

綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究

內政部建築研究所委託研究報告

107
年度

綠建築雨水貯集利用系統之應用 推廣研究

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 107 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)

PG10701-0538

綠建築雨水貯集利用系統之應用 推廣研究

受委託者：台灣綠色生態設施協會

研究主持人：廖朝軒

協同主持人：黃偉民

研究員：劉立群

副研究員：蔡欣遠、徐虎嘯

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 107 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

表次	.....	III
圖次	.....	VII
摘要	.....	XIII
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
第三節 小結	.....	11
第二章 文獻蒐集與分析探討	.....	13
第一節 國外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況	.....	13
第二節 國內雨水貯集與利用系統相關政策	.....	17
第三節 國內雨水貯集與利用系統相關研究	.....	21
第四節 國內建築資訊模型應用概述	.....	25
第三章 綠建築雨水貯集利用系統產業發展趨勢分析	.....	29
第一節 界定雨水貯集利用產業範疇	.....	29
第二節 國內外雨水貯集利用系統產業發展與趨勢分析	.....	33
第三節 雨水貯集與利用產業之市場調查方法	.....	53
第四節 雨水貯集與利用產業市場調查與成果分析	.....	66
第五節 研擬國內雨水貯集利用系統產業發展的政策	.....	100

第四章	綠建築雨水貯集設計建築資訊建構	103
第一節	雨水貯集系統單元設施說明.....	103
第二節	建築資訊參數化內容及模型元件建構原則	108
第三節	設施單元設備參數資料庫.....	123
第四節	設施單元元件模型蒐集及建置成果.....	129
第五章	綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊	145
第一節	手冊章節架構初擬.....	145
第二節	手冊撰寫概念及內容介紹.....	147
第六章	結論與建議	149
第一節	結論.....	149
第二節	建議.....	153
附錄一	綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草稿)..	155
附錄二	審查會議	227
附錄三	專家諮詢會議	243
附錄四	推廣講習會	259
附錄五	工作會議	273
參考書目	.....	279

表 次

表 2-1 國外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況	14
表 2-2 現行雨水貯集與利用之相關法規與技術規範	18
表 2-3 建築物雨水貯集與利用之水質建議值	20
表 2-4 建築物生活污水回收再利用之水質建議值	21
表 3-1 雨水貯集與利用的分類、方式及其用途	30
表 3-2 臺灣各降雨分區之雨水可利用潛勢表	36
表 3-3 各國雨水貯集利用系統產業發展與推動	49
表 3-4 市場決策分析方法彙整表	62
表 3-5 市場調查問卷設計之基本資料	68
表 3-6 問卷調查回收數量明細表	73
表 3-7 內在環境因素之優勢(S)敘述性統計成果表	74
表 3-8 內在環境因素之劣勢(W)敘述性統計成果表	75
表 3-9 內在環境因素之機會(O)敘述性統計成果表	76
表 3-10 內在環境因素之威脅(T)敘述性統計成果表	76
表 3-11 發揮優勢、爭取機會(SO)敘述性統計成果表	77
表 3-12 決策項目-區域性設置減輕缺水及洪澇問題之次數	

分配表	78
表 3- 13 決策項目-鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題之次數分配表	78
表 3- 14 決策項目-開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術之次數分配表	78
表 3- 15 決策項目-建立雨水產業聯盟整合雨水相關產業之次數分配表	79
表 3- 16 決策項目-發行雨水利用規劃設計手冊之次數分配表	79
表 3- 17 利用優勢、降低威脅(ST)敘述性統計成果表	83
表 3- 18 決策項目-依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術之次數分配表	83
表 3- 19 決策項目-建立產業相關產品之標章與驗證制度之次數分配表	83
表 3- 20 決策項目-透過政策或講習會宣導雨水利用之次數分配表	84
表 3- 21 決策項目-減少自來水使用，節省水費之次數分配表	84
表 3- 22 利用機會、克服劣勢(WO)敘述性統計成果表	87

表 3-23 決策項目-透過多樣化設計手法解決空間不足之次數分配表	87
表 3-24 決策項目-政府補助系統設置之次數分配表	87
表 3-25 決策項目-發行雨水利用規劃設計手冊之次數分配表	88
表 3-26 決策項目-建立建築資訊系統之次數分配表	88
表 3-27 減小劣勢、回避威脅(WT)敘述性統計成果表	90
表 3-28 決策項目-產業鏈整合降低資產價格與成本之次數分配表	91
表 3-29 決策項目-運用舊建築地下筏基或廢棄化糞池貯水之次數分配表	91
表 3-30 決策項目-舉辦民眾與社區管理員訓練班之次數分配表	91
表 3-31 雨水貯集產業 SWOT 分析成果	99
表 3-32 雨水貯集利用系統產業發展之政策研擬	100
表 4-1 集水設施單元資訊介面表例	113
表 4-2 輸水設施單元資訊介面表例	114
表 4-3 貯水設施單元資訊介面表例	115
表 4-4 淨水設施單元資訊介面表例	116

表 4-5 動力設施單元資訊介面表例	117
表 4-6 集水設施單元模型元件資料庫內容	130
表 4-7 輸水設施單元模型元件資料庫內容	131
表 4-8 貯水設施單元模型元件資料庫內容	135
表 4-9 淨水設施單元模型元件資料庫內容	139
表 4-10 動力設施單元模型元件資料庫內容	143

圖次

圖 1-1 參數拋轉機制方式說明 (範例)	7
圖 1-2 研究流程圖	10
圖 1-3 研究進度甘地圖	11
圖 3-1 建築雨水貯集與利用產業範疇	33
圖 3-2 歷史降雨量觀測統計之豐枯年趨勢圖	34
圖 3-3 歷年國內 17 座水庫的有效容量之趨勢圖	35
圖 3-4 歷年國內 40 座水庫的取水量之趨勢圖	35
圖 3-5 「前瞻基礎建設計畫」水環境建設項目	37
圖 3-6 近 30 年國內投資毛額趨勢圖	40
圖 3-7 近 30 年國內總生產毛額(GDP)趨勢圖	40
圖 3-8 近 5 年雨水貯集利用相關產業生產毛額(GDP)趨勢圖	41
圖 3-9 產業市場調查與成果分析流程圖	67
圖 3-10 市場調查問卷內在環境因素之填寫表	69
圖 3-11 市場調查問卷外在環境因素之填寫表	70
圖 3-12 市場調查問卷發展決策之填寫表	71
圖 3-13 問卷調查單位之圓餅圖	73

圖 3-14 決策項目-區域性設置減輕缺水及洪澇問題之常態分佈曲線圖	80
圖 3-15 決策項目-開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術之常態分佈曲線圖	80
圖 3-16 決策項目-鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題之常態分佈曲線圖	81
圖 3-17 決策項目-建立雨水產業聯盟整合雨水相關產業之常態分佈曲線圖	81
圖 3-18 決策項目-發行雨水利用規劃設計手冊之常態分佈曲線圖	82
圖 3-19 決策項目-依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術之常態分佈曲線圖	85
圖 3-20 決策項目-建立產業相關產品之標章與驗證制度之常態分佈曲線	85
圖 3-21 決策項目-透過政策或講習會宣導雨水利用之常態分佈曲線	86
圖 3-22 決策項目-減少自來水使用，節省水費之常態分佈曲線	86
圖 3-23 決策項目-政府補助系統設置之常態分佈曲線圖 ...	88

圖 3-24 決策項目-透過多樣化設計手法解決空間不足之常態 分佈曲線圖	89
圖 3-25 決策項目-建立建築資訊系統之常態分佈曲線圖 ...	89
圖 3-26 決策項目-發行雨水利用規劃設計手冊之常態分佈曲 線圖	90
圖 3-27 決策項目-產業鏈整合降低資產價格與成本之常態分 佈曲線圖	92
圖 3-28 決策項目-運用舊建築地下筏基或廢棄化糞池貯水之 常態分佈曲線圖	92
圖 3-29 決策項目-舉辦民眾與社區管理員訓練班之常態分佈 曲線圖	93
圖 3-30 SWOT 決策分析之戰略特性	96
圖 4-1 集水設施產品系統性分類	104
圖 4-2 輸水設施產品系統性分類	105
圖 4-3 淨水設施產品系統性分類	106
圖 4-4 貯水設施產品系統性分類	106
圖 4-5 動力設施產品系統性分類	107
圖 4-6 本研究執行範圍	111
圖 4-7 本研究 Revit BIM 元件建構範圍	118

圖 4-8	Autodesk Revit 族群建模基本樣板	119
圖 4-9	本研究設備參數化架構及銜接整併構想	122
圖 4-10	集水設施單元資料庫關係圖	124
圖 4-11	輸水設施單元資料庫關係圖	125
圖 4-12	貯水設施單元資料庫關係圖	126
圖 4-13	淨水設施單元資料庫關係圖	128
圖 4-14	動力設施單元資料庫關係圖	129
圖 4-15	參數化對應關係圖-雨水桶槽為例	130
圖 4-16	集水設施元件模型-高籠型 1 型為例	131
圖 4-17	輸水設施元件模型-閘門-逆止閘例	133
圖 4-18	輸水設施元件模型-閘門-球塞閘例	133
圖 4-19	輸水設施元件模型-管件-T 接頭例	134
圖 4-20	輸水設施元件模型-管件-彎管例	134
圖 4-21	輸水設施元件模型-管件-斜 T 例	135
圖 4-22	貯水設施元件模型-組合式水槽-FRP 水箱例	137
圖 4-23	貯水設施元件模型-組合式水槽-基磚個體例	137
圖 4-24	貯水設施元件模型-預鑄式水槽-直立式水槽例	138
圖 4-25	貯水設施元件模型-預鑄式水槽-運輸型水槽例	138
圖 4-26	貯水設施元件模型-預鑄式水槽-臥式水槽例	139

圖 4-27 淨水設施元件模型- Y 型過濾器 100mm-法蘭式例
..... 141

圖 4-28 淨水設施元件模型- 初期雨水過濾-落葉分離器例
..... 142

圖 4-29 淨水設施元件模型- 活性碳過濾器例..... 142

圖 4-30 淨水設施元件模型- 沙濾設備-上接式砂濾桶例.. 143

圖 4-31 動力設施元件模型-加壓泵浦例..... 144

摘要

關鍵詞：雨水貯留、產業發展、建築資訊

一、研究緣起

臺灣雖然雨水豐沛，但因人口眾多，且雨量分配不均，每人分配雨水量僅為世界六分之一，更是聯合國列名的缺水國，因此在綠建築制度中特別強調建築物「節水」部分的表現，除了要求建築物全面採用省水標章器具外，更針對設置有按摩浴缸、游泳池及大面積需澆灌的人工草皮等所謂「大耗水項目」，需設置雨水回收再利用的水資源彌補措施，並於建築技術規則法令中納為實施項目。

隨著綠建築政策的推動，近年更於建築技術規則建築設計施工編第四條之三規定，都市計畫地區新建、增建或改建之建築物透過雨水貯集設施之設置，以兼具滯洪功能。然而隨著經濟發展及氣候變遷，國內水資源早已面臨與呈現不足的情勢，以及開發新水源不易的困境，經濟部水利署已修改水利法將雨水貯集利用列為新興水源主要項目之一。

本研究案執行期程為十個月，爰引內政部建研所委託研究計畫需求說明。研究計畫之目的旨係於內政部建研所 106 年度「既有雨水貯集利用系統模組化的研究」基礎上，完成綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草案)，並藉由包括國家統計資料、工業局、雨水收集與利用系統產業相關協會、國內外相關刊物的基礎資訊以及雨水收集與利用系統產業專業研究單位等公佈和提供的大量資料市場調查研究，結合深入市場調查資料，探討雨水收集與利用系統產業的整體及其相關子產業的運行情況，並對未來雨水貯集與利用系統產業的發展環境及發展趨勢進行探討和分析。另為與建築資訊建模(BIM)結合應用，將協助完成相關系統之資訊介面模組、建築元件模型建構與其建築產業資訊結合，進以完成建立相關

元件資料庫，以利未來發展應用於 BIM 設計，提昇雨水貯集與利用系統產業發展。

二、研究方法及過程

研究內容初步之 8 項研究內容，研究案之工作項目如下：

1. 界定雨水貯集與利用產業範疇。
2. 蒐集國內外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況的相關資料。
3. 比較雨水貯集與利用產業之市場調查方法。
4. 雨水貯集與利用系統產業國內外發展概況之比較分析。
5. 國內雨水貯集與利用系統產業發展趨勢與政策分析。
6. 分析與整合雨水貯集與利用系統各介面所需之參數並研議建構銜接系統參數資料及參數拋轉方式。
7. 研析工具整併與連結建築資訊元件模型 (Revit) 介面，建立跨系統整合應用流程。
8. 研擬國內雨水貯集與利用系統產業發展的政策。

藉由本計畫之研究探討、應用推廣，預期完成雨水貯集與利用系統產業發展趨勢分析，建置雨水貯集與利用系統相關國內適用之產業相關圖說、參數資訊內容，以及相關 Revit 模型元件資料庫建置，進而完成綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草案)編撰，並完成雨水貯集與利用系統產業推廣講習，提昇雨水貯集與利用系統產業之發展。

三、重要發現

1. 雨水貯集利用系統產業發展趨勢分析與政策研擬

本研究透過市場調查所得到的相關資訊進行資料彙整，評估出雨水貯集與利用產業的發展趨勢。進而邀請相關領域專家，對於雨水貯集與利用產業發展的專業意見，瞭解雨水貯集利用產業市場的發展現況、市場優勢與劣勢及未來展望，進而研擬雨水貯集與利用產業相關建議及推動策略。

2. 雨水貯集利用設備建築相關資訊之欄位及內容研議

本研究完成研議雨水貯集利用模組分類之「集水設施單元」、「淨水設施單元」、「貯水設施單元」、「輸水設施單元」以及「動力設施單元」等五項單元分別進行各設施/設備建築時所需之相關資訊內容，彙整國內相關產項內容包括設備/產品分類、廠商資料、設備要項及主要設計參數，以及設施簡易照片等。最後透過前述之資料內容蒐集，分項整理以 Excel 格式下並完整彙編為資料庫，提供為後續配合「Revit BIM」技術元件建置中參數化建構時使用。

3. 雨水貯集利用設備「Revit BIM」技術參數化內容及元件建構原則

本研究 RevitBIM 技術元件模型構成來源主要以目前市場中之現有元件模型檔案蒐集或以自行元件模型繪製，其中自行元件模型繪製又以通用模型構建為主；本研究最後完成研擬元件模型建置原則及所包含項目，包括模型建構型式、識別資料、幾何資訊、行為資料、外顯資料，以及元件自動計算參數（非供設計之參數）等建置時之相關內容。

4. 雨水貯集利用設備RevitBIM元件模型資料庫建置

完成各項雨水貯集系統設備單元 RevitBIM 相關模型元件資料庫。包括：

- (1) 集水設施單元：約共計有 5 種元件型式建置存檔。
- (2) 淨水設施單元：約共計有 34 種元件型式建置存檔。

(3) 貯水設施單元：約共計有 29 種元件型式建置存檔。

(4) 輸水設施單元：約共計有 49 種元件型式建置存檔。

(5) 動力設施單元：約共計有 5 種元件型式建置存檔。

5. 「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」編纂成果

本計畫依據本年度研究成果及整合 106 年「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」之成果，初步研擬「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」，將提供雨水貯集利用系統做為推廣及設計規劃之技術依據。手冊主要包含六篇，分別為：基本篇、系統規劃設計篇、系統單元產品設備篇、維護管理篇、創新綜合利用篇、問題與解答篇。本工作之成果可建立適合國內雨水貯集利用系統之相關資料，做為設計規劃者之設計依據，以將相關技術應用於建築實務設計層面。

四、主要建議事項

建議一

(雨水貯集利用設施設計之推廣教育及效益提昇研究)立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、中華民國全國建築師公會、經濟部水利署

內政部建築研究所已建置完成綠建築雨水貯集利用系統之模組與設備單元模型元件建置等成果，然而雨水貯集利用系統規劃建置雖然國內已逐漸受重視；但在設計與施工規劃上仍由於專業人士缺乏，再加上無技術認證與專案管理雨水貯集系統之設計與建置過程，使得國內許多雨水貯集利用設施案件大多設計不當情況，且施工營造未如預期施做。

因此為提高設計與施工品質，進以提昇雨水利用效益，如何建整完成設計系統及營造流程，應加強落實相關技術之培訓工作，以及相關技術之推廣教育流程與模式研究；因此建議除需研議一套綠建築雨水貯集利用系統中常用之模組管理

方式，擬定後續本年度手冊成果之應用程序與培訓流程之建議，落實規劃設計成果能符合營造現場之需求，進階促使整體規劃設計內容至施工營造能具有一致性與連貫性。

建議二

(雨水貯集利用專案管理在建築資訊之應用研究)中長期可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

本年度已完成雨水貯集利用模組化系統各項單元之設施、產品元件模型，然而整體之雨水貯集利用工程須依照不同區域之性質及需求，設置並結合相對應之元件，組之成為專案型式，並須再加以配合施工規劃及管理資訊，才能藉由建築資訊方式完整表達工程設計之內容，進以完整建築資訊模型技術下之各項設計功能。

建議未來應沿用元件模型建置成果，進而組織完成雨水貯集利用系統中模組化後的 BIM 建築資訊管理專案；配合各項專案進以分析施工規範、施工規劃…等各項資訊之結合方式，研擬與 BIM 建築資訊管理技術相結合辦法，完成建立雨水貯集系統模組專案管理之資料庫。透過此一技術之建立期可有效提高雨水利用工程設計時的效率，減少不必要之花費，提昇雨水貯集利用系統推廣之成效。

ABSTRACT

Keywords: Rainwater harvesting, industrial development, building information management (BIM)

Taiwan has abundant rainfall but with large population and uneven distribution of rainfall. Average annual rainwater per capital in Taiwan is one-sixth of the world average value. Therefore, Taiwan is treated as a water-deficient country listed by the United Nations. That is the reason that water saving is listed as requirement in the green building evaluation system. The water resources index in green building evaluation system requires the use of water-saving labeling appliances in all buildings. For those so-called "large water consumption projects" such as jacuzzi, swimming pools and large-scale artificial turf, rainwater use and waste water reuse/recycle are required and treated as compensation methods to reduce city water use. The water resource index is the required index in the Building Technology Regulations.

The Article 4-3 in design and construction section in Building Technology Regulations requires that for newly built, expansion and innovation buildings are required to equip with rainwater storage facilities for urban flood control. Along with economic development and climate change, water resources gradually become shortage and because environment protection incentive, it is difficult to develop new water sources. In recent years, Water Resources Agency, Ministry of Economic Affairs has revised the water law to include rainwater use as one of the major new water sources.

The period of this research project lasts for ten months. The purpose of the research is to complete the Green Building Rainwater Catchment Systems Module Design Manual (Draft) on the basis of the project of the "Modification of Existing Rainwater Storage and Utilization Systems" completed in 2017. The other purpose is to discuss and analyze the development environment and development trend of

rainwater storage and utilization industry in the future. A large number of data can be gathered from market research including national statistical data from industrial bureaus, related associations, related publications at home and abroad, and professional research units of rainwater harvesting and utilization system. In addition, the application of the Building Information Management (BIM) can assist in the completion of the information interface module and architectural component model construction of related systems and further complete the establishment of related database. Therefore, this research tries to development BIM technology in designing rainwater storage and utilization system.

Contents of the research include following eight items:

1. Define the content of rainwater storage and utilization industry.
2. Collect relevant information on water resources at home and abroad and the development of rainwater storage and utilization system industry.
3. Compare market survey methods for rainwater storage and utilization industry.
4. Comparative analysis of the development of the domestic and international development of the rainwater storage and utilization system industry.
5. Domestic rainwater storage and utilization system industry development trend and policy analysis.
6. Analyze and integrate the parameters required for each interface of the rainwater storage and utilization system and study the parameters of the construction system and the parameters.
7. The analysis tool integrates and links the building information component model (Revit) interface to establish a cross-system integration application process.
8. Develop policies for the development of domestic rainwater storage and utilization system industry.

This project major findings:

1. Rainwater storage and utilization system industry development trend analysis and policy initiated

This study conducts data collection through market survey to assess the development trend of the rainwater storage and utilization industry. Selected experts from each field can fully understand the development status of the rainwater storage and utilization industry, market advantages and disadvantages and future prospects development of rainwater storage and utilization industry. With this information, the comprehensive develop suggestions and promotion of rainwater storage and utilization industry strategy can be obtained.

2. Establish the rainwater storage and utilization facilities and equipments data base

There are five categories of products for rainwater storage and utility system: water collection facilities, water storage facilities, water storage facilities, water delivery facilities and power facilities. Relevant information required for each facility are collected and filed including: the relevant domestic production items including equipment/product classification, manufacturer data, equipment requirements and main design parameters and photos of facilities. With this information, a database using Excel format is developed which will be used for subsequent parameterization construction in the construction of "Revit BIM" technology components.

3. Set the rainwater storage and utilization equipment "Revit BIM" technical parameterized content and component construction principles

The source of the Revit BIM technology component model in this study is mainly collected by the existing component model files in the current market or by the self-component model. The self-component model is drawn by the general model. The study finally completed the component model including the model

construction type, identification data, geometric information, behavior data, explicit data, component automatic calculation parameters (non-design parameters) and other related content.

4. Establish the Revit BIM component model database construction for rainwater storage and utilization equipment

Complete the Revit BIM related model component database of various rainwater storage system equipment units including:

- (1) Water collection facility: 5 types of component are completed.
- (2) Water purification facility: 34 component types are completed.
- (3) Water storage facility: 29 component types are completed.
- (4) Water delivery facility: 49 component types are completed.
- (5) Power facility: 5 component types are completed.

5. Complete the Green Building Rainwater Storage and Utilization System Module Design Manual (draft)

Based on the research results of this year and the last year, this research finalizes the Green Building Rainwater Storage and Utilization System Module Design Manual (draft) which will provide as reference for rainwater storage and utilization design. Use the system as a technical basis for promotion and design planning. The manual consists of six parts: basic information, system planning and design, product and equipment information for each unit, operation and maintenance, innovative for rainwater utilization and questions and answers.

Through this research, following immediate to short-term and middle- to long-term recommendations:

Item 1

Establishing a continuing education and effectiveness promotion program for rainwater storage and utilization planning and design: immediate to short-term recommendations

Organizer: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Co-organizers: Construction Agency, Ministry of the Interior; Architect, Architecture, Construction, R.O.C.; Water Resources Agency, Ministry of Economic Affairs.

Concept of rainwater storage and utilization becomes popular and accepted by most general public in domestic. But it lacks the professional experts in designing rainwater storage and utilization systems. It is also short of technical certification system and project management for rainwater storage and utilization systems. This results in failure of rainwater storage and utilization systems construction in the past ten years.

For promoting the system design feasibility and quality of construction, improving the benefits of rainwater storage systems, establishing the complete design process, continuing education for rainwater storage systems in planning, design, construction and O&M is needed. Therefore, in the immediate to short-term period, a series of continuing education program and measures for green building must be established.

Items 2

Application of building information modeling (BIM) in rainwater storage and utilization project management: middle- to long-term recommendation

Organizer: Architecture and Building Research Institute, Ministry of Interior

Co-organizers: Taiwan Architecture & Building Center

In this year, the facilities and product component models of various modules of the rainwater storage and utilization modularization system have been established. However, the overall rainwater storage and utilization project must be set up and

combined with the corresponding components according to the nature and needs at various regions. Different types of rainwater system must be combined with the construction planning and management information modeling to fully express the content of the engineering design through the building information modeling.

It is also suggested that organization of modularized BIM building information management project in the rainwater storage and utilization system should be developed and cooperation with each project to analyze the construction specifications, construction planning, etc. should be enforced Development a combination of BIM building information management technology and completed the establishment of a database for storm water storage system module project management should be completed. With these results, the efficiency of rainwater utilization engineering design can be effectively improved; unnecessary expenses can be reduced.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

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。

雨水貯集利用技術在台灣已發展數十年，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。

然而，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。故能透過雨水貯集與利用系統產業發展之趨勢分析，建置雨水貯集與利用系統適用國內之相關產業、施工規範與圖說、建築資訊資料、以及參數化產業內容及其元件模型資料庫建置等，進而完成綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草案)編撰，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

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近年世界致力推廣之方式。

傳統之屋頂雨水通常為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的實現，建築物雨水貯留利用系統有其推廣之必要。

此外，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，使雨水的能有效的利用。隨著經濟發展及氣候變遷，國內水資源呈現不足的情勢，面臨開發新水源不易的困境，經濟部水利署已修改水利法將雨水貯集利用列為新興水源主要項目之一。然而國內在雨水貯集與利用方面的產業資訊甚為缺乏，故造成在設計雨水貯集利用系統時缺乏系統性考量，無法針對產業鏈完整設計，導致各案例在雨水貯集利用系統設置上出現不合理設計或缺失，更造成雨水貯集利用系統產業推廣之困難，所以國內雨水貯集利用系統實需有產業鏈的整合，包含設備、廠商、施工、規劃設計及維護管理等相關資訊，以利雨水產業之推廣。

本研究延續 106 年度「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」之計畫成果，將雨水貯集利用系統規劃設計流程模組化並蒐集彙整相關產品設備，撰寫雨水貯集利用系統模組設計手冊，並透過市場調查訂定產業推動策略，進而初步建構雨水貯集利用系統之建築資訊參數，其成果對未來雨水貯集利用系統產業

推動具極大的助益，且建築資訊參數與元件模型之建構可做為都市水資源資訊整合之重要範疇。

第二節 研究方法與步驟

爰引內政部建築研究所委託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 8 項研究內容，研究案之工作項目如下：

1. 界定雨水貯集與利用產業範疇。
2. 蒐集國內外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況的相關資料。
3. 比較雨水貯集與利用產業之市場調查方法。
4. 雨水貯集與利用系統產業國內外發展概況之比較分析。
5. 國內雨水貯集與利用系統產業發展趨勢與政策分析。
6. 分析與整合雨水貯集與利用系統各介面所需之參數並研議建構銜接系統參數資料及參數拋轉方式。
7. 研析工具整併與連結建築資訊元件模型 (Revit) 介面，建立跨系統整合應用流程。
8. 研擬國內雨水貯集與利用系統產業發展的政策。

以下則依據工作項目分述採用之研究方法：

壹、界定雨水貯集與利用產業範疇

擬收集國內外雨水貯集與利用產業相關之文獻，並探討產業應用、評估方式及遭遇問題等，其研究方法概述如下：

1. 文獻收集—蒐集透過國內外相關產業發展現況、產品應用、研究報告、期刊、網站等資料進行蒐集分析。
2. 界定產業範疇—擬定義狹義的雨水貯集與利用產業及廣義的雨水貯集與利用產業。

貳、蒐集國內外水資源情況與雨水貯集利用系統產業發展概況的相關資料

本計畫擬收集國內外水資源情況與研究主題雨水貯集與利用有關之相關文獻、研究報告、規範、案例及產業發展等，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—蒐集國內外水資源情況並比較分析、雨水貯集利用系統之相關產業發展情況、產品應用、案例、政策、規範、研究報告、期刊、網站等相關資料，以及政府、公會、協會或其他單位統計數據資料，瞭解雨水貯集利用系統發展現況與未來趨勢，以及雨水貯集利用系統之政策與法令推動現況。
2. 資料分析—針對文獻資料進行初步彙整，研究國內外水資源條件差異性、雨水貯集利用系統相關產業發展情況及案例中產品使用型式與現況，並在雨水貯集與利用之產業鏈進行研究分析，將目前所遭遇之問題初步提出改進方案。

參、國內雨水貯集利用系統產業發展情況之市場調查

本研究市場調查擬分為專家、產業技術諮詢及市場調查兩個部分，其研究方法概述如下：

1. 專家、產業技術諮詢—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，

提出建議與修正方向。

2. 市場調查—透過問卷、電話查訪或其他方式。問卷發放將藉由紙本掛號、電子郵件兩種方式發送並提供線上問卷填答，在問卷回收後由研究員察看是否有矛盾或違背常理之處，以及問卷填寫方法與答案，是否依照填表說明方法之規定填寫，以確認所有資料之完整性、合理性、一致性與正確性。

市場調查國內各雨水貯集與利用之廠商，進行資料蒐集與產業資訊彙整，透過問卷研擬設計、問卷發放、問卷回收、問卷分析步驟，進而蒐集目前市面上雨水貯集與利用產業之產品產量、產值、性能、市佔率、售價數據資料，進行問卷之統計分析，瞭解雨水貯集與利用產品售價分布情形與差異，進而彙整相關政策及法規對於雨水貯集與利用產業之影響，以提供後續研擬雨水貯集與利用建議策略之參考依據。

肆、國內雨水貯集利用系統產業發展趨勢分析與策略研擬

透過市場調查所得到的相關資訊進行資料彙整，評估出雨水貯集與利用產業的發展趨勢。進而邀請相關領域專家，對於雨水貯集與利用產業發展的專業意見，瞭解雨水貯集與利用產業市場營收之狀況、產業市場的發展現況、市場優勢與劣勢及未來展望，進而研擬雨水貯集與利用產業相關建議及推動策略。本研究重點在於落實雨水貯集利用系統的推廣應用，初步擬定產業推動之策略將考慮以下幾點：

1. 產業優勢、劣勢、機會與挑戰
2. 評估國際發展趨勢與國內之適用性
3. 新建築與既有建築之規畫

4. 考慮水資源狀況使產業符合需求

伍、分析與整合雨水貯集利用系統各介面所需之參數 並研議建構銜接系統參數資料及參數拋轉方式

參考內政部建築研究所 106 年度「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」一案成果，以及「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」元件模型建置內容與方式，本研究將針對「雨水貯留系統模組」及其相關之設備、產品或系統設施在建築時其各項設備單元、產品內容、建議參數等相關資訊建構成為 Excel 資料檔，並初步參數畫內容與建立「格式」標準，提供為後續 Revit 元件模型銜接運用時之「參數」輸入介面源引資料，進以提供為建築模型蒐集之方向及研提適合後續本研究應用在建構模型之參數介面基礎。其研究方法初擬概述如下：

1. 參數化建構對象之遴選—探討並遴選雨水貯留系統所包含之產品，包括其特性、應用可行性等，進行分析比較，以遴選出可銜接後續通用模型介面建構時之對象。
2. 銜接系統參數化其介面內容—以 Excel 為資料建構基礎，針對前述完成之產品遴選為範圍並依此進行分類與進一步完成「建築設計」參數建置；整體內容概念研擬可包括之資料有產品分類、廠商資料、產品內容及主要設計參數（如尺寸、材質...等，並需依產品需求訂定不同主要參數資料），進以建構「參數格式」標準。
3. 參數化建築元件模型方式說明—整體過程中主要階段可擬定包含由建築資訊介面-參數拋轉-建築資訊模型（參考圖 1，以雨水桶槽為例）；亦即藉由各階段之系統需求至建築設計，包括如識別資料廠商及型式選擇，再至主要欲拋轉之幾何資訊建構、行為資料、參數輸出（長、寬、高、數量資訊...等），所遴選之各建築資訊內容可進一步對應至後續建築元件模型之應用。

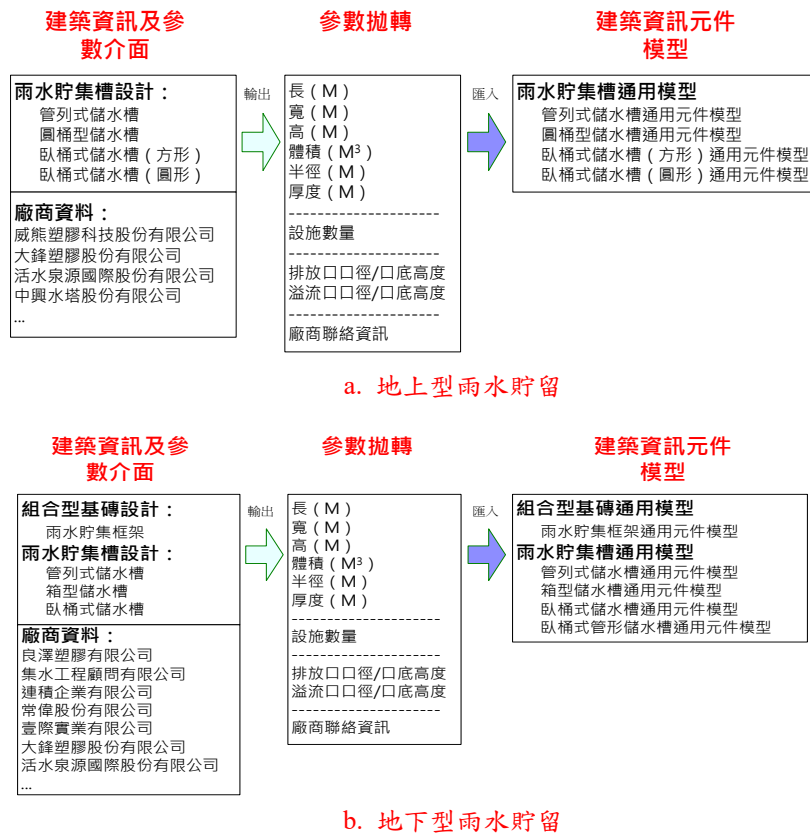


圖 1-1 參數拋轉機制方式說明 (範例)

(資料來源：本計畫成果)

陸、研析工具整併與連結建築資訊元件模型(Revit) 介面，建立跨系統整合應用流程

藉由前述計畫所完成之雨水貯集與利用系統各建築資訊及參數介面，進以研析整併至建築資訊元件模型 (Revit) 參數介面之方法與步驟流程，探討如何整併前述參數鍵結或拋轉方式，初步研提銜接程序，以因應不同設計需求。其研究方法初擬概述如下：

1. 建築資訊模型 (Revit) 設計工具元件建模探討—蒐集彙整國內相關雨水貯集系統產品即有之 Revit 軟件通用模型設計資料，並參考內政部建築研究所前期計畫「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」現

有元件模型建置內容中其 Revit 相關元件設計程序、參數介面以及介面間連結計算方式，提供為本研究後續模型建置原則之主要依循。

2. 建築資訊元件模型建置原則研議—建置之原則主要將配合前述本研究相關建築資訊參數化之輸出，以及相關必要之資訊輸出等為對應條件，以及參考即有之 Revit 軟件通用模型建置方式，建立後續元件模型需包含之資訊、參數、限制等參數化時之必要項目。

連結整併流程建立—綜整前項已建構之「參數介面」內容，配合建築資訊元件模型建置原則，以討論建立本研究參數銜接流程（包括如產品索引、引用參數範圍等設計資料）。

柒、研擬綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草案)

本年度研究成果將結合 106 年「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」之成果，研提「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」(草案)，將提供雨水貯集利用系統做為推廣及設計規劃之技術依據。

本工作之成果將建立適合國內雨水貯集利用系統之相關資料，做為設計規劃者之設計依據，以將相關技術應用於建築實務設計層面，並可提供政府日後推廣雨水貯集利用技術普及化及制度化之參考資料。

捌、雨水貯集與利用系統產業推廣講習

為宣導雨水貯集與利用各項技術功能，並倡導雨水貯集利用與建築、景觀、環境規劃等相關從業人員的互動，就計畫完成初步成果時，擬辦理 2 場次「推廣講習會」。期許透過本講習會諸多成果分享，能有助於建築師、技師或開發商之實務規劃運用。並藉由本次交流研討活動，提供一個產官學對話交流的平台。

1. 講習會擬邀請對象：

- (1) 政府都市計畫、建管、水利、工務等相關單位人員。
 - (2) 建築師、景觀規劃設計師等。
 - (3) 建築及相關開發業者或從業人員等。
2. 邀請名額：預計名額為 50 名（暫訂）；
 3. 講習會地點：大坪林聯合開發大樓 15 樓會議廳（暫訂）；
 4. 講習會時間：單場約半天期程（暫訂）；
 5. 講座人員：擬主要以計畫主持人、共同主持人或本案研究員等擔任；
 6. 主要議題：
 - (1) 議題一：綠建築雨水貯集利用系統介紹：說明國內水資源概況與相關政策，並介紹雨水貯集利用系統組成、各子系統之元件、維護應注意事項、案例介紹及其重要性。
 - (2) 議題二：綠建築雨水貯集利用系統規劃設計流程與案例：說明雨水貯集利用系統規劃設計之流程，提出建議設計的模組方案與相關案例介紹。
 - (3) 議題三：雨水利用產業現況及發展：藉本研究之資料蒐集與市場調查初步成果，說明國內雨水貯集與利用相關產業現況及未來發展方向。
 - (4) 議題四：綜合討論：提供推廣講習人員互動交流與議題探討。

依據工作項目與內容，本計畫之研究步驟如下圖 1-2 所示。

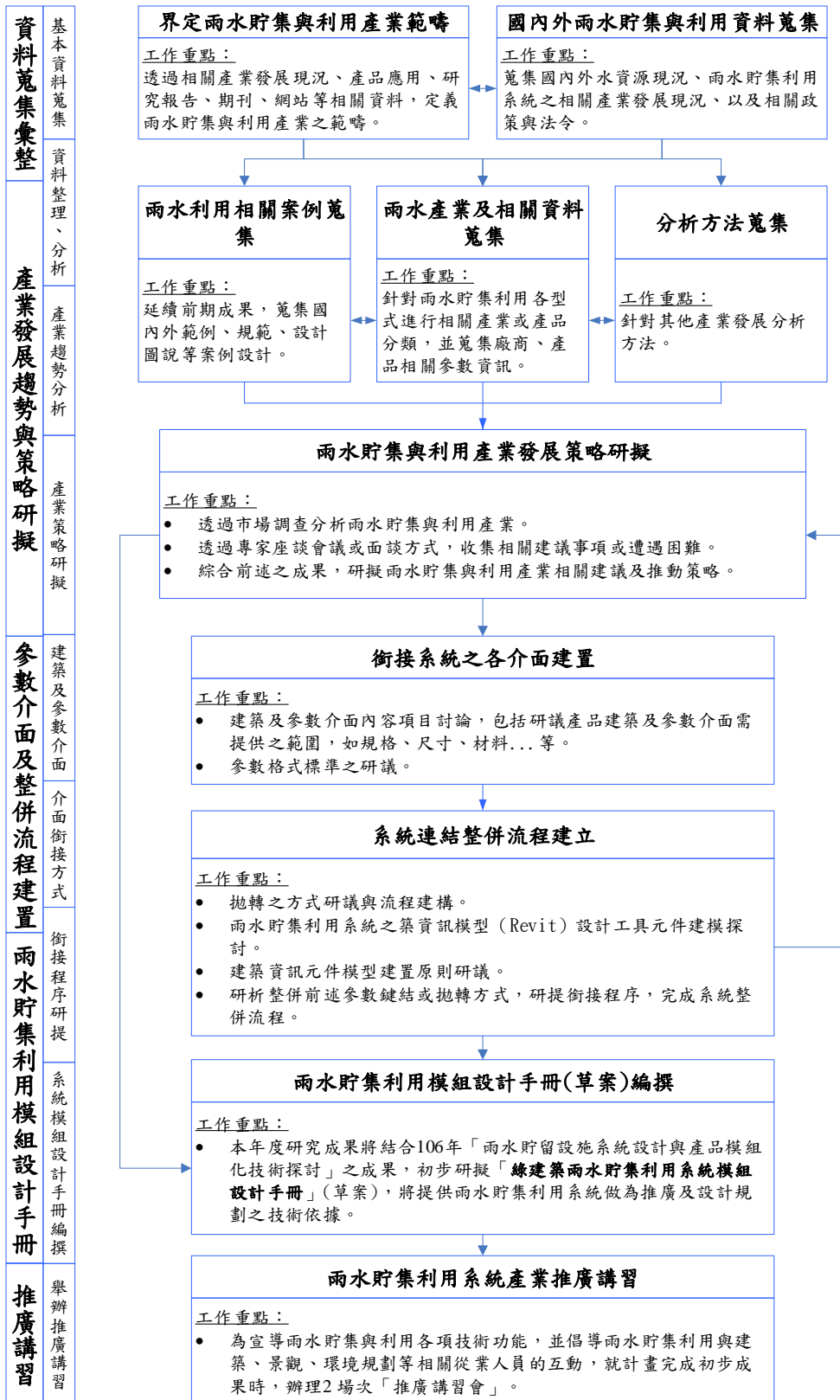


圖 1-2 研究流程圖

(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
界定雨水貯集與利用產業範疇												
蒐集國內外水資源情況與雨水貯集利用系統產業發展概況的相關資料												
國內雨水貯集利用系統產業發展情況之市場調查												
國內雨水貯集利用系統產業發展趨勢分析與策略研擬												
期中報告撰寫												
分析與整合雨水貯集利用系統各介面所需之參數並研議建構銜接系統參數資料及參數拋轉方式												
研析工具整併與連結建築資訊元件模型 (Revit) 介面，建立跨系統整合應用流程												
研擬綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草案)												
座談會及雨水貯集與利用系統產業推廣講習舉辦與籌備												
期末報告撰寫												
成果報告修訂及定稿												
預定進度 (累積數)	5 %	12 %	20 %	29 %	41 %	56 %	68 %	78 %	85 %	93 %	100 %	

圖 1-3 研究進度甘地圖

(資料來源：本計畫成果)

第三節 小結

依據本計畫之目的及研究內容，本計畫完成蒐集國內外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況的相關資料，以及建置雨水貯集與利用系統相關國內適用之產業相關圖說、建築資訊介面、照片與設施說明，及其各通用元件模型與建議參數的建構，並進行國內雨水貯集與利用系統產業發展趨勢與政策分析，其內容提供後續綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草案)之參考依據。本計畫工作執行成果概略如下：

- 國內外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況的相關資料
 - 國內雨水貯集與利用系統相關政策
 - 界定雨水貯集與利用產業範疇
 - 國內雨水貯集與利用系統產業發展分析
 - 雨水貯集利用系統市場調查與分析
 - 綠建築產業資訊參數化及參數表格式擬定
 - 相關產業資訊參數化 Excel 資料庫建置
 - Revit 模型元件建置方式擬定
 - 綠建築雨水貯集設計 Revit 建築元件模型資訊建構
 - 綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊綱要擬定
 - 初步編撰綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊相關內容
- 其它詳細執行成果與報告撰寫將分列於後面諸章節說明。

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：「國外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況」、「國內雨水貯集與利用系統產業發展與政策分析」、「國內雨水貯集與利用系統相關研究」及「國內建築資訊模型應用概述」，茲分述如下：

第一節 國外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況

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。雨水貯集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。但雨水貯集與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，對都市雨水的開發與利用逐漸得到重視，德國、美國、英國、日本、澳洲等許多開發國家展開了不同規模、不同內容的雨水貯集與利用研究和工程。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貯集與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集與利用技術措施，形成了較為完善的雨水貯集與利用管理架構、產業鏈和技術支撐體系，其德國、美國、英國、日本及澳洲之水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況，內容如表 2-1 所示。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設置雨水貯集與利用系統之參考。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。英國政府和雨水利用管理協會調研認為，英國利用雨水貯集與利用系統在提升水資源利用率方面仍有巨大的潛力。數據顯示，以當前倫敦地區典型住房計算，在倫敦地區年均 600 毫米降水量情況下，每所房屋（屋頂面積 100 平方米）每年可回收 5.4 萬升雨水。英國政府預計，如果所有新建住宅都設置雨水收集裝置，未來年均收集雨水量將達到 2.8 億立方米；如果新建商業用地也設置類似的裝置，則回收數量能夠翻倍。

日本雨水貯留滲透技術協會之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，能有效抑制雨水流出、地下水的補助以及熱環境的改善等。

表 2-1 國外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況

分類	德國	美國	英國	日本	澳洲
水資源情況	年降雨量約 700 毫米，每人每年平均分配之降水量約 3,000 立方米，因河川遍布，故水資源豐沛，為維持良好生態環境，制定法律和法規，要求對雨水進行收集利用。	年降雨量約 760 毫米，雨量分布不均，西部為乾旱和半乾旱區，東部為濕潤與半濕潤地區。每人每年平均分配之降水量約 25,000 立方米，是水資源豐富的國家之一。	年降雨量約 1,100 毫米，每人每年平均分配之降水量約 4,400 立方米。隨人口增加及降水分佈不均，面臨水資源短缺問題，東南部地區甚至不再適宜農業耕種。	年降雨量約 1,788 毫米，約世界平均降水量之 2 倍，但由於人口稠密，國土狹小，每人每年平均分配之降水量約 5,300 立方米，約世界平均值之 1/4。	年降雨量約 470 毫米，是一個水資源相對貧乏的國家，展開以節水為核心的都市雨水利用設計，主要是透過雨水收集與利用，節約地下水開採，並補充地下水。
政策法規	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用，聯邦水法是建設法規和各州法規的基礎。	聯邦水污染控制法、水質法案、清潔水法和《雨水利用條例》等聯邦與各州法律法規保障雨水的調蓄及利用。	通過《住房建築管理規定》規定，促進家庭雨水回收系統的普及。於 2006 年至 2015 年間針對新建房屋設立 1 到 6 級的評估體系，要求所有的新建房屋至少須達到 3 級以上的永續利	每開發 1 公頃土地須設立 500 立方米的雨洪調蓄區；「第二代城市下水總體規劃」要求新建和改建的大型公共建築群須設置雨水就地下滲設施。	「國家水行動計畫」為國家水資源政策改革與推動之計畫，目標是水資源會計、增進用水效率、保障供水安全、確保水價合理、合法市場機制與透明化水資源政策。

			用標準。		
技術面	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。	推動大型市政建築和商業建築的雨水利用，以倫敦奧林匹克公園為例，透過雨水收集和廢水再利用，做為灌溉用水及周邊居民使用。	大型建築物如相撲館、大會場、機關大樓，建有數千立方米容積的地下水池來儲存雨水，並充分利用了地下空間。	採行多元化水資源利用，積極推動雨水回收水管線與污水回收處理廠的建置，建構完整的水循環公共設施，確保水資源安全永續。
經濟面	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。	2015 年針對性控制水資源利用效率，直接要求單一住房單元的居民每天設計用水量不得超過 125 公升。	調整水價；實施雨水利用補助金制度；出口雨水。	採水價累進費率以引導民眾與企業節約用水。
管理面	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。	BMP：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； LID：採用源頭控制理念實現雨洪控制與利用的雨水管理方法； GI：相互聯繫的綠色空間網路，由各種開敞空間和自然區域組成，包括綠道、濕地、雨水花園、植被等。	SuSD：永續排水系統，是英國政府當前推廣的排水理念，旨在從排水系統上減少都市內澇發生的可能性，同時提高雨水等地表水的利用率，兼顧減少河流污染。	成立了有清水、住友、日產、三菱等著名公司在內的 84 家公司參加的「日本雨水貯留滲透技術協會」協助政府推行水資源相關政策並出版技術手冊與書籍，提供種類與構造、規劃設計、維護管理等，供相關單位及民眾推動都市雨水貯集與利用系統之參考。	WSUD：將都市規劃和設計與供水、污水、雨水、地下水等設施結合起來，使都市規劃和水資源管理結合並達到最優化。

(資料來源：本團隊整理)

除上述國家外，世界各國亦相繼展開對都市雨水貯集與利用之研究與實踐。丹麥是為不缺水的北歐國家，但近幾年含水層被過度開採而導致部分地區供水緊張，為此丹麥開始積極尋找可替代水源。根據丹麥技術大學計算，假設丹麥領土內建築物屋頂的雨水都可被收集，每年收集的雨水總量可以達到 2.29 億立方米，相當於丹麥全國飲用水的總量的 24%。僅計算居民建築物的屋頂，每年可收集 6450 萬立方米的雨水，可用來沖洗廁所和洗衣服，可滿足沖廁所和洗衣用水的 68%，佔家庭總用水量的 22%。近年通過了立法，允許利用雨水收集技術保

證丹麥供水的永續性，雖然在首都哥本哈根的使館區或丹麥的一些高端社區，這是十分普遍的設施，但根據丹麥技術大學估算，收集的雨水總量大約只佔丹麥全部自來水生產量的 7%，且存在雨水貯集與利用系統設置成本過高的問題，故造成雨水利用技術無法在丹麥大範圍推廣。

新加坡年降雨量約 2,400 毫米，雨量十分充沛，但國土狹小、降雨特性及地形因素不易留住與水，每人每年平均分配之降水量約 306 立方米，是為水資源缺乏國家之一，故多年來新加坡致力於水資源政策推行、改造與研究，主要包括通過新生水、國內集水區水源、進口水和海水淡化四項措施。自 1970 年以來，即開始考慮水的循環再利用的可能性，公用事業局(PUB)利用工程方案來鼓勵節約用水，家電和機器需具備一定的效率等級才可在新加坡販售。1991 年實施節水稅，在 1997 年進行大幅度定價修改，以經濟效益為基礎對水進行定價。自 2015 年，每年使用超過 6 萬立方米水的機構，需要被監測用水情況，並需提交水效率管理計劃。公用事業局(PUB)為世界上全方面水資源管理的少數幾個機構之一，製定了綜合性需求管理政策，包括水的定價、保護措施和公共教育。

中國年降雨量約 660 毫米，每人每年平均分配之降水量約 5,000 立方米，約世界平均值之 1/4，是水資源貧乏的國家之一，然又為世界上用水量最多的國家，與西方各國相比，中國雨水貯集與利用的研究和應用起步較晚，但發展迅速。2005 年頒布《建築與社區雨水利用技術工程規範》，使中國都市雨水貯集與利用標準化。2015 年中國政府正式開啟海綿城市計畫，採取「滲、滯、蓄、淨、用、排」等措施，以改善城市生態環境，提高城市的防洪減災能力。由中央財政部、住建部、以及水利部共同頒布了《二〇一五年海綿城市建設試點城市申報指南》，鼓勵各地都市提出申請，成為第一批的「試點城市」。要成為海綿城市試點，都市得符合幾個基本條件：平均年雨量不低於 400 毫米、對排水設施、調蓄雨洪、急難管理有強烈需求；且一旦成為試點，其市政府必須成立工作領導小組，增建或強化都市水系統、園林綠地系統、道路交通系統等，並配合城市總體規劃來落實海綿城市建設的相關要求。其中都市水系統主要包括都市供水系統、節水、汙水處理及利用、排水防澇、防洪、和城市水體等各方面內容。預計在 2020 年內打造 16 個「海綿城市」試點，目標是通過提高滲水、保水和蓄水、水淨化以及恢

復濕地等方式，回收 70%的雨水。推行與管理方式採取 PPP(Public—Private—Partnership)，政府採購，財政補貼等方式，創新商業模式，吸引社會資本參與項目建設運營，將符合條件的項目納入專項建設基金支持範圍，鼓勵金融機構創新信貸業務等。

泰國是一個受季風影響的國家，雨水的收集利用為泰國提供了另一種解決水源短缺的辦法，泰國的多年平均降雨量為 1400 毫米，並且雨季時間每年約持續 6 個月。泰國使用大水缸儲存雨水歷史已經有 2000 多年，一個 2000 升的泰國水缸通過存儲雨水能供一個六口之家一年的用水量，隨著現代水問題的出現，水缸提供了一種解決地下水含鹽度過高和泰國東北部的缺水問題的實用方案。泰國政府與地區非政府組織社區發展協會共同合作，對水缸生產的設計，建造，培訓和建造材料的購買進行資助，鄉村工廠也正在研究利用雨水罐提供穩定安全的水供應。在很多村莊，廠房前擺了很多水缸，人們可以立刻購買和運回使用，也可以通過泰國運河進行船運。對於那些沒有足夠勞力來自己生產水罐的村莊，他們可以向政府申請 250 美元的資助，用以購買水罐，政府的這項優惠也能通過免收 3 年的稅收的方式得到。而其他國家如瑞典、印度、巴西和墨西哥等採取修建小型水池、水倉和塘壩等工程措施，攔截雨水進行灌溉，都取得了良好的效果。

第二節 國內雨水貯集與利用系統相關政策

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，國內有關雨水貯集與利用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 現行雨水貯集與利用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： (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。

體系	單位	項次	法規名稱 (主管機關)	說明
				(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。
		7	新北市透水保水自治條例	<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：</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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：</p> <p>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		臺南市低碳城市自治條例第十八條規定應設置防	<p>一、臺南市都市計畫地區新建、增建或改建之五層樓以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</p>	

體系	單位	項次	法規名稱 (主管機關)	說明
			洪或雨水貯留設施之建築行為規模	<p>設施。</p> <p>三、新建建築物且建某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礙得低於下列規定：</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，訂定建築物雨水貯集與利用之水質建議值。將屋頂雨水收集後利用於沖廁、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 建築物雨水貯集與利用之水質建議值

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 (Fecal Coliforms)	CFU/100mL	< 200
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 國內雨水貯集與利用系統相關研究

國內目前關於「雨水貯集與利用系統」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 2017 年「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」，彙整分析國內外雨水貯留利

用設備產業及規範相關資料，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，其成果可作為日後推廣雨水貯留利用系統設施之重要參考資料；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 國內建築資訊模型應用概述

建築資訊(或簡稱 BIM)泛指的是在營建設施(包括如建築物、橋梁、道路、隧道等)的生命週期中，創建與維護營建設施產品數位資訊及其工程應用的一門技術，或可說明為 BIM 技術就是一個在電腦虛擬空間中模擬真實工程作為，以協助營建生命週期規劃、設計、施工、營運、維護工作中之各項管理與工程作業之新技術、新方法與新概念。

BIM 強調工程(包括建築、土木、水利、河海等各類工程)的生命週期資訊集結與永續性運用、3D 視覺化的呈現與跨專業跨階段的協同作業、幾何與非幾何資訊的繫結、靜態與動態過程資訊的即時掌握、微觀與巨觀空間資訊的整合等。以上之 BIM 技術特質對公共工程的品質提昇、減少錯誤變更的成本浪費、有效縮短工期、跨專業整合與溝通界面管理等成效。據此，BIM 就是利用

數位技術把想建造的建築物，在電腦中雕塑成 3D 實體模型，在這個 3D 實體模型本身即是具有體積、幾何外觀與空間的關係，所以就可以拿來作為該建築過程之錯、漏、碰、缺之檢查；如果賦予該模型地理座標，就可以得到日照、風向、雨量等資訊而據以進行設計調整。(資料來源：BIM 導入台灣綠建築設計案例實作研究期中報告，2014)

內政部營建署自 2012 年起，於代辦公有建築工程，將 BIM 建築資訊模型建置納入施工階段應辦事項，以加強建築工程介面整合，以提升工程進度及施工品質。復於 2013 年試行於規劃設計階段導入 BIM 建築資訊模型建置，並於 2014 年於規劃設計階段全面導入推動 BIM。

內政部建築研究所近年來亦陸續推動建築資訊模型相關研究計畫，期將建築資訊進行整合分享與應用研發推廣。推動 BIM 應用普及化，進行國外政府推動策略成功案例分析，研提適用於我國的技術相關標準架構，促進建築生命全週期資訊交換流通，以開發 BIM 導入建築管理作業等新型態應用，提昇營建產業整體效率及品質。其中，104 年-107 年「建築資訊整合分享與應用研發推廣計畫」中程個案計畫，將推廣應用 BIM 技術強化建築設施全生命週期之資訊管理與流通，以提升設計效率與施工品質，促進相關製造業發展，為國內營建產業 BIM 技術作為基礎，成果中並推出 BIM 技術策略，主要包括四大項：(1)普及推廣應用、(2)延伸、深化應用階段、(3)開發本土應用、(4)整合研究力量及成果。

106 年「建築資訊建模 BIM 應用推廣及宣導計畫」執行扮演 BIM 推動平台為計畫核心主軸，其中擬定配合七要項包括：(1)推廣、(2)教育、(3)元件、(4)樣板、(5)諮詢、(6)應用、(7)合作辦理等各項事宜，以求健全協助建築產業中全生命週期各階段的應用。此外，本計畫並結合了：(1)企業 BIM 導入及專案執行之諮詢輔導、(2)BIM 職能發展、(3)BIM 資訊服務與技術互動平台建置，以及(4)推廣及產學交流等作業進行，以符合滿足台灣在地化需求，將各階段 BIM 應用逐步整合、導入建築生命週期作業流程，完成產業升級為目標(資料來源：財團法人台灣建築中心)。

而與水資源等相關議題，106 年更透過建置「複合型低衝擊開發滯蓄洪系統容量設計工具」，在「低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫」一案執

行中，研究不同低衝擊開發技術規劃設計過程中，所搭配之各設備或設施，乃至各規範或工法所需搭載之細項元件選擇等一系列從規劃、設計至建築流程，進昇為搭配相關的產業或產品等資料的產出進而獲得提供作為進一步元件設施建模或分析時的重要參數依據，也進以完成低衝擊開發技術容量主體等相關建築元件模型建構及參數建置(資料來源：內政部建築研究所，低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫)。

目前國內 BIM 研究課題面向廣泛，包含：建築、機電、管線等設計指南；BIM 參數化元件庫之設計與建置；相關資訊格式交換及介面整合；防火性能設計；建築生命週期與履歷建置規劃等，然而針對水資源等相關之課題研究及建築資訊等尚相當匱乏，尤以元件模型等建構並加以整合者並不多件。政府在公共工程的品質要求、進度掌控、成本降低、以及永續發展方面，都應會有極大的助益，在政府積極推動綠建築以及水資源指標之時，如透過建築資訊及元件模型與其相關介面組的建構與建築設計產業資訊相結合，將有利於綠建築與水利用系統化之設計，提昇雨水利用模組化在綠建築設計之應用性。

而藉由本計畫之執行，可增加 BIM 在綠建築雨水貯集利用建築設計方面之應用資訊，將產業及產品資訊參數化，及與建築模型相連結，使研究成果迎合國內建築政策發展趨勢並落實於實務設計應用層面。

第三章 綠建築雨水貯集利用系統產業發展趨勢分析

透過第二章文獻蒐集成果，本章將界定雨水貯集與利用產業範疇、雨水貯集與利用系統產業發展影響因素分析、雨水貯集與利用產業之市場調查與分析方法比較、雨水貯集與利用系統產業市場調查與成果，進而研擬國內雨水貯集與利用系統產業發展的政策。

第一節 界定雨水貯集利用產業範疇

在進行雨水貯集與利用系統產業發展趨勢分析前，本節將定義雨水貯集與利用系統，以及界定本研究在其產業之範疇，詳述如后。

壹、雨水貯集利用產業定義

所以有形式的水資源(包括河川、湖泊、地下水等)皆來自於雨水，故雨水貯集與利用不僅僅是指建築物雨水利用或農業雨水利用，還包括基地保水、災備用水、都市防洪、地下水補給、改善生態環境等方面。雨水貯集與利用是一個綜合性的系統工程，不僅是與水利單位相關，更與都市計畫、市政、景觀、環保、公路、機關及學校等單位都有密切關係；不是一個純技術問題，首先需要政策法規的支持，更需要全民參與，故它也是一門社會科學，需要民眾都能了解、支持參與雨水貯集與利用的推動。雨水貯集與利用也是衡量國家、都市生態程度的指標，有些已開發國家並不缺水，也推廣雨水再利用，認為這是節約資源、珍惜資源的生態社會、生態經濟的表現。國內長期以來水價偏低，造成雨水再利用推動的不易，故在政策法規的配套措施與社會教育方面更需加強。

廣義的雨水貯集與利用系統係對都市循環系統及解決都市化所引起的水問題，其能利用各種措施對雨水資源的保護與利用，主要包括收集、調蓄與淨化後的直接利用；利用各種人工或自然水體、濕地或低地對雨水逕流的調蓄，淨化與利用，改善都市水環境與生態環境；利用各種人工或自然滲透設施使雨水滲入地

下，以補充地下水資源；狹義的雨水貯集與利用系統主要是收集、調蓄與淨化地表逕流後，直接利用在雜用水或其他用途。依照用途分類，可分為直接利用、間接利用及綜合利用。直接利用，係將收集的雨水直接利用而達到使用目的，如：沖廁、澆灌、洗車、冷卻補充水及景觀用水等；間接利用，係透過設施或工程手法來利用雨水而達到目的，如：雨水花園、滲透管(溝)工法設置，達到基地保水或補充地下水之目的；綜合利用，係考慮多用途、多目標而達到都市防洪、都市環境生態保護及都市永續發展等目的，其雨水貯集與利用的分類、方式及其用途如表 3-1 所示。

本計劃旨在綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣，故主要針對建築物雨水貯集利用系統作探討，雨水利用項目考慮沖廁、澆灌、洗車、冷卻補充水及景觀用水等，為直接利用之用途分類。

表 3-1 雨水貯集與利用的分類、方式及其用途

分類	方 式		主 要 用 途	
雨水直接利用	按區域型態	住宅區	綠化 道路清洗及降溫 洗車 沖廁 冷卻水補充 景觀用水 其他	
		工業區		
		商業區		
		公園、學校等公共場所		
	按規模和集中程度	集中式		集合住宅或區域整體
		分散式		獨棟建築雨水利用
		綜合式		集中與分散相結合
按主要建築物和地面的相對關係	地面式			
	地下式			
雨水間	集中式	乾式深井回灌	基地保水 滲透補注地下水	
		濕式深井回灌		

接 利 用		分 散 式	滲透檢查井	
			滲透管(溝)	
			滲透池(塘)	
			滲透地表	
			下凹式綠地、 雨水花園等	
兩 水 綜 合 利 用	因地制宜；利用與滲透相結合；利用與雨洪控制、汙染控制相結合；利用與景觀、改善生態環境相結合等。		多用途、多層次、都市生態景觀保護與改善、永續發展的需要	

(資料來源：本團隊整理)

貳、雨水貯集利用系統產業範疇

一個產業是由提供相近商品或服務，在相同或相關價值鏈上共同構成的，具有某種共同特性的單位而集合。依此定義，雨水貯集與利用系統產業鏈大致上分為五項，分別為目標訂定、規格與設計、生產及製造、建置及測試、訓練及操作，每個項目皆由不同產業單位所負責。首先由建築師擬定目標、規格與設計開始，接著由工程師執行，其雨水貯集與利用相關產品的生產、製造、選擇、建置及測試，皆由建商及承包商承攬，當雨水貯集與利用系統建置完成，後續仍需持續進行操作及訓練以保證系統運作及維護管理，負責單位如：社區大樓管理員。最後，需透過雨水貯留與利用系統運作成果與效益分析，將面臨的問題與意見反饋至每一個產業單位，進行調整與精進，方為一完整的雨水貯留與利用系統產業鏈型態。

然目前國內雨水貯留與利用系統由產品研發、設備選擇、服務廠商、工程施工、型式設計、使用端、至維護管理，仍為單一產業來負責單一項目，缺乏標準化的規劃流程及反饋機制，導致國內雨水貯集利用系統常有設計缺失、產品選用不當或缺乏維護管理，使系統無法穩定運作，因而造成產業發展停滯，阻礙雨水貯集利用系統的應用推廣。

本節計劃將建築雨水貯集與利用產業界定為四個階段，分別為規劃設計、生產代理、系統建置及維護管理，並條列各產業單元在每個階段中應負責的項目，

使產業鏈中的資訊得以流通，完成雨水貯集與利用產業的整合，更有利於雨水貯集利用應用技術的提升與推廣，其建築雨水貯集與利用產業範疇如后說明及圖 3-1 所示。

1. 規劃設計

- 建築師、工程師－設計規劃、建築資訊系統；
- 製造商、顧問公司、學校、學(協)會－提供技術諮詢；
- 政府機關－建築法規、規範、手冊。

2. 生產代理

- 製造商、代理商、研發單位－雨水貯集與利用產品、產品及技術推廣、建築資訊
- 政府機關－產品及技術推廣、綠建材標章

3. 系統建置

- 製造商、工程師、系統承包商－工程施工、建築資訊
- 政府機關－工程及施工技術規範

4. 維護管理

- 物流管理業、承包商－維護及後續服務
- 學校、學(協)會、研發單位－監測管理及成效反饋、技術推廣
- 政府機關－維護管理規範手冊、技術推廣

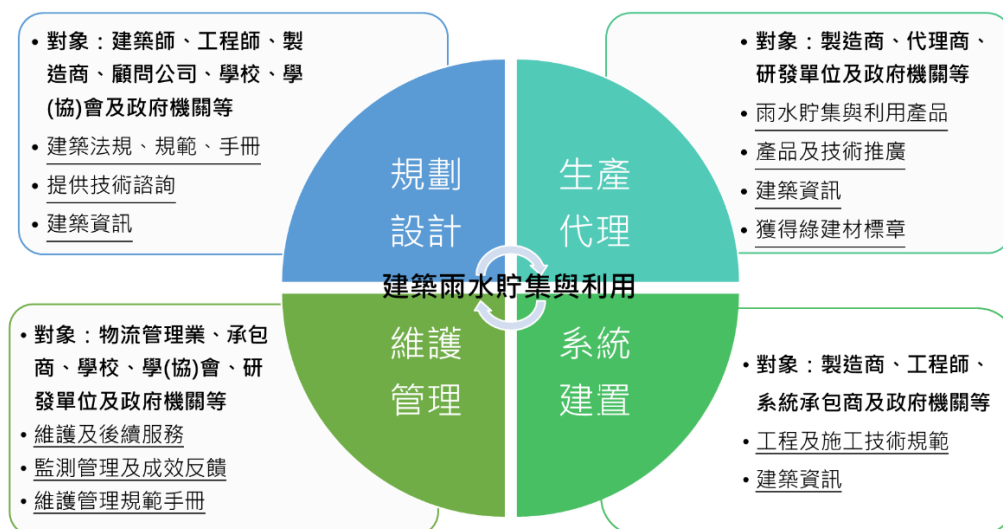


圖 3-1 建築雨水貯集與利用產業範疇

(資料來源：本計畫成果)

第二節 國內外雨水貯集利用系統產業發展與趨勢分析

本節將國內雨水貯集與利用系統產業發展分為國內水資源情況與產業發展概況、國外水資源情況與產業發展概況及產業發展趨勢分析進行探討，作為後續市場調查之依據。

壹、國內水資源情況與產業發展概況

雨水貯集利用系統的設計型式與發展方向會受當地環境背景所影響，故本小節首先針對國內環境背景將分為水資源情況作概況探討，進而考慮產業發展影響因素，分為政策導向、市場環境及技術與管理三個部分作概況探討。

1. 水資源情況

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)，再加上降雨的時空分布不均，北部的豐枯比約 6 比 4，中部和東部約 8 比 2，南部則為 9 比 1。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，實際可用水量僅為年降雨量之 26% 左右。因人口密度高，換

算後每人每年所分配到的降雨量僅約 4000 噸，是世界平均值的 1/5，而每人每年所分配到的有效水資源更只有 1700 餘噸，僅為全球的 1/6，是世界排名第 18 位的缺水國。

臺灣雖具豐沛的降雨量，但如上述因素影響，要有效收集所有雨水實屬困難，加上氣候變遷使得降雨量劇增與極端性，根據中央氣象局的歷史降雨觀測統計，臺灣地區最大年降雨量由 3,180 mm 增加到 3,568 mm，重現期也由 19 年縮短到 7 年；最小年降雨量則由 1,830 mm 減少到 1,572 mm，間距由 17 年縮短到 9 年，如圖 3-2 所示；以臺北測站來說，近百年來降雨日數減少了 27.8 天，年降雨量則增加了 268 mm，顯示臺灣地區發生極端性降雨的重現期間距越來越小且降雨日數減少，降雨集中且強度愈來愈強等情勢日益明顯，這些現象將使水資源的利用更加困難。

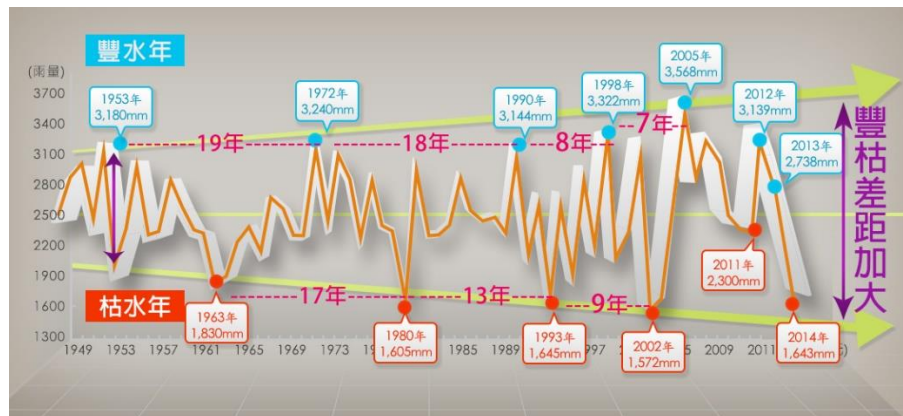


圖 3-2 歷史降雨量觀測統計之豐枯年趨勢圖

(資料來源：經濟部水利署)

早期儲水主要是透過興建水庫儲存大部分雨水，然而近年面臨水庫泥沙淤積的問題，據立院預算中心近日調查發現，全台水庫有效蓄水容量僅 71.05%，近 3 成水庫泥沙淤積嚴重。在民國 105 年 40 座主要水庫之統計資料，其中最為重要的 17 座水庫有效容量約占全部 40 座水庫的 96.67% 以上，分別為翡翠、新山、石門、寶山、永和山、明德、鯉魚潭、德基、霧社、日月潭、蘭潭、仁義潭、曾文、烏山頭、南化、牡丹及寶山第二水庫。透過此 17 座主要水庫歷年的總容量及有效容量統計資料顯示，如圖 3-3，即使政府正極力研擬與執行清淤作業，仍

趕不上水庫淤積的速度，使水庫有效容量逐年減少。然而在歷年 40 座水庫的取水量之統計資料顯示，如圖 3-4 所示，水庫的取水量呈現逐年增高；表示國內目前在用水量不斷增加的情況下，蓄水量卻在不斷下降，使得水資源管理面臨更嚴峻的考驗。

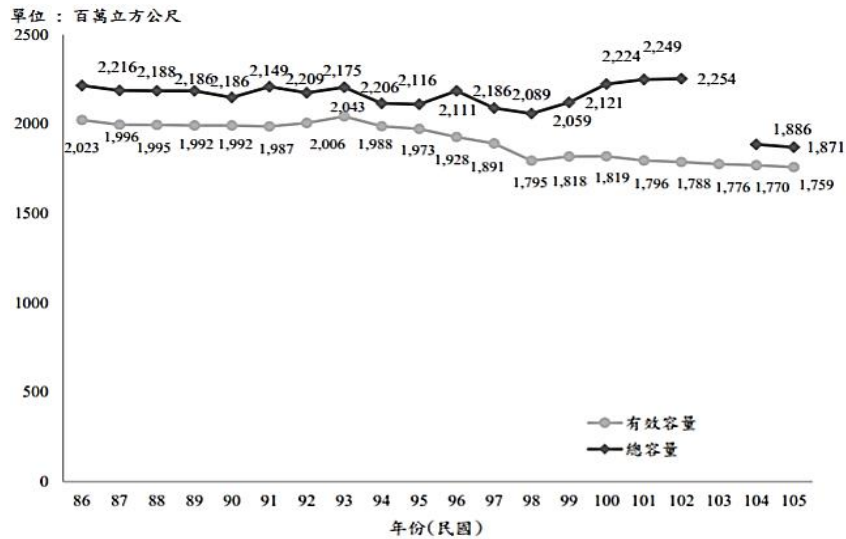


圖 3-3 歷年國內 17 座水庫的有效容量之趨勢圖

(資料來源：經濟部水利署)

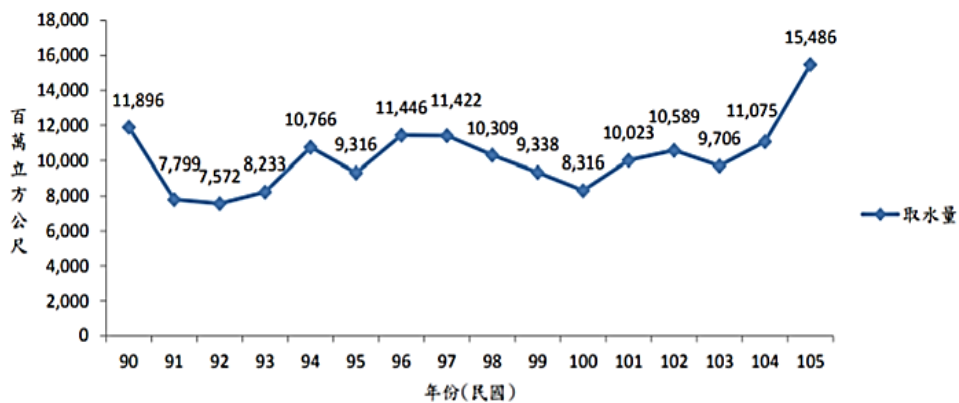


圖 3-4 歷年國內 40 座水庫的取水量之趨勢圖

(資料來源：經濟部水利署)

目前面臨這急遽變化的降雨環境，必須增加更多儲水空間來調控水資源，然而臺灣地狹人擠、地價昂貴，欲增設大型水庫已非常困難；而且由於降雨時空分布不均，旱季時期依然常常面臨水庫乾涸，雨季時期容量不足造成滿庫而必須洩

洪調控之問題。現今國際間比較推廣「多元分散」的資源管理法則，改變以往只依靠水庫這種「大而集中」的儲水思維；透過多元分散的雨水貯集利用系統設置，可以有效的降低風險，以及缺水危機的因應成本，如：廣設社區型小型雨水貯集利用設施，推廣系統的普及化，社區、企業體不必仰賴單一水資源來源，水資源的調度可將更趨彈性化。

參考 2014 年 C. H., Liaw 及 Y. C., Chiang 依綠建築評估手冊之臺灣降雨分區劃分(北部地區分為北 I、北 II、北 II 及北 IV，中部地區分為中 I 集中 II，南部地區分為南 I、南 II 及南 III，西部地區分為東 I、東 II、東 II 及東 IV，以及離島地區的離島 I 及離島 II)分析臺灣都市地區及郊區之建築物屋頂面積，並計算雨水可利用潛勢，彙整如下表 3-2。成果顯示，透過建築物屋頂收集雨水北部地區總雨水可利用潛勢為 483.2 百萬噸/年，中部地區為 287.1 百萬噸/年，南部地區為 339.2 百萬噸/年，東部地區為 49.3 百萬噸/年，外島地區為 9.9 百萬噸/年，全台灣為 1168.7 百萬噸/年。透過上述雨水利用潛勢分析結果，呈現在建築物屋頂實行雨水貯集利用系統收穫頗豐，非常適合於國內推廣設置，減輕水庫及雨水下水道之負擔，更落實水資源可多元分散管理之目的。

表 3-2 臺灣各降雨分區之雨水可利用潛勢表

Unit: (10 ⁶ m ³ /year)							
Regions	Rainfall Zone	Theoretical Potential			Available Potential		
		Urban Area	Rural Area	Total	Urban Area	Rural Area	Total
North	I	170.66	45.37	216.04	131.00	34.83	165.83
	II	20.67	76.61	97.28	14.21	52.67	66.88
	III	50.55	25.51	76.06	35.77	18.05	53.83
	IV	244.68	31.94	276.62	173.96	22.71	196.67
Center	I	187.03	153.86	340.90	125.40	103.16	228.56
	II	21.31	73.30	94.62	13.18	45.31	58.49
South	I	301.71	42.30	344.01	203.61	28.55	232.16
	II	59.42	65.40	124.82	31.18	34.32	65.50
	III	6.81	87.53	94.34	3.00	38.56	41.56
East	I	0.57	1.28	1.85	0.34	0.77	1.11
	II	17.37	9.85	27.22	11.11	6.30	17.41
	III	9.11	8.46	17.57	5.69	5.29	10.98
	IV	27.66	9.96	37.62	14.59	5.25	19.84
Offshore islands	I	12.97	0.00	12.97	9.15	0.00	9.15
	II	0.99	0.30	1.29	0.59	0.18	0.77
Total		1131.51	631.69	1763.20	772.78	395.95	1168.73

(資料來源：C. H., Liaw, Y. C., Chiang, Water, 6, 3224-3246, 2014)

2. 政策導向

雨水貯集利用技術在臺灣的發展已經有數十年的歷史，近年來雨水貯集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，是故雨水貯集利用為國內新興水資源產業。

2001年3月行政院核定內政部推動「綠建築推動方案」，規定公有建築物全面設置雨水貯留設施。2002年5月所核定之「挑戰2008：國家發展重點計畫」之十大重點投資計畫中，明列「水與綠建設計畫」，並於計畫內容中涵括「推動合理水價與節約用水」、「綠建築」及「綠校園」等與節約用水及雨水利用相關之重點工作；2003年新世紀水資源政策綱領基於力促水資源永續發展，追求人與自然環境之間的和諧與平衡為現代化水資源管理新理念，逐步推動「治水」、「利水」、「親水」、「活水」、「保水」五項核心水利政策，在「活水」及「保水」項目中，推動雨水貯集利用，促進水源供應多元化及提升水源利用效率；內政部營建署於2013年1月17日台內營字第1020800100號令修正發布「建築技術規則」建築設計施工編第四條之三，規定新建、改建或增建建築物應設置雨水貯集系統，且設計容量不得低於基地面積乘以 $0.045\text{ (m}^3/\text{m}^2)$ ；2017年「前瞻基礎建設計畫」水環境建設以「水與發展」、「水與安全」及「水與環境」三大建設主軸，其中更編列建築物設置雨水貯留建設計畫作為一工作指標，預計建置175處雨水貯留系統，節約用水量達34.5萬噸。



圖 3-5 「前瞻基礎建設計畫」水環境建設項目

(資料來源：前瞻基礎建設計畫，2017)

3. 市場環境

經濟部水利署依據水資源永續發展之政策，並配合政府推動民間參與公共建設之方針，積極規劃傳統水利事業知識化及產業化之工作，透過排除法令等投資障礙、釋出公共建設商機、輔導育成水利產業核心知能、舉辦大型招商展覽等措施，以建立新的知識型水利產業體系為政策目標。其中，海水淡化廠、小水力發電產業、深層海水產業、水再生利用產業及溫泉產業將優先推動。預估將釋出水再生利用至少 80 億 BOT 商機，創造小水力發電 150 億投資機會，深層海水每年約 26 億的產值，以及溫泉產業近 110 億的市場規模。此外，其他現有水利設施之新建、例行維護、汰舊換新，以及帶動上下游相關產業發展及附加價值，估計水利產業穩定發展後，將可創造逾一千億元以上之商機。

另外，經濟部水利署推估至西元 2020 年台灣地區總需水量成長 19 億噸(以 1990 年至 2000 年之平均需水量 181 億噸為基礎)，如以供水量並考慮地層下陷問題而禁止超抽地下水 23 億噸計算，則需多增加供給量 42 億噸之水源需求尚待開發，因此水利產業水源供給除了延用河川取水、水庫調蓄以及地下水抽用之外，積極尋求新興水源以使水資源供應更加多元化，為台灣水利產業經濟創造可觀之商機。評估現行國內的工業及民生用水，若部分採用雨水利用，則其市場產值預估將為民生用水部份將有 7 至 10 億之市場(依用水成長量估算)，工業用水則約有 6 億至 62 億之市場(依工業區設廠總面積之多寡估算)。

為鼓勵民眾建築物設置雨水貯集系統，政府透過經濟補助之方式進行推廣，如：內政部獎勵民間綠建築改善示範作業要點(100.2)，設置雨水貯留利用系統，其雨水貯留利用率達百分之八以上，依據申請人所提改善計畫工程經費核給獎勵金額。目前經濟部水利署推廣水資源智慧管理系統及節水技術計畫之「雨水貯留系統建設計畫」(106.7) 鼓勵地方政府廣設雨水貯留設施，由縣市政府統籌後向水利署提出申請案，並依據「經濟部水利署雨水貯留系統設施補助執行注意事項」，由水利署補助地方政府辦理。

然而，水價問題一直是國內雨水貯集利用產業無法廣為設置原因之一。依內政部建築研究所 2009 年研究資料顯示，臺灣開發水源每度自來水的成本為 25 元，但供水平均價格僅約 10 元左右，嚴重違反自由經濟市場機制，使用者僅需

負擔部分費用，多數費用卻由全民埋單，以致民眾不願意另外花錢設置雨水貯集系統且造成系統不易回收成本，連帶許多節水機制呈現難以推動的窘境。另外，目前國內雨水貯集利用系統所須之設備、機械、機具、儀器、器材、管材及組件大都仰賴國外進口代理，多無自行研發、設計、製造、生產，因此不僅無法具體形成新興雨水產業，也難以帶動相關產業發展與國際競爭，同時更導致維護技術之能力受制國外廠商。

透過近 30 年國內投資毛額趨勢圖，如圖 3-6，發現國內投資之年增率呈現逐年降低，表示國內越來越少人願意出資來帶動產業；僑外投資部分，聯合國貿易發展會議「2017 年世界投資報告」顯示，全球僑外投資金額占 GDP 平均為 35%，但台灣只有 14.2%，存量比率不及全球平均值的一半，表示目前國內面臨著國內外投資意願低，故要發展雨水產業實需透過政府政策引導，優先解決此問題。另外，根據 Global Water Intelligence 的調查，2011 年至 2018 年全球水資源商機中的「下水(包含雨水、家庭污水、事業廢水)」市場年增率為 3.9%，但透過近 30 年國內總生產毛額趨勢圖及近 5 年雨水貯集利用相關產業生產毛額趨勢圖，如圖 3-6 及圖 3-7，國內總生產毛額之年增率呈現逐年下降，而近五年雨水貯集利用相關產業生產毛額年增率分別為：用水供應業 1.53%、營造業-0.42%、住宅服務業 2.43%、專業、科學及技術服務業 2.37%，數據顯示年增率並未趕上全球性增長的幅度，故欲推廣雨水貯集利用產業應整合產業鏈降低資產價格與成本，方可帶動產業成長。

近30年國內投資毛額趨勢圖

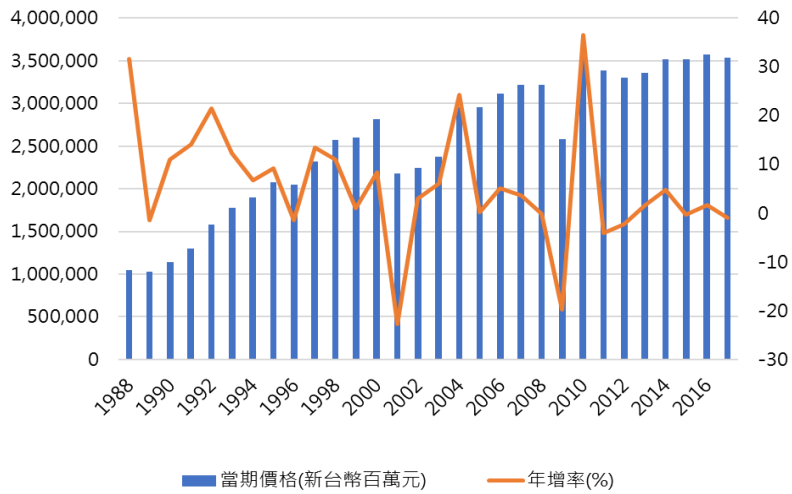


圖 3-6 近 30 年國內投資毛額趨勢圖

(資料來源：本研究彙整成果)

近30年國內GDP趨勢圖

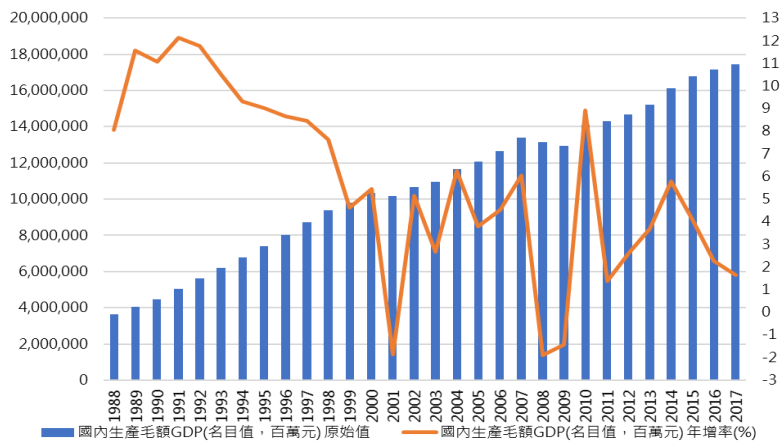


圖 3-7 近 30 年國內總生產毛額(GDP)趨勢圖

(資料來源：本研究彙整成果)

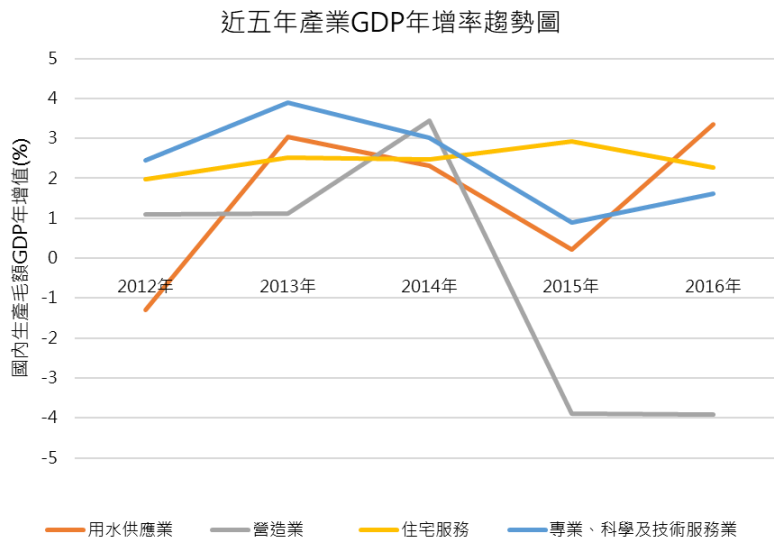


圖 3-8 近 5 年雨水貯集利用相關產業生產毛額(GDP)趨勢圖

(資料來源：本研究彙整成果)

4. 技術層面

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，使雨水的能有效的利用，並於綠建築評估手冊水資源指標中提供雨水貯集利用系統容量設計 Vs 與自來水替代率 Rc 值評估方法，作為規劃設計之依據。近年國內陸續針對雨水貯集利用系統發行相關技術手冊供民眾與規劃設計者參考，說明如后。

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。

內政部營建署 2005 年透過修法的方式，在「建築技術規則」中訂定「綠建築基準專章」法令，更進一步針對基地保水及雨水利用兩部分，訂立了「建築基地保水設計技術規範」及「建築物雨水貯留利用設計技術規範」、「建築物生活雜排水回收再利用設計技術規範」等相關設計技術規範，以加強推廣雨水貯留與基地保水滲透設施之設置。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。

內政部營建署 2013 年「建築技術規則」之建築設計施工編，增訂於未規定之都市計畫地區要求設置雨水貯集滯洪設施，作為都市防洪措施之一，並規定其建築基地之基本雨水貯集設計容量標準、雨水貯集滯洪設施之適用範圍、設施設置場所、收集、排放雨水、泥砂清除及溢流設施或設備等，且得兼具建築基地保水或建築物雨水貯留利用系統之功能；另考量既有合法建築物增設雨水貯集滯洪設施較為困難，爰規定以增加之建築面積部分檢討基本雨水貯集設計容量，以改善都市的水文循環系統，並紓解水患的威脅，打造保水與耐水的都市環境。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。

貳、國外水資源情況與產業發展概況

國外許多先進國家對雨水貯集利用已推動多年，且涵蓋範圍廣泛舉凡供水、減災、親水、保水及法制化等，其相關法規、應用領域與方法等資料，可做為評估國內雨水貯集利用產業推動策略之參考。各國水資源情況與產業發展概況分述如后。

1. 德國

歐洲中部的德國，地勢北低南高，年降水量 800 mm，年內年際分佈都比較均勻。德國水資源豐沛，雖不存在水資源短缺問題，但為了維持良好的生態與環境，德國政府不僅制定了嚴格的法律和法規，要求對污水進行治理，同時還要求對雨水進行貯集利用，並投入了大量的人力物力開展雨水利用的研究與應用，為國際上雨水貯集利用技術最為先進的國家之一。

德國對雨水在都市生態系統的作用有了較早的認識和研究，並提出了相應的管理手段，發展了適宜的技術及措施。從 20 世紀 80 年代至今，其雨水管理有了較大的轉變，1989 年《雨水利用設施標準》的出臺標誌著第一代雨水貯集利用的技術與成熟，在經歷了 1992 年的自控技術的提升後，目前的雨水貯集利用技術正處於設備集成化的第三發展階段。因此從技術和管理的角度看，德國在雨水領域已形成較完備的管理框架和技術體系。

從宏觀意義上講，德國的雨水管理主要是利用經濟、法律和技術手段，使降水盡可能地進行自然水迴圈，以保持生態平衡；從技術層面理解，雨水管理體現為雨水的處置和利用，其指導思想是通過安全、經濟、可靠的技術手段對降水進行收集、傳輸和處置，以減少排入公共雨水或污水管道的水量，並使降雨盡可能得到處理和使用，而雨水管理的實施有賴於法律和規章制度的建設。

在法規建設方面，聯邦水法、建設法規和地區法規以法律條文或規定的形式，要求加強對自然環境的保護和水的永續利用。聯邦水法的政策導向表現為：優化生態環境，保持生態平衡，這為各州的法律建設確立了基本依據。在 1986 年的水利法中將水供應的技術可靠性和衛生安全性列為重點，對於生態平衡，僅在第一章提出了預防性的觀點，即每一用戶有義務節約用水，以保證水供應的總量平衡。到了 1996 年，其補充條款中則增加了對水的可持續利用的理念的強調。為了保證水的利用效率，要避免排水量增加，即排水量零增長。在這種背景下，建設規劃導則規定：在建設專案的用地規劃中，要保障雨水下滲用地，並通過法規進一步落實。

在經濟手段方面，為了實現排入管網的逕流量零增長的目標，各城市根據生態法、水法、地方行政費用管理條例的規定，制定了各自的雨水費用(也稱為管道

使用費)徵收標準,據此並結合當地降水狀況、業主所擁有的不透水地面面積,就可計算出應繳納的雨水費(由相應的行政主管部門收取)。此項資金主要用於雨水專案的投資補貼,以鼓勵雨水利用項目的建設。雨水費用的徵收有利的促進了雨水處置和利用方式的轉變,對雨水管理理念的貫徹有重要意義。

應用技術研究層面上,主要集中於:交通路面逕流污染控制技術、多種構築物的組合處理技術及其他機理研究。目前,德國雨水貯集利用技術已經進入三代,在完善的技術標準指導下廣泛應用於社會生產、生活的各個領域,為都市雨水的永續利用提供了技術保障。

2. 英國

英國年降雨量約 1,100 mm,每人每年平均分配之降水量約 4,400 m³,為解決日益嚴重的水資源短缺問題和提升倫敦等大城市的市政排水能力,英國政府積極鼓勵在居民家中、社區和商業建築設立雨水收集利用系統,並採取立法手段,通過《住房建築管理規定》等法律規定,間接促進家庭雨水回收系統的普及。

在 2006 年至 2015 年間針對新建房屋設立 1 到 6 級的評估體系,要求所有的新建房屋至少須達到 3 級以上的永續利用標準,而其中最重要的提升等級方式之一就是建立雨水貯集與利用系統。2015 年後更有針對性控制水資源利用效率,直接要求單一住房單元的居民每天設計用水量不得超過 125 公升,使開發商和居民更加積極地在家中建立雨水貯集與利用系統。同時也大力推動大型市政建築和商業建築的雨水利用,典型案例就是倫敦奧林匹克公園,園內主體建築和林地在建設過程中建立了完善的雨水貯集與利用系統,透過雨水收集和廢水再利用等方式,使占地 225 公頃的公園灌溉用水完全來自於雨水和經過處理的中水,並供給周邊居民,使周邊街區用水量較其他類似街區下降了 40%。

3. 美國

全美多年平均降水量為 760 mm。西部 17 個州為乾旱和半乾旱區,年降水量在 500 mm 以下,西部內陸地區只有 250 mm 左右,科羅拉多河下游地區不足 90 mm,是全美水資源較為緊缺的地區;東部是濕潤與半濕潤地區,年降水量為 800 至 1000 mm 左右。美國水資源總量為 29702 億 m³,人均水資源量接近 12000 m³,

是水資源較為豐富的國家之一。

美國的雨水貯集利用以提高天然入滲能力為目的，興建地下隧道蓄水系統，建立屋頂蓄水和由入滲池、井、草地、透水地面組成的地表回灌系統，讓洪水迂迴滯留於曾經被堤防保護的土地中，既利用了洪水的生態環境功能，同時減低了其他重要地區的防汛壓力。“雨水最佳管理實踐”（BMPs: Best Management Practices）和“低衝擊開發”（LID: Low-impact Development）理論都是以尊重自然、恢復自然機制在城市中的作用為出發點，極力拓展“雨水調蓄”的空間和容量，盡可能在集水區內部吸納相當數量的雨水，並規範約束人類的建設活動，以減少人類活動對原本生態環境的破壞性影響，尋求發展需求與環境保護之間的平衡。

美國的科羅拉多州(1974年)、佛羅里達州(1974年)和賓夕法尼亞州(1978年)分別制定了《雨水管理條例》。這些條例規定新開發區的暴雨雨水洪峰流量不能超過開發前的水平。所有新開發區（不包括獨戶住家）必須實行強制的「就地滯洪蓄水」。例如在1972年，芝加哥城市衛生街區開始在沒有下水道和設置分流式下水道的新土地開發區，強制性地實施雨水貯留設施，以應付因城市化增長而增大的雨水徑流，其貯留設施的蓄水方式是各種各樣的，有蓄水湖、池子，地下蓄水設施等。為解決集水面積 971 km^2 的合流制下水道地區的供水和水質問題，在上游建造了3個大型雨水貯留池（總貯留量 1.57 億 m^3 ），街區下的一條大型地下河似的雨水貯留管，整個衛生街區的全部貯留設施的貯留高（貯留水量與流域面積的比，相當於降雨形成的徑流深度）是 172 mm ，貯留量很大。同時各州普遍推廣地表回灌系統，其中加州富雷斯諾市年回灌量占該市年用水量的 $1/5$ 。除了制定雨水的管理法規，各州政府還採取了一系列經濟獎懲措施，如利用總稅收、發行義務債券、補貼、貸款等方式鼓勵雨水管理的落實。

2013年美國雨水貯留系統協會（ARCSA）和美國水暖工程協會（ASPE）聯合發布了ARCSA/ASPE 63-2013「雨水貯留系統的水暖工程與設計標準」，主要目標係透過降低因雨水收集系統的不良設計、安裝和維護導致的使用者風險，為建造和維護一種公共供水或井水資源的安全替代方案提供相關指導。2015年《統一水暖規範》(UPC)增加了對雨水集蓄系統的要求，當集蓄的水用於飲用目的時，

所有配水材料必須滿足該規範的現有飲用水供應要求。除了頒佈 2015 版《統一水暖規範》和 ARCSA/ASPE 63-2013 標準，加拿大標準協會 (CSA) 和國際規範理事會 (ICC) 聯合成立了雨水收集系統設計與安裝標準開發委員會。CSA/ICC 805-201x 目前仍是草案格式，其將成為一個類似的雨水收集系統設計、安裝和維護標準，這些系統預期用於收集、儲存、處理、分配和使用用於飲用和非飲用目的的雨水。

4. 中國

中國的淡水資源總量為 28000 億 m^3 ，佔全球水資源的 6%，名列世界第四位。人均水資源量只有 2300 m^3 ，僅為世界平均水平的 1/4，是全球人均水資源貧乏的國家之一。然中國又是世界上用水量最多的國家，2002 年全國淡水取用量達到 5497 m^3 ，大約佔世界年取用量的 13%，是美國 1995 年淡水供應量 4700 億立方米的約 1.2 倍。

自 20 世紀 80 年代以來，隨著雨水貯集和節水灌溉理論、技術的不斷成熟和完善，現代農業雨水貯集利用技術在中國被廣泛推廣和應用，為乾旱缺水地區帶來了很好的社會、經濟、生態環境效應。隨著中國都市化進程的快速推進，都市用水量增加及污水排放問題影響都市或郊區之發展，缺水問題日益突出。在 2000 年啟動的“北京城區雨洪控制與利用示範工程”，是中國開展得比較早的都市雨水貯集利用項目之一，被列入“首都 248 重大創新工程”，由北京市水務局組織實施。

2013 年頒佈了〈城鎮排水與污水處理條例〉以及〈國務院辦公廳關於做好城市排水防澇措施建設工作的通知〉等相關文件，2013 年 12 月的「中央城鎮化工作會議」中，中國國家主席提出「建設自然積存、自然滲透、自然淨化的海綿城市」。2014 年初，中國國務院的住房和城鄉建設部在工作要點指出，要「督促各地加快雨汙分流改造，提高都市排水防澇水平，大力推行低影響開發建設模式，加快研究建設海綿型城市的政策措施」。同年 11 月，住建部又發布了〈海綿城市建設技術指南——低影響開發雨水系統構建（試行）〉，明確指出「低衝擊開發」作為建設「海綿城市」的具體措施。2015 年初，海綿城市計畫的工作正式開啟，從中國各地選出了 16 個城市作為海綿城市的第一批試點。2015 年 10 月，國務

院辦公廳印發〈關於推進海綿城市建設的指導意見〉，指出，到 2020 年都市建成區 20% 以上的面積要達到目標要求，到 2030 年都市建成區 80% 以上的面積要達到目標要求，而此文件成為指導海綿城市試點的建設綱領。2018 年 3 月 22 日，在聯合國發起“國際水行動 10 年”計劃之際，中國的“海綿城市”計劃成為聯合國的關注焦點之一。

5. 日本

日本之全國年平均降水量 1,718 mm 是約世界平均降水量之 2 倍，但由於人口稠密，國土狹小之關係，每人每年平均所能分配之降水總量僅約 5,100 m³，約世界平均值之 1/4。河長短，地勢陡，降雨之大部分均直奔入海之國土地形及降雨之分布不均，幾乎集中在雨季或颱風季節及向日本海地區，各季積雪之融雪期是迅速融化等之降水特性下，日本利用河川水之安定條件可謂並不理想。

日本於 1963 年開始興建滯洪和儲蓄雨水的蓄水池，許多城市在屋頂修建用雨水澆灌的「空中花園」，在減少城市地表徑流的同時，減少自來水的消耗，增加了城市的綠地面積，美化了城市環境，淨化了城市空氣，吸收了城市噪音，還能夠降低城市的熱島效應。有些大型建築物如相撲館、大會場、機關大樓，建有數千立方米容積的地下水池來儲存雨水，並充分利用了地下空間。早在 1980 年日本建設省就開始推行雨水貯留滲透計劃，來涵養地下水源、復活泉水、恢復河川基流，改善生態環境，並在 1988 年成立了有清水、住友、日產、三菱等著名公司在內的 84 家公司參加的「日本雨水貯留滲透技術協會」，利用公園、綠地、庭院、停車場、運動場、道路以及建築物等場所，設置滲透井、管、池和滲透性覆蓋等收集雨水的設施，將收集到的雨水用於消防、洗車、沖廁所、冷卻用水，也可以經過處理後供居民飲用。

近年來，各種雨水入滲設施在日本得到迅速發展，包括滲井、滲溝、滲池等。現在已擁有利用雨水設施的建築物一百多座、屋頂集水面積二十多萬平方米，如東京匯東區文化中心修建的收集雨水設施集雨面積 5600 m²，雨水池容積為 400 m³，每年作飲用水和雜用的雨水占其年用水量的 45%；東京的一座相撲館每天一百多立方米沖洗用水大部分來自屋頂收集的雨水。其中具特色的雨水貯集利用工

程之一是 1984 年 11 月竣工的國技館，約有 8360m² 屋頂面積和 2000m² 的水泥地面，每年使用約 90 天，利用屋頂收集雨水，可滿足廁所沖洗水、冷卻塔補給水和其它用水要求。國技館採用降雨強度計，連續監測降雨強度，判斷當雨量在 1~10 mm/h 時雨水（初期棄流雨水）水質較差，因此當降雨該段時間後，各裝置分別（打開各自動閥）開始集水。供水係透過儲存槽水泵的壓力直接供水。如果儲存槽內水位低於標準水位時，由雨水儲存槽補充，從而確保一定量的儲存水供消防或災害時飲用水的使用，儲存槽內的水位由數字電極和投入式水位計算機兩種儀器控制。

日本注重修建蓄積雨水的工程設施，既控制了汛期多餘的雨水徑流，又減少了排水設施，同時也緩解了城市水資源的供需矛盾。如日本名古屋的若宮大通調節池，建在城市街道下面（與地面僅有一層混凝土板相隔），長約 316m，寬度為 47~50m，最大貯流量約為 100m³。日本政府於 1992 年頒布了「第二代城市排水總體規劃」，正式將雨水滲溝、滲塘及透水地面作為城市總體規劃的組成部分，要求新建、改建的大型公共建築物必須設置雨水下滲設施。為減輕都市化造成的水問題及健全水資源環境的目的，透過經濟手段 1997 年於全國約有 50 個區、市之個人住宅中，實施設置雨水貯留滲透設施之補助，並致力擴展落實至全國各都、道、府、縣以及區、市、町、村；2002 年 4 月開始，對於利用雨水及降低逕流量之稅賦政策，包括雨水、排水利用設施之促進稅制及雨水貯存利用滲透設施之促進稅制。

6. 其它國家

雨水貯集利用的緣起可追溯到 2000 年前，在乾旱的中東地區及亞洲南部等地透過在雨季時嘗試收集雨水而供旱季使用，並逐步掌握和累積雨水貯集利用的技術和經驗，如：尼日利亞，雨水為人們賴以生存的生活飲用水；以色列將雨水用於集水農業灌溉。

近年雨水貯集利用系統為世界各國所重視，除上述國家外，其它雨水貯集利用系統成功推廣的國家，如：泰國的大水缸貯水計畫，藉由雨水資源解決了當地鄉村的民生用水問題；丹麥解決的地下水過度使用問題，透過雨水貯集系統替代沖廁及洗衣服用水；新加坡執行 Singapore Green Plan 2012 (SGP2012) 之水資源管

理政策中，Water Efficient Homes (WEH) 計劃幫助居民節約家庭用水，降低水的支出；澳洲「都市智慧水設計」(WSUD：Water Sensitive Urban Design) 增加雨水利用及減少洪水風險之逕流流量...等等。本研究將各國雨水貯集利用系統產業發展與推動依政策導向、市場機制、技術層面三大項目進行彙整，其彙整表如下表 3-3 所示。

表 3-3 各國雨水貯集利用系統產業發展與推動

國家	政策導向		市場環境		技術層面	
	設計目標	主要政策	產業推廣	經濟層面	技術規範	社會管理
德國	水資源永續利用；排水量零成長	聯邦水法、建設法規和地區法規	刺激雨水企業競爭；促進管理技術進步；形成雨水產業	雨水費用(管道使用費)徵收；雨水專案的投資補貼	推廣普及家庭化雨水收集技術；《雨水利用設施標準(DIN1989)》	制定全國排水標準；水綜合管理技術
英國	將保護雨水循環與預防城市內澇結合起來	營造良好的雨水管理環境	行業協會帶動雨水產業發展	稅收優惠	SUDS；《永續發展住宅標準》；《建築法》	強降雨預警系統
美國	就地滯洪蓄水，減少環境干擾			雨水排放費；利用總稅收、發行義務債券、補貼、貸款等方式鼓勵雨水管理的落實	LID；BMPs；GI；ARCSA/ASPE 63-2013《雨水貯留系統的水暖工程與設計標準》	暴雨預警系統
中國	自然積存、自然滲透、自然淨化	海綿城市	PPP(政府和社會資本合作)	經費補助	《海綿城市建設技術指南》	暴雨預警系統
日本	貯留雨水以供水與防洪；增進雨水滲透，改善環境	鼓勵雨水收集再利用	行業協會帶動雨水產業發展；民營企業支持政府計劃	調整水價；補貼居民裝設雨水貯留設施；利用雨水及降低逕流量之稅賦政策；出口雨水	下水道協會統一下水道標準	降雨信息系統

新加坡	節約水資源；水利建設；收集雨水；獲取淡水	Singapore Green Plan 2012 (SGP2012) - Water Efficient Homes (WEH)			WEH	
澳洲	增加雨水利用及減少洪水風險	「都市智慧水設計」(WSUD: Water Sensitive Urban Design)		採水價累進費率以引導民眾與企業節約用水。	WSUD	
新西蘭	都市發展盡量減少對水環境的影響				雨水管理政策	
丹麥	永續雨水利用理念；重視雨水利用			雨水利用技術的推廣綜合考慮經濟成本		
泰國	民生用水	大水缸計畫				

(資料來源：本研究彙整成果)

參、雨水貯集利用系統發展趨勢分析

雨水貯集利用系統可解決都市缺水及都市化造成的諸多問題，目前國內外已越來越多的關注及研究在此議題之上。透過文獻與相關研究之蒐集彙整，總結近年都市雨水貯集利用在理論及技術方面發展，主要呈現以下趨勢。

1. 結合應用工具進行區域性定量化研究

都市雨水貯集利用系統之研究由定性研究轉向定量研究，以往眾多研究者針對雨水貯集系統定性研究投入大量工作，目前針對系統更迫切需要將其研究成果量化。臺灣降雨空間分布差異甚大，雨水及利用系統設計規劃過程往往需視土地

開發位置之地文、水文特性，進行一系列之水文分析，並且需符合現有法律之規定，方能達成正確且有效的配置規劃。

另外，近年來全球雲端運算技術及服務應用發展崛起，若應用網際網路地理資訊系統(Web-based Geographic Information System, Web-GIS)技術並整合政府相關開放資料，包括 OGC (Open Geospatial Consortium) WMS (Web Map Service)、圖磚服務(Web Map Tile Service, WMTS)，及網頁地圖應用程式介面(Web Map Application Programming Interface, Web Map API)服務，為都市雨水貯集利用模型之建立提供了大量背景資訊，進而應用相關水文分析工具，如：SWMM，建置整合式計算平台，可提升雨水貯集利用系統設計工作之效率。

2. 多目標雨水貯集利用系統設計

為實現都市區域社會、經濟、環境和空間發展之結合，雨水貯集利用系統設置將需符合生態性、休閒性、環境舒適性及永續利用之要求，系統設計將由單一標的設計向多目標及綜合化發展。透過綜合性技術措施實現與水資源的多種目標及功能，包括雨水的貯集利用、減洪、滲透、災備、景觀、汙染控制、甚至結合再生能源等多種子系統的組合。

在新建的社區、公園或類似的環境條件較好的都市地區，將範圍內屋頂、綠地和路面的雨水逕流收集利用，可達到削減都市暴雨逕流量、面源汙染物排放量、優化社區排水系統、減少洪澇及改善環境等效果。具體作法和規模依據地方特點而不同，採用直接利用或間接利用，或兩種利用方式相結合，以符合經濟而設置，一般包括滲透、雨水收集、淨化處理、景觀、利用與排放系統等，有時還包括屋頂綠化、太陽能、風能利用及景觀於一體的生態住宅區與生態建築。

3. 建築資訊模型技術

內政部營建署自 2012 年起，於代辦公有建築工程，將建築資訊模型 (Building Information Modeling, 以下簡稱 BIM) 技術建置納入施工階段應辦事項，以加強建築工程介面整合，以提升工程進度及施工品質。復於 2013 年試行於規劃設計階段導入 BIM 建築資訊模型建置，並於 2014 年於規劃設計階段全面導入推動 BIM。

目前國內 BIM 之運用面向廣泛，包含：建築、機電、管線等設計指南；BIM 參數化元件庫之設計與建置；相關資訊格式交換及介面整合；防火性能設計；建築生命週期與履歷建置規劃等，然而針對水資源等相關之課題研究及建築資訊等尚相當匱乏，尤以元件模型等建構並加以整合者並不多件。政府在公共工程的品質要求、進度掌控、成本降低、以及永續發展方面，都應會有極大的助益；BIM 技術的發展對營建產業的商務模式與產業文化會有深遠的影響，而持續發展的結果，業主會是明顯的實質受益者。政府是公共工程的最大業主，我國公共工程若能積極導入 BIM 技術，對政府在公共工程的品質要求、進度掌控、成本降低、以及永續發展方面，都應會有極大的助益。在政府積極推動綠建築以及水資源指標之時，如透過建築資訊及元件模型與其相關介面組的建構與建築設計產業資訊相結合，將有利於綠建築與雨水利用系統化之設計，提昇雨水貯集利用模組化在綠建築設計之應用性。

4. 智慧雨水貯集利用系統

隨著電子科技的進步及網路快速的發展，跨領域與跨業合作已經是一種潮流及思維，因此運用智慧物聯網於雨水貯集利用領域的科技，讓物聯網系統中的感測器及控制器能自動收集雨水使用量等參數，並透過窄頻低功耗的 NB-IoT 閘道器將數據上傳至 IoT 平台系統，使用者可透過電腦或行動裝置做系統的監控及數據分析。導入智慧管理工具來因應氣候變遷的影響已為世界各國水資源政策的新思維。

透過智慧物聯網的整合，可進行即時資訊整合及有效監控雨水貯集利用系統的使用情形，包含降雨預測、雨水利用效率、自來水使用情況、系統出流量、水質情況...等，使系統可將大數據分析之觀念將雨水貯集利用功效極大化來利用雨水作為沖廁、澆灌，達到一個智慧雨水貯集利用系統，且利於系統維護管理及數據反饋而作研發精進，並提升節能省碳的水資源環境教育功能等附加價值，為未來都市雨洪管理發展之重要項目。

第三節 雨水貯集與利用產業之市場調查方法

本節主要針對國內常見市場調查方法及決策分析方法進行比較，並選擇合適的產業調查的分析方法，進而針對選擇的決策分析方法制定影響因子，作為本問卷之決策之依據，分別敘述如后。

壹、市場調查

市場調查就是指運用科學的方法，有目的地、系統地搜集、記錄、整理有關市場營銷信息和資料，分析市場情況，瞭解市場的現狀及其發展趨勢，為市場預測和營銷決策提供客觀的、正確的資料。市場調查的內容很多，有市場環境調查，包括政策環境、經濟環境、社會文化環境的調查；有市場基本狀況的調查，主要包括市場規範，總體需求量，市場的動向，同行業的市場分佈占有率等；有銷售可能性調查，包括現有和潛在用戶的人數及需求量，市場需求變化趨勢，產業競爭對手的產品在市場上的占有率，擴大銷售的可能性和具體途徑等；還可對消費者及消費需求、產業產品、產品價格、影響銷售的社會和自然因素、銷售渠道等開展調查。常見的市場調查有下列四種方法：

1. 定性市場研究

最常被使用。簡單來說就是從受訪者的數字回答中去分析，不針對整個人口、也不會做大型的統計。常見的例子：焦點小組、深度訪談、專案進行等。

2. 定量市場研究

採用假說的形式，使用任意採樣、並從樣品數來推斷結果，這種手法經常用在人口普查、經濟力調查等大型的研究。常見的例子：大型問卷、問卷調查等。

3. 觀察技術

由研究員觀察社會現象，並自行設定十字做法，就是水平式比較（通常是指時間性的比較）、與垂直式的比較（與同一時間不同社會或不同現象比較）。常見的例子：產品使用分析、瀏覽器的 Cookie 分析。

4. 試驗設計

由研究員創造一個半人工的環境測試使用者。這個半人工的環境能夠控制一些研究員想要對照的影響因子。例子：包括了購買實驗室、試銷會場。

本研究主要以定量市場研究做為雨水貯集利用系統產業調查知方法，並搭配定性市場研究作補充與建議修正。在雨水貯集利用系統產業調查之定量市場研究為獲得較可靠的問卷調查成果，將不求問卷發放數量而透過發放對象初步篩選，提高問卷調查成果之質量，故問卷發放對象將選擇與本研究主題雨水貯集利用系統產業相關之專業人士或廠商，預計回收約至少約 30 份問卷調查而進行決策分析。進而，透過本研究人員親自深度訪談及專家學者座談會之方式，進行定性市場研究作問卷補充、修正以及產業發展決策之意見蒐集，使本市場調查內容更臻完備及更具參考價值。

貳、市場決策分析

針對產業而言，市場決策分析是指對有關產品市場經營和銷售活動的目標、方針、策略等重大問題進行選擇和決斷的過程，而營銷策劃是在決策的選擇決斷之前的一種謀劃、構思、設計的思維過程。選擇與決斷的理智與否和正確與否，其前提保證條件，是要有經過科學策劃程式運作而生成的備選方案。沒有策劃方案，就沒有選擇，也就沒有必要進行策劃。可見，決策選擇和科學策劃相輔相成是市場營銷活動成功的基本保證。國內常見的市場決策分析方法包括 KANO 模型、5W2H 分析法、SWOT 分析法、BCG 矩陣、PEST 分析模型及五力分析法....等，分別敘述如后。

1. KANO 模型

KANO 模型定義了三個層次的顧客需求:基本型需求、期望型需求和興奮型需求。這三種需求根據績效指標分類就是基本因素、績效因素和激勵因素。

基本型需求是顧客對企業提供的產品／服務因素的基本要求。這是顧客認為產品／服務“必須有”的屬性或功能。當其特性不充足(不滿足顧客需求)時，顧客很不滿意；當其特性充足(滿足顧客需求)時，顧客也可能不會因而

表現出滿意。對於基本型需求，即使超過了顧客的期望，但顧客充其量達到滿意，不會對此表現出更多的好感。不過只要稍有一些疏忽，未達到顧客的期望，則顧客滿意將一落千丈。對於顧客而言，這些需求是必須滿足的，理所當然的。期望型需求是指顧客的滿意狀況與需求的滿足程度成比例關係的需求。期望型需求沒有基本型需求那樣苛刻，其要求提供的產品／服務比較優秀，但並不是“必須”的產品屬性或服務行為。企業提供的產品／服務水平超出顧客期望越多，顧客的滿意狀況越好，反之亦然。在市場調查中，顧客談論的通常是期望型需求。質量投訴處理在我國的現狀始終不令人滿意，該服務也可以被視為期望型需求。如果企業對質量投訴處理得越圓滿，那麼顧客就越滿意。魅力型需求是指不會被顧客過分期望的需求。但魅力型需求一旦得到滿足，顧客表現出的滿意狀況則也是非常高的。對於魅力型需求，隨著滿足顧客期望程度的增加，顧客滿意也急劇上升；反之，即使在期望不滿足時，顧客也不會因而表現出明顯的不滿意。這要求企業提供給顧客一些完全出乎意料的產品屬性或服務行為，使顧客產生驚喜。顧客對一些產品／服務沒有表達出明確的需求，當這些產品／服務提供給顧客時，顧客就會表現出非常滿意，從而提高顧客的忠誠度。例如，一些著名品牌的企業能夠定時進行產品的質量跟蹤和回訪，發佈最新的產品信息和促銷內容，併為顧客提供最便捷的購物方式。對此，即使另一些企業未提供這些服務，顧客也不會由此表現出不滿意。

KANO 模型分析方法是狩野紀昭基於 KANO 模型對顧客需求的細分原理，開發的一套結構型問卷和分析方法。KANO 模型分析方法並不直接用來測量顧客的滿意程度，主要用於識別顧客需求，幫助企業瞭解不同層次的顧客需求，確定使顧客滿意的關鍵要素。KANO 模型分析方法需要根據狩野紀昭設計的結構型問卷，另行收集調查信息。其基本步驟如下：

- (1) 從顧客角度認識產品／服務需要；
- (2) 設計問卷調查表；
- (3) 實施有效的問卷調查；

(4) 將調查結果分類彙總，建立質量原型；

(5) 分析質量原型，識別具體測量指標的敏感性。

為了能夠將質量特性區分為基本型需求、期望型需求和魅力型需求，KANO 問卷中每個質量特性都由正向和負向兩個問題構成，分別測量顧客在面對存在或不存在某項質量特性時所作出的反應。

2. 5W2H 分析法

5W2H 法是第二世界大戰中美國陸軍兵器修理部首創。簡單、方便，易於理解、使用，富有啟發意義，廣泛用於企業管理和技術活動，對於決策和執行性的活動措施也非常有幫助，也有助於彌補考慮問題的疏漏。

(1) WHY——為什麼？為什麼要這麼做？理由何在？原因是什麼？

(2) WHAT——是什麼？目的是什麼？做什麼工作？

(3) WHO——誰？由誰來承擔？誰來完成？誰負責？

(4) WHEN——何時？什麼時間完成？什麼時機最適宜？

(5) WHERE——何處？在哪裡做？從哪裡入手？

(6) HOW——怎麼做？如何提高效率？如何實施？方法怎樣？

(7) HOW MUCH——多少？做到什麼程度？數量如何？質量水平如何？

如果七個問題中有一個答覆不能令人滿意，則表示這方面有改進餘地。如果哪方面的答覆有獨創的優點，則可以擴大產品這方面的效用。新產品已經克服原產品的缺點，擴大原產品獨特優點的效用。此決策方法優點在於可以準確界定、清晰表述問題，提高工作效率；有效掌控事件的本質，完全地抓住了事件的主骨架，把事件打回原形思考；簡單、方便，易於理解、使用，富有啟發意義；以及有助於思路的條理化，杜絕盲目性，避免在流程設計中遺漏項目。

3. SWOT 分析法

在現在的戰略規劃報告里，SWOT 分析應該算是一個眾所周知的工具。來自於麥肯錫諮詢公司的 SWOT 分析，包括分析企業的優勢（Strengths）、劣勢（Weaknesses）、機會（Opportunities）和威脅（Threats）。因此，SWOT 分析實際上是將對企業內外部條件各方面內容進行綜合和概括，進而分析組織的優劣勢、面臨的機會和威脅的一種方法。透過 SWOT 分析，可以幫助企業把資源和行動聚集在自己的強項和有最多機會的地方；並讓企業的戰略變得明朗。SWOT 分析法常常被用於制定集團發展戰略和分析競爭對手情況，在戰略分析中，它是最常用的方法之一進行 SWOT 分析時，主要有以下幾個方面的內容：

(1) 分析環境因素

運用各種調查研究方法，分析出產業的各種環境因素，即外部環境因素和內部能力因素。外部環境因素包括機會因素和威脅因素，它們是外部環境對公司的發展直接有影響的有利和不利因素，屬於客觀因素，內部環境因素包括優勢因素和弱點因素，它們是公司在其發展中自身存在的積極和消極因素，屬主動因素，在調查分析這些因素時，不僅要考慮到歷史與現狀，而且更要考慮未來發展問題。

- 優勢，是組織機構的內部因素，具體包括：有利的競爭態勢；充足的財政來源；良好的企業形象；技術力量；規模經濟；產品質量；市場份額；成本優勢；廣告攻勢等。
- 劣勢，也是組織機構的內部因素，具體包括：設備老化；管理混亂；缺少關鍵技術；研究開發落後；資金短缺；經營不善；產品積壓；競爭力差等。
- 機會，是組織機構的外部因素，具體包括：新產品；新市場；新需求；外國市場壁壘解除；競爭對手失誤等。
- 威脅，也是組織機構的外部因素，具體包括：新的競爭對手；替代產品增多；市場緊縮；行業政策變化；經濟衰退；客戶偏好改變；突發事件等。

SWOT 方法的優點在於考慮問題全面，是一種系統思維，而且可以把對問題的“診斷”和“開處方”緊密結合在一起，條理清楚，便於檢驗。

(2) 構造 SWOT 矩陣

將調查得出的各種因素根據輕重緩急或影響程度等排序方式，構造 SWOT 矩陣。在此過程中，將那些對公司發展有直接的，重要的，大量的，迫切的，久遠的影響因素優先排列出來，而將那些間接的，次要的，少許的，不急的，短暫的影響因素排列在後面。

(3) 制定行動計劃

在完成環境因素分析和 SWOT 矩陣的構造後，便可以制定出相應的行動計劃制定計劃的基本思路是：發揮優勢因素，克服弱點因素，利用機會因素，化解威脅因素；考慮過去，立足當前，著眼未來。運用系統分析的綜合分析方法，將排列與考慮的各種環境因素相互匹配起來加以組合，得出一系列產業未來發展的可選擇對策。

然而，在運用 SWOT 分析法的過程中，常常會碰到一些問題，這就是它的適應性。因為有太多的場合可以運用 SWOT 分析法，所以它必須具有適應性。然而這也會導致反常現象的產品。基礎 SWOT 分析法所產生的問題可以由更高級的 POWER SWOT 分析法得到解決。POWER 是個人經驗 (Personal experience)，規則 (Order)，比重 (Weighting)，重視細節 (強調細節)，權重排列 (Rank and prioritize) 的首字母縮寫，即高級 SWOT 分析法。

4. BCG 矩陣

BCG 矩陣是由波士頓諮詢集團 (波士頓諮詢集團，BCG) 在上世紀 70 年代初開發的。BCG 矩陣將組織的每一個戰略事業單位 (SBUs) 標在一種 2 維的矩陣圖上，從而顯示出哪個的 SBU 提供高額的潛在收益，以及哪個的 SBU 是組織資源的漏斗。BCG 矩陣區分出 4 種業務組合：

搖錢母牛 (Cash Cows) 是指擁有高市場佔有率及低預期增長的業務。顧

名思義，這類業務通常都為公司帶來比維持業務所需還要多的現金收入。它們通常都被認為是穩定和沉悶的，所屬市場已經成熟，但所有企業都想擁有的龍頭業務。因為投資在這類業務並不會大量增加收入，所以企業都只會對這些業務維持最基本的開支。

狗 (Dogs)，或稱寵物 (Pets)，是指擁有低市場佔有率及低預期增長的業務。這類業務通常只能維持收支平衡。雖然這些業務可能實際上協助其他業務，但從會計角度來看，因為這類業務未能為公司帶來可觀的收入，所以對公司來說是沒有用處的。而且，這些業務降低了公司的資產回報率 (Return on Assets, ROA)。資產回報率是投資者分析一家公司是否管理良好的一個重要數據。因此，從此角度來看，這類業務應該被售出。

問號 (Question Marks)，或稱問題兒童 (Problem Child) 也有人稱之為野貓 (Wild Cat)，是指面向高增長的市場但市場佔有率低的業務。由於業務面向高增長的市場，故需要公司大量的投資。但因為市場佔有率低，這類業務未能為公司帶來可觀的收入，結果出現大筆現金淨支出。這類業務有潛質為公司帶來可觀的收入——在增加市場佔有率後，這些業務將會變成在「星」區域的業務，並在市場成熟後轉為「搖錢母牛」區域的業務。但如業務經營多年都未能成為市場領導者，則會變成在「狗」區域的業務。因此，對這些業務投放資源前，必先對它們小心分析，以確定業務值得投資。

明日之星 (Stars) 是指面向高增長的市場而市場佔有率高的業務。這些業務均被期望成為公司未來的龍頭業務——即在「搖錢母牛」區域的業務。雖然這些業務需要投放更多的金錢以維持市場領導者地位，但若能達到此目的，這些投資都是值得的——若能維持市場領導者地位，當市場轉趨成熟時，「星」區域的業務就會變為「搖錢母牛」區的業務。否則，「星」區的業務就會逐漸移向「狗」區域。

當一個行業及其市場轉趨成熟的時候，所有公司在該行業的業務將會變成「搖錢母牛」或「狗」區域的業務。大部分的業務的生命週期都是自「問號」區域開始，然後移向「星」區域。當市場增長放緩時候，則會移向「搖

錢母牛」區域。最終則會移向「狗」區域，並完成一個生命週期。這些命名的最終目的，是讓分析員能決定對公司各業務的資源分配，及決定出售那些業務。至於公司的管理層，則能從結果獲得對項目投資的理據，並加強其信心。BCG 矩陣之主要分為四種策略：

- (1) 建立策略(build)：增加投資，期望值提高問題市場占有率，成為明星事業
- (2) 維持策略(hold)：維持投資，目的維持市場占有率
- (3) 收割策略(harvest)：只求增加短期現金流量，因此會採行減少投資支出之作法。
- (4) 撤資策略(divest)：幾乎不會有任何投資支出，因為將資源運用至其他事業將更為有利，故規劃將事業單位出售或清算。

5. PEST 分析模型

PEST 分析是戰略諮詢顧問用來幫助企業檢閱其外部巨集觀環境的一種方法。是指巨集觀環境的分析，巨集觀環境又稱一般環境，是指影響一切行業和企業的各種巨集觀力量。對巨集觀環境因素作分析，不同行業和企業根據自身特點和經營需要，分析的具體內容會有差異，但一般都應對政治（政治），經濟（經濟），社會（社會）和技術（技術）這四大類影響企業的主要外部環境因素進行分析。

(1) 政治法律環境(Political Factors)

政治環境包括一個國家的社會制度，執政黨的性質，政府的方針、政策、法令等。不同的國家有著不同的社會性質，不同的社會制度對組織活動有著不同的限制和要求。即使社會制度不變的同一國家，在不同時期，由於執政黨的不同，其政府的方針特點、政策傾向對組織活動的態度和影響也是不斷變化的。

(2) 經濟環境(Economic Factors)

經濟環境主要包括巨集觀和微觀兩個方面的內容。巨集觀經濟環境主要指一個國家的人口數量及其增長趨勢，國民收入、國民生產總值及其變化情況以及通過這些指標能夠反映的國民經濟發展水平和發展速度。微觀經濟環境主要指企業所在地區或所服務地區的消費者的收入水平、消費偏好、儲蓄情況、就業程度等因素。這些因素直接決定著企業目前及未來的市場大小。

(3) 技術環境(Technological Factors)

社會文化環境包括一個國家或地區的居民教育程度和文化水平、宗教信仰、風俗習慣、審美觀點、價值觀念等。文化水平會影響居民的需求層次；宗教信仰和風俗習慣會禁止或抵制某些活動的進行；價值觀念會影響居民對組織目標、組織活動以及組織存在本身的認可與否；審美觀點則會影響人們對組織活動內容、活動方式以及活動成果的態度

(4) 社會文化環境(Sociocultural Factors)

技術環境除了要考察與企業所處領域的活動直接相關的技術手段的發展變化外，還應及時瞭解。

6. 五力分析法

五力分析 (Porter five forces analysis) 為麥可·波特在 1979 年提出的架構，其用途是定義出一個市場吸引力高低程度。波特認為影響市場吸引力的五種力量是個體經濟學面，而非一般認為的總體經濟學面。五種力量由密切影響公司服務客戶及獲利的構面組成，任何力量的改變都可能吸引公司退出或進入市場。

五種力量模型將大量不同的因素匯集在一個簡便的模型中，以此分析一個行業的基本競爭態勢。五種力量模型確定了競爭的五種主要來源，即供應商的議價能力，購買者的議價能力，潛在進入者的威脅，替代品的威脅，以及最後一點，來自目前在同一行業的公司間的競爭。一種可行戰略的提出首

先應該包括確認並評價這五種力量，不同力量的特性和重要性因行業和公司的不同而變化。

透過上述市場決策分析方法蒐集與彙整，不同方法具不同的分析內容與層面，本研究依分析內容、普遍使用、分析範圍及決策層面之程度進行彙整，如下表 3-4 所示，並進行比較，進而選擇合適的市場決策分析方法。其中，SWOT 分析方法為國內市場分析普遍使用的方法，並考慮多層面決策因素，且分析及決策成果直觀且明確，故本研究將選擇 SWOT 分析作為雨水貯集利用系統產業分析之方法，並結合高級 SWOT 分析(POWER SWOT)的個人經驗 (Personal experience) 及權重排列 (Rank and prioritize) 之分析原則，透過問卷調查獲得決策因子之分數並進行排序，作為後續產業發展政策研擬之依據。

表 3-4 市場決策分析方法彙整表

市場決策分析	分析內容	普遍使用	分析範圍	決策層面	討論
KANO 模型	基本型需求、期望型需求、興奮型需求	低	低	低	僅針對顧客需求的分析方法，未考慮其他內部及外在因素。
5W2H 分析法	為什麼 (Why); 做什麼 (What); 何人做 (Who); 何時 (When); 何地 (Where); 如何 (How); 多少 (How much)	中	中	低	為大方向性的分析方法，無法針對各問題及決策的細節部分進行系統性討論。
SWOT 分析法	內部因素(優勢、劣勢)，外部因素(機會、威脅)	高	高	高	普遍使用的分析方法，考慮多層面因素，分析及決策成果直觀且明確

BCG 矩陣	Stars(高增長、高市場份額)， Question Marks(高增長、低市場份額)， Cash cows(低增長、高市場份額)， Dogs(低增長、低市場份額)	中	中	高	內部組織部門或產品重組，排除低成長部分，加大在更有發展前景的產品上投資。僅考慮內在因素，未考慮外在因素。
PEST 分析模 型	政治、經濟、社會、技術	高	中	中	考慮外部因素，僅考慮部分內部因素。
五力分 析法	進場的威脅，顧客購買力，供應商能力，替代產品威脅，競爭對手	高	中	中	考慮外部因素，僅考慮部分內部因素。

(資料來源：本研究彙整成果)

參、市場調查分析影響因子

由於本研究雨水貯集利用系統之產業市場調查分析選擇 SWOT 分析方法，故市場調查分析影響因子將考慮外部環境因素及內部環境因素進行分析，在調查分析這些因素時，不僅要考慮到歷史與現狀，而且更要考慮未來發展問題，外部環境因素及內部環境因素之說明如后。

1. 外部環境因素

外部環境因素包括機會因素和威脅因素，它們是外部環境對產業的發展直接

有影響的有利和不利因素，屬於客觀因素，本研究將外部環境因素分類為科技、政策、資源、市場、經濟及社會等六項，作為問卷調查各委員之參考依據。

資源因素涵蓋範圍較廣，包括雨水貯集與利用產業所在的地理位置、氣候條件，還包括雨水的季節變化、降雨量多寡、雨水的水質及雨水的屬性(水權)，還涉及到用於雨水收集、加工及利用資產的專用性程度、企業的規模經濟性和範圍經濟性。如果雨水收集利用企業的規模經濟性和範圍經濟性較強，企業越容易擴大規模，拓展業務，其風險承受力也較大，有利於雨水貯集與利用。如果企業用雨水收集及加工利用的資產專用性較強，及該領域的進入與退出壁壘較高，風險較大，企業一旦進入該業務領域，較不易退出，企業就會不慣創新、開發新產品、拓寬市場管道，這樣有利於該產業的形成與發展。

政策及社會因素相關，是一系列建立生產、交換與分配的政治、社會和法律規則，分為正式制度環境和非正式制度環境。正式制度是指國家或區域的經濟基本制度規定，如法律法規制度、政治經濟體制、宏觀政策等，對雨水貯集與利用產業的形成、產權的安排與產業發展的效率是至關重要的。非正式制度環境一般指意識形態環境，即在都市雨水貯集與利用方面，人們一種在過去生活、生產經驗積存下來的觀念、習俗、習慣和文化。如人們過去普遍對雨水放任自流的觀念，和今天人們認為雨水也是一種優質的水資源，應加以充分收集利用。這兩種不同的觀念對都市雨水貯集與利用產業的發展影響甚大。

市場因素包含經濟及科技因素，包括雨水貯集與利用的市場規模、市場風險與不確定性以及廠商之間的競爭與合作，經濟學家亞當·史密斯(史密斯定理，1776)認為分工與專業化可以提高企業的勞動生產率，但分工與專業化的發展水準受市場規模的限制；而阿林·楊格(楊格定理，1928)則認為分工的不斷深化會促進市場的供給與需求的增加，從而可以擴大市場容量。但是對雨水這特殊商品(用於收集、處理並在市場上進行交易的雨水)而言，其供給與需求均受到多方面的限制，不只是分工與專業化程度，更多源於諸如地理位置、氣候變化、經濟發展水準、降雨量的多寡等等因素制約。故雨水的收集並不是一個能夠持續進行的過程，再多雨季節和乾旱季節是有區別的，而雨水的加工處理要區別於污水的加工處理，前者也是一個專業化的過程，由於雨水天然的特性，是一種優質水資源，

所需要的加工處理成本較低，可利用途徑和領域較廣，而後者處理成本較高，可利用的途徑狹窄。雨水的特殊性註定其市場規模的擴大是一個緩慢的過程。由前述資源環境因素可知，用於雨水收集、加工、處理的設備、廠房等資產專用性程度較強，再加上雨水市場供給需求受多方面限制，所以都市雨水收集利用企業的市場風險和不確定性較強，目前雨水貯集與利用產業才剛進行整合，其廠商之間的合作和競爭仍不足，水價的科學性和合理性還在逐步完善，使得目前都市雨水貯集與利用產業形成與發展仍屬緩慢推動的過程。

2. 內部環境因素

內部環境因素包括優勢因素和弱點因素，它們是產業在其發展中自身存在的積極和消極因素，屬主動因素。本研究將外部環境因素分類為技術、企業規模與市場規模，資產特性及產業特性等四項，作為問卷調查各委員之參考依據。

技術因素從收益與成本的角度來看，都市雨水貯集利用的技術進步和人們的知識水準的提高，使雨水貯集與利用企業在相當水準上能發生的規模經濟與報酬遞增，從而促使企業有利可圖。隨著技術的進步，雨水水質會得到更好的提高，其用途會進一步被拓展，使用成本降低，從而產業間交易風險降低，有利於產業規模的擴大，進一步促使該產業的形成與發展。

企業規模與市場規模因素，企業規模的大小一般能反映一個企業的生產能力與市場的佔有率。從制度經濟學分析，企業組織規模越大，等級體系越複雜，委託代理鍊就越長，因而代理成本及管理成本越高，其規模經濟性也越強，市場佔有率大，有利於產業的形成與發展，應用到都市雨水貯集利用產業其邏輯也是如此。另外，雨水市場規模的擴大，意即市場佔有率的增大，有效的促進了雨水市場供給與需求的深入，對產業的形成與發展具有激勵的作用。

資產特性主要指其專用性和通用性，雨水的用途從技術上來講有很多種，如園區灌溉、沖廁，建築用水等，從而雨水這種產品具有資產通用性特徵對經濟組織規模要求不大。但是收集利用雨水的設備、資產具有明顯的資產專用性特徵，且收集雨水活動也存在一定的地理區特性，不同區域收集雨水的方式、條件會有所不同，其經濟組織規模與資產特性也會因地制宜，因此對都市雨水收集利用產

業的形成與發展影響也不同。

產業特性，由於雨水收集強烈受著自然環境因素的影響，若遇上幾年乾旱，雨水收集利用就會變得很艱難，若遇上洪水，又會有不同的影響，所以地理位置、氣候變化等對雨水的收集影響不可忽視。自然環境因素的影響決定了該產業的認為可調節和可控程度不高，收集利用過程中的資訊不規則，尤其氣候的變化造成了雨水收集程度的不確定性。因此，靈活準確的季節和天氣資訊，對該產業內經濟組織規模的擴大進而對該產業的成長和發展具有重要的影響。

第四節 雨水貯集與利用產業市場調查與成果分析

本計畫市場調查將透過問卷、電話查訪及專家、產業技術諮詢、訪談、座談會進行，問卷發放將藉由紙本掛號、電子郵件、親訪等三種方式發送，進而彙整分析其調查成果，其產業市場調查與成果分析流程圖如圖 3-9 所示。

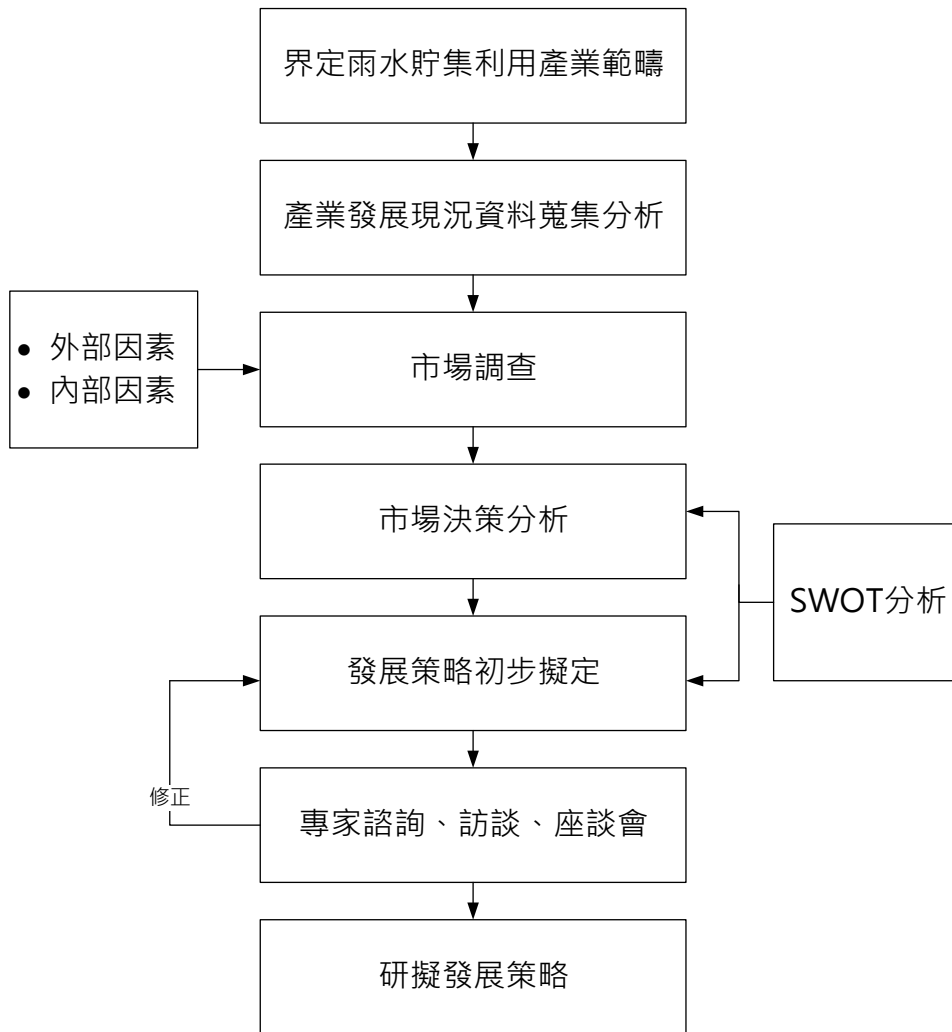


圖 3-9 產業市場調查與成果分析流程圖

(資料來源：本研究成果)

壹、市場調查問卷設計

市場調查問卷設計主要分為基本資料、調查說明及調查內容三個部分，茲將雨水貯集利用產業之問卷欄位說明如下。

1. 基本資料

主要填寫受訪人相關資料，包括姓名、職業、職稱，以及專業領域等，做為填寫人專業程度與資料分類之依據，基本資料設計結果如下表 3-5 所示。

表 3-5 市場調查問卷設計之基本資料

姓名		職業		職稱	
專業領域					
E-Mail					
電話	()	傳真	()		

(資料來源：本研究成果)

2. 填寫說明

針對本調查問卷之緣起與目的，以及與本年度內政部建築研究所計畫之關聯性之說明。希望透過本問卷之調查，將研議雨水收集與利用系統產業的整體及其相關產業的運行情況，並對未來雨水貯集與利用系統產業的發展環境及發展趨勢進行探討和分析，研擬國內雨水貯集與利用系統產業發展的政策，進而做為精進綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草案)，來提昇雨水貯集與利用系統產業之發展。

3. 填寫內容

本調查表格依照內在環境因素及外在環境因素分析產業優勢、劣勢及機會、威脅，將透過分數給予權重，排序其重要性，並請專家委員針對其它本研究未考慮到的因素給予建議。依重要性填寫 1~5 分；5 分最高(最重要因素)，1 分最低(最不重要因素)；而其它未盡因素將透過各受訪者補充填寫或提供建議，其寫表格如下圖 3-10~圖 3-12 所示。

■ 內在環境因素

優勢(S)		分數
1	現地處理	
2	替代非飲用水	
3	減輕防洪和排水系統壓力	
4	維持生態、氣候、環境平衡	
5	災備用水	

6	夏季降溫	
7	無水權問題	
8	(請補充)	
劣勢(W)		分數
1	設置成本較高	
2	動力系統耗能問題	
3	需定期維護管理	
4	增加維護管理支出	
5	設置空間不足	
6	管線安裝不易	
7	缺乏標準化的設計方法	
8	(請補充)	

圖 3-10 市場調查問卷內在環境因素之填寫表

(資料來源：本研究成果)

■ 外在環境因素

機會(O)		分數
1	多樣化雨水貯集利用產品	
2	降雨量分布不均	
3	旱季缺水、雨季洪澇	
4	偏遠地區供水不易	
5	政策推行及相關法規手冊訂定	
6	相關產業發展機會增加	
7	國內外已完成許多示範案例及成功案例	
8	綠建築評估標準	
9	高雨水可利用潛勢	

10	(請補充)	
威脅(T)		分數
1	水價便宜	
2	建築物老舊	
3	空氣汙染造成雨水水質差	
4	民眾無缺水意識	
5	民眾對雨水利用認知低	
6	國內外投資意願低	
7	尚未建立產業相關產品之標章與驗證制度	
8	(請補充)	

圖 3-11 市場調查問卷外在環境因素之填寫表

(資料來源：本研究成果)

■ 發展決策

發揮優勢、爭取機會(SO)		分數
1	區域性設置減輕缺水及洪澇問題	
2	開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術	
3	鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題	
4	發行雨水利用規劃設計手冊	
5	建立雨水產業聯盟整合雨水相關產業	
6	(請補充)	
利用優勢、降低威脅(ST)		分數
1	依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術	
2	減少自來水使用，節省水費	
3	透過政策或講習會宣導雨水利用	
4	建立產業相關產品之標章與驗證制度	
5	(請補充)	

利用機會、克服劣勢(WO)		分數
1	政府補助系統設置	
2	透過多樣化設計手法解決空間不足	
3	發行雨水利用規劃設計手冊	
4	建立建築資訊系統	
5	(請補充)	
減小劣勢、回避威脅(WT)		分數
1	運用舊建築地下筏基或廢棄化糞池貯水	
2	舉辦民眾與社區管理員訓練班	
3	產業鏈整合降低資產價格與成本	
4	(請補充)	

圖 3-12 市場調查問卷發展決策之填寫表

(資料來源：本研究成果)

貳、資料分析方法

本計畫將透過 SPSS 統計套裝軟體進行資料分析，全名為 Statistical Package for Social Science，是為「社會科學」所常用之統計分析軟體，其功能日漸加強，加入許多統計分析相關程式套件，逐漸受各行各業使用。

資料分析主要利用該軟體內建的描述性統計與次數分配表，描述性統計是將研究所得的數據加以整理、歸類、簡化或繪製成圖和表，用來描述和歸納資料的特徵，是最基本的統計方法，描述統計主要提供資料的集中趨勢、離散程度和相關強度。研究者也可以透過分析數據資料，以了解各變量內的觀察值集中與分散的情況。運用的工具有：集中量數，如平均數、中位數、眾數、幾何平均數、調和平均數。與變異量數，如全距、平均差、標準差...等；而標準差一般以不超過「2」為參考原則。描述性統計是用來描述樣本之特徵，其中主要包括，集中趨勢、分散趨勢、相對量數。集中趨勢包括平均數、眾數、中位數之差異；分散

趨勢包括最大值、最小值、全距、標準差、變異數；相對量數包括描述性統計量、次數分配表.....等等。次數分配表是表達每個類別有多少觀察值(observations)的一種統計表，依照每一筆資料在一類別變數上所屬的類別，將資料進行分組排列整理，並統計每一個組別元素出現的次數。

資料分析主要分為五個步驟：

Step1. 將資料檔讀入 SPSS

使用者可以開啟先前儲存的 SPSS 資料檔(副檔名為*.sav)；讀取 EXCEL 試算表、資料庫(Dbase 所建立的資料庫檔案以及各種 SQL 格式檔)或一般文字資料檔(*.txt)或(*.dat)；或直接在[資料編輯視窗]中輸入資料。

Step2. 選取程序

選取功能表中的程序，已重新編碼(轉換資料檔)、進行數值運算、計算統計量、建立繪製各種圖表、篩選特定條件觀察值、分割資料檔、觀察值排序。

Step3. 選取分析變數

資料檔中的所有變數。會出現在各程序中的對話方塊中，分析的變數選入程序方塊中，包含自變數(independent variable)、依變數(dependent variable)及可能干擾變因的共變數(covariate)等。

Step4. 執行程序

執行程序後，可察看結果，結果會出現在[SPSS]瀏覽器(SPSS VIEWER)視窗中。執行程序在於資料的數值運算及選擇適當的統計方法。

Step5. 結果存檔與資料匯入。

參、調查分析成果

1. 問卷調查對象

本調查問卷對象主要分為建築及土木水資源規劃設計單位、產品研發買賣及

施工單位、政府及公家單位及其它相關領域單位，目前共回收 37 份問卷，其資料量分佈如圖 3-13 所示，回收份數表如表 3-6 所示。

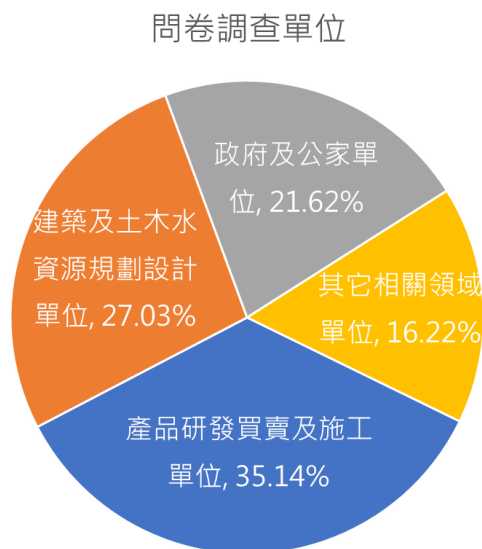


圖 3-13 問卷調查單位之圓餅圖

(資料來源：本研究成果)

表 3-6 問卷調查回收數量明細表

問卷調查單位	問卷回收份數
產品研發買賣及施工單位	13
建築及土木水資源規劃設計單位	10
政府及公家單位	8
其它專業領域單位	6
合計 37 份	

(資料來源：本研究成果)

2. 內在環境因素分析

內在環境因素優勢中，依據描述性統計表顯示，排名前兩項為「減輕防洪和排水系統壓力」、「維持生態氣候環境平衡」，在平均數方面「減輕防洪和排水

系統壓力」為4.4865、「維持生態氣候環境平衡」為3.9865，標準差方面「減輕防洪和排水系統壓力」為0.69208、「維持生態氣候環境平衡」為0.85380，相比之下，「減輕防洪和排水系統壓力」平均值較大，且分數分布得更為集中，顯示專家們在優勢選項中認為雨水貯留再利用對減輕防洪和排水系統壓力有較為顯著的成效，其次為維持生態氣候環境平衡，其優勢(S)敘述性統計成果表，如表3-7所示。

內在環境因素劣勢中，排序重要性最高的為「設置成本較高」，顯示專家們認為設置雨水貯留在利用系統，成本還是最大的考量，排序二三四名依序為「需定期維護管理」、「缺乏標準化的設計方法」、「設置空間不足」，平均數分別為3.4595、3.3108、3.2432、3.2027，其劣勢(W)敘述性統計成果表，如表3-8所示。

表 3-7 內在環境因素之優勢(S)敘述性統計成果表

敘述統計					
	個數	最小值	最大值	平均數	標準差
減輕防洪和排水系統壓力	37	3.00	5.00	4.4865	.69208
維持生態、氣候、環境平衡	37	2.00	5.00	3.9865	.85380
替代非飲用水	37	1.00	5.00	3.8243	1.27048
現地處理	37	2.00	5.00	3.6351	1.01823
災備用水	37	1.00	5.00	3.5135	1.28283
夏季降溫	37	1.00	5.00	2.7838	1.03105
無水權問題	37	1.00	5.00	2.2973	1.43110
有效的 N (完全排除)	37				

(資料來源：本研究成果)

表 3-8 內在環境因素之劣勢(W)敘述性統計成果表

敘述統計					
	個數	最小值	最大值	平均數	標準差
設置成本較高	37	1.00	5.00	3.4595	1.30373
需定期維護管理	37	1.00	5.00	3.3108	1.24360
缺乏標準化的設計方法	37	1.00	5.00	3.2432	1.27814
設置空間不足	37	1.00	5.00	3.2027	1.45038
動力系統耗能問題	37	1.00	5.00	3.0270	1.23573
增加維護管理支出	37	1.00	5.00	2.8649	1.08429
管線安裝不易	37	1.00	5.00	2.6486	1.13569
有效的 N (完全排除)	37				

(資料來源：本研究成果)

3. 外在環境因素分析

外在環境因素機會中，排序前兩名為「政策推行及相關法規手冊訂定」、「旱季缺水、雨季洪澇」，其平均數皆大於4，在標準差方面顯示「政策推行及相關法規手冊訂定」相較於「旱季缺水、雨季洪澇」低，表示專家們意見較於集中，因次排序上為第一位，雨水貯留再利用之政策推行及相關法規手冊訂定，能夠增加國內雨水貯集相關的設施設置，更有效地推廣雨水貯留再利用系統，排序第三名之後依序由平均數大至小且標準差小至大排序，分別為「高雨水可利用潛勢」、「綠建築評估標準」、「多樣化雨水貯集利用產品」、「國內外已完成許多示範案例及成功案例」、「偏遠地區供水不易」、「相關產業發展機會增加」，其機會(O)敘述性統計成果表，如表3-9所示。

外在環境因素威脅中，排序第一位為「民眾無缺水意識」，其平均數為4.2703，標準差0.80445，顯示專家們認為現在雨水貯留推廣面臨的問題就是「民眾無缺水意識」，在國內用水取得相當容易且便宜，因此「水價便宜」在排序上也名列前茅，平均數也超過4，排序中間為「民眾對雨水利用認知低」、「尚未建立產業相關之產品標章與驗證制度」，平均數分別為3.8243、3.8108，相較前兩項低，標準差方面為1.05552、1.26574，依照標準差越低數據越集中排序，其威脅(T)敘述性統計成果表，如表3-10所示。

表 3-9 外在環境因素之機會(O)敘述性統計成果表

敘述統計					
	個數	最小值	最大值	平均數	標準差
政策推行及相關法規手冊訂定	37	1.00	5.00	4.0270	1.04047
旱季缺水雨季洪澇	37	1.00	5.00	4.0000	1.20185
高雨水可利用潛勢	37	3.00	5.00	3.8514	.77159
綠建築評估標準	37	2.00	5.00	3.8514	1.04659
多樣化雨水貯集利用產品	37	1.00	5.00	3.7568	1.18803
國內外已完成許多示範案例及成功案例	37	1.00	5.00	3.6757	1.20310
偏遠地區供水不易	37	1.00	5.00	3.6622	1.13072
相關產業發展機會增加	37	1.00	5.00	3.6216	.98182
降雨量分布不均	37	1.00	5.00	3.4865	1.16956
有效的 N (完全排除)	37				

(資料來源：本研究成果)

表 3-10 外在環境因素之威脅(T)敘述性統計成果表

敘述統計					
	個數	最小值	最大值	平均數	標準差
民眾無缺水意識	37	1.00	5.00	4.2703	.80445
水價便宜	37	1.00	5.00	4.1892	1.28750
民眾對雨水利用認知低	37	1.00	5.00	3.8243	1.05552
尚未建立產業相關之產品標章與驗證制度	37	1.00	5.00	3.8108	1.26574
國內外投資意願低	37	1.00	5.00	3.4865	1.14556
建築物老舊	37	1.00	5.00	3.2297	1.28341
空氣汙染造成雨水水質差	37	1.00	4.00	2.4054	1.06613
有效的 N (完全排除)	37				

(資料來源：本研究成果)

4. 決策分析

研究問卷「適切性」取捨標準依據各項目平均數高低為選取原則。發展決策構面中，考慮五個級分起碼不能低於 50%的基本需求下，以平均數不能低於 2.5 為評估各項決策項目適切性程度平均數的最低門檻限制，統計顯示，各項目平均數皆大於 2.5，表示專家們同意此四種決策構面。

賴美蘭(2006) 壽險公司教育訓練評鑑指標機構銘傳大學風險管理與保險學系碩士論文標準常態分佈，常態曲線及分配是一種理論模式，但透過這理論模式，配合平均數及標準差，可以對實證研究所得之資料分配，做相當精確之描述及推論。此曲線只有一個眾數，並與中位數及平均數是三合一的。其區線的兩尾是向兩端無限延伸。因此，雖然實際調查得到的資料，不可能是這種完美的理論模式，但許多實際得到之變項的資料分配是相當接近這種模式，因此可以假定它們的分配是常態的，進而使我們得以運用常態曲線的理论特性。

發展決策發揮優勢、爭取機會(SO)，排序前三位為「區域性設置減輕缺水及洪澇問題」、「開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術」、「鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題」，排序前三名平均皆大於4，依據次數分配表顯示「區域性設置減輕缺水及洪澇問題」共有23位專家評分為5分，較其他兩項更為多，表示專家意見較集中，而「開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術」、「鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題」依據超過4分之專家數皆為20位，因而排序二、三名次，排序後兩名依據平均數大至小作排序，其發揮優勢、爭取機會(SO)敘述性統計成果表，如表3-11所示；各決策項目之次數分配如表3-12~表3-16所示，而次數分配長條圖與常態分佈曲線圖，如圖3-14~圖3-18所示。

表 3-11 發揮優勢、爭取機會(SO)敘述性統計成果表

敘述統計					
	個數	最小值	最大值	平均數	標準差
區域性設置減輕缺水及洪澇問題	37	2.00	5.00	4.3919	.95113
開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術	37	1.00	5.00	4.2568	.98334
鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題	37	1.00	5.00	4.1351	1.00449
建立雨水產業聯盟整合雨水相關產業	37	1.00	5.00	3.8514	1.14785
發行雨水利用規劃設計手冊	37	1.00	5.00	3.5946	.92675
有效的 N (完全排除)	37				

(資料來源：本研究成果)

表 3-12 決策項目-區域性設置減輕缺水及洪澇問題之次數分配表

區域性設置減輕缺水及洪澇問題				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
有效的	2.00	3	8.1	8.1
	3.00	3	8.1	16.2
	4.00	7	18.9	35.1
	4.50	1	2.7	37.8
	5.00	23	62.2	100.0
	總和	37	100.0	100.0

(資料來源：本研究成果)

表 3-13 決策項目-開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術之次數分配表

開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
有效的	1.00	1	2.7	2.7
	2.00	1	2.7	5.4
	3.00	5	13.5	18.9
	4.00	10	27.0	45.9
	4.50	1	2.7	48.6
	5.00	19	51.4	100.0
	總和	37	100.0	100.0

(資料來源：本研究成果)

表 3-14 決策項目-鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題之次數分配表

鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
有效的	1.00	1	2.7	2.7
	2.00	2	5.4	8.1
	3.00	4	10.8	18.9
	4.00	14	37.8	56.8
	5.00	16	43.2	100.0
	總和	37	100.0	100.0

(資料來源：本研究成果)

表 3-15 決策項目-建立雨水產業聯盟整合雨水相關產業之次數分配表

建立雨水產業聯盟整合雨水相關產業				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	2	5.4	5.4	5.4
2.00	2	5.4	5.4	10.8
3.00	9	24.3	24.3	35.1
有效的 4.00	10	27.0	27.0	62.2
4.50	1	2.7	2.7	64.9
5.00	13	35.1	35.1	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

表 3-16 決策項目-發行雨水利用規劃設計手冊之次數分配表

發行雨水利用規劃設計手冊				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	1	2.7	2.7	2.7
2.00	3	8.1	8.1	10.8
3.00	11	29.7	29.7	40.5
有效的 4.00	17	45.9	45.9	86.5
5.00	5	13.5	13.5	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

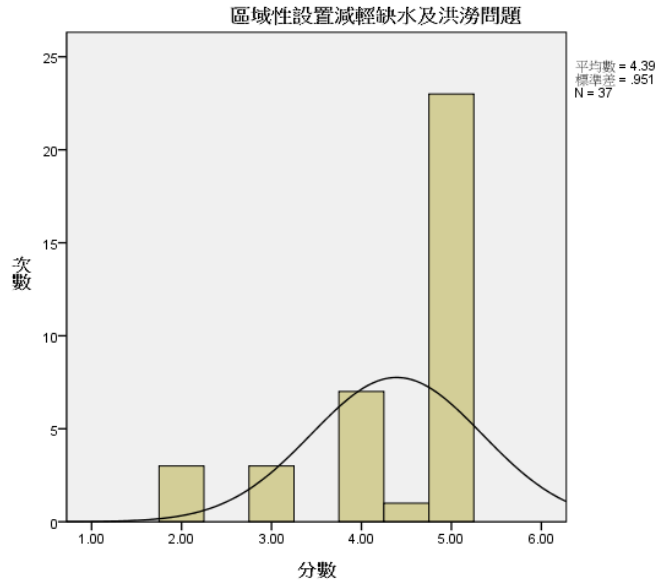


圖 3-14 決策項目-區域性設置減輕缺水及洪澇問題之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

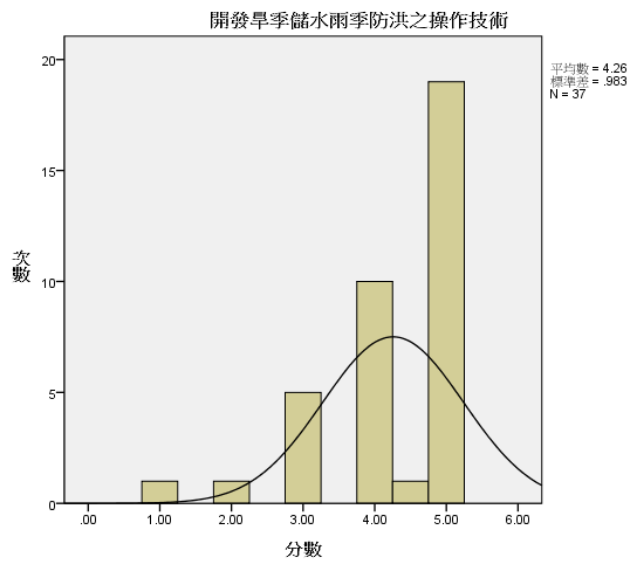


圖 3-15 決策項目-開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

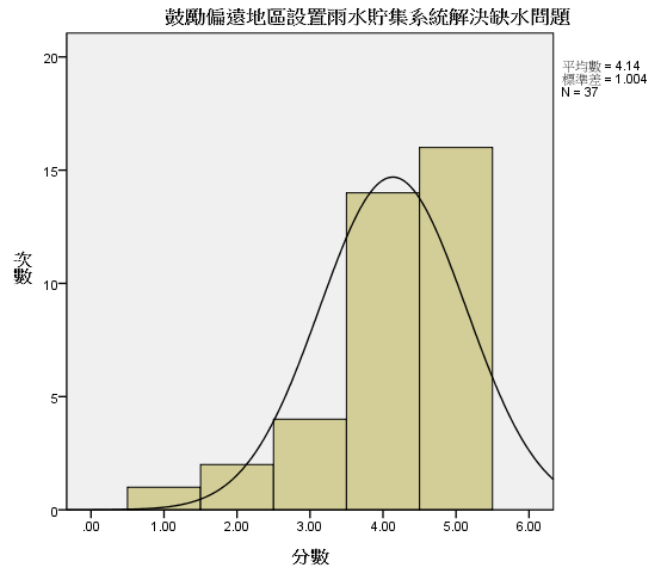


圖 3-16 決策項目-鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

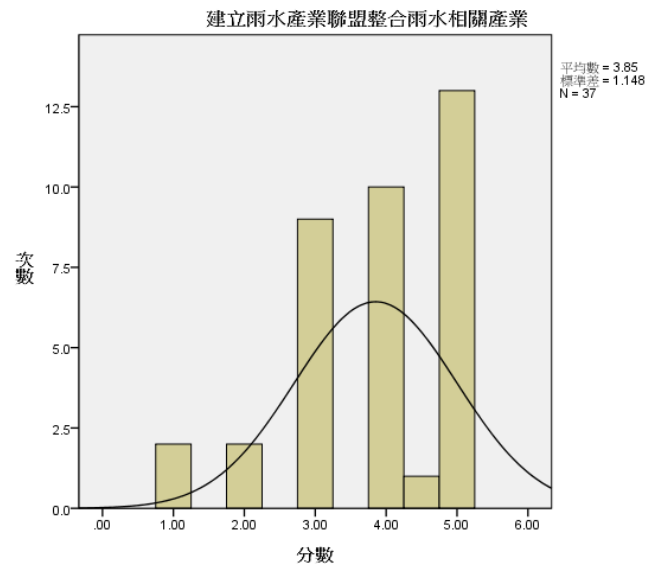


圖 3-17 決策項目-建立雨水產業聯盟整合雨水相關產業之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

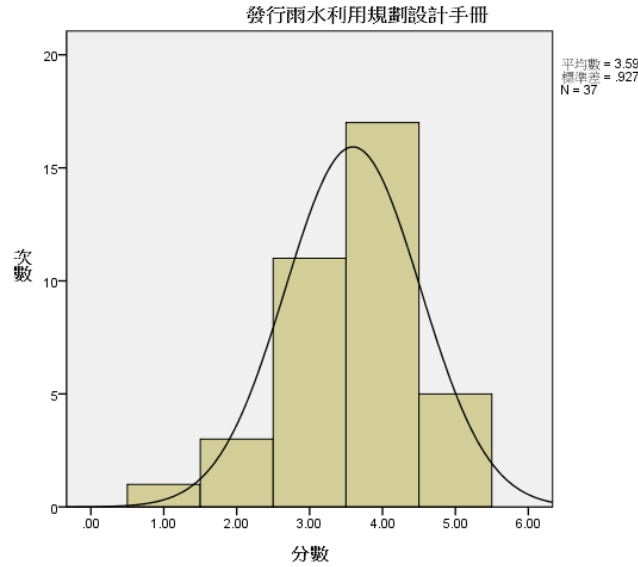


圖 3-18 決策項目-發行雨水利用規劃設計手冊之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

發展決策利用優勢、降低威脅(ST)，排序第一位為「依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術」，平均數為 4.0811，再由次數分配表統計顯示，評價 4 分以上之專家人數為 27 位，超過 50%之專家認為依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術為雨水貯留再利用推廣策略中的優勢，專家意見集中，依序項目為「建立產業相關產品之標章與驗證制度」、「透過政策或講習會宣導雨水利用」、「減少自來水使用，節省水費」，依據平均數由大至小排列，其中後兩項根據次數分配表顯示「透過政策或講習會宣導雨水利用」專家們意見較為集中在 3 至 5 分因而排名較前，而「減少自來水使用，節省水費」專家們意見較分歧而排序為最後，其利用優勢、降低威脅(ST)敘述性統計成果表，如表 3-17 所示；各決策項目之次數分配如表 3-18~表 3-21 所示，而次數分配長條圖與常態分佈曲線圖，如圖 3-19~圖 3-22 所示。

表 3-17 利用優勢、降低威脅(ST)敘述性統計成果表

敘述統計					
	個數	最小值	最大值	平均數	標準差
依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術	37	2.00	5.00	4.0811	.92431
建立產業相關產品之標章與驗證制度	37	1.00	5.00	3.7838	1.00375
透過政策或講習會宣導雨水利用	37	1.00	5.00	3.6081	1.10010
減少自來水使用節省水費	37	1.00	5.00	3.5946	.98487
有效的 N (完全排除)	37				

(資料來源：本研究成果)

表 3-18 決策項目-依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術之次數分配表

依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
2.00	2	5.4	5.4	5.4
3.00	8	21.6	21.6	27.0
有效的 4.00	12	32.4	32.4	59.5
5.00	15	40.5	40.5	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

表 3-19 決策項目-建立產業相關產品之標章與驗證制度之次數分配表

建立產業相關產品之標章與驗證制度				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	2	5.4	5.4	5.4
2.00	1	2.7	2.7	8.1
有效的 3.00	8	21.6	21.6	29.7
4.00	18	48.6	48.6	78.4
5.00	8	21.6	21.6	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

表 3-20 決策項目-透過政策或講習會宣導雨水利用之次數分配表

透過政策或講習會宣導雨水利用				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	1	2.7	2.7	2.7
2.00	6	16.2	16.2	18.9
3.00	8	21.6	21.6	40.5
有效的 4.00	13	35.1	35.1	75.7
4.50	1	2.7	2.7	78.4
5.00	8	21.6	21.6	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

表 3-21 決策項目-減少自來水使用，節省水費之次數分配表

減少自來水使用節省水費				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	1	2.7	2.7	2.7
2.00	2	5.4	5.4	8.1
有效的 3.00	16	43.2	43.2	51.4
4.00	10	27.0	27.0	78.4
5.00	8	21.6	21.6	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

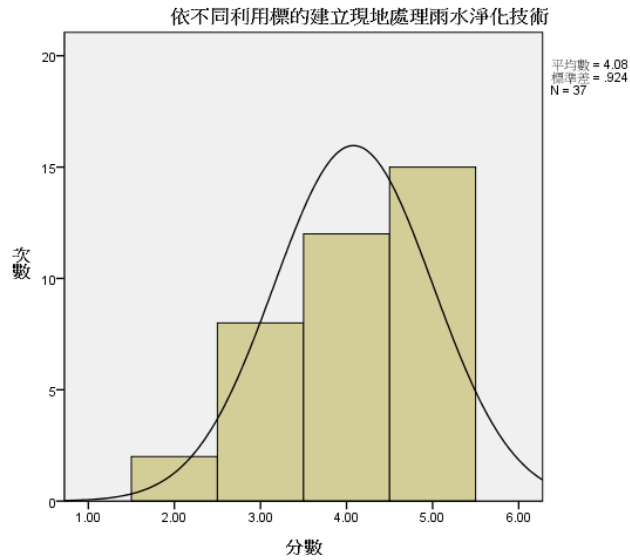


圖 3-19 決策項目-依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

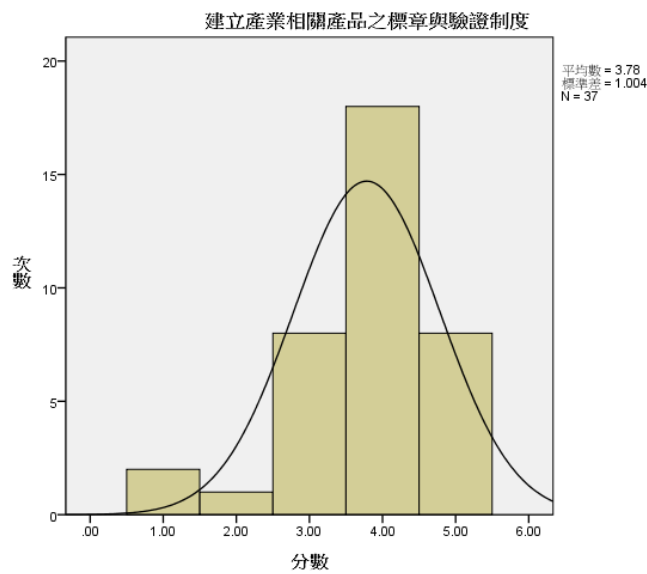


圖 3-20 決策項目-建立產業相關產品之標章與驗證制度之常態分佈曲線

(資料來源：本研究成果)

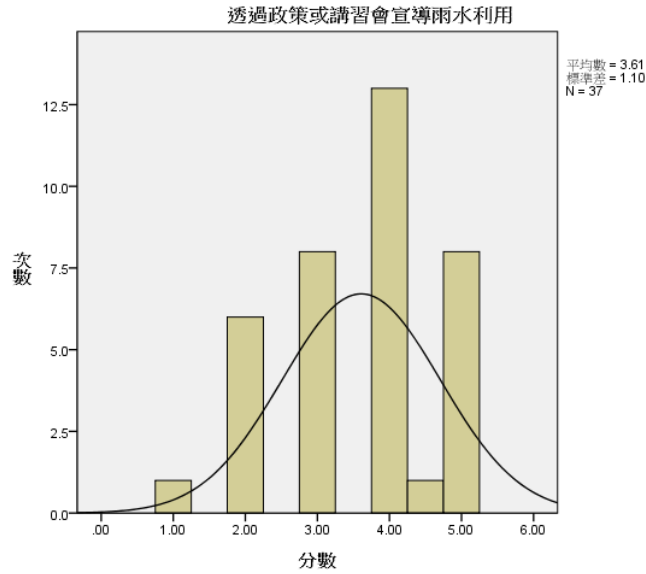


圖 3-21 決策項目-透過政策或講習會宣導雨水利用之常態分佈曲線

(資料來源：本研究成果)

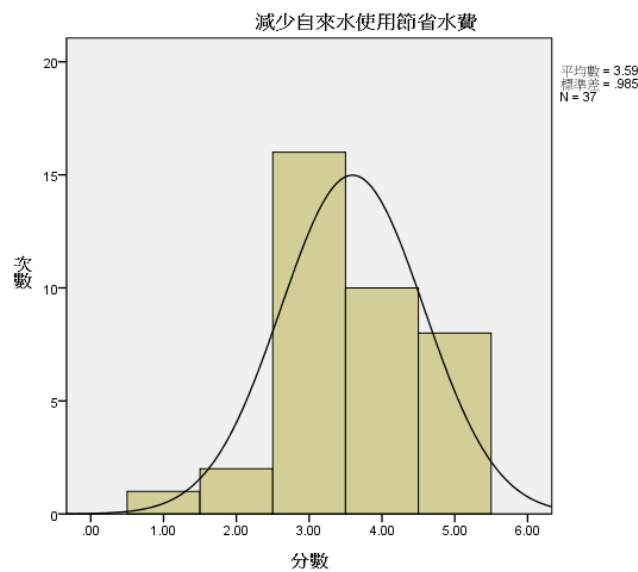


圖 3-22 決策項目-減少自來水使用，節省水費之常態分佈曲線

(資料來源：本研究成果)

發展決策利用機會、克服劣勢(WO)中，排序前兩項之平均數皆大於4，專家們意見集中在4分以上之評價，「透過多樣化設計手法解決空間不足」排序為第一位，後兩項之評分之排序依據平均數大致小，標準差小至大排序，其利用機會、克服劣勢(WO)敘述性統計成果表，如表 3-22 所示；各決策項目之次數分配如表 3-23~表 3-26 所示，而次數分配長條圖與常態分佈曲線圖，如圖 3-22~圖 3-25

所示。

表 3-22 利用機會、克服劣勢(WO)敘述性統計成果表

敘述統計					
	個數	最小值	最大值	平均數	標準差
政府補助系統設置	37	1.00	5.00	4.2297	1.20528
透過多樣化設計手法解決空間不足	37	1.00	5.00	4.0135	1.08325
建立建築資訊系統	37	1.00	5.00	3.8649	.88701
發行雨水利用規劃設計手冊	37	1.00	5.00	3.8649	1.03178
有效的 N (完全排除)	37				

(資料來源：本研究成果)

表 3-23 決策項目-政府補助系統設置之次數分配表

政府補助系統設置				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	3	8.1	8.1	8.1
2.00	1	2.7	2.7	10.8
3.00	2	5.4	5.4	16.2
有效的 4.00	9	24.3	24.3	40.5
4.50	1	2.7	2.7	43.2
5.00	21	56.8	56.8	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

表 3-24 決策項目-透過多樣化設計手法解決空間不足之次數分配表

透過多樣化設計手法解決空間不足				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	2	5.4	5.4	5.4
2.00	1	2.7	2.7	8.1
3.00	6	16.2	16.2	24.3
有效的 4.00	13	35.1	35.1	59.5
4.50	1	2.7	2.7	62.2
5.00	14	37.8	37.8	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

表 3-25 決策項目-建立建築資訊系統之次數分配表

建立建築資訊系統				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	1	2.7	2.7	2.7
3.00	11	29.7	29.7	32.4
有效的 4.00	16	43.2	43.2	75.7
5.00	9	24.3	24.3	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究結果)

表 3-26 決策項目-發行雨水利用規劃設計手冊之次數分配表

發行雨水利用規劃設計手冊				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	2	5.4	5.4	5.4
3.00	10	27.0	27.0	32.4
有效的 4.00	14	37.8	37.8	70.3
5.00	11	29.7	29.7	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究結果)

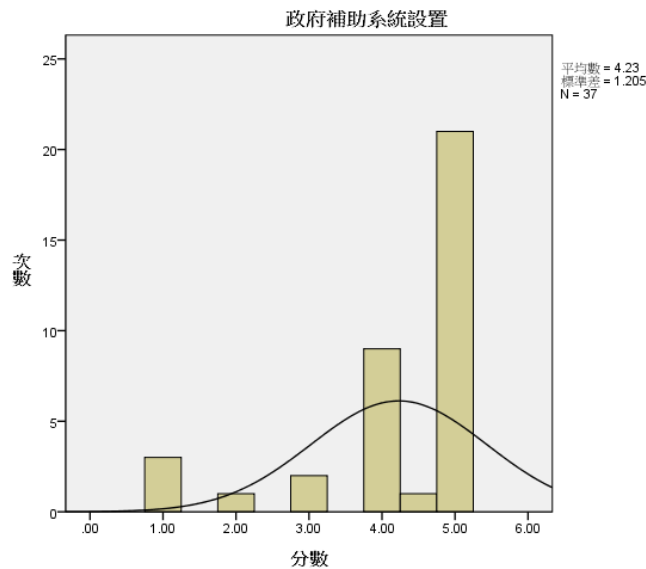


圖 3-23 決策項目-政府補助系統設置之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究結果)

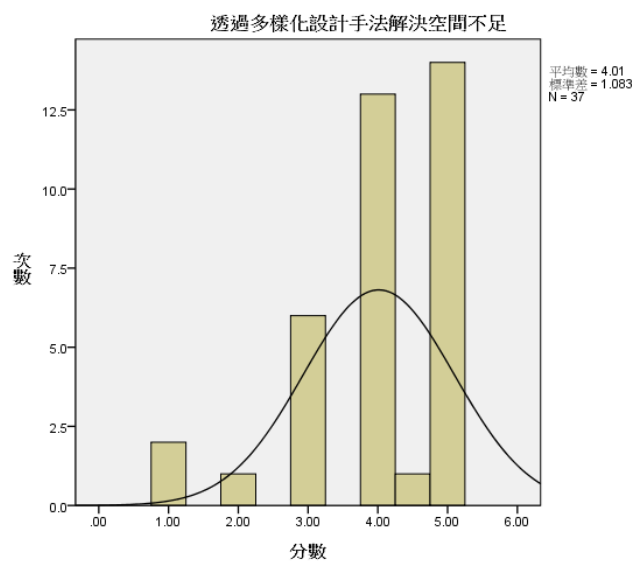


圖 3-24 決策項目-透過多樣化設計手法解決空間不足之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

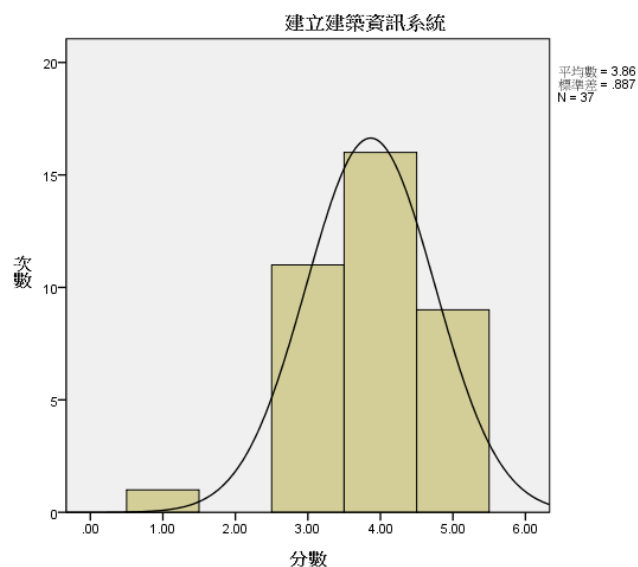


圖 3-25 決策項目-建立建築資訊系統之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

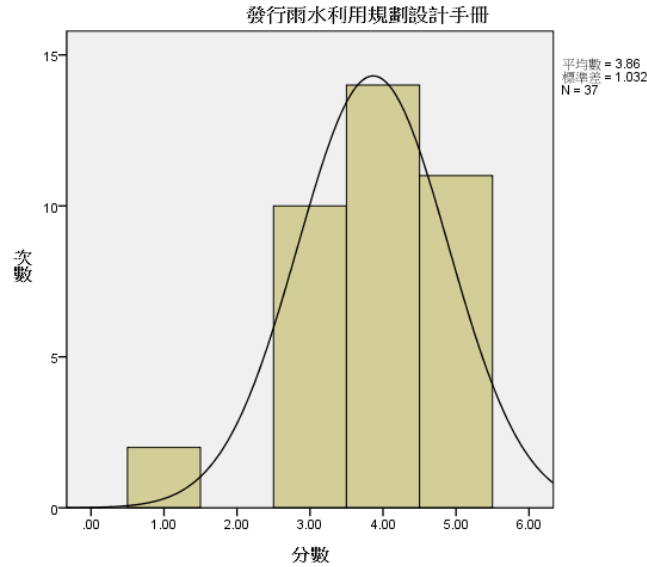


圖 3-26 決策項目-發行雨水利用規劃設計手冊之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

發展決策減小劣勢、回避威脅(WT)中，前兩項排序平均相近，標準差分別為 1.07908、1.33615，顯示「產業鏈整合降低資產價格與成本」在專家們意見中較為集中，依據次數分配表顯示，「產業鏈整合降低資產價格與成本」中 4 分評價之專家人數也較多，最後一項「舉辦民眾與社區管理員訓練班」其平均值相較前兩項低，次數分配表中顯示專家意見集中於 3 分評價，因次要性排序為最末項，其減小劣勢、回避威脅(WT)敘述性統計成果表，如表 3-27 所示；各決策項目之次數分配如表 3-28～表 3-30 所示，而次數分配長條圖與常態分佈曲線圖，如圖 3-26～圖 3-28 所示。

表 3-27 減小劣勢、回避威脅(WT)敘述性統計成果表

敘述統計					
	個數	最小值	最大值	平均數	標準差
產業鏈整合降低資產價格與成本	37	1.00	5.00	3.9054	1.07908
運用舊建築地下筏基或廢棄化糞池貯水	37	1.00	5.00	3.7838	1.33615
舉辦民眾與社區管理員訓練班	37	1.00	5.00	3.3243	1.13172
有效的 N (完全排除)	37				

(資料來源：本研究成果)

表 3-28 決策項目-產業鏈整合降低資產價格與成本之次數分配表

產業鏈整合降低資產價格與成本				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	2	5.4	5.4	5.4
2.00	2	5.4	5.4	10.8
3.00	5	13.5	13.5	24.3
有效的 4.00	16	43.2	43.2	67.6
4.50	1	2.7	2.7	70.3
5.00	11	29.7	29.7	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

表 3-29 決策項目-運用舊建築地下筏基或廢棄化糞池貯水之次數分配表

運用舊建築地下筏基或廢棄化糞池貯水				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	3	8.1	8.1	8.1
2.00	3	8.1	8.1	16.2
有效的 3.00	10	27.0	27.0	43.2
4.00	4	10.8	10.8	54.1
5.00	17	45.9	45.9	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

表 3-30 決策項目-舉辦民眾與社區管理員訓練班之次數分配表

舉辦民眾與社區管理員訓練班				
	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
1.00	4	10.8	10.8	10.8
2.00	2	5.4	5.4	16.2
有效的 3.00	14	37.8	37.8	54.1
4.00	12	32.4	32.4	86.5
5.00	5	13.5	13.5	100.0
總和	37	100.0	100.0	

(資料來源：本研究成果)

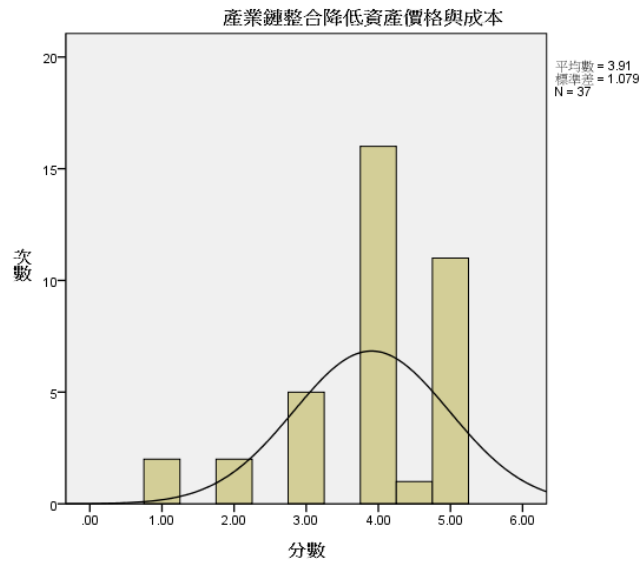


圖 3-27 決策項目-產業鏈整合降低資產價格與成本之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

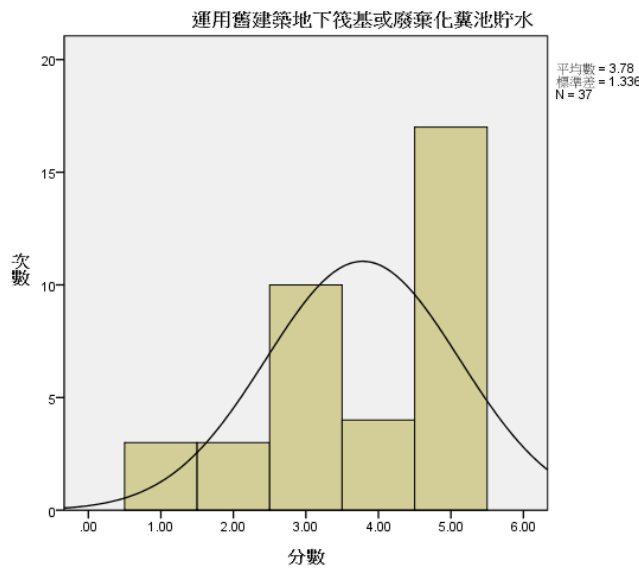


圖 3-28 決策項目-運用舊建築地下筏基或廢棄化糞池貯水之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

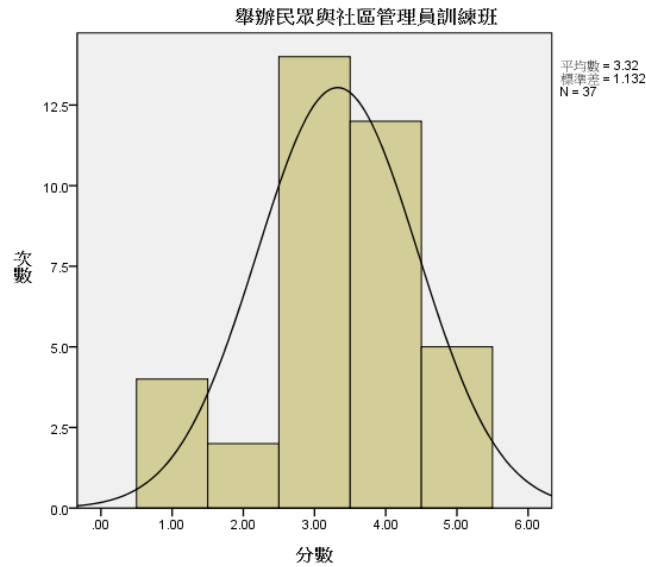


圖 3-29 決策項目-舉辦民眾與社區管理員訓練班之常態分佈曲線圖

(資料來源：本研究成果)

肆、成果探討

透過問卷調查資料分析成果，完成優勢(S)、劣勢(W)、機會(O)及威脅(T)之優先排序，以及發揮優勢、爭取機會(SO)，利用優勢、降低威脅(ST)，利用機會、克服劣勢(WO)及減小劣勢、回避威脅(WT)四個面向的決策方向，構造 SWOT 矩陣，如表 3-31 所示。

雨水貯集利用系統產業發展之優勢(S)、劣勢(W)、機會(O)及威脅(T)經問卷調查評分結果，本研究條列之項目皆在 50%的基本需求(平均數 2.5)以上，適切性程度滿足最低門檻限制，且受訪人員在優勢(S)給與另外增加之建議為「提高建築物綠建築指標」及「水體自然景緻(濕地、滯洪滯留池)」；劣勢(W)增加之建議為「建造時增加工序」及「水質的不穩定性」；機會(O)增加之建議為「循環經濟」及「避免暴雨後積水影響用路人行車安全」；威脅(T)增加之建議為「營造廠商相關施作經驗較少」及「相關產業鏈未健全」。以下將條列優勢(S)、劣勢(W)、機會(O)及威脅(T)之排序成果與受訪人員建議增加之項目作為後續政策研擬之參考。

雨水貯集利用系統產業發展之優勢：

- 減輕防洪和排水系統壓力；
- 維持生態、氣候、環境平衡；
- 替代非飲用水；
- 現地處理；
- 災備用水；
- 夏季降溫；
- 無水權問題；
- 提高建築物綠建築指標；
- 水體自然景緻(濕地、滯洪滯留池)。

雨水貯集利用系統產業發展之劣勢：

- 設置成本較高；
- 缺乏標準化的設計方法；
- 設置空間不足；
- 需定期維護管理；
- 動力系統耗能問題；
- 增加維護管理支出；
- 管線安裝不易；
- 建造時增加工序；
- 水質的不穩定性。

雨水貯集利用系統產業發展之機會：

- 政策推行及相關法規手冊訂定；

- 旱季缺水、雨季洪澇；
- 高雨水可利用潛勢；
- 國內外已完成許多示範案例及成功案例；
- 綠建築評估標準；
- 多樣化雨水貯集利用產品；
- 偏遠地區供水不易；
- 相關產業發展機會增加；
- 降雨量分布不均；
- 循環經濟；
- 避免暴雨後積水影響用路人行車安全。

雨水貯集利用系統產業發展之威脅：

- 民眾無缺水意識；
- 水價便宜；
- 尚未建立產業相關產品之標章與驗證制度；
- 民眾對雨水利用認知低；
- 國內外投資意願低；
- 建築物老舊；
- 空氣汙染造成雨水水質差；
- 營造廠商相關施作經驗較少；
- 相關產業鏈未健全。

SWOT 分析制定出相應的行動計劃之基本思路是：發揮優勢因素，克服弱點因素，利用機會因素，化解威脅因素；考慮過去，立足當前，著眼未來。依上述四種決策方向，可將決策方向依其特性解釋為發展型戰略(SO)、多元化戰略(ST)、

扭轉型戰略(WO)及防禦型戰略(WT)，如下圖 3-29 示意。然本研究條列之決策項目皆在 50%的基本要求(平均數 2.5)以上，適切性程度滿足最低門檻限制，且受訪人員在發揮優勢、爭取機會(SO)給與另外增加之建議為「設置雨水花園及景觀生態池等兼具遊憩、減洪及雨水利用之休閒場域」及「輔導大型社區進行設備裝設」；利用優勢、降低威脅(ST)增加之建議為「新型開發案設置足夠雨水貯集系統，依減輕區域排水系統排洪量比例給予建築容積獎勵」及「開發系統化設備，減低設備費用」；利用機會、克服劣勢(WO)增加之建議為「公共工程設置雨水貯集利用設施，鼓勵業界積極投入」及「培訓國內相關專業人才」；減小劣勢、回避威脅(WT)增加之建議為「組合套件標準化」及「補助大型社區配合設置雨水儲留設施」。以下將條列四個戰略方向之成果與受訪人員建議增加之項目作為後續政策研擬之參考。

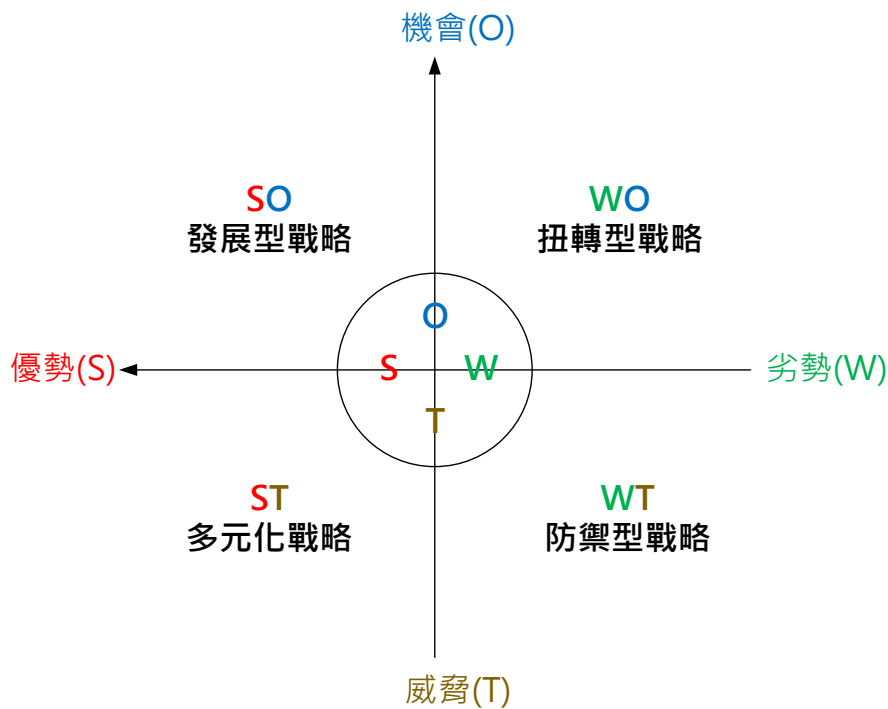


圖 3-30 SWOT 決策分析之戰略特性

(資料來源：本研究蒐集成果)

雨水貯集利用系統產業發展之發展型戰略(SO)：

- 區域性設置減輕缺水及洪澇問題；
- 鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題；

- 開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術；
- 建立雨水產業聯盟整合雨水相關產業；
- 發行雨水利用規劃設計手冊；
- 設置雨水花園及景觀生態池等兼具遊憩、減洪及雨水利用之休閒場域；
- 輔導大型社區進行設備裝設。

雨水貯集利用系統產業發展之多元化戰略(ST)：

- 依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術；
- 建立產業相關產品之標章與驗證制度；
- 透過政策或講習會宣導雨水利用；
- 減少自來水使用，節省水費；
- 新型開發案設置足夠雨水貯集系統，依減輕區域排水系統排洪量比例給予建築容積獎勵；
- 開發系統化設備，減低設備費用。

雨水貯集利用系統產業發展之扭轉型戰略(WO)：

- 透過多樣化設計手法解決空間不足；
- 政府補助系統設置；
- 發行雨水利用規劃設計手冊；
- 建立建築資訊系統；
- 公共工程設置雨水貯集利用設施，鼓勵業界積極投入；
- 培訓國內相關專業人才。

雨水貯集利用系統產業發展之防禦型戰略(WT)：

- 產業鏈整合降低資產價格與成本；
- 運用舊建築地下筏基或廢棄化糞池貯水；
- 舉辦民眾與社區管理員訓練班；
- 組合套件標準化；
- 補助大型社區配合設置雨水儲留設施。

表 3-31 雨水貯集產業 SWOT 分析成果

雨水貯集產業 SWOT 分析		內在環境因素	
		優勢(S)	劣勢(W)
		<ol style="list-style-type: none"> 減輕防洪和排水系統壓力 維持生態、氣候、環境平衡 替代非飲用水 現地處理 災備用水 夏季降溫 無水權問題 	<ol style="list-style-type: none"> 設置成本較高 缺乏標準化的設計方法 設置空間不足 需定期維護管理 動力系統耗能問題 增加維護管理支出 管線安裝不易
機會(O)	發揮優勢、爭取機會(SO)	利用機會、克服劣勢(WO)	
<ol style="list-style-type: none"> 政策推行及相關法規手冊訂定 旱季缺水、雨季洪澇 高雨水可利用潛勢 國內外已完成許多示範案例及成功案例 綠建築評估標準 多樣化雨水貯集利用產品 偏遠地區供水不易 相關產業發展機會增加 降雨量分布不均 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 區域性設置減輕缺水及洪澇問題 ■ 開發旱季儲水、雨季防洪之操作技術 ■ 鼓勵偏遠地區設置雨水貯集系統解決缺水問題 ■ 建立雨水產業聯盟整合雨水相關產業 ■ 發行雨水利用規劃設計手冊 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 政府補助系統設置 ■ 透過多樣化設計手法解決空間不足 ■ 建立建築資訊系統 ■ 發行雨水利用規劃設計手冊 	
威脅(T)	利用優勢、降低威脅(ST)	減小劣勢、回避威脅(WT)	
<ol style="list-style-type: none"> 民眾無缺水意識 水價便宜 尚未建立產業相關產品之標章與驗證制度 民眾對雨水利用認知低 國內外投資意願低 建築物老舊 空氣汙染造成雨水水質差 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 依不同利用標的建立現地處理雨水淨化技術 ■ 建立產業相關產品之標章與驗證制度 ■ 透過政策或講習會宣導雨水利用 ■ 減少自來水使用，節省水費 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 產業鏈整合降低資產價格與成本 ■ 運用舊建築地下筏基或廢棄化糞池貯水 ■ 舉辦民眾與社區管理員訓練班 	

(資料來源：本研究成果)

第五節 研擬國內雨水貯集利用系統產業發展的政策

藉前節雨水貯集與利用產業市場調查與分析成果，本節將透過決策項目進行大方向彙整，將產業發展推動策略分為三個部分：技術層面以增進雨水貯集利用系統之產業競爭力、政策推動與法規健全化及開拓市場行銷，其政策研擬成果如下表 3-32 所示。

表 3-32 雨水貯集利用系統產業發展之政策研擬

目標	推動策略
<p>甲、增進雨水貯集利用系統之產業競爭力</p> <p>1. 雨水貯集利用系統產業科技研發</p>	<p>(1) 雨水貯集系統產業科技之開發應納入國家重點科技發展計畫，鼓勵學術研究機構投入</p> <p>(2) 開發雨水貯集利用系統旱季儲水、雨季防洪之操作技術</p> <p>(3) 建立產業相關產品之標章與驗證制度，以提升產品之品質與性能</p> <p>(4) 依不同用水別，建立現地處理雨水淨化技術</p> <p>(5) 雨水貯集利用系統多目標設計與多元化空間配置研究</p> <p>(6) 整合智慧物聯網技術</p> <p>(7) 雨水貯集利用產品元件之建築資訊系統建立</p>

<p>2. 產業整合、輔導及推廣</p>	<p>(1) 推動雨水相關之產業聯盟</p> <p>(2) 雨水產業鏈整合，上下游產業整合帶動民間投資，建構組合套件標準化與產品製造或代理、規劃設計、施工及維護管理之完整之產業體系</p> <p>(3) 舉辦民眾與社區管理員訓練班</p> <p>(4) 輔導大型社區進行設備裝設</p> <p>(5) 透過講習會推廣雨水貯集與利用，並提高民眾缺水意識</p> <p>(6) 培訓國內相關專業人才</p>
<p>乙、政策推動與法規健全化</p> <p>1. 強化雨水貯集利用系統之政策推動</p>	<p>(1) 國家主要政策加強雨水貯集利用系統之區域性設置，以減輕缺水及洪澇問題</p> <p>(2) 舊式建築設置雨水貯集利用系統之政策推動，運用地下筏基或廢棄化糞池貯水作為雨水貯集空間</p> <p>(3) 推動合理化水價</p> <p>(4) 設置雨水花園及景觀生態池等兼具遊憩、減洪及雨水利用之休閒場域</p>
<p>2. 建立完善法規、設計手冊與認證標章</p>	<p>(1) 依建築技術規則設置雨水貯集系統，建立後續獎勵制度與維護管理</p>

	<p>制度</p> <p>(2) 新型開發案設置足夠雨水貯集系統，依減輕區域排水系統排洪量比例給予建築容積獎勵</p> <p>(3) 雨水排放費法規之建立</p> <p>(4) 發行雨水利用規劃設計手冊</p> <p>(5) 產業相關產品之認證標章建立</p>
<p>丙、開拓市場行銷</p> <p>1. 增進雨水貯集利用產業之投資意願</p>	<p>(1) 公共工程設置雨水貯集利用設施，鼓勵業界積極投入</p> <p>(2) 產業鏈整合降低資產價格與成本帶動民間投資</p> <p>(3) 加強政策面引導吸引僑外投資</p>
<p>2. 強化市場競爭力</p>	<p>(1) 雨水貯集利用系統之補助制度</p> <p>(2) 合理化水價調整，降低回收成本</p> <p>(3) 鼓勵偏遠地區補助計畫，設置雨水貯集系統解決缺水問題</p> <p>(4) 補助大型社區配合設置雨水貯集利用系統</p>

(資料來源：本研究成果)

第四章 綠建築雨水貯集設計建築資訊建構

本章旨在說明及蒐集/建構本研究綠建築雨水貯集系統設計模組化及可搭配之設施單元參數化與幾何模型，模組化之相關產品將延續前置計畫「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」之成果，藉由研究中模組化後設施分類成果及產品資料庫建置，完成建置雨水貯集各設施單元及參數之 Excel 資料檔與相關參數欄位，並進以透過研究過程中參數化成果提供拋轉至對應之設施元件單元中參數及模型製作，本項工作整體之建構流程與建置成果彙整如下各節所述。

第一節 雨水貯集系統單元設施說明

雨水貯集利用系統一般可以視為獨立的供水系統，且雨水收集、過濾，及雨水貯槽的形式等建材多樣化，可依現場狀況做適當設置，配合度高。依據經濟部水利署節水資訊網資料，雨水貯集系統模組主要單元項目，以及內政部建築研究所 106 年「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」一案各模組研議成果，主要可分類成包括：(1)集水設施、(2)輸水設施、(3)淨水設施、(4)貯水設施等，及另可加設動力設施(或稱機械設備)等設計，為五大主要子設施單元。延續分類方式，本節承上述系統模組各項單元設施，概要說明包括：

壹、集水設施單元

集水主要隨著雨水貯留的來源對象型態不同而異，本研究主要則是以建築物屋頂為集水區域；其中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。以形式而言，目前屋頂常見的有人字型、平頂及弧型三類較常見；其屋頂雨水收集表面材質常使用則有波浪狀鋁、鍍鋅鐵、混凝土、玻璃纖維等材料建造；其次，則為設施或設備單元，本研究中後續取水或集水設施設備單元建築資訊則主要對象將以落水頭設計等產品建置為主，設施之分類及相關資訊簡述包括如下圖 4-1 所列，其中通常又可分類為重力式、壓力式及整流式 3 種進水模式分類。

設施分類	產品型式	材質	規格 (m ²)	牌價	廠商	產品介紹	產品圖
重力式	平口式落水盤	鑄鋼、鑄鐵、鑄不鏽鋼	2"~4"		橫先企業、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、鑄鋼、鑄鐵	1 1/2"~4"		鉅林、弘嘉工業社、ALEX電光合業股份有限公司、橫先企業、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	壓力式	虹吸式雨斗、鋁合金、鑄鋼#304	2"~4"		台灣愛得力、金高電實業、楊舟、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；圓弧葉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；頂蓋部分於夜間有反光效果，加強識別效果及美觀	

圖 4-1 集水設施產品系統性分類

(資料來源：內政部建築研究所，2016)

貳、輸水設施單元

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。

本研究後續針對輸水設施單元建築資訊主要則是以上述明管或暗管之管配件、附件等產品之蒐集或建置為主。而設施之分類及相關資訊簡述包括如下圖 4-2 所列，主要可依材質區分，通常可分類為 PVC 管、PE 管、ABS 管、鐵管、不鏽鋼管及鋁合金等 6 種材質分類。

參、淨水設施單元

淨水設施分為初期淨水及主要淨水(過濾)二類，設置初期淨水將雜質及有機污染物等排除，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主要淨水設施，如沉澱設施或過濾設備（包括如石英砂、活性炭、褐煤或其它濾材機動組成）進行懸浮物質之去除，此類設施應定期清洗。

本研究在後續淨水設施單元建築資訊建構上，則包括以上述初期淨水及一般淨水設施設備等產品為建置對象。研究中設施之分類及相關資訊簡述可參考如下圖 4-3 所列。






產品分類	材質	規格 (m ³)	每公尺牌價 (元)	廠商	產品介紹	產品圖
PVC管	PVC	1/4"~24"	10~4000	南亞塑膠、旭振企業、環琪塑膠、Drainage Superstore、ReIn、Drainage Superstore	1.重量輕 2.搬運施工便利 3.價格低廉 4.耐酸鹼性，耐腐蝕性良好 5.耐外壓強度良好 6.可減少排水噪音 7.電器絕緣性佳 8.流體阻力小，不易附著水垢	
	CPVC	3/8"~16"	80~14000	南亞塑膠、協羽機材	1、耐熱性高 2、耐腐蝕性，耐化學藥品性優良 3、保溫作用 4、不附著水垢，不影響水質 5、富有電氣絕緣性 6、施工簡便	
	HI-PVC	3/8"~16"	40~7000	南亞塑膠、協羽機材、ReIn	1、具有高超的耐衝擊強度，可達一般PVC管數倍 2、施工便利 3、耐酸鹼性 4、不影響水質 5、電氣絕緣性佳 6、流體阻力小	
PE管	HDPE	1/2"~14"	40~7000	大地昌興業、協羽機材、雄宇事業、Lowe's Home Improvement、ReIn	1.耐寒性、耐震性、耐衝擊性良好，韌性佳 2.抗酸鹼、耐藥品性良好，可用於化學藥品及海水輸送 3.伸長率、彎曲可撓性良好，小口徑管可捲曲包裝，減少接合處	
ABS管	ABS	1/2"~16"	40~10000	唐聚企業	1.耐衝擊 2.耐酸鹼 3.管路銜接需用專屬膠合劑及清潔劑，銜接前須用砂紙稍微打磨 4.管路銜接須等2個小時後才可使用	
鐵管	鐵、鋁、鍍鋅	1/4"~14"		協鉦鋼鐵、盛荃鋼鐵、Slot Drain、Alumasc	價格便宜、易生鏽	
不鏽鋼管	不鏽鋼、鍍鋅鋼	1/4"~30"		台灣三住、允強實業、復興工業社、隆安不鏽鋼、Slot Drain	經濟實用；具耐高壓、高強度之特性	
鋁合金管	鋁合金	1/4"~80"		祥鼎鋁業、法寶實業、嘉德鋁業、泓明鋁業、拓建鋁材、Rainwater Direct、Alumasc、Betonbau、Drainage Superstore	密度小，大約只有鐵的三分之一；活性大，但其氧化物緻密而不易脫落，可保護內部金屬不會繼續氧化	

圖 4-2 輸水設施產品系統性分類

(資料來源：內政部建築研究所，2016)

設施分類	產品型式	材質	牌價廠商	產品介紹	產品圖
初期雨水排除	手動式、機械式、自動式	不鏽鋼、PP	曾茂行、葳西雨水工程技術(上海)	透過手動式、機械式或自動式設備排除屋面前期雨水2-3mm，地面初期雨水3-5mm	
初期淨水	自淨式過濾器、落葉分離器、前置式雨水回收過濾器、全自動反洗雜質過濾器、手動反洗雜質過濾器、折洗式雜質過濾器、離心排除雜質	不鏽鋼、FRP、ABS、PE、PP、鑄鐵、黃銅	台灣壹惠浦、適園實業、拓霖企業、活水泉源國際、葳西雨水工程技術(上海)、良澤塑膠有限公司、Garden Solutions Landscapin、Freewater UK、Garden Solutions Landscapin、BARR Plastics、RainCatcher、Butler Manufacturing Services Ltd、Blue Future Systems、Kingspan	透過各種新式設計，有效排除落葉、灰塵等污雜物，淨水效益高，不占空間，不耗費額外電力，清潔維護容易	
濾袋式過濾器	濾袋式過濾器	不鏽鋼、PE	鑫揚興、仟曜實業、全泰成工業、德豐實業、麗錦興業、員上、濾傑企業、日旺貿易、水景世界與業、禾碩農業科技、Puretec Pty	透過不同的濾袋材質過濾雨水，可處理較大的水量，濾袋更換及清潔容易	
	濾袋式過濾器	不鏽鋼	鑫揚興、仟曜實業、全泰成工業、德豐實業、麗錦興業、員上、濾傑企業	濾袋作為過濾核心，適合液體精密過濾，去除其中的微量細小雜質，相比於濾袋式過濾器而言，具有流量大，操作快捷，耗材經濟的突出優點，特別適合過濾粘性液體。	
一般淨水	石英砂過濾	不鏽鋼	日旺貿易、旭越、程滿國際	石英砂過濾是去除水中懸浮物最有效手段之一，是污水深度處理、污水回用和給水處理中重要的單元。其作用是將水中已經絮凝的污雜物進一步去除，它通過過濾的截留、沉降和吸附作用，達到淨水的目的	
其他設施	平緩入流器	不鏽鋼、PP、PE	拓霖企業、葳西雨水工程技術(上海)、良澤塑膠有限公司	平緩流入設備可將水中的氧氣，帶到儲水池底部，減少水塔底層發生壓氣作用(發臭)，並可減緩雨水流入時，所造成的底部污泥擾動現象，維持儲水池良好的水質狀況	
	浮球取水器	不鏽鋼、PP、PE	拓霖企業、葳西雨水工程技術(上海)、良澤塑膠有限公司	浮動式取水口會依儲水池水位浮動調整，在取水的過程中不致於吸到底部的污泥，確保取用的水質為較佳的水	

圖 4-3 淨水設施產品系統性分類

(資料來源：內政部建築研究所，2016)

四、貯水設施單元

貯水設施型式則依設置之地點及施工方式，可分為地面式、半地面、地下式及高塔等。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特徵之影響。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。

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	
預鑄式桶槽	運輸型貯水	地面型、半地面型	HDPE、PE	0.2 ~ 3	3,500 ~ 45,000	大峰、新綠境、Containment Solutions、AUSTIN WATER TANKS、RainHarvest Systems、Rain Farmers、JoJo Tanks、BUTYL PRODUCTS	輕便、輕韌、搬運方便、耐衝擊性強、耐腐蝕性佳、清洗容易；空桶可堆疊，可省卻儲存空間		
		地面型、半地面型	HDPE、PE	0.25 ~ 50	3,000 ~ 550,000	大峰、新綠境、中興水塔、Rain Farmers、Ecotanks、Containment Solutions、AUSTIN WATER TANKS、RainHarvest Systems、Rain Farmers、JoJo Tanks、BUTYL PRODUCTS	耐酸鹼，耐有機溶劑，電絕緣性優良，低溫時，仍能保持一定的韌性。		
	直立式水	地面型	FRP	1 ~ 150		中興水塔、良機企業、奇堅實業、富山國際科技、元盛玻璃纖維、藏西雨水工程技術 (上海)	槽桶本體輕巧、槽內壁面光滑；品質均勻而強度大；使用年限長		
		地面型	不鏽鋼	0.25 ~ 15		中興水塔、龍天下、寶細、新綠境、Green Roof Solutions、BUTYL PRODUCTS、Diversified Enterprise COMPLEX 1 st Ltd.	低成本、施工方便，可依使用需求架設高度		
	臥式水	半地面型、地下型	HDPE 3、4.2、PE 2-10			大峰、壹際實業、RainCatcher、Ecotanks	重量輕且設置吊鉤孔，運送及施工方便；設計強化輔強肋，提升荷重能力；拆卸清洗容易		
		地面型	FRP	1 ~ 100		中興水塔、良機企業、奇堅實業、富山國際科技、元盛玻璃纖維	槽桶本體輕巧、槽內壁面光滑；品質均勻而強度大；使用年限長		
		地面型	不鏽鋼	0.5 ~ 20		中興水塔、寶細、新綠境	低成本、施工方便；防風性良好；配合女兒牆製作；隱密性好		
		管列式水	地下型	HDPE、PE	3、5、8		大峰、壹際實業	施工方便；長度可依需求設計；雙層HDPE纏繞管體，強韌、高荷重力；可多管槽並聯，增加貯水空間	
	小型密封	桶槽	地面型	HDPE、PE	0.06 ~ 1.2		大峰、新綠境實業	密封式裝置，裝載物不會溢出；耐酸鹼、耐腐蝕性佳；運輸移動及搬運方便；體積小易放置，清潔美觀	
			景觀兩擴再生	地面型	橡木、塑膠、PVC	0.2 ~ 1.0	活水泉源國際、拓霖企業、Green Roof Solutions、Ecotanks、RainHarvest Systems、AUSTIN WATER TANKS、JoJo Tanks、BUTYL PRODUCTS	美觀、佔地小、容量大；非常堅固、穩定性高、耐壓性高，組裝快速且確實	

(a) 預鑄式桶槽

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
組合式水	PP組合式水	地面型	PP	1.3		活水泉源國際、Rain Farmers、Ecotanks	便宜，具有耐高溫、抗紫外線、防腐蝕性，且是食品容器用的塑膠；可先搬運進室內，再進行組裝，節省您施工中的佔地空間	
		FRP組合式水	地面型、半地面型、地下型	FRP	1.6		活水泉源國際、Rain Farmers	質量輕、強度高且彈性好；可先搬運進室內，再進行組裝，節省您施工中的佔地空間
	PVC組合式水	地面型、地下型	PVC	0.2		Rain Farmers、Ecotanks	材質穩定、安全、無揮發性、無毒物；單一元件容量為0.2m ³ ，可組裝至需要的容量。	
		PPC組合式水	地下型	PPC	2.7、4.8		活水泉源國際、Rain Farmers	拆卸組裝容易，運輸方便；抗腐蝕、耐酸鹼、耐震、耐壓、不龜裂、不滲水、無空隙、施工快速等特性；PPC組合式儲水槽可以經由串連增加儲水量
	PE複合板儲水	地面型、地下型	HDP E、PE	1.5		弘勝興、RainCatcher	耐久性；耐化學性；耐衝擊性；耐濕特性；衛生性；維護性；環保性	
		不鏽鋼組合式水	地面型	不鏽鋼	1 ~ 200		金日、睿興、強思企業、暢舟	具可塑性、耐性、高使用年限；不生鏽、不易腐蝕、不易滋生藻菌類；搬運方便，乾式施工，組裝快速；可依不同環境組裝設置；清潔維護方便
	GRP(SMC)組合式水	地面型、地下型	GRP(3 ~ SMC)300			達積企業、大信強化塑膠、Butler Manufacturing Services Ltd	不生鏽、不腐蝕、耐候性佳；材質輕、造型平滑美觀、易於清潔維護的優點；儲水槽不漏水、耐震、安全性高、堅固耐用的產品	
		組合式基礎	地下型	PP	-		達積企業	儲水容量大；工期短；耐載重設計；施工簡單；對水無害；小型收納

(b) 組合式桶槽

圖 4-4 貯水設施產品系統性分類

(資料來源：內政部建築研究所，2016)

本研究後續貯水設施單元建築資訊，將以上述之四種形式相關之設備產品為建置對象。設施之分類及相關資訊簡述可參考如上圖 4-4 所列，通常又可由其組裝特性分類為預鑄式及組合式水槽兩種，再依其材質又可細分為 HDPE(PE)、FRP、PPC、GRP 及不鏽鋼等材質。

伍、動力設施單元

輸送處理過後之雨水主要動力來源，一般通稱為馬達(或稱泵浦)，大致可分為陸上式馬達與沉水式馬達兩種，作為本研究動力設施建築資訊建置對象。設施之分類及相關資訊簡述包括如下圖 4-5 所列，並可再分為定頻及變頻馬達等不同輸出方式。

設施分類	產品分類	材質	牌價廠商	產品介紹	產品圖
陸上式	定頻馬達	鑄鐵、不鏽鋼、FRP、青銅、陶瓷	九如牌泵浦、大井泵浦、木川工業、欣展機械、HAVELLS、Usha International、Franklin Electric、NOV	不同型式之陸上式幫浦不同型式最高揚程為 15(m)~50(m)，最大流量為 20(L/min)~450(L/min)	
	變頻馬達	鑄鐵、不鏽鋼、FRP、青銅、陶瓷	九如牌泵浦、大井泵浦、木川工業、欣展機械、HAVELLS、Usha International、Franklin Electric、NOV	變頻器控制，依據用水量來改變馬達轉速，用多少水就耗多少電量，進而達到節能省電的效果	
沉水式	定頻馬達	鑄鐵、不鏽鋼、塑鋼	九如牌泵浦、大井泵浦、木川工業、欣展機械、宇成興業、澳迪實業、HAVELLS、Usha International、Franklin Electric、NOV	結構由工程用塑鋼與不鏽鋼零組件組成，抗生鏽	
	變頻馬達	鑄鐵、不鏽鋼、塑鋼	九如牌泵浦、大井泵浦、木川工業、欣展機械、宇成興業、澳迪實業、HAVELLS、Usha International、Franklin Electric、NOV	變頻器控制，依據用水量來改變馬達轉速，用多少水就耗多少電量，進而達到節能省電的效果	

圖 4-5 動力設施產品系統性分類

(資料來源：內政部建築研究所，2016)

第二節 建築資訊參數化內容及模型元件建構原則

BIM 建模技術最為著名的有 Autodesk 的 Revit 系列及 Bentley 的 Microstation 與 Projectwise、Graphisoft 的 ArchiCAD、及 Tekla 等。它們與大部分製圖軟體不同的是都有類似「參數設變引擎」(Parametric Change Engine, 此名稱取自 Autodesk Revit)的技術,使空間相關元件資訊能智慧式互動調整,幾何元件所繫結的屬性資料,背後也都有獨立的資料庫處理引擎,管理複雜的模型資訊。本節將主要透過以 Autodesk 的 Revit BIM 參數及模型構建技術,配合第一節雨水貯集設備各設備單元項目,擬定相關之元件建置方法與參數原則,說明如後。

壹、本研究建築資訊模型建構工具概述

依本計畫需求雨水貯集各項單元設施幾何化模型建構將以 Revit 軟體為建置主要工具;Revit 是 Autodesk 旗下的軟體,專為建築資訊模型(BIM)技術建造的專業軟體(以下通稱 Revit BIM 技術),可幫助建築設計師提升建築設計、建造和維護的品質和效能,而無須透過任何程式設計語言。此外,Revit 可協助擷取分析創新的設計概念,並且讓文件自始至終維持建築師的構想,此軟體亦提供資訊豐富的模型支援永續設計、衝突偵測、營造規畫與建造的決策;同時協助使用者與工程師、承包商以及業主協同合作。過程中的任何設計變更都會隨設計與文件變化自動更新,讓程序更協調一致,文件內容更可靠。

Revit BIM 技術主要包含三項特色:

1. 可進階在單一環境中完成多項專案

Revit BIM 技術的概念設計功能,提供操作簡便的自由形式建

模與參數化設計工具，讓使用者能在開發最初期進行設計分析。自由繪製草圖、快速建立 3D 模型，且能以互動方式進行塑形。運用概念設計與闡明複雜塑形的內建工具，準備建造與施工用模型。Revit BIM 技術會在設計時，自動在模型周圍建立參數化架構，讓創意控制更有效，而且精確度和彈性更高。讓使用者在單一的直覺式環境中，將設計從概念模型轉化為施工文件。

2. 加速制定可靠決策

Revit BIM 技術能在初期分析建築模型，讓使用者的團隊可以在專案初期做出更深思熟慮的決策。使用者可以運用這項功能闡明面積與體積、執行日光照明與能源分析、深入了解專案是否可行，並提早計算出施工材料需求。

3. 機能完整的塑形

Revit BIM 技術的建築專家功能，可協助使用者將概念模型轉換為機能完整的建築設計。選取並加入參考面後，即可設計各種類系統，擷取重要的建築資訊，將概念式量體以量體物件的方式導入 Autodesk Revit，然後展開線路圖設計。

貳、建築相關資訊欄位及元件庫

依據美國 AIA 建築協會定義「BIM 為一種建模技術，並連結到建築資料庫，整合建築生命週期的資訊流程，要達成以 BIM 來建構有形資產資訊的願景，必須透過許多數位化的建築模塊(digital building blocks)，而這些建築模塊必須被標準化」，這些建築模塊一般被稱為「BIM 元件」，透過資訊的標準化，讓這些元件之間具備了可對照性(comparable)，使得 BIM 元件更容易被使用，也提供使用者一種更可靠、通用性、符合直覺經驗的元件使用方式。目前在網路上已經有許

多 BIM 參數化元件庫可以下載，其建置方式大約可分為兩大類，一種是自有平台，透過定義元件標準格式，元件來源以自建或廠商依元件標準製作後上傳提供；一種是透過鏈結，直接連結至知名 BIM 軟體公司網站，直接採用各軟體公司提供之元件(資料來源：建築資訊建模 BIM 應用推廣及宣導計畫，內政部建築研究所，2016)。

藉由標準化元件中的資訊，產品可以依工程專案或系統需要進行適當的選擇，以常用方法可依照產品外型特徵進行建模，使得 BIM 元件容易挑選使用；建築資訊元件內部所記錄的資訊內容，應包含下列項目 (資料來源：國內 BIM 元件通用格式與建置規範研究報告，2015)：

- 識別資料(Identify Data)：用以定義產品本身。
- 幾何資訊(Model Geometry Data)：用以重現產品的實體特性的幾何特質。
- 行為資料(Behavioral Data)：使 BIM 物件能正確定位、正確運作，如：檢測資訊、維護資訊、關聯區域。
- 外顯資料(Visualization Data)：使物件具有可辨識的外觀。
- 後設資料(Metadata)：支援物件之可擴充性，一種描述資料屬性的資訊。

大部分 Revit BIM 技術建模大致可把預先建置好的元建載入建築模型中，而市面上也有許多由廠商提供的元件模型。然而在雨水貯留系統設備單元中，各項單元除了「輸水設施單元」市面已有較多元化的元件模型供下載運用，其它四組設施元件則相當有限，因此本研究後續除了藉由「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」成果相關設施單元之設備資料參數化，另需建構欠缺之通用形式元件，以提供使用者在雨水貯留系統模組中各元件便於下載應用。

此外，研究中將為了使 BIM 模型所使用之元件符合正確命名、構

造組成、資料結構，以及符合資訊內容。將首先提供以 Excel 表格化建構各設備單元欲參數化之資訊項目、內容，進以後續建置各設備、單元參數拋轉後供下載之元件模型。並且本研究為考量元件之流通性及元件庫之便利性，由元件建模準則、不同廠商產品檔案互通或格式齊備度考量等，將建置以各廠商相雷同之類型可通用之模型型式，以符合模型共用之特點，在規劃設計時便於採取利用。

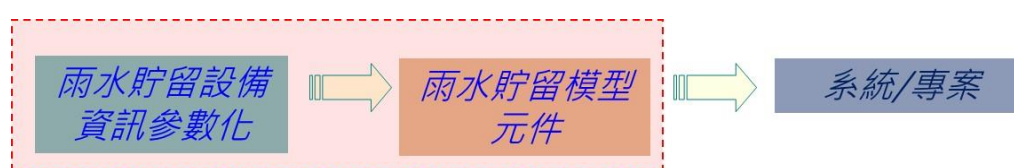


圖 4-6 本研究執行範圍

(資料來源：本研究成果)

參、設備單元資訊參數化內容

本節將首要對前述各項系統設備單元之產品資料進行參數收集，蒐集之對象主要將國內現有廠商，並以本土化之產品資訊為主，其他如有國外代理之產品亦為包含在蒐集對象。此外為掌握後續研究在建築資訊元件建構之通用性及往後雨水系統專案實施上實用性，資料蒐集之對象將延續以上述分類成果「集水設施單元」、「淨水設施單元」、「貯水設施單元」、「輸水設施單元」以及「動力設施單元」等五單元項目分別進行。

針對各類別設施單元，收集之內容研擬涵蓋包括設備/產品分類、廠商資料、設備內容及主要設計參數（如尺寸、材質...等，依產品需求訂定不同主要參數資料），以及設施簡易照片等：

1. 產品分類：主要為本設備/產品適用之範圍，本研究分類配合前述設施單元劃分，以「集水設施單元」、「輸水設施單元」、「貯水設施單元」、「淨水設施單元」以及「動力設施單元」為類別項目。
2. 廠商基本資料：本欄位主要為公司名稱、廠商地址、電話、主要聯絡人以及網址或 E-mail 等資訊（備註：為主要欲拋轉至建築模型「識別資料」之參數項目）。
3. 設備型式：包括地上型、地下型、代號或型號...等（備註：為主要欲拋轉至建築模型「行為資料」之參數項目）。
4. 主要規格：將依產品分類訂定不同規格項目，主要包括產品的尺寸，如長、寬、高，或是管徑等，或是材質等，或是流量、或是馬力...等（備註：為主要欲拋轉至建築模型應用之「幾何資料」與「外顯資料」之參數項目）。
5. 其它參數：將依產品分類訂定不同規格項目，包括產品的重量、容許應力...等（備註：為主要欲拋轉至建築模型應用之「行為資料」、「約束資料」或「後設資料」等參數項目）。
6. 照片：提供產品照片對照(提供使用者了解設施外觀、顏色及形式等)。

透過上述之資料蒐集內容，進一步分項整理以 Excel 格式下並完整彙編為資料庫；資料庫中透過每一廠商、建築資訊等各介面之完成，並設計成可下拉式選項部分，並經相關資料整理分類後，提供為後續配合「Revit BIM」技術元件建置中參數建構時使用。五項設施單元資訊介面表項欲拋轉之內容主要擬定包括(備註：模型元件中未拋轉之參數部分，如設計者需求可自行由產品資料庫補充填加)：

1. 集水設施單元資料：

表 4-3 貯水設施單元資訊介面表例

產品分類		總編號：	
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		編號：	
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：		
	上部進水口：	(in)	
	底部洩水口：	(in)	

(資料來源：本研究結果)

4. 淨水設施單元資料：

- 產品分類：略。
- 廠商基本資料：略。
- 產品型式/規格/相關參數，主要可包括：1. 產品名稱/型號/特性；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；7. 外觀直徑/高度；8. 過濾面積；9. 流量；10. 成本牌價；11. 其它參數。
- 參數表格細項如表 4-4 表列所示。

Revit BIM 技術工具系列，包括 Revit Architecture、Revit MEP、Revit Structure 等，都是以「參數化」的概念來架構整個模型，參數化建模是 BIM 技術的重要基礎。術語「參數化」是指結構此模型的所有元件(elements：官方文件譯成元素)之間的關係，元件(或稱族群)是 Revit 組構建築資訊模型的基本元素，大致可再分成(1)模型元件、(2)基準元件、(3)視圖特有元件三類(資料來源：郭榮欽，國立臺灣大學土木工程學系)，如進一步以本研究執行範圍，可將其進階分類成各部分如圖 4-7 所示。圖中主體(Hosts)分類本研究將以貯水部分、淨水部分及動力部分(分別對應雨水貯留系統中之貯水單元設備、淨水單元設備以及動力單元設備)為主；模型組件(Model Components)則包括輸水部分及集水部分(對應雨水貯留系統中之輸水單元設備及集水單元設備)兩部分。

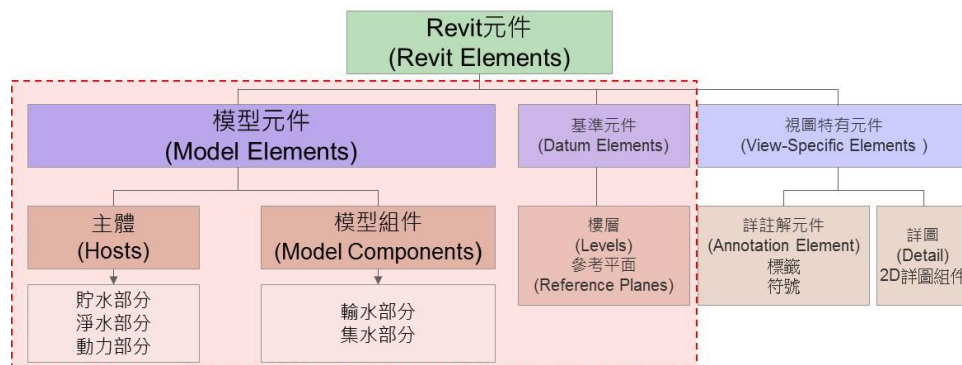


圖 4-7 本研究 Revit BIM 元件建構範圍

(資料來源：1.郭榮欽，2.本研究成果)

2. 本研究元件(族群)建構方式

Revit BIM 提供了許多可以配合大量專案或系統化的預先定義的元件；如果需要為特定專案、系統建立新元件，則 Revit BIM 提供自建族群的功能。Revit BIM 技術提供了許多樣板，如門、家具、窗和電氣裝置等樣板，並能以圖形方式來繪製新元件(基本樣板型式如圖 4-8)。

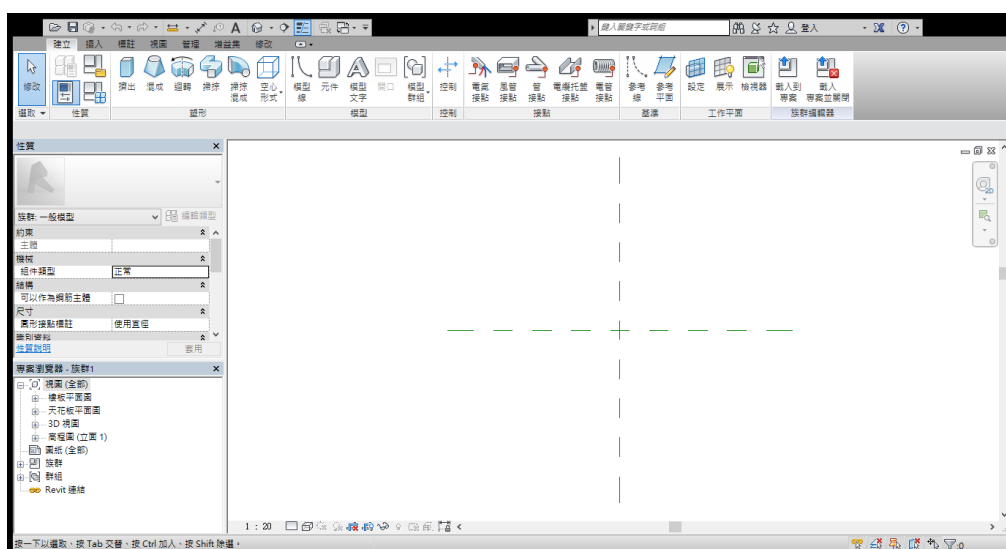


圖 4-8 Autodesk Revit 族群建模基本樣板

(資料來源：本研究成果)

此外，還可以利用載入其他族群以及在新族群內插入實例的方法來建立複合元件。建立新族群的方法有兩種：

- **建立現地族群：**這種建立族群的方法是用來建立目前專案特有的族群。在建立自訂族群時此方法很實用。可以在專案的現有幾何內容中設計族群。如果專案變更，且這些變更會影響到該族群，則該族群會自動更新。
- **標準元件族群：**通常這些族群是指建築設計中使用的標準大小和配置的常見元件和符號。使用標準族群樣板可以定義族群的幾何和大小。隨後可將族群儲存為一個獨立的檔案(.rfa)，並在任何需要使用的專案中載入它。

本研究後面章節將以「標準元件族群」為主要 Revit BIM 元件模型蒐集與建置方式，選取要使用的樣板後，可在各種視圖中定義該族群的外觀。在族群中放置哪些幾何是由使用者自己決定，並取決於使用者的設計要求。有時候在使用符號時，可能希望只看到繪製線。或者有時候可能需要在 3D 視圖中看到元件的真實幾

何形狀，不過在平面和立面視圖中，可能只希望顯示 2D 符號形式。要建立哪種類型的幾何由使用者自己決定。

此外，建立族群時，Revit BIM 亦會提供一個作為建築圖塊的樣板(如圖 4-8)，其中包含在專案中放置該族群時所需的大部分資訊，除其他元素以外，樣板還可包括參考平面、尺寸標註以及預先定義的幾何形狀。基本族群樣板大致有五種：(1) 基於牆的樣板、(2) 基於天花板的樣板、(3) 基於樓層的樣板、(4) 基於屋頂的樣板、(5) 獨立樣板。第一種到第四種稱為基於主體的樣板。只有當主體類型的元素存在時，才能在專案中放置這種基於主體的族群；例如基於牆的樣板是針對在牆中插入的元件，牆元件可包含開口，這樣在牆上放置元件時，該元件才會在牆上剪切出開口。其他如基於樓層的樣板是針對在樓層上插入的元件；基於屋頂的樣板是針對在屋頂上插入的元件...等；本研究部分設施產品等元件則可屬於基於樓層的樣板下建立。

另外，獨立樣板則則是針對不依賴於主體的元件；獨立元件可在模型中的任何地方顯示，並可將標註到其他獨立元件或基於主體的元件上。獨立族群的建築範例包括柱、家具和家電用具，而本研究雨水貯留設施單元各元件則大多屬於此種樣板進行建立。

伍、本研究模型建置主要內容

建置之內容將配合前述本研究各設施單元項目主要參數訂定及拋出至模型元件等為對應條件，建立後續各元件模型，依雨水貯留設施之特性及系統化時需求，擬定元件參數化欄位需包含之識別資料、幾何資訊、行為資料、外顯資料...等建置時必要項目，本研究擬定建置內容與流程說明如下：

1. 模型建構型式：依產品型式可供使用者設計範圍通常可將其分為通用模型及制式模型，通用模型可供使用者設計範圍較廣，包括尺寸、各孔口開放位置等均可操作輸入；惟使用者須注意是否設計值符合市售產品各參數之限制。制式模型可供使用者設計範圍拘限，尺寸為固定並已輸入符合市售產品之各項參數；可供使用者操作僅限各孔口開放位置等。本研究後續之模型將主要以通用模型之建置為主，以利不同參數條件之模型適用。
2. 外觀資料：為必要之資訊，主要需包括整體外觀、管件銜接功能等，其它則視需要可加建其它設計。
3. 幾何資訊：為必要之資訊，主要需包含可供使用者設定元件模型外觀尺寸、各式管件銜接相對應之位置之設計參數值等。
 - (1) 元件模型主體幾何圖形參數：為元件主體其平均長度、平均寬度及平均高度...等。
 - (2) 其它資訊：如管件銜接位置口之建立、電源接口等。
4. 行為資料：為必要之資訊，主要需包含可供使用者設定元件模型操作時之各項設計參數值，包括：
 - (1) 管件銜接口尺寸參數：管件銜接口尺寸，如元件各輸水設施接口、溢流/排水口尺寸之設定，包括圓形開口其直徑設計或矩形開口其寬度與高度之設計等。
 - (2) 管件銜接位置參數：為元件管件銜接口，包括如輸水設施單元銜接口、排水口等垂直方向位置之設定高程之參數。
 - (3) 其他資訊：如容許應力、材質、馬力、電壓、頻率、最高揚程...等，依設施單元設定時須行為限制時之資訊資料。
5. 元件自動計算參數（非供設計之參數）：由內鍵之計算公式，使用者不必填寫僅由程式自動計算；為提供模型建構時需引用特殊參

數參考或提供設計過程中程式需求之依循數值，包括如：

- (1)有效容量：提供蓄水之實際有效蓄存量，其單位為噸。
- (2)相關尺寸參考值：包括提供計算過程中各項尺寸標註。

6. 識別資料：

- (1)廠商資訊：略(以不顯示廠商資料為原則)。
- (2)材料或材質：提供主體主要材料與材質設計，如塑膠（或回收塑料）、不銹鋼、玻璃纖維或混凝土等。

藉由前述本研究相關之設備單元之產品設施在建築時其產品內容、建議參數等相關資訊建構之 Excel 資料庫，配合 Revit BIM 元件模式「參數格式」標準，進而研提本研究模型元件通用格式「參數化」輸入介面與模型建構，參數拋轉概念請參考圖 4-9 所示，方法概述如下：

- 通用格式「參數化」介面內容遴選—探討並遴選各設施單元通用內容，包括識別資料、幾何資訊、行為資料、外顯資料…等，各廠商可兼具備之通用資料為主。
- 銜接系統參數化內容—將以前述 Excel 資料庫為基礎，套繪至通用格式內容進一步完成各類別模型參數建置。

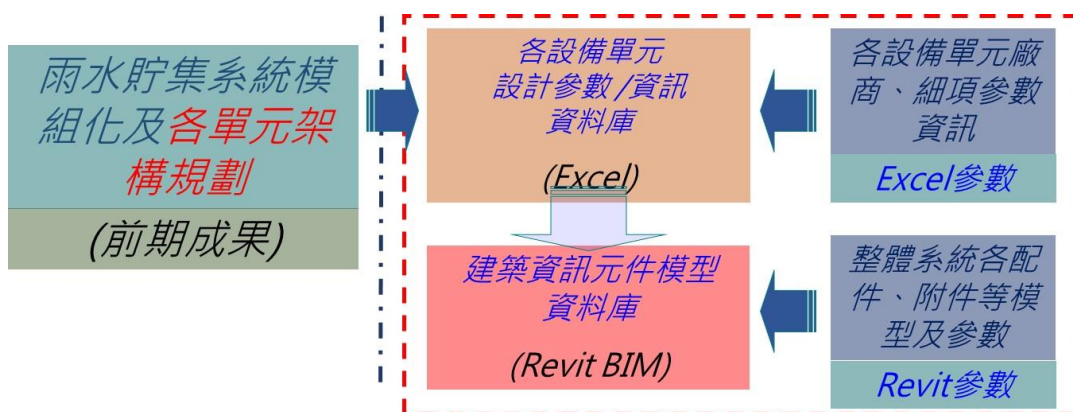


圖 4-9 本研究設備參數化架構及銜接整併構想

(資料來源：本研究成果)

第三節 設施單元設備參數資料庫

延續第二節所述之五種設施單元項目，及設備參數建置格式，本節依其各項資訊 Excel 參數表進行資料蒐集、分類、彙整，並完成各模組單元內容及參數資料庫建置，相關成果說明如下。

壹、集水設施單元設備資料庫

本節針對集水設施單元相關設備配件，主要以「落水頭」產品為參數建置對象，國內相關廠商資料庫及其參數建置成果，包括：

- ALEX 電光合業股份有限公司：內建包含 9 件相關產品及其主要參數。
- 嶺先企業有限公司：內建包含 6 件相關產品及其主要參數。
- 金高電實業有限公司：內建包含 1 件相關產品及其主要參數。
- 鉅林精密工業有限公司：內建包含 12 件相關產品及其主要參數。
- 泓嘉工業社：內建包含 4 件相關產品及其主要參數。

本研究建置成果將彙整為一資料匣，可套入 Revit BIM 資料庫中供採用參考，（鍵結位置：...:\ProgramData\Autodesk\RVT 2016\Libraries\RainWater_Project\RH 單元設備 Excel 資料\國內\集水設施資料庫），其中各廠商 Excel 資料庫與其連結關係圖，請參考圖 4-10 所示。



圖 4-10 集水設施單元資料庫關係圖

(資料來源：本研究成果)

貳、輸水設施單元資料庫

本節針對輸水設施單元相關設備配件主要可依管材性質進行分類，包括「PVC」及「HDPE」材質產品為參數建置對象，國內相關廠商資料庫及其參數建置成果，包括：

- 南亞塑膠工業股份有限公司：以「PVC」材質為主，內建包含 42 件相關產品及其主要參數。
- 環琪塑膠股份有限公司：以「PVC」材質為主，內建包含 18 件相關產品及其主要參數。
- 協羽機材工業股份有限公司：以「PVC」材質為主，內建包含 22 件相關產品及其主要參數。
- 雄宇事業有限公司：以「HDPE」材質為主，內建包含 20 件相關產品及其主要參數。
- 大地昌興業有限公司：以「HDPE」材質為主，內建包含 3 件相關產品及其主要參數。

鍵 結 位 置 : ...:\ProgramData\Autodesk\RVT

2016\Libraries\RainWater_Project

\RH 單元設備 Excel 資料\國內\輸水設施資料庫，其中各廠商 Excel 資料庫與其連結關係圖，請參考圖 4-11 所示。



圖 4-11 輸水設施單元資料庫關係圖

(資料來源：本研究成果)

參、貯水設施單元資料庫

本節針對貯水設施單元相關設備配件包括有地上型「雨撲滿」、
「儲存槽」及「水塔」產品，以及地下型「儲存槽」及「基磚」產品為
參數建置對象，國內相關廠商資料庫及其參數建置成果，包括：

- 活水泉源國際股份有限公司：地上型以「雨撲滿」設備為主，
內建包含 19 件相關產品及其主要參數；地下型以「儲存槽」
設備為主，內建包含 4 件相關產品及其主要參數。
- 拓霖企業股份有限公司：以「雨撲滿」設備為主，內建包含 21
件相關產品及其主要參數。
- 新綠境實業有限公司：以「儲存槽」設備為主，內建包含 11
件相關產品及其主要參數。
- 大鋒塑膠股份有限公司：地上型包括有「儲存槽」，內建包含
7 件相關產品及其主要參數；「水塔」，內建包含 2 件相關產

品及其主要參數。地下型則以「儲存槽-管列式」，內建包含 3 件相關產品及其主要參數；

- 壹際實業有限公司：地上型以「儲存槽」為主，內建包含 3 件相關產品及其主要參數；地下型則以「儲存槽-管列式」，內建包含 3 件相關產品及其主要參數；
- 南亞水塔 / 威熊塑膠科技股份有限公司：以「水塔」及「儲存槽」為主，內建各包含 2 件(共 4 件)相關產品及其主要參數。
- 中興水塔股份有限公司：以「水塔」為主，內建包含 2 件相關產品及其主要參數。

鍵 結 位 置 : ...:\ProgramData\Autodesk\RVT

2016\Libraries\RainWater_Project

\RH 單元設備 Excel 資料\國內\貯水設施資料庫，其中各廠商 Excel 資料庫與其連結關係圖，請參考圖 4-12 所示。



圖 4-12 貯水設施單元資料庫關係圖

(資料來源：本研究結果)

肆、淨水設施單元資料庫

本節針對淨水設施單元相關設備配件包括有「初期雨水過濾器」、「除苔器」、「砂濾設備」、「薄膜過濾」及「活性炭淨水」產品為參數建置對象，國內相關廠商資料庫及其參數建置成果，包括：

- 拓霖企業股份有限公司：以「初期雨水過濾器」設備為主，內建包含 10 件相關產品及其主要參數。
- 活水泉源國際(股)公司：以「初期雨水過濾器」設備為主，內建包含 5 件相關產品及其主要參數。
- 洋新科技有限公司：以「除苔器」設備為主，內建包含 5 件相關產品及其主要參數。
- 日晧貿易股份有限公司：以「砂濾設備」為主，內建包含 32 件相關產品及其主要參數。
- 雷鉞科技股份有限公司：以「薄膜過濾」為主，內建包含 6 件相關產品及其主要參數。
- 淨宇科技有限公司：以「活性炭淨水」為主，內建包含 18 件相關產品及其主要參數。

鍵 結 位 置 : ...:\ProgramData\Autodesk\RVT

2016\Libraries\RainWater_Project

\RH 單元設備 Excel 資料\國內\淨水設施資料庫，其中各廠商 Excel 資料庫與其連結關係圖，請參考圖 4-13 所示。



圖 4-13 淨水設施單元資料庫關係圖

(資料來源：本研究成果)

伍、動力設施單元資料庫

本節針動力設施單元相關設備配件主要可分類包括「沉水型」及「陸上型」產品為參數建置對象，國內相關廠商資料庫及其參數建置成果，包括：

- 經濟實業股份有限公司(九如牌泵浦)：以「陸上型」為主，內建包含 5 件相關產品及其主要參數。
- 大井泵浦工業股份有限公司：包括「陸上型」、「沉水型」，內建包含 6 件相關產品及其主要參數。
- 木川工業股份有限公司：以「陸上型」為主，內建包含 4 件相關產品及其主要參數。
- 宇成興業/ 澳迪實業有限公司：包括「陸上型」、「沉水型」，內建包含 10 件相關產品及其主要參數。
- 欣展機械有限公司：以「陸上型」為主，內建包含 10 件相關產品及其主要參數。

鍵 結 位 置 : ...:\ProgramData\Autodesk\RVT

2016\Libraries\RainWater_Project

\RH 單元設備 Excel 資料\國內\貯水設施資料庫，其中各廠商 Excel 資料庫與其連結關係圖，請參考圖 4-14 所示。

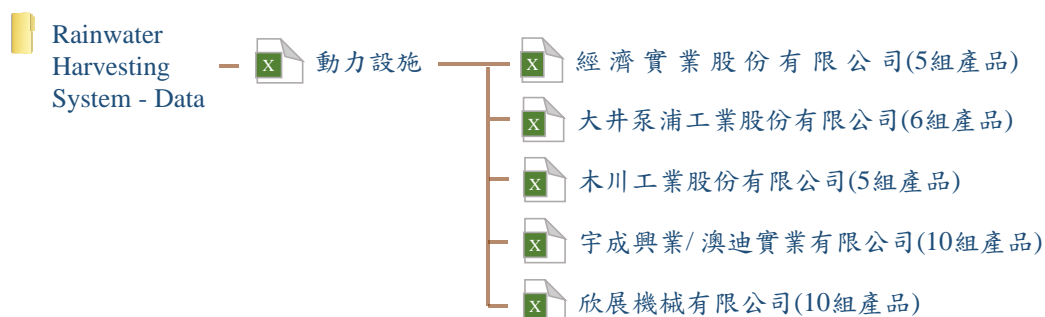


圖 4-14 動力設施單元資料庫關係圖

(資料來源：本研究成果)

第四節 設施單元元件模型蒐集及建置成果

依據第三節雨水貯集系統設施單元參數資訊介面內容與對應項目，並就所蒐集之各設施單元相關產品可進一步分類其供通用部分-幾何資訊，進以蒐集或繪製相關 Revit BIM 模型元件，並修訂或建置其參數內容，本研究建置部分可包括：

- 各設施單元幾何資訊(主要建置項目)：模型元件外觀參數，例如元件主體其平均長度、平均寬度及平均高度…等。
- 各設施單元外顯資料及行為資料(依各類設施單元在系統中之需求建置)：元件各管件銜接點尺寸、位置…等，可在模型中顯示。
- 各設施單元識別資料(保留位置)：廠商資訊、材質…等，在模型參數中將省略，僅保留參數空間但不建置內容。

參數化對應關係圖可參考圖 4-15 雨水桶槽參數欄位為例。

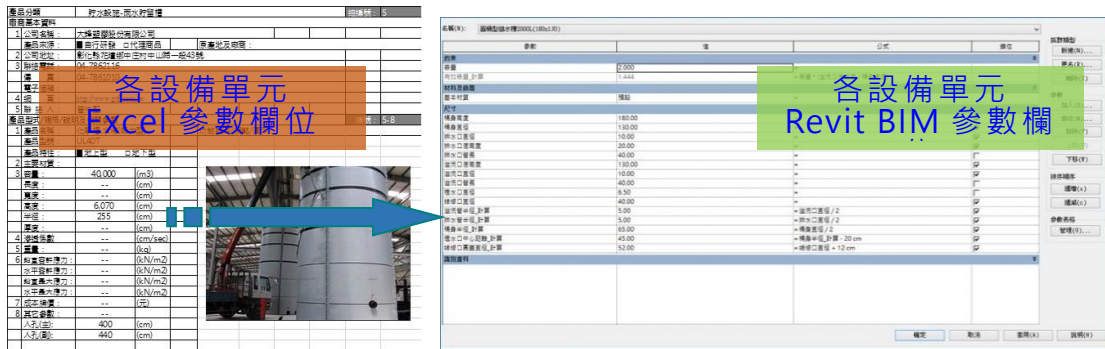


圖 4-15 參數化對應關係圖-雨水桶槽為例

(資料來源：本研究成果)

壹、集水設施單元模型元件資料庫

本小節針對集水設施單元相關設備配件將配合以「落水頭」產品為參數拋轉至 Revit BIM 模型元件對象，國內相關廠商資料 Revit BIM 模型元件及其參數建置已蒐集到本研究相關元建庫。本項設施單元資料庫構建內容擬定與建置成果如表 4-6 所列(資料庫鑑結：...:\ProgramData\Autodesk\RVT2016\Libraries\RainWater_Project\RH_集水設施\...)。其中，蒐集範例成果可參考如圖 4-16，高籠型 1 型所示。

表 4-6 集水設施單元模型元件資料庫內容

設施單元項目	設施名稱	套用 Revit BIM 模型元件名稱
配件	落水頭	方型圓孔.rfa
		花台落水頭.rfa
		高籠型 1 型.rfa
		高籠型 2 型-50mm.rfa
		圓型.rfa

(資料來源：本研究成果)

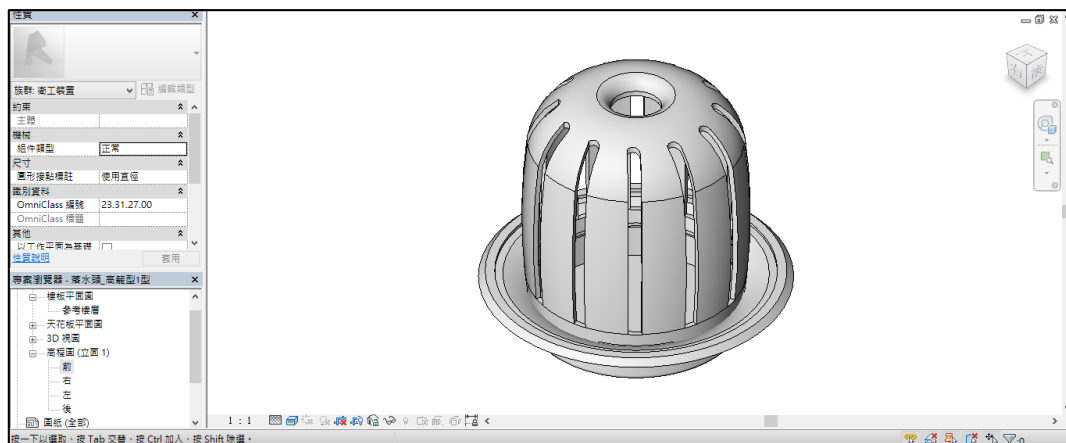


圖 4-16 集水設施元件模型-高籠型 1 型為例

(資料來源：本研究蒐集成果)

肆、輸水設施單元模型元件資料庫

本小節針對輸水設施單元相關設備配件將配合以「閥門」、「管件-PVC」、「管件-雨水管件」及「管件-通用管件」等產品為 Revit BIM 模型元件對象，各類輸水設備單元 Revit BIM 模型元件，本研究已蒐集或建置相關元件模型並彙整於資料庫，如表 4-7 所列。相關資料鑑
結
位置 …:\ProgramData\Autodesk\RVT2016\Libraries\RainWater_Project\RH_輸水設施\...。其中，相關建置成果可參考如圖 4-17 閥門-逆止閥、圖 4-18 閥門-球塞閥、圖 4-19 管件-T 接頭、圖 4-20 管件-彎管，以及圖 4-21 管件-斜 T 所示。

表 4-7 輸水設施單元模型元件資料庫內容

設施單元項目	設施名稱		套用 Revit BIM 模型元件名稱
配件	閥門	浮標閥	水位閥 - 15-50 mm - 螺紋.rfa
			水位閥 - 65-80 mm - 法蘭式.rfa
		逆止閥	逆止閥 - 10-100 mm - 螺紋.rfa

			逆止閥 - 50-300 mm - 法蘭式.rfa
			逆止閥 - 圓片 - 50-600 mm.rfa
			逆止閥_13A-32A.rfa
		控制閥	馬達控制閥 - 15-50 mm.rfa
			馬達控制閥 - 65-150 mm.rfa
			馬達控制閥 - 200-300 mm.rfa
			馬達控制閥 - 三向 - 50-400 mm.rfa
			螺管閥 - 6-10 mm.rfa
			螺管閥 - 15-80 mm.rfa
		球閥	球塞閥_13A.rfa
			球塞閥_15A.rfa
			球塞閥_20A.rfa
			球塞閥_25A.rfa
			球閥 - 50-150 mm.rfa
		閘閥	制水閥 - 50-300 mm.rfa
	閘閥_13A-65A.rfa		
	PVC	承口型	T 接頭 - PVC - Sch 40.rfa
			交叉 - PVC - Sch 40.rfa
			旋塞 - PVC - Sch 40.rfa
			頂蓋 - PVC - Sch 40.rfa
			管接頭 - PVC - Sch 40.rfa
			管接頭異徑 - PVC - Sch 40.rfa
			彎頭 - PVC - Sch 40.rfa
	雨水管件	雨水回收管	雨水回收管_斜 T.rfa
			雨水回收管_彎頭.rfa
			雨水回收管_變徑管.rfa
		雨回給水管	雨回給水管_三通_大.rfa
			雨回給水管_三通_小.rfa
			雨回給水管_管帽.rfa
			雨回給水管_彎頭_大.rfa
雨回給水管_彎頭_小.rfa			
雨回給水管_變徑_大.rfa			
雨回給水管_變徑_小.rfa			
通用管件	T 接頭 - 通用.rfa		
	分支連接 - 熔接 - 通用.rfa		
	分支連接 - 螺紋 - 通用.rfa		
	交叉 - 通用.rfa		

附件		頂蓋 - 通用.rfa
		管接頭 - 通用.rfa
		轉接頭 - 通用.rfa
		彎頭 - 通用.rfa
	監測	流速管計 - 150-1200 mm.rfa
		溫度計.rfa
其它	壓力計.rfa	
	排氣口 - 25-32 mm.rfa	
		排氣口 - 40-100 mm.rfa

(資料來源：本研究成果)

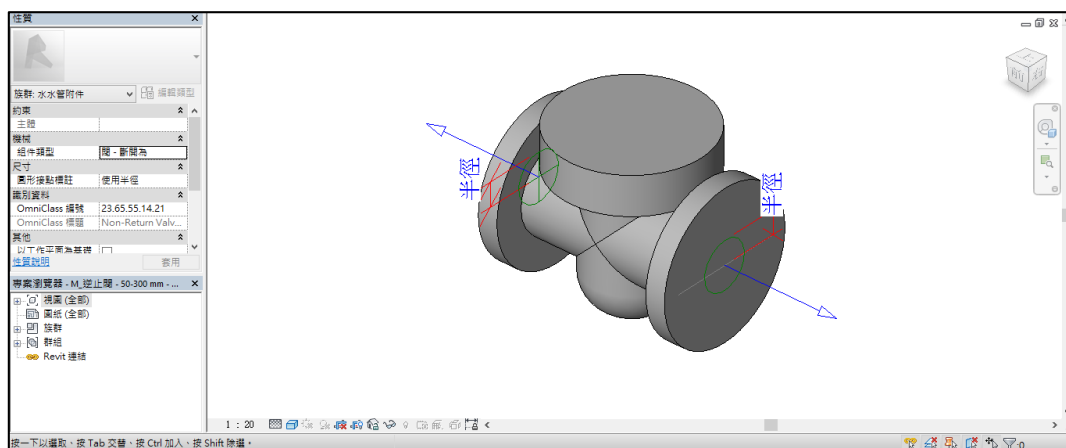


圖 4-17 輸水設施元件模型-閥門-逆止閥例

(資料來源：本研究蒐集成果)

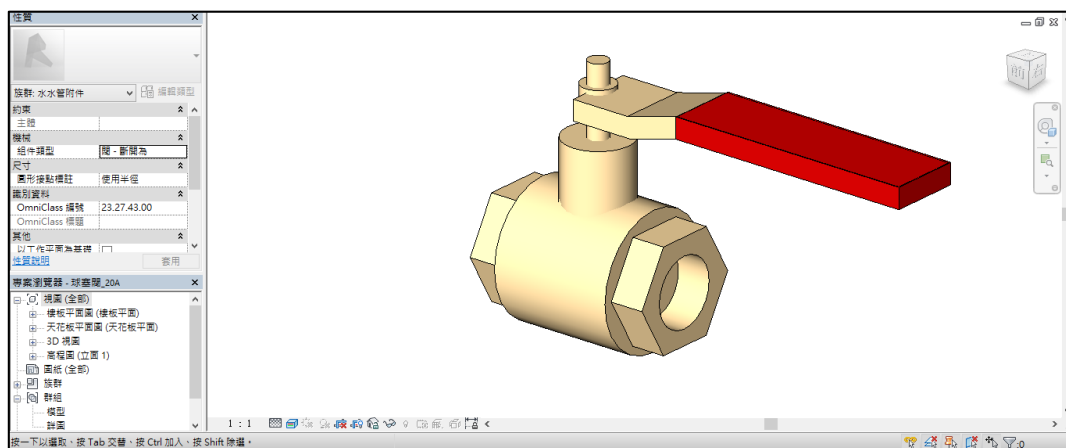


圖 4-18 輸水設施元件模型-閥門-球塞閥例

(資料來源：本研究蒐集成果)

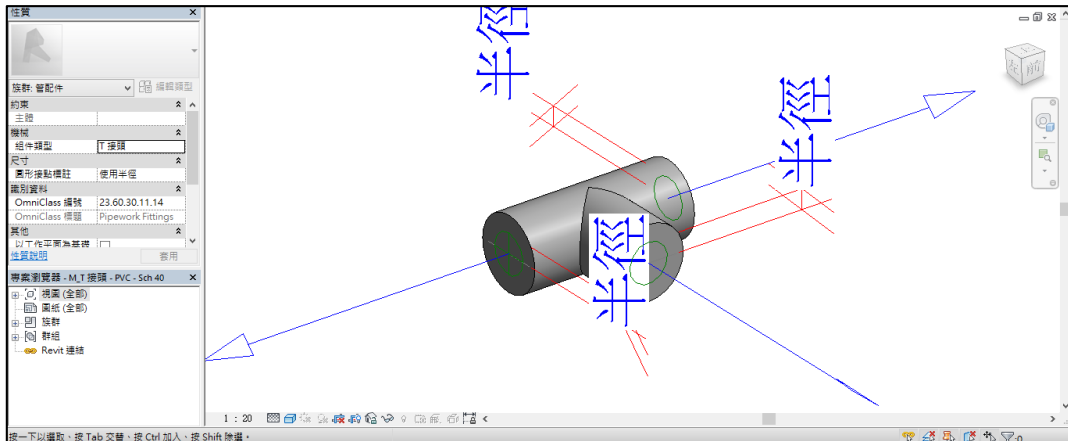


圖 4-19 輸水設施元件模型-管件-T 接頭例

(資料來源：本研究蒐集成果)

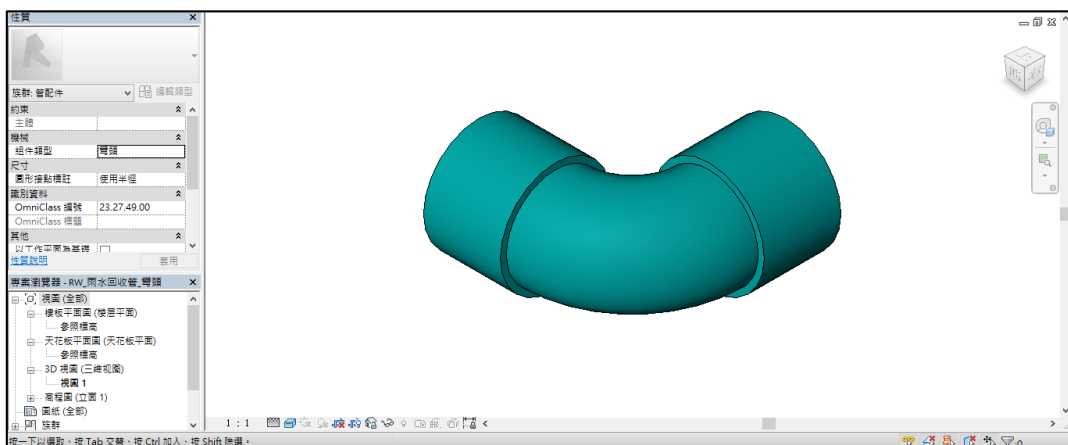


圖 4-20 輸水設施元件模型-管件-彎管例

(資料來源：本研究蒐集成果)

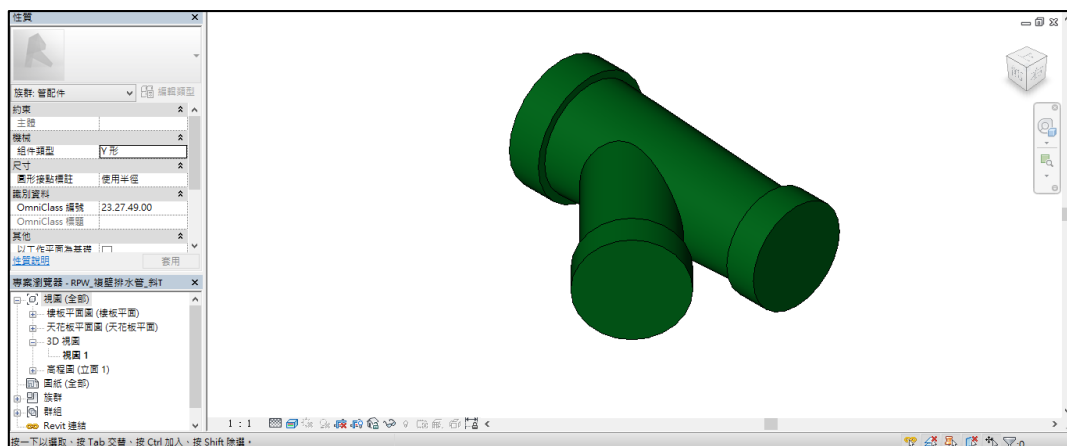


圖 4-21 輸水設施元件模型-管件-斜 T 例

(資料來源：本研究蒐集成果)

參、貯水設施單元模型元件資料庫

本小節針對淨水設施單元相關設備配件將配合以地上型「儲存槽」及「水塔」產品，以及地下型「儲存槽」及「基磚」等產品為參數拋轉至 Revit BIM 模型元件對象，各類貯水設備單元 Revit BIM 模型元件，本研究已建置相關元件模型於資料庫，如表 4-8 所列。鑑結位置 …:\ProgramData\Autodesk\RVT2016\Libraries\RainWater_Project\RH_貯水設施\…。其中，相關建置成果可參考如圖 4-22 組合式水槽-FRP 水箱 1M_2x2x2、圖 4-23 組合式水槽-基磚個體、圖 4-24 預鑄式桶槽-直立式水槽、圖 4-25 預鑄式桶槽-運輸型水槽，以及圖 4-26 預鑄式桶槽-臥式水槽所示。

表 4-8 貯水設施單元模型元件資料庫內容

設施單元項目	設施名稱		套用 Revit BIM 模型元件名稱
配件	組合式	組合式水箱 1M 面板(通用)	FRP 水箱 1M_2x2x2.rfa
			FRP 水箱 1M_4x3x2.rfa
			FRP 水箱 1M_6x4x3.rfa
		臥桶水槽地下型	臥桶式管形儲水槽

	(通用)	4200L(200x180).rfa		
		基礎(通用)	雨水貯集框架_個體(50x50x55).rfa	
			雨水貯集框架_個體(75x75x60).rfa	
			雨水貯集框架_個體(80x80x39).rfa	
		管型水槽(通用)	管型儲水槽1200L(150x115).rfa	
			管型儲水槽4000L(210x175).rfa	
			管型儲水槽8000L(850x115).rfa	
		預鑄式	直立式(通用)	圓桶型儲水槽2000L(180x130).rfa
				圓桶型儲水槽3000L(200x160).rfa
	圓桶型儲水槽4000L(220x170).rfa			
	圓桶型儲水槽5000L(225x190).rfa			
	圓桶型儲水槽10000L(300x230).rfa			
	圓桶型儲水槽15000L(360x260).rfa			
	圓桶型儲水槽20000L(420x270).rfa			
	臥式(通用)		臥桶式儲水槽圓形2000L(180x140x120).rfa	
			臥桶式儲水槽圓形3000L(210x170x140).rfa	
	運輸型(通用)		方形儲水槽2000L(150x140x120).rfa	
			方形儲水槽3000L(180x170x140).rfa	
	管列式(通用)		管列式2000L(180x130).rfa	
			管列式3000L(230x130).rfa	
			管列式5000L(380x130).rfa	
	附件	爬梯(通用)	爬梯.rfa	
		檢視井(通用)	檢視井(方形開口).rfa	
檢視井(圓形開口).rfa				

	蓋板(通用)	方形蓋板.rfa
		圓性蓋板.rfa

(資料來源：本研究成果)

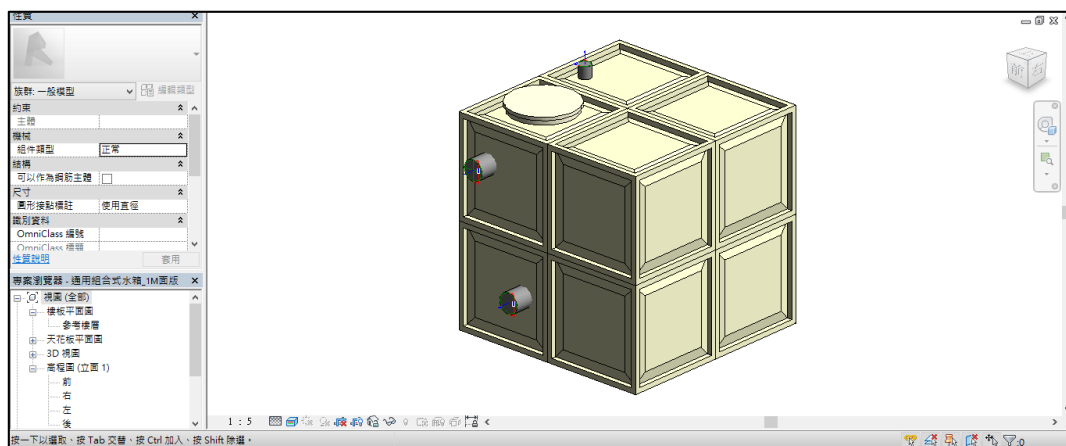


圖 4-22 貯水設施元件模型-組合式水槽-FRP 水箱例

(資料來源：本研究建置成果)

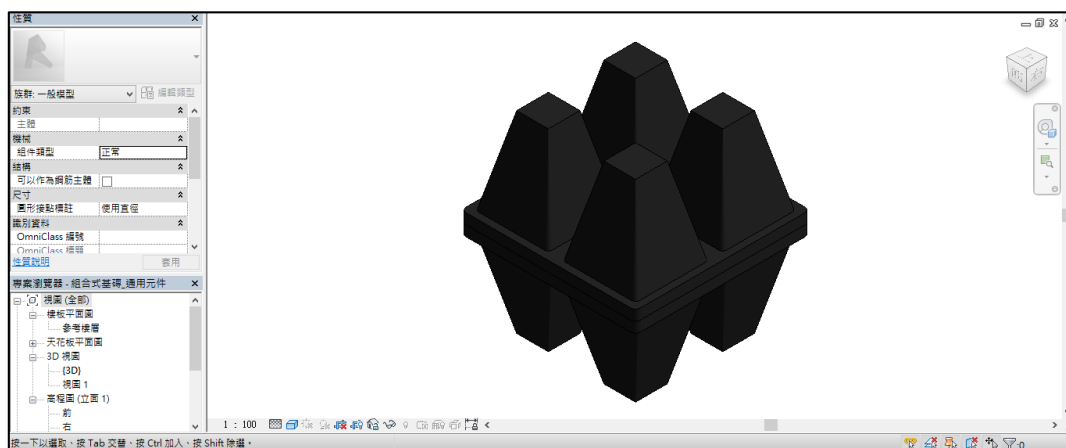


圖 4-23 貯水設施元件模型-組合式水槽-基礎個體例

(資料來源：本研究建置成果)

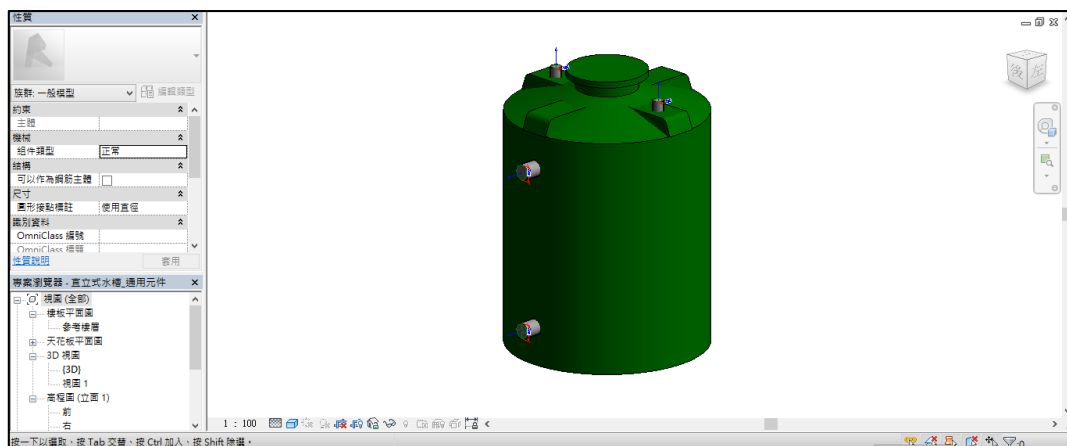


圖 4-24 貯水設施元件模型-預鑄式水槽-直立式水槽例

(資料來源：本研究建置成果)

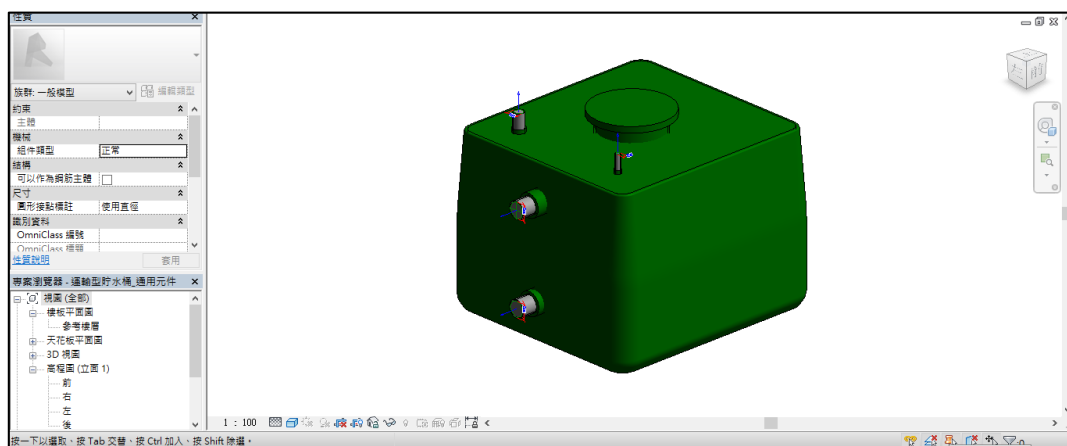


圖 4-25 貯水設施元件模型-預鑄式水槽-運輸型水槽例

(資料來源：本研究建置成果)

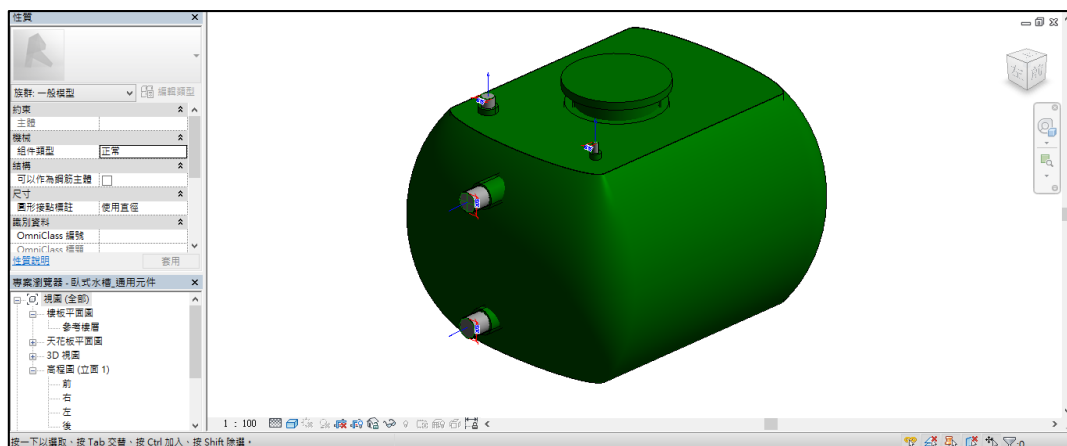


圖 4-26 貯水設施元件模型-預鑄式水槽-臥式水槽例

(資料來源：本研究建置成果)

貳、淨水設施單元模型元件資料庫

本小節針對淨水設施單元相關設備配件將配合以「初期雨水過濾器」、「砂濾設備」、「Y型過濾器」、「活性炭淨水」等產品為參數拋轉至 Revit BIM 模型元件對象，「Y型過濾器」Revit BIM 模型元件，已初步蒐集/建置於資料庫，其它「初期雨水過濾器」、「砂濾設備」及「活性炭淨水」等國內相關廠商資料 Revit BIM 模型元件及其參數建置暫無蒐集到相關元建庫，將由本研究自行建置相關模型及參數內容。本項設施單元資料庫構建內容擬定與建置成果如表 4-9 所列，鑑結：`:\ProgramData\Autodesk\RVT2016\Libraries\RainWater_Project\RH_淨水設施\...`。其中，蒐集範例及建置成果可參考如圖 4-27Y 型過濾器、圖 4-28 初期雨水過濾-落葉分離器、圖 4-29 活型碳過濾器，以及圖 4-30 砂濾設備-上接式砂濾桶所示。

表 4-9 淨水設施單元模型元件資料庫內容

設施單元項目	設施名稱		套用 Revit BIM 模型元件名稱
配件	Y 型過濾器	螺紋式	Y 型過濾器 -15mm- 螺

		紋.rfa	Y 型過濾器 -20mm- 螺紋.rfa
			Y 型過濾器 -25mm- 螺紋.rfa
			Y 型過濾器 -32mm- 螺紋.rfa
			Y 型過濾器 -40mm- 螺紋.rfa
			Y 型過濾器 -50mm-法蘭式.rfa
		法蘭式	Y 型過濾器 -65mm-法蘭式.rfa
			Y 型過濾器 -80mm-法蘭式.rfa
			Y 型過濾器 -100mm-法蘭式.rfa
			Y 型過濾器 -125mm-法蘭式.rfa
			Y 型過濾器 -150mm-法蘭式.rfa
			Y 型過濾器 -200mm-法蘭式.rfa
			Y 型過濾器 -250mm-法蘭式.rfa
			Y 型過濾器 -300mm-法蘭式.rfa
			Y 型過濾器 -350mm-法蘭式.rfa
	初期雨水過濾器	落葉分離器(通用)	落葉分離器 2" 型.rfa
			落葉分離器 3" 型.rfa
			落葉分離器 4" 型.rfa
	砂濾設備	上接式砂濾桶(通用)	上接式砂濾桶 400 型.rfa
			上接式砂濾桶 525 型.rfa
			上接式砂濾桶 750 型.rfa
上接式砂濾桶 1000 型.rfa			
側接式砂濾桶(通用)		側接式砂濾桶 1200 型.rfa	
		側接式砂濾桶 1400 型.rfa	
		側接式砂濾桶 1600 型.rfa	
		側接式砂濾桶 1800 型.rfa	
			側接式砂濾桶 2000 型.rfa

活性炭淨水(通用)	活性炭淨水 (10"*35") 型.rfa
	活性炭淨水 (10"*54") 型.rfa
	活性炭淨水 (13"*54") 型.rfa
	活性炭淨水 (14"*65") 型.rfa
	活性炭淨水 (16"*65") 型.rfa
	活性炭淨水 (22"*44") 型.rfa
	活性炭淨水 (21"*62") 型.rfa

(資料來源：本研究成果)

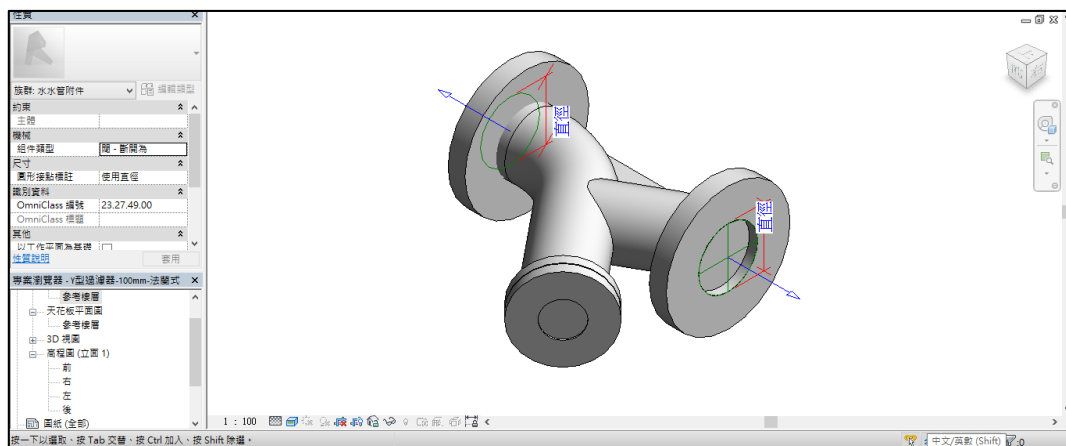


圖 4-27 淨水設施元件模型- Y型過濾器 100mm-法蘭式例

(資料來源：本研究蒐集成果)

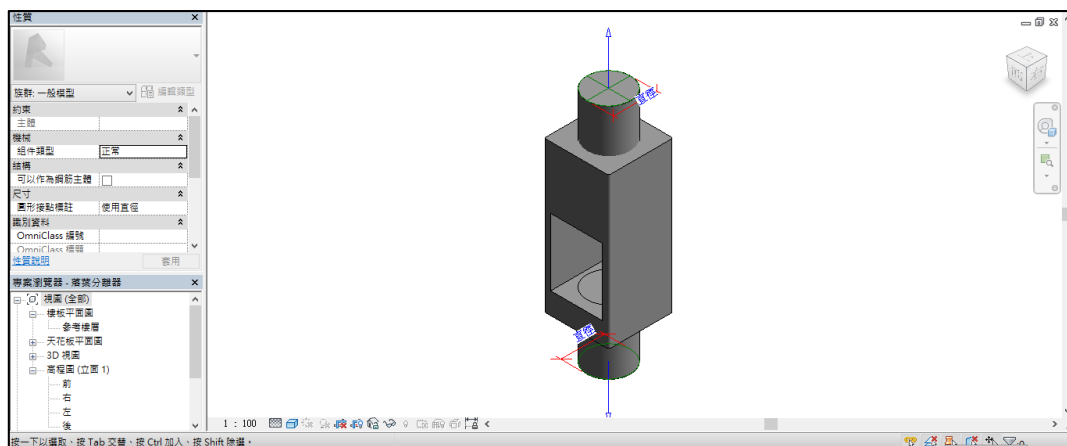


圖 4-28 淨水設施元件模型- 初期雨水過濾-落葉分離器例

(資料來源：本研究建置成果)

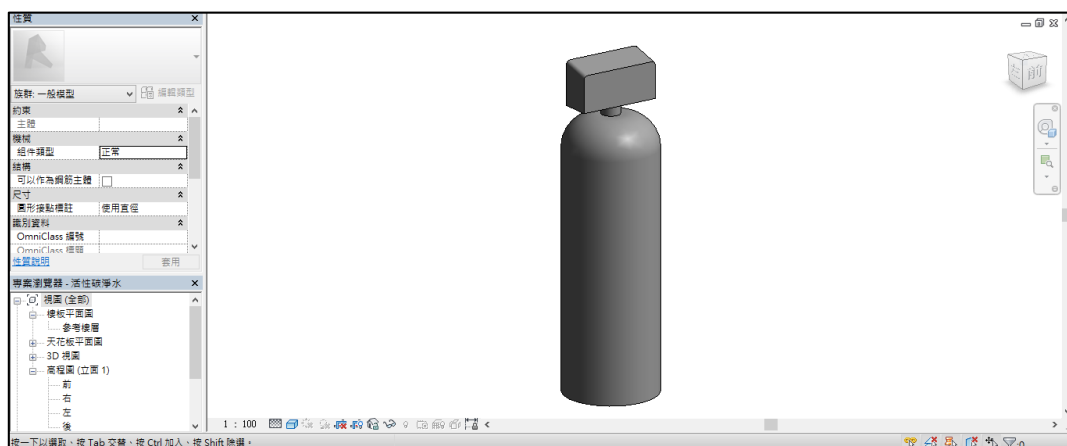


圖 4-29 淨水設施元件模型- 活性炭過濾器例

(資料來源：本研究建置成果)

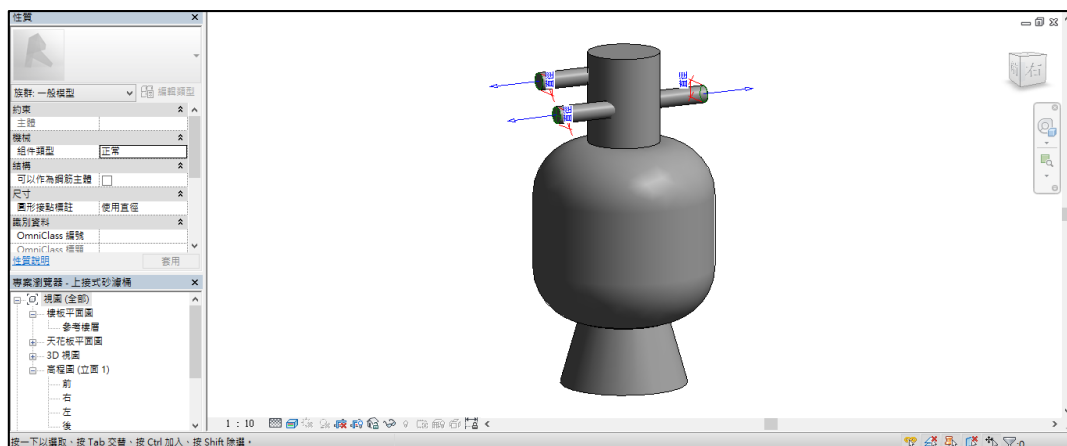


圖 4-30 淨水設施元件模型- 沙濾設備-上接式砂濾桶例

(資料來源：本研究建置成果)

伍、動力設施單元模型元件資料庫

本小節針對動力設施單元相關設備配件將配合以「陸上型」泵浦產品為主，作為 Revit BIM 模型元件對象，各類動力設施單元 Revit BIM 模型元件，本研究蒐集相關元件模型並彙整於資料庫，鑑結位置 ...:\ProgramData\Autodesk\RVT2016\Libraries\RainWater_Project\RH_輸水設施\...。其中，相關成果彙整如表 4-10，模型建置可參考如圖 4-31 閘門-逆止閘所示。

表 4-10 動力設施單元模型元件資料庫內容

設施單元項目	設施名稱		套用 Revit BIM 模型元件名稱
配件	陸上型	加壓泵浦	加壓泵浦 1 型.rfa
			加壓泵浦 2 型.rfa
		聯軸泵浦	聯軸泵.rfa
附件	監測		水錶_20A.rfa
			水錶_25A.rfa

(資料來源：本研究成果)

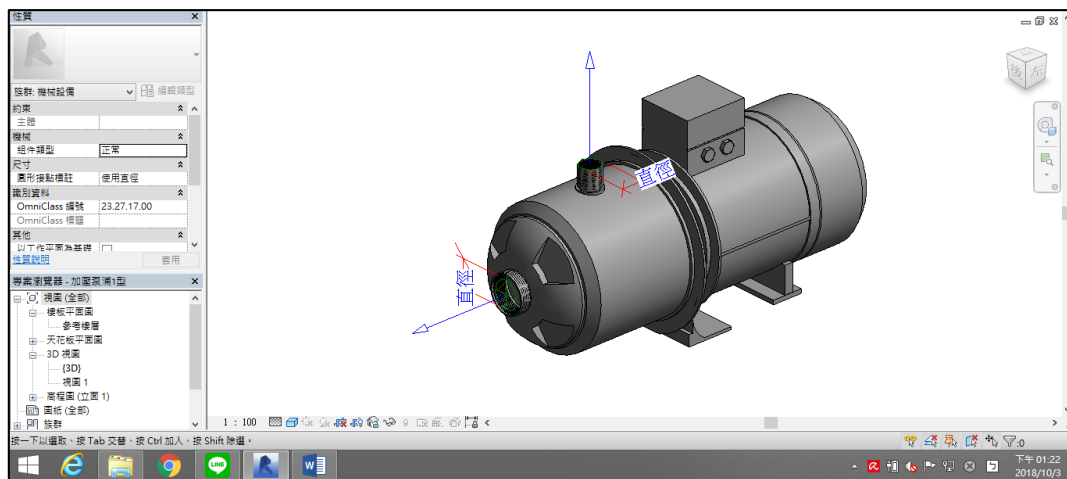


圖 4-31 動力設施元件模型-加壓泵浦例

(資料來源：本研究蒐集成果)

第五章 綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊

本年度研究成果將結合 106 年「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」之成果，初步研擬「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」(草案)，將提供雨水貯集利用系統做為推廣及設計規劃之技術依據。

第一節 手冊章節架構初擬

「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」之編纂，可建立適合國內雨水貯集利用系統之相關資料，做為設計規劃者之設計依據，以將相關技術應用於建築實務設計層面，並可提供政府日後推廣雨水貯集利用技術普及化及制度化之參考資料。「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」初擬包含六篇，各篇及章節架構列示如下：

目錄

基本篇

- 1-1. 綠建築標章制度
- 1-2. 雨水貯集利用系統介紹
- 1-3. 規劃實施流程
- 1-4. 雨水貯集利用相關規範

規劃設計篇

- 2-1. 規劃設計原則及流程
- 2-2. 雨水貯集利用系統模組型式
- 2-3. 雨水貯集利用系統容量設計
- 2-4. 雨水利用效率評定
- 2-5. 集水設施

- 2-6. 輸水設施
- 2-7. 儲水設施
- 2-8. 淨水設施
- 2-9. 動力設施

設施設備篇

- 3-1. 集水設備
- 3-2. 輸水設備
- 3-3. 儲水設備
- 3-4. 淨水設備
- 3-5. 動力設備

維護管理篇

- 4-1. 設備管理
- 4-2. 水質管理
- 4-3. 安全管理
- 4-4. 檢查及維護

創新綜合利用篇

- 5-1. 多功能綜合利用
- 5-2. 建築資訊系統
- 5-3. 智慧物聯網

問題與解答篇

- 6-1. 應用問題
- 6-2. 設計問題
- 6-3. 水質問題
- 6-4. 系統維護問題
- 6-5. 機械系統問題

參考文獻

第二節 手冊撰寫概念及內容介紹

本節將依據初擬之章節架構，針對手冊各部份撰寫概念及內容進行介紹。

「雨水貯集利用系統模組設計手冊」本手冊之目的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，提供建築物雨水貯集利用系統模組設計之參考。本手冊可提供給相關主管機關、專業團體，以及建築等專業人士從事綠建築雨水貯集利用系統設計時之參考。手冊所提之內容，相關法規、規範另有規定，應從其規定；如欲參照本手冊所列設備之設計使用，應取得該設備所有者之授權。手冊內容詳附錄。

第六章 結論與建議

本計畫主要針對綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究相關課題進行探討及內容編撰，其結論與建議說明如后。

第一節 結論

壹、完成雨水貯集利用系統產業發展趨勢分析 與政策研擬

本研究透過市場調查所得到的相關資訊進行資料彙整，評估出雨水貯集與利用產業的發展趨勢。進而邀請相關領域專家，對於雨水貯集與利用產業發展的專業意見，瞭解雨水貯集利用產業市場的發展現況、市場優勢與劣勢及未來展望，進而研擬雨水貯集與利用產業相關建議及推動策略，其內容如下：

1. 雨水產業範疇：針對建築物雨水貯集利用系統作探討，雨水利用項目考慮沖廁、澆灌、洗車、冷卻補充水及景觀用水等，為直接利用之用途分類；而產業界定為四個階段，分別為規劃設計、生產代理、系統建置及維護管理。
2. 市場調查：國內外水資源情況與市場發展概況彙整分析，市場調查與決策分析方法比較，選擇 SWOT 分析方法，考慮外部環境因素與內部環境因素，透過問卷調查、專家諮詢與座談會，構造 SWOT 矩陣與產業發展決策項目。
3. 研擬政策：分為技術層面以增進雨水貯集利用系統之產業競爭力、政策推動與法規健全化及開拓市場行銷三個部分研擬產業發展推動策略。

貳、完成雨水貯集利用設備建築相關資訊之欄

位及內容研議

本研究依據雨水貯集利用模組分類之「集水設施單元」、「淨水設施單元」、「貯水設施單元」、「輸水設施單元」以及「動力設施單元」等五項單元分別進行各設施/設備建築時所需之相關資訊內容。針對各類別設施單元，彙整國內相關產項涵蓋包括設備/產品分類、廠商資料、設備內容及主要設計參數（如尺寸、材質...等，依產品需求訂定不同主要參數資料），以及設施簡易照片等：

1. 產品分類：主要為本設備/產品適用之範圍，本研究分類配合前述設施單元劃分，以「集水設施單元」、「淨水設施單元」、「貯水設施單元」、「輸水設施單元」以及「動力設施單元」為類別項目。
2. 廠商基本資料：本欄位主要為公司名稱、廠商地址、電話、主要聯絡人以及網址或 E-mail 等資訊（備註：為主要欲拋轉至建築模型「識別資料」之參數項目）。
3. 設備型式：包括地上型、地下型、代號或型號...等（備註：為主要欲拋轉至建築模型「行為資料」之參數項目）。
4. 主要規格：將依產品分類訂定不同規格項目，主要包括產品的尺寸，如長、寬、高，或是管徑等，或是材質等，或是流量、或是馬力...等（備註：為主要欲拋轉至建築模型應用之「幾何資料」與「外顯資料」之參數項目）。
5. 其它參數：將依產品分類訂定不同規格項目，包括產品的重量、容許應力...等（備註：為主要欲拋轉至建築模型應用之「行為資料」、「約束資料」或「後設資料」等參數項目）。
6. 照片：提供產品照片對照(提供使用者了解設施外觀、顏色及形式等)。

最後透過上述之資料內容蒐集，分項整理以 Excel 格式下並完整彙編為資料庫，提供為後續配合「Revit BIM」技術元件建置中參數化建構時使用。

參、雨水貯集利用設備「Revit BIM」技術參

數化內容及元件建構原則

本計畫之 RevitBIM 技術元件模型構成來源主要以目前市場中之現有元件模型檔案蒐集或以自行元件模型繪製，其中自行元件模型繪製又以通用模型構建為主；綜觀分析相關之模型建置成果，本研究研擬建置原則及所包含內容應包括識別資料、幾何資訊、行為資料、外顯資料…等建置時之必要項目，內容如下：

1. 模型建構型式：依產品型式可供使用者設計範圍通常可將其分為通用模型及制式模型，通用模型可供使用者設計範圍較廣，包括尺寸、各孔口開放位置等均可操作輸入。
2. 外顯資料：為必要之資訊，主要需包括整體外觀、管件銜接功能等，其它則視需要可加建其它設計。
3. 幾何資訊：為必要之資訊，主要需包含可供使用者設定元件模型外觀尺寸、各式管件銜接相對應之位置之設計參數值等。
 - (3) 元件模型主體幾何圖形參數：為元件主體其平均長度、平均寬度及平均高度…等。
 - (4) 其它資訊：如管件銜接位置口之建立、電源接口等。
4. 行為資料：為必要之資訊，主要需包含可供使用者設定元件模型操作時之各項設計參數值，包括：
 - (1) 管件銜接口尺寸參數：管件銜接口尺寸，如元件各輸水設施接口、溢流/排水口尺寸之設定，包括圓形開口其直徑設計或矩形開口其寬度與高度之設計等。
 - (2) 管件銜接位置參數：為元件管件銜接口，包括如輸水設施單元銜接口、排水口等垂直方向位置之設定高程之參數。
 - (3) 其他資訊：如容許應力、材質、馬力、電壓、頻率、最高揚程…等，依設施單元設定時須行為限制時之資訊資料。
5. 元件自動計算參數（非供設計之參數）：由內鍵之計算公式，使用者不必填寫僅由程式自動計算；為提供模型建構時需引用特殊參數參考或提供

設計過程中程式需求之依循數值，包括如：

- (1) 有效容量：提供蓄水之實際有效蓄存量，其單位為噸。
- (2) 相關尺寸參考值：包括提供計算過程中各項尺寸標註。

6. 識別資料：

- (1) 廠商資訊：略(以不顯示廠商資料為原則)。
- (2) 材料或材質：提供主體主要材料與材質設計，如塑膠（或回收塑料）、不銹鋼、玻璃纖維或混凝土等。

肆、雨水貯集利用設備 RevitBIM 元件模型資料庫建置

蒐集或建構完成各項雨水貯集系統設備單元 RevitBIM 相關模型元件。模型元件資料庫內容包括：

1. 集水設施單元：以「落水頭」產品為 Revit BIM 模型元件蒐集或建置對象，並約共計有 5 種元件型式建置存檔。
2. 淨水設施單元：以「初期雨水過濾器」、「砂濾設備」、「Y 型過濾器」、「活性碳淨水」產品為 Revit BIM 模型元件蒐集或建置對象，並約共計有 34 種元件型式建置存檔。
3. 貯水設施單元：以地上型「儲存槽」、「水塔」產品，以及地下型「儲存槽」、「基磚」，以及相關附件等產品為 Revit BIM 模型元件蒐集或建置對象，並約共計有 29 種元件型式建置存檔。
4. 輸水設施單元：以「閘門」、「管件-PVC」、「管件-雨水管件」及「管件-通用管件」，以及相關附件等產品為 Revit BIM 模型元件蒐集或建置對象，並約共計有 49 種元件型式建置存檔。
5. 動力設施單元：以「陸上型」泵浦，以及相關附件等產品為 Revit BIM 模型元件蒐集或建置對象，並約共計有 5 種元件型式建置存檔。

伍、「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」內容撰寫

「雨水貯集利用系統模組設計手冊」手冊之目的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，提供建築物雨水貯集利用系統模組設計之參考。本手冊可提供給相關主管機關、專業團體，以及建築等專業人士從事綠建築雨水貯集利用系統設計時之參考。手冊所提之內容，相關法規、規範另有規定，應從其規定；如欲參照本手冊所列設備之設計使用，應取得該設備所有者之授權。

「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」主要包含六篇，分別為：基本篇、系統規劃設計篇、系統單元產品設備篇、維護管理篇、創新綜合利用篇、問題與解答篇。手冊之編纂，可建立適合國內雨水貯集利用系統之相關資料，做為設計規劃者之設計依據，以將相關技術應用於建築實務設計層面，並可提供政府日後推廣雨水貯集利用技術普及化及制度化之參考資料。

第二節 建議

建議一

(雨水貯集利用設施設計之推廣教育及效益提昇研究)立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、中華民國全國建築師公會、經濟部水利署

內政部建築研究所已建置完成綠建築雨水貯集利用系統之模組與設備單元模型元件建置等成果，然而雨水貯集利用系統規劃建置雖然國內已逐漸受重視；但在設計與施工規劃上仍由於專業人士缺乏，再加上無技術認證與專案管理雨水貯集系統之設計與建置過程，使得國內許多雨水貯集利用設施案件大多設計不當情況，且施工營造未如預期施做。

因此為提高設計與施工品質，進以提昇雨水利用效益，如何建整完成設計系統及營造流程，應加強落實相關技術之培訓工作，以及相關技術之推廣教育流

程與模式研究；因此建議除需研議一套綠建築雨水貯集利用系統中常用之模組管理方式，擬定後續本年度手冊成果之應用程序與培訓流程之建議，落實規劃設計成果能符合營造現場之需求，進階促使整體規劃設計內容至施工營造能具有一致性與連貫性。

建議二

(雨水貯集利用專案管理在建築資訊之應用研究)中長期可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

本年度已完成雨水貯集利用模組化系統各項單元之設施、產品元件模型，然而整體之雨水貯集利用工程須依照不同區域之性質及需求，設置並結合相對應之元件，組之成為專案型式，並須再加以配合施工規劃及管理資訊，才能藉由建築資訊方式完整表達工程設計之內容，進以完整建築資訊模型技術下之各項設計功能。

建議未來應沿用元件模型建置成果，進而組織完成雨水貯集利用系統中模組化後的 BIM 建築資訊管理專案；配合各項專案進以分析施工規範、施工規劃... 等各項資訊之結合方式，研擬與 BIM 建築資訊管理技術相結合辦法，完成建立雨水貯集系統模組專案管理之資料庫。透過此一技術之建立期可有效提高雨水利用工程設計時的效率，減少不必要之花費，提昇雨水貯集利用系統推廣之成效。

附錄一 綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草稿)



內政部建築研究所

綠建築雨水貯集利用系統模組 設計手冊(草案)



台灣綠色生態設施協會

中華民國 107 年 12 月

目錄

基本篇

- 1-1 綠建築標章制度
- 1-2 雨水貯集利用系統介紹
- 1-3 規劃實施流程
- 1-4 雨水貯集利用相關規範

規劃設計篇

- 2-1 規劃設計原則及流程
- 2-2 雨水貯集利用系統模組型式
- 2-3 雨水貯集利用系統容量設計
- 2-4 雨水利用效率評定
- 2-5 集水設施
- 2-6 輸水設施
- 2-7 儲水設施
- 2-8 淨水設施
- 2-9 動力設施

設施設備篇

3-1 集水設備

3-2 輸水設備

3-3 貯水設備

3-4 淨水設備

3-5 動力設備

維護管理篇

4-1 設備管理

4-2 水質管理

4-3 安全管理

4-4 檢查及維護

創新綜合利用篇

5-1 多功能綜合利用

5-2 建築資訊模型技術

5-3 智慧物聯網

問題與解答篇

6-1 應用問題

6-2 設計問題

6-3 水質問題

6-4 系統維護問題

6-5 機械系統問題

參考文獻

基本篇

1-1 綠建築標章制度

《綠建築解說與評估手冊－基本型》(EEWH-BC)包括九大評估指標系統：生物多樣性指標、綠化指標、基地保水指標、日常節能指標、CO₂減量指標、廢棄物減量指標、室內健康與環境指標、水資源指標、汗水及垃圾改善指標；從而在台灣確立了生態(Ecology)、節能(Energy Saving)、減廢(Waste Reduction)、健康(Health)的綠建築政策，即 EEWH 體系。

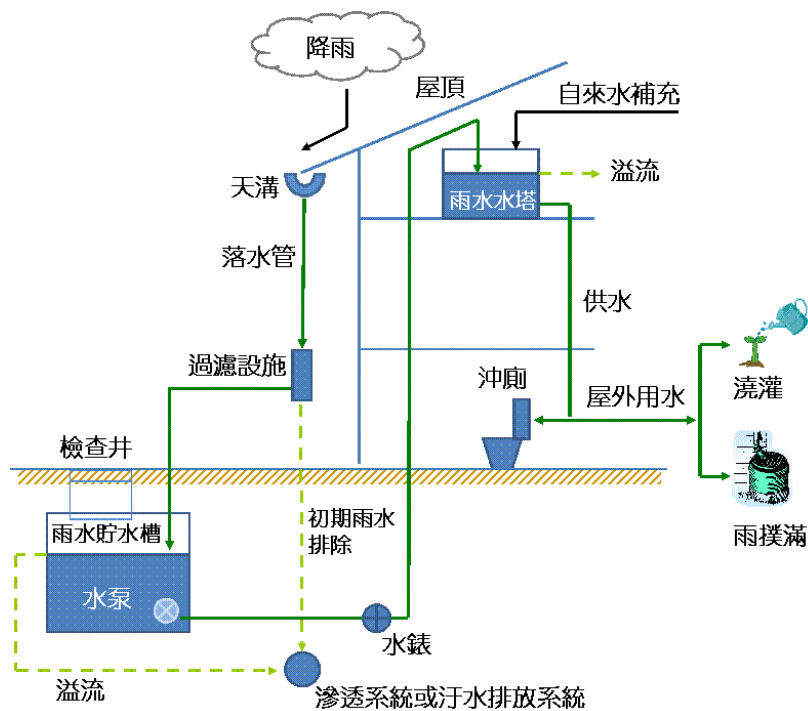
因應我國缺水缺電之危機，EEWH 體系以日常節能指標與水資源指標設為門檻指標，亦即沒通過此二《門檻指標》則無法取得綠建築標章之認證。水資源指標具體包括：省水器材(節水器具)、再生水利用、雨水利用與植栽澆灌節水這幾項內容，而且採用定量的方法給出了節水器具的採用和節水指標。節水指標一搬是建築中實際消耗的水量與水耗均值的比例，這指標也稱作「節水率」。節水量的評估包括對廚房、浴室及所有水龍頭節水效率的評估，也包括雨水循環及再生水的評估。水資源指標除考查節流外，還考查其建築規劃、設計內容中是否有大耗水項目，若有則需補以開源的方法，亦即開闢另類水資源，在建築設計中引入雨水利用或再生水利用系統的設計。

本手冊的規劃設計的內容與對象主要是參考 2015 年版《綠建築解說與評估手冊》(EEWH)內水資源指標中有關雨水利用規劃設計重點編輯而成。手冊係針對具有建築知識與涉及雨水貯集利用系統規劃設計的個人，提供規劃設計的參考。

1-2 雨水貯集利用系統介紹

一、基本概念

雨水貯集利用為收集雨水儲存以提供自來水補充用水，其可應用在住家、學校的建築物及公園、綠地等設施；其中住家及學校多採用屋頂集水，公園及綠地則大多以地表集水，本手冊主要針對建築物雨水貯集系統為主。建築物雨水貯集利用系統主要包含了六項主要子設施：集水設施、輸水設施、淨水設施、儲水設施、監測控制設施及動力設施，其系統組成詳如附圖 1-1 所示。



附圖 1-1 雨水貯集利用系統組成示意圖

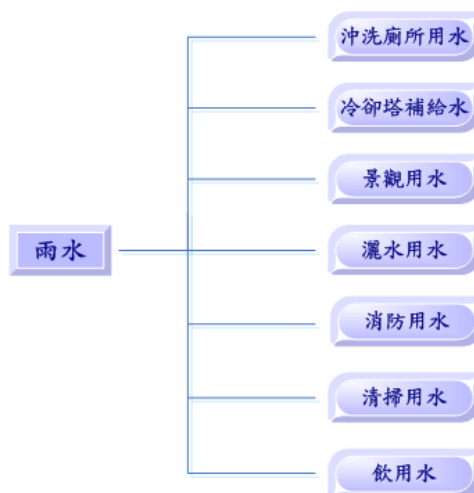
雨水貯集利用系統依使用用途可分為下列三大類：

- 1 直接利用 – 沖廁、澆灌、洗車、冷卻補充水及景觀用水等。
- 2 間接利用 – 滲透補充地下水。
- 3 綜合利用 – 多目標、都市洪災消減、環境生態保護及都市永續發展等。

本手冊之應用係針對雨水之直接利用為主。

二、雨水可以帶來什麼效益

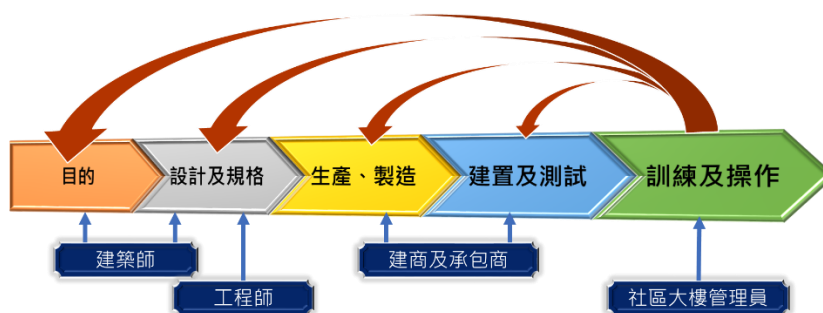
雨水利用極適合在分散供水的都市以及缺乏淡水的海島或偏遠地區。雨水利用如為飲用水則需將雨水水質處理達到飲用水水質標準，但成本較高；故一般僅做為不與人直接接觸之用水，其應用標的及效益如附圖 1-2 所示。雨水貯集利用系統之具體效益為減少自來水用量，再者透過適當的雨水資源管理可減少都市洪水體積及洪峰流量與增加環境生態效益。



附圖 1-2 雨水貯集利用的效益

1-3 規劃實施流程

雨水貯集利用系統的規劃設計流程可以下圖說明，分為五個步驟：目的、設計及規格、生產及製造、建置與測試及訓練與操作。在目的階段，主要是由建築師負責決定雨水貯集利用系統的最終目的為何？一旦目的決定之後，就要由建築師及工程師（包括：土木、水利、環工、機電等）負責對雨水貯集利用系統的規格進行規劃設計，製造商及營建單位則對單元產品進行設計製造並進行系統的裝配及測試，雨水貯集利用系統經過測試通過之後即交由營運單位操作運轉。然而在實際的雨水貯集利用系統的建置過程中，各階段間缺乏有效的溝通與資訊的回饋，往往會造成實際的雨水貯集利用系統的建置的失敗，故本手冊的出版能減少這些問題，使未來在推動及設計雨水貯集利用系統，能更加順暢。



附圖 1-3 雨水貯集利用系統的規劃設計流程

1-4 雨水貯集利用相關規範

經濟部於 2007 年 11 月 26 日公告「建築物雨水貯留利用」建議水質標準，利用建築物屋頂及立面收集雨水，其水質需符合表 1-1 之標準，用水標的為沖廁、景觀、澆灌、灑水、洗車、街道或地板清洗等雜用水使用。若以地面收集雨水，其水質建議標準可參考內政部營建署 2004 於年訂定公告之「建築物生活雜排水回收再利用設計技術規範」景觀及沖廁用水水質標準，如附表 1-2 所示。

附表1-1 適用於建築物屋頂及建築物立面收集之水質建議值

水質項目	總大腸桿菌	糞便大腸桿菌	外觀	臭味
	(CFU/100mL)	(CFU/100mL)	--	--
建築物雨水貯留利用之水質建議值	<500	<200	無不舒適	無不舒適

資料來源：經濟部水利署，2007，建築物雨水貯留利用之水質建議值。

附表1-2 適用於地面收集之水質建議值

水質項目	景觀用水	廁所沖洗用水	說明
大腸桿菌群 (CFU/100mL)	不能檢出	1,000 以下	雨水之用途限定不得與人體接觸。
BOD(mg/L)	10 以下	15 以下	
COD(mg/L)	20 以下	30 以下	
pH 值	6.0-8.5	6.0-8.5	
濁度(JTU)	5 以下	10 以下	
臭味	無不舒適	無不舒適	
外觀	無不舒適	無不舒適	
色度(度)	40 以下	40 以下	
餘氯(mg/L)	臭氧消毒	>0.1	

資料來源：內政部營建署，2004，建築物生活雜排水回收再利用設計技術規範。

國內有關雨水貯集利用系統相關法規摘要內容分別彙整如附表 1-3 所示。

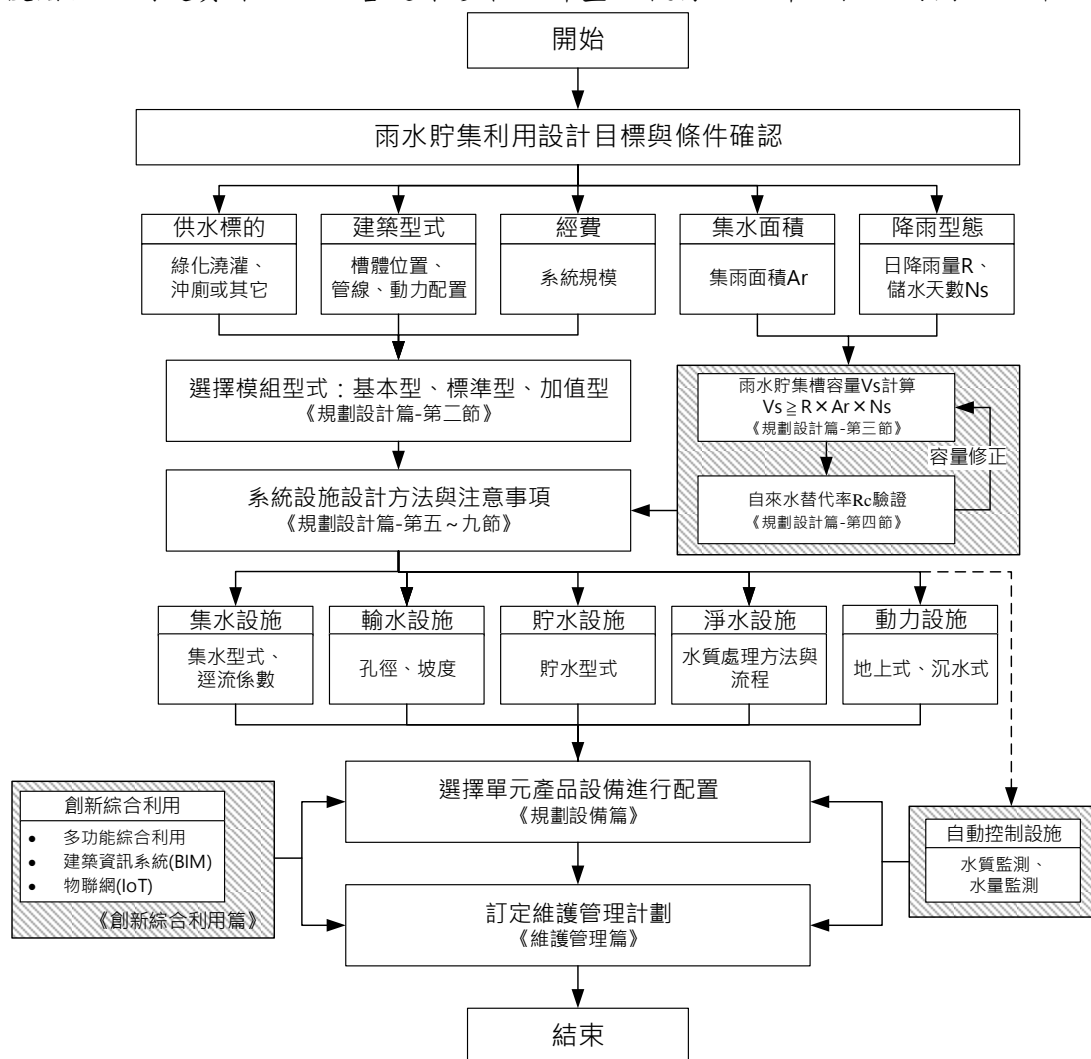
附表 1-3 現行雨水貯集利用系統之相關法規與技術規範

體系	單位	項次	法規名稱 (主管機關)
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)
		2	建築物雨水貯留利用設計技術規範
	下水道法令	3	下水道工程設施標準 (內政部營建署)
地方政府	臺北市	4	臺北市市有新建建築物設置雨水回收再利用實施要點
		5	臺北市公共設施用地開發保水作業要點
	新北市	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
		7	新北市透水保水自治條例
	高雄市	8	高雄市綠建築自治條例
	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
		10	臺南市低碳城市自治條例
11		臺南市低碳城市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	

規劃設計篇

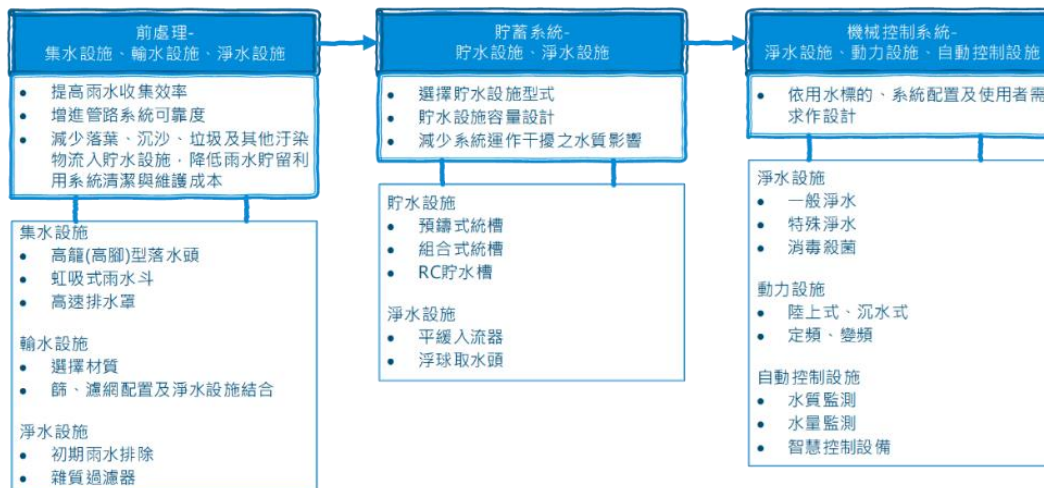
2-1 規劃設計原則及流程

建築物導入雨水利用系統基本上可分為四個階段進行：第一階段，進行建築物基地環境以及設計條件之確認，包括：基地水環境現況（含都市上下水公共設施系統）、氣象資料、建築用途、建築規模、建築型態、屋頂面積等。第二階段，進行效益評估，包括：自來水替代率、雨水利用率等檢討與回饋修正，以作為設施容量及空間規劃之決策依據，並決定處理程序之等級及相關設施設置、監控裝置之規劃。第三階段，則是配管配線之安排，必須兼顧整合原有給排水系統。最後階段，則是實際施工及營運維修管理計畫之執行。設計流程如附圖 2-1 所示。



附圖 2-1 建築物雨水貯集利用系統規劃設計步驟與整體流程

若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，設計流程如附圖 2-2 所示。



附圖 2-2 雨水貯集利用系統模組設計流程圖

2-2 雨水貯集利用系統模組型式

國內常見雨水貯集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、標準型及加值型。

- **基本型：組成簡單、通常成本較低**

- 植栽綠化型
- 沖廁或其他用水型

- **標準型：複雜複雜、通常成本較高**

- 植栽綠化用水型
- 沖廁或其他用水型

- **加值型：增設自動控制設施**

以下就各型式雨水利用模組進行介紹。

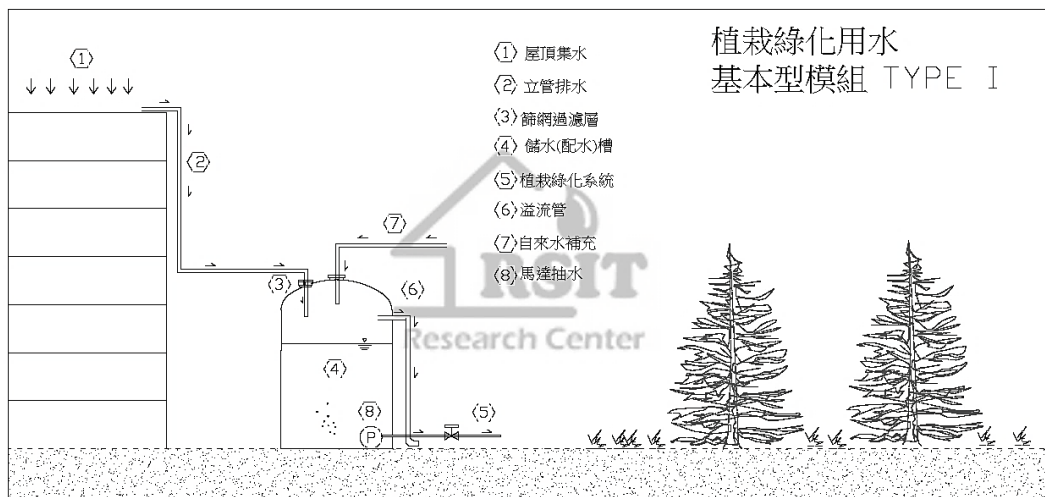
一、基本型

(一) 植栽綠化用水

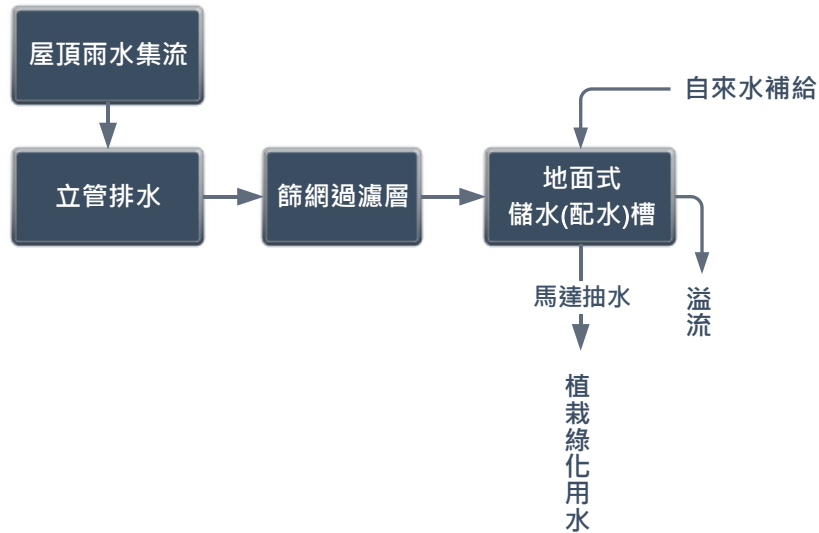
型式一：

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集利用系統，其示意如附圖 2-3 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，其流程如附圖 2-4 所示。



附圖 2-3 基本型-植栽綠化用水型式一系統示意圖

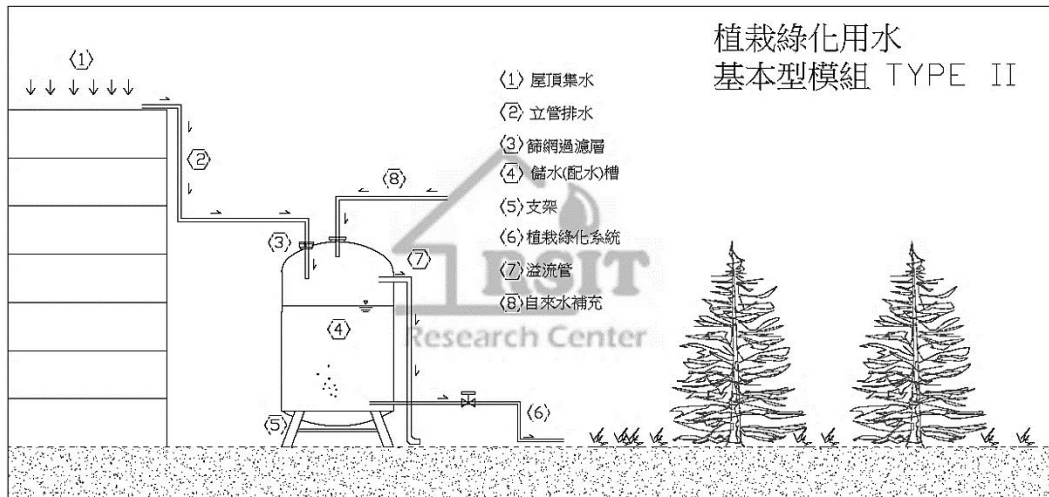


附圖 2-4 基本型-植栽綠化用水型式一系統流程圖

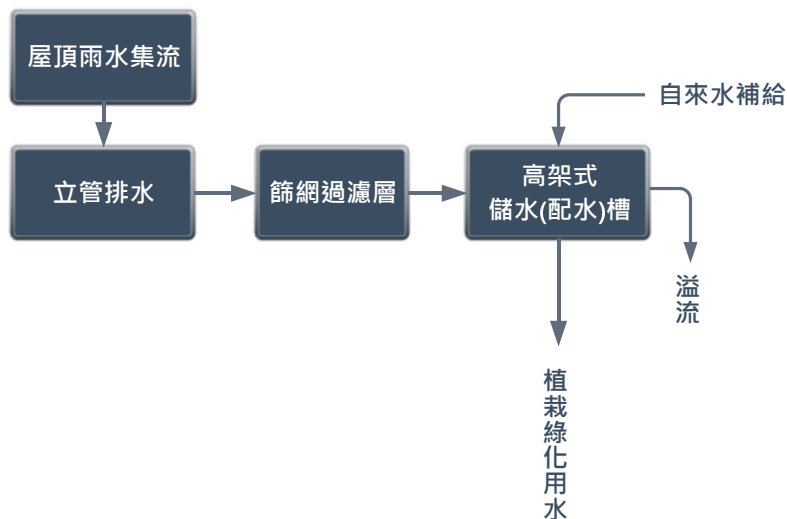
型式二：

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，是型式一節省能源型式的雨水貯集利用系統，其示意如附圖 2-5 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，其流程如附圖 2-6 所示。



附圖 2-5 基本型-植栽綠化用水型式二系統示意圖



附圖 2-6 基本型-植栽綠化用水型式二系統流程圖

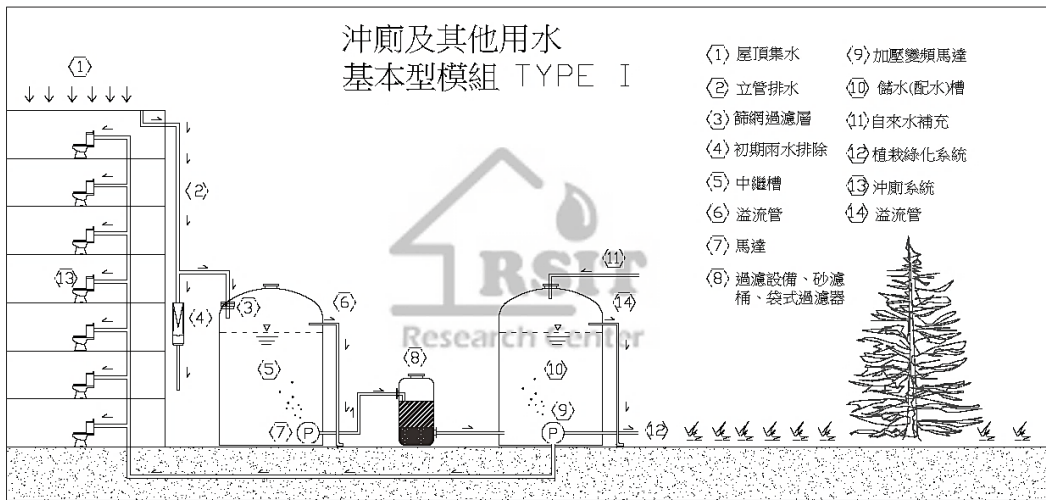
(二) 沖廁或其他用水

型式一：

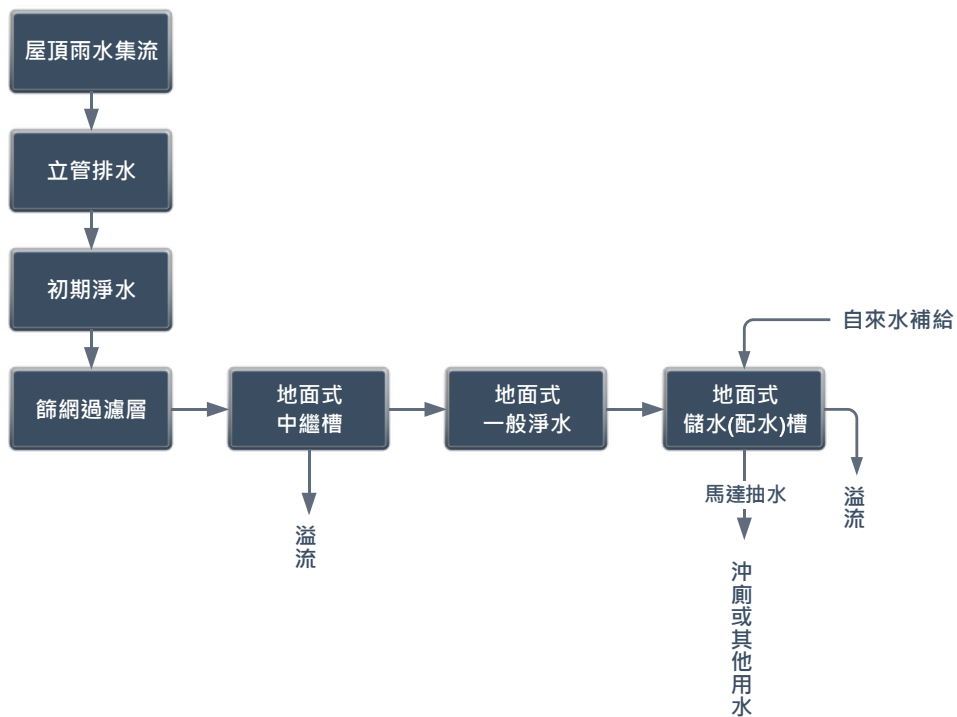
利用建築周圍地面上設置中繼槽、儲水(配水)槽及一般淨水設施並在輸水管末端進入中繼槽之前設置初期淨水及篩網過濾設施，可大幅減少雨水中的污染物，整套系統係用在較高水質限制標準供水，如：沖廁，其示意如附圖 2-7 所示。

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，其流程如附圖 2-8 所示。



附圖 2-7 基本型-沖廁或其他用水型式一系統示意圖

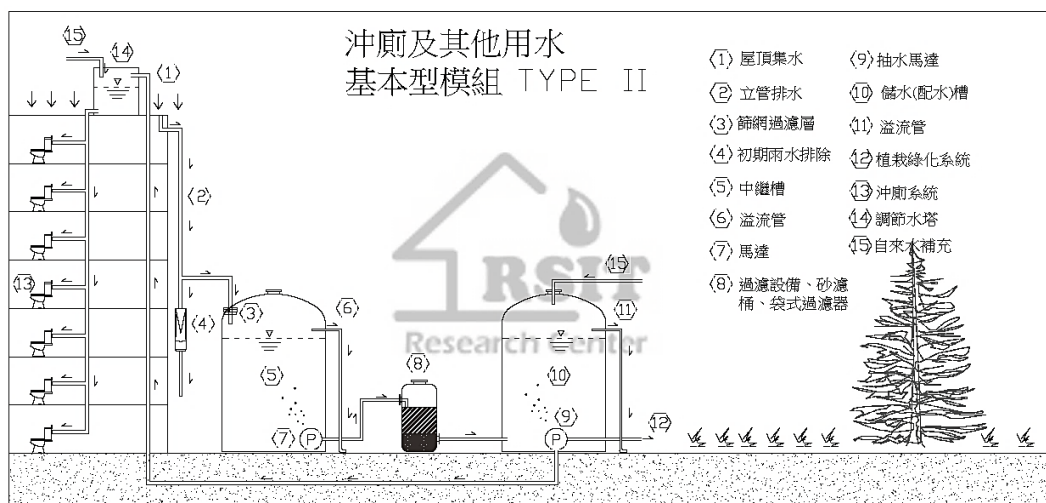


附圖 2-8 基本型-沖廁或其他用水型式一系統流程圖

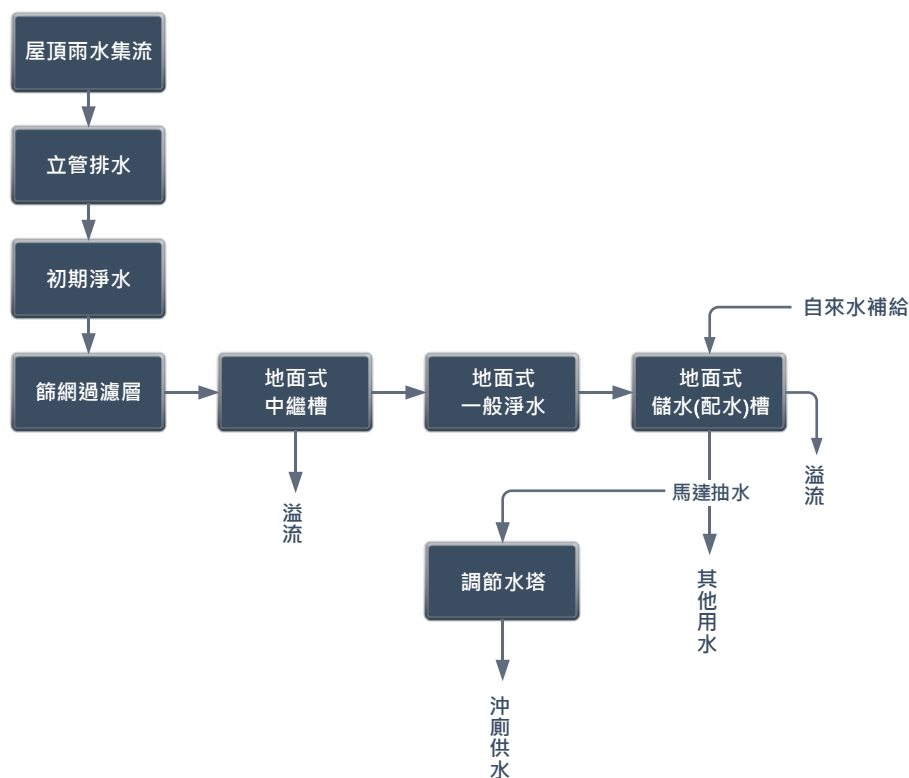
型式二：

與型式一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汙染物，整套系統係用在較高水質限制標準供水，如：沖廁，其示意如附圖 2-9 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。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，其流程如附圖 2-10 所示。



附圖 2-9 基本型-沖廁或其他用水型式二系統示意圖



附圖 2-10 基本型-沖廁或其他用水型式二系統流程圖

二、標準型

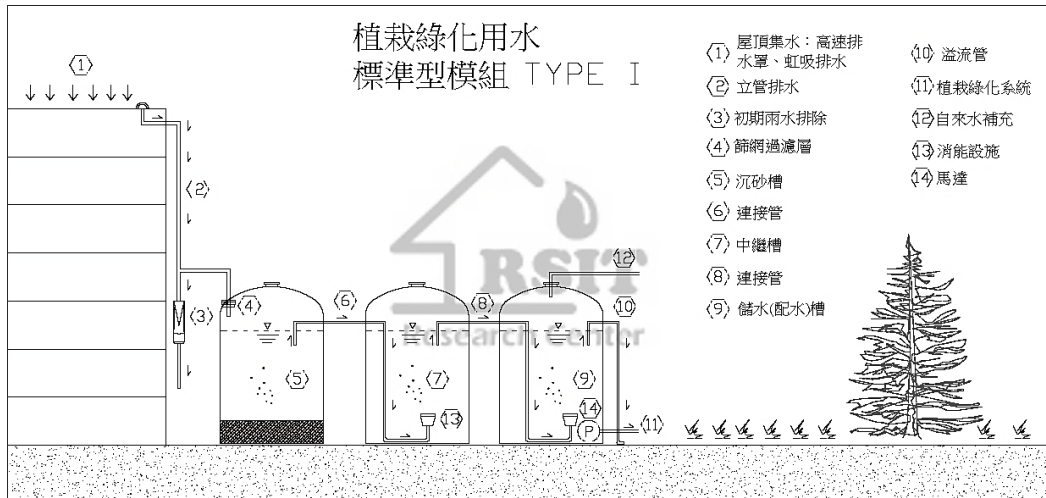
(一) 植栽綠化用水

型式一：

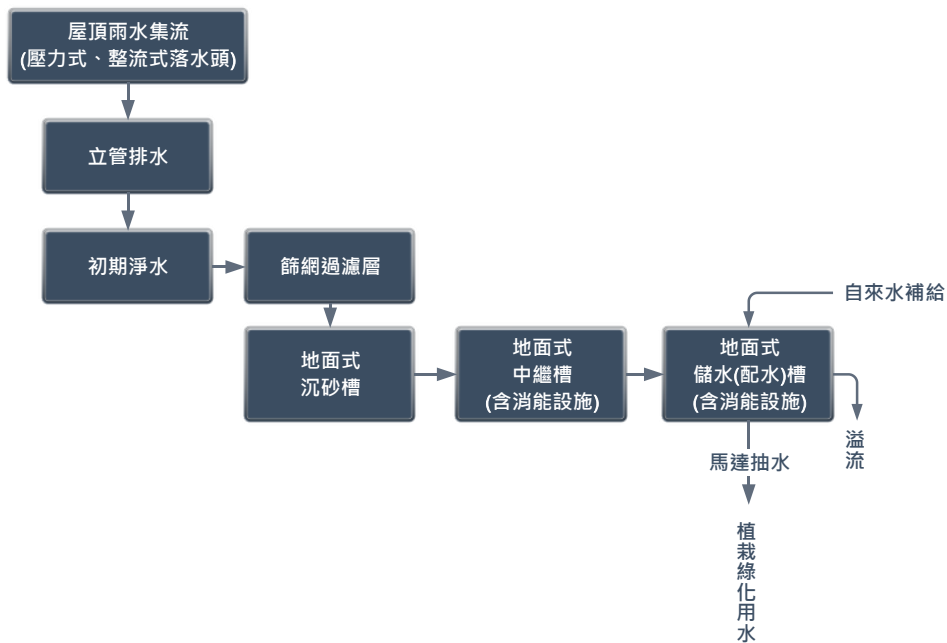
利用建築周圍地面上設置儲水(配水)槽並搭配較完整的過濾設施，可獲得更好的水質，可減少後續植栽綠化供水之設備維護及管理成本，其示意如附圖 2-11 所示。

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，其流程如附圖 2-12 所示。



附圖 2-11 標準型-植栽綠化用水型式一系統示意圖



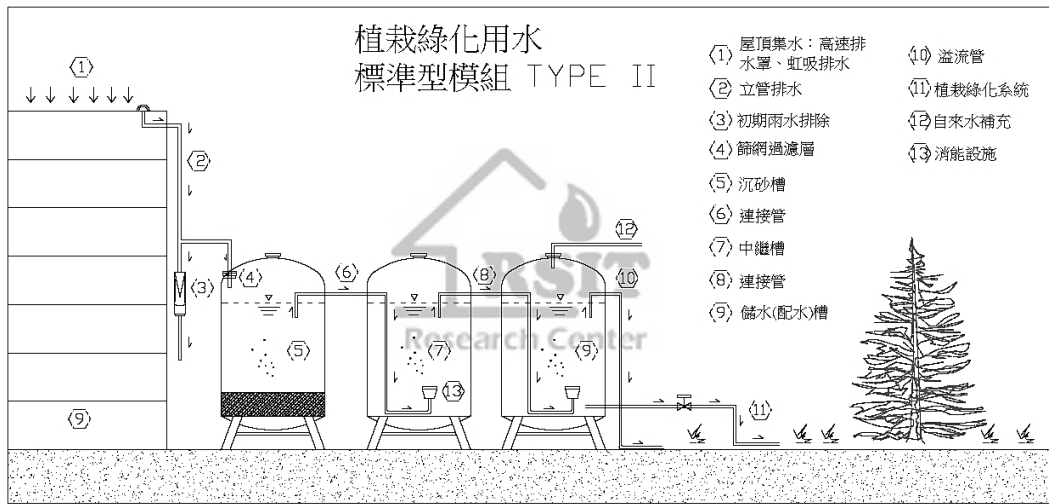
附圖 2-12 標準型-植栽綠化用水型式一系統流程圖

型式二：

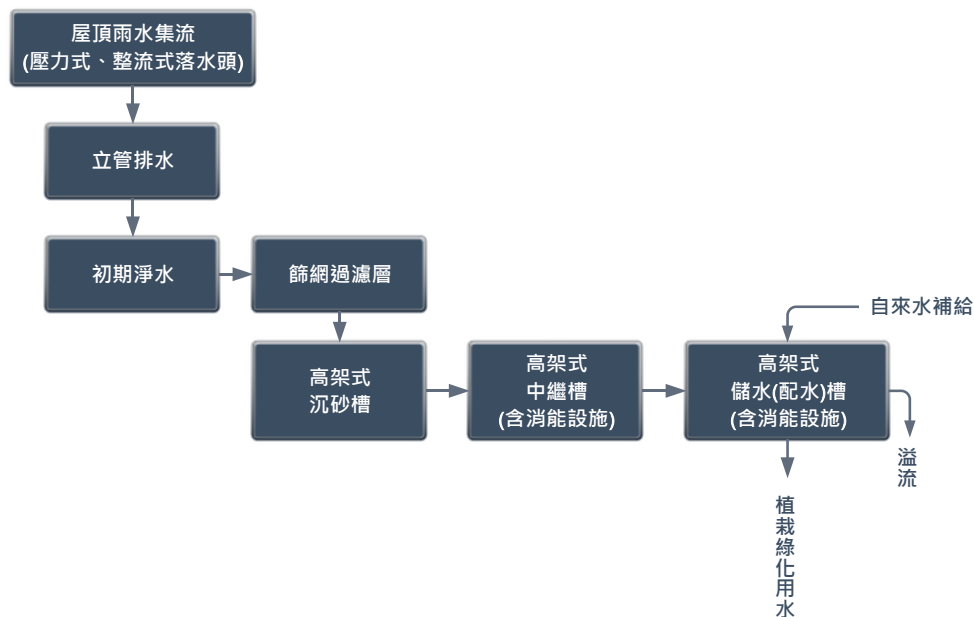
利用建築周圍地面上設置儲水(配水)槽並搭配較完整的過濾設施，可獲得更好的水質，可減少後續植栽綠化供水之設備維護及管理成本，再透過高架式設計可透過重力方式進行供水，減少能源的消耗，其示意如附圖 2-

13 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，其流程如附圖 2-14 所示。



附圖 2-13 標準型-植栽綠化用水型式二系統示意圖



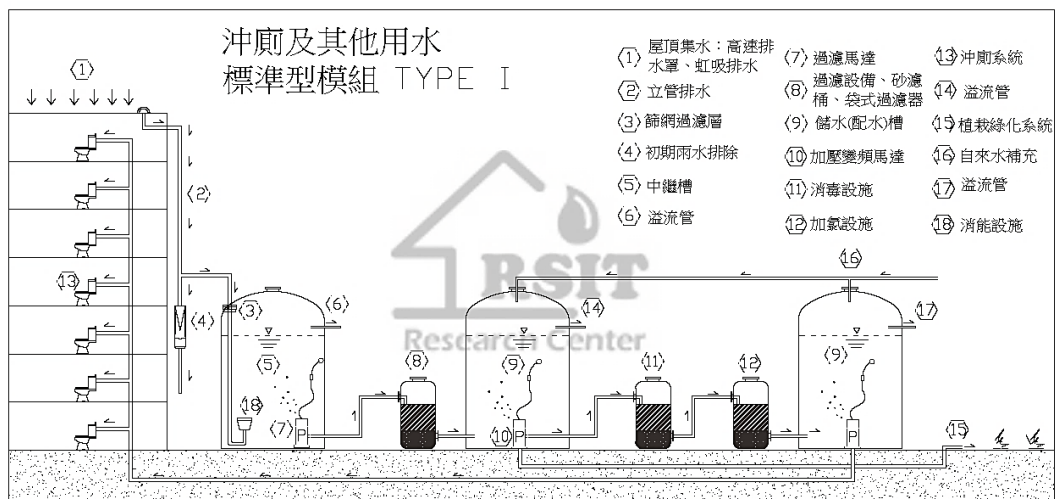
附圖 2-14 標準型-植栽綠化用水型式二系統流程圖

(二) 沖廁或其他用水

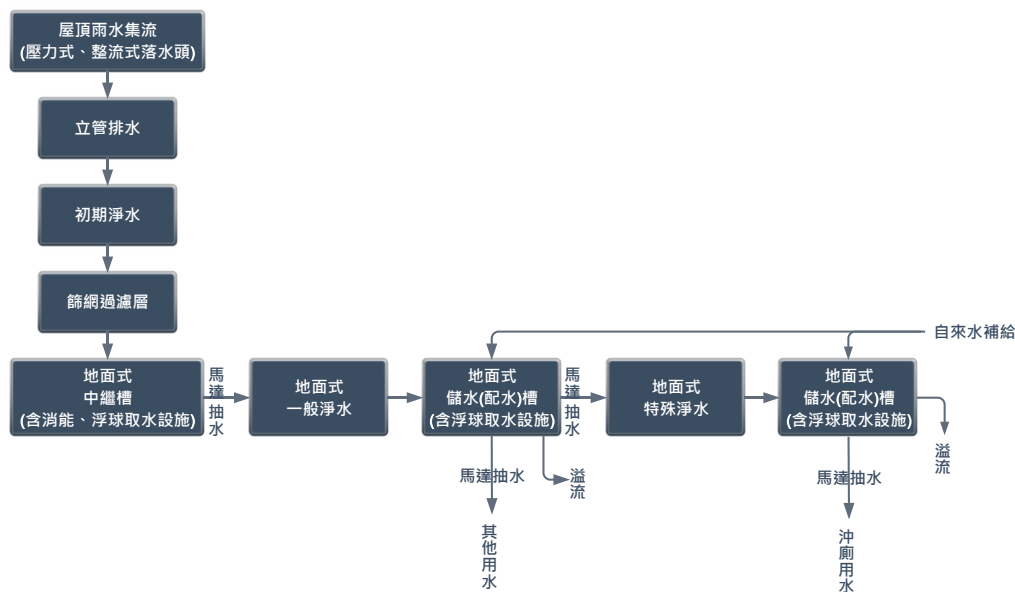
型式一：

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完整的系統，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，其示意如附圖 2-15 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，其流程如附圖 2-16 所示。



附圖 2-15 標準型-沖廁及其他用水型式一系統示意圖

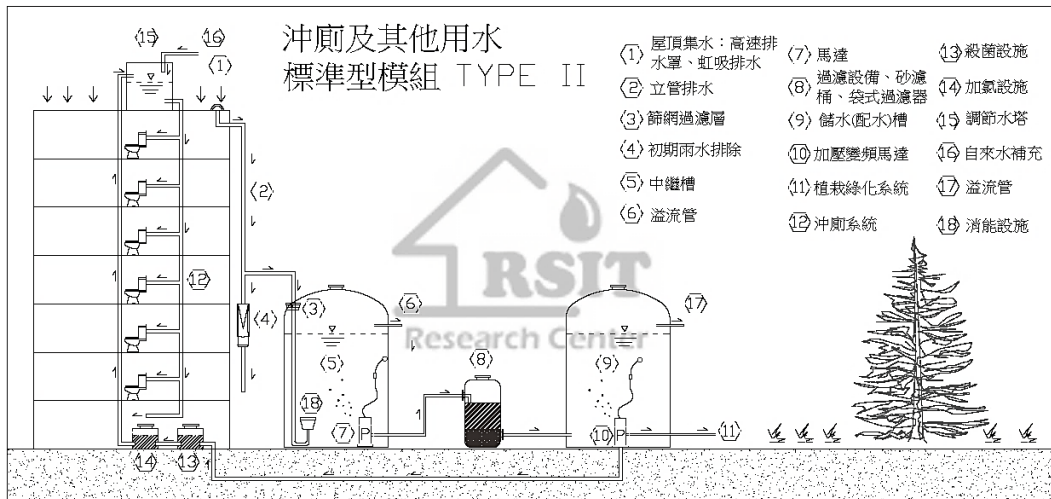


附圖 2-16 標準型-沖廁及其他用水型式一系統流程圖

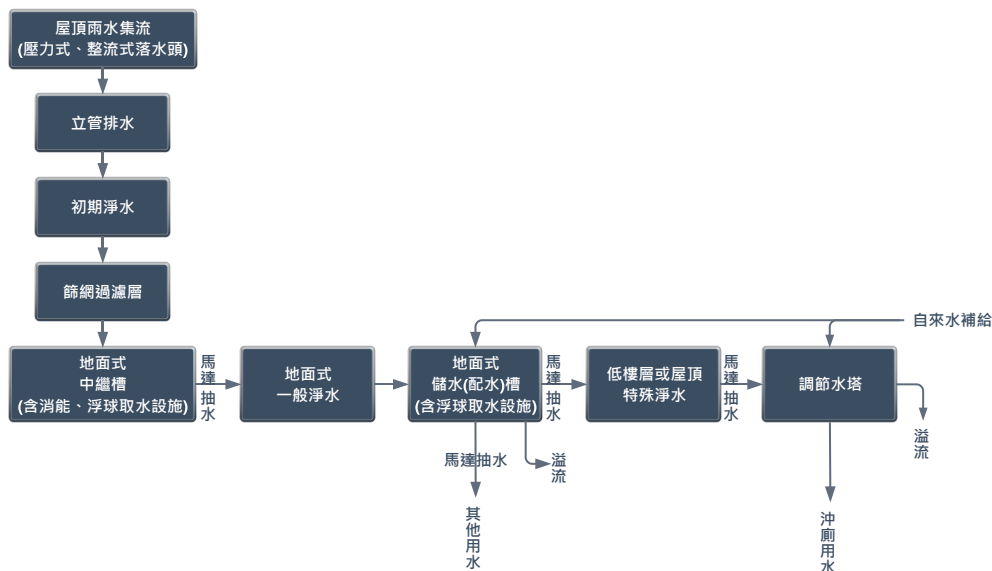
型式二：

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，其示意如附圖 2-17 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，其流程如附圖 2-18 所示。



附圖 2-17 標準型-沖廁及其他用水型式二系統示意圖



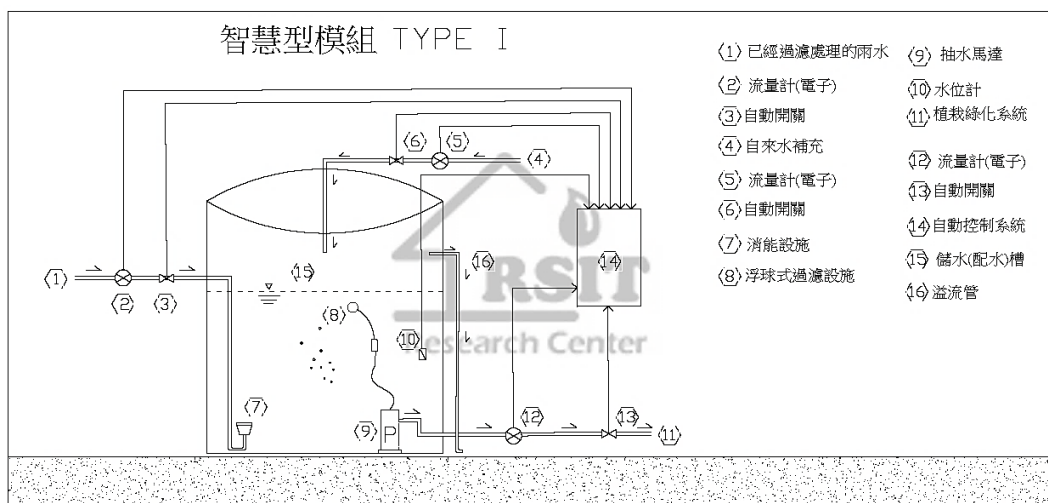
附圖 2-18 標準型-沖廁及其他用水型式二系統流程圖

三、加值型

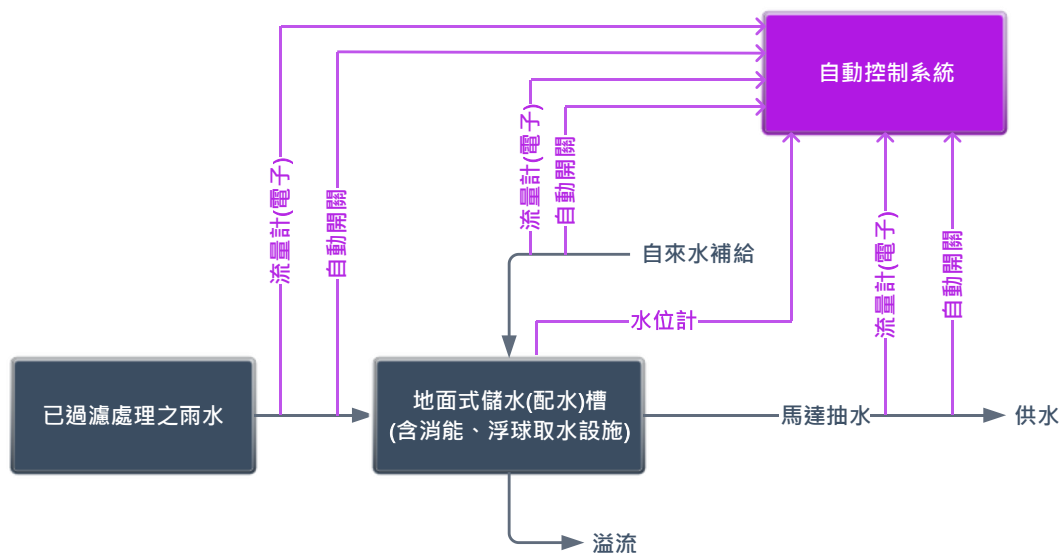
型式一：

已過濾處理的雨水輸送至地面儲水(配水)槽，再經由馬達抽水以提供植栽澆灌及綠化用水，透過加值型的設計，裝置流量計及自動開關等自動控制系統，能夠監測輸水量、用水量及自來水補充量並進行自動控制，能更有效地利用雨水，其示意如附圖 2-19 所示。

系統流程是經由已過濾處理後的雨水輸送至地面儲水槽，透過自動控制系統並加設電子流量計，可自動調整進入儲水槽之水量，地面儲水槽配置消能、浮球取水設施，透過設置水位計得知取水量來調整自動開關，以控制自來水補充水量，自動控制系統也能調整地面式儲水(配水)槽供給之水量，來給予植栽澆灌或綠化用水，同時達到雨水貯集利用系統數據監測及維護管理之目的，其示意如附圖 2-20 所示。



附圖 2-19 加值設計型式一系統示意圖

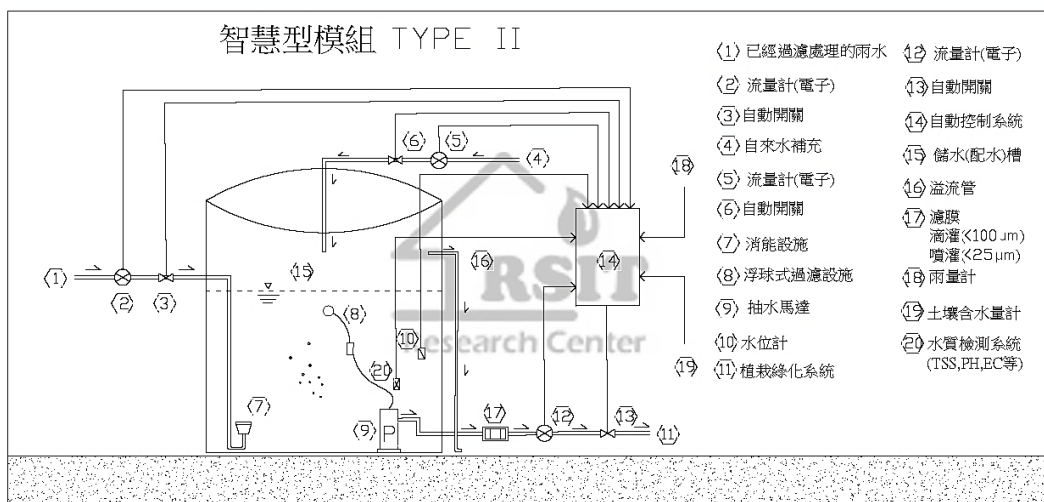


附圖 2-20 加值設計型式一系統流程圖

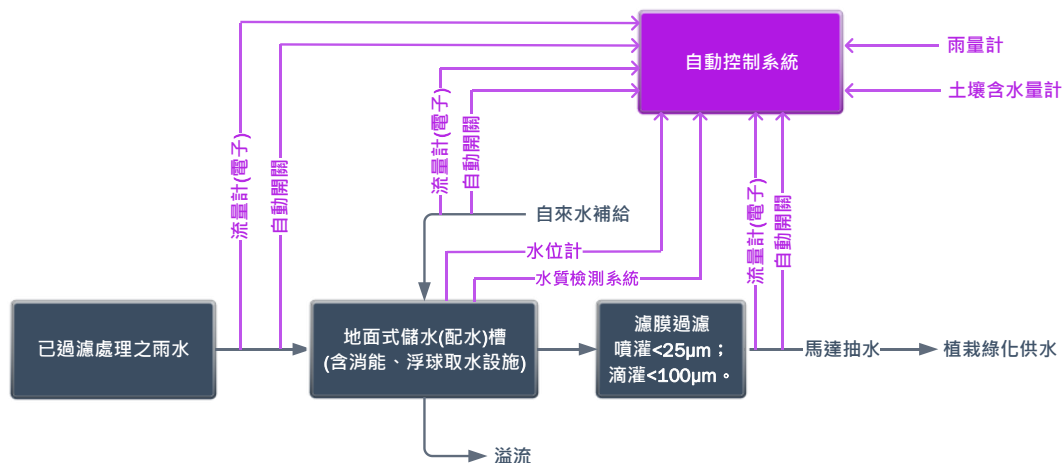
型式二：

已過濾處理的雨水輸送至地面儲水(配水)槽，再經由馬達抽水以提供植栽澆灌及綠化用水，透過加值型的設計，裝置流量計及自動開關等自動控制系統，能夠監測輸水量、用水量及自來水補充量並進行自動控制，另於供水處增設濾膜過濾器，提升水質以減少植栽澆灌之滴灌與噴灌設備的堵塞問題，其示意如附圖 2-21 所示。

系統流程是經由已過濾處理後的雨水輸送至地面儲水槽，透過自動控制系統並加設電子流量計，可自動調整進入儲水槽之水量，地面儲水槽配置消能、浮球取水設施，透過設置水位計得知取水量來調整自動開關，以控制自來水補充水量，雨水經地面式儲水(配水)槽輸送至濾膜過濾，其其中噴灌規格建議小於 $25\ \mu\text{m}$ 、滴灌小於 $100\ \mu\text{m}$ 以防止噴灌、滴灌頭堵塞，自動控制系統中設置雨量計、土壤含水量計來調整雨水供水量，藉馬達抽水來給予植栽澆灌或綠化用水，同時達到雨水貯集利用系統數據監測及維護管理之目的，其示意如附圖 2-22 所示。



附圖 2-21 加值設計型式二系統示意圖



附圖 2-22 加值設計型式二系統流程圖

2-3 雨水貯集利用系統容量設計

【步驟一：參考綠建築評估手冊】

參考 2015 年版《綠建築評估手冊－基本型》(EEWH-BC) 第 115 頁，2-8 水資源指標中的 2-8.3 自來水替代率 Rc 值簡易評估法，有關雨水貯集槽容量設計方法。

【步驟二：取得設計參數】

2015 年版綠建築評估手冊中，雨水貯集槽容量設計方法係透過三個設計參數計算而得到建議容量，三個設計參數分別為日降雨量 R、集雨面積 Ar 及儲水天數 Ns，其設計參數之取得方法如下：

附表 2-1 雨水貯集槽容量設計之參數取得方法

設計參數	方法
1 集雨面積 Ar	量測法：透過設計案例現場量測或地理資訊系統量測。
2 日降雨量 R	查表法：參考 2015 年版《綠建築評估手冊－基本型》(EEWH-BC) 第 116 - 119 頁，透過 <u>表 2-8.6 雨量分區資料表</u> 選擇對應值。
儲水天數 Ns	

【步驟三：公式計算】

透過步驟二取得設計參數後，將其代入公式，雨水貯集槽設計容量 V_s 必須合於下式之判斷：

$$V_s \geq \text{日降雨量 } R \times \text{集雨面積 } A_r \times \text{儲水天數 } N_s \quad \text{附式 2-1}$$

式中：

V_s ：雨水貯集槽設計容量(m^3)；

R ：代表點日平均降雨量(mm/日)；

A_r ：集雨面積(m^2)，依綠建築設計技術規範規定，一般設計以屋頂面積計算，也可以納入基地面積以及建築立面集雨面積，但是必須有集雨管路系統及過濾處理設備設計；

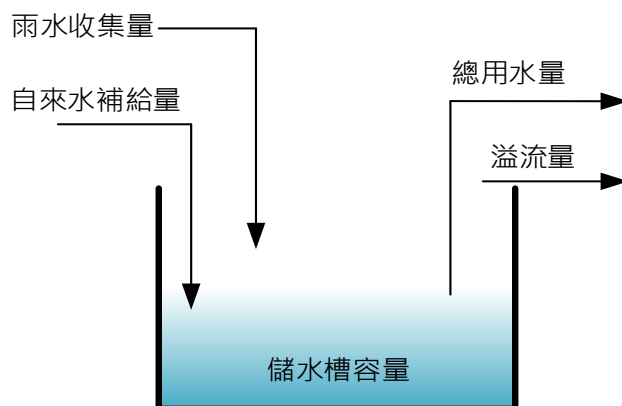
N_s ：儲水天數，無單位。

2-4 雨水利用效率評定

1. 雨水利用效率說明

雨水貯集利用系統受到降雨量、集水面積、儲水容量大小、需水量等因素的影響，而造成雨水貯集利用系統在節約水資源效益的表現不同，而影響其經濟效益，故在使用上宜建立立雨水貯集利用系統的使用效益評價指標；而在計算此指標時，如果計算的時間間距愈短的話愈能反應真實的用水情形(例如 1 小時)，但是如此短時距的資料獲取較不容易而且計算較為複雜，而且中央氣象局所公佈的降雨資料也以 1 日的間距為主，故在計算效益評價指標時，建議能以日為單位計算降雨量及總使用水量。

上述所列各變數的計算間距可以是為觀測間距或以年為計算間距。各變數之間的關係可由下附圖表示：



附圖 2-23 雨水貯集槽內水平衡圖

2. 雨水利用效率計算

參考 2015 年版《綠建築評估手冊－基本型》(EEWH-BC) 第 114 頁，2-8 水資源指標中的 2-8.3 自來水替代率 Rc 值簡易評估法，以自來水替代率 Rc 作為雨水利用效率評定之方法。自來水替代率 Rc 就是雨水利用水量(自來水替代水量 Ws)與總自來水使用量 Wt 之比例，其自來水替代率 Rc 計算方法如下式：

$$Rc = (\text{自來水替代水量 } Ws) \div (\text{總用水量 } Wt) \quad \text{附式 2-2}$$

式中：

Rc：自來水替代率，無單位；

Ws：推估自來水替代水量(公升/日)，計算方法由附式2-3~2-5判斷之；

Wt：建築物總用水量（公升/日），參考附表2-2之標準計算，不在表列之建築物類型，根據建築實際設計的用水量需求計算之。

- 自來水替代水量Ws計算方法如下：

$$\text{日集雨量 } W_r = (\text{日降雨量 } R \times \text{集雨面積 } A_r) \quad \text{附式2-3}$$

$$\text{雨水利用設計量 } W_d = \sum R_i \quad \text{附式2-4}$$

比較附式 2-3 及附式 2-4 計算結果，選擇其值較小者作為自來水替代水量 W_s ，其判斷式如下：

當 $W_r \leq W_d$ 時，則 $W_s = W_r$ ；當 $W_r > W_d$ 時，則 $W_s = W_d$ 附式2-5

式中：

W_r ：日集雨量（公升/日）；

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附表2-3參考得到，其他類建築必須依據各項雨水用途合理設定 R_i 。

附表 2-2 建築類別總用水量 W_t （公升）計算標準

建築類別	規模類型	單位面積用水量 W_f (*2) (公升/($m^2 \cdot$ 日))	全棟建築總用水量 W_t (公升/(日))
辦公類 (*1)	一般專用	7	$W_t = W_f \times A_f$ 其中， A_f 為停車場、機械室、倉庫空間除外之總樓地板面積 (m^2)
	複合使用	9	
百貨商場類	有集中餐飲區設施	20	
	無集中餐飲區設施	10	
旅館類	都市商務旅館	15	
	一般複合型旅館	20	
	大型休閒渡假旅館	25	
醫院類	地方診所、療養院	15	
	綜合醫院	21	
	教學大型醫院	24	
學校建築	行政及教學大樓	10	
	其他	比照其他類	
住宿類	-----	10	
其他類	----	----	根據建築實際用水量需求計算之

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

資料來源：2015年版綠建築評估手冊－基本型

附表 2-3 住宅類建築雨水用水量推估值（單位：公升/日）

用途別	用途別雨水用水量 R_i			雨水用水量最大值
	廁所	清掃（含洗車）	植栽澆灌	合計
日平均總雨水用水量	60×使用人數	10×使用人數	10×使用人數	80×使用人數

資料來源：2015年版綠建築評估手冊－基本型

2-5 集水設施

屋頂原本即用來排水，使用建築物屋頂為收集區域時應注意下列四點：

- 避免使用活性大的材料
- 儘量使用耐久性較佳的材料
- 屋頂必須有適當的斜度使逕流易於發生
- 施工時應注意屋頂之防滲漏處理

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。不同型式屋頂之降雨逕流係數大約介於 0.81~0.84 之間(廖朝軒, 1997)。事實上，各項環境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。不同表面之降雨逕流係數如下表所示。

附表 2-4 不同表面之降雨逕流係數

屋頂型式	人字型	水泥平頂	鋸齒模型	圓弧模型
分析資料個數 _N	84	90	79	87
平均值 \bar{c}	0.82	0.81	0.83	0.81
變異數 σ_c^2	0.076	0.068	0.095	0.066

資料來源：屋頂雨水貯集供水系統之最佳化設計，1997，廖朝軒。

2-6 輸水設施

輸水設施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，主要分集雨天溝及雨排水管兩部分，分別說明如下。

一、集雨天溝設計

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，天溝流量可以下式進行設計。

$$Q_g = A_g V_g = A_g \left(\frac{1}{n}\right) R_h^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \text{附式 2-6}$$

式中， Q_g 天溝流量(m^3/s)； A_g 為天溝斷面(m^2)； V_g 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)； R_h 為水力半徑(m)， $R_h=A_g/P_g$ ，其中 P_g 為潮濕周長(m)； S 為斜率。

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。

附表 2-5 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】

二、雨排水管設計

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。

(一) 雨排水立管設計

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。

$$Q_{LP} = \frac{(117730\alpha A_{LP})^{5/3} (1/D_{LP})^{2/3}}{60} \quad \text{附式 2-7}$$

式中：

Q_{LP} ：立管的容許流量 (l/s)

α ：充水率 (%)

A_{LP} ：立管的斷面積 (m³)

D_{LP} ：立管的實際內徑 (mm)

由於立管過高的充水率（雨水的斷面積/立管的斷面積）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。

$$Q_{LP} = 819200A_{LP}^{5/3} (1/D_{LP})^{2/3} \quad \text{附式 2-8}$$

2. 立管管徑設計

在管徑之決定上，則可參考附表 2-6，以最大容許屋頂面積及配管數量決定各立管管徑。表 2-6 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：

$$A_s = \frac{P_h (A_{S1} + 0.5A_{S2})}{100} \quad \text{附式 2-9}$$

式中：

A_s ：最大容許屋頂面積 (m^2)

P_h ：每小時最大降雨量 (mm/h)

A_{S1} ：水平集水面積 (m^2)

A_{S2} ：垂直集水面積 (m^2)

附表 2-6 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。

(二) 雨排水橫管設計

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：

$$V_{HP} = 0.3620D_{HP}^{2/3}\delta^{1/2} \quad \text{附式 2-10}$$

$$Q_{HP} = 0.0002789D_{HP}^{8/3}\delta^{1/2} \quad \text{附式 2-11}$$

式中：

V_{HP} ：橫管內平均流速 (m/s)

D_{HP} ：橫管的實際內徑 (mm)

δ ：洩水坡度 (0~1)

Q_{HP} ：橫管的容許流量 (l/s)

兩排水系統在計算規劃上，為了讓使用者便於操作，也可利用容許最大屋頂面積，亦可配合附表2-6及附表2-7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。

附表 2-7 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。

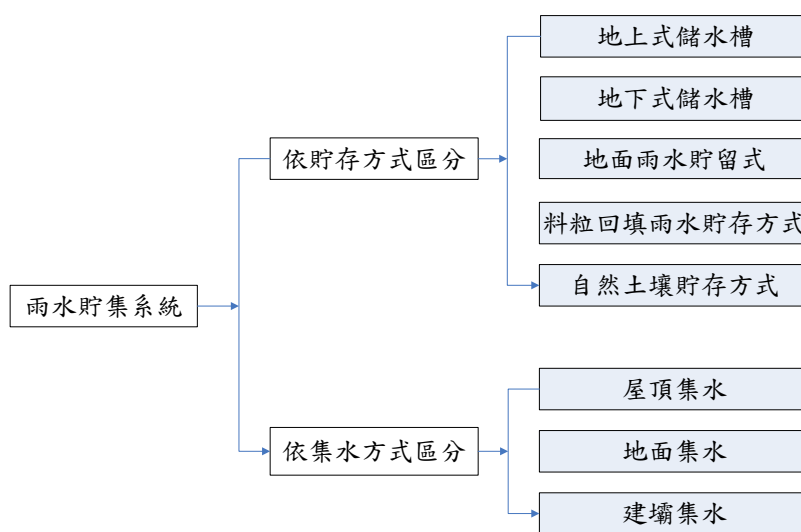
2. 容許最大屋頂面積是以每小時最大降雨量100mm為基準推算，實際設計時必須依各地之每小時最大降雨量為分母，修正容許最大屋頂面積值。

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。

2-7 儲水設施

儲水設施使用之材料要注意不透水性、耐久性和化學惰性（避免化學變化，污染水質）。貯水設施之種類及形式相當多，依材質來區分有不銹鋼、聚乙烯塑膠（PE）、玻璃纖維（FRP、SMC）及混凝土等。以設置方式來區分，可以貯存方式及集水方式予以區分，其分類概如下圖所示。



附圖 2-24 雨水貯集利用系統之型式概略分類圖

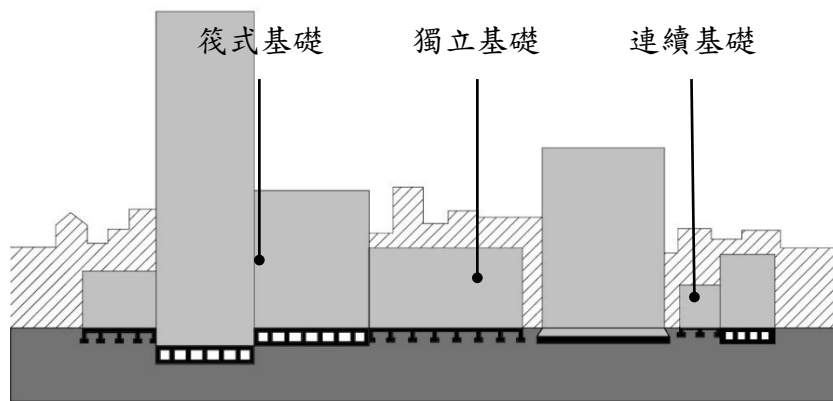
雨水貯集利用系統若使用儲水槽存蓄雨水，一般可分為二種形式：地面式儲水槽和地下式儲水槽。所謂地面式儲水槽因其頂板和其四周均暴露在外，所以水溫受氣溫影響變化較大；地下式儲水槽即是將儲水槽設置在地面下，地下儲水槽氣溫的影響最小，所以水溫的變化範圍較小，且因將水槽設於地下，所以不會佔空間且可確保水槽完全密閉，管理上較為方便；此種貯存方式其單位貯存容量的建設費較高，適合於高密度之市街住宅，如利用建築物的筏基等；此種貯存方式不受地面建築物間的限制，缺點為施工較複雜且單位貯存容量的造價較高。

建築筏式基礎在目前實際的用途上，除了作為土壤與建築物載重的平衡媒介之外，在實際運用的狀況也將空間挪作其他用途；因此在推估既有建築筏式基礎所具有真正可貯水的容量時，除了必須知道所操作的建築筏基的總量數據，同時也要知道其他用途所占的容量。如此，將已使用的容量從總量中扣除後，才是可

提供貯集雨水的實際空間。規劃過程中主要分為下列兩個部分：

一、既有建築中設置筏式基礎的範圍與所占比率

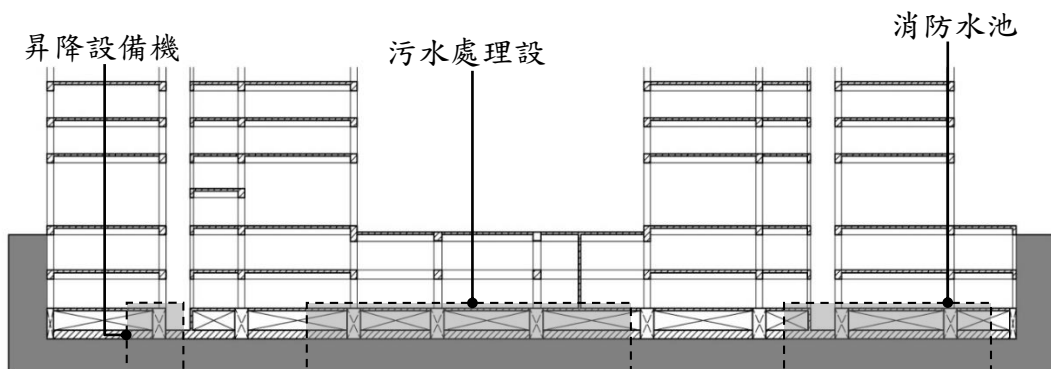
由於筏式基礎並非建築基礎設計中唯一採用的構造方式，所以在推估筏式基礎的貯留量時，必須事先界定所計算的建築物內是否有設置筏式基礎，如下圖所示，既有建築的基礎構造型式及採用方式繁多，因此必須歸納整理出一個可以判斷基礎構造的的模式，方能藉由模式加以統計既有建築筏式基礎的範圍與所占之比率。



附圖 2-25 既有建築基礎構造型式

二、筏式基礎現況用途探討

由於筏式基礎的空間會使用在其他用途，所以必須深入探討目前筏式基礎的現況，瞭解在法令規範下，筏式基礎空間已被挪作其他用途的項目及種類，並使用統計方法及規範下的計算方式加以推估探討。



附圖 2-26 建築筏式基礎中各類型用途使用

2-8 淨水設施

一、雨水貯集利用系統水質處理流程

雨水貯集利用系統因各種工程條件的差異有不同的選擇，下列提出一些雨水處理流程選擇的參考。其中一些單元可以視具體條件進行組合和調整。這些流程的技術複雜程度和效果顯然不同，選擇時應注意他們的特點和適用條件，主要考慮因素有：降雨的均勻性、雨水水質、雨水的用途及水質要求、現場條件、工程規模、投資、操作維護難易程度和費用、用戶的管理水平、安全性等。

小型雨水利用工程應選用流程簡單、管理方便的流程，如流程 5 至 7 是比較可行而且安全的方法；如果所利用屋面的雨水水質較好，用水水質又要求不高，也可以考慮流程 4；條件適當時，流程 9、10 和 12 可做為生態雨水利用工法；目前一般條件下，不推薦流程 8，除非大規模雨水利用系統對用水水質或自動化程度有特殊要求條件下才採用。

流程 1:

雨水收集 → 濾網 → 沉砂 → 沉澱 → 慢濾 → → (→ 消毒) → 利用

流程 2:

雨水收集 → 濾網 → 沉砂 → 沉澱 → → → → → → → → (→ 消毒) → 利用

流程 3:

雨水收集 → 濾網 → 沉砂 → → → → → → → → → → (→ 消毒) → 利用

流程 4:

雨水收集 → 濾網 → → → → → → → → → → → → (→ 消毒) → 利用

流程 5:

雨水收集 → 濾網 → 初期雨水排除 → 沉澱 → 過濾 (→ 消毒) → 利用

流程 6:

雨水收集 → → → → 初期雨水排除 → 沉澱 → 過濾 (→ 消毒) → 利用

流程 7:

雨水收集 → 濾網 → → → → → → → → 沉澱 → 過濾 → → → → 利用

流程 8:

雨水收集 → 濾網 → 初期雨水排除 → 沉澱 → 薄膜過濾 → → 利用

流程 9:

雨水收集 → 濾網 → 生態池 → → → → → → → → → → → 利用

流程 10:

雨水收集 → 濾網 → 生態池 → 過濾 → → → → → → → → → → 利用

流程 11:

雨水收集 → 濾網 → 過濾 → → → → → → → → → → → → 利用

流程 12:

雨水收集 → → → → 生態池 / 濕地 → → → → → → → → → → 利用

如果考慮雨水利用的用途，下面簡單介紹幾個針對不同用途而設計的簡易
流程：

1. 雨水處理後作為綠化、沖廁及道路清掃等使用時，/一般可採用下面之流
程：

雨水收集 → 濾網 → 沉澱 → 過濾 → 利用

2. 雨水處理後用於景觀水體，可採用下面之流程：

雨水收集 → 濾網 → 混凝 → 沉澱 → 過濾 → 利用

3. 雨水處理後補助地下水涵養地下水源，一般可採用下面之流程：

雨水收集 → 濾網 → 沉澱 → 生態池/人工濕地 → 地下水補助

以上所列表述雨水處理方法又可以分為儲存之前與儲存之後使用，儲存前後的方法分別包括：

- 儲存之前處理：濾網、初期雨水排除、沉澱、過濾、生態池/濕地等。
- 儲存之後處理：過濾、薄膜過濾、消毒等。

儲存之前與儲存之後的雨水處理方法優點與缺點比較列於下表中。

附表 2-8 儲存前與儲存後雨水處理方法的優點與缺點比較

位置	優點	缺點
前處理	<ul style="list-style-type: none"> • 在設計與運作中簡單的使用重力自流(無電力或高壓要求) • 防止大型顆粒累積在儲存蓄水池中 • 減少儲存後處理裝置的要求(或可完全排除其使用) 	<ul style="list-style-type: none"> • 需要定期清理與維護。維護不良的裝置可能會阻止雨水被輸送至蓄水池或容許未處理的雨水進入蓄水池。 • 多個蒐集點可能需要數個局部預處理裝置，增加成本
後處理	<ul style="list-style-type: none"> • 可達成非常高品質的水 • 位於建築物內，故無凍結風險 • 可用於處理更錯綜複雜的品質問題 	<ul style="list-style-type: none"> • 可能需要維護與過濾器、化學藥品或其他材料的更換 • 最終品質取決於進入的雨水品質與前儲存處理裝置的維護 • 通常較儲存前處理更貴

雨水的使用，在未經過妥善處理前(如消毒等)，一般建議用於替代不與人體接觸的用水為主，如可將收集下來的雨水，經處理與儲存過程後，用水泵抽至頂樓水塔，提供廁所沖洗及澆灌花木等使用。

二、雨水消毒方法選擇

雨水經沉澱、過濾或生態池、濕地等處理後，水中的懸浮物濃度和有機物濃度已較低，細菌的含量也大幅度的減少，但細菌的絕對值仍可能較高，並有病原菌的可能。因此，根據雨水的用途，應考慮再利用前進行消毒處理。

消毒是指通過消毒劑或其他消毒手段消滅雨水中絕大部分病原體，使雨水中的微生物含量達到用水水質要求的各種技術。雨水消毒也應滿足兩個條件：經消毒後的雨水在進入輸送管前，水質必須符合相關用水的細菌學指標要求；消毒的作用必須一直保持到用水點處，以防止可能出現的病原體危害或再生長。

雨水中的病原體主要包含細菌、病菌及原生動物胞囊、卵囊3類，能在管網中再生長的只有細菌。消毒技術中通常以大腸桿菌做為病原體的代表參數。消毒方法包括物理法和化學法。物理法主要有加熱、冷凍、輻射照射、紫外線和微波消毒等。化學法利用各種化學藥劑進行消毒，常用化學藥劑有各種氧化劑(氯、臭氧、溴、碘、過錳酸鉀等)，幾種常用消毒方法的比較見下表。

與生活污水相比，雨水的水量變化大，水質污染較輕，而且具有季節性、間段性，因此宜選用價格便宜、消毒效果好、具有後續消毒作用以維護管理簡便的消毒方式。小規模雨水利用工程運行情況，在非直接回用，不與人體接觸的雨水利用項目中(如雨水通過較自然的收集、截汙方式、補充景觀水體)，宜採用技術最為成熟的加氯消毒方式，消毒可以只做為一種備用措施。加熱消毒、金屬離子消毒不宜採用。通常消毒技術的原理流程和詳細設計可查閱水處理專業書籍。

附表 2-9 幾種常用消毒方法的比較

	效率			優點	缺點	適用對象
	對細菌	對病毒	對芽孢			
液態氯	有效	部分有效	無效	便宜、可後續消毒，技術成熟	殘毒、有異味	常用方法
臭氧	有效	有效	有效	除色、無毒、效果好	價格貴、無後續作用、設備管理複雜	產生較高質的水
二氧化氯	有效	部分有效	無效	無氣味、效果好，有定型產品	維修管理要求高	中、小型工程
紫外線照射	有效	部分有效	有效	消毒速度快、效率高、不須投加化學藥劑	無後續作用、對濁度要求高	小規模
加熱	有效	有效	無效	簡單	能耗大、價格貴、消毒速度慢	家庭
溴、碘	有效	部分有效	無效	同氯	消毒速度慢、價格比氯貴	與人體接觸的景觀水體
金屬離子 (銀、銅等)	有效	無效	無效	有後續作用	消毒速度慢、價格貴、易受干擾	--
次氯酸鈉	有效	---	---	使用方便、投量容易控制	需要次氯酸鈉發生器與投配設備	中、小型工程

2-9 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。規劃設計時則按實際抽水揚程及所需水量計算選擇適合之設備進行設置。

設施設備篇

3-1 集水設備

雨水收集主要多用現有屋頂集水，而利用屋頂集水除有相關設計原則須注意外（詳系統規劃設計篇），在設備上需搭配落水頭或天溝的設置方能有效的收集雨水，因此本節主要針對落水頭及天溝等相關設備來進行介紹。目前常用之落水頭及天溝彙整如下表所示。

附表 3-1 雨水貯集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	產品特性	主要材質	管徑(in)
1	屋頂落水頭【附不銹鋼濾網】	FF3642/ FF3644/FF3646	高籠型	不銹鋼#304、鑄鐵	3"/4"/5"
2	屋頂落水頭	FF3641/ FF3643/ FF3645/ FF3647	高籠型	鑄銅、鑄鐵	3"/4"/5"/6"
3	屋頂落水頭【附過濾桶】	FF3660/ FF3661	內附籠型過濾器	鑄鐵	2"/3"
4	屋頂落水頭	RDC-2/ RDC-3	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	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	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		虹吸式	不銹鋼	2"
7	低型屋頂落水頭	RU20		不銹鋼 304	1 1/2~3
8	高籠圓型屋頂落水頭	RU40		不銹鋼 304	1 1/2~3
9	高籠圓型屋頂落水頭（加防蟲網）	RH21X		不銹鋼 304	1 1/2~3
10	屋頂落水頭 方型底	YPS R01		不銹鋼 304	

附表 3-2 雨水貯集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	主要材質	規格(")	長度(M)	寬度(W)(mm)
1	天溝水槽		PVC	4 1/2, 6, 8, 12		
2	PVC 天溝		PVC	4 1/2~6	4	
3	天溝水槽		PVC	4 1/2~8	4, 15	

4	日本藝術排水槽					
5	丸型集水槽					
6	日本超耐蝕水槽	V200 型	聚氯乙烯樹脂		120(底寬)	120/90
7	日本超耐蝕水槽	V300 型	聚氯乙烯樹脂		150(底寬)	150/120
8	寶島造型水槽		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		不鏽鋼烤漆水槽		90(底寬)	106
10	368 型中型集水槽		銅			
11	120.150 型丸型集水槽		銅			
12	日本 TAKIPON 集水槽		不鏽鋼			
13	各式不鏽鋼水槽		不鏽鋼			

3-2 輸水設備

屋頂所收集之雨水，透過落水頭匯集並初步過篩後，由天溝匯集運送並經輸水管線進儲存設備，目前常用之輸水設備產品彙整如附表 3-3 所示。

3-3 貯水設備

雨水貯集利用系統常用之儲水方式為使用儲水槽存蓄雨水，一般可分為二種形式：地上式儲水槽和地下式儲水槽，目前常用貯水設備產品彙整如附表 3-4 所示。

3-4 淨水設備

水質之良莠關乎雨水貯集利用系統之成敗，收集之雨水雖多用為生活雜用水，但仍須經過淨水設備處理方可利用，目前常用淨水設備產品彙整如附表 3-5 所示。

3-5 動力設備

收集之雨水除重力式設計外，幾乎都需動力設備將水抽送至儲水點或用水點，目前常用動力設備產品彙整如附表 3-6 所示。

附表 3-3 雨水貯集利用系統之輸水設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	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(吋)
1	A管(一般薄管)	13~600	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	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	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		HDPE	90±5%		8.2±5%			16	
5	HDPE 工字管		HDPE	200~300 ±5%	230~335±5%		5		800	8~12
6	UPVC 直管	SCH80 直管	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	CPVC	0.54~24	0.344~22.544	0.088~0.687				1/4~24

附表 3-4 雨水貯集利用系統之貯水設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	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)
1	2合1 繽紛系列造型雨撲滿	326100(綠)/326101(黃)/326102(紅)/326103(紫)/326104(水藍)	<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)	<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)/	<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)	<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)	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	300			145	62		16
6	藤編造型雨撲滿		<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)	<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)	<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		<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE							
10	FRP 組合式儲水槽		<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		<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		<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	<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	<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	<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	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	230~460			105~200	30		

17	雨撲滿 - Montana 假山型		<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		<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		<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		<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		<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		<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		<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		<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		<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		<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		<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	200		80	105		30	
28	雨撲滿 - Trentino 陶桶型		<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		<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		<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		<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		<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		<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	HDPE	2000~3000	1505~1780	1445~1690	1215~1380		8	
34	水撲滿	MH3000X~MH30004	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	PE	3000~12000	170~340	170~340	150			
34	管列式儲雨槽	TSK1000-3	<input type="checkbox"/> 地上型 <input checked="" type="checkbox"/> 地下型	HDPE	3000~8000	3~8				50	

綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究

32	運輸桶 SLT 系列	SLT200~SLT3000		HDPE	200~3000	810~1780	690~1690	130~580		3.5~8	
33	化學槽.水塔(超大型)	UL40T ~UL50T	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型		40000~50000			6070~6936	255		
34	BS 密封式槽桶	BS100~BS300	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型		100~300			585~810	290~342.5	3~4.5	
35	水塔	龍天下極品-立式系列	<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	<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	<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	0.04~0.12	
38	直立式平底水塔	200B~15T230B	<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	0.04~0.12	
39	直立式 1 噸#316 水塔(附槽架)	1T316A	<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	<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	0.04~0.12	
41	不鏽鋼(SUS #304, #316)水塔	250 平~20000 平	<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	<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	<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	<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	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE	0.75			113	54.5		
46	強力塑膠 PE 水塔	FT-750L	<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	<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	<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	<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	<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		0.06~0.12	

51	PE 複合板儲水槽	250 平~20000 平	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	PE							
52	SUS 組合式水箱		<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		<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		<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	SUS	1~180	1000~10000	1000~6000	1000~3000			
55	GRP(SMC)組合式水箱	1.5m	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP(GRP)	3~150	200~1000	100~10000	300~15000			
56	GRP(SMC)組合式水箱	2.0m	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP(GRP)	4~200	200~1000	100~10000	300~15000			
57	GRP(SMC)組合式水箱	2.5m	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP(GRP)	5~250	200~1000	100~10000	300~15000			
58	GRP(SMC)組合式水箱	3.0m	<input type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP(GRP)	6~300	200~1000	100~10000	300~15000			
59	FRP 豎型耐蝕性桶槽	1~120	<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	<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	<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	<input checked="" type="checkbox"/> 地上型 <input type="checkbox"/> 地下型	FRP	1~100	130~85			50~190	0.4~2.2	

附表 3-5 雨水貯集利用系統之淨水設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	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)
1	落葉分離器 Rainus	RA-B(棕色)、RA-G(灰色)	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	不鏽鋼、PE	4			0.65		451		<387	42
3	落葉分離器	VF2 ~VF6	不鏽鋼	8~10			0.39×0.98		920		<1347~2433	145~262
4	手動反洗雜質過濾器	Protector	純銅、PE				90			3/4 - 1		3.5
5	德國紫外線殺菌器	80W~400W								1 1/4~		4.2~38
6	A 型前置式雨水回收過濾器		PP、鑄鐵									
7	C 型前置式雨水回收過濾器		不鏽鋼、ABS 樹脂									
8	方型落水管過濾器		不鏽鋼				<0.35		250		<100	
9	快速型落水管過濾器		不鏽鋼									
10	浮球取水過濾設備		不鏽鋼				0.23					
11	除苔器(除苔滅菌器)	CW-201P / CW-202P / CW-203P	塑鋼、PVC									
12	除苔器(除苔滅菌器)	CW-201S	塑鋼、PE									
13	離子殺菌輔助器	CW-201L	塑鋼、PVC									
14	OKEYH 上接式砂濾桶	MPF400-16~MPF1200-48							740~1580	1.5~2	0.13~1.17	6~4.2
15	OKEYH 側接式砂濾桶	MFB001-21~MFB013-56							811~1620	1.5~2.5	0.2~1.54	9.5~40.7
16	OKEYH 側接式砂濾桶	MFB064-1200~MFB199-2500							1400~2450	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	不鏽鋼				0.002~0.1					1~50
17	活性碳淨水設備	AC-1035~AC-3672	不鏽鋼	1~2	1~2			10~36	35~72			27~100
18	雨水回收系統	GS-2070A~GS-7090A	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	不鏽鋼			1~2	5		560~1260		1000~6500	

20	L 落水型自淨式過濾器	L-100/150	玻纖			1 1/2~2			750~1050		1140~2900	
21	智慧型自淨式雨水儲存桶	AR100/150	SUS304			1 1/2~2				4~6		
22	智慧型自淨式雨水儲存桶	PAR100/150	SUS304			1				4~6		
22	加濾錠機	320										
23	CA 型平緩入流器		PE							150/250		
24	CA 型平緩入流器		PE	3.9 / 4.7						150/250		
25	UNO 型溢流排放		PE	3.9								
26	浮動吸水器									25.4		
27	不銹鋼雨水回收過濾器		SUS304					0.335				

附表 3-6 雨水貯集利用系統之動力設施產品彙整表

編號	產品名稱	產品型號	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)
1	自動加壓泵(加壓機)	V260H /V460H /V760H	■ 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	■ 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	家用小型沈水泵浦	PW100A /PW250A	□ 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	■ 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	■ 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	■ 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
7	多段離心揚水系列	KQ725 / KQ720 / KQ725X	■ 陸上型 □ 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	□ 陸上型 ■ 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	■ 陸上型 □ 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		■ 陸上型 □ 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	■ 陸上型 □ 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	■ 陸上型 □ 沉水型	不鏽鋼	1~ 7.5				40~ 50	75~450	0-4.0			1~2	

維護管理篇

4-1 設備管理

一、集水設施

雨水貯留利用系統集水區域以屋頂為主，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，在選擇使用重力式或壓力式落水頭時，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。

二、輸水設施

(一) 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。

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。

(二) 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，需在規劃中訂定定期的維護計畫預防塞管的問題發生。

(三) 配水管線

配水管線係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。

三、貯水設施

(一) 地上型

地上型貯水槽多用於校園、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。

(二) 地下型

地下型貯水槽不會佔據地面上空間，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。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。

(三) 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。

四、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。

淨水設施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。

五、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，於每個雨水利用系統中大多會配置此設施，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。

4-2 水質管理

一、液氯消毒

液氯與水反應所產生的次氯酸 OCl^- 是極強的消毒劑，可以殺滅細菌與病毒原體、消毒的效果與雨水溫、pH 值、接觸時間、混合程度、雨水濁度及所含干擾物質、有效氯濃度有關。

1. 投加氯氣裝置必須注意安全，不允許水體與氯瓶直接相連，必須設置加氯機。
2. 液態氯氣化成氯氣的過程需要吸熱，常採用水管噴淋。
3. 氯瓶內液氯氣化及用量需要監測，除採用自動計量外，可將氯瓶放置在磅秤上。
4. 加氯量一般根據試驗確定。無試驗數據時，可參考下列情況選用：水質相當於生活污水一級處理排放水質時，投加氯量為 20-30mg/L；水質相當於生活污水不完全二級處理排放水質時，投加氯量為 10-15-mg/L；水質相當於生活污水二級處理排放水質時，投加氯量為 5-10mg/L。
5. 氯與消毒雨水的接觸時間不小於 30min。

二、臭氧消毒

臭氧具有極強的氧化能力，是氯以外最活潑的氧化劑，對具有無牆抵抗能力的微生物如病毒、芽孢等都有強大的殺傷力。臭氧除具有很強的殺傷力外，還具有很強的滲入細胞壁的能力，從而破壞細菌有機體鏈狀結構導致細菌的死亡。

三、次氯酸鈉消毒

從次氯酸鈉發生器發出的次氯酸可直接注入雨水中，進行接觸消毒。不同廠商技術參數不同，有效氯產量一般為 50-1000g/h。

四、紫外線消毒

水銀燈發出的紫外光、能穿透細胞壁並與細胞質反應而達到消毒的目的。紫外線消毒器多為封閉壓力式，主要由外筒、紫外線燈管、石英套管和電器設施等組成。紫外光波長為 2500-3600Å 的殺菌能力最強。因為紫外光需要照透水層才能起消毒作用，故水中的懸浮物、有機物和氨氮都會干擾紫外光的傳播，水質越好，光傳播系數越高，

紫外線消毒的效果也越好。紫外線消毒也可做為規模較大的雨水利用工程的選擇方案。

1. 為使水流能接觸光線、有較好的照射條件，應在設備中設置隔板使水流產生亂流。
2. 設備中水流力求均勻，避免產生死角，使水流處在照射半徑範圍之內。
3. 照射強度為 $0.19-0.25W\cdot s/cm^2$ ，水層的深度為 $0.65-1.0cm$ 。

五、二氧化氯消毒

二氧化氯(ClO_2)以自由基單體存在，對大腸桿菌、脊髓灰質炎病毒、甲肝病毒、蘭伯氏賈第蟲胞囊等均有很好的殺滅作用，效果優於自行性氯消毒，pH 8.5-9.0 範圍內的殺菌能力比 pH 值為 7 時更有效；二氧化氯的殘餘量能維持很長的時間。

1. 二氧化氯的投加量與原水水質和投加用途有關，需通過試驗確定。
2. 投加濃度必須控制在防爆濃度以下，二氧化氯溶液濃度可採用 $6-8\text{ mg/L}$ 。
3. 必須設置安全防爆措施。

4-3 安全管理

一、 雨水輸送管道標誌

為防止交叉連接配管，必須對雨水管道利用一種清晰的導管顏色加以標示，以顯示出該等導管為非飲用水。根據建築技術規則建築設計施工編第三百十八條規定雨水輸送管道的標誌必須清楚且易於識別，通常使用綠色以識別該管道為非飲用水而且每五公尺要標致雨水字樣，文字必須清楚可讀且字體的高度不得小於 5 mm ，除非該處雨水壓力管道的尺寸無法使用 5 mm 高的字體，如附圖 4-1 所示；另外在雨水使用地點應樹立警告標誌，防止誤以為是自來水而加以飲用或洗滌，顯示雨水管道標誌及警告標誌的範例如附圖 4-2 所示。



附圖 4-1 雨水輸送管道標誌示意圖



附圖 4-2 雨水使用地點警告標誌示意圖

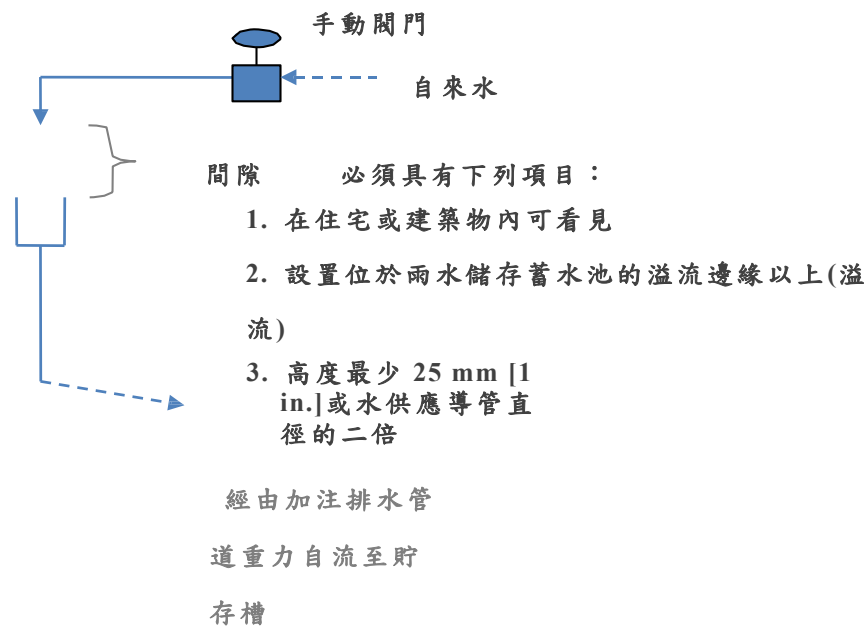
二、自來水補給系統

當降雨不足以符合設置雨水貯集利用系統上的需求時，儲蓄水槽池將會乾涸。故雨水貯集利用系統須要有一個裝置系統，能確認在降雨不足或水槽內水位低於某水位時，可以觸發一個警示燈或切換至一個替代的供水(如自來水)。此系統常被稱為一套補給或備用系統，一般有二種選項可供使用：

1. 注水控制設備-可對雨水儲存槽進行部分改造，一則採手動或採自動，自都市自來水或其他水源補給水的供應，一般常用的方法有電磁閥或水位感測器來控制。
2. 旁通-可採手動或自動方式關閉來自雨水貯集利用系統的雨水供應，改採都市自來水或其他水源導引水。

三、防止雨水回流設施

本設施的主要目的是防止雨水回流到補水水源，一般常用的方法有設置逆止閥或空氣縫的設置，空氣縫為防止回流的最簡易的方法之一，且涉及在導管的二段間的一個物理分離，此種物理斷絕防止雨水的回流，因為即使雨水自蓄水池至空氣縫，其將會自空氣縫溢出，且不會進入與飲用水的供給接觸。空氣縫必須設置高於來自蓄水池的溢流排水管道處，且溢流排水管道必須保持無阻塞，如此多餘的雨水流入溢流系統，而不會溢流至空氣縫，如附圖 4-3 所示。



附圖 4-3 防止自來水逆流設施配置之示意圖

四、溢流預防措施

自屋頂貯集裝置所蒐集的雨水量，會超過雨水儲存的儲存容量，會導致池產生溢流。若溢流處理的預防措施未做好規劃，若設置不當可能會造成對雨水蓄水槽本身的損壞，或形成對一棟建築物外部或內部的損壞。可將多餘的雨水導入斜坡、雨水下水道系統或滲透系統中，取決該現場的特性。理想上可將溢流量經由重力排放，但若該蓄水池的出口係在低於雨水下水道或斜坡的位置，則可能需要利用泵進行抽排。不同排放系統的優缺點示於下附表 4-1 中。除附表 4-1 中討論的優缺點外，在選取溢流排放的位置時同時必須考量下列因素：

1. 現場特定的暴雨排放管理要求(亦即對於保持、滲透且/或緩排放)。
2. 適用的中央級與地方政府的規定。
3. 雨水儲存槽的位置/布置。
4. 現場條件(亦即坡度、地形、空間可用性與土壤滲透能力)。

附表 4-1 不同溢流位置/方法的優缺點比較

溢流位置/方法方法	優點	缺點
經由重力流排放至地表 (最建議的方法)	<ul style="list-style-type: none"> 對設計、安裝與運作最為簡單的方法。 雨水超過溢流排水管道的可能性低。 	<ul style="list-style-type: none"> 若未能適切的準備好排放的位置，可能會形成對現場的土壤侵蝕。 若自大型的貯集系統大量排放時，可能會形成安全問題。
經由重力自流排放至雨水下水道	<ul style="list-style-type: none"> 理想用於地下蓄水池因為雨水下水道亦位在地表以下。 雨水下水道係專門被設計用於蒐集屋頂逕流並導引至一個現場外的適當位 	<ul style="list-style-type: none"> 設計必須可防止回流自雨水下水道進入雨水蓄水池中。 雨水排在接收水體時會對環境產生負面衝擊。
經由重力自流排放至滲透設施	<ul style="list-style-type: none"> 允許在現場處理雨水，此有助於維持預先發展的排水系統。 補充地下水的環境效益。 在較新的住宅開發中，可由開發者規畫建構。 	<ul style="list-style-type: none"> 滲透設施須要大量的現場作業以進行設計與安裝(高成本)。 大量的降雨情況會超過土壤的滲透容量，故需要來設置滲透設施的單獨溢流。
經由泵流的協助排放至地面或雨水下水道 (最不建議的方法)	<ul style="list-style-type: none"> 在蓄水池位於地下深度較大的情況時(建築物的下層地下室、停車庫等)，此可能為處理溢流的唯一方法。 	<ul style="list-style-type: none"> 在停電情況下，泵會失去作用。 在強降雨情況期間，會須要大型的泵以處理溢流量。

4- 4 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附表 4-2 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，可依下列四個步驟進行：

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。

附表 4-2 建築物雨水貯集利用系統之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
貯水設施	6 個月	污/雜物清理排除、滲漏檢點
淨水設施	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
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

創新綜合利用篇

5-1 多功能綜合利用

雨水綜合利用系統是指透過綜合性的技術措施實現與水資源的多種目標及功能，這種系統將更為複雜，可能涉及包括雨水的貯集利用、滲透、減洪、景觀、屋頂綠化甚至太陽能利用等多種子系統的組合。都市雨水利用應採取因地制宜的利用方式，根據當地的條件，直接利用或間接利用，或兩種利用方式相結合，以符合經濟可行。

在新建的社區、公園或類似的環境條件較好的都市地區，將範圍內屋頂、綠地和路面的雨水逕流收集利用，達到削減都市暴雨逕流量、面源污染物排放量、優化社區排水系統、減少洪澇及改善環境等效果。具體作法和規模依據地方特點而不同，一般包括滲透、雨水收集、淨化處理、景觀、利用與排放系統等，有時還包括集屋頂綠化、太陽能、風能利用及景觀於一體的生態住宅區與生態建築。

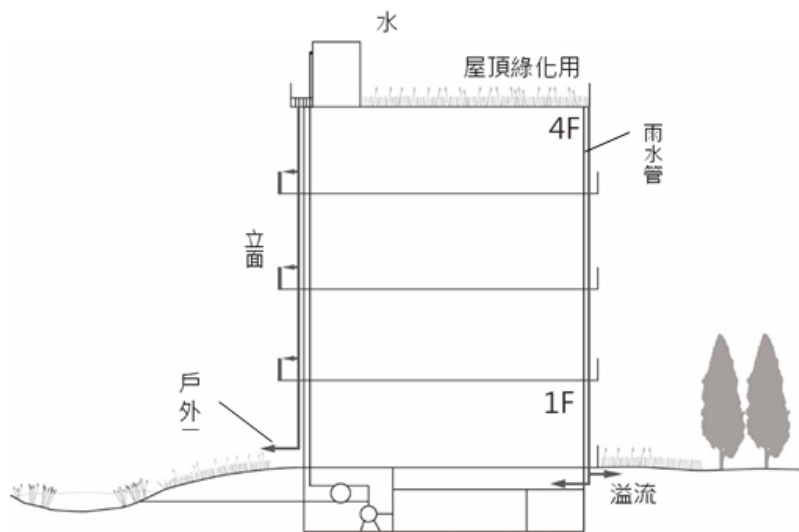
雨水綜合利用系統是利用生態學、工程學及經濟學原理，通過人工淨化和自然淨化的結合，雨水貯集利用、滲透與園藝景觀等相結合的綜合性設計，實現建築、園林、景觀和水系統的協調統一，實現經濟效益和環境效益及人與自然的和諧共存。這種系統具有良好的永續性，能實現效益最大化，但設計者需具有多方科學的知識和較高的綜合能力，設計和實施的難度較大，對管理的要求也較高。

以下為通過一些簡單的雨水綜合利用系統方案分析：

1. 屋頂綠化、貯集利用與水景觀結合

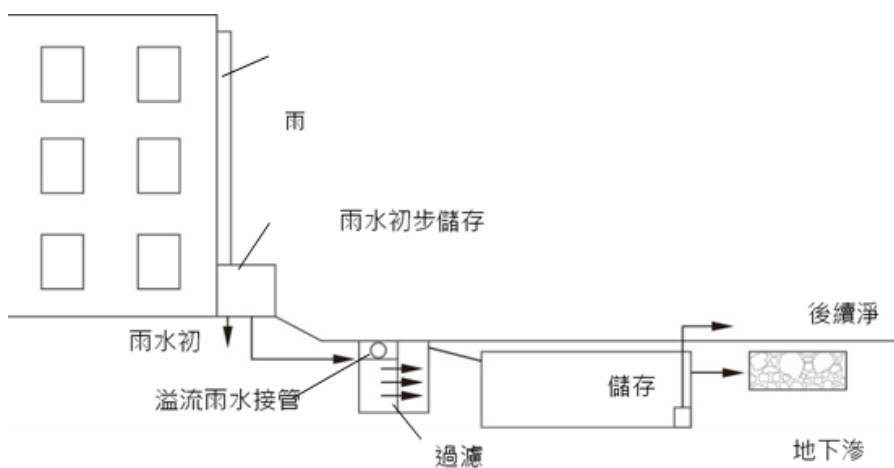
由於屋頂採用了綠化設計，在相同降雨量下，收集到的雨水會相對減少，一些小雨甚至不會形成逕流，比較適合雨量充沛且均勻的地區。因屋頂植物和土壤起到了預處理的作用，因此，可以省去初期雨水的控制措施，下雨過後，儲存池的部分雨水和屋頂綠化可以形成一個循環，在滿足綠化要求的同時改善建築景觀和環境，另一部分的雨

水則可供室外水景觀使用。在系統中設計自來水或其他水源的補充，保證在雨水不足時整個系統也能正常運行，再設置一個景觀水的回流管，與屋頂和儲存池形成循環，有利於保障景觀水體的水質，如果集水面積大，有富裕的雨水量，還可以考慮在溢流管後設計滲透設施，由於有了屋頂綠化的預處理和儲存池的作用，能夠保證滲透設施良好的運行，並提倡在景觀水池中飼養些水生植物和魚類，形成具有生態功能的水景觀，有利於提升整個系統的綜合效果。



附圖 5-1 屋頂綠化、貯集利用與水景觀結合示意圖

2. 貯集利用與滲透結合



附圖 5-2 貯集利用與滲透結合示意圖

圖中的方案是將雨水收集利用和滲透的結合，該系統首先應計算確定儲存容量，滿足雨水利用的需要，多餘的雨水再通過滲透設施下滲，為了保證系統的穩定運行和效果，設計了初期雨水的棄置和預處理裝置。

3. 雨水滲透與水景觀結合

如果雨量充足，社區又具有較大的集雨面積和景觀水體，綠化率也很高，可以考慮採用將系統設計自然化，利用綠地和淺溝匯集雨水，可達到減少水土流失及控制初期雨水污染物的目的，這種系統可以實現利用雨水資源、減少污染、改善社區環境及提高防澇標準等多目標。

需要注意的是，社區環境條件對路面徑流水質的影響最終轉移到水體，因此需要加強管理，採取初期棄置、設置緩衝面積等控制措施，也可以考慮將污染性的地面逕流分別排除，水體的合理設計對整個系統的效果也舉足輕重，由於水質惡化，導致水體功能不能正常發甚至嚴重影響周邊環境的實力很多。

4. 再生能源、滲透與水景觀結合

風能和太陽能都屬於清潔能源，儘管目前應用的實例還不多，但是在雨水利用系統中利用風能和太陽能是一個具有前瞻性的課題。

風能利用的優點是無公害、能量不會減少而且可以再生，利用風能可避免二氧化碳等溫室氣體的排放，地球的溫室效應已成為全人類關注的課題，溫室效應的產生，二氧化碳的作用佔 5%，而有 8% 的二氧化碳是由石化燃料引起，平均每 1 千瓦/時(度)的風力發電量大約能避免排放出 1 千克的二氧化碳量。在不久的將來，風力發電會有越來越廣泛的應用，包括在雨水利用系統中的應用。

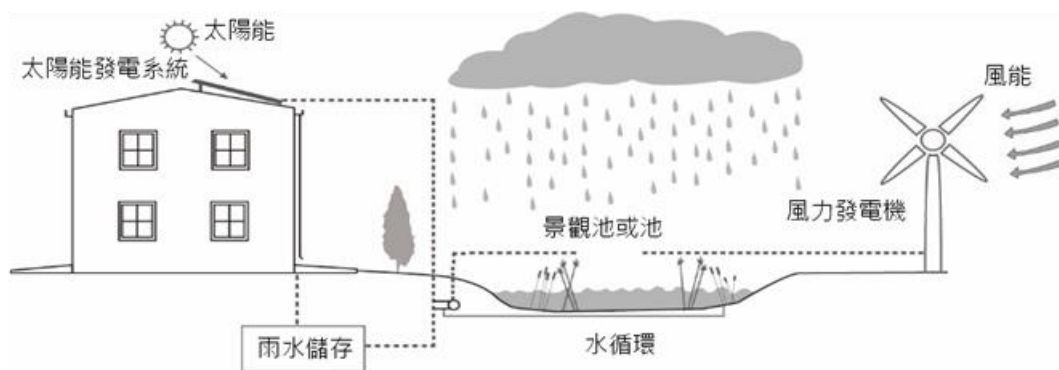
太陽能利用是一種相對比較成的技術，但利用太陽能發電作為雨水利用系統中的動力還是相當新的一個課題，利用太陽能的主要優點有：

- (1) 太陽的能量巨大不污染環境
- (2) 能量轉換的機械設備簡易可行

(3) 成本低

都市雨水利用的主要特點之一是間歇式運行，且許多系統的規模都不大，用電量小，多數都市雨季又是在陽光充足的夏秋季節，這些條件都比較適合太陽能的利用。

基於上述之優點，我們可以將風能和太陽能作為輔助電源，如圖所示，將風能、太陽能及雨水利用系統相結合，達到既經濟又有效的系統。



附圖 5-3 再生能源、滲透與水景觀結合示意圖

5-2 建築資訊模型技術

建築資訊模型 (Building Information Modeling, 以下簡稱 BIM) 技術，依據美國 AIA 建築協會定義為「BIM 為一種建模技術，並連結到建築資料庫，整合建築生命週期的資訊流程，要達成以 BIM 來建構有形資產資訊的願景，必須透過許多數位化的建築模塊(digital building blocks)，而這些建築模塊必須被標準化」，這些建築模塊一般被稱為「BIM 元件」，透過資訊的標準化，讓這些元件之間具備了可對照性(comparable)，使得 BIM 元件更容易被使用。

內政部營建署自 2012 年起，於代辦公有建築工程，將建築資訊模型（Building Information Modeling，以下簡稱 BIM）技術建置納入施工階段應辦事項，以加強建築工程介面整合，以提升工程進度及施工品質。復於 2013 年試行於規劃設計階段導入 BIM 建築資訊模型建置，並於 2014 年於規劃設計階段全面導入推動 BIM。

內政部建築研究所近年來陸續推動建築資訊模型相關研究計畫，期將建築資訊進行整合分享與應用研發推廣。推動 BIM 應用普及化，進行國外政府推動策略成功案例分析，研提適用於我國的技術相關標準架構，促進建築生命全週期資訊交換流通，以開發 BIM 導入建築管理作業等新型態應用，提昇營建產業整體效率及品質。

目前在網路上已經有許多 BIM 參數化元件庫可以下載，其建置方式大約可分為兩大類，一種是自有平台，透過定義元件標準格式，元件來源以自建或廠商依元件標準製作後上傳提供；一種是透過鏈結，直接連結至知名 BIM 軟體公司網站，直接採用各軟體公司提供之元件（資料來源：建築資訊建模 BIM 應用推廣及宣導計畫，內政部建築研究所，2016）。

藉由標準化元件中的資訊，產品可以依工程專案或系統需要進行適當的選擇，以常用方法可依照產品外型特徵進行建模，使得 BIM 元件容易挑選使用；建築資訊元件內部所記錄的資訊內容，應包含下列項目（資料來源：國內 BIM 元件通用格式與建置規範研究報告，2015）：

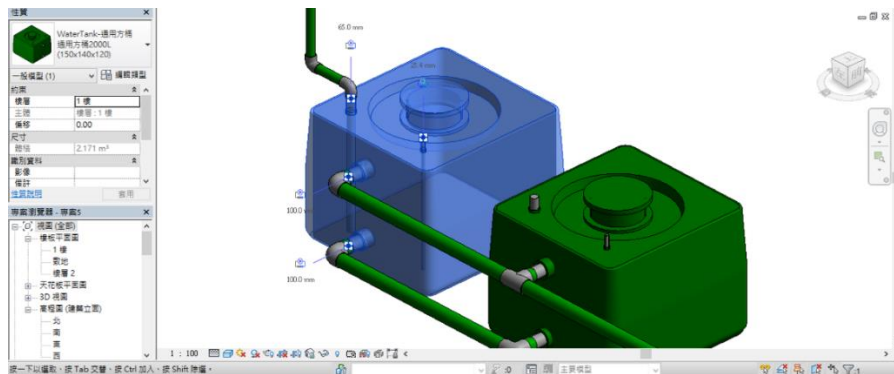
- 識別資料(Identify Data)：用以定義產品本身。
- 幾何資訊(Model Geometry Data)：用以重現產品的實體特性的幾何特質。
- 行為資料(Behavioral Data)：使 BIM 物件能正確定位、正確運作，如：檢測資訊、維護資訊、關聯區域。
- 外顯資料(Visualization Data)：使物件具有可辨識的外觀。
- 後設資料(Metadata)：支援物件之可擴充性，一種描述資料屬性的資訊。

大部分 BIM 建模軟體大致已先把預先建置好的元建載入建築模型中，而市面上也有許多由廠商提供的元件模型供下載運用。

目前國內 BIM 之運用面向廣泛，包含：建築、機電、管線等設計指南；BIM 參數化元件庫之設計與建置；相關資訊格式交換及介面整合；防火性能設計；建築生命週期與履歷建置規劃等，然而針對水資源等相關之課題研究及建築資訊等尚相當匱乏，尤以元件模型等建構並加以整合者並不多件。政府在公共工程的品質要求、進度掌控、成本降低、以及永續發展方面，都應會有極大的助益；BIM 技術的發展對營建產業的商務模式與產業文化會有深遠的影響，而持續發展的結果，業主會是明顯的實質受益者。政府是公共工程的最大業主，我國公共工程若能積極導入 BIM 技術，對政府在公共工程的品質要求、進度掌控、成本降低、以及永續發展方面，都應會有極大的助益。在政府積極推動綠建築以及水資源指標之時，如透過建築資訊及元件模型與其相關介面組的建構與建築設計產業資訊相結合，將有利於綠建築與雨水貯集利用系統化之設計，提昇雨水貯集利用模組化在綠建築設計之應用性。

國內導入 BIM 技術之軟體主要以 Revit 為主，其為 Autodesk 旗下發展的應用軟體專為建築資訊模型(BIM)所建造，可幫助建築設計師提升建築設計、建造和維護的品質和效能，而無須透過任何程式設計語言。Revit 軟體工具系列，包括 Revit Architecture、Revit MEP、Revit Structure 等，都是以「參數化」的概念來架構整個模型，參數化建模是 BIM 技術的重要基礎。術語「參數化」是指結構此模型的所有元件(elements：官方文件或譯成元素)之間的關係，元件是 Revit 組構建築資訊模型的基本元素，大致可分成(1)模型元件、(2)基準元件、(3)視圖特有元件三類(資料來源：郭榮欽，國立臺灣大學土木工程學系)，其中，模型元件又可分類為主體(Hosts)以及模型組件(Model Components)，如用在於雨水貯集利用系統模型元件，主體分類將包括貯水部分、淨水部分及動力部分(分別對應雨水貯集利用系統中之貯水單元設備、淨水單元設備以及動力單元設備)；模型組件則包括輸水部分及集水部分

(對應雨水貯集利用系統中之輸水單元設備及集水單元設備)，其 Revit 雨水貯集利用系統模型元件建構如附圖 5-4 示意。

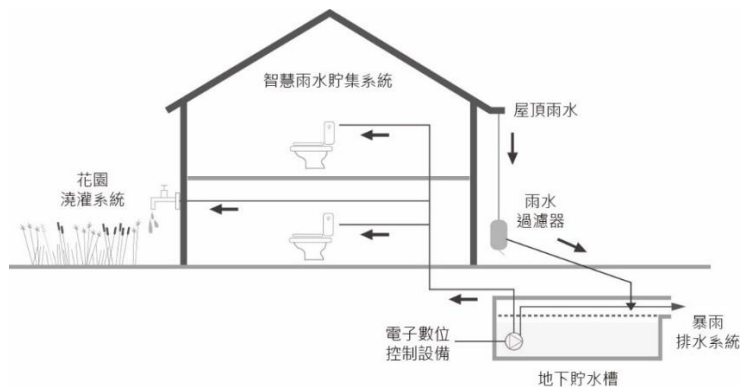


附圖 5-4 Revit 雨水貯集利用系統模型元件建構示意圖

5-3 智慧物聯網

隨著電子科技的進步及網路快速的發展，跨領域與跨業合作已經是一種潮流及思維，因此運用物聯網於雨水利用領域的科技，讓物聯網系統中的感測器及控制器能自動收集雨水使用量等參數，並透過窄頻低功耗的 NB-IoT 閘道器將數據上傳至 IoT 平台系統，使用者可透過電腦或行動裝置做系統的監控及數據分析。導入智慧管理工具來因應氣候變遷的影響已為世界各國水資源政策的新思維。

雨水貯集利用系統的效率及有效監控系統的使用情形，並提升節能省碳的水資源環境教育功能附加價值，並將大數據分析之觀念將雨水貯集利用功效極大化來利用雨水作為沖廁、澆灌，達到一個智慧雨水貯集利用系統，這也是海綿台灣韌性城市重要的一環，其智慧雨水貯集系統示意如附圖 5-5 所示。



附圖 5-5 智慧雨水貯集利用系統架構示意圖

問題與解答篇

6-1 應用問題

1. 問：收集的水通常如何使用？

答：通常，經處理的雨水可作為下列用途：廁所沖水、植物澆灌與汽車沖洗。建築物所收集的雨水，經沉澱處理後做為廁所沖水用途。沉澱處理方式乃是利用位於貯水槽的底部的沉降設施，收集雨水經由此設施再由槽頂部溢流出去。

2. 問：若只使用屋頂逕流的水來灌溉的和沖馬桶，則處理的需求與停車場/陸上的逕流水不同嗎？

答：污染物負荷的情況將依屋頂的類型、停車場的材料、發展的類型、和維護方法而改變。在幾乎所有情況下，屋頂的雨水比停車場的逕流水「較乾淨」。即使屋頂的雨水可能較乾淨，但是對此兩種水源之相同的應用需要相同的處理水準，因為你必須從任何一個水源內除去已知大小的污染物。

3. 因為來自停車場之水的負荷可能較高，且建議對沖馬桶要有較好的過濾，若水源是來自停車場或用途是沖馬桶，則設計師需使用自動過濾系統。這將幫助卻保較少的維護和較多的正常運轉時間，並對應用提供適當之水質的水準。對於任何一種水源而言，用於沖馬桶的水需要消毒。

4. 問：用非純淨（收集）水來洗衣服或盤子有風險嗎？

答：非純淨雨水不可用於清洗盤子，除非水被處理到純淨水的標準，和這你可以做判斷。洗衣店是非純淨水之大的選擇，但是需使用最後的過濾和紫外線消毒來確保適當的水質。

6-2 設計問題

1. 問：什麼是補充水？

答：補充水是當貯水槽的水位低時，用來補充系統的第二個水源。對於如沖馬桶之重要的需求而言，需要有補充或第二個水源，來確保在雨水收集貯水槽沒有足夠容量的情況下，水的流動不會中斷。這通常是自來水或井水。

2. 問：我們能經由將補充水接到水槽來避免雙重配管嗎？

答：不能。你對洗滌槽、淋浴間、和其它純淨水的源頭仍然需要純淨水的管線，以及對如沖馬桶之非純淨水的應用，需要非純淨水的管線。提供備用供水的兩種一般的方法是使用氣隙，其中備用水進入貯水槽或濕井，且然後被抽到逕流的源頭，或使用 3 向閥，其中當貯水槽沒有足夠的水時，自來水被直接壓到現有的非純淨水的管線。在任何情況下，需要非純淨水來為你的非純淨水的應用服務。

3. 問：在建築物內使用的非飲用水有過濾的需求嗎？

答：室內使用之非純淨水的處理需求是由地方管路規範來決定。建議消毒而這需要過濾作為前處理。並且，過濾改進水的澄清度和確保被用戶接受。紫外線消毒和氯處理是最普通的消毒技術。

6-3 水質問題

1. 問：在降雨第一沖洗之後由於雨水可能變得乾淨，我們能轉向將雨水完全收集嗎？有決定轉向之收集量嗎？

答：我們仍然建議對在第一次沖洗之後收集的雨水做前處理。這水仍然含有有機物質並且需流過前處理設備。我們建議收集暴雨初期較低強度（取前約 2-5mm 之雨水）的雨水，並且分流較高的暴雨水。

2. 問：雨水貯存過久時，會不會產生惡臭？

答：不會。大部分的例子裏，即使存放了數年之久，雨水依舊維持純淨。但如果有有機物質進入，且貯存雨水放在陽光下的話，會導致水藻滋生影響水質。

3. 問：雨水能儲存在系統內多久呢？

答：適當的設計能使雨水長時間儲存。若雨水可能長時間儲存，則需注意使屋頂區域的逕流流入之沉澱物的量和污染物負荷最少、第一次沖放分流、水循環的溢流設計、排氣和病媒控制、並且調節再循環管線來幫助貯水槽之水的暴氣、過濾、和化學處理。

4. 問：如何才是水密的？容許的洩漏率是多少？

答：水槽的水密性是主觀的，並且其範圍可由完全水密到與應用相稱之容許的洩漏率。通常，RWH 貯水槽在建造之後，需由安裝廠商執行水壓靜力試驗或低壓空氣測試，來驗證系統的水密性。

5. 問：如何防止昆蟲在槽內滋生？

答：建議在相關的入口和出口、裝紗網來提供病媒控制。在大型的雨水貯水槽中裝置紗網，或選在昆蟲(特別是蚊子)可能進出的輸送管(排水管、溢流管等)中裝置防蟲設施。一般住家使用的貯水槽使用率高，滯留的貯集雨水不會長時間留在槽內，即使有蚊蟲和它們的蟲卵進入到貯水槽，也不太可能滋生繁殖。

6-4 系統維護問題

1. 問：貯水槽的清潔的頻率是多少？

答：在第一年我們建議每季檢查貯水槽，之後建議每 1-2 年維護。

2. 問：可以清理在地下貯水槽內的底部沉澱物嗎？

答：可以。建議在貯水槽內設置的進出口，以便能進入單元和清潔。

3. 問：當降雨很少時，我們該做什麼？

答：當貯集的雨水被耗盡時，應該使用機械裝置利用自來水來補充。但需要注意的是不可讓雨水逆流到自來水補充管道，而污染了都市自來水。為了避免這種情形發生，不同的供水輸送管需被明顯的區分，例如將雨水輸送管以不同的顏色標明。

4. 如何保養維護？

簡單的基本保養是需要的。需要定期清潔貯水槽的過濾網和位於槽底部的沉澱設施。當然也包括位於屋頂的集水面，但要注意不可讓清潔用水流進貯水槽。

6-5 機械系統問題

1. 問：通常泵浦/過濾器裝置是位於何處？靠近貯水槽，或在建築物內？

答：泵浦/過濾器裝置的位置通常取決於如何使用收集的水。若收集的水是用於灌溉，則 RWH 機械系統過濾器裝置通常是在建築物外面貯水槽的附近。當收集的水是用於沖馬桶或冷卻塔的補充水時，RWH 機械系統裝置通常是放在建築物之機電室內。

2. 問：有方法知道何時貯水槽內的水位是低的，並自動切換到自來水系統嗎？

答：是的。可在系統裝置水位感測器，這將貯水槽的水位傳到與泵浦界面的控制單元。當貯水槽達到低的設定值時，泵浦將關閉，並且補充水能透過一個 3 向閥和逆流防止器直接壓到你的非純淨水的應用管線內。

參考文獻

1. 台灣雨水利用協會，雨水貯集與利用-永續環保之都市水資源因應措施（決策指南），2002。
2. 內政部建築研究所，綠建築更新診斷與改造計畫，2009-2011。
3. 內政部建築研究所，社區及建築基地減洪防洪規劃手冊，2013。
4. 內政部營建署，建築物生活雜排水回收再利用設計技術規範，2004。
5. 內政部建築研究所，綠建築評估手冊-基本型，2015。
6. 內政部建築研究所，綠建築評估手冊-社區類，2015。
7. 行政院農業委員會，臺灣省灌溉用水水質標準，2003。
8. 行政院環境保護署，生活污水處理回收再利用示範輔導計畫，2007。
9. 行政院環境保護署，建築物生活污水回收再利用建議事項，2007。
10. 行政院環境保護署，提升生活污水處理暨回收再利用推廣輔導計畫，2008。
11. 財團法人台灣產業服務基金會 <http://www.ftis.org.tw>
12. 教育部永續校園全球資訊網 <http://www.esdtaiwan.edu.tw>
13. 國際雨水利用協會 <http://www.ircsa.org/>
14. 經濟部水利署，雨水利用手冊，2004。
15. 經濟部水利署，公共場所節約用水技術手冊，2004。
16. 經濟部水利署，雨水利用規劃手冊－澎湖篇及琉球篇，2005。
17. 經濟部水利署，雨水利用規劃手冊－金門篇及馬祖篇，2006。
18. 經濟部水利署，雨水利用規劃設計手冊，2007。

19. 經濟部水利署，雨水貯集利用目標及設備規格標準化研究，2007。
20. 經濟部水利署，建築物雨水貯留利用之水質建議值，2007。
21. 經濟部水利署，結合學校教育設施之雨水及生活雜排水回收再利用模組研發(1/2)，2009。
22. 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。
23. 廖朝軒、劉冠廷、蔡耀隆，把雨水留下來－雨水利用百寶箱，詹氏出版社，2008。
24. Liaw, C. H., Impacts from the Use of Rainwater Catchment Systems for Storm Water Management in Urban Areas, Rainwater Harvesting, Anhui Educational Publishing House, China, 2007.
25. Liaw, C. H., Rainwater Utilization in Small Islands, Rainwater Harvesting, pp. 336-369, Rainwater Harvesting, Anhui Educational Publishing House, China, 2007.

附錄二 審查會議

內政部建築研究所 107 年度 「綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究」

期初審查意見及研究單位回應一覽表

項次	審查委員意見	研究單位回應
1	建議補充說明投標廠商之經驗、能力及成立宗旨等，研究人員與投標廠商之關係為何，請說明。	台灣綠色生態設施協會 (Taiwan Green Infrastructure Association) 為依法設立非以營利為目的之社會團體，配合政府推動海綿生態城市政策，推廣綠色生態設施，以增加都市防洪抗旱能力、減少都市污染、舒緩都市熱島效應、減少碳足跡、提升都市宜居性、培養綠色生態設施人才及產業，以達到都市永續發展為宗旨。本計畫主持人亦為協會理事長，其他研究人員皆為協會之成員，並長期從事雨水貯集利用規畫設計及低衝擊開發設計等相關領域的研發。
2	研究人員皆為兼任是否妥適，其承攬能力如何？年度參與其他類似研究案量狀況，請補充。	因計畫經費故未編列專任研究人員，然本研究之參與人員在雨水利用及都市減洪等相關領域皆有長期之研究，應能勝任本案之順遂執行，而本協會參與之相關研究案，請參閱服務建議書研究人員學經歷所示。
3	講習參與人員除建管、技師及開業者外，建議亦應將既有建	將遵照委員建議納入計畫辦理。

	築改善需求單位納入參與對象。	
4	業者訪談，建議宜有瞭解與對政策推動之建議。	將遵照委員建議納入計畫辦理。
5	系統模組設計手冊，其容量與材質等應有因地制宜之建議。	將遵照委員建議納入計畫辦理。
6	推廣講習中可將雨水滯洪與雨水貯集利用予以說明，因現行建管法規是可一併計算。	感謝委員建議，將依委員建議於手冊或推廣講習中，將雨水貯集利用與滯洪納入說明。
7	參數介面之雨水貯集槽形式，目前大多為筏式基礎及地下型雨水貯留，應可進一步考量如何強化利用機制。	本計畫除針對雨水貯集槽型式介面進行收集外，另將針對初期過濾、管線、淨水設備等相關參數介面及模型進行收集，以加強後續利用機制。
8	預期成果之發展趨勢分析，亦可針對目前應用現況予以探討。	本研究團隊將配合經濟部水利署雨水貯集利用推廣之工作，針對現有雨水利用系統進行監測，其相關成果可提供本計畫效益評估之參考。
9	本案為規範實用手冊之訂定，有其連續性之價值，應予支持。	感謝委員支持。
10	本案結合 BIM 之功能，納入建築物中水再利用設計規範，符合國內推動 BIM 之趨勢與迫切需要，應予肯定與符合實務上之需求。	感謝委員的肯定，本研究將朝向實務方面進行推動。
11	建議不同建築物應有不同之設計手冊內容，如住宅建築應分有地下室與無地下室，工廠建築應優先將大量用水之產業納入，另針對需求量大之環境如公園綠地及都會區之道路、人行道雨水貯集系統等，結合海	感謝委員的建議，本研究初步擬定手冊內容係針對不同建築型式的 Rainwater 利用規劃設計為主。

	綿城市之建立納入考量。	
12	雨水貯集設備之規模，建議由單棟建築擴大至社區，以道路連結形成網絡，參考 ASCE 2006 大會倡議之分隔島下方雨水貯集系統建議，國內予以明確規範並納入手冊。	社區雨水利用之方式，除考慮建築雨水利用方式之外，人行道及其他的雨水利用方式，亦將於後續研究中納入手冊酌於說明。
13	臺北市及新北市推動之雨水排放規定，請納入審酌。	將遵照委員建議納入計畫辦理。
14	講習會辦理 2 場次，邀請名額 50 名，是單場次還是 2 場合計，如果經費允許應多邀請參與人員。	感謝委員建議，講習會之舉辦擬邀請名額預計單場 25 名，2 場共計約 50 名為原則。
15	本案是否有創意回饋項目，請補充。	雨水貯集與利用模組設計手冊及其他工作事項將納入委員的建議，並考量與經濟部水利署及其他單位之研究成果相配合，讓本研究成果更具實用性。
16	請同時檢討如何利用本所智慧建築 BIM 標準符號之整合應用。	本研究後續將持續與財團法人台灣建築中心討論雨水貯集利用相關之符號應用方式。

內政部建築研究所 107 年度
「綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究」
期中審查委員意見及研究單位回應一覽表

項次	審查委員意見	研究單位回應
一	<p>李調查專員榮泰：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研究方向及預期成果，切實可行。 2. 智慧物聯網是一個有趣的課題，研究成果值得期待。 3. 報告書 P.146 有關太陽能與滲透、雨水貯集系統模組的結合，屬新興課題，期待研究成果。 4. 建議增加建築類型與系統圖例、系統價格（低中高）、應用方式等內容，以方便閱讀及溝通使用。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員支持。 3. 感謝委員支持。 4. 不同的建築類型與雨水貯集系統模組化相關成果，請參考 106 年「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」一案成果，本年度手冊編輯將組織並簡化相關成果，以利使用者便於閱讀瞭解系統設計方式。
二	<p>林教授憲德：</p> <p>本研究報告撰寫周全，內容豐富。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>
三	<p>高組長文婷：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本案建議針對國外其對於水資源之利用值得臺灣借鏡之處，加以蒐集。 2. 有關雨水貯集之「產業鏈」， 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，本研究將參考國外相關雨水利用推動成果，並蒐集彙整於第二章第一節中概述。 2. 一個產業是由提供相近商

	<p>建議予以述明。</p> <p>3. 本案提出之設計手冊，其與現行中央在建管與水利，以及各地方自治條例有何不同，建議應進一步予以比較分析。</p>	<p>品或服務，在相同或相關價值鏈上共同構成的，具有某種共同特性的單位而集合。依此定義，雨水貯集與利用系統產業鏈大致上分為五項，分別為目標訂定、規格與設計、生產及製造、建置及測試、訓練及操作，每個項目皆由不同產業單位所負責。</p> <p>3. 本研究手冊編撰內容主要是以雨水利用系統進行常用之配置型式分類介紹，並進以分類後之各設施單元進行提供說明與配置要點建議，可供使用者參考規畫與配置。現行的中央或地方則多半以規範或條例方式，與手冊推廣重點不相同。</p>
<p>四</p>	<p>陳委員瑞鈴：</p> <p>1. 期中報告文獻資料收集完整豐富，研究內容及進度符合，原則同意。</p> <p>2. 內政建築研究所及相關單位歷年已完成雨水貯留利用相關研究甚多，惟產業市場調查較缺乏，希納入本研究加強補足，並完成手冊之擬訂。</p> <p>3. BIM 建議修正為常用之「建築資訊建模」用詞，並以去年已完成之元件資料庫為基</p>	<p>1. 感謝委員指導。</p> <p>2. 感謝委員指導，遵照辦理。</p> <p>3. 感謝委員指正，研究相關元件建構將以所內完成/蒐集之元件資料庫資料為基礎進行雨水利用模組化後各設備單元元件彙整編輯。</p> <p>4. 感謝委員指導，遵照辦理。</p>

	<p>礎，擴充運用。</p> <p>4. 擬訂完成之手冊(草案)宜列為後續辦理推廣講習之課程，廣徵意見回饋修訂。</p>	
五	<p>鄭教授政利：</p> <p>1. 本計畫執行內容在手冊編撰部分，建議以建築設計導入為依據，從規劃階段納入考量為宜，並確認手冊之使用對象。</p> <p>2. 有關建築資訊建構，BIM 元件資料庫，因涉及廠商產品，在公開及應用上，應有審慎之規劃為宜。</p>	<p>1. 感謝委員建議。遵照辦理。</p> <p>2. 感謝委員建議，模型元件收集或本研究新建置，將主要以通用模型為主(特殊規格將避免在列)，且相關之廠商資訊或特殊產品等，將避免納入本研究元件庫中供公開及應用。</p>
六	<p>鄭理事長宜平：</p> <p>1. 有關界定雨水貯集利用系統定義，建議應先參酌已入法之相關規定，如建築技術規則建築設計施工編第 4 條之 3、第 307 條及第 319 條規定。</p> <p>2. 本案似考慮雨水貯集方向，建議設計方向以充實「建築物雨水及生活雜排水回收再利用技術規範」，施工部分再以此次手冊為主，以免混淆。</p> <p>3. 保水、透水、雨水滯洪及雨水貯留定義應明確。另手冊內</p>	<p>1. 感謝委員建議，遵照辦理。</p> <p>2. 本研究依據工作要項及手冊撰寫內容主要以「雨水貯留利用」為主，生活雜排水、中水回收利用等將不在本研究手冊內容編列。</p> <p>3. 遵照辦理，雨水流出抑制設施標準係主要以減洪及防洪為目的，本案雨水貯集系統則是以供水為目的。</p>

	<p>容應避免涉及工作權爭議的範圍。</p>	
<p>七</p>	<p>張建築師矩墉(書面意見)：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 報告書 P.14 的表 2-1 是否可將我國的現況也併同納入，則可更直觀的對照我們的問題與不足。 2. 目前針對雨水已有「保水」、「滯洪」、「雨水貯集利用」三個納入建築法規的項目，但各自有不同的目標與任務，不可混淆。 3. 雨水貯集不是問題，如何正確有效利用才是關鍵。個人在擔任綠建築評定人員現勘時，屢屢看到明明只是收集雨水作為綠化澆灌，卻設置了過濾缸、加藥機等游泳池設備進行水質處理，這是一種資源浪費，或是系統設置不當，水位一降低立即補充自來水，使得雨水貯集池收不進雨水，或雨水池過大綠化面積卻很小，致使貯集水量過多之問題。也包括維管費用太高或規模不大，不易有專人維護等諸多問題，建議評估是否可採幾個小基地合併處理的方式設置。 4. 若要提升作為沖廁使用，除 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，國內目前相關推動成果與遭遇問題，主要蒐集彙整於第二章第二節中概述。 2. 感謝委員建議，遵照辦理。本研究手冊撰寫內容主要以「雨水貯留利用」為主，此外，有關雨水貯集相關之規範、技術規則、法規等將於手冊中提供資訊，其規劃設計與產業相關資訊將以圖示進行撰寫，以供使用者參酌應用。 3. 誠如委員所說明，較小基地或單位，是可以數個基地串併聯方式聯合設計操作。除可減少管理費用及加強雨水收集效益，亦可增加雨水貯蓄容量。 4. 感謝委員指導。

	<p>了增加一套沖水給水設施和管道閥以外，尚有集合住宅各住戶如何使用分擔費用問題要解決，否則很難擴大應用到民間建物。</p>	
八	<p>鄭教授明仁（書面意見）： 報告書 P.110 有附圖 2-23 的圖名但未見附圖，請修正。</p>	<p>感謝委員指正，已進行修訂。</p>
九	<p>中華民國全國建築師公會（謝建築師國璋）：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 報告書 P.158 期初審查意見，其中「廠商回應」建議改為「研究單位回應」。 2. 期中研究成果呈現完整清楚。 3. 臺灣是否有成功的案例，可列入具體呈現。曾見過一小公園，其設計小巧的微系統，由塔狀物落雨貯留，經輸流管至水撲滿，其設施與公園綠意融合，不致突兀。除了建築物外，建議可增列開放空間之雨水貯集利用研究項目。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵照辦理。 2. 感謝委員肯定。 3. 國內近年相關之推包括如 97~100 年在內政部建築研究所「綠建築更新診斷與改造計畫」中「水資源指標」目標項下，推動改善建築物節水、節能，促進水資源有效利用；經濟部水利署於 106~107 年度配合「前瞻基礎建設計畫-水環境建設」中「推廣水資源智慧管理系統及節水技術」項下子計畫「雨水貯留系統建設計畫」，加強透過在國內廣泛設立雨水貯集設施，利用雨水作為沖廁、澆灌或消防用水，推動案例豐碩。
十	<p>羅組長時麒：</p>	

	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關報告書之期中與期末審查回應，請修正為「研究單位回應」。 2. 請儘速依既定期程完成手冊(草案)初稿，並於後續推廣講習會廣徵意見，做為手冊訂定之參考，以帶動國內綠建築雨水貯集利用產業的發展。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵照辦理，已更正。 2. 遵照辦理。將配合所內之安排盡早辦理(預計兩場推廣講習會預擬在 11 月中上旬完成辦理)。
<p style="text-align: center;">十 一</p>	<p>主席：</p> <p>因本所工程技術組與財團法人台灣建築中心另有相關 BIM 委託案，故本研究繪製完成之 BIM 單元資料庫，請執行單位先行檢視確認其內容無涉特定廠商，並經業務組與工程技術組共同評估納入該中心資料庫的可行性後，再行辦理。</p>	<p>感謝委員指導，將遵照辦理。</p>

內政部建築研究所 107 年度
「綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究」

期末審查委員意見及研究單位回應一覽表

項次	審查委員意見	研究單位回應
一	<p>李調查專員榮泰：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究切實可行，符合預期成果，豐富周全。 2. 研擬國內雨水貯集利用產業發展、政策、方向及執行可行性等，可再深入研析，以供公部門政策推動之參考。 3. 產業容易投入者多半為工業用戶以及公部門，如何有利推動，建議公部門應可透過政策，至工業用戶可藉由相關產業聯盟，並從工業區著手。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議，藉市場調查分析成果，後續將彙整各專家意見，考慮產業發展、政策、方向及執行可行性等進行政策研擬。 3. 感謝委員意見，將納入後續產業政策研擬參考。
二	<p>張建築師矩備：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 雨水貯集系統的補水相關議題建議要有審慎的對應說法，並積極宣導推廣。 2. 雨水水質的處理一定要依備圖適當規劃，不宜過度設計，造成資源浪費。 3. 目前雨水貯集的規定，造成貯集量和實際使用量兩者無 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，補水機制相當重要，後續會於手冊詳細描述。 2. 感謝委員意見，本年度完成手冊草案，過度設計的問題可以透過各類型設計標準做為限制。 3. 國內對沖廁或澆灌等用水量估計研究較缺乏，日後可

	法互相結合，建議應研議改善方案，以利推廣。	針對此一部分深入研究。
三	<p>陳委員瑞鈴：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 由於臺灣暖化快速，降雨型態丕變，水資源短缺問題已日益嚴重。因此，雨水貯留利用已不再停留在早期節約水資源的節流概念，近年來已提升成為新興水源開源的主要項目之一，並納入水利法明訂之。故為配合政策推動需要，本研究已研擬完成雨水貯集利用設計手冊初稿，對目前相關從業人員辦理雨水利用系統之規劃、設計、施工及維護管理作業，可提供相關 know-how 以利參考運用，建議儘速修訂完成排版付梓。 2. 另後續研究建議，請廣續辦理雨水貯留利用系統軟體程式開發研究，將相關法令規定規範、降雨趨勢、系統模組、設施設備產品型式、及參考示範案例等收集建立資料庫，透過電腦程式協助雨水系統建置作業之品質效率。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，委員提出對手冊內容之建議會盡快修改，年底前改完後出版。 2. 感謝委員建議，日後可透過物聯網監測系統的建立，蒐集數據後對手冊內容進行修訂。
四	<p>鄭教授政利：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 期末報告內容豐富充實，三 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。

	<p>項任務均已達成，符合預期成果需求。</p> <p>2. 雨水利用市調及成果分析，以 SWOT 分析大致妥當，唯推動困難及主因”水價便宜”，未能實現，恐無益於政策推動。</p> <p>3. 綠建築設計採用筏基雨水貯集案例最多，手冊編寫在模組型式部分，建議應納入筏基之模型圖例為宜。</p> <p>4. 雨水利用設備元件、廠商資料之引用宜謹慎，元件資料庫存在應用上應有可行之介面系統，才能執行應用。</p>	<p>2. 感謝委員建議，水價低確實為雨水利用產業推廣阻礙因素之一，提高水價可能會造成民眾反彈且目前難以改變，可透過法令鼓勵設置雨水貯留系統。</p> <p>3. 感謝委員意見，本研究已完成建築筏基雨水貯集之模組，由於目前手冊草案貴所希望更精簡而增加可讀性，故目前僅提供象徵性的模組做參考。</p> <p>4. 遵照辦理，為使建築資訊元件未來可為建築師更方便使用，未來會更加深入研究。</p>
<p>五</p>	<p>鄭理事長宜平：</p> <p>1. 報告書 P.99 與 P.122 對於集水設施、輸水設施、淨水設施、貯水設施及動力設施的排列方式，建議統一。</p> <p>2. 元件的建置，請補充說明廠商如何進行擴充，以及使用者如何取得使用。</p>	<p>1. 感謝委員意見，遵照辦理。</p> <p>2. 感謝委員意見，目前為建置雨水貯集系統之相關設備的資訊元件，未來可持續擴充資料庫及應用平台，供廠商與使用者運用。</p>
<p>六</p>	<p>謝建築師國璋：</p> <p>研究符合預期成果，切實可行。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>
<p>七</p>	<p>林工程師鴻文：</p> <p>1. 分析內容與相關資料相當豐</p>	<p>1. 感謝委員肯定。</p>

	<p>富，值得肯定。</p> <p>2. 國內水資源使用費用相當低，投資效益應進行分析，作為後續推動方案研擬的參考。</p> <p>3. 國內土地取得成本高，私有建築未必有充足土地面積可建造，建議可從廠房或公有建築之推動方向進行評估。</p>	<p>2. 感謝委員建議，水價低確實為雨水利用產業推廣阻礙因素之一，導致投資效益不顯著，提高水價可能會造成民眾反彈且目前難以改變，可透過法令鼓勵設置雨水貯留系統。</p> <p>3. 感謝委員建議。</p>
八	<p>王工程師冠翔：</p> <p>實務規劃應用中常見雨水回收池與滯洪池的共用設計，建議於本計畫編撰的手冊中，應可針對此類設計類型提供系統規劃或配置建議，或採問答方式簡述，以供民眾或使用者參考應用。</p>	<p>感謝委員意見，廣義雨水貯集系統包括雨水利用、滯洪、入滲保水、景觀…等，涉及層面較廣，使規劃設計者或一般民眾不易分辨，故本計畫手冊主要針對收集雨水作為直接利用之用途，狹義的雨水貯集系統而進行編撰。</p>
九	<p>羅組長時麒：</p> <p>1. 有關雨水貯集利用設計手冊(草案)，請依既定期程完成，俾利本所辦理後續出版作業。</p> <p>2. 雨水貯集利用設計手冊係為提供建築師設計參考，本所後續將與建築師公會共同辦理推廣講習作業，以帶動國內綠建築雨水貯集利用產業的發展。</p>	<p>1. 感謝委員建議，委員提出對手冊內容之建議會盡快修改，年底前改完後出版。</p> <p>2. 感謝委員支持。</p>

十	<p>主席：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 雨水貯集系統在雨水不足缺水時可提供作為供水之用，在雨水過多時則兼具防洪之功效。目前經濟部水利署已於「水利法」中要求都市土地開發應擬定逕流分擔計畫之規定，因此如何使其兼顧此多元目標功能設計，應為本設計後續研究之重點。 2. 現行研究提供多屬地面型雨水貯集利用系統設計，然將雨水貯集利用系統設置於建築筏基，尚涉及後續維護管理，如何與本研究之雨水獨立系統搭配，亦可研議納入後續研究辦理。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，雨水貯集系統兼具供水及防洪之效益，未來將採納委員意見與相關政策因素，作為後續研究重點。 2. 感謝委員建議，將納入後續研究參考。

附錄三 專家諮詢會議

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」

專家諮詢會議 開會通知單

地址：基隆市中正區北寧路2號

聯絡人：蔡欣遠

聯絡電話：02-24622192 # 6160、6120
0910-516-390

電子信箱：r.one1023@gmail.com

受文者：內政部建築研究所

發文日期：中華民國 107 年 10 月 23 日

發文字號：

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：議程

開會事由：召開「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術
探討」專家學者諮詢會議

開會時間：107 年 10 月 23 日(星期二) 上午 10 時整

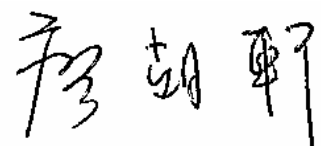
開會地點：內政部建築研究所討論室(一)(新北市新店區北新
路三段 200 號 13 樓(捷運新店線大坪林站)

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、李經理明賢、陳顧問瑞玲、大
鋒塑膠股份有限公司、台灣愛得力股份有限公司、
良澤塑膠有限公司、連積企業有限公司、普漢登實
業股份有限公司

列席者：蔡研究員欣遠、黃研究助理偉民



「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」 專家諮詢會議 議程

會議人員：

主持人：廖朝軒教授

出席者：內政部建築研所、李經理明賢、陳顧問瑞玲、大鋒塑膠股份有限公司、台灣愛得力股份有限公司、良澤塑膠有限公司、連積企業有限公司、普漢登實業股份有限公司（按姓氏筆畫排序）

列席者：蔡研究助理欣遠、黃研究助理偉民

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. 針對國內外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業定義及發展概況，進行相關議題之探討。
2. 為將雨水貯集利用系統應用推廣，本研究進行雨水貯集與利用系統產業國內外發展概況之比較分析，並透過 SWOT 分析方法做雨水產業之市場分析，藉由座談會與各位先進們討論國內雨水貯集利用系統之外部環境因素包括機會和威脅，以及內部環境因素包括優勢和弱點，並提供建議及相關資料。
3. 產業相關產品彙整之建議。

內政部建築研究所 107 年度
「綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究」

第一次專家諮詢會議

委員意見及研究單位回應一覽表

項次	委員意見	研究單位回應
一	<p>李經理明賢：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 能源與水資源管理不僅是因應氣候變遷的手段，也是全球水治理的戰略要因，因此建研所 1999 年公告的綠建築評估指標中，基地保水就是很重要的指標。2. 由與會廠商發言可知，雨水利用可分成雨水貯集與滯洪池設計包含利用，亦有不同之考量，但一般設計、施工、維運者之觀念有再教育與宣導之必要，主持人涉及前瞻計畫之相關推行，可製作更多說帖，讓政策可更利於配合與產業推廣。3. 對於雨水貯集之施工規範與材料標準，如果由下而上或國際間有相關標準皆可致力於國家標準之制訂與回饋綠建材之訂定。	<ol style="list-style-type: none">1. 感謝委員意見。2. 感謝委員意見，未來將加強推廣雨水貯集利用，不論是在產業、產品製造業者、抑或是規劃設計端及營造端等，加強溝通與嘗試創立平台，供大家一同推廣。3. 感謝委員意見，未來將配合教育、教材或是認證方式，以提供雨水貯留利用系統能有一健全的制度，不論是在有效的規劃設計或是材料應用上，能有更佳的應用流程與制度。

<p>二</p>	<p>陳主任委員瑞鈴：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 以往在設計時多考慮地區平均降雨量，但因此也侷限了雨水利用設施的方展，雨水利用設施之效用包括了水資源利用、出流抑制、減緩洪峰等功用，應可多元發展。 2. 大多雨水利用工程在設計時都缺乏專業人士參與，導致施工後發現過度設計或設計不佳等問題。 3. 雨水產業所牽涉的範圍較廣泛，雨水產業不應該放在綠建材下面，應獨立出來，自成一種產業並推廣，後續也可以成立雨水相關協會及工會之方式來推動。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員意見，本年度已完成編擬綠建築雨水貯集利用設計手冊草案，未來將提供給建築師、設計單位、工程顧問公司等，在規劃設計雨水貯集利用時之參酌依據。 3. 未來將配合教育、教材或是認證方式，以提供雨水貯留利用系統能有一健全的制度，不論是在有效的規劃設計或是材料應用上，能有更佳的應用流程與制度。
<p>三</p>	<p>大鋒塑膠股份有限公司：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建築師大多不了解雨水利用設施該如何設計，轉交由廠商協助，造成權責間混淆不清。 2. 建議團隊可增加 KPI 項目分析，例如雨水再利用地點、產品使用，來了解運作效果。 3. 以往在工程預算編列時，大多沒有包括維修預算，造成設施幾年後便荒廢。 4. 推廣學校雨水回收教育，可達到提高雨水回收率及教育 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員建議。 3. 感謝委員意見。 4. 感謝委員意見。

	下一代節水觀念。	
四	<p>台灣愛得力股份有限公司：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 明定雨水貯集之分類，如：地表、屋面 2. 雨水貯集利用產業規模、導向、外銷，應結合外貿協會以及產學合作。 3. 雨水貯集產業市場小，資訊收集容易，雨水貯集再利用產業應整體包裝對外行銷。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，本研究主要針對建築物雨水貯集系統進行探討，為屋頂收集與水為主；由建築物收集的雨水較乾淨，不需要太複雜的過濾設備，及擁有良好的水質；地面收集的雨水就需要較多的過濾流程。 2. 感謝委員指導。 3. 感謝委員建議。
五	<p>良澤股份有限公司：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 希望未來能有更普遍主要對於設計單位的教育推廣，讓雨水利用工程可以更接近民眾，產業推廣從規劃設計端著手，包括教育設計位置、實用性、保水或貯水。 2. 建議可透過法規訂定來提高雨水利用設施設置意願，如污水排放廢提高或水價提高等。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，未來將配合教育、教材或是認證方式，以提供雨水貯留利用系統能有一健全的制度，不論是在有效的規劃設計或是材料應用上，能有更佳的应用流程與制度。 2. 感謝委員建議，目前台灣已有污水處理費的制度，期望透過廠商、學者及政府單位間的合作努力，讓雨水利用能夠順利產業化，加速此系統推廣與普及。
六	<p>連積股份有限公司：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 確立雨水貯留與基地保水之介面避免混淆。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，本研究針對狹義的雨水貯集系統作探

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 閘基內的雨水，與雨水貯留水的關係應確實說明。 3. 貯集設施應要做耐震測試，以免品質層次不同建立標準安全係數。 	<p>討，暫不考慮雨水滲透與基地保水之部分。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 感謝委員建議。 3. 感謝委員建議，未來將配合教育、教材或是認證方式，以提供雨水貯留利用系統能有一健全的制度，不論是在有效的規劃設計或是材料應用上，能有更佳的應用流程與制度。。
<p>七</p>	<p style="text-align: center;">普漢登股份有限公司：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在雨水利用工程產業鏈中，承包綠屋頂工程之水電廠商，多半認為此項設計為工程垃圾，造成設計端與施工端的溝通困難。 2. 為了讓台灣雨水利用工程能夠走出國際，需要透過台灣產業界、學者及政府單位之間的相互幫助，才能夠發展優勢。 3. 國內暫無公共工程施工規範，無雨水貯集系統測試標準，無用途相關配套設施規定，應建立國家標準，提供國際測試標準，政府透過短中長期”鼓勵”、”獎勵”、”罰則”執行計畫。 4. 將”好”的工程實績放在官方網站詳細介紹，從設計、細部、施工、管理來做經驗分享。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，未來將加強推廣雨水貯集利用，不論是在產業、產品製造業者、抑或是規劃設計端及營造端等，加強溝通與嘗試創立平台，供大家一同推廣。 2. 感謝委員建議。 3. 感謝委員意見。 4. 感謝委員意見。

八	<p style="text-align: center;">內政部建築研究所：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 可仿照推廣綠建材申請辦法，請參酌。 2. 確立雨水貯集相關法規之完整性及策略教育推廣，確立試驗規範，避免手冊資料不統一。 3. 透過法規制定，解決綁標問題，並宣導維護管理及運作等觀念。 4. 雨水貯集再利用產業外銷推廣辦法研擬 5. 建築師不懂如何設計，進而請求廠商協助，導致設計內容可能多偏向商業角度，因此產業化的推動就顯得相當重要。 6. 了解建築師設計過程中會遇到的問題，和實務結合，順利產業化。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議。 2. 感謝委員建議，遵照辦理。 3. 感謝委員建議。 4. 感謝委員建議，將於報告雨水貯集利用系統之政策研擬中列舉推廣辦法。 5. 未來將加強推廣雨水貯集利用，不論是在產業、產品製造業者、抑或是規劃設計端及營造端等，加強溝通與嘗試創立平台，供大家一同推廣。 6. 感謝委員建議，遵照辦理。

「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」

專家諮詢會議 開會通知單

地址：基隆市中正區北寧路2號

聯絡人：蔡欣遠

聯絡電話：02-24622192 # 6160、6120
0910-516-390

電子信箱：r.one1023@gmail.com

受文者：內政部建築研究所

發文日期：中華民國 106 年 08 月 11 日

發文字號：

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：議程

開會事由：召開「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術
探討」專家學者諮詢會議

開會時間：106 年 08 月 16 日(星期三) 上午 9 時 30 分

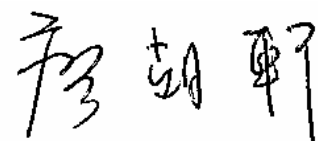
開會地點：內政部建築研究所討論室(一)(新北市新店區北新
路三段 200 號 13 樓(捷運新店線大坪林站))

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



附件一

「雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討」 專家諮詢會議 議程

會議人員：

主持人：廖朝軒教授

出席者：內政部建築研所、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（按姓氏筆畫排序）

列席者：蔡研究助理欣遠、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。

內政部建築研究所 107 年度
「綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究」

第二次專家諮詢會議

委員意見及研究單位回應一覽表

項次	委員意見	研究單位回應
一	<p style="text-align: center;">陳課長炳宏：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議建立維護管理項目，建立耗材更新頻率之準則。 2. 雨水產業產品專制，建立施工圖說、設計規範及標示圖說 3. 分別敘列各系統規畫，包括設計者、施工者、維管者。 4. 檢查表格中應增加維管項目，說明耗材的維護頻率。 5. 維管水質檢驗，維管時加入的藥物、次氯酸鈉、活性碳、紫外線、砂濾等，以二級或三級處理。 6. 設計規範建議以小時或天計算。 7. 雨水貯留設施的防洪可另案辦理，手冊專注於短延時的強降雨即可。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，手冊中的維護管理篇表列雨水貯集利用系統之各設施維護週期與注意事項。 2. 感謝委員意見，本年度完成雨水利用設計手冊草案，希望公建築師及一般民眾閱讀。手冊發行後，將針對各方意見將需要補充之內容進行更新。 3. 感謝委員意見。 4. 感謝委員意見。 5. 感謝委員意見。 6. 感謝委員意見。 7. 感謝委員意見，遵照辦理。
二	<p style="text-align: center;">陳主任委員瑞鈴：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 手冊的架構整體來說尚佳， 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定，本年度完成

<p>雨水貯留系統建置，除規畫設計外，施工部分同樣重要，宜增列專篇或合併規畫設計篇並詳細論述；此外，系統設施設備產品篇，建議增加產品(設施設備)之照片或圖片；維護管理篇為因應管理人員流動性大，為增進新進人員之相關管理知識，舉辦相關技能之訓練，並建議能建立一個知識與訓練之確認表單，以利推廣及運用。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 架構中少了施工篇以提供營造廠商參考，可另加一篇說明或是於規劃設計篇中增加。 3. 最後的問題解答可以改成注意事項，說明維護管理內容，作為後續維護管理端的參考依據。 4. 手冊中的設施與設備應統一，兩者定義不同，設施與設備的結合稱之系統。 5. 建議參考綠建築手冊，提供常用設備的圖片，以加深建置端對相關設備的印象。 6. 雨水是否僅考慮直接利用？雨水設施也可做為防洪用途。 7. 可於手冊最後加入 Check list。 	<p>雨水利用設計手冊草案，希望公建築師及一般民眾閱讀。手冊發行後，將針對各方意見將需要補充之內容進行更新；後續將舉辦兩場講習會進行推廣，未來可透過教育訓練加強民眾對雨水利用的認知。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 感謝委員意見。 3. 感謝委員建議，由於多數人不了解雨水利用之內容，故手冊中解答篇實有存在之必要。 4. 感謝委員建議，後續將此定義充分了解後進行必要的修正。 5. 感謝委員建議。 6. 感謝委員建議，本研究手冊撰寫內容主要以「雨水貯留利用」為主，此外，有關雨水貯集相關之規範、技術規則、法規等將於手冊中提供資訊，其規劃設計與產業相關資訊將以圖示進行撰寫，以供使用者參酌應用。 7. 感謝委員建議。
---	---

<p>三</p>	<p>張建築師矩壩：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議加以說明初期雨水排放的機制。 2. 不同的使用者有不同的淨水標準，除了有最低要求以外，也要注意不要過度設計。 3. 推廣講習會若以推廣為主，可視當人數再增加，若以蒐集業界意見為主，則可不變，但會議名稱應為座談會。 4. 雨水貯集利用與綠建築手冊的水資源指標大耗水彌補並無關聯，個人認為無需納入此手冊中。 5. 補水機制是值得討論的議題，建議可以不作，若要補助應另行設立，另外可考量以滯洪池的水作為補注水。 6. 建議提供細部大樣圖說以供參考者。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員建議。 3. 感謝委員意見，後續舉辦兩場講習會對象為建築師或專業人員，主要是針對手冊草稿進行說明推廣，並採納各位相關領域之意見；未來將陸續針對一般民眾進行講習會與教育訓練，推廣雨水貯集係利用。 4. 感謝委員意見。 5. 補水機制是雨水貯集系統很重要的部分，將採納委員意見於手冊中說明。 6. 感謝委員建議。
<p>四</p>	<p>陳建築師俊芳：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 整體設計流程建議，技術規範，雨水貯集利用綠(Rc) ≤ 4%，標章，大耗水彌補措施包括 Rc ≤ 5%、自動偵測澆灌、沖廁、微滴灌、噴霧器、逕設雨水回收池、人工澆灌 2. 自來水補充機制原理要說明清楚，自來水不應補充至筏 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議。 2. 感謝委員建議，補水機制是雨水貯集系統很重要的部分，將採納委員意見於手冊中說明。 3. 感謝委員建議。 4. 感謝委員建議，手冊中透過

	<p>基或雨水貯留設施，若雨水不足應直接切換至自來水系統。</p> <p>3. 建議可略為敘述技規 4-3 條，雨水滯洪池與雨水回收池分開設置或合併設置之設計考量，建議可納為後續研究計畫。</p> <p>4. 建議根據回收用途，決定水質要求，在繼而造用適當之系統及模組。</p> <p>5. $Q_{Lp}=819200A^{(5/3)} \left[\frac{1}{D} \right]^{(2/3)}$ 算試是否有誤。</p> <p>6. 初期雨水排放，本研究採 0.5mm，與規範 1mm 不符。</p> <p>7. 表 3-5 建議增列耗電量欄位；表 3-1~3-4 增列試用情況。</p> <p>8. 過濾階段之設計原則上為(沉沙槽、沉澱槽、機械過濾設備…)</p> <p>9. 過濾設備分物理及化學方式，應設置在地面層，此觀念應加入手冊中。</p> <p>10. 沉砂過濾槽的設計可多加著墨，詳細的設計內容可減少後續的維護管理。</p> <p>11. 消毒設備應為選配，依照水質需求斟酌加裝。</p>	<p>供水標的、建築類別及經費而選擇合適的模組進行配置。</p> <p>5. 感謝委員指教，本計算式是參考日本「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，後續將進行確認修正。</p> <p>6. 感謝委員意見。</p> <p>7. 感謝委員意見。</p> <p>8. 感謝委員意見。</p> <p>9. 感謝委員意見。</p> <p>10. 感謝委員意見。</p> <p>11. 感謝委員建議，遵照辦理。</p>
<p>五</p>	<p>周教授鼎金：</p> <p>1. 建議手冊內容確定後，相關</p>	<p>1. 感謝委員建議，後續將與貴</p>

	<p>圖表能有美編處理，使手冊具有可讀性與特色。</p> <p>2. 第三節，規劃實施流程，建議針對設置地點、位置、空間能有規畫、考量或調查，此外，對於建築師、工程師、廠商，在流程中之任務，建議能具體說明。</p> <p>3. 處理流程 1~流程 12，其中箭頭及數量之表示，是否具有意義，其表達方式可再檢討。</p> <p>4. BIM 單元建議能增加相關的圖例，以利表達其內容。</p>	<p>所進行美編處理與增進可讀性之工作。</p> <p>2. 感謝委員建議。</p> <p>3. 感謝委員建議。</p> <p>4. 感謝委員建議，遵照辦理。</p>
<p>六</p>	<p>孫教授振義：</p> <p>1. 初期雨水排放及初期過濾建議說明</p> <p>2. 補水機制不要過量，補充維管及位置之構思。</p> <p>3. 溢流後先進滲透系統與滯洪池在進雨水下水道。</p> <p>4. 可納入智慧(或人工)調控(預先排洪)。</p> <p>5. 雨水回收系統，在雨水進入蓄水池前及溢流排放口可納入水表監控。</p>	<p>1. 感謝委員建議。</p> <p>2. 感謝委員建議，補水機制是雨水貯集系統很重要的部分，將採納委員意見於手冊中說明。</p> <p>3. 感謝委員建議。</p> <p>4. 感謝委員建議。</p> <p>5. 感謝委員建議。</p>

附錄四 推廣講習會

講習會
名稱

「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」推廣講習會

舉辦時間
及地點

第一場 2018 年 11 月 13 日 (星期二) 01:30~16:30 舉辦
下午 01:30~04:30

大坪林聯合開發大樓 15 樓 第一講習教室
(新北市新店區北新路三段 200 號)

第二場 2018 年 11 月 21 日 (星期三) 01:30~16:30 舉辦
下午 01:30~04:30

大坪林聯合開發大樓 15 樓 第三會議室
(新北市新店區北新路三段 200 號)

報名人數

* 本活動恕不提供停車位，請多利用大眾運輸工具至捷運新店線大坪林站

單場名額 25 名 (額滿截止) ，

第一場 報名截止日：2018/11/09

第二場 報名截止日：2018/11/19

* 名額有限，請勿重複報名【本講習會全程免費】

傳真報名 (02)2926-2703

報名方式

* 報名表請依附件一填寫。傳真報名時間為上班日 09:00~17:00

* 並需由本講習工作人員回信 / 電確認報名後，才完成報名。

聯絡人

黃偉民 先生、蔡欣遠 先生 / 02-2926-8570

研討會
主題

因應我國缺水之危機，內政部建築研究所《綠建築解說與評估手冊－基本型》體系以水資源指標設為其中之一門檻指標，亦即沒通過此《門檻指標》則無法取得綠建築標章之認證，而水資源指標項目中雨水利用系統則是主要項目內容之一；因此為配合國內綠建築政策的推動，近年更已積極發展雨水貯集利用等相關研究與建設計畫。

然而國內在雨水貯集利用方面的規劃設計及其相關產業資訊甚為缺乏，故造成在設計雨水貯集利用系統時缺乏整體性與系統性之考量，無法針對雨水收集效率有效率的完整規劃，導致各案例在雨水貯集利用系統設置上出現不合理設計或缺失，更造成雨水貯集利用系統產業推廣之困難，所以國內雨水貯集利用系統實需要一套能整合規劃、設計，以及其相關產業設備、廠商、施工及維護管

理時，提供雨水貯集利用系統從規劃階段至營造完成等各階段之執行時供參考依據。

爰引 107 年研究計畫「綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究」成果，且基於「雨水貯集利用系統模組化」基礎上，已編撰完成「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」草案，期藉由本手冊草案之編撰完成與推廣，增加綠建築雨水貯集利用建築規劃設計層面之應用資訊。本手冊編撰內容將提供雨水貯集利用系統中常用之模組、規劃、設計及管理方式，以及相關模組設施之常用產業及產品內容，藉以提昇本手冊使用者未來在設施規劃設計較能符合雨水利用成效與營造現場之需求。最後，希望藉由本次講習會之舉辦，參與講習之邀請對象能提供本手冊後續修訂或改進建議，進階完整手冊之內容編撰與加強未來推廣應用之效。

主辦單位：內政部建築研究所

執行單位：台灣綠色生態設施協會

協辦單位：財團法人台灣建築中心

邀請對象：建築師、景觀規劃設計等相關從業人員

費用：免費

議程：(主辦單位保有不可抗力時課程調整之權利)

2018 年 11 月 13 日 場次一(下午)	2018 年 11 月 21 日 場次二(下午)	議程	講者
13:00-13:30	13:00-13:30	報到	
13:30-13:40	13:30-13:40	主辦單位致詞	內政部建築研究所 羅時麒 組長
13:40-14:00	13:40-14:00	雨水利用發展 及手冊內容架構概要	台灣綠色生態設施 協會 廖朝軒 理事長
14:00-14:50	14:00-14:50	雨水利用系統規畫設 計 及施作案例	台灣綠色生態設施 協會 黃偉民 理事
14:50-15:10	14:50-15:10	休息	
15:10-16:00	15:10-16:00	雨水利用系統產業 及維護管理	台灣綠色生態設施 協會 蔡欣遠 研究員
16:00-16:30	16:00-16:30	綜合討論	全體與會人員

「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」推廣講習會 第一場次

2018年11月13日(星期二) 下午 01:30~04:30
大坪林聯合開發大樓 15樓第一講習教室
(新北市新店區北新路三段 200 號)



「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」推廣講習會 簽到單

編號	單位	姓名	時數認證	簽到	簽退	身分證
1	蕭長城建築師事務所	蕭長城	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	蕭長城		
2	宜德電機技師事務所	林煦祥	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	林煦祥		
3	盈宏電機技師事務所	賴溪銘	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	賴溪銘		
4	立欣營造有限公司	崔德偉	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	崔德偉	崔德偉	
5	Aithrio design studio	王怡清	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	王怡清		
6	川騰技師事務所	徐金輝	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	徐金輝		
7	昇陽建設企業股份有限公司	潘正智	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
8	永陞建設股份有限公司	林宜德	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
9	禾鼎工程顧問有限公司	鄭柏青	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
10	黃翔龍建築師事務所	蔡文彬	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	蔡文彬		
11	雷瓦特系統整合有限公司	陳遠昌	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	陳遠昌	陳遠昌	
12	源泰隔熱工程有限公司	劉世源	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	劉世源		

編號	單位	姓名	時數認證	簽到	簽退	身分證
13	創映工程有限公司	李東芳	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	李東芳		
14	宏層建設公司	曾添成	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	曾添成		
15	李肇勳國際室內設計顧問公司	沈柏汎	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	沈柏汎		
16	林政賢建築師事務所	林政賢	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	林政賢	林政賢	
17	財團法人台灣建築中心	王婉芝	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	王婉芝	王婉芝	
18	財團法人台灣建築中心	王冠翔	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	王冠翔	王冠翔	
19	財團法人台灣建築中心	柯文立	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	柯文立	柯文立	
20	財團法人台灣建築中心	賴品汝	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	賴品汝	賴品汝	
21	考試院考選部	侯冠至	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	侯冠至	侯冠至	
22	內政部營建署	趙昭惠	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	趙昭惠	趙昭惠	
23	內政部營建署	陳貞濤	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	陳貞濤	陳貞濤	
24	內政部營建署	邱克豪	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	邱克豪	邱克豪	
25	內政部營建署	呂美瑩	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	呂美瑩	呂美瑩	

綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究

編號	單位	姓名	時數認證	簽到	簽退	身分證
26	內政部營建署	鄭瑞蘭	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	鄭瑞蘭	鄭瑞蘭	
27	內政部營建署	吳國輝	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	吳國輝	吳國輝	
28	內政部營建署	沈之中	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	沈之中	沈之中	
29	內政部營建署	林爾祺	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	林爾祺	林爾祺	
30	內政部營建署	林志杰	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	林志杰	林志杰	
31	內政部營建署	李裕文	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	李裕文	李裕文	
32	內政部營建署	陳冠暉	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	陳冠暉	陳冠暉	
33	內政部營建署	王家璿	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
34	內政部營建署	劉富強	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
35	內政部營建署	吳介元	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	吳介元	吳介元	
36	內政部營建署	張信雄	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	張信雄	張信雄	
37	內政部營建署	江耿賢	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	江耿賢	江耿賢	
38	經濟部水利署	李世偉	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	李世偉	李世偉	

編號	單位	姓名	時數認證	簽到	簽退	身分證
39	林政賢建築		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
40	水利技術公會	郭景坤	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	郭景坤		
41	雷石物務統整有限公司		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	郭行天		
42	基隆市政府工務處	林彥昇	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	林彥昇	林彥昇	L121353631
43			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
44			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
45			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
46			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
47			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
48			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
49			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
50			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
51			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			

「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」推廣講習會
第二場次

2018年11月21日(星期三) 下午 01:30~04:30

大坪林聯合開發大樓 15樓第三會議室

(新北市新店區北新路三段 200 號)



「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」推廣講習會 簽到單

編號	單位	姓名	時數認證	簽到	簽退	身分證
1	明德建築師事務所	王立信	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	王立信	王立信	
2	育展電機技師事務所	鍾佩如	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	鍾佩如		
3	國泰建設股份有限公司	許家豪	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	許家豪		
4	財團法人環境與發展基金會	黃俊富	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	黃俊富		
5	行政院原子能委員會核能研究所	張偉芳	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	張偉芳	張偉芳	
6	澄毓綠建築設計顧問	趙日新	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	趙日新		
7	印記聯合建築師事務所	許晴富	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	許晴富		
8	新北市環保局低碳中心低碳社區 進階規劃師	莊家媛	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			莊家媛
9	宗亞資訊工業股份有限公司	李明憲	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
10	根茂興業股份有限公司	楊宗翰	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	楊宗翰	楊宗翰	
11	黃翔龍建築師事務所	詹大法	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	詹大法	詹大法	

綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究

編號	單位	姓名	時數認證	簽到	簽退	身分證
12	L.A. 設計工作室	官嘉珍	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	官嘉珍		
13	何肇喜建築師事務所	何肇喜	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	何肇喜	何	
14	和豐股份有限公司	吳家城	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
15	永豐餘投資控股股份有限公司	鍾宇政	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
16	杜風工程顧問股份有限公司	陳冠樺	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	陳冠樺	陳冠樺	
17	高文宗土木技師事務所	高文宗	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	高文宗	高文宗	
18	富邦建設	劉祖誠	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	劉祖誠	劉祖誠	
19	昇陽建設	朱宏駿	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
20	東元電機股份有限公司	林柏廷	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	林柏廷	林柏廷	
21	國立臺灣海洋大學	林瑞廷	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	林瑞廷	林瑞廷	
22	內政部營建署	莊碧鈺	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	莊碧鈺	莊碧鈺	
23	內政部營建署	蔡淑懿	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	蔡淑懿	蔡淑懿	
24	內政部營建署	王鴻罡	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	王鴻罡	王	

編號	單位	姓名	時數認證	簽到	簽退	身分證
25	內政部營建署	郭婕妤	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
26	內政部營建署	盧佩瑜	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	盧佩瑜	盧佩瑜	
27	普漢登實業股份有限公司	何靜宜	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	何靜宜		
28	中小企業社	陳吉龍	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
29	呂城璋建築師事務所	呂城璋	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	呂城璋	呂城璋	
30	永學同	黃金生	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	黃金生	黃金生	
31			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
32			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
33			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
34			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
35			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
36			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
37			<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			

附錄五 工作會議

召開「綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究」

附件

第一次工作會議召開說明 會議議程

一、本計畫緣起與目的

臺灣雖然雨水豐沛，但因人口眾多，且雨量分配不均，每人分配雨水量僅為世界六分之一，更是聯合國列名的缺水國，因此在綠建築制度中特別強調建築物「節水」部分的表現，除了要求建築物全面採用省水標章器具外，更針對設置有按摩浴缸、游泳池及大面積需澆灌的人工草皮等所謂「大耗水項目」，需設置雨水回收再利用的水資源彌補措施，並於建築技術規則法令中納為實施項目。

隨著綠建築政策的推動，近年更於建築技術規則建築設計施工編第四條之三規定，都市計畫地區新建、增建或改建之建築物透過雨水貯集設施之設置，以兼具滯洪功能。然而隨著經濟發展及氣候變遷，國內水資源早已面臨與呈現不足的情勢，以及開發新水源不易的困境，經濟部水利署已修改水利法將雨水貯集利用列為新興水源主要項目之一。

然而，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。故能透過雨水貯集與利用系統產業發展之趨勢分析，建置雨水貯集與利用系統適用國內之相關產業、施工規範與圖說、建築資訊介面、以及模擬與分析及整併與連結產業資訊介面，進而完成綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草案)編撰，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。

本研究案執行期程為十個月，爰引內政部建研所委託研究計畫需求說明。研究計畫之目的旨係於內政部建研所 106 年度「既有雨水貯集利用系統模組化的研究」基礎上，完成綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊(草案)，並藉由包括國家統計資料、工業局、雨水收集與利用系統產業相關協

會、國內外相關刊物的基礎資訊以及雨水收集與利用系統產業專業研究單位等公佈和提供的大量資料市場調查研究，結合深入市場調查資料，探討雨水收集與利用系統產業的整體及其相關子產業的運行情況，並對未來雨水貯集與利用系統產業的發展環境及發展趨勢進行探討和分析。另為與建築資訊建模(BIM)結合應用，將協助完成相關系統之資訊介面模組、建築元件模型建構與其建築產業資訊結合，進以完成建立相關元件資料庫，以利未來發展應用於BIM設計，提昇雨水貯集與利用系統產業發展。因此，本研究工作項目為：

1. 界定雨水貯集與利用產業範疇。
2. 蒐集國內外水資源情況與雨水貯集與利用系統產業發展概況的相關資料。
3. 比較雨水貯集與利用產業之市場調查方法。
4. 雨水貯集與利用系統產業國內外發展概況之比較分析。
5. 國內雨水貯集與利用系統產業發展趨勢與政策分析。
6. 分析與整合雨水貯集與利用系統各介面所需之參數並研議建構銜接系統參數資料及參數拋轉方式。
7. 研析工具整併與連結建築資訊元件模型 (Revit) 介面，建立跨系統整合應用流程。
8. 研擬國內雨水貯集與利用系統產業發展的政策。

研究團隊依據本年度(107年)本研究工作需求，截至5月底研究成果，期透過本次工作會議之初步成果報告及討論，達成提供本案期中及後續執行修訂等參考，以精進研究成果並有效落實於應用層面。

二、工作會議討論項目

本次工作會議召開擬訂討論項目如下：

1. 本年度初步完成之各項工作內容成果說明及後續修訂之建議。
2. 初擬之手冊章節架構草案說明及後續修訂之建議。

三、召開時間及議程

開會時間：107年6月12日（星期二）下午2時整

開會地點：內政部建築研究所13樓-討論室（一）

議程：

- | | |
|-----------|-------|
| 1. 工作團隊簡報 | 20 分鐘 |
| 2. 綜合討論 | 30 分鐘 |
| 3. 結論 | 10 分鐘 |
| 4. 散會 | |

四、簡報

略

五、會議結果裁示

1. 後續工作執行方向重點建議

- 本年度工作重點將旨在以撰寫「綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊」，並希望以綠建築標章或方法等內容，作為本手冊綱要與內容撰寫方向。
- 手冊撰寫內容建議在期中時，除了綱要規劃，撰寫之相關內容，能有初步之草案構想。
- 手冊內容提及之相關法規等細項內容，因可能每年異動情況產生而造成手冊隨之異動之困擾，建議可僅供列出法規概要或出處，供使用者瞭解並追蹤即可。
- 手冊內容以適於翻閱為主，章節架構宜簡化易懂即可。
- 本年度期能107年底前有手冊草案能供內政部建築研究所出版，後續研習會等，召開亦可將手冊初稿或草案內容作為提供研會講義等方式提供使用者參酌，並提供回應修訂等方向建議。

2. 建築資訊元件模型共享機制

- 本研究後續建置之相關元件模型，分享機制與概念，可在期中審查時一併提出，供內政部建築研究所決策參考。
- 本研究建置之相關元件模型資料庫，應可提供使用者在相關雨水貯集規劃設計時繪製圖說等參考引用。

3. 手冊撰寫排版建議

- 手冊編輯草案完成後，可由執行單位擬預估排版經費，再申請排版補助進行排版，或由內政部建築研究所另委外排版後出版，後續再請研議。

參考書目

中文部分：

- 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。
- 內政部營建署，建築物雨水貯留利用設計技術規範，2012。
- 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。
- 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊，2015。
- 內政部建築研究所，國內 BIM 元件通用格式與建置規範研究報告，2015。
- 內政部建築研究所，建築資訊建模 BIM 應用推廣及宣導計畫，2016。
- 內政部建築研究所，低衝擊開發建築設計資訊模型系統建置先期計畫，2016。
- 內政部建築研究所，雨水貯留設施系統設計與產品模組化技術探討，2017。
- 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。
- 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。
- 苗栗縣政府 (SBIR)，綠屋頂整合雨水利用系統創新應用，2014。
- 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。
- 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。
- 經濟部水利署，雨水貯留系統評估工具建置計畫，2012。
- 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。
- 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：

- 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。
- 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。
- 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。。
- 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.
- 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.
- 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.
- Rainwater Catchment Design and Installation Standards, American Rainwater Catchment Systems Association (ARCSA), 2009.

綠建築雨水貯集利用系統之應用推廣研究

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：羅時麒、廖朝軒、黃偉民、劉立群、蔡欣遠、
徐虎嘯

出版年月：107年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-05-7620-7