	1630	1330	1150
300	—	—	—	3740	3350	3050	2650	2160	1870
350	—	—	—	—	5050	4610	3990	3260	2820
400	—	—	—	—	—	6580	5700	4650	4030

- 註 1. 屋頂面積以水平投影面積計算。
 2. 容許最大屋頂面積是以每小時最大降雨量100mm為基準推算，實際設計時必須依各地之每小時最大降雨量為分母，修正容許最大屋頂面積值。
 3. 雨水排水橫走管內排水流速不得小於0.6m/sec，亦不得大於1.5m/sec。
 4. 本表資料後參考日本給排水設備基準(HASS 206)之建議規定。

(資料來源：本團隊整理)

第三節 貯水設施之國內常用容量計算方法比較

1. 綠建築評估手冊建議方法

雨水貯集槽設計容量 S_{max} 必須合於下式之判斷：

$$S_{max} \geq N_s \times W_s$$

式中，

S_{max} ：貯水槽最大容量(m^3)

N_s ：儲水天數(無單位)，依該基地行政區所在位置，由參照表查出其降量代表點，以及該代表點之儲水天數。

W_s ：雨水替代自來水之水量(公升/日)，其值由下式決定。

日集雨量 $W_r = R \times A \times P$

雨水利用設計量 $W_d = \sum R_i$

比較兩式，

當 $W_r \leq W_d$ 時，則 $W_s = W_r$ ；當 $W_r \geq W_d$ 時，則 $W_s = W_d$

上述公式之參數意義與規定如下：

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，由參照表查出其降雨量代表點，以及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，由參照表查出其降雨量代表點，以及該代表點之近十年日降雨概率。

A ：屋頂集雨面積(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，住宅類建築可由各種不同建築類別總用水量之表 5-5 參考得到，

其他類建築必須依據各項雨水用途合理設定 R_i 。

表 5-5 不同建築類別總用水量計算表

建築類別	規模類型	單位面積	全棟建築物總用水量 W_t (公升/日)
		用水量 W_f (公升 /m ² ·日)	
辦公類	一般專用	7	
	複合使用	9	
百貨商場類	有美食街設施	20	
	無美食街設施	10	
旅館類	都市商務旅館	15	
	一般複合型旅館	20	$W_t = W_f \times A_f$
醫院類	中大型休閒旅館	25	其中：
	地方診所、療養院	15	A_f 為停車場、機械室、倉庫及梯廳、電梯、樓梯等服務空間除外之居室總樓地板面積(m ²)。
學校建築	綜合醫院	21	
	教學大型醫院	24	
宿舍類	行政及教學大樓	10	
	其他	比照其他類	
住宅類	-	-	$W_t = 250$ 公升/(人·日) $\times 4.0$ (人/戶) $\times N_f$ ，其中 N_f ：住宅總戶數，亦即統一以每戶四人計算用水量。
其他類	-	-	根據建築實際用水量需求計算之。

(資料來源：本團隊整理)

2. 經濟部水利署

貯水設施容量與集水區域面積的大小，對雨水貯留供水系統影響甚大。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，因雨水入流量的多寡直接關係到貯水設施的設置容量。

(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，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(m³/日)。

C：逕流係數。

I_t ：t 日降雨量(mm/日)。

A：集水區面積(m²)。

(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：

貯水槽(筒)容量推估：

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

$$, Z_t \geq 0, S \geq Z_{t+1}$$

式中：

Z_{t+1} ：第 $t+1$ 時刻的貯蓄量。 (m^3)

Z_t ：第 t 時刻的貯蓄量。 (m^3)

Q_t ：第 t 時刻的入流量。 (m^3/D)

D_t ：第 t 時刻的放水量。 (m^3/D)

ΔE_t ：第 t 時刻的蒸發損失量。 (m^3/D)

L_t ：第 t 時刻的其他損失量。 (m^3/D)

S ：貯水槽(筒)容量。 (m^3)

雨水貯留供水系統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，則由自來水或其他水源(如中水、井水…)補充。

3. 國立臺灣海洋大學

國立臺灣海洋大學容量設計方法係透過實際降雨以模擬法做試算，而由貯水容量與供水可靠度曲線求得一建議雨水貯水槽容量。模擬法是利用歷史記錄之入流量代入連續方程式模擬雨水貯集系統容量的連

續變化，本計畫參考 McMahan and Mein (1986) 模擬方法，忽略貯水量的蒸發損失，可將連續方程式表示如下：

$$S(t) = S(t-1) + Q(t) - D(t) - OF(t), \quad 0 \leq S(t), \quad S(t-1) \leq S_{max}$$

入流量的計算則採用合理化公式 $Q(t) = c \times i(t) \times A$ 式中，

- S(t)：第 t 時刻的貯水量；
- S(t-1)：第 t-1 時刻的貯水量；
- Q(t)：第 t 時刻的入流量；
- D(t)：第 t 時刻的需水量；
- OF(t)：第 t 時刻的溢流量；
- Smax：貯水槽最大容量；
- c：逕流係數（無因次）；
- i(t)：降雨強度（mm/day）；
- A：屋頂集雨面積（m²）。

模擬中考慮由屋頂配水槽供水，因台灣的建築物大部分都是高層樓建築，所以在雨水貯水槽收集雨水後，直接利用幫浦運送至屋頂配水槽，當需要使用雨水時，直接由屋頂配水槽向下配水，故此運作機制必須在模式建構時一起併入考量，更合乎真實情況。

當屋頂配水槽水量不足容量的 1/3 時，就需啟動補水機制，由雨水貯水槽抽水，盡可能的補到最滿（補到地面貯水槽沒水為止）。若雨水貯水槽水因補水而空庫，判斷屋頂貯水槽水量是否至少達到 1/3，有的話補水機制就完成；屋頂貯水槽水量不達 1/3，就啟動自來水補水系統補水至貯水槽容量的 1/2。其雨水貯集系統模式流程如下圖所示：

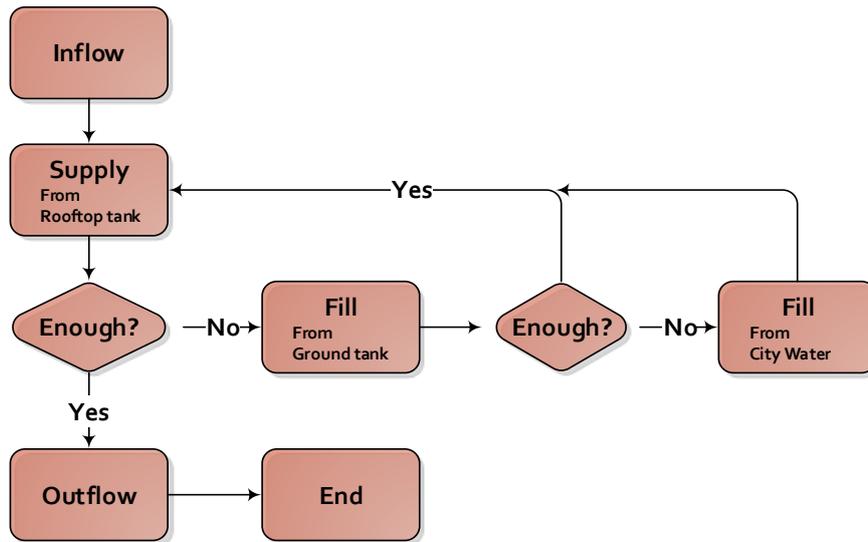


圖 5-1 雨水貯集系統模式流程圖

(資料來源：本團隊整理)

自來水替代率 R_c 就是雨水之再生水量與總自來水使用量之比例，亦稱供水可靠度。由於雨水貯集技術較為單純、通用的水資源利用法，以下對此提出簡易評估計算法以利推廣，其自來水替代率 R_c 如公式 (4-3) 所示 (參考建研所綠建築評估手冊定義之)：

$$R_c = W_s \div W_t$$

式中，

R_c ：自來水替代率(%)；

W_s ：雨水替代自來水之水量 (公升/日)；

W_t ：總用水量 (公升/日)。

自來水替代率與設計桶容結果為一條曲線，為了得知較佳的雨水貯水槽容量，本研究利用微分導數的原理求出最佳設計點，利用導數來探討函數的變化情形；在曲線的前段，設計容量微量增加時，讓自來水替代率有大幅度的上升，當曲線過了某一點後，設計容量的增加對自來水替代率的影響逐漸縮小，假若分析結果為 $y = f(x)$ 之曲線函數，在曲線上任兩點所形成之割線皆有一斜率 $y' = f(x)' = m$ ，如圖 5-2 所示，其計算方法可表示為式：

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x+h) - f(x)}{(x+h) - x} = \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

式中 m 為斜率； Δx 為兩點在 x 軸之微變量； Δy 為兩點在 y 軸之微變量； h 為兩點之間的水平差距； $f(x)$ 為第一點之 y 軸座標值； $f(x+h)$ 第二點之 y 軸座標值。

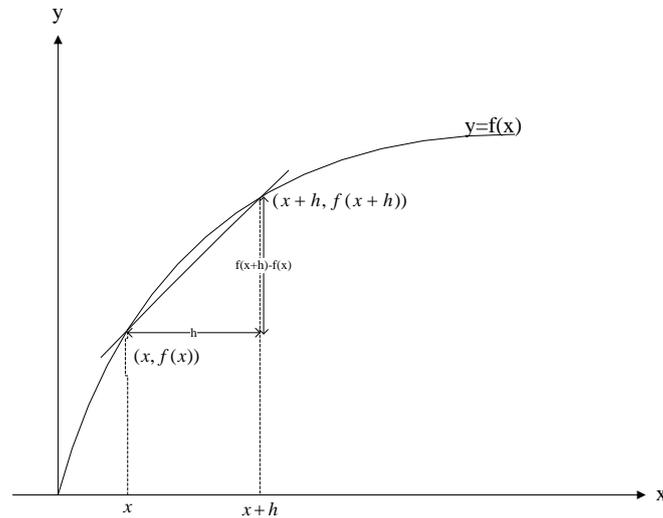


圖 5-2 設計容量曲線通過點 $(x, f(x))$ 之割線

(資料來源：本團隊整理)

此時若沿著 $f(x)$ 慢慢移動第二個點讓它逐漸靠近第一個點，割線 S 就會逐步往切線 T 趨近，如圖 3.2.5-14 所示，當 $h \rightarrow 0$ 且 斜率(S) \rightarrow 斜率(T)，欲求點 $(x, f(x))$ 之斜率即可表示為下式：

$$m = f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

根據前述設計容量曲線之物理意義，配合導數度量在函數上的任一點的斜率，當起始至某點間幅度變化較大的情形，其斜率為 $m < 1$ ；當過了某點以後坡度逐漸平緩，斜率為 $m > 1$ ；而達到某點之前與過了某點之後其狀況是反的，此某點的斜率為 $m = 1$ 。

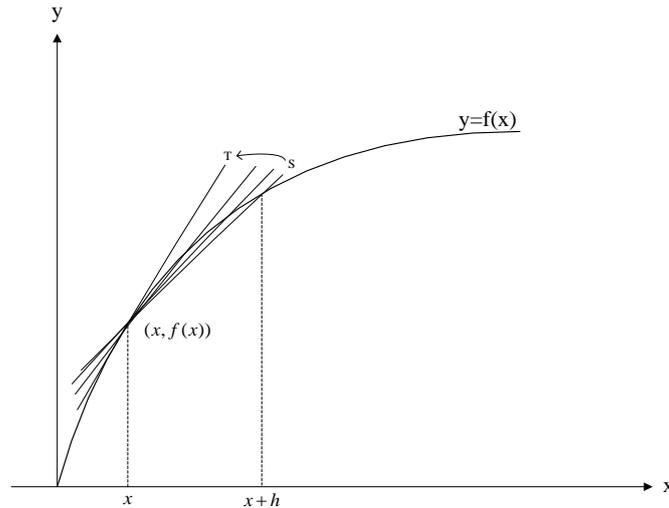


圖 5-3 設計容量曲線逐漸接近切線之割線

(資料來源：本團隊整理)

4. 區域無因次曲線設計法

DRWHS 的概念來自一棟建物的屋頂雨水的收集及儲存，研擬方法視為一生產過程，生產理論旨在解釋過程及輸入如何被結合，用以生產特定的輸出。經濟學家傳統上藉由以下生產方程式，表達生產過程的能量，為從一個輸入向量生產一個輸出向量：

$$f(X, Z)=0$$

其中，X 是總輸入向量，Z 是總輸出向量。

有效的屋頂面積及儲存容量是 DRWHS 的兩項關鍵性輸入，它們的輸出是雨水供給量。如果儲存容量(S)被選作為輸入，而雨水供給(Y)作為輸出；如果其他變數保持的常數，Y 和 S 之間的生产曲線的特徵在於：Y 的單位增加對比 S 的單位增加的比例，隨著 S 的增加而遞減（亦即回收率的遞減原則）。因此，之 Y 與 S 間的關係可以圖解如圖 1 所示，以及可以寫為：

$$Y = bS^c$$

其中，b 和 c 是回歸係數。

對沒有降雨量數據或有不完整降雨量數據的區域，不可能建立 Y 與 S 間的數字。

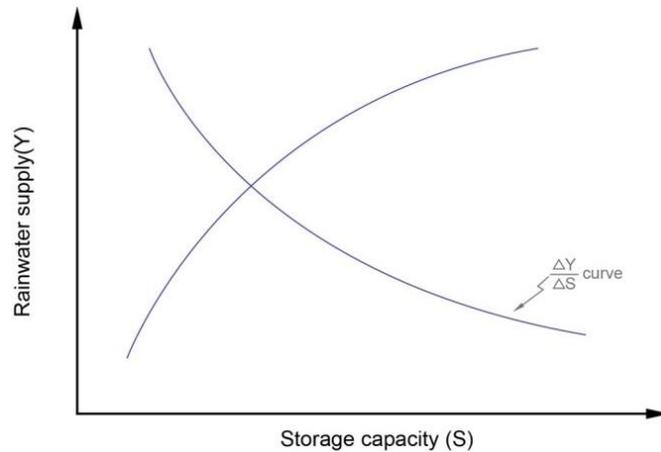


圖 5-4 儲存容量(S)與雨水供給(Y)之關係圖

(資料來源：本團隊整理)

透過水平衡模擬，使用根據知名的 YAS 算法釋放規則，計算得自此 DRWHS 的雨水供給：

$$Y_t = \text{Min}(D_t, S_{t-1})$$

$$S_t = \text{Min}(S_{t-1} + Q_t, S_{\max}) - Y_t$$

其中， D_t 是在時間 t 的水需求； S_{t-1} 是在第 $(t - 1)$ 個時段開始時的儲存； S_t 是在第 t 個時段開始時的儲存； Q_t 是在第 t 個時段期間的流入； Y_t 是在第 t 個時段期間的雨水供給；以及 S_{\max} 是最大儲存容量。

DRWHS 績效一般以可靠性說明。它可被表達為實際的總雨水供給超過需求（供水可靠度 R_v ）或需求完全被滿足的部分時間 ($R_e = 1 - n/N$)。 R_v 可用算式表達如下：

$$R_v = \text{actual rainwater supply/water demand} = \frac{\sum Y_t}{\sum D_t} \times 100\%$$

其中， n 是當水需求大於儲存的時間單位數量； N 是降雨序列中的時間單位總數量。

R_e 無法用在小儲存容量及高水量需求，以判定水供給的可靠性。相反地， R_v 在所有情況下都可利用，所以此後均使用 R_v 。

幾項變數有貢獻於 DRWHS 的雨水供應績效。除了儲存容量，需

水量、有效屋頂面積、及當地的降雨量對評估雨水供水可靠度相當的重要。通常，考慮的是平均年水量需求及降雨量，每年雨水供給可以從每年水需求及容量的可靠性計算。為考慮到水需求、儲存容量、有效的屋頂面積、以及降雨量的各種組合，由 Fewker et al. 提出的兩個無因次比率傳統上都被考慮，亦即需求分數及儲存分數：這些比率被定義為：

$$d = \frac{D_{awd}}{AR} = \frac{D_d}{R} \quad (\text{無因次})$$

$$s = \frac{S}{AR} = \frac{S_d}{R} \quad (\text{無因次})$$

其中， d 是需求分數； s 是儲存分數； A 是有效屋頂面積 (m^2)； D_{awd} 是每年的水需求容量 (m^3)； D_d 是每年的水需求的深度 (m)； R 是平均年降雨量 (m)； S 是儲存容量 (m^3)； S_d 是儲存體積的深度 (m)。

使用區域回歸分析，證明 DRWHS 績效與採取的無因次參數有直接的關係。參數 d 替代選擇的雨水供給可靠性的方程式中的 Y ， s 替代 S 。 d 與 s 之間的關係可以表示為：

$$\frac{D_d}{R} = b' \left(\frac{S_d}{R} \right)^c$$

其中， b 與 c 是根據模擬結果校正的回歸係數。這些係數之間的關係可表示為 $b' = b(AR)^{c-1}$ 。

如果考慮到常態每日需水量 (q)，它可表示為一個儲存容量、有效屋頂面積及平均年降雨量的函數，如下所示：

$$q = 0.0027b'S^c(AR)^{1-c}$$

方程式(9)也可被表示為：

$$s = b''q^c(AR)^d$$

其中， $b'' = (0.0027)^{\frac{-1}{c}}$ ； $c'' = \frac{1}{c}$ ； $d = 1 - \frac{-1}{c}$ 。

第六章 雨水貯留利用系統模組化及經濟性分析

第一節 雨水貯留利用系統模組建立構想

雨水貯留利用系統係透過 6 項子系統組合而成，然各子系統在規劃設計時並以非單獨選擇配置，而是需相互搭配之設計，方能獲得最好的設置效益。本計畫將雨水貯留利用系統設計流程以貯蓄系統為主體，分為前處理系統、貯蓄系統及機械控制系統三個流程，使子系統可全面性考量而配置，設計流程如圖 6-1 所示。

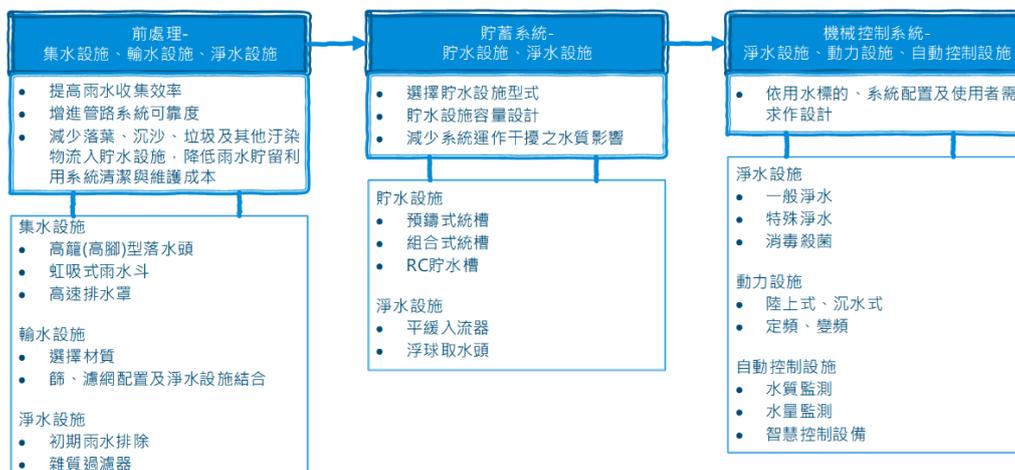


圖 6-1 雨水貯留利用系統模組設計流程圖

(資料來源：本計畫成果)

第二節 雨水貯留系統模組設計成果

國內常見雨水貯留系統模組架構透過子系統相關產品資料做模組架構整合，其整合成果分成基本型及標準型，另外設置一套增值設計項目。基本型配置較為簡單、低成本，標準型則為複雜、高成本，增值設計即增設自動控制設施。研究成果共配置 36 型模組架構，可提供未來設計規畫者做參考。

1. 基本型

(1) 植栽綠化用水

i. Type I

利用建築周圍地面上設置儲水(配水)槽並搭配簡易的過濾設施，用以供給低水質限制標準使用，如：植栽綠化供水、景觀用水，是最基礎型式的雨水貯留利用系統，其示意如圖 6-2 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水進入儲水(配水)槽，並設置簡易的篩網過濾層去除雨水中的雜物及塵土而儲存，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。利用加壓馬達進行植栽綠化供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-3 所示。

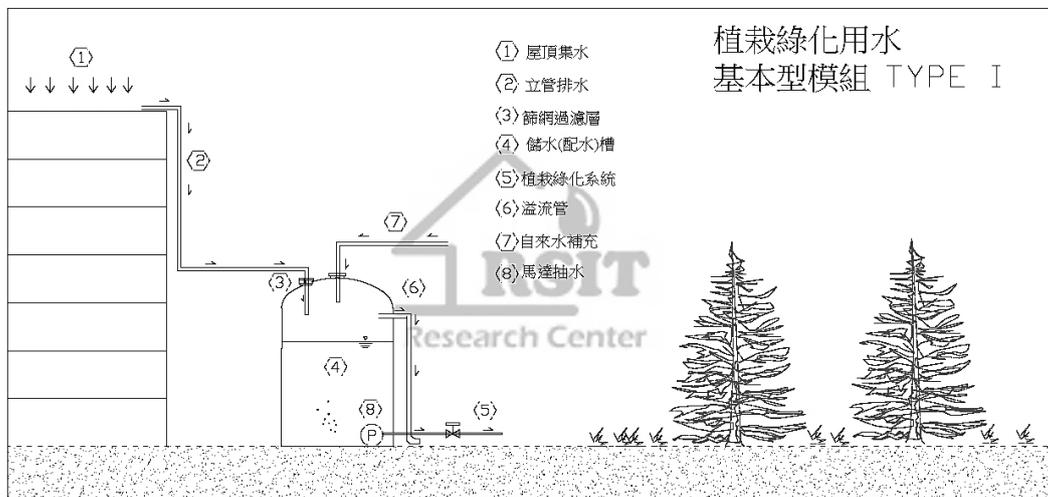


圖 6-2 基本型-植栽綠化用水 Type I 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

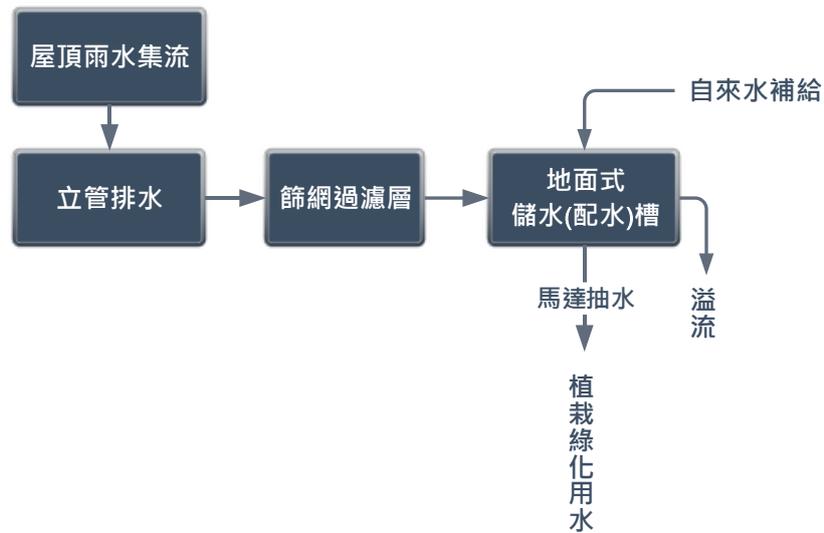


圖 6-3 基本型-植栽綠化用水 Type I 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

ii. Type II

利用建築周圍地面設計高架式儲水(配水)槽，可透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，並搭配簡易的過濾設施，用以供給低水質限制標準使用，如：植栽綠化供水、景觀用水，是 Type I 節省能源型式的雨水貯留利用系統，其示意如圖 6-4 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水進入儲水(配水)槽，並設置簡易的篩網過濾層去除雨水中的雜物及塵土而儲存，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。利用重力方式進行植栽綠化供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-5 所示。

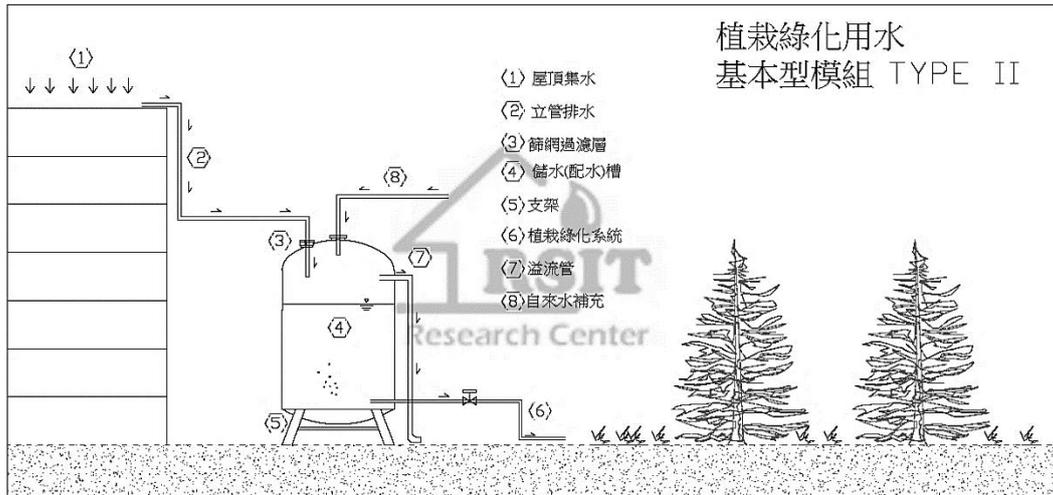


圖 6-4 基本型-植栽綠化用水 Type II 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

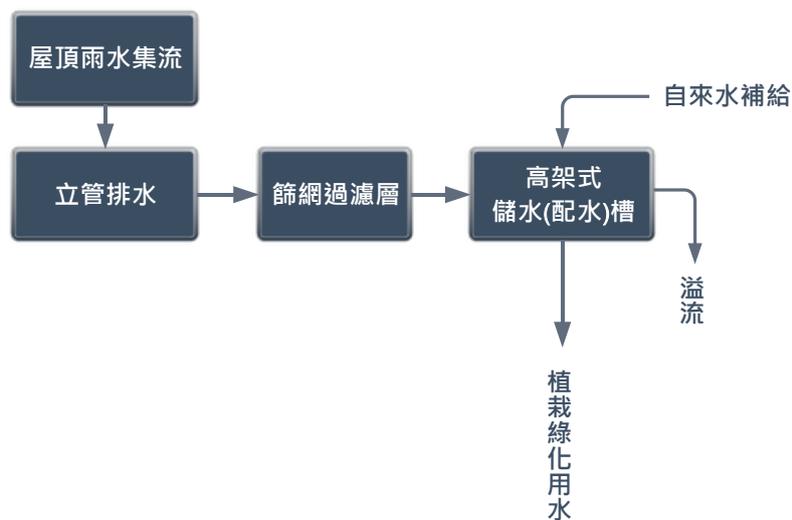


圖 6-5 基本型-植栽綠化用水 Type II 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

iii. Type III

利用建築物樓層差的天井設置儲水(配水)槽，可透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，並搭配簡易的過濾設施，用以供給低水質限制標準使用，如：植栽綠化供水、景觀用水，是利用建築特性而設

計節省能源型式的雨水貯留利用系統，其示意如圖 6-6 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水進入天井儲水(配水)槽，並設置簡易的篩網過濾層去除雨水中的雜物及塵土而儲存，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。利用重力方式進行植栽綠化供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-7 所示。

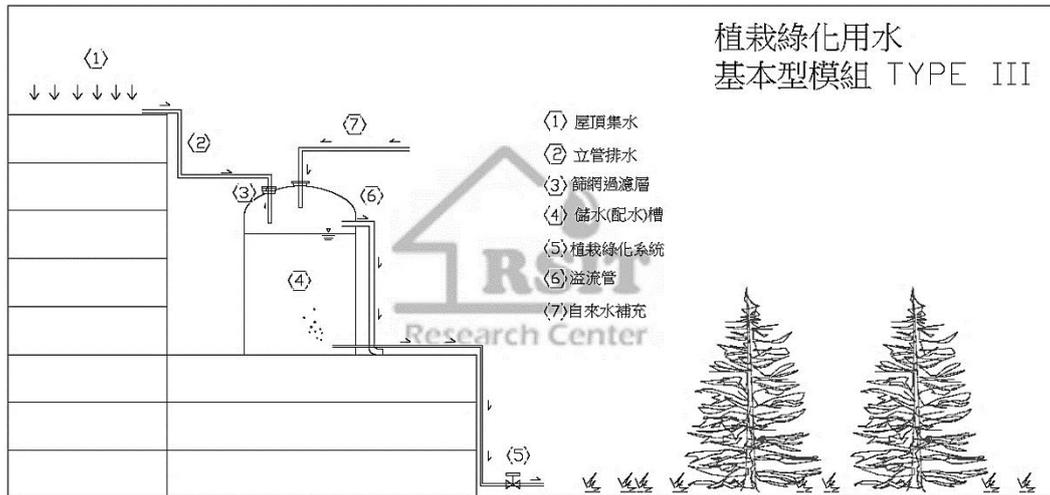


圖 6-6 基本型-植栽綠化用水 Type III 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

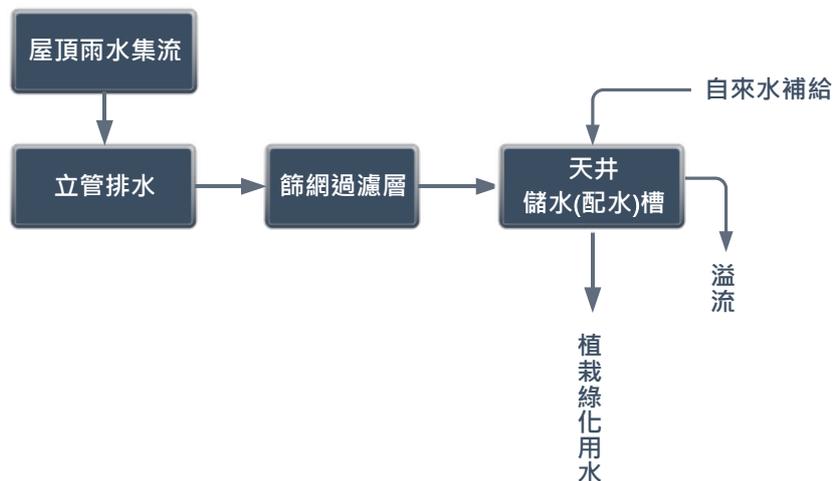


圖 6-7 基本型-植栽綠化用水 Type III 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

iv. Type IV

斜屋頂建築設置型式一樣利用建築周圍地面設置儲水(配水)槽，搭配高架式設計，可透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，並搭配簡易的過濾設施，用以供給低水質限制標準使用，如：植栽綠化供水、景觀用水，其示意如圖 6-8 所示。

系統流程係透過斜屋頂邊緣的天溝集雨經立管排水進入儲水(配水)槽，並設置簡易的篩網過濾層去除雨水中的雜物及塵土而儲存，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。利用重力方式進行植栽綠化供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-9 所示。

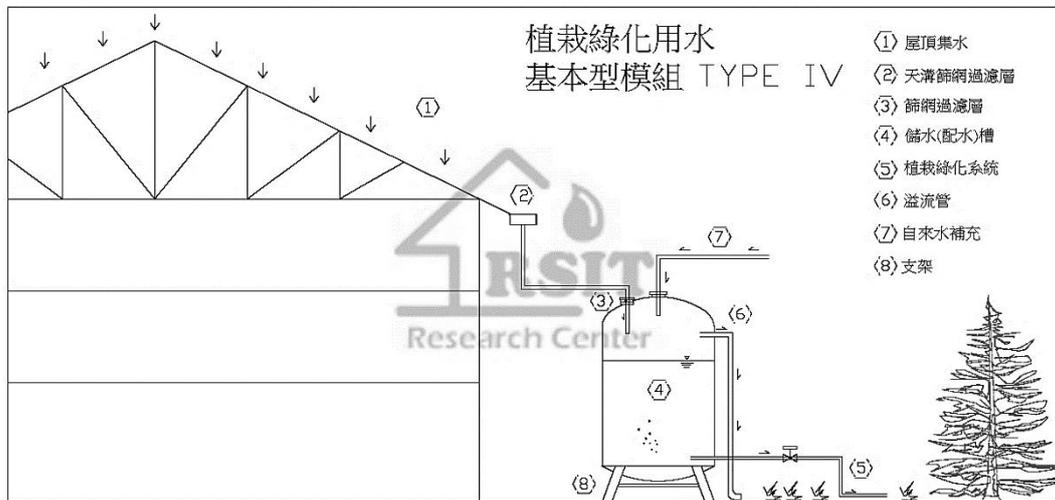


圖 6-8 基本型-植栽綠化用水 Type IV 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

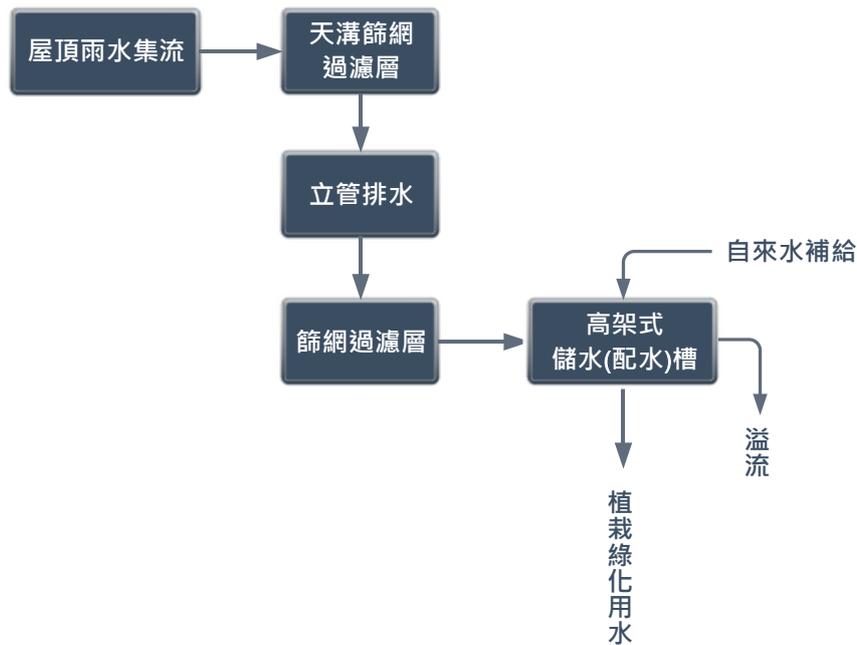


圖 6-8 基本型-植栽綠化用水 Type IV 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

(2) 沖廁或其他用水

i. Type I

利用建築周圍地面上設置中繼槽、儲水(配水)槽及一般淨水設施並在輸水管末端進入中繼槽之前設置初期淨水及篩網過濾設施，可大幅減少雨水中的污染物，整套系統係用在較高水質限制標準供水，如：沖廁，其示意如圖 6-9 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水，先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的污染物，進入中繼槽沉澱雨水後透過加壓馬達經一般淨水設施才進儲水(配水)槽中貯水，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。利用加壓馬達進行植栽綠化供水或沖廁供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-10 所示。

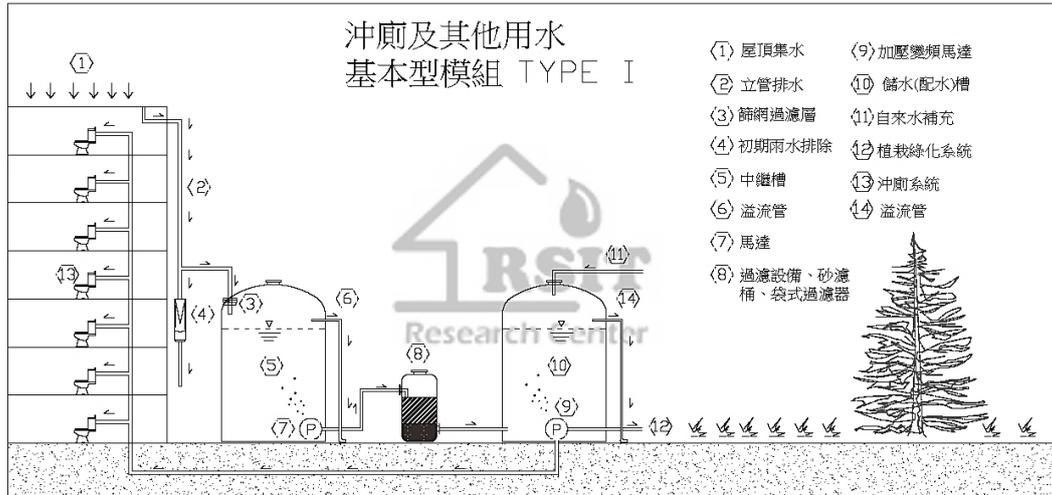


圖 6-10 基本型-沖廁或其他用水 Type I 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

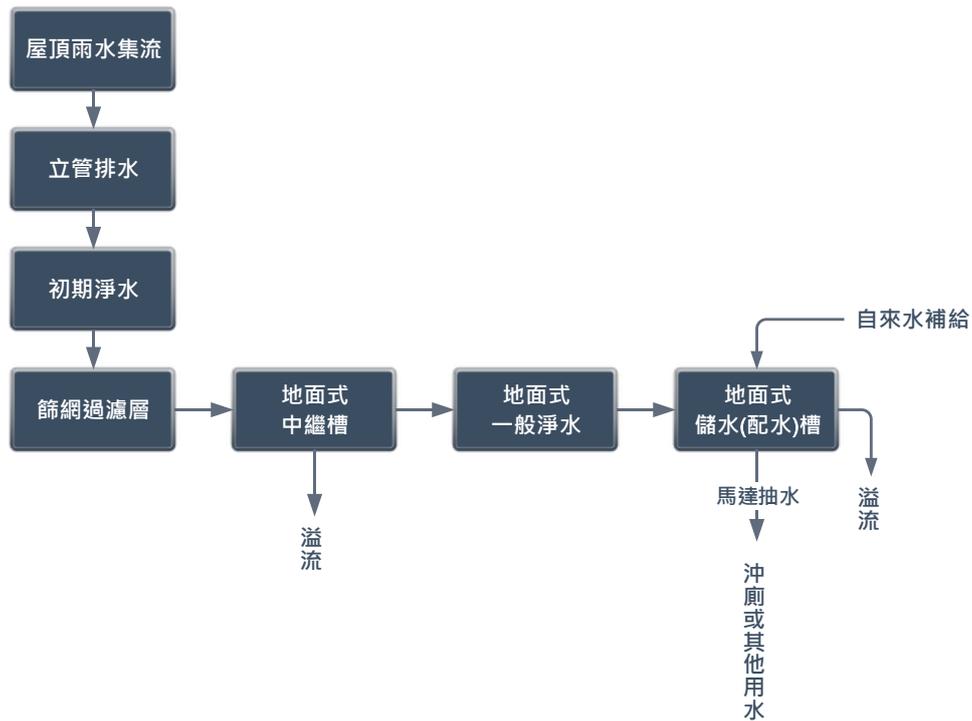


圖 6-11 基本型-沖廁或其他用水 Type I 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

ii. Type II

與 Type I 不同在於多設置屋頂調蓄水塔，可預先將雨水透過加壓馬達抽水至屋頂調蓄水塔，可透過重力方式向下供水，減少能源的消耗。建築周圍地面上設置中繼槽、一般淨水設施及儲水(配水)槽並在輸水管末端進入中繼槽之前設置初期淨水及篩網過濾設施，可大幅減少雨水中的污染物，整套系統係用在較高水質限制標準供水，如：沖廁，其示意如圖 6-12 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水，先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的污染物，進入中繼槽沉澱雨水後透過加壓馬達經一般淨水設施才進儲水(配水)槽中貯水，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。植栽綠化供水係利用加壓馬達直接進行供水，而沖廁供水則是透過預先抽水至屋頂調蓄水塔而重力式供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-13 所示。

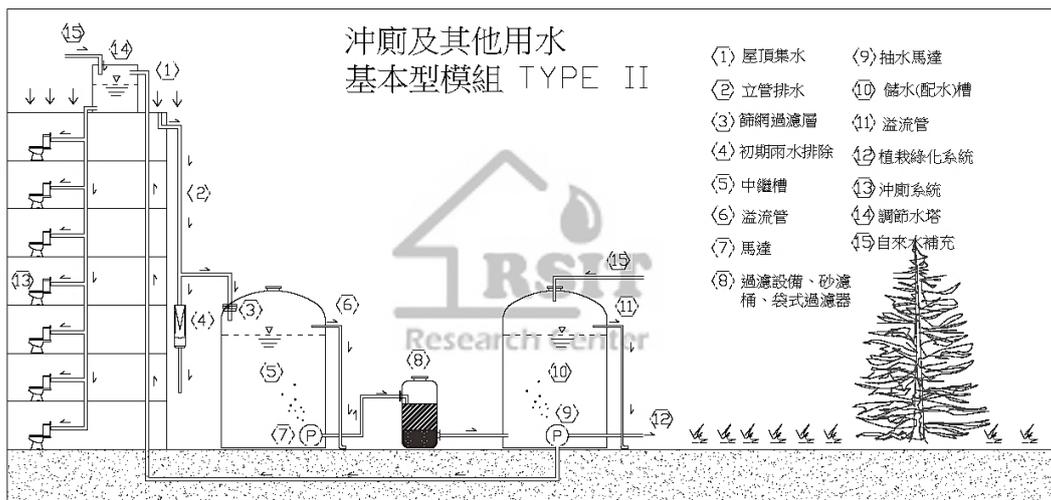


圖 6-12 基本型-沖廁或其他用水 Type II 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

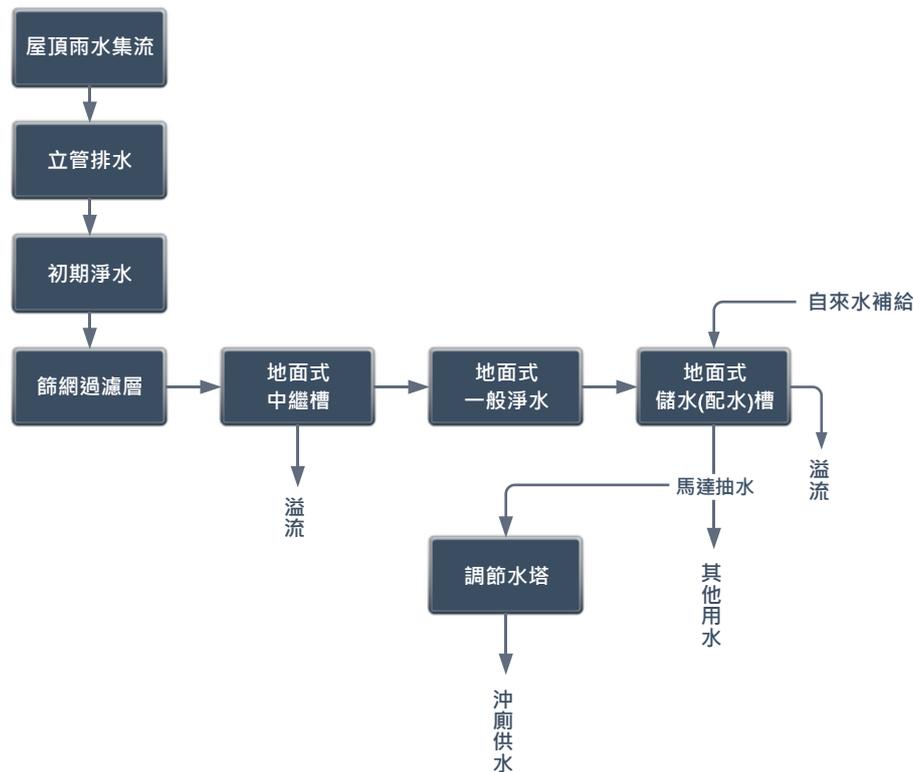


圖 6-13 基本型-沖廁或其他用水 Type II 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

iii. Type III

利用建築物樓層差的天井設置儲水(配水)槽，可透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，並於天井設置初期淨水、篩網過濾設施、中繼槽、一般淨水設施及儲水(配水)槽，整套系統係用在較高水質限制標準供水，如：沖廁，利用建築特性而設計節省能源型式的雨水貯留利用系統，其示意如圖 6-14 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水，先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的汙染物，進入中繼槽沉澱雨水後透過加壓馬達經一般淨水設施才進儲水(配水)槽中貯水，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。利用重力方式進行植栽綠化供水及沖廁供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-15 所示。

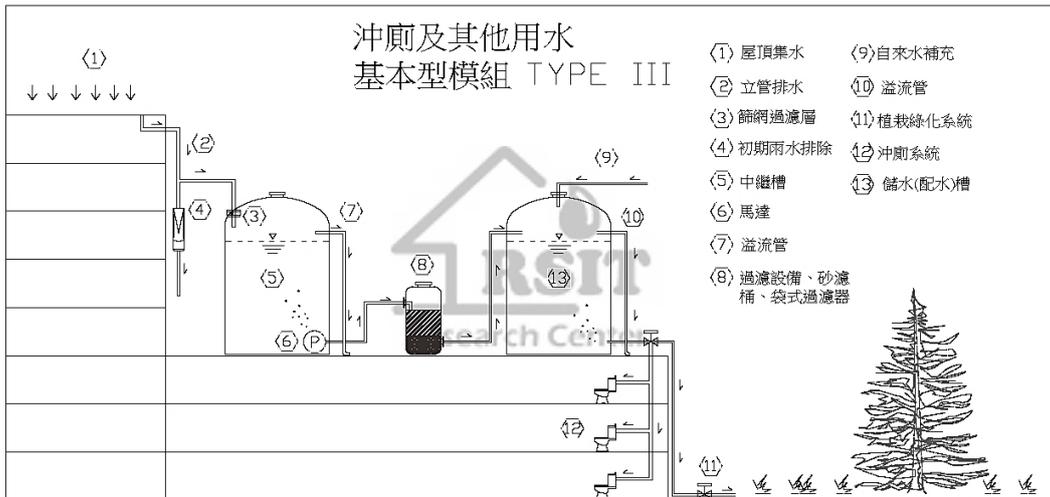


圖 6-14 基本型-沖廁或其他用水 Type III 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

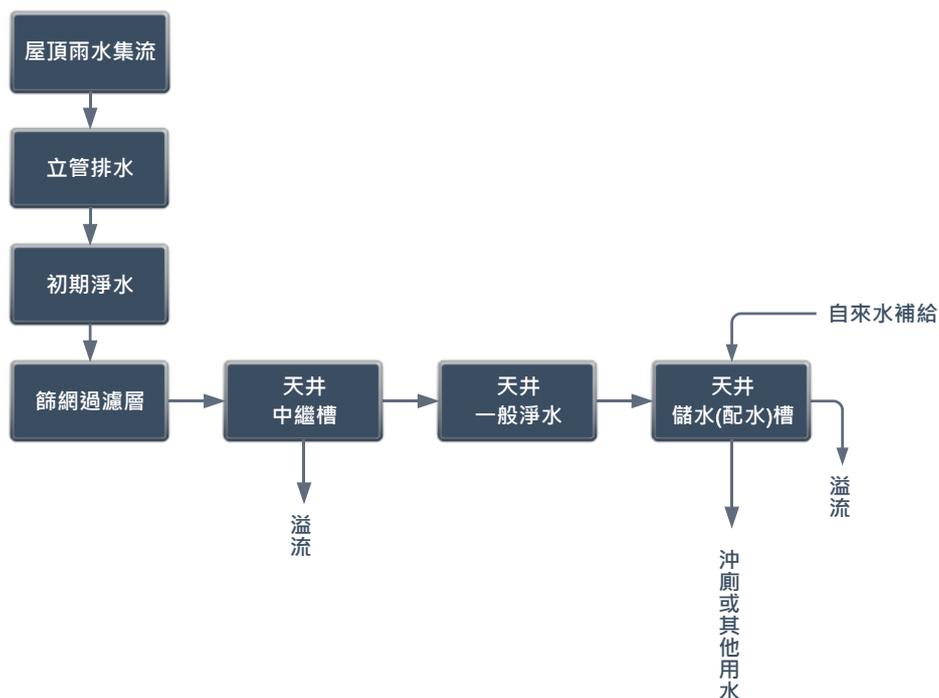


圖 6-15 基本型-沖廁或其他用水 Type III 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

iv. Type IV

斜屋頂建築可利用頂樓空間先進行一般淨水及儲水，使雨水可直接透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，因設置一般淨水設施，故可供給較高水質限制標準使用，如：沖廁，其示意如圖 6-16 所示。

系統流程係透過斜屋頂邊緣的天溝集雨，經輸水管透過屋頂一般淨水設施去除雨水中的汙染物，再進入儲水(配水)槽貯存，可直接利用重力方式進行沖廁供水。當槽體裝滿時，透過溢流孔排至地面儲水(配水)槽，其雨水可用來供給植栽綠化。當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-17 所示。

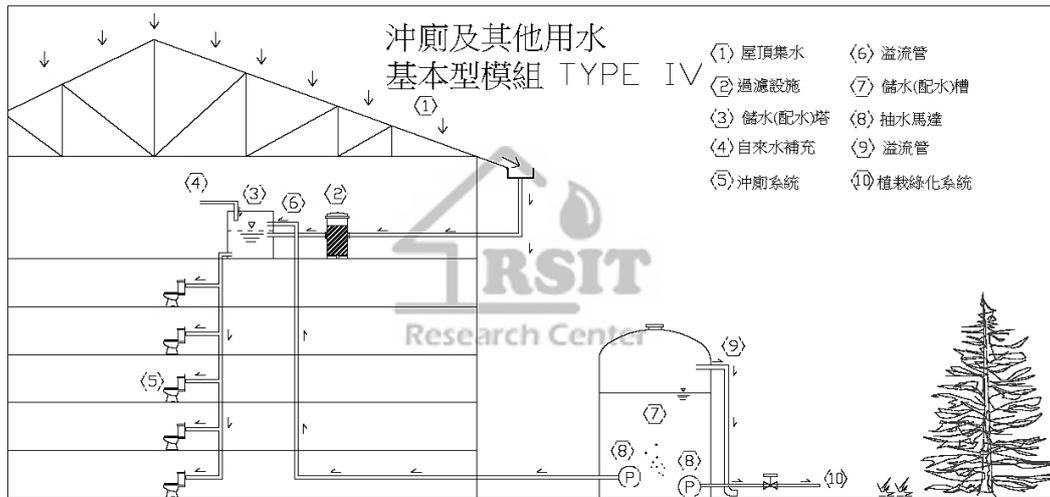


圖 6-16 基本型-沖廁或其他用水 Type IV 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

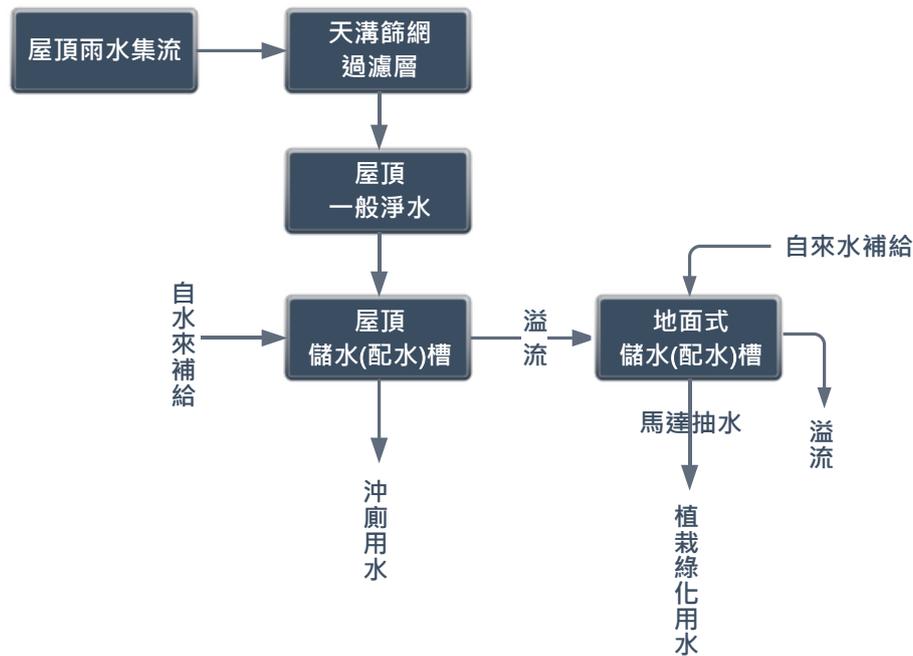


圖 6-17 基本型-沖廁或其他用水 Type IV 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

2. 標準型

(1) 植栽綠化用水

i. Type I

利用建築周圍地面上設置儲水(配水)槽並搭配較完整的過濾設施，可獲得更好的水質，可減少後續植栽綠化供水之設備維護及管理成本，其示意如圖 6-18 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水，先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的污染物，進入沉砂槽、中繼槽沉澱雨水後，並搭配消能設施減少雨水運輸中夾帶泥沙，接著進儲水(配水)槽中貯水，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。利用加壓馬達進行植栽綠化供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-19 所示。

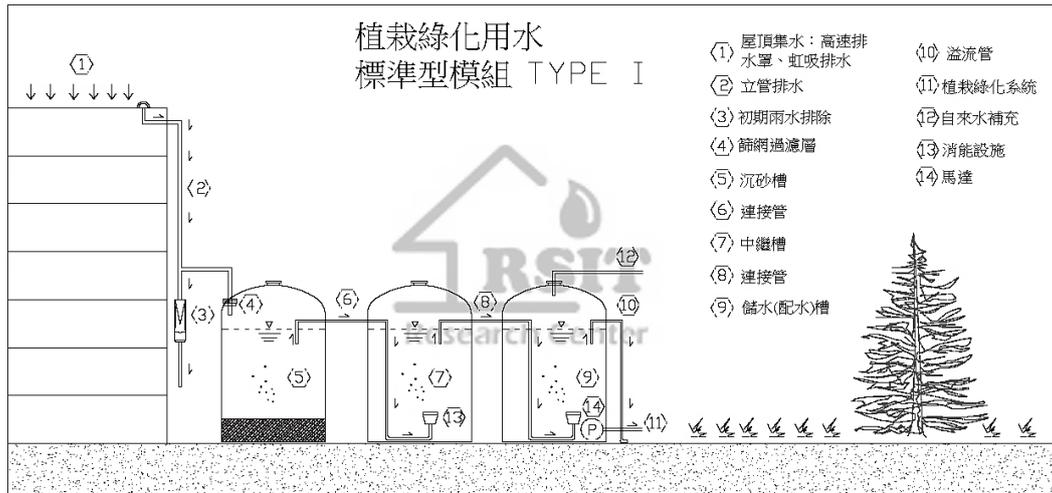


圖 6-18 標準型-植栽綠化用水 Type I 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

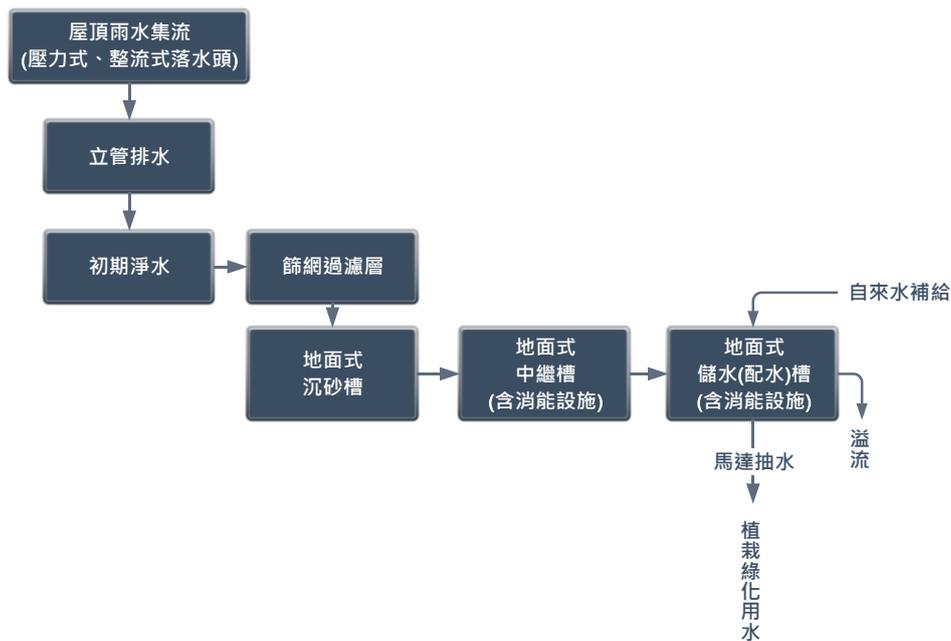


圖 6-19 標準型-植栽綠化用水 Type I 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

ii. Type II

利用建築周圍地面上設置儲水(配水)槽並搭配較完整的過濾設施，

可獲得更好的水質，可減少後續植栽綠化供水之設備維護及管理成本，再透過高架式設計可透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，其示意如圖 6-19 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水，先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的汙染物，進入沉砂槽、中繼槽沉澱雨水後，並搭配消能設施減少雨水運輸中夾帶泥沙，接著進儲水(配水)槽中貯水，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。利用重力方式進行植栽綠化供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-20 所示。

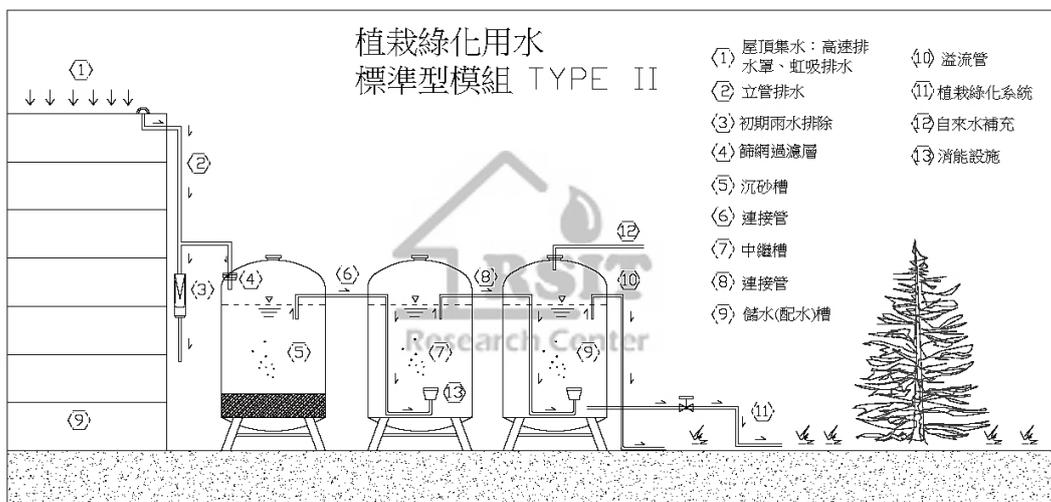


圖 6-20 標準型-植栽綠化用水 Type II 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

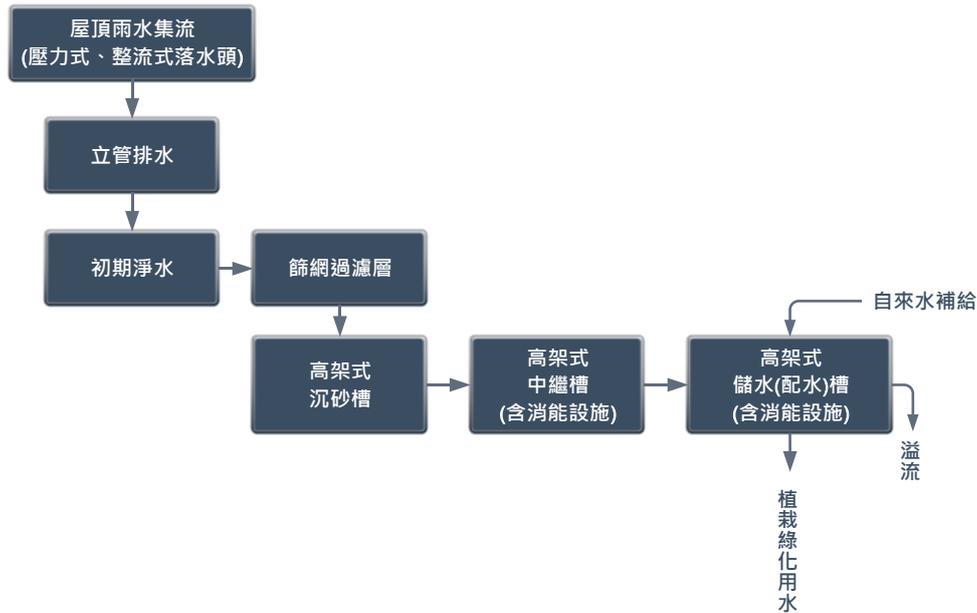


圖 6-21 標準型-植栽綠化用水 Type II 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

iii. Type III

利用建築物樓層差的天井設置儲水(配水)槽，可透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，並於天井設置初期淨水、篩網過濾設施、沉砂槽、中繼槽及儲水(配水)槽，搭配較完整的過濾設施，可獲得更好的水質，可減少後續植栽綠化供水之設備維護及管理成本，其示意如圖 6-22 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水，先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的污染物，進入沉砂槽、中繼槽沉澱雨水後，並搭配消能設施減少雨水運輸中夾帶泥沙，接著進天井儲水(配水)槽中貯水，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。利用重力方式進行植栽綠化供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-23 所示。

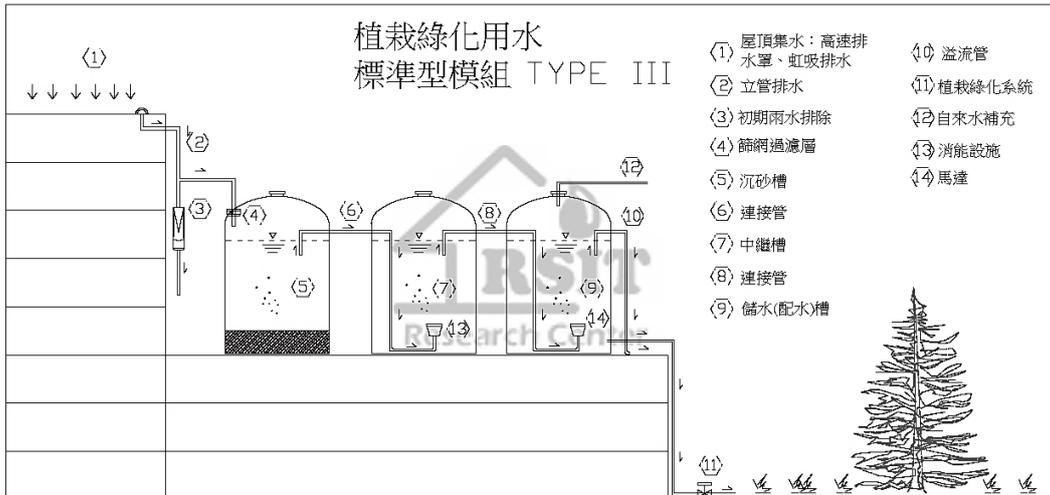


圖 6-22 標準型-植栽綠化用水 Type III 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

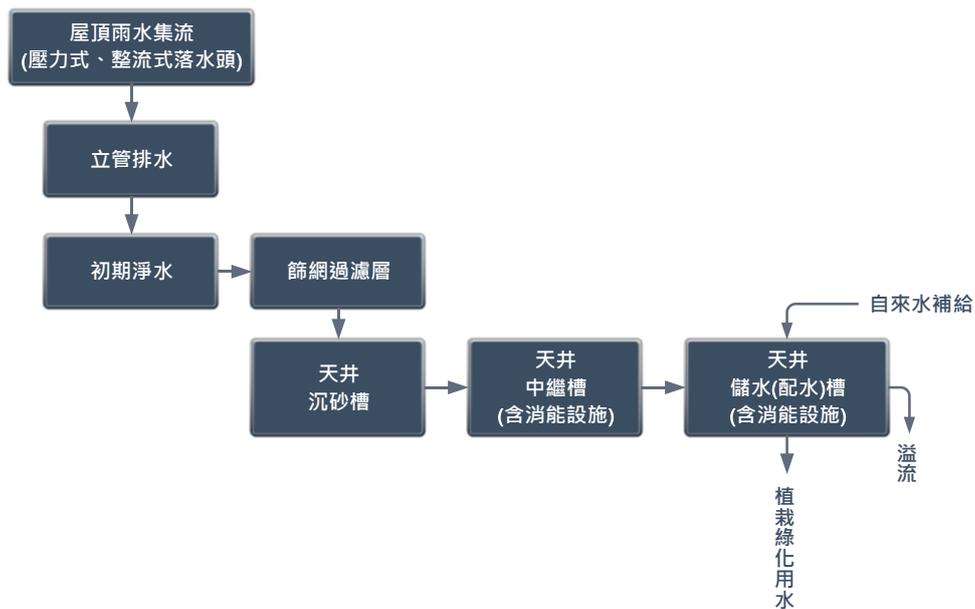


圖 6-23 標準型-植栽綠化用水 Type III 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

iv. Type IV

斜屋頂建築可利用頂樓空間先進行一般淨水及儲水，使雨水可直

接透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，搭配較完整的過濾設施，可獲得更好的水質，可減少後續植栽綠化供水之設備維護及管理成本，其示意如圖 6-24 所示。

系統流程係透過斜屋頂邊緣的天溝集雨，經輸水管先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的汙染物，進入沉砂槽、中繼槽沉澱雨水後，並搭配消能設施減少雨水運輸中夾帶泥沙，接著進儲水(配水)槽中貯水，當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。利用加壓馬達進行植栽綠化供水，當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-25 所示。

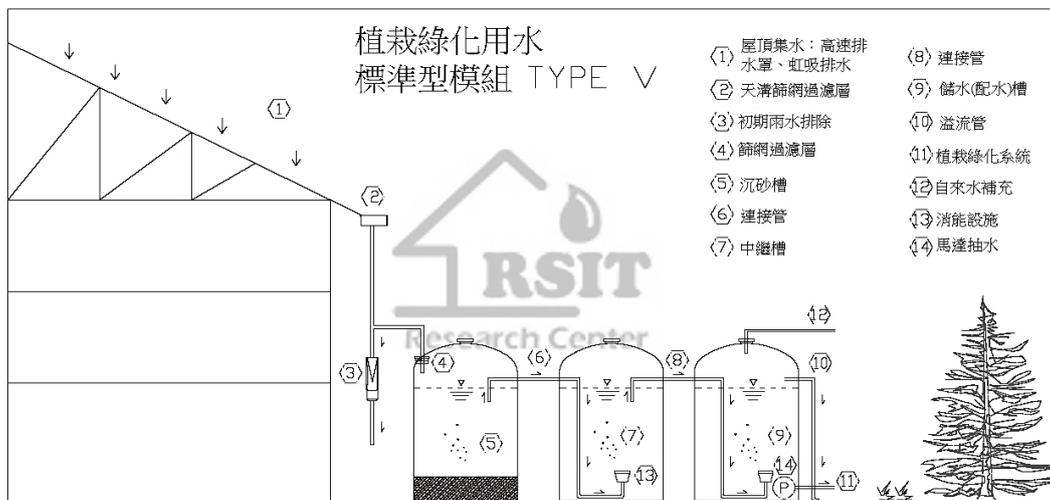


圖 6-24 標準型-植栽綠化用水 Type IV 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

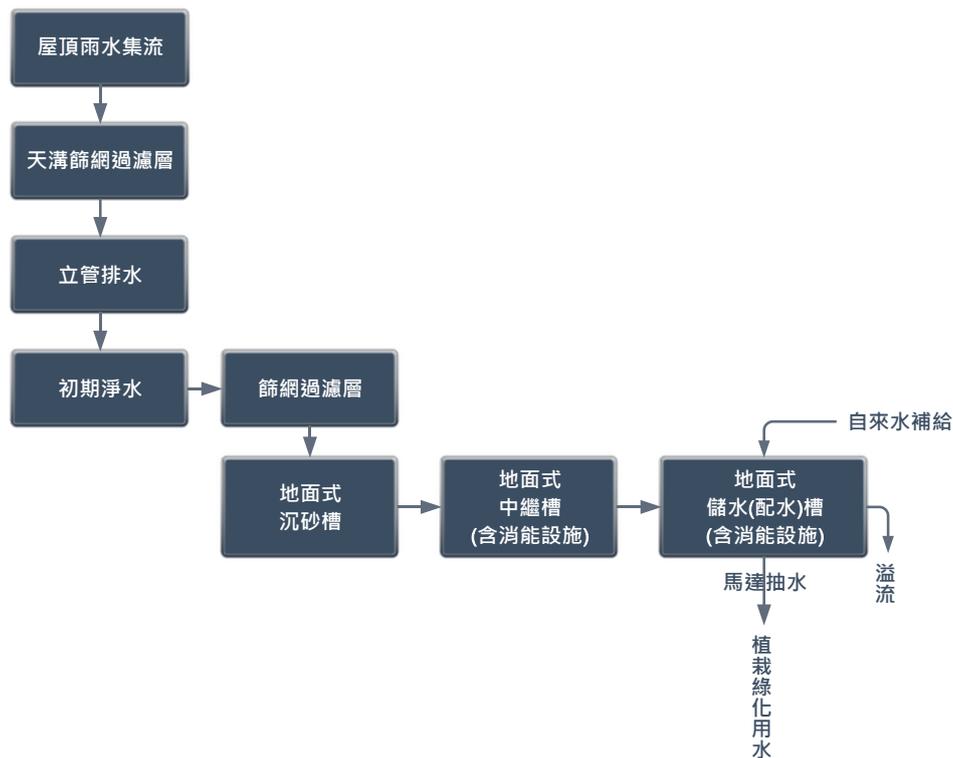


圖 6-25 標準型-植栽綠化用水 Type IV 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

(2) 沖廁或其他用水

i. Type I

利用建築周圍地面上設置中繼槽、一般淨水設施及儲水(配水)槽並在輸水管末端進入中繼槽之前設置初期淨水及篩網過濾設施，各槽體間分別配置一般淨水及特殊淨水之晚整的系統，可獲得更佳的水質，並搭配兩個儲水(配水)槽，可依供水標的而進行不同水質的供水，其示意如圖 6-26 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水，先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的污染物，進入中繼槽沉澱雨水後透過加壓馬達經一般淨水設施進入第一個儲水(配水)槽中貯水，用以供給植栽綠化或其他供水。經特殊淨水設施後進入第二個儲水(配水)槽，用來供給高水質要求標準之用，如：沖廁。槽內搭配消能設施及浮球取水設施，大幅減少雨水運輸中夾帶的泥沙。當槽體裝滿時，透過溢流孔

宣洩雨水。當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-27 所示。

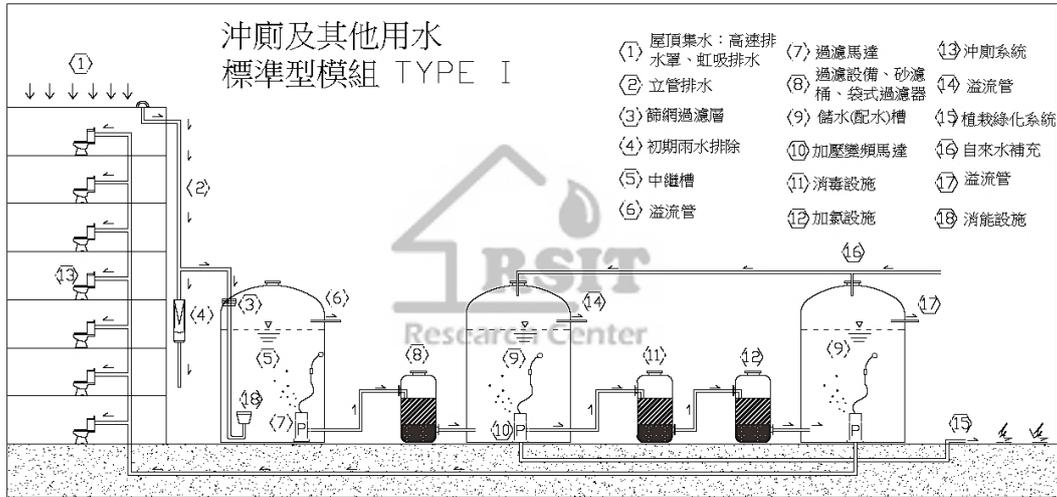


圖 6-26 標準型-沖廁及其他用水 Type I 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

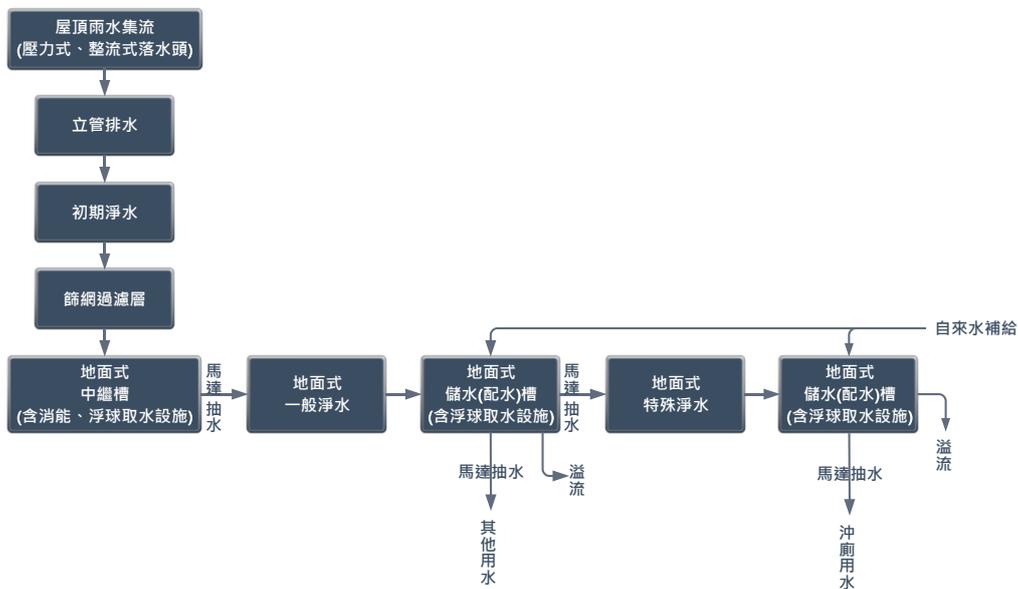


圖 6-27 標準型-沖廁及其他用水 Type I 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

ii. Type II

利用建築周圍地面上設置中繼槽、一般淨水設施及儲水(配水)槽並在輸水管末端進入中繼槽之前設置初期淨水及篩網過濾設施，可獲得更佳的水質，以地面式儲水(配水)槽供給植栽綠化用水，屋頂調蓄水塔供給沖廁用水，其示意如圖 6-28 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水，先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的污染物，進入中繼槽沉澱雨水後透過加壓馬達經一般淨水設施進入儲水(配水)槽中貯水，其水可透過加壓馬達直接供給植栽綠化或其他用水使用。另外預先將水以馬達抽至屋頂調蓄水塔，以重力方式供給沖廁用水。槽內搭配消能設施及浮球取水設施，大幅減少雨水運輸中夾帶的泥沙。當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-29 所示。

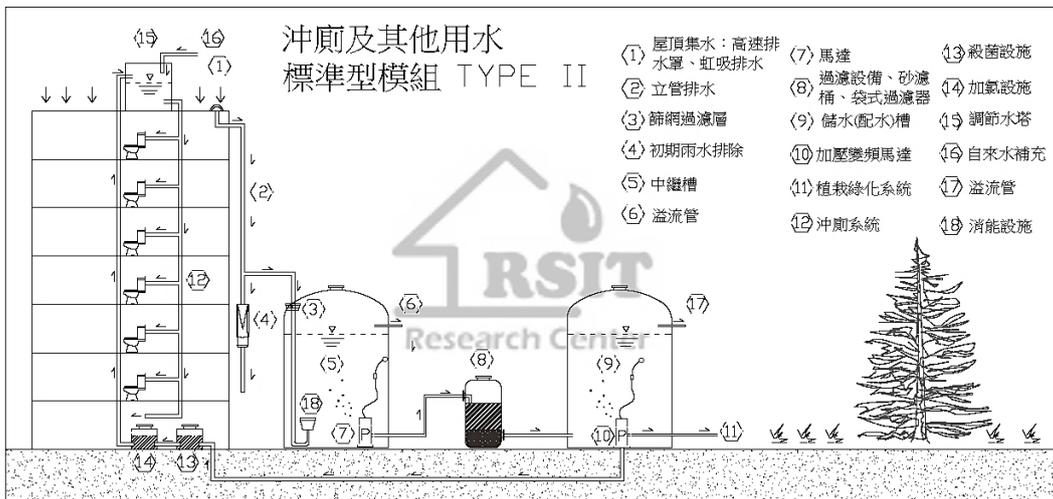


圖 6-28 標準型-沖廁及其他用水 Type II 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

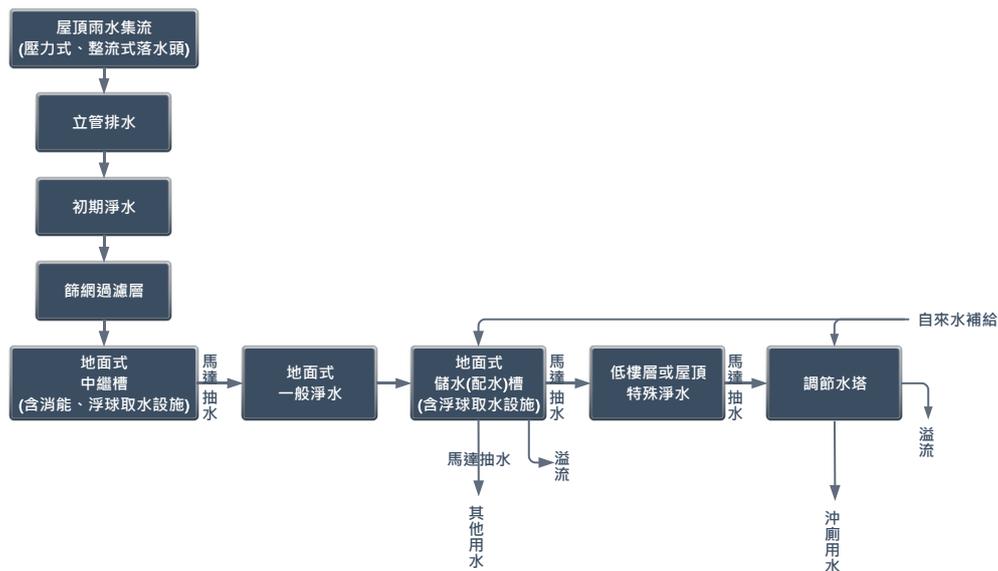


圖 6-29 標準型-沖廁及其他用水 Type II 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

iii. Type III

利用建築物樓層差的天井設置儲水(配水)槽，可透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，並於天井設置中繼槽、一般淨水設施及儲水(配水)槽並在輸水管末端進入中繼槽之前設置初期淨水及篩網過濾設施，各槽體間分別配置一般淨水及特殊淨水之晚整的系統，可獲得更佳的水質，並搭配兩個儲水(配水)槽，可依供水標的而進行不同水質的供水，其示意如圖 6-30 所示。

系統流程係透過屋頂集雨經立管排水，先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的污染物，進入中繼槽沉澱雨水後透過加壓馬達經一般淨水設施進入第一個儲水(配水)槽中貯水，用以重力方式供給植栽綠化或其他供水。經特殊淨水設施後進入第二個儲水(配水)槽，用來供給高水質要求標準之用，如：沖廁。槽內搭配消能設施及浮球取水設施，大幅減少雨水運輸中夾帶的泥沙。當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-31 所示。

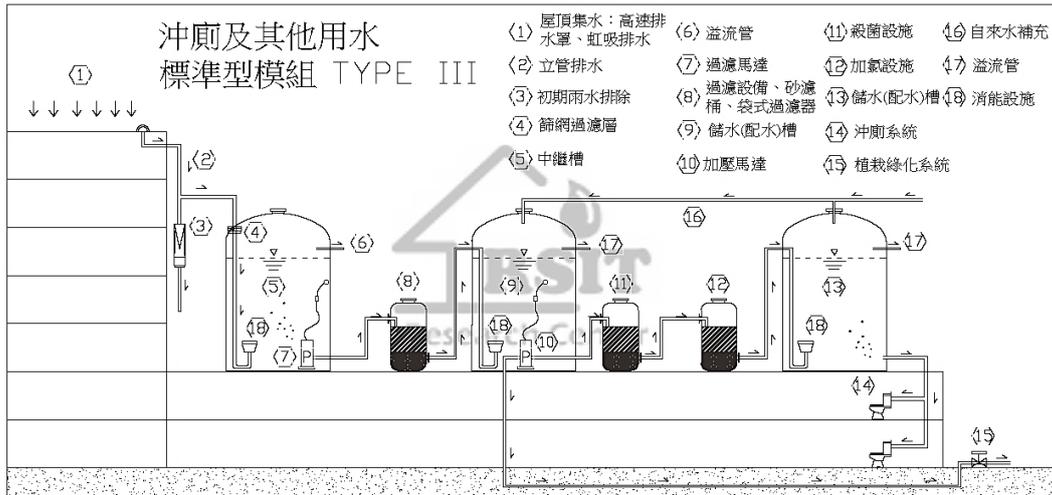


圖 6-30 標準型-沖廁及其他用水 Type III 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

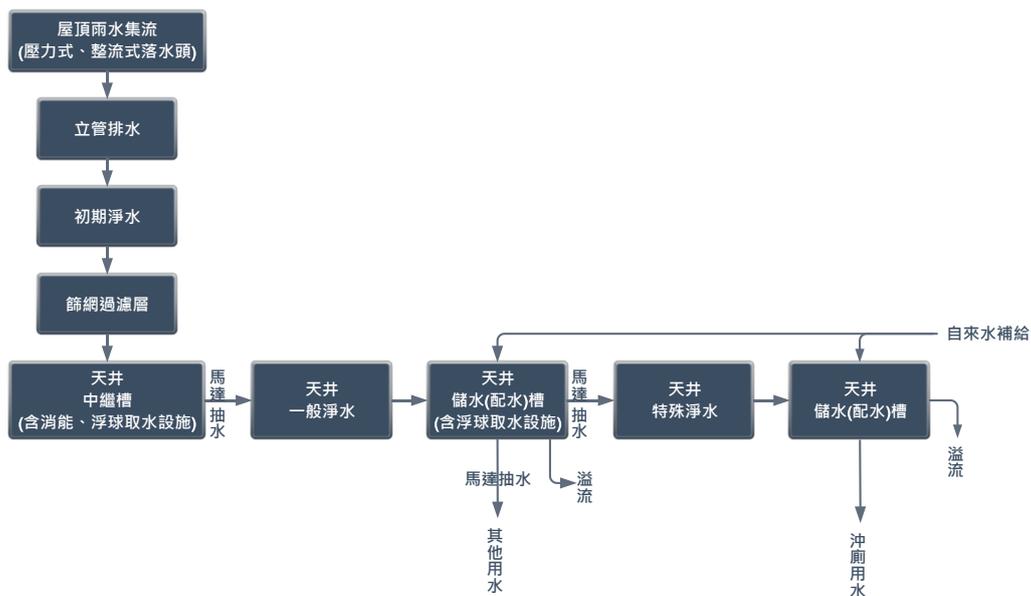


圖 6-31 標準型-沖廁及其他用水 Type III 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

iv. Type IV

斜屋頂建築可利用頂樓空間先進行一般淨水及儲水，使雨水可直接透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，搭配較完整的過濾設施

及設計手法，可依供水標的而進行不同水質的供水，其示意如圖 6-32 所示。

系統流程係透過斜屋頂邊緣的天溝集雨，經輸水管先經由初期淨水設施及篩網過濾層去除雨水中大部分的汙染物，通過過濾設施進入調水塔，以溢流方式將多餘的雨水流至地面高架式儲水(配水)槽，以重力方式供給植栽綠化或其他供水。而由調蓄水塔經特殊淨水設施後進入屋頂儲水(配水)槽，用來供給高水質要求標準之用，如：沖廁。槽內搭配消能設施及浮球取水設施，大幅減少雨水運輸中夾帶的泥沙。當槽體裝滿時，透過溢流孔宣洩雨水。當水量不足時，則進行自來水補充以確保供水可靠性，其流程如圖 6-33 所示。

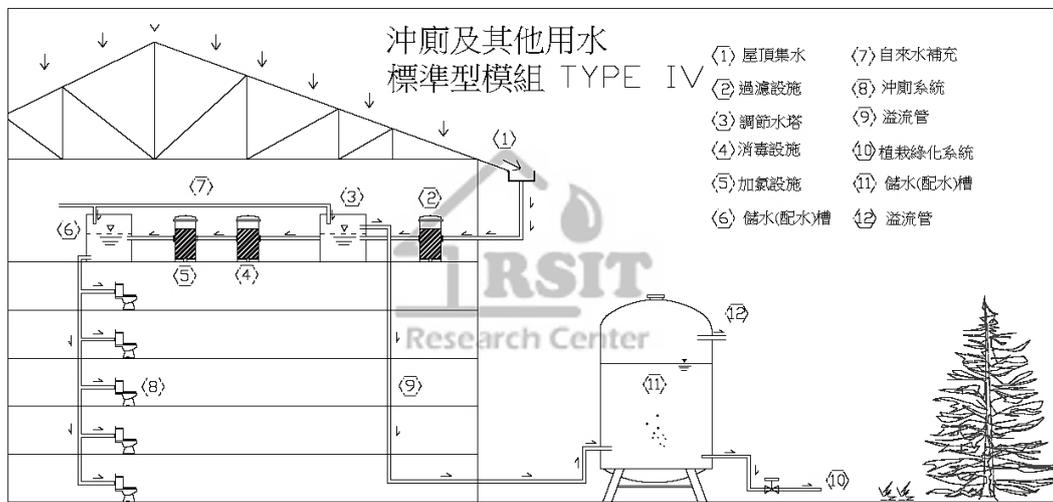


圖 6-32 標準型-沖廁及其他用水 Type IV 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

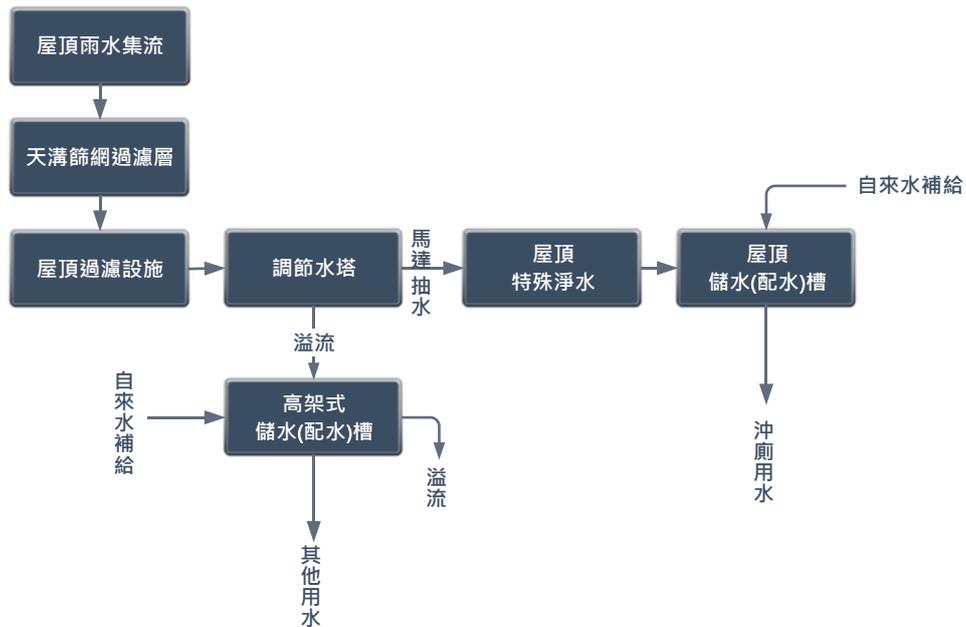


圖 6-33 標準型-沖廁及其他用水 Type IV 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

3. 加值設計

i. Type I

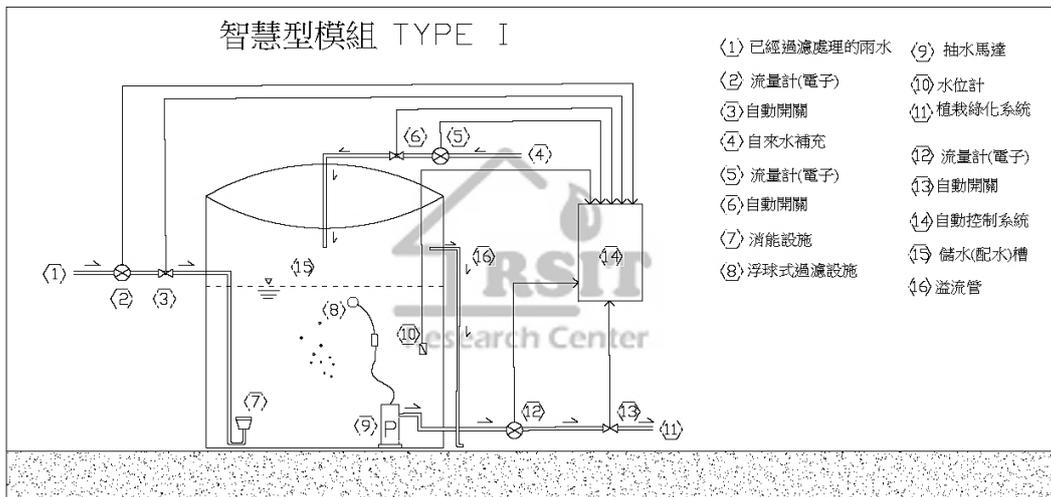


圖 6-34 3. 加值設計 Type I 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

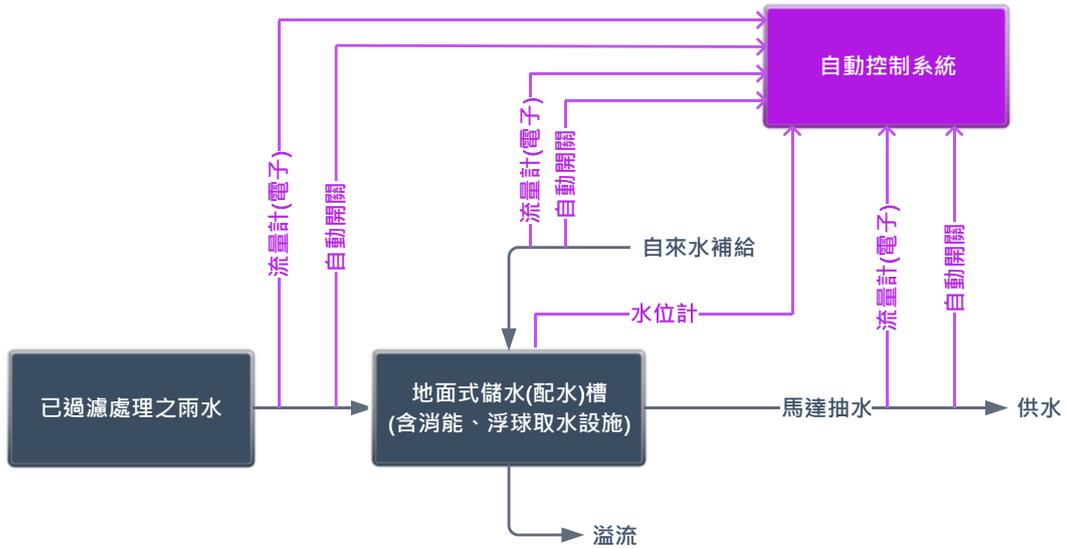


圖 6-35 3. 加值設計 Type I 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

ii. Type II

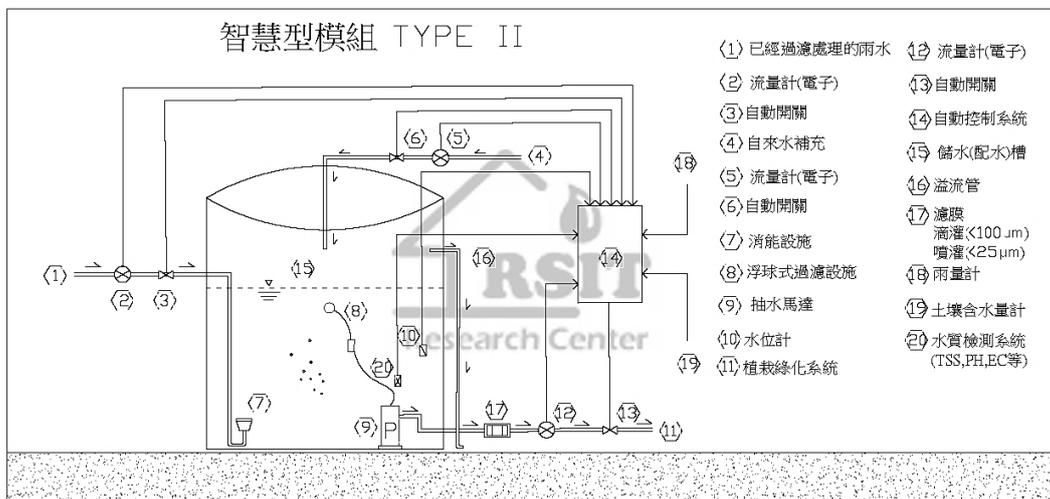


圖 6-36 3. 加值設計 Type II 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

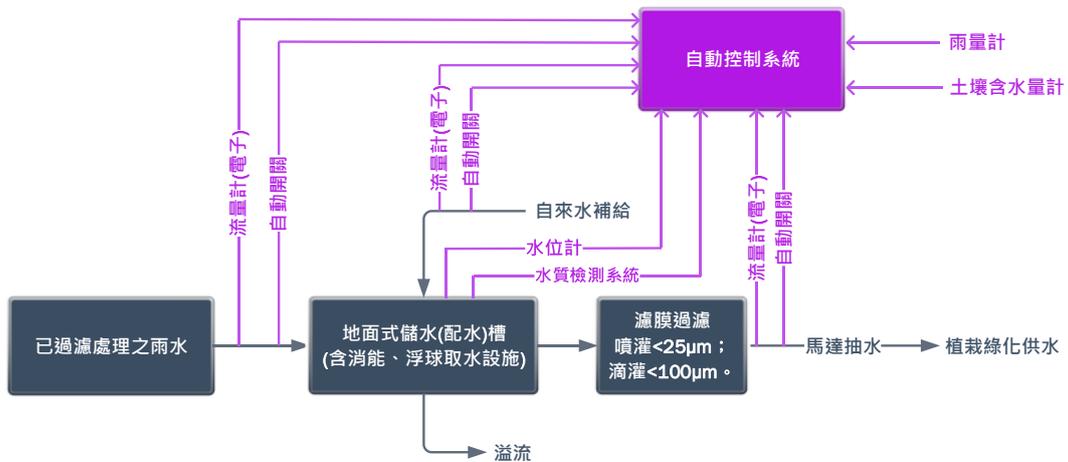


圖 6-37 3. 加值設計 Type II 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

iii. Type III

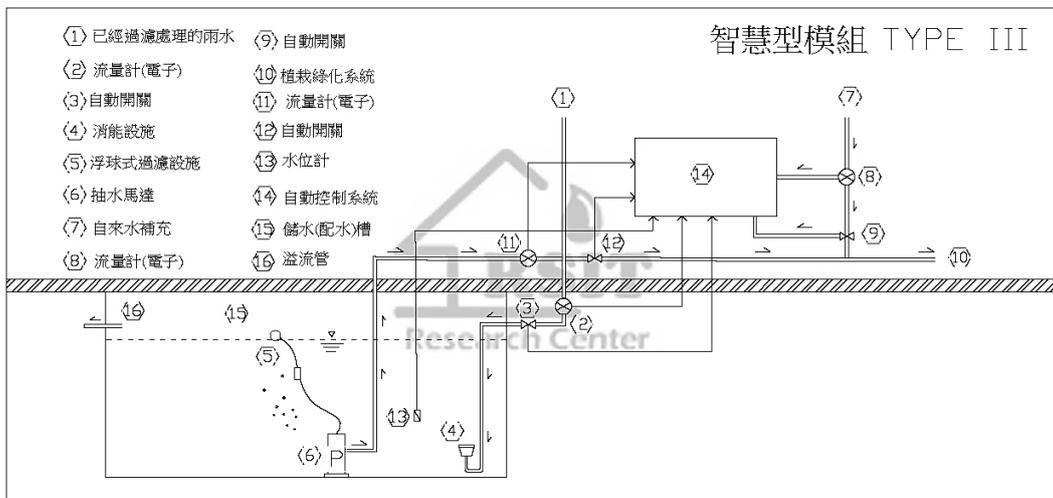


圖 6-38 3. 加值設計 Type III 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

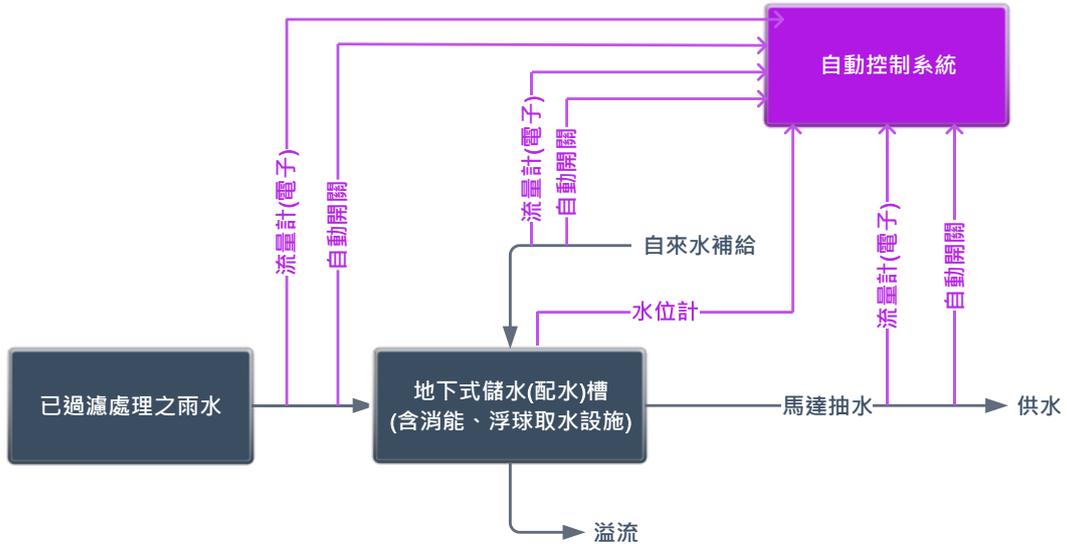


圖 6-39 3. 加值設計 Type III 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

iv. Type IV

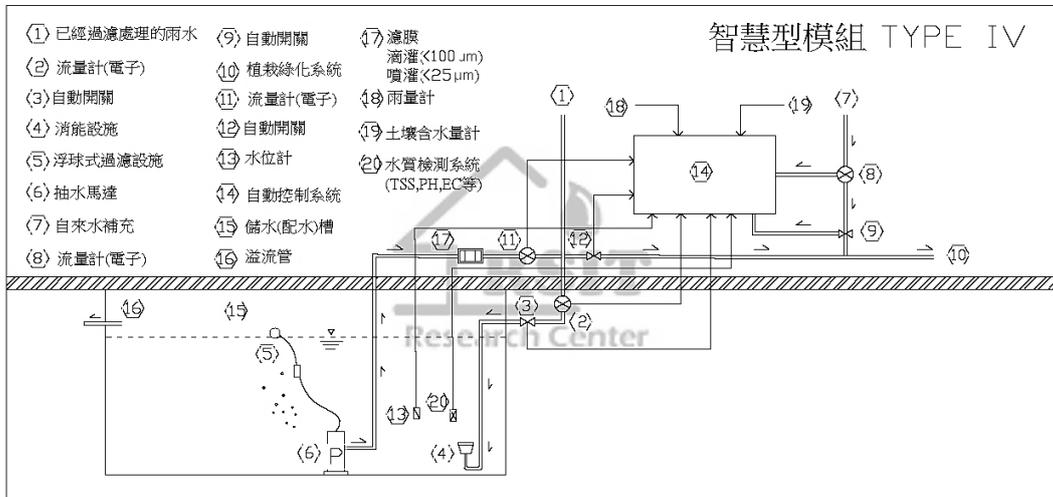


圖 6-40 3. 加值設計 Type IV 系統示意圖

(資料來源：本計畫成果)

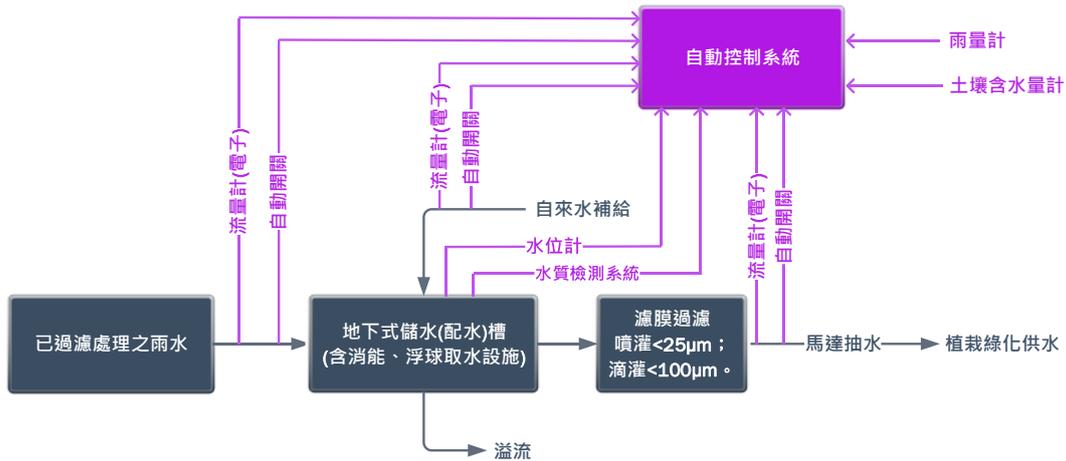


圖 6-41 3. 加值設計 Type IV 系統流程圖

(資料來源：本計畫成果)

第三節 單位設置之經濟性分析

1. 經濟性估價原則及項目

雨水貯留利用模組設施所需之工程經費，可依據估算所得之各項工程數量進行估算，相關分項工程項目則參考行政院公共工程委員會公共工程經費估算標列手冊規定。根據工程經費估價原則及項目，將各分項工程之工程費相加總合即為建造總費用。工程經費估價原則及估算構想說明如下：

(1) 估價原則

- 工程機械使用資率係依據「水利署機具車輛使用費率表」為計算標準。為簡化計算手續關於機械搬運、非施工天數、待工消耗、管理等費用之計算，將另加 30% 估計之。
- 運費費率、基本工資、施工材料均以設計期間之市價為基準，材料(水泥、鋼筋等)則以水利署盡其所發布之價格為基

準。

- 間接工程費按直接工程費之 10% 估算。
- 工程管理費按直接工程費之 10% 估算。

(2) 建造成本(工程經費)編估說明

- 設計階段作業費:設計階段作業費以直接工程費之 3.5% 估列。

(3) 工程建造費

- 直接工程費:直接工程費為建造工程目的物所需之成本。
- 間接工程費:間接工程費係業主為監造管理工程目的物所需支出之成本。包括工程施工前、中所必要之工程規劃、補充調查、研究試驗及事務費等。
- 工程預備費:工程預備費係各種無法預計費用，如材料、人工價格之劇烈波動及其他無法預計之災害所增加之額外支出。
- 物價上漲預備金:採用規劃設計期間之物價，並調整至開工期為基準。物價調整費按(直接工程成本+間接工程成本+工程預備費)合計之值，按每年預估上漲率 3.5% 依複利法分年估列。
- 其他費用:視需要而設。

2. 設施及規劃施工成本分析

本研究依據雨水貯留利用模組將集水設施、輸水設施、淨水設施、貯水設施、動力設施及自動監測設施六個子設施所須知常用設備形式，作為估算與水貯集利用模組之設備成本及規範施作成本。設備成本，即為集水、輸水、淨水、貯水、動力及自動監測設備之經費總和；規劃施作成本包含工資及雜項費用、設計監造費及維護費用三項，分別

以設備成本之 10%、7%及 5%估算。利用雨水貯集利用模組規劃系統查詢，其查詢結果包含六個子設施各設備成本及規劃施作成本之總和即雨水貯集利用模組之設置經費如下表 4-1 所示，說明如后。

(1) 設備成本

為設置各項設備所需之成本、即為集水、輸水、淨水、貯水、動力及自動監測設備之經費總和，各單元估算方式如下列：

i. 集水設施

由於每個學校屋頂類型及情況不同，故系統估算時不含屋頂改裝(每平頂加裝人字型屋頂、平頂補強防漏、人字型屋頂加裝天溝或改變屋頂排水方向)之費用，系統主要提供給使用者估算排水孔之項目。

ii. 輸水設施

目前雨水再利用模組的水源，主要是建築物之屋頂，收集端管線之成本主要視線長度而定，讓使用者輸入概估之收集管線長度，應用端管線之成本主要視管線輸送至應用標的之長度而定即可估算輸水設施之成本。

iii. 淨水設施

淨水設施可分初期集水及主要淨水兩類，因此選擇初期淨水設施能排除大部分之初期雨水所含之雜質有機汙染物，故在選擇主要淨水設施時可視水質好壞根據需求選擇是否需要，定能節省系統之建置及後續維護經費。

iv. 貯水設施

貯水設施主要是貯存處理過後之雨水，經費系統根據貯水形式及材質供使用者根據需求來做選擇。

v. 動力設施

運送雨水所需之動力，分為沈水馬達、一般馬達及自然重力依其馬力大小供使用者做選擇估算其成本。

vi. 自動監測設施

此設施為針對水質與水量之監測及運作控制，對雨水利用模組水質水量的紀錄設備，可即時監測 PH 值、電導度、溶氧量等，使用者可供需求選擇所需之項目來估計其成本。

(2) 規劃施作成本

i. 工程工資雜項

包含施工及補充調查、研究試驗、事務費等費用，以設備成本之 10% 估算。

ii. 設計監造費

包括現況調查、工程設計、專案管理與顧問等費用的估算，以設備成本之 7% 估算。

iii. 維護費用

各子設施之日常操作維護費用，以設備成本之 5% 估算。

(3) 總工程費

總工程費用為前述設備成本及規劃施作成本之總和。

表 6-1 雨水再利用模組經費估算架構表

項目		費用估算依據
設備成本	一、集水設施	各類設施費用總和
	二、輸水設施	
	三、淨水設施	
	四、貯水設施	
	五、動力設施	
	六、監測設施	
規劃施作成本	一、工程工資雜項 10%	以設備成本之 10% 估算
	二、設計監造費 7%	以設備成本之 7% 估算
	三、維護費用 5%	以設備成本之 5% 估算
總計		前述各項目總合

(資料來源：本團隊整理)

3. 可量化之經濟性效益

屋頂雨水貯集系統所提供的效益有增加可供水量、減少能源使用率(減少用電量)、減少溫室氣體(減少二氧化碳排放量與二氧化碳固定)及增加公共教育場所。

屋頂雨水貯集系統所產生效益的經濟價值中，並未所有的效益具有其市場價值，屋頂雨水貯集系統經濟效益評估方法可歸納為三類，市場價值法、替代市場價值法及能值分析法，效益可分成兩類，可量化與不可量化，可量化為利用市場價值法用效益市場價格來估算效益的經濟價值，如水資源效益、能源效益及減少溫室氣體等，不可量化為利用市場價值法通過人們的主觀判斷，評價效益的經濟價值，如增加公共教育場所，如表 6-2 所示。

表 6-2 不同量化效益分類與定義

市場價值性	定義	效益項目
可量化效益	具有市場價值，且可利用效益的市場價格來評估與估算效益經濟價值，稱之可量化效益。	水資源節約 能源節省 減少溫室氣體
不可量化效益	不具有市場價值，但可通過人們的主觀判斷，評估效益的經濟價值，稱之不可量化效益。	公共教育場所增加

(資料來源：本團隊整理)

本研究主要探討具有市場價值的可量化效益部份，利用前述之方法建立定量與市場價值分析可量化效益之理論架構。

(1) 可量化效益

依據表 6-2 得知，可量化效益有水資源節約、能源節省及減少溫室氣體。可量化效益為具有市場價值且可估算出經濟價值的效益，所以本研究將依據市場價值法的理論效果評價法來建立估算可量化效益經濟價值的理論架構。計算該設施環境效益的定量值，在研究與收集環境效益的影子價格，如水資源節約可以收集自來水價或海水淡化成本等市場價格作為影子價格。

可量化效益部分再依據市場價值法的理論效果評價法將評估效益經濟價值的方法分為兩步驟，量化效益與估算效益價值，量化效益為將可量化效益的效益定義為一個資源單位，用於給定效益經濟價值，估算效益價值為將量化效益所定義出來的資源單位的值轉換以貨幣為

單位的值，如表 6-3 所示。

表 6-3 估算效益經濟價值步驟

估算步驟	說明
量化效益	將可量化效益的效益，如水資源效益、能源效益等，定義為一個資源單位，如公升、度等，用於給定效益經濟價值。
估算效益價值	將量化效益所定義出來的資源單位的值，利用影子價格轉，自來水價、電價等，換以貨幣為單位的值。

(資料來源：本團隊整理)

(2) 可量化效益之項目

根據前面提到的將可量化效益分為三部分，水資源節約、能源節省及溫室氣體減少，本研究分別建立各可量化效益的理論架構。

i. 水資源節約

依據前述水資節約效益有增加可供水量、增加地下水補給及改善水質等。因數據資料取得關係，本研究將主要計算增加可供水量，來量化與估算水資源節約效益的經濟價值。將根據屋頂雨水貯留系統所產生之效益進行估算經濟價值，依據前述將分為二步驟的估算流程，首先定量水資源效益的資源單位，如公升、 m^3 等。估算效益價值為將定義的資源單位，利用市場價格，污水下水道使用費、自來水費、海水淡化成本等，來估算水資源效益的經濟總價值。

ii. 能源節省

依據前述能源節省效益即為減少用電量，來量化與估算能源節省效益的經濟價值。所以在估算能源節省效益經濟價值上，量化效益為

計算減少自來水的抽蓄的耗能，來定量能源節省的資源單位，如度、千瓦時等。估算效益價值為將定量的資源單位，利用收集市場價格，平均電價或各能源發電成本等，來估算能源節省效益的經濟總價值。

iii. 溫室氣體減少

溫室氣體減少即為減少二氧化碳的量，本研究依據(Niu et al,2010)的研究將屋頂雨水貯集系統減少二氧化碳的量定義為因節省電量所減少電廠的二氧化碳排放量。因此量化效益為計算間接減少二氧化碳排放量，來定量溫室氣體效益的資源單位，如 kg、g 等。估算效益價值為將定量的資源單位，利用收集市場價格，封存二氧化碳成本、碳交易價格等，來估算溫室氣體減少效益經濟總價值。

第四節 雨水貯留利用系統維護與管理

1. 雨水貯集設施檢查及維護

- 雨水貯集利用系統使用者，必須每月對集水區域、導管系統、儲水槽等系統進行檢查。
- 安全維護管理建議依下表 6-2 所述時程、項目進行設施檢查工作。
- 儲水槽定期清洗是必須的，一般而言在良好的初期雨水處理系統和經常性的維護下，儲水槽每五年清洗一次即可，此外，當儲水槽底淤積物超過 2cm 時即需立即清理。
- 儲水槽的清洗，除設計自動清洗設施外，人工清洗提供下列四個步驟參考：
 - (1) 將儲水槽之儲水排出，至水位近 30cm 時擾動剩餘之水，儘量使沈積物隨水排出。
 - (2) 剩下無法排出之水以幫浦抽出。
 - (3) 用濃度 3ml/L 之消毒劑或漂白水擦拭儲水槽內壁以防止藻

類或微生物滋生。

(4) 等待三小時後以乾淨的水沖洗內壁並將沖洗後之污水排出儲水槽。

- 如情況許可，最好每年再用紫外線消毒燈予以消毒，以確切的抑制細菌的生長。另外得視當地的水質狀況予以定期或不定期的投藥（次氯酸鈉稀釋液或氯錠）進行消毒滅菌；為了防止二次污染，提水工具必須妥當保管，最好設置抽水馬達或手壓水幫浦等裝置進行排水。

表 6-1 建築物雨水貯集設施檢查及維護注意事項表

設施別	建議檢查時距	檢查/維護重點
集水設施	1 個月或降雨間距超過 10 日之單場降雨後	污/雜物清理排除
輸水設施	1 個月	污/雜物清理排除、滲漏檢點
處理設施	3 個月或降雨間距超過 10 日之單場降雨後	污/雜物清理排除、設備功能檢點
儲水設施	6 個月	污/雜物清理排除、滲漏檢點
安全設施	1 個月	設施功能檢點
<p>註：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 集水設施包括建築物收集面相關設備，如落水頭/截流渠等。 2. 輸水設施包括排水管路/給水管路以及連接儲水槽與處理設施間之連通管路等。 3. 處理設施包括雨水前處理、初期雨水排除、沉澱或過濾設施以及消毒設施等。 		

4. 儲水設施指雨水儲水槽、緩衝槽以及配水槽等。
5. 安全設施指如維護人孔蓋之安全開關、圍籬或防止漏電等設施。

(資料來源：建築物雨水貯留利用設計技術規範，2008)

2. 維護費用成本

相關設施維護項目包括馬達更換及一般設施保養，維護單位可依實際情況及需求進行調整，概估維護項目、費用及頻率如表 6-2 所示。

表 6-2 維護項目、費用及頻率概估表

項目	單價/次	頻率
地下貯水槽檢視	3,000	每三個月巡視一次
地下貯水槽清理	10,000 元	視實際狀況 (每一年一次或颱風豪雨事件後進行檢視)
馬達運轉電費	5,000 元	一年
桶槽表面清理與上保護漆	30,000 元	五年一次
馬達更換(兩組交替)	60,000 元	五年一次

(資料來源：本團隊整理)

第七章 結論與建議

本計畫主要針對雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討相關課題進行探討及內容編撰。其計畫研究成果與建議之後續工作項目說明如后。

第一節 結論

本計畫所獲致之重要成果概列如下：

1. 蒐集國內外雨水貯留利用系統之架構並進行現況與缺失之探討
 - 透過國內設置雨水貯留利用系統案例蒐集，發現多數案例係透過建築屋頂來集水，貯水型式考慮空間利用性多為地下型貯水或筏基貯水，學校或景觀式設計才多設置地上型貯水，其供水標的多利用於沖廁及澆灌。
 - 目前國內已有許多間廠商代理國外雨水貯留利用系統相關設施，並各自建立一套雨水貯留利用模組作為規劃設計之範疇，故於案例中會發現在相同供水標的之情況，有許多不同的設計配置手法，其經費與效益亦不相同。
 - 國內常見及廠商配置之雨水貯留利用系統模組之缺失及考慮不周詳的部分，如：設施名稱定義不同、初期雨水過濾器過濾水處理與截水效率問題、有無進行貯水槽容量設計、淨水設施不同搭配之優缺點及成效、供水策略與評估規劃及長期維護管理規劃等，將於計劃下一個階段透過國內雨水貯留利用產品適用性評估、問券調查及經濟性分析建立雨水貯留利用系統模組，供未來設計規畫之參考。

2. 雨水貯留產品國內推廣適用性及子系統模組設計探討

- 雨水貯留利用系統依照子系統分類方式可分為 5 類，分別是集水設施、輸水設施、貯水設施、淨水設施及動力設施，計畫中增加一項自動控制設施作為第 6 項子系統，自動控制設施包含水質、水量之自動監測設施與智慧控制設施，搭配此子系統利於後續維護管理、效益分析及增進多目標效益。
- 依照 6 項子系統分類，透過國內外廠商資料、製作問卷調查表及相關文獻蒐集，將子系統相關產品做彙整分析，包括國內研發產品、國內代理產品及國外相關產品，初步依設施名稱及規格分別整理成表，並將相關法規及材質特性做彙整與探討，可做為未來設計規劃之參考。
- 貯水設施之槽體容量將直接影響系統集水效率與供水成效，是雨水貯留利用系統設計相當重要的部分，故本計畫整理國內常見的容量設計方法，包括內政部建築研究所綠建築評估手冊、經濟部水利署、國立臺灣海洋大學雨水貯集與滲透研究中心之模擬法與無因次曲線法，其中國立臺灣海洋大學無因次曲線法為較新的設計方法，可簡易的透過屋頂面積、年需水量與年平均降雨量而計算合適的槽體容量。
- 進一步將雨水貯留利用系統相關產品依特性及設計需求做整合性分類，透過分類成果可更清楚呈現各子系統相關產品之適用性，有利於規劃設計者可透過整合表考量產品適用性而做設計。

3. 對國內常見的系統架構做整合及創新設計並透過評價指標訂定優先次序

- 雨水貯留利用系統係透過 6 項子系統組合而成，然各子系統

在規劃設計時並以非單獨選擇配置，而是需相互搭配之設計，方能獲得最好的設置效益。本計畫將雨水貯留利用系統設計流程以貯蓄系統為主體，分為前處理系統、貯蓄系統及機械控制系統三個流程，使子系統可全面性考量而配置。

- 國內常見雨水貯留系統模組架構透過子系統相關產品資料做模組架構整合，其整合成果分成基本型及進階型，另外設置一套增值設計項目。基本型配置較為簡單、低成本，進階型則為複雜、高成本，增值設計即增設自動控制設施。研究成果共配置 36 型模組架構，可提供未來設計規畫者做參考。
- 36 型系統模組架構依經濟、社會及環境等之評價指標，透過專家學者問卷調查，在基本與進階型排序出較具可行性的模組作為未來系統設計首要參考之依據。

4. 雨水貯留利用系統經濟性分析及維護與管理項目

- 本計畫彙整雨水貯留利用系統規劃施工成本分析方法，並考慮水資源節約、能源節省及減少溫室氣體等三個項目計算可量化之效益，可量化效益部分再依據市場價值法的理論效果評價法將評估效益經濟價值的方法分為兩步驟：量化效益與估算效益價值。
- 訂定雨水貯留利用系統之子系統的維護與管理項目，包括檢查時距及維護項目，可提供系統維護管理之參考。

第二節 建議

根據研究發現，本研究針對行政檢查業務委託民間辦理處理的法制化，提出下列具體建議。以下分別從立即可

行建議及中長期建議加以列舉。

建議一

（雨水貯留利用系統模組設計手冊編撰）：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部建築研究所

本年度初步建置雨水貯留利用系統模組架構，並彙整產品分類資料、標準規格、相關法規...等，建議後續可針對研究成果進行模組設計手冊之編撰，可提供建築師及規劃設計者之參考依據。

建議二

（雨水貯留利用系統操作管理訓練及輔導教育）：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部建築研究所

鑒於本計畫雨水貯留利用系統案例蒐集成果並探討目前國內現況與設計缺失，發現多數案例皆缺乏雨水貯留利用系統設置後的維護管理項目訂定，或後續維護人員缺乏訓練造成操作及管理不當，使系統無法有效率的運作或造成損壞。建議後續可協助維護人員，如：大樓管理員，進行操作管理訓練及輔導教育，增加系統使用年限與減少資源的浪費。

建議三

(雨水貯留利用系統容量設計方法修正)：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部建築研究所

雨水貯留利用系統之貯水槽容量將直接影響系統集水效率與供水成效，為系統設計相當重要的部分。內政部建築研究所綠建築評估手冊中提供之方法為國內最普遍的計算方法，每年亦逐步修訂設計方法，使設計結果可獲得更佳的成效。本計畫已彙整國內各種容量設計方法，其中國立臺灣海洋大學之無因次曲線法透過統計成果與案例驗證，並且設計方法已發表於國際期刊，計算方式簡單且具合理性，建議未來可參考該設計方法進行比較及修正，使之得到更合適的貯水槽容量。

建議四

(設立雨水利用產業聯盟)：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、經濟部水利局、經濟部工業局

為使國內雨水貯留利用之推廣與產業發展，在中長期建議結合協辦機關設立雨水利用產業聯盟，提供技術性指導、雨水產品研究與認證、結合政府政策做雨水利用推廣、國內外技術交流...等。

附錄一 會議記錄

期中報告審查會議記錄及處理情形

時間：106 年 7 月 20 日（星期四）上午 9 時 30 分

地點：內政部建築研究所簡報室

主持人：陳所長瑞鈴

出席人員：陳瑞鈴所長、李榮泰調查員、林憲德教授、陳文卿總經理、張矩墉建築師、黃秀莊理事長、羅時麒組長、財團法人台灣建築中心(王冠翔副工程師)、內政部建築研究所人員

委員	審查委員意見(依發言順序)	廠商回應
主席	<ol style="list-style-type: none"> 1. 現今許多地方政府開始要求 LID (Low Impact Development), 在基地開發後之出流量管制及審查, 對於雨水貯留設施產業興起契機。建議蒐集建築物設置雨水貯留設施之案例, 並納入後續之維護管理需求相關說明。 2. 有關雨水貯留設施及設備區分為集水、輸水、淨水、貯水及動力等 5 部分, 考量建築師及使用者便利性, 是否可提出整合之系統產品?請說明。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員針對計畫研究方向給予建議, 本研究已蒐集建築物設置雨水貯留設施之案例部分節錄在報告 p.25-51, 並在 p.145-147 彙整維護管理相關事項說明。 2. 感謝委員建議, 本研究建立雨水貯留利用系統整合性模組, 於報告書 p.114-138 中說明。
李榮泰調查專員	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分析在國內適用或推廣之可能性, 建議考量加入前瞻計畫之可能性與效益(如捷運站體)。 2. 本案建議加入聯合國 SDGs 永續發展目標項下 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員指正與建議, 將與協辦機關討論, 日後可納入研究考量。

	<p>之架構，俾未來後續結合相關計畫與效益評估。</p> <p>3. 鑑於中南部超抽地下水議題，本研究雨水貯留利用與雨水利用補充地下水關連性為何？地域性差異為何？及本研究所得之公式(廣域公式)可否利用？</p>	
<p>林憲德教授</p>	<p>系統設計與模組化技術是綠建築市場化重要一環，可擴大在綠建築評估之綠建材或新型綠建築技術認定之政策。</p>	<p>感謝委員指正與建議，將與協辦機關討論，日後可納入研究考量。</p>
<p>陳文卿總經理</p>	<p>1. 資料蒐集完備，並就集水、輸水、淨水、貯水、動力五部分系統性說明，詳盡且具參考性。</p> <p>2. 第三章所舉案例，請補充規模、設置期間以及使用狀況檢討、是否有需改進之缺失等。</p> <p>3. 產品模組化為值得推廣方向，建議提出基本設計參數(5 個單元之比例關係)，如多大之集水面積，應配合多大之淨水及貯水系統。</p> <p>4. 報告書 P.53 列出國外數案例及流程圖，如圖 3-28(該圖不清楚)謂該系</p>	<p>1. 感謝委員意見，已將內容補充於報告書中。</p> <p>2. 感謝委員意見，已將內容補充於報告書中。</p> <p>3. 感謝委員意見，相關基本設計參數以補充於第五章 p.98-113 中。</p> <p>4. 感謝委員意見，其內容已作修正補充。</p>

	<p>統可降低大腸菌、E型大腸桿菌之數量，應說明其功能特色，其餘案例亦同。</p>	
<p>張矩墉 建築師</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國內相關法規建築技術規則第 298 條，總樓地板面積已修改為 10,000m² 非 30,000m²。而臺北市綠建築自治條例對設置雨水貯集設施之門檻降為 5,000m²，建議修正。 2. 傳統規劃設計概念是不允許基地內空地、道路地面雨水淤積，認為此係設計不當，有水應立即排除。但現今觀念，下凹式綠地空地對都市洪峰削減有實質幫助，故適當的積水，爾後迅速回滲大地乃值得推廣，但如何入滲又能保持正常功能(耐壓)技術，建議應深入研究。 3. 臺灣水費應能真實反映實際環境成本，雨水貯集之重要性方能被正視。 4. 目前建築技術規則雨水貯留是建立於自來水替代率，係以使用量估計，就目前規範之建築物用途不夠全面及細緻，如住宅均以每戶 4 人、250L/ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見，已將內容修正。 2. 感謝委員意見，將與協辦機關討論，日後可納入研究考量。 3. 感謝委員指正與建議，將與協辦機關討論，日後可納入研究考量。 4. 感謝委員意見，本研究蒐集國內雨水貯留容量設計方法，其中海洋大學設計方法有針對此問題作考量。

	<p>人估算，但就小坪數或大坪數建築亦採同一標準，建議詳加考量及細分，</p>	
<p>黃秀莊 理事長</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 綠建築標章標準和同一時間雨水貯留多寡之間有關，如何提供建築師或業者相關模組化之設計分析，建議補充說明。 2. 技術規則第 306 條檢討以一案基地為原則，本案係對單一建築基地探討或包括基地背景之研究？建請補充說明。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見，本案將提供各種形式之雨水貯留利用系統建議設計之模組，可供未來建築師或業者參考。 2. 感謝委員意見，本案案例蒐集主要針對各種雨水貯留利用系統架構，包括集水設施、輸水設施、貯水設施、淨水設施及動力設施進行比較與缺失探討。
<p>財團法人台灣 建築中心(王冠 翔副工程師)</p>	<p>建議補充當雨水貯留設施或設備模組，與其他設施共用時之機制與注意事項，如雨水貯留池和滯洪池共用時，該如何處理。</p>	<p>感謝委員指正與建議，將與協辦機關討論，日後可納入研究考量。</p>
<p>羅時麒 組長</p>	<p>本研究將於 8 至 9 月舉辦座談會，建議加強整理及修正相關簡報資料，以提升可讀性，俾利各界提出具體建議。</p>	<p>感謝委員意見，將遵照辦理。</p>

期末報告審查會議記錄及處理情形

時間：106 年 10 月 31 日（星期四）上午 9 時 30 分

地點：內政部建築研究所簡報室

主持人：陳所長瑞鈴

出席人員：陳瑞鈴所長、李榮泰調查員、陳伯勳委員、陳文卿總經理、鄭政利教授、羅時麒組長、內政部建築研究所人員

委員	審查委員意見(依發言順序)	執行單位回應
陳文卿 總經理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究已分別提出適合各種情況的雨水貯留系統，使用者可作各種組合，實用性高。 2. 建築法規對於設置雨水貯留設施之適用性及是否有待修法之項目，建議考量進一步分析的可行性，另外是否有必須修改法規之處？請補充說明。 3. 政府正大力推動並補助屋頂設置太陽能設施，是否無法再於屋頂設集水設施，兩者之效益比較建議略作補充說明 4. 本研究雖已提出經濟效益分析，但在水價相對低廉之情況下，如何有誘因鼓勵各公、私有建築物設置，建議補充說明之。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以價錢替代或徵收雨水稅，來增加安裝意願。 2. 屋頂太陽能板和雨水回收無衝突，兩者可透過設計後並存。 3. 可多參考國外的雨水相關政策。 4. 過法規增訂修改可增加系統設置誘因，未來可參考國外雨水相關政策，研提相關推動策略來擴大國內雨水貯留系統之使用率，例如澳洲禁止自來水於旱季用於澆灌；北京調高洗車用自來水價格，使洗車場紛紛設置雨水貯留系統等。

	<p>5. 表 6-2 提出之維修費用預估是針對何種規模，請補充說明；另建請說明設置雨水貯留設施的最適經濟規模，以利評估選用。</p>	
<p>鄭政利教授</p>	<p>1. 本研究執行成果內容豐富詳實，符合預期成果，值得肯定。</p> <p>2. 研究團隊在蒐集整理現況問題及分析上十分確實詳盡，惟目前國內建築雨水利用現況尚缺充分誘因，大多依賴法規及規範之要求推動，建議可以考量針對問題提出修訂規範之建議，以引導設計及推廣。</p> <p>3. 建築雨水利用規劃之評估，建請考量建築類型分別探討，以利評估掌控實際應用之效益。</p> <p>4. 雨水貯留產品及模組設計涉及建築構造，包括目前採用最多的筏基貯水方式，建議未來可將建築構造與雨水貯留模組設計間之關聯性，納入探討。</p>	<p>1. 訂定各建築類型的用水標的，以供建築師參考。</p> <p>2. 法規為推動源，需透過此以增加誘因。</p>
<p>陳伯勳委員</p>	<p>1. 本研究架構清晰，成果呈現清楚，建議未來可</p>	<p>1. 透過手冊的編寫，讓建築師更清楚設計細節。</p>

	<p>朝設計手冊方向努力，提供業界規劃設計及建置相關設施參考</p> <p>2. 本研究之工作項目與所達成成果，建議於報告書中列表對照說明，以利主辦單位掌握各項成果，及查核驗收參考。</p> <p>3. 請於資料蒐集分析報告補充英文摘要。</p>	
李榮泰 調查員	<p>1. 本研究內容詳實，符合預期成果。</p> <p>2. 期待未來雨水貯留設施設計手冊之完成，可供產、官、學及業界作為設備施工成本估價之參考。</p> <p>3. 建議提供基本型、標準型及智慧型等系統參考圖及成本分析資料，供設計單位之參考，俾利選用。</p> <p>4. 建議補充各類型設施之維護管理注意事項、使用限制與設置費用等，以供工程單位編列預算參考應用。</p>	<p>1. 操作維護面之成本資料較缺乏，也需透過實際案例分析，但實際案例不多。</p> <p>2. 成本方面，可能要透過已完成的案子進行分析了解。</p>
羅時麒 組長	<p>1. 綠建築節能與節水兩項重要評估項目，目前以雨水利用產業化較弱，希望可藉由後續推廣本</p>	<p>1. 希望透過政策推動，將國內與水相關技術往東南亞移動。</p>

	<p>研究成果來強化產業發展。</p> <p>2. 本研究成果將來可協助建築師於設計階段納入雨水利用設施，以引導提升國內雨水利用產業發展，另外未來也有機會向國外推廣。</p>	
<p>主席</p>	<p>1. 目前資料庫建置採表格方式較為傳統，建議可採用建築資訊建模(BIM)方式，未來建築師或技師於實際應用時較易取用操作。</p> <p>2. 目前貯集設計上依賴雨量站資料，但因近年極端氣候現象頻繁，下雨天數減少且瞬時雨量大，此方法是否恰當，建議納入考量或補充說明。</p> <p>3. 因應氣候變遷氣象變化劇烈，降雨量變化大且不穩定，未來是否可能將生活雜排水、中水等納入回收使用，以擴充水資源貯集利用範圍。</p>	<p>1. 透過 BIM 整合雨水貯留利用系統產品資料庫是未來努力方向，本次計畫主要針對模組做建構，未來將考慮雨水利用產品 BIM 建構作結合。</p> <p>2. 極端氣候在系統設計上的確是一重要考量因素，未來透過供水配合防洪規劃設計方向可予以改善；另外中水來源相較於雨水來源穩定，但因臺灣污水大多未分別接管，導致中水減少，兩者結合方式尚須多加考量。</p>

第一次專家學者座談會

「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」
座談會會議紀錄

開會時間：106年08月16日(星期三)上午9時30分

開會地點：內政部建築研究所討論室(一)

主持人：廖教授朝軒

聯絡人及電話：蔡研究員欣遠，02-24622192 # 6160、6120；
0910-516-390

出席者：內政部建築研究所、王副執行長婉芝、李總經理瑞騰、洪建築師進東、張建築師矩墉、蔡副教授耀隆

列席者：蔡研究員欣遠、黃研究助理偉民、江研究助理育銓

議程：

- 一、簡報.....10分鐘
- 二、綜合討論.....50分鐘
- 三、結論.....10分鐘
- 四、散會

討論議題：

1. 為將雨水貯留利用系統產品模組化，本研究針對國內已建置之雨水貯留利用系統之相關案例進行蒐集彙整，藉由座談會與各位先進們討論國內雨水貯留利用系統之現況及缺失，並提供建議及相關資料。(內容請參閱附件(電子檔另寄))
2. 國內常見雨水貯留利用系統型式分類與優缺點檢討，進而探討未來可精進之項目。

發言人	建議
王婉芝 經理	1. 雨水貯留對於水資源的再利用極具意義，因從事綠建築標章工作多年，特別關心雨水貯留系統的費

	<p>用，如能將設備產品系統化模組化大量生產，費用即可有降低的可能。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 再來是雨水的潔淨度，依雨水再利用的功能，區分簡易過濾或高標準的過濾，除可降低初期成本也可以降低未來維護成本。 3. 本計畫的成果未來能和水資源指標的整合，引導建築師未來設計能有更多資訊參考。 4. 後續管理維護，了解末端需求，針對不同目的進行設計。
<p>李瑞騰 總經理</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建置公共工程規範(文字) <ul style="list-style-type: none"> 以本計畫應屬系統規範，宜以整區建案考量，從使用單位多元思考，整合共用規範。 2. 建置基本設計規範 <ul style="list-style-type: none"> (1) 組件構造:承載、安全、材質 (2) 系統設計:功能、工程介面、相容、偵測、地質、電控 (3) 系統安裝:土方、機具、程序、安全 (4) 驗收:測試、證明文件、記錄、使用手冊 (5) 維護:維護計畫、記錄、職責 3. 水價太低 4. 廠商會議
<p>張矩墉 建築師</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分類主要可以不同分類方式，如大型基地(學校、工廠)或一般分散使用權的方式，會有不同的使用模式，越大的基地單一產權的建築物可以有更多的可行性，不然會只能利用在植栽的噴灌。 2. 現況上有很多浪費的情形，如僅作為植栽的使用。但還設置過濾缸、加導設備，這就是資源的浪費。

	<ol style="list-style-type: none"> 3. 貯水設備的位置會決定能源使用上的效率，但在學校案例上 屋頂或高層樓的用途沒有特殊的想法，就可以將貯水設施施作在屋頂或高樓層，會節省澆灌系統的用電浪費。但在一般公寓大廈上，高樓層是價值較高的部分也不可能拿來作貯水設施。 4. 設施系統越單純越簡單，使用期的管理維護也會更簡單，更省成本。 5. 滯洪和雨水貯集是不同的概念，但很多法令又將這些事情混和看待，應該要區分看待，但中間是否有共通使用的可能，可再進一步研究。
<p>洪進東 建築師</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 區域防洪概念: 學校、公園、大型公共建築物:重劃區段徵收地區，私有基地面積大於 2000 m²，管大不管小，因此建議 300 m²免設，300~2000 m²公家單位建立標準圖說 2000 m²才列入管制設計。 2. 代金制度的建立，小基地以繳納為代金制度方式由政府統籌運用。 3. 建築設計過程小基地請水利技師做了一本厚厚的報告書，結果還是再筏基內設沉水泵實無異議。 4. 維護管理制度的建立→設定合理可行的維護管理制度
<p>組長</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建築師及設計師在案例上可多做配合溝通，細部設計廠商可多了解建築師在設計時所需，讓建築師清楚了解目的，可完整設計以達目的。
<p>蔡耀隆 副教授</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 簡報中的五大分類前可先依建築類型及場域進行分類再加以細分。 2. 第二及第三類的地「面」型貯水可改為地「上」型

	<p>貯水。</p> <ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="443 277 1289 367">3. 可透過訪談問卷了解各設施的使用狀況、年份、阻塞情形及後續維護狀況。<li data-bbox="443 412 1289 501">4. 產品規格化的方向是指型式，功能，外觀，還是尺寸?可在此處多做著墨。
--	--

第二次專家學者座談會

「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」
座談會會議紀錄

開會時間：106年10月13日(星期五)下午兩點三十分

開會地點：內政部建築研究所討論室(一)

主持人：廖教授朝軒

聯絡人及電話：蔡研究員欣遠，02-24622192 # 6160、6120；
0910-516-390

出席者：內政部建築研究所、李總經理瑞騰、翁總經理啟峻、張建築師矩墉、張總經理永宜、張總經理連胡、謝總經理賜賢

列席者：蔡研究員欣遠、黃研究助理偉民、江研究助理育銓

議程：

- 一、簡報分鐘.....10分鐘
- 二、綜合討論.....50分鐘
- 三、結論.....10分鐘
- 四、散會

討論議題：

1. 雨水貯留利用系統產品模組化，本研究針對國內雨水貯留利用系統相關廠(代理)產品及國外產品進行蒐集，並將產品型式、材質、規格、特性等進行分類彙整，藉由座談會與各位先進們討論國內雨水貯留利用系統產品之使用現況、適用性及維護管理等相關議題，並提供建議及相關資料。(內容請參閱附件)
2. 針對雨水貯留利用系統之產品分類、選擇與配置之相關討論。

發言人	建議
張連胡 總經理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雨水貯留設施系統材質應為低污染且有環保標章者可列為優先使用，符合綠建材觀念 2. HDPE 材質符合國家標準 CNS-2456-Z，保養維護管理上較不會有 2 次污染問題 3. HDPE 材質在使用上具有耐震、耐壓及耐酸鹼無毒之產品 4. 建立產品使用規範及規格標準，不同材質不同檢驗
李瑞騰 總經理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依附件一提供基本架構的思維 2. 如果進入公共工程，就會有基本施作規範做為施工、驗收之依據，是否應同時建置如附件二之施作規範供招標規範 3. 形成產業化，更必須由政府帶頭，創造案例，形構商機，目標市場之導引(每年公共工程幾百億，可想辦法指定案件重點配合設計) 4. 從教育訓練、研習、研討、專業課程約束鼓勵
張矩墉 建築師	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雨水貯留利用，最重要在”利用”，因此對於系統建置完成後真正的使命才開使。所以對於系統的維護更新在一開始設計時必須要考慮到，以免系統因無法維護致使喪失其功能 2. 監測設施是要監測到哪些部分，是只針對水位、水量，還是將上水質的檢驗？ 3. 貯水設施分三類，其優缺點、適用條件、耐用度、費用及使用年限，是否可做些描述，供設計決策參考。其他設施亦同
謝賜賢 總經理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雨水收集對象：頂樓、地表。包括：社區大樓、獨棟建築、公園綠地、高架道路 2. 用途：噴灌、沖廁、洗滌、民生用水 3. 儲水容量：筏基、預鑄式 4. 前處理—設備—噴灌，保濕滴護(第一類用水) 中斷處理—設備—沖廁、洗滌(第二類用水)

	<p>精密處理—設備—民生用水(第三類用水)</p> <p>智慧監控—水質、水量(管制條件)</p> <p>5. 維護管理—運作成本、耗材成本、人事清潔維護成本</p>
組長	<p>1. 模組產業化，可使建築師使用意願大增，了解建築師設計流程，讓建築師可以清楚了解使用方式</p>
張永宜 總經理	<p>1. 施工規範擬定(材料、施工)</p> <p>2. 施工標準圖(產品標準圖)</p> <p>3. 維護、維修、操作標準化擬定</p> <p>4. 設計原則、尺寸、規模、用途，基本的需求</p> <p>5. 技術手冊擬定</p> <p>6. 以上以官網發布供設計參考用</p> <p>7. 產品規格化的方向是指型式，功能，外觀，還是尺寸?可在此處多做著墨。</p>

第三次專家學者座談會

「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」
座談會會議紀錄

開會時間：106年10月20日(星期一)下午兩點整

開會地點：內政部建築研究所討論室(一)

主持人：廖教授朝軒

聯絡人及電話：蔡研究員欣遠，02-24622192 # 6160、6120；
0910-516-390

出席者：內政部建築研究所、王副執行長婉芝、周教授鼎
金、張建築師矩墉、鄭教授政利、樂副組長中丕

列席者：蔡研究員欣遠、黃研究助理偉民、江研究助理育銓

議程：

- 一、簡報分鐘.....10分鐘
- 二、綜合討論.....50分鐘
- 三、結論.....10分鐘
- 四、散會

討論議題：

1. 雨水貯留利用系統之貯水容量設計為規劃上重要的一環，將直接影響雨水貯集成效與利用效益，本研究針對國內雨水貯留利用系統容量設計方法進行蒐集彙整，將分成需求面、供給面、電腦模擬法及無因次之設計方法，藉由座談會與各位先進們討論國內各雨水貯留利用系統之容量設計方法差異性與優缺點，並提供建議及相關資料。(內容請參閱附件)。
2. 區域無因次曲線設計法為國立臺灣海洋大學雨水貯集與

滲透研究中心之創新的設計手法，透過本次座談會探討此方法的適用性與推行之可行性。

發言人	建議
王婉芝 副執行長	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建築物之人均推估使用量建議可使用樓地板面積概念計算取代。 2. 建議可以整體社會成本考量，擬定出一可靠度標準
周鼎金 教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可靠度選擇的依據和標準為和?是否有參考依據 2. 本計畫比較了綠建築評估指標雨水利用系統容量設計方式，區域無因次法、以雨水供給可靠性來評估需求量，為簡單易懂的評估指標。 後續要提供綠建築評估指標之參考，仍需探討許多問題點，例如： 是否會超過原指標設計容量太多，另外，可靠性應訂在百分之幾才合適，建議說明之。
張矩墉 建築師	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需水量的估算，要能夠應用於各類型建築物，以目前的手冊表列可能需要再加以補充 2. 地區的數值細分是否足夠?或需再加強，設定的基準維和? 3. 可靠度的訂定依哪個原則決定? 4. 可以以現行手冊的基準來反推可靠度訂定在哪個百分比 5. 可提供建築師在設計時，需求量的參考
鄭政利 教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提案中的容量設計方法以無因次方程推估，驗證結果相較目前檢算法精確實用，唯計算參數定義明確及簡化概念可以再加強 2. 既有制度及規範要求基準，仍有討論之必要，替代率之要求規定是否可以利用可靠度來取代，值

	<p>得檢討考量</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 可靠度的訂定可以照 2015 手冊和無因次法比較訂定 4. 建築師在容量設計時是否要有規範? 5. 可將 2012 及 2015 手冊內容及無因次法進行案例分析比較
<p>樂中丕 副組長</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究團隊所提出之”區域無因次曲線設計法”，配合區域降雨量的特性，列表列出相關數值，以簡化計算設計，有利於建築物雨水再利用之推動 2. 另建議可就集合住宅、辦公大樓、學校等類型建築物，分別以本無因次曲線設計法及建研所綠建築評估手冊進行計算及比較評估 3. 如何確定經過設計系統的水質可讓人民安心

第四次專家學者座談會

「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」
座談會會議紀錄

開會時間：106年10月23日(星期一)下午2時00分

開會地點：內政部建築研究所討論室(一)

主持人：廖教授朝軒

聯絡人及電話：蔡研究員欣遠，02-24622192 # 6160、6120；
0910-516-390

出席者：內政部建築研究所、吳建築師宗政、周教授鼎金、
陳建築師俊芳、張建築師矩墉、鄭教授政利、樂副
組長中丕

列席者：蔡研究員欣遠、黃研究助理偉民、江研究助理育銓

議程：

- 一、簡報分鐘.....10分鐘
- 二、綜合討論.....50分鐘
- 三、結論.....10分鐘
- 四、散會

討論議題：

1. 為建立雨水貯留利用系統標準模組以提供規劃設計者參考，本研究彙整國內外系統模組與建置產品資料庫，透過系統性整合數十種雨水貯留利用系統標準模組，藉由座談會與各位先進探討其差異性與優缺點，並提供建議及相關資料。(內容請參閱附件)。
2. 各種雨水貯留利用系統模組透過適用性、推廣可行性、經

濟層面、維護管理層面作探討，並由委員給予評分與排序，作為後續研究整合及未來規劃設計之參考。

發言人	建議
吳宗政 建築師	1. 可於各模組圖形旁簡易說明其優缺點、用處及操作模式，亦或是個模組所適用之建築物特性。
周鼎金 教授	1. 本研究彙整提出：基本型、標準型、智慧型三種模組有簡明的圖示，此成果具有參考應用價值
陳俊芳 建築師	1. 建議可依水質要求分為基本型(人工澆灌、洗地 板)、標準型(沖廁、洗車等)、智慧型(特殊需 求)，搭配預算使設計者能自主組合各型式。 2. 本案提供之系統多樣豐富，為建議分類可更直觀， 易於使用 3. 補充說明各模組之優缺點、適用範圍，以提高使用 性 4. 可建議儲水桶水量低於多少，再補充多少，限制自 來水不補充全部的桶槽。
張矩墉 建築師	1. 長期維護的成本(多久需清理維護，每次維護的花 費?)相較於初期設計成本較不容易判斷，但對於 成本上的估算，維護成本也須納入考量，維護成 本即為一困難處
樂中丕 副 組長	1. 建議先就基本型、標準型，提出最基礎的選擇建 議(1至2種)，再對其他類型逐次提升功能，並 說明適用的功能需求，以供民眾選用 2. 智慧型可另加說明其優、缺點，及較佳的適用對 象

參考書目

中文部分：

- [1] 內政部營建署，建築物雨水貯留利用設計技術規範，2012。
- [2] 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊，2015。
- [3] 內政部建築研究所，建築基地雨水貯集及滯洪設施設置原則，2012。
- [4] 內政部建築研究所，生態社區的雨水利用系統規劃技術研究，2011。
- [5] 內政部建築研究所，利用公園及學校設置滯洪設施及貯留雨水再利用之研究，2009。
- [6] 行政院國家科學委員會，屋頂綠化對都市雨洪消減與結合雨水貯集系統模式建立，2010~2012。
- [7] 江育銓，區域雨水利用潛勢、容量設計及雨洪管理策略，國立臺灣海洋大學博士論文，2015。
- [8] 苗栗縣政府（SBIR），綠屋頂整合雨水利用系統創新應用，2014。
- [9] 陳瑞鈴，「建築物雨水再利用系統及設計原則」，東亞 2000 雨水貯蓄利用研討會，2000。
- [10] 經濟部水利署，離島地區雨水貯留利用規劃-澎湖及小琉球，台灣雨水利用協會，2004。
- [11] 經濟部水利署，離島地區雨水貯留利用規劃-金門及馬祖，台灣雨水利用協會 2005。
- [12] 經濟部水資源局，雨水貯留及中水道二元供水系統應用手冊，2000。
- [13] 經濟部水利署，雨水貯留系統評估工具建置計畫，2012。
- [14] 經濟部水利署-節約用水資訊網，雨水貯留供水系統之處理設施設置注意事項及雨水利用之設計要點，2014。
- [15] 經濟部水利署水規試驗所，澎湖縣低碳島建設雨中水利用系統建置計畫，2014。
- [16] 廖朝軒、蔡耀隆，「雨水貯集設施在都市集水區減洪規劃評估」。雨水貯集利用技術推廣研討會，2002。

英文部分：

- [1] Chao-Hsien Liaw, Hsin-Yaun Tsai, Yu-Chuan Chiang, 2016, Assessment of Water Quality and Reuse Feasibility of Runoff from Green Roof, 2016 International Low Impact Development Conference, Beijing Chian, 2016。
- [2] Cho-Fang Tsai, Chao-Hsien Liaw, Pao-Hui Chiu, Wei-Min Huang, 2016, Demonstration Pojectsfor Integrated Stormwater Mitigation Using Low Impact Development at School Campus, 2016 International Low Impact Development Conference, Beijing Chian, 2016。
- [3] Chao-Hsien Liaw, Hsin-Yaun Tsai, Yu-Chuan Chiang, 2016, Feasibility Study of Water Supply and Stormwater Mitigation Using Rainwater Harvesting System, 2016 International Low Impact Development Conference, Beijing Chian, 2016。。
- [4] Liaw, C.H. and Y.L. Tsai, “Optimum Storage Volume of Rooftop Rainwater Harvesting Systems for Domestic Use,” J. of American Water Resources Association, 40(4): 901~912, 2004.
- [5] Liaw C.H., Tsai H.Y., Chiang Y. C., Assessment of Water Quality and Reuse Feasibility of Runoff from Green Roof. International Low Impact Development Conference, Beijing China, 2016.
- [6] Liaw C.H., Tsai H.Y., Chiang Y. C., Feasibility Study of Water Supply and Stormwater Mitigation Using Rainwater Harvesting System. International Low Impact Development Conference, Beijing China, 2016.
- [7] Rainwater Catchment Design and Installation Standards, American Rainwater Catchment Systems Association (ARCSA), 2009.

雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：鄭元良、廖朝軒、蔡欣遠、黃偉民、江育銓

出版年月：106年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-05-4573-9 (平裝)