

綠色廳舍暨學校 水資源改善補助計畫

內政部建築研究所委託研究報告

綠色廳舍暨學校 水資源改善補助計畫

受委託者：工業技術研究院 能源與資源研究所

研究主持人：李士畦

協同主持人：林文雄

研究人員：陳仁仲、徐宏良、吳明鴻、王今方、陳伯

榕、林志鴻、陳仁宗、林東源、劉政光

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國九十二年十二月

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE

MINISTRY OF THE INTERIOR

RESEARCH PROJECT REPORT

**Water Resource Improvement Project
for Green Buildings and Schools**

BY

SHIH-CHI LEE

WEN-HSIUNG LIN

JEN-CHUNG CHEN

HON-LIAN HSU

Etc.

DECEMBER 31, 2003

目 次

目 次	I
表 次	VII
圖 次	IX
摘 要	XI
英文摘要	XIV
第一章、緒 論	18
第一節、研究緣起與背景	18
第二節、計畫工作架構與執行步驟	20
第三節、計畫成果	22
第二章、綠建築指標之意義	24
第一節、綠建築之意義及推動現況	24
第二節、水資源改善工程的意義與綠建築標章水資 源指標	29
第三章、雨水利用工程	32

第一節、中正紀念堂	34
一、現況問題分析	34
二、改善對策	39
三、設計規範	40
四、設置成效推估	42
第二節、內政部警政署	43
一、現況問題分析	43
二、改善對策	44
三、設計規範	45
四、設置成效推估	46
第三節、經濟部中央地質調查所	48
一、現況問題分析	48
二、改善對策	50
三、設計規範	51
四、設置成效推估	52
第四節、中央聯合辦公大樓北棟	54
一、現況問題分析	54
二、改善對策	56

三、設計規範	57
四、設置成效推估	58
第五節、高雄第一科技大學外語學院	60
一、現況問題分析	60
二、改善對策	62
三、設計規範	63
四、設置成效推估	64
第四章、中水利用及污水處理工程	66
第一節、內政部營建署北區工程處	68
一、現況問題分析	68
二、改善對策	69
三、設計規範	70
四、設置成效推估	70
第二節、衛生署桃園醫院	72
一、現況問題分析	72
二、改善對策	73
三、設計規範	74
四、設置成效推估	76

第三節、衛生署鳳林榮民醫院.....	78
一、現況問題分析	78
二、改善對策	80
三、設計規範	80
四、設置成效推估	81
第四節、國立高雄海洋技術學院.....	83
一、現況問題分析	83
二、改善對策	85
三、設計規範	85
四、設置成效推估	87
第五節、國立高雄第一科技大學.....	88
一、現況問題分析	88
二、改善對策	89
三、設計規範	90
四、設置成效推估	91
第五章、省水器材汰換工程	92
第一節、內政部營建署北區工程處	94

一、現況問題分析	94
二、改善對策	94
三、設計規範	95
四、設置成效推估	96
第二節、國立雲林科技大學.....	97
一、現況問題分析	97
二、改善對策	97
三、設計規範	98
四、設置成效推估	99
第三節、國立嘉義大學	100
一、現況問題分析	100
二、改善對策	100
三、設計規範	102
四、設置成效推估	102
第四節、國立台南師範學院.....	103
一、現況問題分析	103
二、改善對策	103
三、設計規範	103

四、設置成效推估	104
第五節、國立高雄第一科技大學	105
一、現況問題分析	105
二、改善對策	105
三、設計規範	106
四、設置成效推估	107
第六章、結論與建議	108
第一節、結論	108
第二節、建議	111
參考書目	112
附 錄	113

表 次

表 2-1-1、綠建築評估指標系統與地球環境關係.....	27
表 3-1-1、中正紀念公園草花栽植地點、數量、面積及需 水量統計表.....	35
表 3-1-2、所在地降雨條件分析表.....	36
表 3-1-3、台北市 87-90 年日雨量超過 50mm 以上發生次 數統計表.....	36
表 3-1-4、所在地鄰近雨量站連續不降雨日分析表.....	37
表 3-1-5、基地雨水收集供應可靠度分析.....	38
表 3-3-1、中央地調所基地雨水收集供應可靠度分析...	49
表 3-5-1、高雄第一科技大學所在地降雨條件分析表...	60
表 3-5-2、高雄第一科技大學所在地鄰近雨量站連續不降 雨日分析表.....	61
表 4-2-1、桃園醫院產水點及用水點水質水量資料表...	74
表 4-2-2、中水系統水質設計建議標準.....	75
表 5-1-1、營建署北區工程處省水器材建議汰換型式及數 量.....	96
表 5-1-2、省水器材節水效益簡表.....	96
表 5-2-1、國立雲林科技大學宿舍區省水器材建議汰換型	

式及數量	99
表 5-3-1、國立嘉義大學宿舍區省水器材建議汰換型式及 數量	102
表 5-4-1、國立台南師院宿舍區省水器材建議汰換型式及 數量	104
表 5-5-1、國立高雄第一科技大學外語學院大樓省水器材 建議汰換型式及數量	106
表 6-1、92 年度雨水及中水利用工程補助案效益一覽表	108
表 6-2、92 年度省水器材補助案效益一覽表	109
表 6-3、節水效益一覽表	110

圖 次

圖 1-2-1、計畫工作架構.....	20
圖 2-2-1、水資源指標以節水 20% 為目標	31
圖 3-1-1、中正紀念堂建築物週邊平面圖.....	34
圖 3-1-2、中正紀念堂水資源改善前照片及說明.....	39
圖 3-1-3、中正紀念堂雨水收集及利用區域示意圖.....	40
圖 3-1-4、中正紀念堂雨水及排水系統流程圖.....	41
圖 3-2-1、警政署雨水收集及利用區域示意圖.....	45
圖 3-2-2、警政署雨水及排水系統流程圖.....	46
圖 3-3-1、中央地調所雨水收集及利用區域示意圖.....	51
圖 3-3-2、中央地調所雨水及排水系統流程圖.....	52
圖 3-4-1、中央聯合辦公大樓北棟雨水收集及利用區域示 意圖.....	57
圖 3-4-2、中央聯合辦公大樓雨水及排水系統流程圖（摘 錄）.....	58
圖 3-5-1、高雄第一科技大學外語學院雨水收集及利用區 域示意圖.....	63
圖 3-5-2、高雄第一科技大學外語學院雨水及排水系統流 程圖.....	64

圖 4-1-1、營建署北區工程處污水處理設施系統建議流程圖.....	70
圖 4-2-1、衛生署桃園醫院中水系統建議流程圖.....	76
圖 4-3-1、衛生署鳳林榮民醫院中水系統建議流程圖... ..	81
圖 4-4-1、國立高雄海洋技術學院中水系統建議流程圖.....	86
圖 4-5-1、國立高雄第一科技大學中水系統建議流程圖.....	91

摘要

關鍵詞：綠建築、雨水貯留供水系統、中水系統

一、研究緣起

內政部建築研究所九十二年度「綠色廳舍暨學校改善計畫」為行政院挑戰 2008 國家重點發展計畫中「水與綠建設」與「綠建築推動方案」之一環。計畫主要針對中央主管機關及學校既有廳舍，在滿足綠建築水資源指標要求下，依各單位現地情況提供本年度受補助改善機關或學校進行水資源改善工程所需之初步規劃、設計與技術規範等事項，並針對水資源改善後成效進行評估。

二、研究方法與過程

本年度水資源改善工程的項目分為雨水貯留利用工程、中水回收再利用工程與省水器材汰換等三項，每項工程均有 5 個機關學校接受本計畫之協助進行工程必要之規劃、設計與發包事宜。

在雨水貯留利用工程方面，5 個受補助改善單位分別為中正紀念堂、經濟部中央地質調查所、內政部警政署、中央聯合辦公大樓北棟與國立高雄第一科技大學外語學院等機關學校。中水再利用工程方面，5 個受補助改善單位分別為內政部營建署北區工程處、衛生署桃園醫院、衛生署鳳林榮民醫院、國立高雄海洋技術學院與國立高雄第一科技大學等機關學校。省水器材汰換工程則包括內政部營建署北區

工程處 經濟部中央地質調查所 國立雲林科技大學 國立嘉義大學
國立台南師範學院與國立高雄第一科技大學外語學院等機關學校。

三、重要發現

經整體設置效益評估統計顯示，年度總雨水利用水量可達到近 35,700 噸；中水回收再利用年度總水量可達到近 138,700 噸；省水器材汰換則可達到 20,310 噸的建築年節約用水量。依總量觀點來看，本年度綠建築水資源改善工程在建築物之開源與節流方面可達到每年近 195,000 噸的水量，相當於嘉義供水系統一天的自來水用水總供水量（約 192,000 噸；89 年自來水公司年報）。

在附加效益方面，以雨水貯留系統為例，本年度在都會地區設置的雨水利用系統，除達到綠建築指標中的水資源有效利用目標外，對推動永續水資源教育並降低都市降雨洪峰流量有莫大之貢獻。依據統計，可減緩同收集面積下之暴雨逕流出流時間由 15 分鐘到 160 分鐘，可大大減輕都市下水道於暴雨時期的負荷，減少淹水的機率。

四、主要建議事項

為避免因發包程序延宕而造成工程落後之情形發生，建議下年度簡化發包程序，即提供設計圖集相關工程估價後，由受補助機關或學校進行工程發包工作以利工進。

另外，具區域或示範指標性質之中央廳舍如中正紀念堂等案例，在仍有改善空間下，建議持續完善綠建築工程，以擴大綠建築實施與宣導效益。

Abstract

Key words: Green building, Rainwater catchment system, Grey water system

A. Origin

The 2003 “Green Building and School Improvement Plan” proposed by the Architecture & Building Research Institute of the Ministry of the Interior (hereinafter referred to as MOI) is one of the projects of the “Water and Green Buildings” and the “Green Building Promotion Project” in the “Challenge 2008: National Key Development Plan” proposed by the Executive Yuan. This plan focuses on the current buildings of the central government organizations and schools. Under the requirements of green buildings and water resources guidance, the major objectives of the plan are to perform preliminary planning, design, and establishment of technical norms required for the engineering to improve water resources for subsidized organizations or schools, based on the current condition of each organization. The plan will also perform evaluations of the effect of the improvements on water resources.

B. Research Method and Process

The engineering to improve water resources in this year includes three areas of focus. They are engineering for utilizing rainwater catchment, engineering for recycling grey water, and engineering for replacing water saving equipment. Each

engineering area has five organizations or schools accepting to be subsidized by our plan to perform planning, design, and sub-contracting.

In the area of engineering for utilizing rainwater catchment, the five organizations that accept the subsidy are the Chiang Kai-Shek Memorial Hall, the Central Geological Survey of the Ministry of Economic Affairs (hereinafter referred to as MOEA), the National Police Administration of the MOI, the North Building of the Central Office Building, and the College of Foreign Language of National Kaohsiung First University of Science and Technology. In the area of engineering for recycling grey water, the five organizations that accept the subsidy are the North Engineering Office of the Construction and Planning Agency under the MOI, the Tao-Yuan General Hospital of the Department of Health, the Fong-Lin Veterans General Hospital of the Department of Health, the National Kaohsiung Institute of Marine Technology, and the National Kaohsiung First University of Science and Technology. In the area of engineering for replacing water saving equipment, the subsidized organizations include the North Engineering Division of the Construction and Planning Agency under MOI, the Central Geological Survey of the MOEA, the National Yunlin University of Science & Technology, the National Chiayi University, the National Tainan Teachers College, and the College of Foreign Language of National Kaohsiung First University of Science and Technology.

C. Important Discovery

The statistics of the evaluation on the overall effect of the facility indicate that the annual rainwater utilization quantity may reach 35,700 tons. The annual water quantity from recycling grey water is close to 138,700 tons, while the replacement of water saving equipment may save up to 20,310 tons of water per construction year. From the perspective of total quantity, the total, planned water savings from the engineering project for the improvement of green buildings and water resources may attain 195,000 tons. That is equivalent to one day's water supply in Chiayi (about 192,000 tons, based on the year 2000 annual report of the Water Company). In the area of supplemental benefits, taking the rainwater catchment system as an example, in addition to attaining the goal of effective utilization of water resources, as specified in the green building guidance, this year, the rainwater catchment system installed in the metropolitan area also is contributing tremendously to the promotion of sustainable education in water resources and the reduction of the flood flow caused by the rainfall in the metropolitan area. According to the statistics, the rainwater catchment system may reduce the outflow time of the torrential rain in the same area from 15 minutes to 160 minutes. It may reduce tremendously the burden of the sewage during the torrential rain and may reduce the probability of flood.

D. Key Suggestions

In order to prevent the engineering project from falling behind because of the delay in the contracting process, it is suggested to simplify the contracting process in the next fiscal year. That is,

after obtaining the quotation on the design and related engineering, the contracting will be processed by the subsidized organizations or schools to facilitate the implementation of the engineering project. In addition, the 2003 Water Resource Improvement Subsidy Project for Green Buildings and Schools seldom subsidizes organizations in areas that have water shortages. It is recommended that in the next fiscal year, when selecting organizations for subsidy, the areas that have water shortages and the areas that are separate from the island should be considered first. Furthermore, those government buildings or schools in the county or city that has not been subsidized but meets the installation requirements should have priority to be subsidized. Central buildings that are in the regional or guidance category, such as Chiang Kai-Shek Memorial Hall, and still have room for improvement, should continue to have the green building engineering performed, so as to expand the effect of the implementation and guidance of the green building policy.

第一章、緒 論

第一節、研究緣起與背景

為配合綠色矽島建設目標，積極推動維護生態環境之綠建築，行政院在 90 年 3 月 8 日核定「綠建築推動方案」。然綠建築之推動，除新建建築物在規劃設計時考慮綠建築之設計外，若能對舊（既）有建築物在綠化、節水、保水、節能 各方面研究改善，將對地球資源的節約、環境生態的保護，發揮很大的功能。因此「綠建築推動方案」之「實施方針」第三條明文條列獎勵或補助改善舊有建築物能源消耗計畫；且「配合措施」第十條亦述明獎勵或補助改善室內環境品質計畫。以上兩項計畫均屬經常辦理業務，因此舊（既）有建物之綠改善應積極辦理，而綠建築推動方案即藉由公有建築物之率先推動以為表率。另行政院「六年國建計畫」中已將「綠色廳舍暨學校改善計畫」列入該計畫中，期能積極推動辦理。

在上述「綠色廳舍暨學校改善計畫」中，有關綠建築水資源指標的最主要目的在於喚起建築師及一般民眾重新檢視日常生活中不當的水資源規劃與利用，以及重視有效的水資源利用設計對於整體環境的影響，讓永續的水資源利用在日常生活機能的規劃中確實得到實踐。而達成建築物水資源指標之總體目標則需由開源與節流二方面同時進行。因此，於既有廳舍工程中規劃裝設省水器材，來達到節約用水之目的，並評估設置雨水貯存槽收集雨水或以雨/中水回收併用，來規劃替代沖廁用水或澆灌用水等次級用水，減少對自來水之依賴，並進而節約用水/用電，將可獲得相當之成效。

由於替代水源(雨水/中水利用)規劃牽涉技術涵蓋水資源與環境工程等不同專業領域，在技術與經濟可行性要求下，本計畫委託工業技術研究院能源與資源研究所節約用水宣導與技術服務團(以下簡稱本團)針對「九十二年度綠色廳舍暨學校改善」計畫所選定之補助案，提出水資源改善方案規劃與評估建議書工作。

本計畫目的在於：

1. 針對「綠色廳舍暨學校改善補助案」各案次中，有關水資源指標之雨水貯留供水系統/中水系統/省水器材汰換規劃提出改善方案建議，提供工程發包使用。
2. 評估 92 年度北、中、南三區之舊(既)有建築物綠改善示範案例之節約用水預期成效與實際執行成效，作為後續推動之重要依據。
3. 協助「九十二年度綠色廳舍暨學校改善計畫」提供上述三項水資源有效利用設施設計所需之細項規劃資料，確保設置設備之最佳效益。
4. 協助配合「綠色廳舍暨學校改善服務團」進行綠色廳舍暨學校有關水資源改善作業之現勘評定、實測調查、評估診斷、改善建議、預算編列、設計顧問及協同驗收等工作。並協助進行九十三年度綠色廳舍暨學校水資源改善初勘評定篩選案例工作。

第二節、計畫工作架構與執行步驟

本計畫執行整體架構如圖 1-2-1 所示：

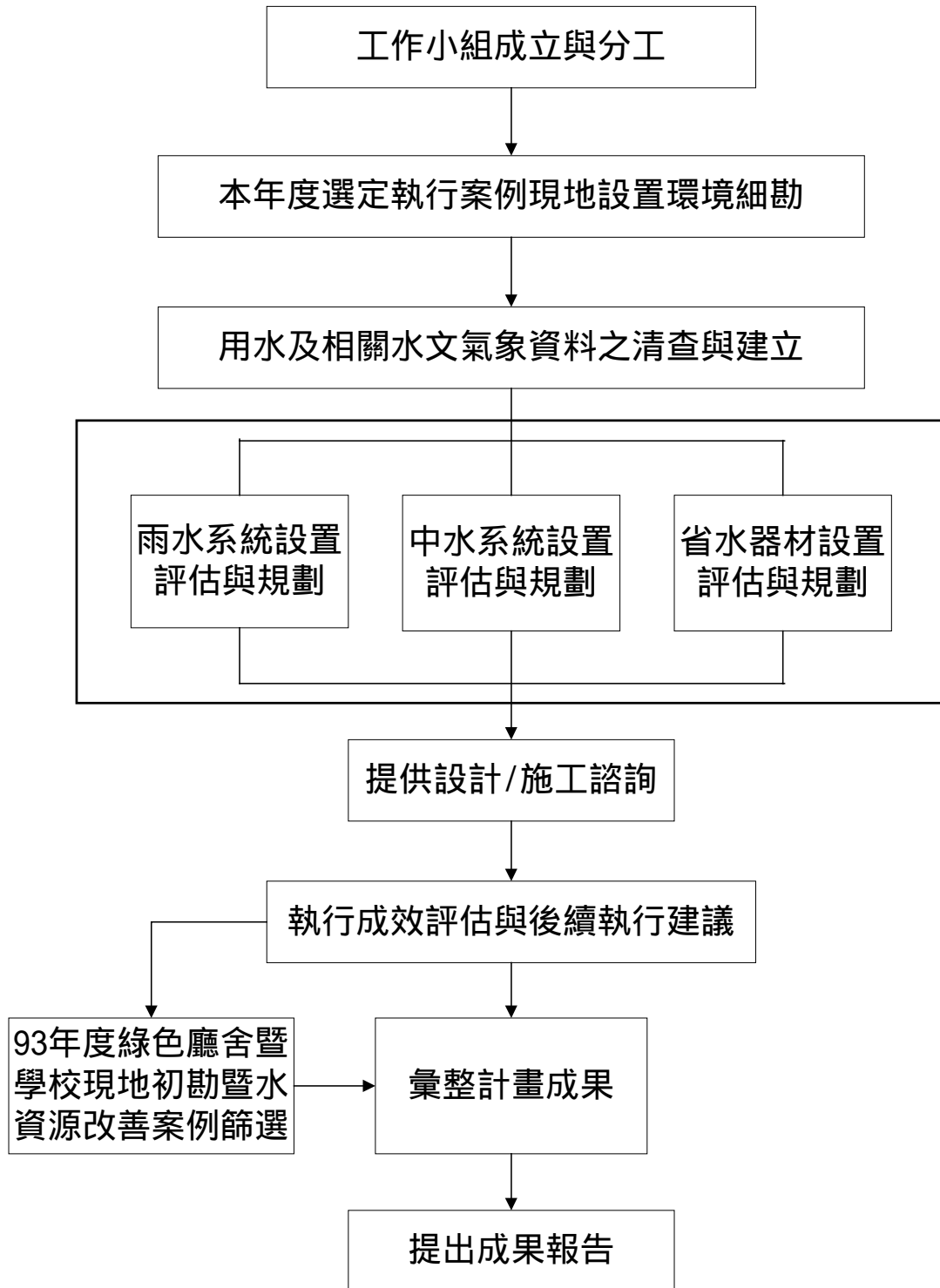


圖 1-2-1、計畫工作架構

依據計畫目標及整體架構，進行之工作流程說明如下：

1. 工作小組之組成及工作分工
2. 配合本年度選定執行案例現地設置環境細勘
3. 用水及相關水文氣象資料之清查與建立
4. 雨水貯留供水系統設初步設計規劃
5. 中水回收再利用系統設置初步設計規劃
6. 補助案例雨水/中水暨省水器材規劃報告書(配合「九十二年度綠色廳舍暨學校改善計畫」執行時程產出)
7. 雨水貯留供水系統利用細部設計諮詢
8. 中水回收再利用細部設計諮詢
9. 綠色廳舍暨學校水資源指標改善後續追蹤暨設置效益評估 (配合「九十二年度綠色廳舍暨學校改善計畫」執行時程產出)
10. 配合「綠色廳舍暨學校改善服務團」進行篩選初勘並選定 93 年度之水資源改善案例及執行項目

第三節、計畫成果

依據計畫目標，本計畫之工作成果如下：

1. 九十二年度綠色廳舍及學校雨水利用改善工程

- (1).完成中正紀念堂、內政部警政署、經濟部中央地質調查所、中央聯合辦公大樓北棟以及國立高雄第一科技大學計五案次雨水利用工程相關事務。
- (2).前述事務包括初步設計規劃(含工程需求、經費計算、工程發包設計規範等)、細部設計審查、工程進度掌控與工程效益評估等事項。
- (3).協助經濟部水利署新店辦公室、國立台北科技大學、國立高雄大學計三案次雨水利用工程細部設計審查相關事務。

2. 九十二年度綠色廳舍及學校中水利用改善工程

- (1).完成內政部營建署北區工程處、衛生署桃園醫院、衛生署鳳林榮民醫院、國立高雄海洋技術學院以及國立高雄第一科技大學計五案次中水利用工程相關事務。
- (2).前述事務包括初步設計規劃(含工程需求、經費計算、工程發包設計規範等)、細部設計審查、工程進度掌控與工程效益評估等事項。

3. 九十二年度綠色廳舍及學校省水器材改善工程

- (1).完成營建署北區工程處、國立雲林科技大學、

經濟部中央地質調查所、國立嘉義大學與國立台南師範學院計五案次省水器材汰換工程相關事務。

- (2).前述事務包括初步規劃(含工程需求、經費計算、工程發包設計規範等)、細部設計審查、工程進度掌控與工程效益評估等事項。

第二章、綠建築指標之意義

「綠色廳舍計畫」為行政院「挑戰 2008 國家重點發展計畫」之子計畫之一是追求國家「永續發展 Sustainable Development」的重大政策。我國綠建築評估法—綠建築九大指標評估體系，使我國綠建築政策邁入「綠色社區」與「生態都市」評估時代。

第一節、綠建築之意義及推動現況

近年來，人類對於環境的破壞規模，已擴大至地球的尺度，例如地球氣候高溫化、酸雨、森林枯絕、臭氧層破壞、異常氣候等現象已無遠弗屆，人類的生存已遭到嚴重的威脅。有鑑於此，1992 年的「地球高峰會議」，史無前例地聚集了 170 個國家的政府代表以及 118 位的國家元首，共同商討挽救地球環境危機的對策，掀起了地球環保的熱潮。會中更簽署了「氣候變化公約」、「生物多樣性公約」，同時發表了「森林原則」、「里約宣言」、「二十一世紀議程」等重要宣示。繼此，1993 年聯合國成立了「永續發展委員會」(United Nations Commission on Sustainable Development, UNCED)，展開全面性的地球環保運動。一直到 1998 年的「京都環境會議」，更正式制定了各先進國二氧化碳排放減量的目標，再再顯示了地球環保的問題已成為

超國境、超政體的國際要務，同時也顯示「永續發展 Sustainable Development」已成為人類最重要的課題。

「永續發展」的浪潮在建築都市政策方面，亦以排山倒海之勢蜂擁而至。1996年6月在伊斯坦堡召開的「居所會議（Habitat Agenda）」，針對當今的都市危機研商對策。我國也在同年七月的APEC永續發展會議中，承諾推動「居所會議」的決議目標；1996年我國行政院成立「永續發展委員會」，誓言善盡國際環保職責，為了配合此政策，行政院經建會特別將「綠建築」列為「城鄉永續發展政策」的執行重點；內政部營建署也透過「營建白皮書」正式對外宣示，將全面推動綠建築政策。台灣的建築產業耗能所排放的二氧化碳量，佔全國總排放量的24.3%（其中建材生產占9.4%，營建運輸占0.53%，住宅使用占10.3%，商業使用占4.1%），影響地球環境甚巨，因此建築方面的地球環保問題，勢必成為我國環保政策的重心。

人類過去不當的都市建築政策，使居住環境急速惡化，地球環保受到莫大的扭曲。例如都市人口過度集中、人造環境不透水化、建築物通風不良、節能設計不當，造成能源浪費與都市氣候高溫化。為了應付日益炎熱的都市氣候，家家戶戶更紛紛使用空調、加速排熱，造成都市更加炎熱化的惡性循環。如今台灣的大都會區，在夏季市中心與市郊的最高氣溫差，甚至高達3~4℃。根據台電的統計，在夏季尖

峰外氣溫每上升 1℃，空調耗電量約上昇 6%。如此算來，夏季市中心的空調設備耗電量，比郊外高出四分之一，使都市高溫化效應有如火上加油。為了緩和上述都市建築環境惡化的問題，以環保為導向的「綠建築」乃是建築政策上最有效的對策。在我政府大力推動「綠建築」政策之下，1995 年將建築節能設計納入「建築技術規則」中，又於 1998 年初全面擴大節能設計之適用範圍。本法令實施二十年後預計每年可節約空調用電量約 46 億度，相當於每年可減少七百萬公噸的二氧化碳排放量，減緩地球氣候溫室化效應，對於地球環保有莫大的貢獻。

另一方面，「綠建築」原本是起源於寒帶先進國的設計理念，其中有許多設計技術並不全部適用於熱帶、亞熱帶國家。過去有些國內的建築思潮，常受到歐美、日本等北方國家的影響，常無視於本身南國的風土氣候，將一些密不通風的玻璃帷幕大樓、無遮陽的玻璃大溫室、水平大天窗等寒帶建築造形抄襲至熱濕氣候國家來，造成能源浪費、室內環境惡化、機械設備量大增、供電危機、反光公害等嚴重的環保問題。假如我們無法去蕪存菁，建立一套適用於台灣氣候的綠建築評估系統，將很難有效推動「綠建築」政策，因此為了真正落實「綠建築」政策，為了讓業者、消費者有共同評判的基準，我們需要一套完全本土化的「綠建築評估方法」。

那麼，什麼是「綠建築」呢？簡單來說，就是「消耗最少地球資源，製造最少廢棄物的建築物」，同時「以人類的健康舒適為基礎，追求與地球環境共生共榮及人類生活環境永續發展的建築設計」。我國目前的綠建築評估體系，包含了生態 Ecology（含生物多樣性、綠化量、基地保水三指標）、節能 Energy Saving（日常節能指標）、減廢 Waste Reduction（含 CO₂ 及廢棄物減量二指標）、健康 Healthy（含室內環境、水資源、污水及垃圾三指標）等四大部分，共計九項指標(如表 1)。透過此九顆星的「綠色建築標章」評估系統，一方面可作為政府獎勵優良民間業者建設綠色建築之依據，另一方面可明確誘導民間投入綠色建築之開發建設，並可依綠色建築標章作為促銷產品之依據。最重要的是，一般消費大眾依據綠色建築標章購屋可確實達到節能、省水、衛生、健康、舒適、環保的目的。

表 2-1-1、綠建築評估指標系統與地球環境關係

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

資料來源：綠建築解說與評估手冊(內政部建築研究所，2003)

然而，綠建築在推廣上若僅由教育、政令宣導等方面推動，其效

果難免薄弱，若能從政府機關建築開始做起示範，則更能帶動民間相關產業投入綠建築的工作，藉由綠建築觀念的推廣，而讓我們的居住環境品質更健康、舒適。因此，目前內政部建築研究所正進行「綠色廳舍改造計畫」，即針對數個政府機關進行綠色建築的診斷、建議，並以有效的設計手法加以改善，由此可見政府機關對於綠建築的推動，具有示範性的指標意義。

因此，「綠色廳舍及學校改造計畫」便是要以舊有廳舍及學校為例，根據上述綠建築標章評估原則，提出各個案例之相關問題及改善計畫，並提出經費預估，俾使綠建築改善工作確實可行，並具有實質節能、省能、環保的功效。同時，由於本計畫的對象為公有建築及學校，在改善計畫及工程完成之後，更將對綠建築的推廣及政府形象的建立具有極大之意義。

第二節、水資源改善工程的意義與綠建築標章水資源指標

台灣近年來常有痛苦的缺水經驗，而且許多高耗水的工業區紛紛成立，與農業及民生爭奪有限的用水，使缺水的問題也越來越嚴重。

「有水當思無水之苦」看似是一個陳腔濫調的口號，但是卻有專家預言「水」將成為二十一世紀最重要的戰略物資。台灣地區的每人每日平均用水量在 1983 至 1993 的十年間，由 150 公升/(人·日)快速上昇至 220 公升/(人·日)，台北市更高達 430 公升/(人·日)，十年間民生用水量的成長率將近一倍以上。另外，水質污染問題也是政府頭痛的一項課題，即使是在水量豐沛的地區，潔淨的飲用水都是相當昂貴的消費，國內市面上販賣的瓶裝飲用水價格早已超過汽油能源每公升的價格，而消費者仍然趨之若鶩。台灣雖然有豐沛的降雨量，年平均降雨量高達 2500 公釐以上，但因人口稠密之故，每人平均雨量僅為世界平均的六分之一，成為聯合國組織認定的缺水國家之一。此外，由於台灣受限於先天地形與氣候環境的關係，如山坡陡直和經常集中性、不平均分佈之豪雨，使八成以上的降水都直接急流入海，而可供利用之雨水在全年總降水量中不到兩成。近年來，國民生活用水量急速增加，然而，水庫的淤積、水源保護的困難、以及國人無節制的用水習慣等問題，更使缺水問題有如雪上加霜。台灣目前已處於新水源開發不易的情況，節約用水勢必成為缺水對策最重要的方法。

在 1990 年，台灣平均用水量為 350 公升/(人 日)，相對於德國的 145 公升/(人 日)與英國伯明罕的 150 公升/(人 日)，尚有許多節約用水的空間。台灣雖然雨水豐沛，但因人口眾多，每人平均雨量僅為世界六分之一，是一嚴重的缺水國。但近年來國民生活水準不斷提高，都市用水需求大量增加，更因新水源開發不易，使缺水問題更加嚴重。然而，過去由於建築用水設計不當、水費偏低、國人用水習慣不良，使得國人用水量偏高，今後在地球環保要求之下，建築的節水設計勢必成為全民共同的課題。

綠建築標章中，有關「水資源指標」希望能積極利用雨水與生活雜用水之循環再利用方法(開源)，並在建築設計上積極採用省水器材(節流)，來達到節約水資源的目的。因此，「水資源指標」就是建築物節約用水的指標，它以建築物實際自來水用水量與國內一般建築物之平均用水量之比例(又名節水率)來評估，對於住宿類建築之用水量評估包括廚房、浴室、水龍頭的用水，另外對於用水量統計不明的其他類建築則改以省水器材採用比率來評估。本指標以兩成的節水比例為目標，對於雨水、中水再利用則採取額外的優惠計算來評估。



圖 2-2-1、水資源指標以節水 20% 為目標

第三章、雨水利用工程

九十二年度本計畫執行之「綠色廳舍與學校水資源改善工程」中，進行雨水利用工程的機關學校計有五案次，各項工程規劃內容大綱如下所述：

1. 中正紀念堂：設置有效容量 900 噸雨水利用槽及相關處理控制設施，替代地下水源作為園區花木澆灌並兼具都市防災功能之國家級重要綠建築水資源指標示範點。
2. 內政部警政署：設置有效容量 50 噸雨水利用槽及相關處理控制設施，替代原有自來水供水系統作為澆灌花木並設置 4 座雨撲滿教育設施，作為台北市重要雨水利用教育示範點。
3. 經濟部中央地質調查所：設置有效容量 30 噸雨水利用槽及相關處理控制設施，替代原有自來水供水系統作為澆灌花木並結合生態景觀池進水規劃，作為台北縣重要綠建築水資源指標示範點。
4. 中央聯合辦公大樓北棟：設置有效容量 10 噸雨水調控槽及相關處理控制設施，結合建築物筏基原近 500 噸雨水貯水，替代原有自來水供水系統作為建築物衛廁用水供水。都市地區建築物雨水利用，作為台北縣重要綠建築水資源指標示範點。
5. 國立高雄第一科技大學：為本計畫執行設計之年度南部地區唯

一案例，設置有效容量 50 噸雨水調控槽及相關處理控制設施，結合建築物筏基原近 645 噸雨水貯水，替代原有自來水供水系統作為園區花木澆灌並兼具都市防災功能，配合本項另外執行之中水利用工程、省水器材汰換工程，為南部學校完整綠建築水資源設計示範點。

第一節、中正紀念堂

一、現況問題分析

本案位於台北市，紀念堂主體面積約一萬五千平方公尺，座落基地東邊，背臨杭州南路，座東向西。週邊整體建築配置如圖 9 所述。：



圖 3-1-1、中正紀念堂建築物週邊平面圖

由於本案為國家級景點，未來可作為與國際交流的重要示範點，因此，本案之設計除考量雨水利用實際效益外，另考量雨水利用工程景觀與都市地區防洪功能下進行設計。

(一) 灌溉需水量分析

紀念堂為常保終年四季花開不輟，每年依季節時令挑選適合生長的草花栽植，全年度共更新栽植 136,300 株。然草花屬淺根性植物，特別需要大量的水份來灌溉，以維持根莖濕度，保持生長良好。目前採用地下水及自來水進行混合澆灌，水量需求相對較大。

紀念堂以現場栽植草花數量計算為 43,520 株（如表 2），以每平方公尺栽植 16 株計算，栽植面積約為 2,720 平方公尺。草花根系於土壤分佈深度約 20 公分，其中土壤佔 50% 體積，空氣佔 25% 體積，水份佔 25% 體積，依據園藝估計，土壤保水澆水量以每次 5 公分/平方公尺計算，一次灌溉需水量約為 136 公噸。灌灑次數則依天氣而異，建議 2 天一次。每日澆灌時間為下午五時後或晚間，避免於日曬嚴重時進行澆灌。

表 3-1-1、中正紀念公園草花栽植地點、數量、面積及需水量統計表

栽植地點	栽植數量 (株)	栽植面積 (平方公尺)	噴灌需水量 (公噸)
毛氈花壇	21,900	1,369	68.45
右側大草坪花台	3,900	244	12.20
左側大草坪花台	3,900	244	12.20
大忠門花壇及花台	4,000	250	12.50
大孝門花壇及花台	3,960	247	12.35
虎背區花台	4,660	291	14.55
花架花台	1,200	75	3.75
合計	43,520	2,720	136.00

註：需水量為栽植面積×0.05

由以上分析估計可知，每日總澆灌需水量約為 68CMD。

(二) 基地降雨條件分析

依據所在地降雨條件分析得知，所在地豐水期每日勢能可用水量僅較全年平均值高 25% 左右，降雨季節分佈條件較佳，另經由連續不降雨日分析可得知，本地區平均連續不降雨日約在 4.17 日左右，較南部地區平均 9 至 11 天縮短一半時間以上，在經濟考量下，非常適合進行雨水收集利用。

表 3-1-2、所在地降雨條件分析表

分析項目	1140P065 台北(1)	備註
年平均降雨量(mm)	2131.8	97 years
每日勢能用水量(mm/day)	5.84	January ~ December
最大月降量(mm)	940.7	July, 1898
最大日降雨量(mm)	358.9	July, 1930
豐水期平均月降雨深度(mm)	225.96	April ~ October
豐水期每日勢能用水量(mm/day)	7.39	April ~ October

表 3-1-3、台北市 87-90 年日雨量超過 50mm 以上發生次數統計表

日雨量	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
400mm 以上	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
350-400m m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300-350m m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250-300m m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
200-250m m	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	4
150-200m m	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
100-150m	0	0	0	1	0	1	0	2	1	2	0	0	8

m													
50-100mm	2	5	1	4	4	8	5	10	8	2	1	1	51
合計	2	5	1	5	4	9	5	12	13	7	2	1	66

表 3-1-4、所在地鄰近雨量站連續不降雨日分析表

站號	站名	測站位置	記錄年份	平均連續不降雨日
1140P062	台北(六)	台北市大安區	16	4.52
1140P064	台北(五)	台北市青島東路	27	3.94
1140P065	台北(一)	台北市城中區	98	4.36
平均值(日)				4.17

(三) 基地雨水收集條件分析：

紀念堂主體建物面積約 17,000 平方公尺，皆為水泥鋪面，地勢高，排水系統完整，有四個排水口，分別位於中正紀念堂北側斜坡、正面環堂大道兩側大草坪及虎背區（如附圖），利用現有排水系統將雨水導入貯水池，即可完成集水工作，污染、堵塞問題較小，可以永續經營利用，非常適合做為雨水集水面(Catchment Area)。另，主體建物面積扣除下層階梯等約 10%之無效集水地區，有效集水面積實為 15,300 平方公尺。

本次規劃之單側收集口位於正面環堂大道側大草坪，每側收集口涵蓋集水面積估計約為 3,800 平方公尺，規劃直接將納入左側草坪 900 噸雨水貯槽。

表 3-1-5、基地雨水收集供應可靠度分析

逕流係數	C 值	x 值	y 值	z 值	相關係數	分析站號
0.75	8.9263	0.0514	0.2667	-0.3134	0.787	1140P065 ; TAIPEI (1)
0.85	9.3264	0.05316	0.2617	-0.3016	0.782	
0.95	9.6826	0.0548	0.2573	-0.2913	0.778	


公式說明如下：

$$Relb (\%) = C \times S^x \times A^y \times D^z$$

其中：Relb：供水可靠度（%）；S：貯水槽容量；A：收集面積；
D：每日需水量；c、x、y、z：係數

依據表 3-1-4，本地區測站歷史降雨記錄分析結果顯示，所在地平均連續不降雨日約為 4.85 日，設置 900 噸之雨水貯槽，提供每日約 68CMD 之雨水利用量；全年供水率在 46.7% 左右。

（四）水資源改善前照片及說明

	<p>階梯側雨水落水頭，利用既有收集系統，並選用乾淨收集面降低雨水利用處理設施之負荷</p>
---	--

	<p>利用現有正面環堂大道側雨排水陰井接續雨水進入處理槽，並於此進行雨水分流工程</p>
	<p>正面環堂大道二側澆灌面積，增設自動澆灌設備取代人工澆灌</p>

圖 3-1-2、中正紀念堂水資源改善前照片及說明

二、改善對策

建築物雨水利用藉由本案絕佳之宣導場所，預期可達到推廣綠建築珍惜資源之重要功效，

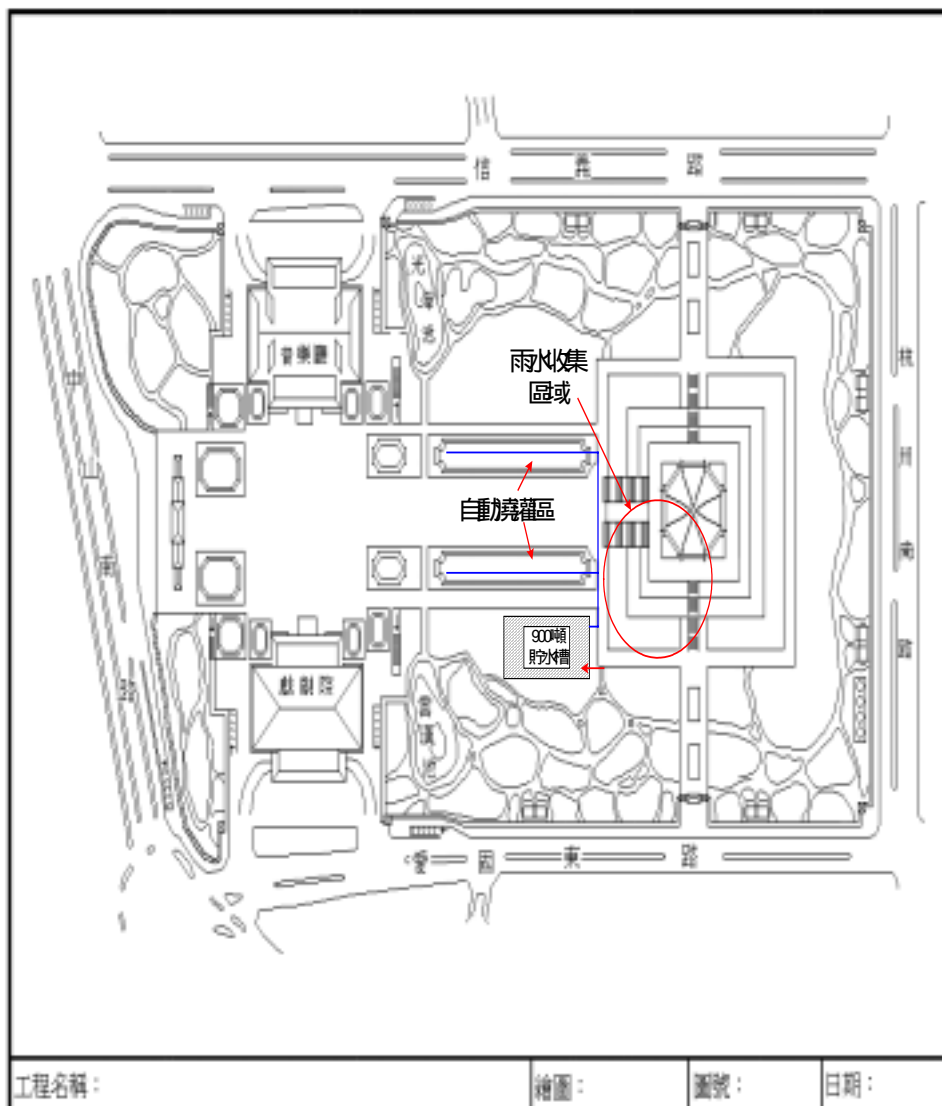


圖 3-1-3、中正紀念堂雨水收集及利用區域示意圖

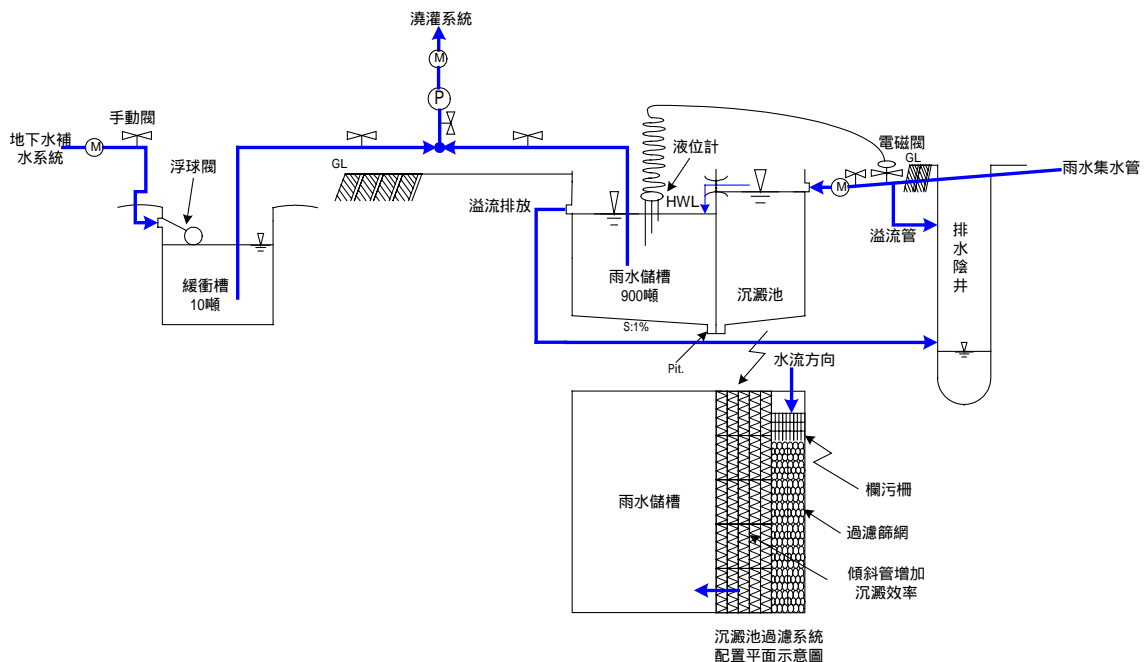
三、設計規範

建築物雨水利用藉由本案絕佳之宣導場所，預期可達到推廣綠建築珍惜資源之重要功效，

有關雨水貯留供水系統之設計，本計畫建議之需求規範如下：

- 1.有效容量 900 噸鋼筋混凝土雨水貯水槽 1 座(含維護設施)。
- 2.雨水處理槽 (含導槽、攔污柵、50 目篩網及傾斜管設施), 有效水深需大於 2m。
- 3.雨水緩衝槽 (含浮球閥及相關配管)。
- 4.澆灌系統：配管、自動噴頭 (依實際設計需求)。
- 5.過濾網及傾斜管：1 組 (過濾網網孔尺寸：50 目不鏽鋼網)。
- 6.馬達：澆灌加壓用；沉水式依實際揚程設計需求。
- 7.其他週邊設備：液位計、電磁閥、浮球閥、流量計、手動制水閥、逆止閥 (依實際設計需求)。

系統設計參考圖說如圖 3-1-4 所示：



注意事項

1. 雨水貯留槽之溢流水路設計儘量能以自然排水為原則
2. 自然排水設計需注意排水坡度及逆流問題, 需設置逆水閥

圖 3-1-4、中正紀念堂雨水及排水系統流程圖

四、設置成效推估

依雨水供水率 46.7% 進行計算，並以提供每日 68 噸的雨水供應量作為附近澆灌及次級用水使用。年雨水利用量約在 11,600 噸左右，達到綠建築指標中的水資源有效利用目標之一。

另外，由於台北地區屬於高度開發之城市，不透水程度極高，每當降雨超過排水渠道設計年度，常容易發生淹水之情形。中正紀念堂廣場由於都為不透水性鋪裝，因此，設置大容量之雨水利用設施可改善並延緩暴雨逕流出流時間，達到都市防災的效果。

本案設置之雨水貯水槽依據收集面積 7,600 平方公尺，逕流係數 0.85 計算，在不考慮集流長度下，可承受時雨量 100mm 豪雨約 85 分鐘以上之減緩出流時間，對都市下水道在暴雨期間之負荷有極大之助益。

本工程施工過程紀錄及說明詳參附件：「**雨水利用工程現況圖說**」所示。

第二節、內政部警政署

一、現況問題分析

目前署內花木均採用自來水進行澆灌，耗用之水資源極大，因此，設置雨水貯留供水系統將可替代自來水使用量並達成建築物用水減量與永續水資源的雙重目標。更由於雨水利用系統多屬於建築物內或埋入地下之土工結構物，對於喚起大眾對建築永續水資源的注意力較不明顯，因此，本案將參考設置如台北市立動物園所設置之「雨撲滿」教育設施，由雨水利用教育著手來擴大綠建築水資源指標之影響力。

（一）灌溉需水量分析

本案雨水預估澆灌供水量，依水文條件分析顯示，每日可提供 10 噸的雨水供應量，依據園藝估計，土壤保水澆水量以每次 5 公分/平方公尺計算，可供應約 2,000 平方公尺的膠灌面積。每日澆灌時間建議為下午五時後或晚間，避免於日曬嚴重時進行澆灌。

（二）基地降雨條件分析

依據所在地降雨條件佳（因所在位置近中正紀念堂，同中正紀念堂所屬與量佔分析結果），在經濟考量下，非常適合進行雨水收集利用。

(三) 基地雨水收集條件分析：

基地雨水收集供應可靠度分析同參表 3-1-5 所示。另依據表 3-1-4，本地區測站歷史降雨記錄分析結果顯示，所在地平均連續不降雨日約為 4.85 日，設置 50 噸之雨水貯槽，提供每日 10CMD 之雨水利用量；全年供水率在 36.3% 左右。

(四) 水資源改善後照片及說明

	利用忠仁樓既有與排水管路接續至前方草坪雨水處理水槽及貯水槽進行噴灌。
--	------------------------------------

二、改善對策

本次規劃之忠仁樓屋頂集水面積估計約為 1,000 平方公尺，規劃直接納入前方草地新設 50 噸地下雨水貯存槽，並另配管路接續原有澆灌系統提供噴灌用水使用。雨水槽溢流配合基地保水設施可達成雨水利用的最佳效益。除減少自來水使用量。更可增加綠建築及水資源

保育之教育宣導效益。

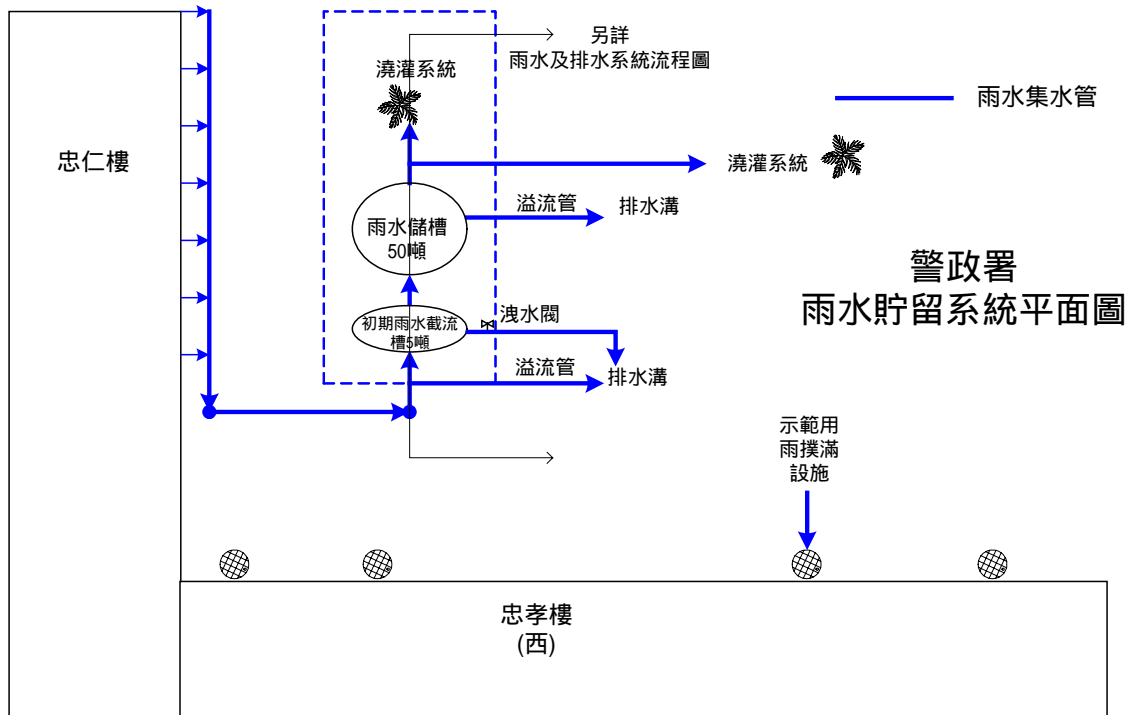


圖 3-2-1、警政署雨水收集及利用區域示意圖

三、設計規範

有關雨水貯留供水系統之設計，本計畫建議之需求規範如下：

設置有效容量 50 噸雨水貯水槽 1 座(含維護設施)以及有效容量 5 噸初期雨水截留槽 1 座；另外，再設置雨水利用教育宣導用雨撲滿設施 4 座來提供未來參訪綠建築水資源指標案例解說教育用。

設備需求包括：過濾網、馬達、液位計及電磁閥、流量計（雨水貯槽出水管及筏基出水管）、手動制水閥：（依實際設計需求）、逆止閥（依實際設計需求）、澆灌系統管路及噴頭等（依實際設計需求）

系統設計參考圖說如圖 3-2-2 所示：

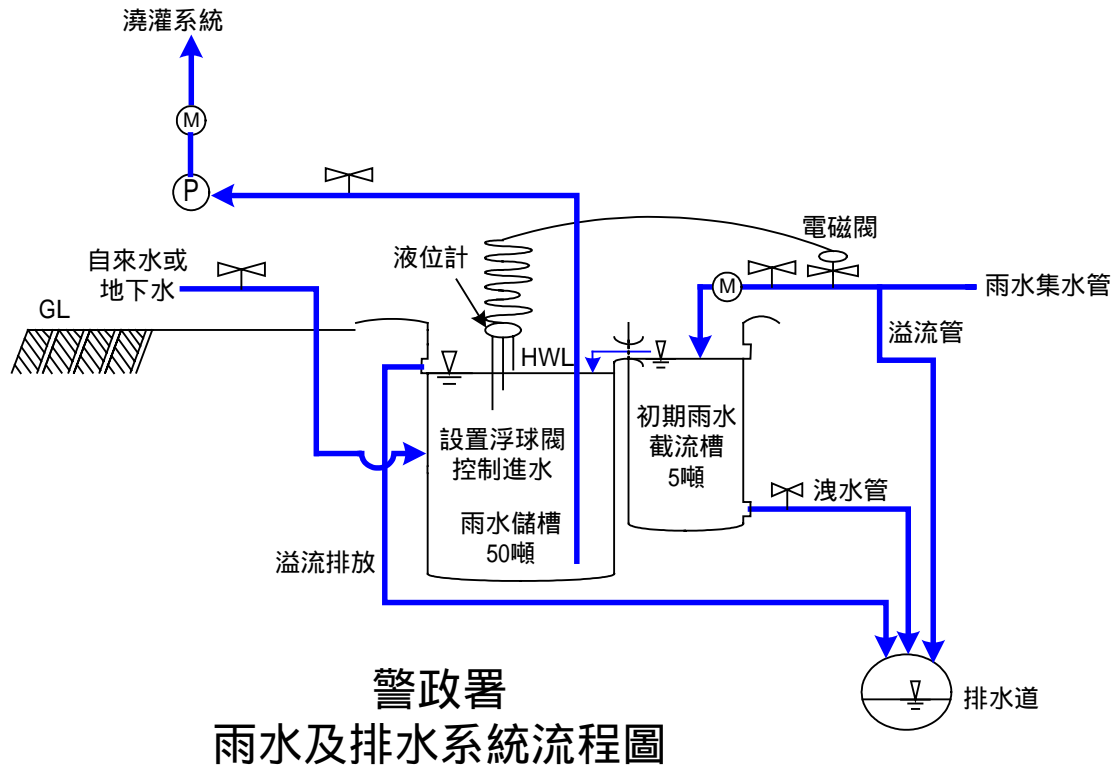


圖 3-2-2、警政署雨水及排水系統流程圖

四、設置成效推估

依雨水供水率 36.3% 進行計算，並以提供每日 10 噸的雨水供應量作為附近澆灌及次級用水使用。年雨水利用量約在 1,350 噸左右，達到綠建築指標中的水資源有效利用目標之一。

另外，由於台北地區屬於高度開發之城市，不透水程度極高，每當降雨超過排水渠道設計年度，常容易發生淹水之情形。因此，設置雨水利用設施可改善並延緩暴雨逕流出流時間，達到都市防災的效

果。本案設置之 50 噸雨水貯水槽依據收集面積 1,000 平方公尺，逕流係數 0.85 計算，在不考慮集流長度下，可承受時雨量 100mm 豪雨約 35 分鐘以上之減緩出流時間，對都市下水道在暴雨期間之負荷有極大之助益。

本工程說明詳參附件：「**雨水利用工程現況圖說**」所示。

第三節、經濟部中央地質調查所

一、現況問題分析

本所雖地處靠近降雨較頻繁地區，但因未能充分利用降雨水源，因此目前均利用自來水作為花木澆灌水源，對水資源利用成本較高；設置雨水貯留供水系統將可替代自來水使用量並達成建築物用水減量與永續水資源的雙重目標。另外，未來實施綠化改善後，將增加澆灌用水量需求，因此增加雨水利用設施後將可有效降低建築物水資源耗用量。

（一）灌溉需水量分析

本案雨水預估澆灌供水量，依水文條件分析顯示，每日可提供 10 噸的雨水供應量。在澆灌方面，依據園藝估計，土壤保水澆水量以每次 5 公分/平方公尺計算，可供應約 1,000 平方公尺的澆灌面積；每日澆灌時間建議為下午五時後或晚間，避免於日曬嚴重時進行澆灌。另外每日預留 5 噸的使用量供應未來綠化工程完工後所設置的景觀水池補水使用。

（二）基地降雨條件分析

依據表 3-1-4，台北地區測站歷史降雨記錄分析結果顯示，平均連續不降雨日約為 5 日，年平均降雨量約在 2,130 mm。

（三）基地雨水收集條件分析：

表 3-3-1、中央地調所基地雨水收集供應可靠度分析

逕流係數	C 值	x 值	y 值	z 值	相關係數	分析站號與年份
0.75	10.74	0.063	0.234	-0.301	0.783	1140P056 ;HSIN - TEN (1) 47 years
0.85	11.04	0.065	0.231	-0.289	0.778	
0.95	11.20	0.066	0.229	-0.278	0.773	

公式說明如下：

$$\text{Relb}(\%) = C \times S^x \times A^y \times D^z$$

其中：Relb：供水可靠度(%)；S：貯水槽容量；A：收集面積；
D：每日需水量；c、x、y、z：係數

依據表 3-1-4，台北地區測站歷史降雨記錄分析結果顯示，平均連續不降雨日約為 5 日，設置 30 噸之雨水貯槽，以岩心館及行政大樓部分屋頂面積(以 1277 平方公尺計算)收集雨水，在逕流係數 0.85 下提供每日約 10 CMD 之利用量；全年供水量約為 1,350 噸，雨水供水率約 37%。

(四) 水資源改善前照片及說明



	<p>本建築物頂樓樓版未開法使用，乾淨的面是作為雨水收集的絕佳面積。</p>
	<p>既有的雨排水分流管路，讓建築物的雨水收集利用變得更容易。</p>

二、改善對策

本所共有辦公大樓及岩心館兩棟樓，約 1,277 平方公尺面積可供蒐集雨水，由於其雨水排水管非外露型排水，因此需開挖接管以建立雨水蒐集系統。在考量本所佔地面積用水量及經費後，設置 30 噸雨水儲槽及初期雨水截流槽之雨水貯留系統，供本所未來澆灌系統以及生態景觀池補水利用，將可取代目前自來水利用現況，並減少自來水使用量。加上本所所有對外開放學生及一般民眾參觀，更可增加綠建築及水資源保育之教育宣導效益。

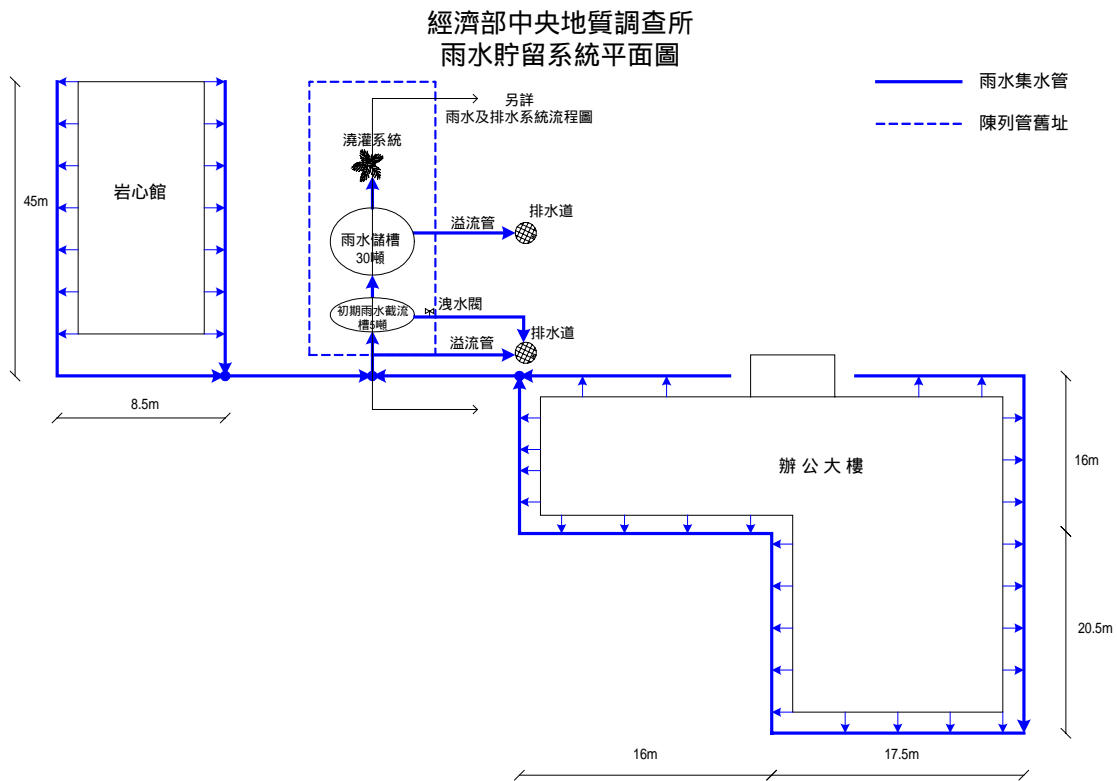


圖 3-3-1、中央地調所雨水收集及利用區域示意圖

三、設計規範

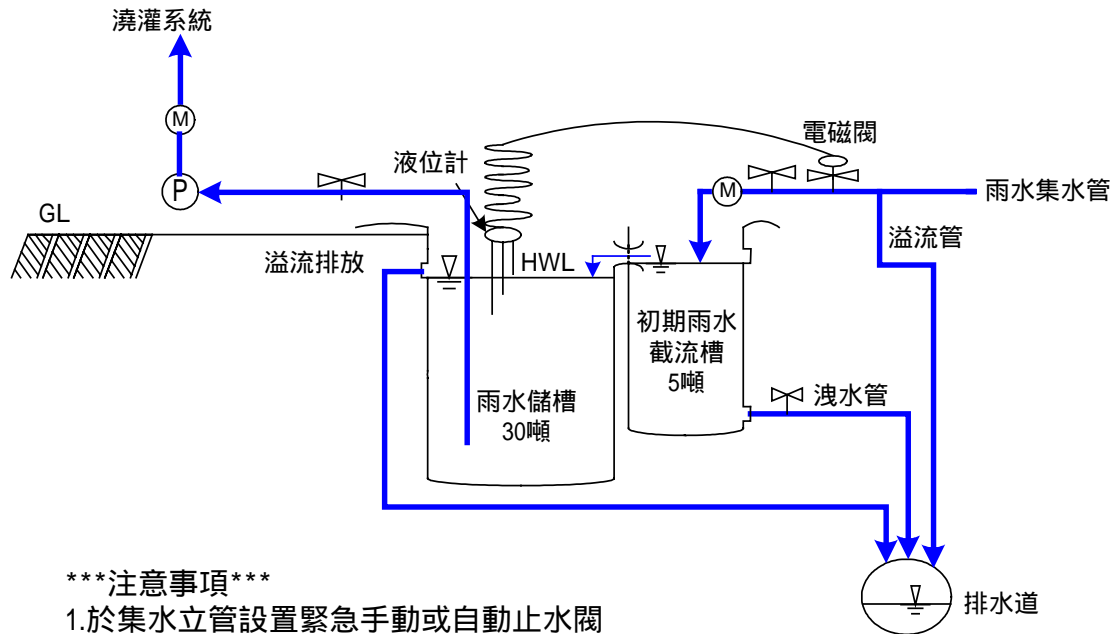
有關雨水貯留供水系統之設計，本計畫建議之需求規範如下：

有效容量 30 噸雨水貯水槽 1 座(含維護設施);有效容量 5 噸鋼筋
混凝土雨水緩衝處理槽 1 座(含 50 目篩網設施)，有效水深需大於
1.5m。

設備需求包括：過濾網、馬達、(沉水式 1HP 或 3HP；依實際揚
程設計需求)、液位計及電磁閥、流量計(雨水貯槽出水管及筏基出
水管)、手動制水閥:(依實際設計需求)及逆止閥(依實際設計需求)

系統設計參考圖說如圖 3-3-2 所示：

中央地質調查所 雨水及排水系統流程圖



注意事項

1. 於集水立管設置緊急手動或自動止水閥
2. 雨水貯留槽之溢流水路設計儘量能以自然排水為原則
3. 自然排水設計需注意逆流問題,需設置逆水閥
4. 初期雨水截流槽洩水管排放儘量能以重力排水為原則

圖 3-3-2、中央地調所雨水及排水系統流程圖

四、設置成效推估

依雨水供水率 37 % 進行計算，並以提供每日 10 噸的雨水供應量作為附近澆灌及生態池補水使用。年雨水利用量約在 1,350 噸左右，達到綠建築指標中的水資源有效利用目標之一。

另外，由於中和地區屬於高度開發之城市，不透水程度極高，每當降雨超過排水渠道設計年度，常容易發生淹水之情形。因此，設置

雨水利用設施可改善並延緩暴雨逕流出流時間，達到都市防災的效果。本案設置之 30 噸雨水貯水槽依據收集面積 1,277 平方公尺，逕流係數 0.85 計算，在不考慮集流長度下，可承受時雨量 100mm 豪雨約 15 分鐘以上之減緩出流時間，對都市下水道在暴雨期間之負荷有極大之助益。

本工程說明詳參附件：「雨水利用工程現況圖說」所示。

第四節、中央聯合辦公大樓北棟

一、現況問題分析

位於徐州路上，為一棟十七層樓高的灰白色大樓，中央所屬部會諸如：內政部、僑務委員會、蒙藏委員會、青輔會等單位集中在此辦公。是屬於都市型集中式辦公大樓，無論在能源或水資源耗用都屬於大用戶，因此，建築物水資源改善有其必要性。

本大樓利用雨水設施之出發點主要為目前建築物的筏式基礎內仍有大量之降雨貯水未充分利用，遇降雨日則必須再以抽水幫浦將筏基內流入之雨水加以排除，除了浪費既有水資源外，對能源之消耗也成為本建築物在推動綠建築過程之負面因素，因此規劃利用現有筏基貯水增設雨水利用設施來擴大建築物使用替代水源，達成綠建築標章水資源指標的要求。

（一）需水量分析

依據本大樓管理委員會之統計，大樓用水人數約在 1300 人左右，用水量大宗集中在冷卻水塔以及餐廳、衛廁用水，因此，本案雨水利用供水標的鎖訂為地下樓層之廁所。以每日用水人 1300 人次進行估算，每日衛廁供水約需 40 噸，以 90% 供水率進行計算，日雨水供應量估計需要 35 噸。


(二) 基地降雨條件分析

依據所在地降雨條件佳(因所在位置近中正紀念堂,同中正紀念堂所屬與量佔分析結果),在經濟考量下,非常適合進行雨水收集利用。

(三) 基地雨水收集條件分析：

基地雨水收集供應可靠度分析同參表 3-1-5 所示。另依據表 3-1-4,本地區測站歷史降雨記錄分析結果顯示,所在地平均連續不降雨日約為 4.85 日,目前投影之雨水收集面積約在 2500 平方公尺,筏基雨水貯水空間則超過 500 噸,提供每日 35CMD 之雨水利用量全年供水率約在 36.2%左右。但由於本案筏基尚有地下水湧入,實際供水率可再提升。

(四) 水資源改善前照片及說明

	<p>目前位於眾多不透水性撲裝以及都市水泥叢林中的中央聯合辦公大樓,是影響都市水循環生態的典型建築。</p>
---	--

	<p>現有筏基有大量降雨貯水與地下水湧入，降雨日還需要以幫浦協助排水，既耗能又未加以利用是一種能源與資源的雙重耗費。</p>
	<p>利用既有筏基排水管路與排水設備，只要增設配水設施即可輕易應用建築物。雨水</p>

二、改善對策

本大樓約 2,500 平方公尺之雨水收集面積，由筏基水槽接續管路至 B3 空間設置有效容量 10 噸之不鏽鋼組合式水箱(含雨水貯槽及處理導溝)。並由本雨水配水槽再配置管路提供 B1、B2 以及 B3 之衛廁沖水使用，並另配管路接續原有澆灌系統提供噴灌用水，除減少自來水使用量。更可增加綠建築及水資源保育之教育宣導效益。另外，本案與中正紀念堂或警政署案相同，都位於高開發密度的台北市區，設

置雨水利用系統後，可降低暴雨逕流對都市下水道的瞬時衝擊。

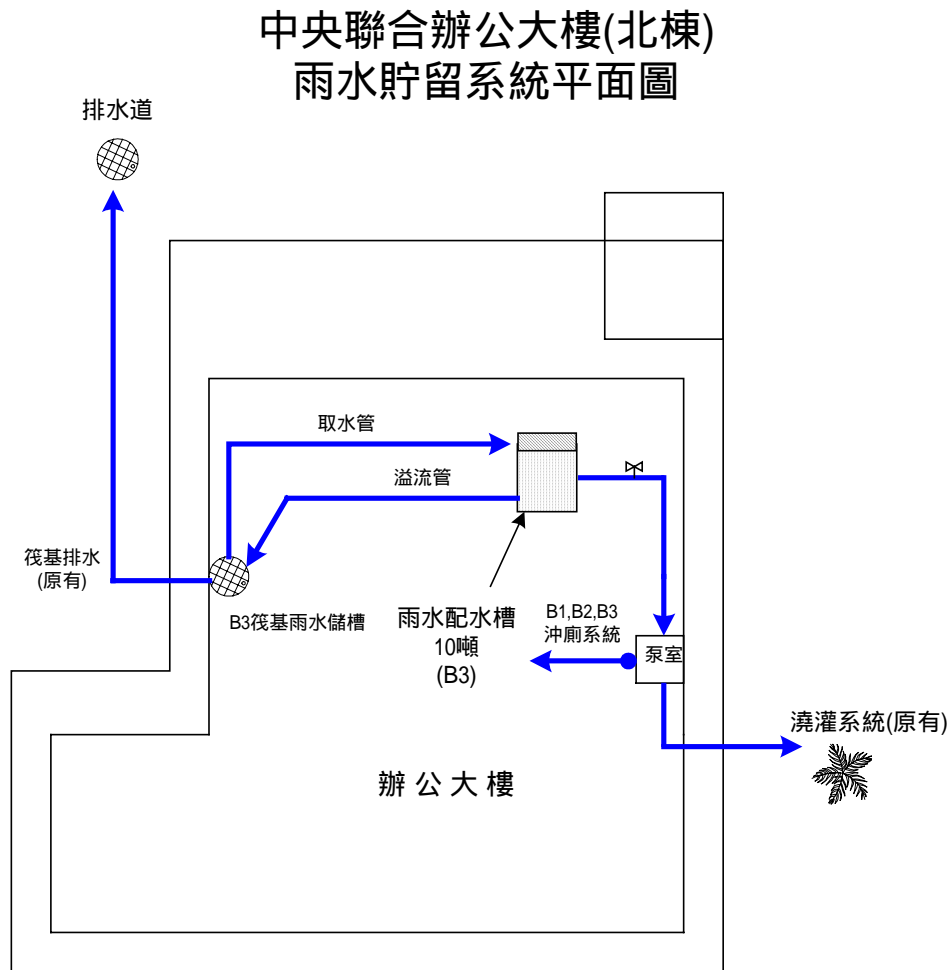


圖 3-4-1、中央聯合辦公大樓北棟雨水收集及利用區域示意圖

三、設計規範

有關雨水貯留供水系統之設計，本計畫建議之需求規範如下：

有效容量 10 噸雨水配水槽 1 座(含維護設施)

設備需求包括過濾網、馬達、液位計及電磁閥、流量計（雨水貯槽出水管及筏基出水管）、手動制水閥：（依實際設計需求）、逆止閥（依實際設計需求）、澆灌系統管路及噴頭等（依實際設計需求）。

中央聯合辦公大樓(北棟) 雨水及排水系統流程圖

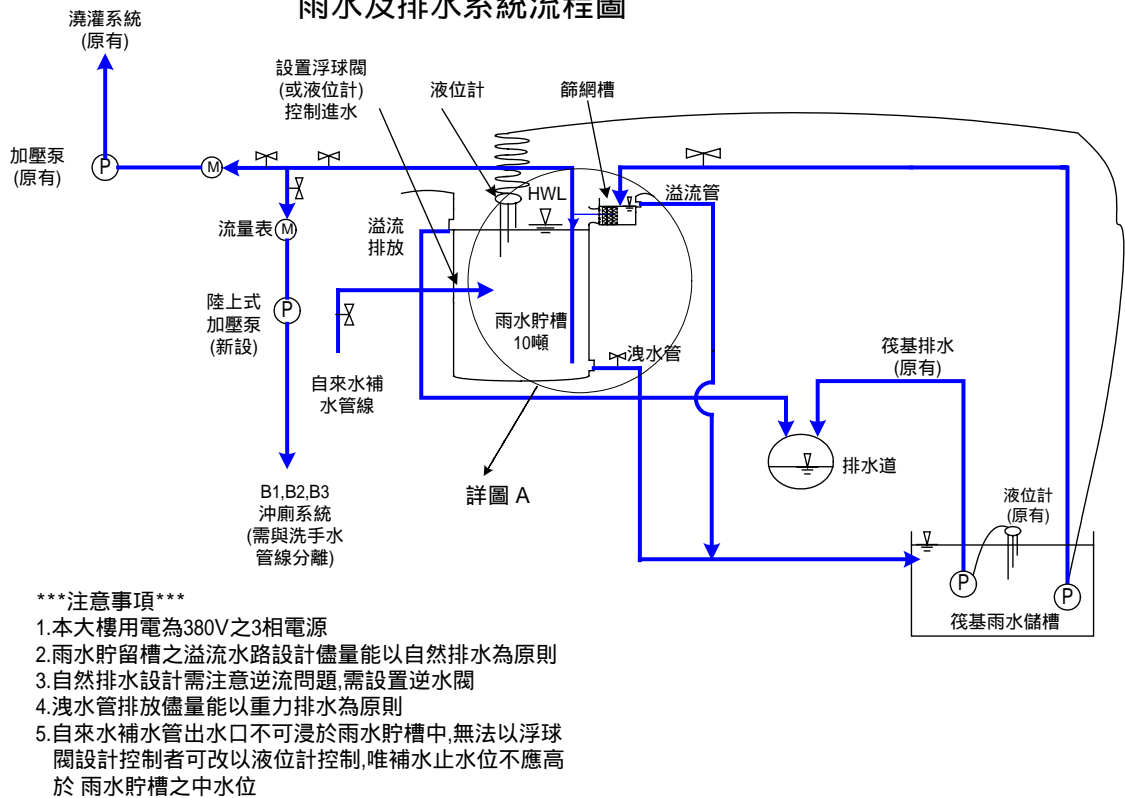


圖 3-4-2、中央聯合辦公大樓雨水及排水系統流程圖（摘錄）

四、設置成效推估

依雨水供水率 36.2% 進行計算，並以提供每日 35 噸的雨水供應量作為衛廁及次級用水使用。年雨水利用量約在 4,600 噸左右，唯本案位於地下水為較高區域，筏基常有地下水注入，貯水量豐，估計未降雨時期可以豐富之地下水供應，因此，以供水量每日 35 噸計算，年供水日數以 300 天計算，年替代建築物用水量可擴大達到 10,000 噸以上，達到綠建築指標中的水資源有效利用目標之一。

另外，由於台北地區屬於高度開發之城市，不透水程度極高，每

當降雨超過排水渠道設計年度，常容易發生淹水之情形。因此，設置雨水利用設施可改善並延緩暴雨逕流出流時間，達到都市防災的效果。本案利用之雨水貯水槽 500 噸，依據收集面積 2,500 平方公尺，逕流係數 0.85 計算，在不考慮集流長度下，最大可承受時雨量 100mm 豪雨約 140 分鐘以上之減緩出流時間，對都市下水道在暴雨期間之負荷有極大之助益。

本工程說明詳參附件：「**雨水利用工程現況圖說**」所示。

第五節、高雄第一科技大學外語學院

一、現況問題分析

本校區終年日照強烈且植栽面積佔地廣，目前均利用校區內之地下水噴灌系統供澆灌利用，未有其他替代水源。由於外語大樓右棟有筏基雨水儲槽約 645 噸，目前只滯留雨水未將雨水做其他用途，可利用本儲槽並配合雨水貯留系統充分利用雨水，供大樓旁花木植栽澆灌利用，以減少建築物現有用水水源。

（一）灌溉需水量分析

本案雨水預估澆灌供水量，依 7,600 平方公尺的澆灌面積、土壤保水澆水量以每次 5 公分/平方公尺計算，每日約需 38 噸的雨水供應量。每日澆灌時間建議為下午五時後或晚間，避免於日曬嚴重時進行澆灌。

（二）基地降雨條件分析

依據所在地降雨條件分析得知，所在地豐水期每日勢能可用水量較全年平均值高 60% 左右，降雨季節分佈明顯，需建立較大的雨水利用槽收集雨季降雨供應旱季使用。另經由連續不降雨日分析可得知，本地區平均連續不降雨日則約在 9.66 日左右。

表 3-5-1、高雄第一科技大學所在地降雨條件分析表

分析項目	1690p002 楠梓	備註
年平均降雨量(mm)	1896.5	64 years
每日勢能用水量(mm/day)	5.20	January ~ December
最大日降雨量(mm)	654	July 1945
最大月降雨量(mm)	1795.0	August 1994
豐水期平均月降雨深度(mm)	255.3	April ~ October
豐水期每日勢能用水量(mm/day)	8.35	April ~ October

表 3-5-2、高雄第一科技大學所在地鄰近雨量站連續不降雨日分析表

站號	站名	測站位置	記錄年份	平均連續 不降雨日
1690P001	仁武	高雄縣仁武鄉仁武村	38	9.56
1690P002	楠梓	高雄市楠梓區新安里	64	9.76
平均值(日)				9.66

(三) 基地雨水收集條件分析：

以所在地平均連續不降雨日為 9.66 日進行計算，設置總量 695 噸之雨水貯槽(含筏基及緩衝水槽)，提供每日約 38 CMD 之雨水需用量，供水可靠度約在 52% 左右。

(四) 水資源改善前照片及說明

	<p>外語學院建築物旁空地，因位置接近筏基且施工方便，為設置雨水緩衝暨處理水槽的優良地點。</p>
---	---

	<p>利用外語學院外建築物排水管路接續進入雨水緩衝槽後進入筏基貯存，可增加筏基貯水量供應非雨季之用水。</p>
	<p>利用現有筏基及其出水管路，施工方便且可直接應用降低設置成本。</p>
	<p>校園澆灌採用雨水替代後，將可大大減少抽取地下水，降低造成之地層下陷等問題發生的情形。</p>

二、改善對策

於外語大樓右棟後側設置地下雨水配水槽及沉澱槽，將雨水初步蒐集過濾後再引入外語大樓 645 噸筏基雨水儲槽，並利用配水槽供大樓旁植栽澆灌利用。以替代校區現有澆灌水源，除可擴大雨水利用及

防洪排水效益外，並可讓學校增加綠建築教育宣導。降低大量之自來水及地下水使用量，達到綠建築指標中的水資源有效利用目標之一。

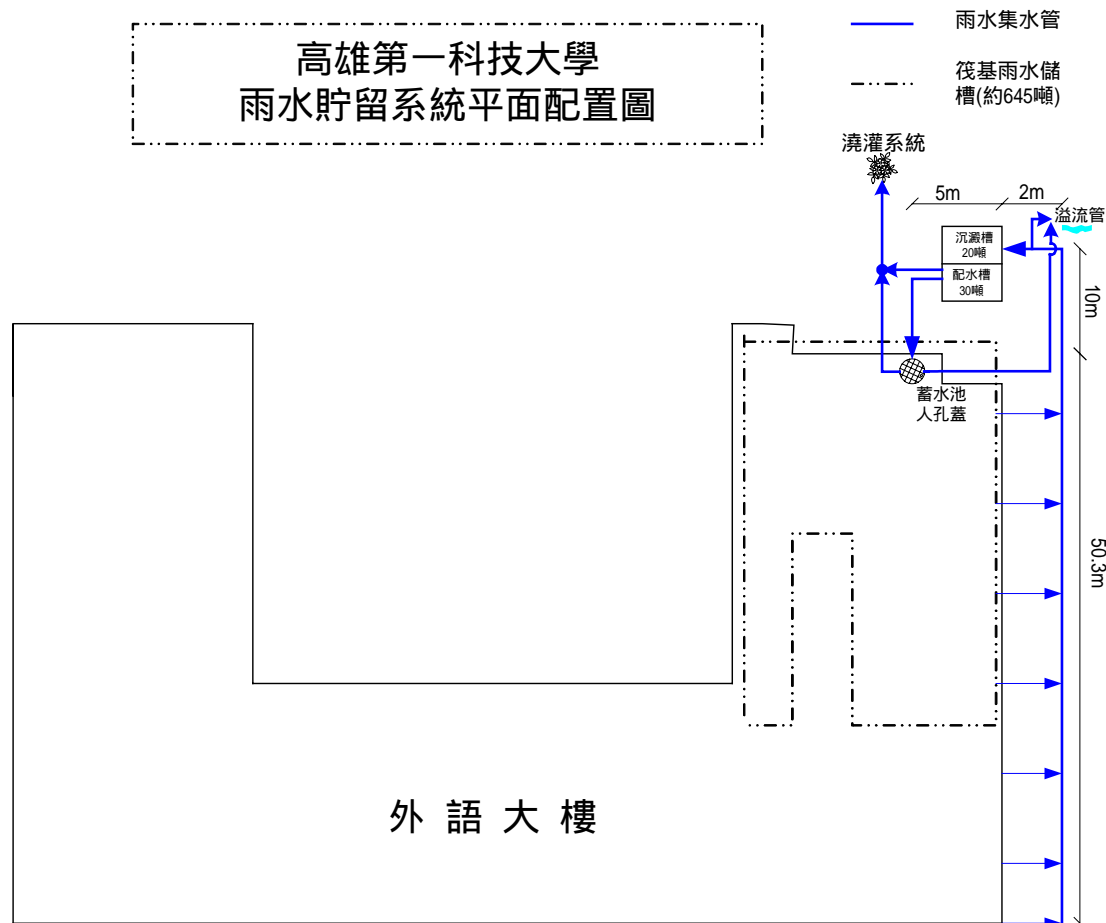


圖 3-5-1、高雄第一科技大學外語學院雨水收集及利用區域示意圖

三、設計規範

有效容量 50 噸鋼筋混凝土雨水貯水槽 1 座(含維護設施)

有效容量 5 噸鋼筋混凝土雨水緩衝處理槽 1 座(含 50 目篩網設施)，有效水深需大於 1.5m。

設備需求包括過濾網、馬達、(沉水式 1HP 或 3HP；依實際揚程

設計需求) 液位計及電磁閥、流量計(雨水貯槽出水管及筏基出水管) 手動制水閥:(依實際設計需求)及逆止閥(依實際設計需求)等設備。

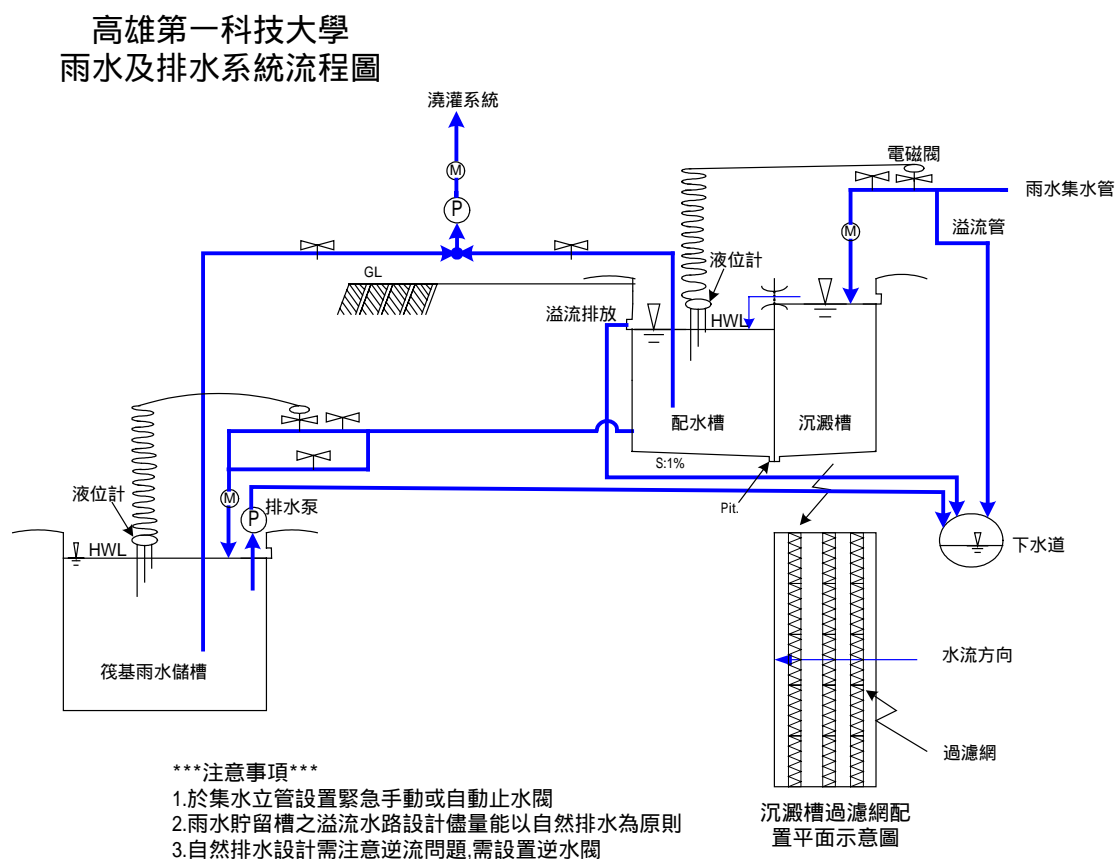


圖 3-5-2、高雄第一科技大學外語學院雨水及排水系統流程圖

四、設置成效推估

在設置雨水回收利用系統後，依據全年供水日 300 天進行估算。可替代用水點自來水或地下水用水量在 11,400 噸左右。扣除操作成本每年節省下來之無形水費在約在 10 萬 6 仟元左右。

本案若以替代水庫開發為出發點而以目前既有水庫平均開發成

本 24.5 元/噸計算，全年為政府節省下來之無形支出則達 30 萬元左右，成效極佳，尤其在南部缺水地區個具有指標性的意義。

另外，在防災的效益方面。本案利用之雨水配水槽 50 噸以及筏基貯水槽 645 噸，依據收集面積 3,000 平方公尺，逕流係數 0.85 計算，在不考慮集流長度下，最大可承受時雨量 100mm 豪雨約 160 分鐘以上之減緩出流時間，對大規模開發基地在暴雨期間之排水負荷有極大之助益。

本工程說明詳參附件：「雨水利用工程現況圖說」所示。

第四章、中水利用及污水處理工程

九十二年度本計畫執行之「綠色廳舍與學校水資源改善工程」中，進行中水利用工程或污水處理的機關學校計有五案次，各項工程規劃內容大綱如下所述：

- 1.內政部營建署北區工程處：主要工程內容為淘汰兩套現有之化糞池，安裝處理量分別為 20M³/D 及 33M³/D 的合併式污水處理設施，以提升放流水水質，降低放流水對環境之衝擊，期達成綠建築污水減量的目標。
- 2.衛生署桃園醫院：設置有效容量 5 噸中水配水槽及相關控制設施，收集洗腎室純水系統每日近 18 噸的排放水作為冷卻水塔及澆灌用水使用，成為醫院類建築物在中水可用水源來源有限下的北台灣第一示範點。
- 3.衛生署花蓮鳳林醫院：設置有效容量 20 噸中水配水槽及相關處理控制設施，結合既有 45 噸貯水槽替代原有地下水供水系統作為澆灌花木並結合景觀池進水規劃，為偏遠地區重要綠建築水資源指標示範點。
- 4.國立高雄海洋技術學院：設置再生水設計處理量 200 天/噸的三級處理與控制設施以及有效容量 100 噸的中水調控槽，替代原有自來水供水系統作為校園景觀水池補水以及廣大校園值

栽澆灌使用。為南部缺水地區重要綠建築水資源指標示範點。

5. 國立高雄第一科技大學：設置再生水設計處理量 100 噸/天的三級處理與控制設施以及有效容量 20 噸的中水調控槽，替代原有自來水供水系統作為校園植栽澆灌使用。配合本項另外執行之雨水利用工程、省水器材汰換工程，為南部學校完整綠建築水資源設計的重要示範點。

第一節、內政部營建署北區工程處

一、現況問題分析

營建署北區工程處位於台北縣中和市，基地面積 4000 平方公尺，為地下一層，地上五層的 RC 建築物。上班人數 200 人，宿舍規劃容量為 100 人，目前居住 30 人。污水處理設施目前為老式的化糞池，一座位於辦公大樓，另一座則位於宿舍區；此兩套設備皆已設置多年，雖功能正常，但因為舊式的化糞池系統，非目前所規定使用之合併式污水處理設施，排水水質不良可能造成影響環境甚鉅。為了提升放流水水質，降低建築物對環境的衝擊，建議更換新式的污水處理設施。

(一) 生活污水產生量分析

目前產生污水量的計算，辦公大樓人員每人每日約用 100 公升，而宿舍水量以每人每日 250 公升計算。得知：

辦公大樓用水量： $100\text{L} \times 200 \text{人} / 1000 = 20 \text{ 立方米/日}$

宿舍區用水量： $330\text{L} \times 100 \text{人} / 1000 = 33 \text{ 立方米/日}$

故辦公大樓需設置規模 20 立方米/日的處理系統，而宿舍區處理設施規模為 33 立方米/日。

(二) 水資源改善前照片及說明

	<p>辦公大樓後方之舊型化糞池，已經無法滿足現行的污水排放標準，作為營建署的附屬機關，更應推動換裝新式污水處理設施降低建築物對環境之衝擊，有帶頭示範的效果。</p>
	<p>與辦公大樓之舊型化糞池相同，本圖所示之宿舍區化糞池系統亦已無法滿足現行的污水排放標準，作為營建署的附屬機關換裝新式污水處理設施更是當務之急。</p>

二、改善對策

建築物污水處理設施於處理技術上已相當成熟，目前市面上之預鑄式系統，其產品皆經主管機關審定功能合格並登記上市。故建議直接選用功能審定合格之預鑄式產品並以經相關技師簽證之設計圖進行施工。

三、設計規範

辦公人數 200 人及宿舍 100 人份之生活污水處理設施各一套。在出流水水質方面，需符合放流水標準(BOD: 80mg/L 以下, SS: 80mg/L 以下)之要求。

如為預鑄式污水處理設施，需經主管機關審定功能合格並登記上市之產品。如為現地建造的污水處理系統，其工程設計圖需經相關技師簽證。本污水處理設施發包規格如與水污染防治法、建築技術規則及其他相關法規衝突或未規定之部分，以相關法規規定之要求為主。

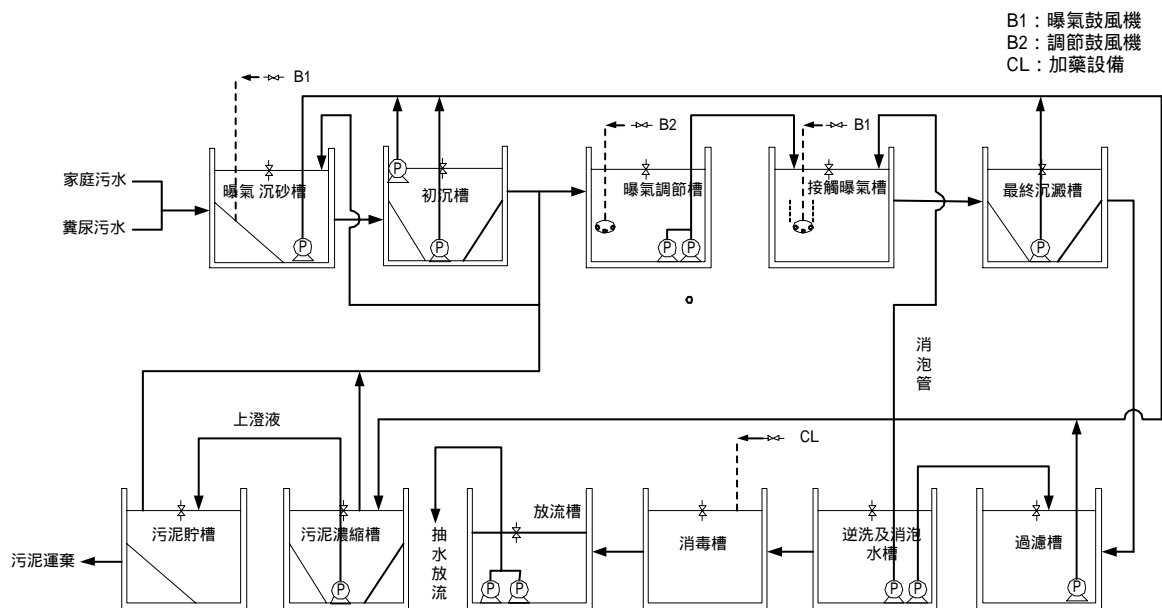


圖 4-1-1、營建署北區工程處污水處理設施系統建議流程圖

四、設置成效推估

本污水處理設施建造成本估計約需 120 萬元，每噸建造處理成本約為 12,000 元/噸，處理後放流水水質可以符合 87 年之環保署放流水水質標準 BOD<80mg/L、SS<80mg/L。故在因應環保署開徵水污費後，估計每噸污水排放費約可節省 2 元/噸，每年可以節省水污費約 73,000 元/年左右。其最大之效益在於降低建築基地排水對環境之衝擊。

本工程說明詳參附件：「中水利用工程現況圖說」所示。

第二節、衛生署桃園醫院

一、現況問題分析

桃園醫院用水費用平均每年高達近 200 萬元，而絕大部分的用水是使用於 RO 系統、鍋爐設備以及冷卻水塔等高耗水設備。由於建築物耗水嚴重，極需尋求降低耗水的設備來達成建築物水資源減量的目標。

(一) 中水產生量分析

本案中水取水來源點每日約有 18.3 至 21 CMD 之水量，可全數收集作為冷卻水塔補充水及澆灌用水使用。

(二) 水資源改善前照片及說明





目前本大樓最大用水點在於冷卻水塔散熱過程中的水量溢散補水，若能善用每日近 20 噸的中水作為補水的來源，將能有效降低建築物整體用水量。



利用現有 RO 系統補水專用水箱作為回收中水之貯水槽，不但可降低設置成本，對內存自來水硬度也有稀釋之功能。

二、改善對策

由於純水系統在造水時，因其所要求的純水品質不同而會有不同的造水率，造水率越高者，在一定的純水量要求下，其消耗的原取水量(自來水)會越低。反之，造水率越低者，在一定的純水量要求下，其消耗的原取水量(自來水)會越高。因此，針對本案 R.O.系統之排放水而言，必須經過水質基本分析後才能確定是否合適直接應用純水系

統的排放水。或必須加以處理後再重新利用。

在經過水質基本分析後，純水系統的進排水以及鍋爐用水的進水水質如表 4-2-1 所示。

表 4-2-1、桃園醫院產水點及用水點水質水量資料表

採樣點	水量 (M ³ /D)	pH 值	導電度值 (μ S/cm)	總硬度 (as CaCO ₃ mg/L)	Ca 硬度 (as CaCO ₃ mg/L)
R.O.系統產水	-	7.7	19.6	3.1	0.55
R.O.系統排水	18 ~ 20	7.8	402	16.0	2.75
87 年飲用水水質標準	-	6.0~8.5	-	500 (台灣省)	-

由表 4-2-1 得知，R.O.系統的排水量達 18 ~ 20 CMD，且硬度相當低；此股水除了可供應澆灌用水之外，尚可作為冷卻水塔的補充水。

本案回收水來源為純水系統之排放水，而純水系統的進流水為自來水，並非一般生活污水，因此，水質應相當穩定。經實際分析後發現此股水水質相當好，且來源單純，不需進一步處理即可回用至次級用水。但是因為醫院建築物多，產水點與用水點間距離遠且管路複雜。需注意回收水管線需與一般用水管線區隔且需標示清楚。

三、設計規範

本案之設計規範，乃依經濟部水利署 89 年 4 月出版「雨水貯留及中水道二元供水系統應用手冊第二版」建議之中水道二元供水系統水質建議標準進行設計，其它工程設計均依國內營建法規、建築技術

規則及相關環保法規標準設計。

本研究建議之系統及設計流程規範如下：

表 4-2-2、中水系統水質設計建議標準

用途 項目	散水用水	景觀用水	廁所沖洗用水
大腸菌數(個/mL)	不能檢出	不能檢出	10 以下
BOD(mg/L)	-	10 以下	-
PH	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
濁度(NTU)	10 以下	5 以下	
臭氣	無不舒適	無不舒適	無不舒適
外觀	無不舒適	無不舒適	無不舒適
色度(鉑鈷)	40 以下	10 以下	40 以下
餘氯(mg/L)	0.4 以上	臭氧消毒	保有餘氯
說明	不與人體接 觸為原則	不與人體接 觸為原則	---
散水用水包括：灑水用水及澆灌用水。			

貯槽工程包括不銹鋼水槽含基座及配管五金雜料等，而水電工程則包括電磁閥、1Hp 加壓泵、1/4Hp 加壓泵、液位計、流量計、手動閥（依實際設計需求）等。

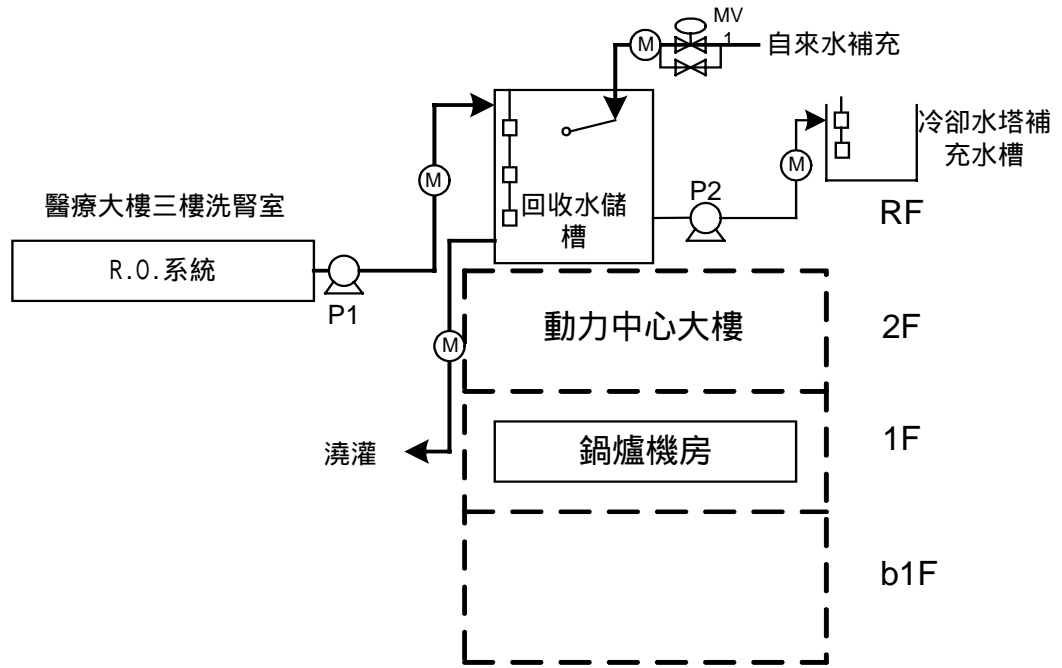


圖 4-2-1、衛生署桃園醫院中水系統建議流程圖

設計說明：

* 回收水儲槽達低液位時打開電磁閥補充自來水，至高液位時關閉電磁閥。

* P1 為加壓泵，當 R.O.系統產水時即送水至回收水儲槽。

* 回收水儲槽需設一溢流孔，排出多餘無回用的回收水。

* 冷卻水塔補充水槽達低液位時即開 P2 補水至高水位停。

回收水管線需上綠色，並每五米長即標示為再生水配水管。

四、設置成效推估

在設置中水回收利用系統後，依據全年供水日 365 天進行估算。可替代用水點自來水用水量約 6,716 噸。扣除年操作費用每年節省下來之無形水費在約在 6 萬元左右。若單純以估計需投入的 29 萬元設置經費計算，回收年限可壓縮在 5 年內，對公共工程而言，是回收效益極高的工程。

本案若再以替代水庫開發為出發點，並以目前既有水庫平均開發成本 24.5 元/噸計算，全年為政府節省下來之無形支出則高達 16.5 萬元左右，成效極佳，更具有指標性的意義。

本工程說明詳參附件：「中水利用工程現況圖說」所示。

第三節、衛生署鳳林榮民醫院

一、現況問題分析

本院院內有一景觀生態水池，其容量約 300 噸，平日皆以軟水補充其入滲或蒸發水量，且院內仍栽種許多小灌木及每天必須澆水之草皮，因目前醫院已有一淨水處理廠使用離子交換系統，其水源為地下水，而離子交換系統因再生及逆洗所產生之排水全部放流未回收，而且院內景觀池之補水及澆灌用水，均使用淨水系統所產生之軟水，耗費相當高之水資源成本，每日景觀補水及澆灌用水量約 60 噸左右，但實際上澆灌用水水質，可以不使用軟水水源，因此耗用了大量珍貴的水資源與製造軟水所需之能源消耗。

（一）中水產生量分析

本案中水取水來源點每日約有 100 CMD 之水量，可全數收集作為景觀生態水池補充水及澆灌用水使用。

（二）水資源改善前照片及說明



現有軟水系統每日有 100 噸未回收使用的乾淨排放水，而採用經大量能源製造之軟水來供應次級用水是相當浪費的一件事。



生態景觀水池每日的補充水量接近 60 噸，全部使用軟水供應，對建築基地而言是一種非常浪費的行為。



利用既有水箱作為回收中水之貯水槽，可大大降低設置成本。

	<p>連結既有噴灌系統除可降低設置成本外，對擴大本建築基地中水的利用量也有相當的助益。</p>
---	---

二、改善對策

用現有之淨水系統，因離子交換樹脂再生及逆洗所產生之排放水約有 100 噸，將後段 80% 左右約 80 噸之較乾淨之排水回收再利用，以替代現使用之軟水水源，並利用現有 45 噸 RC 建造之配水槽做為中水回收水貯槽，再利用現場導電度計作水質監控，以保持回收水水質之安全性及穩定性，如此可以節省及替代地下水之抽取量及軟水用水量，每天可節省軟水用量約 80 噸，以替代生態景觀水池及周邊草皮之澆灌，達到綠建築指標中的水資源有效利用目標，由於軟水用量降低，也可間接降低能源耗用量。

三、設計規範

本案之水質設計規範同表 4-2-2 所示，乃依經濟部水利署 89 年 4

月出版「雨水貯留及中水道二元供水系統應用手冊第二版」建議之中水道二元供水系統水質建議標準進行設計，其它工程設計均依國內營建法規、建築技術規則及相關環保法規標準設計。

工程內容包括 20 噸 RC 配水槽、配管以及水量/水質自動監控設備施工等項目，而水電工程則包括電磁閥、加壓泵、液位計、流量計、手動閥（依實際設計需求）等項目。

符號	設備名稱
	輸水或加壓泵
A_1	20噸RC中水配水槽
	現場偵測導電度計
Z	逆止閥

控制功能設定：

1. 當45m³即有貯槽達高液位時，排放水槽馬達應停止抽水。
2. 當45m³即有貯槽達低液位時，排放水槽馬達應啟動抽水。
3. 當20m³貯槽達高液位時，排放水槽馬達應停止抽水。
4. 當20m³貯槽達低液位時，排放水槽馬達應啟動抽水。
5. 當排放水槽達低液位時，排放水槽所有馬達應停止抽水。
6. 排放水槽導電度自動偵測計當收到訊號導電度值超過600us/cm時，則排放水槽所有馬達應停止抽水。

注意事項：

1. 中水所有管路應漆成綠色，並不得與自來水管錯接。
2. 輸送管路以埋入地底30cm鋪設，經過柏油或水泥路面約有50m，應計算柏油或水泥開挖及回填之成本。
3. 液位控制使用水銀液位三相控制。
4. 所有幫浦pump double，並交替作用。
5. 用電規格為380V三相四線，或220V三相四線。
6. 輸水管以埋入地底30cm鋪設。
7. 施工工程包含告示牌製作安裝。
8. 所有施工設備應具防銹防蝕及防風之功能。
9. 回收系統設備應具一年以上之保固期。

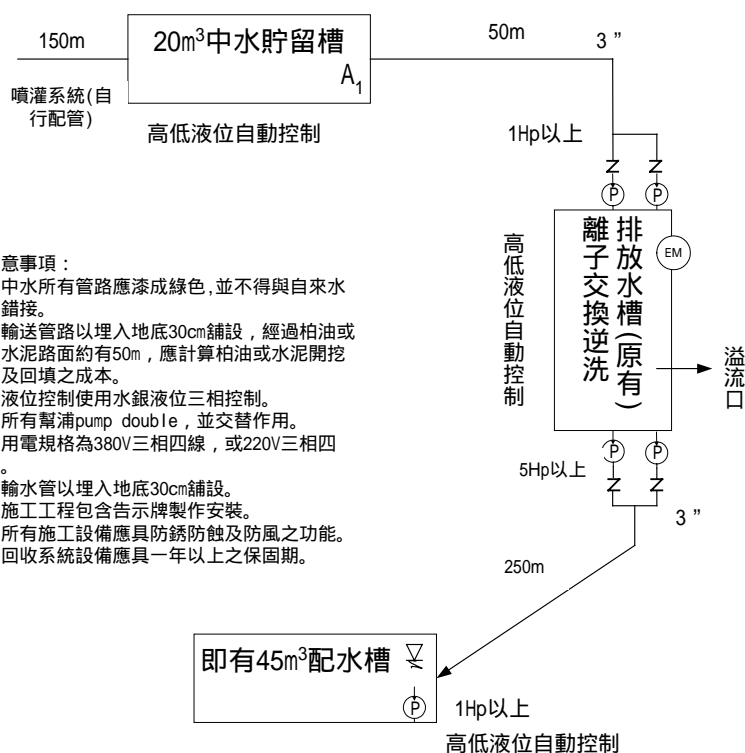


圖 4-3-1、衛生署鳳林榮民醫院中水系統建議流程圖

四、設置成效推估

中水設計回收量以每日 80 噸計算，年回收中水使用量估計可達

29,000 噸以上，若以自來水費 11 元計算，年節約水費估計在 32 萬元左右，配合設置成本估計約需 915,000 元之下，本工程回收年限可縮短至 3 年以內，對公共工程而言有極佳之效益。由於是偏遠地區醫院之首例，其教育意義及示範功能效益更無法估計，達成綠建築指標中的水資源有效利用目標。

本工程說明詳參附件：「中水利用工程現況圖說」所示。

第四節、國立高雄海洋技術學院

一、現況問題分析

本校校園內有一景觀生態水池，其容量約 500 噸，平日皆以地下水補充其入滲或蒸發水量，且校內仍栽種許多小灌木及每天必須澆水之草皮，目前學校於已於污水處理廠建造一 100 噸之中水貯槽，規劃污水處理廠之放流水回收再利用於澆灌及景觀用水，但因技術及經費問題無法動工建造中水回用系統，以聯結現有之地下水及自來水噴灌系統實施澆灌，而每日澆灌及景觀池補注用水量約 120 噸左右，但實際上澆灌用水水質，可以考慮不使用自來水及地下水水源，因此耗用了大量珍貴的水資源。

（一）中水產生量分析

本案中水取水來源點每日約有 200 CMD 之水量，可全數收集作為景觀生態水池補充水及擴大作為澆灌用水使用。

（二）水資源改善前照片及說明



校園內接近污水處理場的大型景觀池，目前以自來水配合井水作為每日消耗水量的補水來源，在缺水地區對建築基地的水資源而言，是一種相當大的負荷。不符合綠建築的精神。



既有地下水供應次級用水，若超抽水量除可能造成區域地層下陷之危機外，於旱季更有抽不到水的窘況。



接續校園污水處理廠排出之二級處理水，於既有 100 噸中水貯水槽上方設置三級處理設備後供應校園基地內之次級用水使用，在缺水地區對綠建築水資源指標的實現有更強烈的意義存在。



廣大校園之澆灌，利用再生水除可節約水資源外，對增進植物的生長也有很好的功效。

二、改善對策

本校目前有二處污水處理廠，污水處理設計總量每日 400CMD，而且其放流水水質穩定，符合環保署放流水水質標準，因此規劃將 200 噸的放流水再進行三級處理，在符合澆灌用水水質標準下替代地下水之抽取或自來水用量作為澆灌及景觀水池補水用途。

建議之供水對象為新校區之運動場、中央廣場、生態水池及周邊草皮，設計處理量為 200 噸，來達到綠建築指標中的水資源有效利用目標。

三、設計規範

本案之水質設計規範同表 4-2-2 所示，乃依經濟部水利署 89 年 4 月出版「雨水貯留及中水道二元供水系統應用手冊第二版」建議之中水道二元供水系統水質建議標準進行設計，其它工程設計均依國內營

建法規、建築技術規則及相關環保法規標準設計。

工程內容包括中水三級處理設備、20 噸 RC 配水槽三座、配管以及水量/水質自動監控設備施工等項目，而水電工程則包括電磁閥、加壓泵、液位計、流量計、手動閥（依實際設計需求）等項目。

本系統在處理再生回收水水質穩定狀況下,再生處理系統之活性炭及臭氧設備規劃切換開關,可以選擇其中一種處理設備,與前面砂濾系統配合處理,以減少操作成本,並以 HMI 之人工界面及 PLC 來控制整個系統之運轉及操作,亦可連接電腦進行遠端監控。

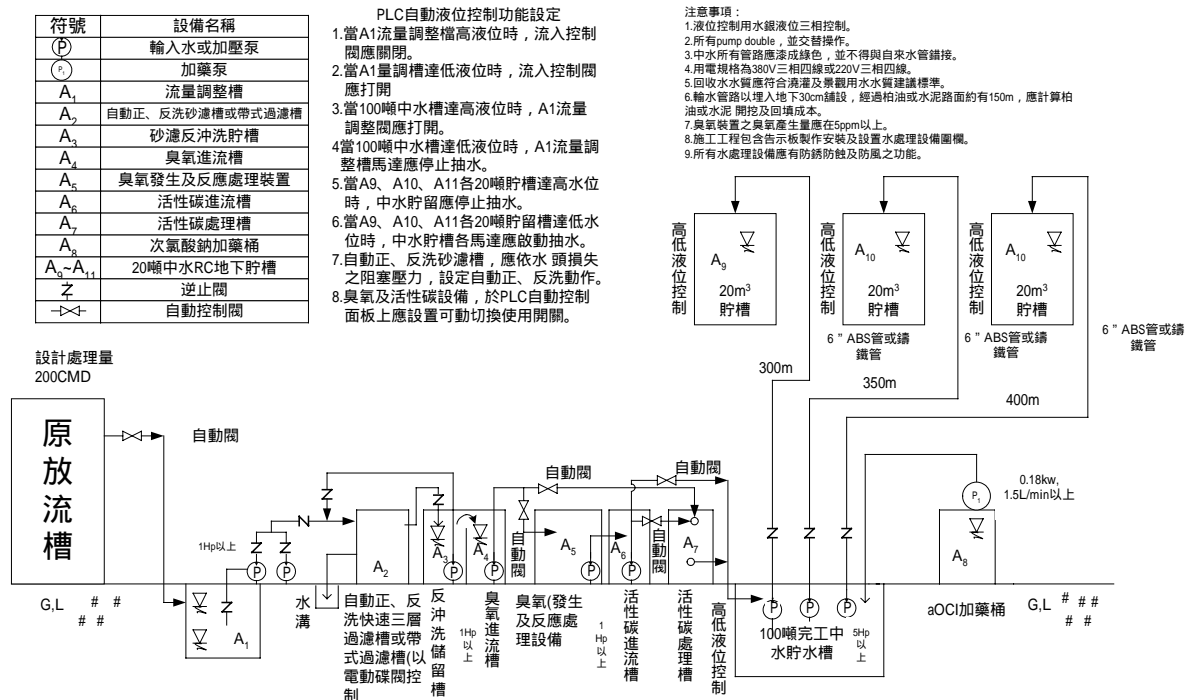


圖 4-4-1、國立高雄海洋技術學院中水系統建議流程圖

四、設置成效推估

在設置中水回收利用系統後，依據全年供水日 300 天進行估算。可替代用水點自來水或地下水用水量約 73,000 噸。節省用水點用水比例為 100%，扣除年操作費用每年節省下來之無形水費在約在 70 萬元左右。

本案若以替代水庫開發為出發點並以目前既有水庫平均開發成本 24.5 元/噸計算，全年為政府節省下來之無形支出則高達 179 萬元左右，成效極佳，尤其在南部缺水地區個具有指標性的意義。

本工程說明詳參附件：「中水利用工程現況圖說」所示。

第五節、國立高雄第一科技大學

一、現況問題分析

由於始創建於民國 82 年，校內仍栽種許多小灌木及每天必須澆水之草皮，目前學校於高速公路旁植種許多草皮及小灌木，每日均抽取大量之地下水或自來水水源，使用自動噴灌系統實施澆灌，每日用於高速公路坡旁澆灌用水量約 50 噸左右，但實際上澆灌用水水質，可以不使用自來水及地下水水源，因此耗用了大量珍貴的水資源。

(一) 中水產生量分析

本案中水取水來源點每日約有 100 CMD 之水量，可全數收集作為澆灌用水使用。

(二) 水資源改善前照片及說明



校園內接近高速公路邊坡之植栽澆灌區，目前使用大量自來水或地下水聯合進行澆灌。由於其位置接近基地放流水處，在未能使用再生水情況下，不符合基地水資源有效利用之宗旨。

	<p>既有污水處理場設備完善，已達二級排放水標準，若能增設三級處理設施生產中水提供次級用水使用，對缺水地區學校而言，具有降低實際水費與教育上的雙重功能。</p>
	<p>既有放流水槽可作為中水設備的緩衝進水槽，將低設置成本。</p>
	<p>中水設備設置點洽位於污水處理場旁，位置適中、空間足夠且未來可由既有污水處理場人員就近維護，無操作上之困難。</p>

二、改善對策

本校目前有一污水處理廠，污水處理設計量每日 400CMD，實際

處理量每日約 100 噸左右，且其放流水水質穩定，符合環保署放流水水質標準，因此若能將放流水再作處理，以符合澆灌用水水質標準，則可以節省及替代地下水之抽取量約 100 噸/日，未來校內澆灌用水量增加後，將可達到零排放之目標，進而達到綠建築指標中的水資源有效利用目標。

三、設計規範

本案之水質設計規範同表 4-2-2 所示，乃依經濟部水利署 89 年 4 月出版「雨水貯留及中水道二元供水系統應用手冊第二版」建議之中水道二元供水系統水質建議標準進行設計，其它工程設計均依國內營建法規、建築技術規則及相關環保法規標準設計。

工程內容包括中水三級處理設備、20 噸 RC 配水槽一座、配管以及水量/水質自動監控設備施工等項目，而水電工程則包括電磁閥、加壓泵、液位計、流量計、手動閥（依實際設計需求）等項目。

本案以生活污水的處理為主，採用活性炭、自動正逆洗三層砂濾及次氯酸鈉消毒設備處理，可去除有機污染物、懸浮固體物及色度，主要處理污染水質項目為總菌落數、E-coli(大腸桿菌群)及 SS(懸浮固體物)，本污水處理設施設計規劃符合相關法規規定，而在功能上處理後要求應能符合再生水標準。

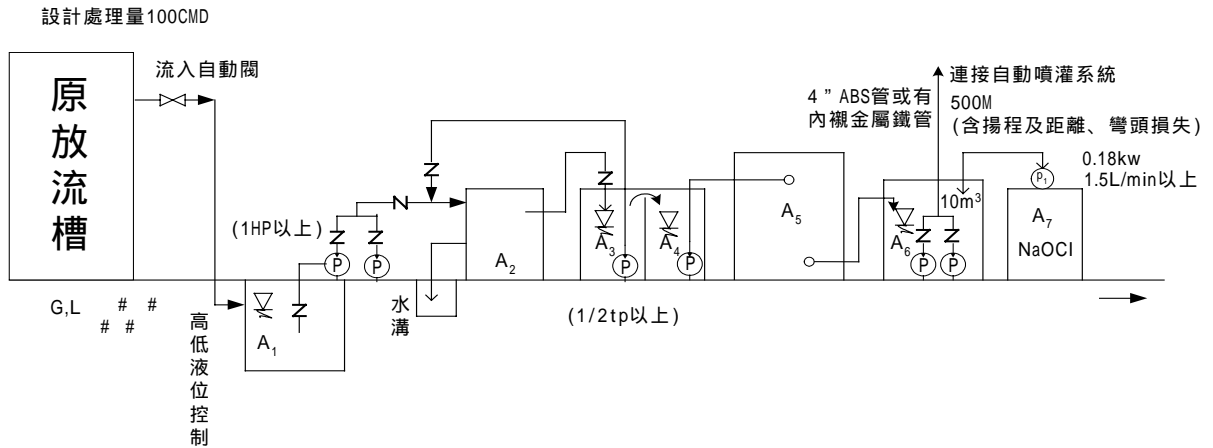


圖 4-5-1、國立高雄第一科技大學中水系統建議流程圖

四、設置成效推估

在設置中水回收利用系統後，依據全年供水 300 天進行估算。可替代用水點自來水或地下水用水量約在 30,000 噸左右。節省用水點用水比例為 100%，扣除操作成本每年節省下來之無形水費在約在 30 萬元左右。

本案若以替代水庫開發為出發點，並以目前既有水庫平均開發成本 24.5 元/噸計算，全年為政府節省下來之無形支出則高達 90 萬元左右，成效極佳，尤其在南部缺水地區個具有指標性的意義。

本工程說明詳參附件：「中水利用工程現況圖說」所示。

第五章、省水器材汰換工程

九十二年度本計畫執行之「綠色廳舍與學校水資源改善工程」中，進行省水器材汰換工程的機關學校計有五案次，各項工程規劃內容大綱如下所述：

- 1.內政部營建署北區工程處：聯合大樓水龍頭及馬桶換裝省水型水龍頭，女廁坐式及蹲式馬桶換裝低水箱二段式沖水器，員工宿舍淋浴間換裝省水型蓮蓬頭，期達成建築物用水減量的目標。
- 2.國立雲林科技大學：宿舍區每層洗衣間保留三隻一般型水龍頭不更換，其餘換裝為省水型水龍頭。寢室水龍頭及馬桶換裝省水型水龍頭並加裝省水起泡器，女廁坐式及蹲式馬桶換裝低水箱二段式沖水器及二段式省水快沖凡而，期達成建築物用水減量的目標。
- 3.國立嘉義大學：學生宿舍區及宿舍區餐廳洗手台水龍頭換裝省水型水龍頭預，女廁坐式及蹲式馬桶換裝二段式沖水器，期達成建築物用水減量的目標。
- 4.國立台南師範學院：誠正樓及靜敬齋之女廁高低水箱全面換裝二段式沖水器，期達成建築物用水減量的目標。
- 5.國立高雄第一科技大學：外語學院教學大樓洗手台單槍混合龍

頭加裝省水起泡頭；女廁坐式及蹲式馬桶換裝二段式省水快沖
凡。配合本建築物另外執行之雨水利用工程，為南部學校完整
綠建築水資源設計的重要示範點。

第一節、內政部營建署北區工程處

一、現況問題分析

營建署北工處聯合大樓在用控水器材方面，改善前所使用的水龍頭為非省水型水龍頭，建議汰換為省水標章之立式長柄省水型龍頭，男廁原來沖洗清潔用具之盥洗槽水龍頭則保留不更換，全棟大樓女廁部分有高低水箱全為一般型，建議改裝為二段式沖水器，男廁不必更換，宿舍蓮蓬頭部份目前所使用的為非省水型，建議全面換裝正字標記省水標章之單槍蓮蓬頭，廁所內原來沖洗清潔用具之盥洗槽水龍頭則保留不必更換。

二、改善對策

北工處聯合大樓水龍頭及馬桶換裝省水型水龍頭，女廁坐式及蹲式馬桶換裝低水箱二段式沖水器，員工宿舍淋浴間換裝省水型蓮蓬頭。

(一) 水資源改善前後照片及說明

換裝前	改善措施說明
	水龍頭換裝為 省水型水龍頭
	女廁坐式及蹲式 馬桶換裝 水箱二段式沖水器

三、設計規範

1. 承包商應採購具省水標章或綠色標章之省水器材產品。
2. 廠商須切結保證提供足夠之零件以便維修及服務。
3. 本工程需配合發包單位進行施工及測試。
4. 規劃數量說明如下：

表 5-1-1、營建署北區工程處省水器材建議汰換型式及數量

項次	項目	單位	數量
小便斗	電沖器	套	20
水龍頭	面盆用立式	只	27
	長頸式	只	6
馬桶	低水箱馬桶二段式沖水器	套	37
	高水箱馬桶二段式沖水器	套	10
宿舍蓮蓬頭	單槍蓮蓬頭	套	20

四、設置成效推估

表 5-1-2、省水器材節水效益簡表

	省水馬桶	水龍頭	電沖器	蓮蓬頭
估計每座(個)節水量(公升/日)	25.5	33	2	100

省水龍頭方面，平均每個龍頭由每分鐘 20 公升用水量降為每分鐘 9 公升，平均每分鐘節省水量 11 公升，平均每天每個龍頭總使用時間約為 3 分鐘，每個龍頭每天節省水量 33 公升。馬桶部份，每座馬桶用水由先前 12 公升降低為大號 9 公升和小號 4.5 公升，平均每座馬桶每天使用大號 1 次和小號約 3 次，估計每座每日約可節省用水量 25.5 公升。電沖器小便斗每座每日以節約 2 公升計算。節水型蓮蓬頭每分鐘出水量由一般型的每分鐘 20 公升降低為 10 公升，推估每天全部節省水量約為 3,328 公升，若以年使用 300 天計算，每年約可節約近 1,000 噸的自來水使用量。有效達成建築物用水減量的綠建築目標。

第二節、國立雲林科技大學

一、現況問題分析

宿舍區建築物的用控水器材仍為一般型，屬於耗水型建築物，在推動校園建築物滿足綠建築水資源指標要求中，用水減量工作就成了第一必要的改善項目。

二、改善對策

在用控水器材方面，建議改善的項目為宿舍區水龍頭及馬桶，目前所使用的水龍頭為非省水型水龍頭，建議汰換為省水標章之立式長柄省水型龍頭，原來沖洗清潔用具之盥洗槽水龍頭則保留不更換，A、B、D1、G 棟 8 樓及 9 樓女生宿舍區每層洗衣間保留三隻一般型水龍頭不更換，女廁部分殘障廁所低水箱共 8 套，全為一般型，建議改裝為二段式沖水器，其餘為蹲式一段快沖凡而，建議女廁部份快沖凡而全面換裝獲省水標章之二段油壓式快沖凡而，以達節水之成效，其餘男宿舍 C、D2、D3、E、F、G 棟蹲式馬桶沖水器不更換，水龍頭全面換裝省水標章之省水型龍頭，感應式小便斗則不必更換。

換裝前	換裝措施說明
	<p>A 到 G 棟和洗衣間水龍頭換裝成省水型</p>
	<p>A、B、D、G 棟女廁快沖凡而換裝成省水型</p>

三、設計規範

1. 承包商應採購具省水標章或綠色標章之省水器材產品。
2. 廠商須切結保證提供足夠之零件以便維修及服務。
3. 本工程需配合發包單位進行施工及測試。
4. 規劃數量說明如下：

表 5-2-1、國立雲林科技大學宿舍區省水器材建議汰換型式及數量

項次	項 目	單位	數量
A-G棟水龍頭	省水標章之立式長柄省水型水龍頭	個	1352
女廁馬桶	低水箱馬桶二段式沖水器 (僅更換女廁)	組	8
	二段式快沖凡而(僅更換女廁)	組	202

四、設置成效推估

省水器材節水效益參照表 5-1-2 所示進行計算，推估每天全部節省水量約為 49,971 公升，即每日節約近 50 噸的用水量，若以年使用 300 天計算，每年約可節約近 15,000 噸的自來水使用量。有效達成建築物用水減量的綠建築目標。

第三節、國立嘉義大學

一、現況問題分析

目前整體待改善之建築群為學生宿舍區以及宿舍區餐廳，現況都使用非省水型水龍頭。宿舍區餐廳男廁小便斗感應沖水器損壞漏水。女廁則使用一般沖水馬桶，無法大小號分段沖水，造成建築物水資源浪費。

二、改善對策

宿舍區水龍頭建議汰換為省水標章之立式長柄省水型龍頭，原來沖洗清潔用具之盥洗槽水龍頭則保留不更換，女生三舍區每層洗衣間保留三隻一般型水龍頭不更換，女廁部分高水箱共 7 套，全為一般型，建議改裝為二段式沖水器，男 5 舍每層洗手台保留 2 個水龍頭不更換，其餘汰換為省水標章之立式長柄省水型龍頭，男 6 舍每層洗手台保留 1 個水龍頭不更換，其餘汰換為省水標章之立式長柄省水型龍頭，以達節水之成效，男 2 宿舍每層洗手台保留 2 個水龍頭不更換，其餘汰換為省水標章之立式長柄省水型龍頭，男 1 宿每層洗手台保留 1 個水龍頭不更換，其餘汰換為省水標章之立式長柄省水型龍頭，水龍頭換裝省水標章之省水型龍頭，宿舍區餐廳男廁感應式小便斗更換為省水標章之感應式沖水器，宿舍餐廳洗手台水龍頭汰換為省水標章

之立式長柄省水型龍頭，女廁洗手台水龍頭汰換為省水標章之立式長柄省水型龍頭，女廁 3 座低水箱馬桶換裝二段式沖水器。

<p>換裝前</p>	<p>換裝後</p>
	
<p>改善前宿舍餐廳洗手台</p>	<p>改善後宿舍餐廳洗手台</p>
	
<p>改善前宿舍餐廳女廁所坐式馬桶</p>	<p>改善後宿舍餐廳女廁所坐式馬桶</p>
	
<p>改善前研究生 1 舍洗手台</p>	<p>改善後研究生 1 舍洗手台</p>



三、設計規範

1. 承包商應採購具省水標章或綠色標章之省水器材產品。
2. 廠商須切結保證提供足夠之零件以便維修及服務。
3. 本工程需配合發包單位進行施工及測試。
4. 規劃數量說明如下：

表 5-3-1、國立嘉義大學宿舍區省水器材建議汰換型式及數量

項次	項 目	單位	數量
水龍頭	省水標章之立式長柄省水型水龍頭	個	242
女廁馬桶	二段式快沖凡而(僅更換女廁)	組	10

四、設置成效推估

省水器材節水效益參照表 5-1-2 所示進行計算，推估每天全部節省水量約為 8,241 公升，若以年使用 300 天計算，每年約可節約近 2,500 噸的自來水使用量。有效達成建築物用水減量的綠建築目標。

第四節、國立台南師範學院

一、現況問題分析

台南師範學院在省水器材方面，主要改善的建築為誠正樓、靜敬齋及懷遠齋之衛生設備馬桶，另包含啟明苑一座。目前所有高低水箱及快沖凡而均使用一般一段式沖水器，使用一般沖水馬桶，無法大小號分段沖水，造成建築物水資源浪費。

二、改善對策

誠正樓及靜敬齋之女廁高低水箱全面換裝二段式沖水器。

(一) 水資源改善前後照片及說明

換裝前	換裝後
	
舊有高水箱	兩段式高水箱配件

三、設計規範

1. 承包商應採購具省水標章或綠色標章之省水器材產品。

2.廠商須切結保證提供足夠之零件以便維修及服務。

3.本工程需配合發包單位進行施工及測試。

4.規劃數量說明如下：

表 5-4-1、國立台南師院宿舍區省水器材建議汰換型式及數量

項次	項 目	單位	數量
誠正樓	高水箱二段式沖水器	套	54
	低水箱二段式沖水器	套	21
靜敬齋	高水箱二段式沖水器	套	7
	低水箱二段式沖水器	套	2
懷遠齋	高水箱二段式沖水器	套	24
	低水箱二段式沖水器	套	0
啟明苑	高水箱二段式沖水器	套	0
	低水箱二段式沖水器	套	1

四、設置成效推估

省水器材節水效益參照表 5-1-2 所示進行計算，推估每天全部節省水量約為 2,780 公升，若以年使用 300 天計算，每年約可節約近 835 噸的自來水使用量。有效達成建築物用水減量的綠建築目標。

第五節、國立高雄第一科技大學

一、現況問題分析

高雄第一科技大學在省水器材方面，主要改善的建築為外語學院教學大樓。目前本建築所有座式及蹲式馬桶均使用一般一段式沖水器，使用一般沖水馬桶，無法大小號分段沖水，洗手台單槍水龍頭亦未換裝省水器材，造成建築物水資源浪費。

二、改善對策

外語學院教學大樓洗手台單槍混合龍頭加裝省水起泡頭，女廁坐式及蹲式馬桶換裝二段式省水快沖凡。

換裝前	換裝後
	
舊有非節水型水龍頭	花灑型省水龍頭

	
<p>舊有女廁快充凡而</p>	<p>兩段式女廁快沖凡而</p>

三、設計規範

1. 承包商應採購具省水標章或綠色標章之省水器材產品。
2. 廠商須切結保證提供足夠之零件以便維修及服務。
3. 本工程需配合發包單位進行施工及測試。
4. 規劃數量說明如下：

表 5-5-1、國立高雄第一科技大學外語學院大樓省水器材建議汰換型式及數量

項次	項 目	單位	數量
洗手台單槍水龍頭	加裝省水起泡頭	個	46
女廁坐式及蹲式馬桶	坐式馬桶換裝二段式沖水器	組	13
	蹲式馬桶換裝二段式快沖凡而	組	55

四、設置成效推估

省水器材節水效益參照表 5-1-2 所示進行計算，推估每天全部節省水量約為 3,250 公升，若以年使用 300 天計算，每年約可節約近 975 噸的自來水使用量。有效達成建築物用水減量的綠建築目標。

第六章、結論與建議

第一節、結論

九十二年度本計畫執行之「綠色廳舍與學校水資源改善工程」，進行既有廳舍建築物雨水利用、中水利用以及省水器材改善工程。各項工程之工程摘要及效益如表 6-1 及表 6-2 所示：

表 6-1、92 年度雨水及中水利用工程補助案效益一覽表

雨水			
案名	設置噸數 日供水能力	年節水效益 (噸/年)	減緩同收集面積下之 暴雨逕流出流時間(分)
中正紀念堂	900 68	11,600	85
內政部警政署	50 10	1,350	35
經濟部 中央地調所	30 10	1,350	15
中央聯合辦公 大樓北棟	10 + 500(筏基) 35	10,000	140
國立高雄 第一科技大學	50 + 645(筏基) 38	11,400	160
中水			
案名	設置噸數 日供水能力	年節水效益 (噸/年)	簡要說明
衛生署 桃園醫院	5 20	6,700	北區醫院示範
衛生署 鳳林榮民醫院	65 80	29,000	偏遠地區示範
國立高雄 海洋技術學院	60 200	73,000	缺水地區典範
國立高雄 第一科技大學	20 100	30,000	缺水地區完整水資源 系統示範

註：營建署北區工程處屬於污水處理設施改善，不列入中水利用成效

表 6-2、92 年度省水器材補助案效益一覽表

省水器材	
案名	年節水效益 (噸/年)
營建署北區工程處	1,000
國立雲林科技大學	15,000
國立嘉義大學	2,500
國立台南師範學院	835
國立高雄第一科技大學	975

本年度計畫經整體設置效益評估統計顯示，年度總雨水利用水量可達到近 35,700 噸；中水回收再利用年度總水量可達到近 138,700 噸；省水器材汰換則可達到 20,310 噸的建築年節約用水量。依總量觀點來看，本年度綠建築水資源改善工程在建築物之開源與節流方面可達到每年近 195,000 噸的水量，相當於嘉義供水系統一天的自來水用水總供水量（約 192,000 噸；89 年自來水公司年報），若換算成每人每日用水量，則約為 780,000 人次的用水量，詳如表 6-3 所示。不但對綠建築推動建築物水資源有效利用有相當大的幫助，並可達成良好的綠建築示範教育效果。

在附加效益方面，以雨水貯留系統為例，本年度在都會地區設置的雨水利用系統，除達到綠建築指標中的水資源有效利用目標外，對推動永續水資源教育並降低都市降雨洪峰流量有莫大之貢獻。依據統計，可減緩同收集面積下之暴雨逕流出流時間由 15 分鐘到 160 分鐘，

可大大減輕都市下水道於暴雨時期的負荷，減少淹水的機率。

表 6-3、節水效益一覽表

推估年節水 總效益(噸/年)	供應每人每日 用水量(人次)	供應家庭 總用水量(戶、年)	說明
195,000	780,000	534	相當於自來水公司嘉義供水系統一日之供水量

註：每戶以 4 人計算；每人每日用水量以 250 公升計算

建築物的水資源改善在過去經常被忽略，尤其在既有建築物的改善方面，因為必須投入較大的成本，必須由政府機關帶頭來作榜樣，將來可做為建築技術規則綠建築專章公告實施後對新建建築物設置水資源有效利用設施要求規劃或設計之參考。本年度受補機關學校在設置各項水資源有效利用系統後，均有相當良好的回應與推估使用成效。不但讓綠建築的觀念更深植於全國民心，對政府推動綠色建築、環境教育與提昇國家整體形象之工作有更大的助益。

第二節、建議

建議一：

為避免因發包程序延宕而造成工程落後之情形發生，建議下年度簡化發包程序，即提供設計圖集相關工程估價後，由受補助機關或學校進行工程發包工作以利工進。

建議二：

九十二年度綠色廳舍暨學校水資源改善補助案例，在缺水地區之案例仍屬少數，建議下年度執行案例篩選以缺水地區以及離島地區為主要考量，並以仍未接受補助改善縣市之中央廳舍或學校具設置條件之案例優先補助執行。

建議三：

具區域或示範指標性質之中央廳舍如中正紀念堂等案例，在仍有改善空間下，建議持續完善綠建築工程，以擴大綠建築實施與宣導效益。

參考書目

中文部分

水污染防治法規。台北市：行政院環境保護署，民國九十二年八月。

節約用水措施推動計畫報告。台北市：經濟部水利署，民國九十一年。

雨水貯留及中水道二元供水系統應用手冊，台北市：經濟部水利署，民國九十年。

李士畦等。雨水/中水規劃設計訓練班講義。台北市：經濟部水資源局(水利署)、台灣省建築師公會，民國八十九年二月。

李士畦、陳仁宗。雨水貯留利用系統最適化利用技術。台北市：經濟部技術處，民國八十六年六月。

易任、王如意。水文學。台北市：國立編譯館，民國八十一年。

外文部分

1. Mays, Larry W. and Yeou-Koung Tung, 1992, Hydrosystems Engineering and Management, McGraw-Hill Inc.
2. Charles T. HAAN, 1977, Statistical Methods in Hydrology, Iowa State.
3. 圖解空調、給排水大百科。日本：社團法人空氣調和・衛生工學會，平成九年。
4. 雨水利用系統設計與實務。日本：社團法人空氣調和・衛生工學會，平成九年。
5. 排水再利用・雨水利用系統計畫基準・同解說。日本：社團法人公共建築協會，平成九年。
6. 廣田公治，下水處理場設計例，日本：理工圖書株式會社。

附 錄

工程名稱：內政部警政署雨水貯留供水系統

施工期間：92 年 9 月至 92 年 10 月

啟用日期：92 年 10 月

本案位於台北市，目前署內植栽均採用自來水進行澆灌，耗用之水資源極大，因此，設置雨水貯留供水系統將屋頂雨水排水，導入 50 噸之地下雨水貯存槽，並另配管接續原有澆灌系統，以提供噴灌用水使用，以建立雨水貯留供水系統。另外，於忠孝樓及忠義樓中庭側截取接續 4 處直立落水管設置雨撲滿教育設施，設置雨水利用教育宣導用雨撲滿設施 4 座，供小量澆灌利用及未來水資源解說教育宣導用。其中地下雨水儲槽溢流排放水，將配合基地保水設施以達成雨水利用的最佳效益。

雨水處理程序：雨水收集 - 初期雨水排放 - 過濾 - 雨水利用



利用既有管路接用雨水



雨水地下貯水槽



噴灌設備 Y 型過濾器



雨水利用於澆灌



利用爬藤類植物進行綠化之雨撲滿設施



結合溢流雨水設置透水磚擴大應用

工程名稱:高雄第一科技大學外語學院雨水利用工程

施工期間: 92 年 9 月至 92 年 11 月

啟用日期: 92 年 11 月

本校區終年日照強烈且植栽面積佔地廣，目前均利用校區內之地下水噴灌系統供澆灌利用，未有其他替代水源。由於外語大樓右棟有筏基雨水儲槽約 645 噸，目前只滯留雨水未將雨水做其他用途，利用本儲槽並配合雨水貯留系統充分利用雨水，供大樓旁花木植栽澆灌利用，以減少建築物現有用水水源。

於外語大樓右棟後側設置 50 噸地下雨水配水槽及沉澱槽，將雨水蒐集處理後再引入前述外語大樓筏基雨水儲槽，並利用配水槽供大樓旁植栽澆灌利用。除可擴大雨水利用及防洪排水效益外，並可讓學校增加綠建築教育宣導。降低大量之自來水及地下水使用量，達到綠建築指標中的水資源有效利用目標之一。

雨水處理程序：雨水收集 - 初期雨水排放 - 篩濾 - 傾斜管沉澱 - 緩衝 - 筏基雨水貯槽



利用現有溝渠接管集水



抽取式三層篩網設計



傾斜管設施增加沉澱效率



645 噸筏基增加貯水



筏基進水安全設計



提供校園澆灌用水效益高

工程名稱：中正紀念堂雨水貯留第一期系統工程

施工期間：92 年 8 月至 92 年 11 月

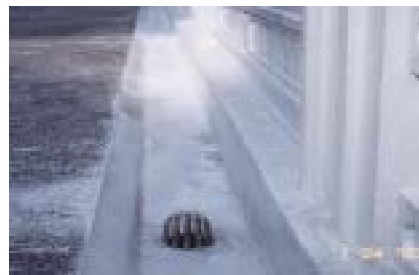
啟用日期：92 年 11 月

本案位於台北市，為目前位於台北市中心最大的雨水貯留設施，兼具雨水利用、防災與休閒教育功能是本案的設計重點。本案將紀念堂主體建物所排放雨水(涵蓋集水面積約為 7,600 平方公尺)，經位於正面環堂大道側大草坪側之雨水排水井集流後，直接將其納入草坪之 900 噸雨水地下貯槽，供植栽澆灌利用。在設置雨水回收利用系統後，每年可替代用水點自來水或地下水用水量在 15,000 噸以上，節省用水點用水比例 50%左右。另外，由於台北地區屬於高度開發之城市，不透水程度極高，每當降雨超過排水渠道設計年度，常容易發生淹水之情形。中正紀念堂廣場由於都為不透水性鋪裝，因此，設置大容量之雨水利用設施可改善並延緩暴雨逕流出流時間，達到都市緩災的效果。依據估算，本設施可承受時雨量 100mm 豪雨約 85 分鐘以上之減緩出流時間，對都市下水道在暴雨期間之負荷有極大之助益。貯水槽特設計水質監控、觀景窗與上側景觀水池作為民眾休閒與雨水教育之場所。未來二期工程將再納入景觀改造並擴大為全區雨水收集應用。

雨水處理程序：雨水收集 - 篩濾 - 傾斜管沉澱 - 過濾 - 雨水利用(設置二元自動切換系統)



位於台北市中心區域的良好示範區



利用既有廣大乾淨收集面收集雨水



與景觀結合之雨水處理槽
(槽頂)



所有雨水處理流程透明化，設置
導覽觀景窗便於民眾觀看



已利用雨水進行澆灌的廣大植栽美化區 具都市防災設計的大型 900 噸貯水槽開挖



雨水即時水質/水量監控系統



現場導覽綠建築解說告示設施

工程名稱：中央聯合辦公大樓北棟雨水貯留利用工程

施工期間：92 年 9 月至 92 年 11 月

啟用日期：92 年 11 月

本案位於台北市中心，屬於都市型集中式辦公大樓，無論在能源或水資源耗用都屬於大用戶，因此，建築物水資源改善有其必要性。兼具雨水利用、防災功能是本案的設計重點。由於本建築物的筏式基礎內有大量之降雨貯水未充分利用，遇降雨日必須再以抽水幫浦將筏基內流入之雨水加以排除，除了浪費既有水資源外，對能源之消耗也成為本建築物在推動綠建築過程之負面因素，因此規劃利用現有筏基貯水增設雨水利用設施來擴大建築物使用替代水源，達成綠建築標章水資源指標的要求。

在設置雨水回收利用系統後，每年可替代用水點自來水用水量在 10,000 噸以上，節省用水點用水比例 36%左右。另外，由於台北地區屬於高度開發之城市，不透水程度極高，每當降雨超過排水渠道設計年度，常容易發生淹水之情形。本案大容量之雨水利用貯槽可改善並延緩暴雨逕流出流時間，達到都市緩災的效果。依據估算，本設施可承受時雨量 100mm 豪雨約 140 分鐘以上之減緩出流時間，對都市下水道在暴雨期間之負荷有極大之助益。

雨水處理程序：雨水收集 - 筏基貯水槽（既有設施）- 篩濾 - 緩衝槽（設置二元自動切換系統）- 雨水利用



位於台北市中心區域的都市型集中式辦公大樓



利用既有建築物筏基貯存雨水



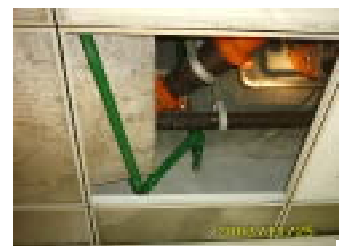
筏基管路及手動安全設計



位於 B3 的雨水緩衝供水槽



水質清澈之雨水供應地下樓層衛廁用水



沖水管路以顏色區分

工程名稱：經濟部中央地質調查所雨水貯留利用工程

施工期間：92 年 9 月至 92 年 12 月

啟用日期：92 年 12 月

本案位於台北縣中和地區，屬於人口稠密都市型辦公區，無論在能源或水資源耗用都屬於大用戶，因此，建築物水資源改善有其必要性。兼具雨水利用、基地保水、景觀生態與防災功能是本案的設計重點。規劃利用地下貯水槽並改善原基地之不透水性鋪面、增設雨水景觀生態池、雨水浸透井及透水磚來擴大建築基地使用替代水源與保水之功能，達成綠建築標章水資源及基地保水指標的雙重要求。在設置雨水回收利用系統後，每年可替代用水點自來水用水量約 1,350 噸，節省用水點用水比例 37% 左右。另外，由於中和地區屬於高度開發之城市，不透水程度極高，每當降雨超過排水渠道設計年度，極可能發生淹水之情形。本案設置之雨水貯槽可改善並延緩暴雨逕流出流時間，達到都市緩災的效果。依據估算，本設施可承受時雨量 100mm 豪雨約 15 分鐘以上之減緩出流時間，對都市下水道在暴雨期間之負荷有相當之助益。

雨水處理程序：雨水收集 - 初期雨水排除 - 過濾槽 - 地下雨水貯槽
(設置二元自動切換系統) - 雨水利用 (景觀生態池及澆灌系統)



完成改善之中央地調
所廣場



利用建築物既有雨排
水管路分離接續雨水



設置雨水感知器
控制澆灌系統



利用不同碎石級配
進行雨水過濾



利用雨水作為景觀生態
水池之補水



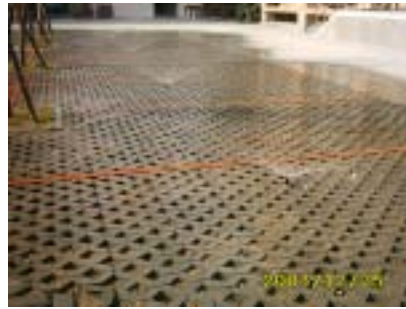
植栽區之澆灌全數以
雨水替代



設置雨水浸透井擴大
雨水入滲速度



車道採用加厚透水磚,車位採用植草磚,擴大基地保水效益



植草磚區域以雨水作為養護用水



地下雨水貯水槽之進水



初期雨水截留槽內之較污濁降雨,予以排除可降低雨水處理負荷



雨水恆壓供水系統



位於岩心館地下室之雨水利用 PLC 控制系統

工程名稱: 營建署北區工程處污水處理設施工程

施工期間: 92 年 7 月至 92 年 12 月

啟用日期: 92 年 12 月

營建署北區工程處位於台北縣中和市，基地面積 4000 平方公尺，為地下一層，地上五層的 RC 建築物。上班人數 200 人，宿舍規劃容量為 100 人，目前居住 30 人。由於原污水處理設施為老式的化糞池，設施功能已損壞故障，處理水質無法滿足水質標準，因此接受建研所綠建築計畫之經費補助，在原化糞池設施處，重新建造生物處理法之污水處理設備；設計處理量為 100 噸/天(300 人次/天)。



固液分離槽施工照片

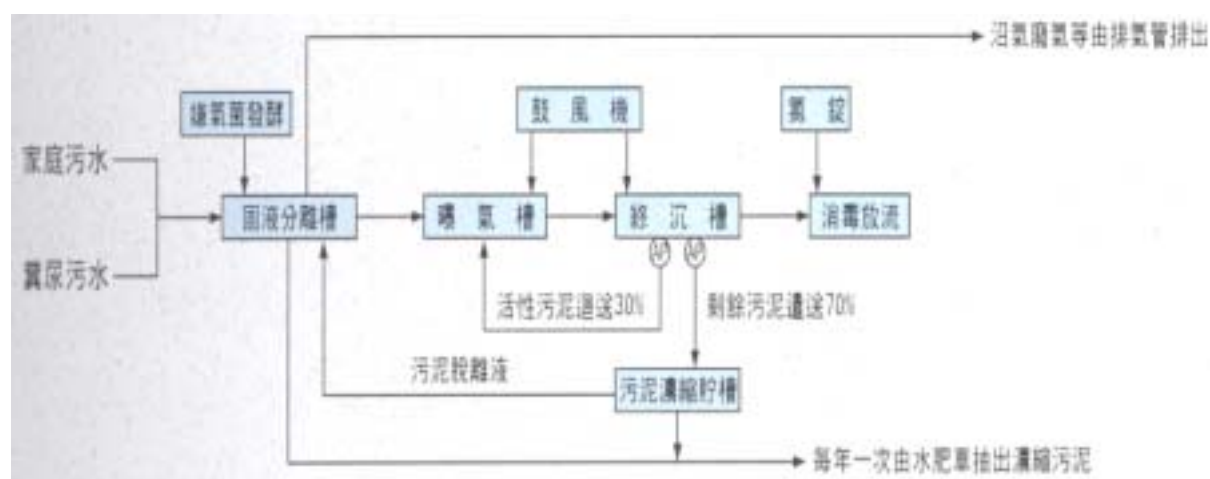


槽曝氣槽施工照片



沉澱槽施工照片

本污水處理設施建造成本約 120 萬元，每噸建造處理成本約 12000 元/噸，處理完後放流水水質可以符合 87 年之環保署放流水水質標準 $BOD < 80\text{mg/L}$ 、 $SS < 80\text{mg/L}$ ，故爾後環保署開徵水污費後，估計每噸污水排放費約可節省 2 元/噸，每年可以節省水污費約 73000 元/年，其處理流程如下圖所示：



本案以生活污水的處理為主，採用生物處理法去除有機污染物，主要處理污染水質項目為 BOD(生化需氧量)及 SS(懸浮固體物)，污水處理設施設計規劃需符合相關法規規定，在而功能上處理後須能符合放流水標準。



施工中照片



污泥濃縮槽施工照片



部分完工照片

工程名稱：衛生署桃園醫院中水利用改善工程

施工期間：92年9月至92年11月

啟用日期：92年11月

桃園醫院院內有三套的 R.O. 造水系統，供應洗腎室所需的純水；而 R.O. 系統水源為自來水經軟水系統（離子交換樹脂）前處理後供應，每日約有 18.4 噸/天排水，經分析評估其水質相當好（如下表所示）且來源單純，不需再處理即可回用供鍋爐及冷卻水塔補充水等次級用水利用。

桃園醫院產水點及用水點水質水量資料表

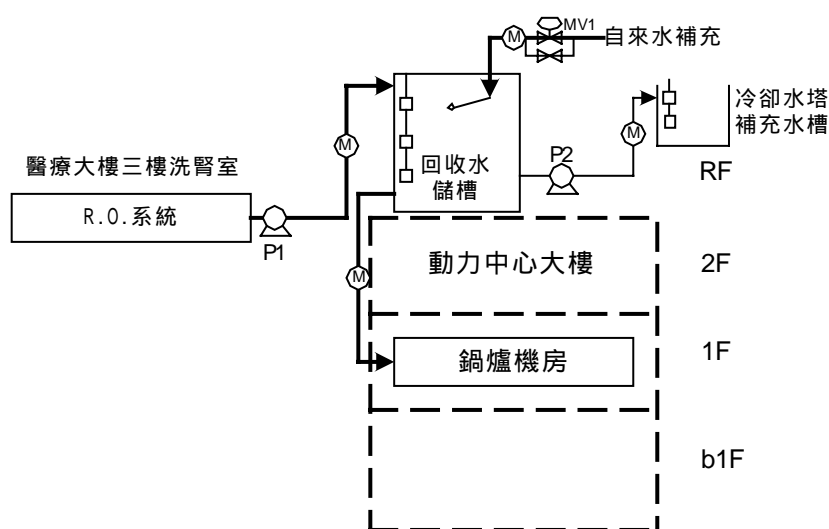
採樣點	水量 (M ³ /D)	pH 值	導電度值 (μ S/cm)	總硬度 (as CaCO ₃ mg/L)	Ca 硬度 (as CaCO ₃ mg/L)
R.O.系統產水	--	7.7	19.6	3.1	0.55
R.O.系統排水	18.4	7.8	402	16.0	2.75
鍋爐進水	2.9	8.0	260	3.0	2.03

本改善工程施工簡單，施工期約一個月，改善經費約 30 萬元，已於民國九十二年十一月改善完成並啟用，估計每年約可替代 6,716 噸自來水用量。其處理流程及處理設計圖說如下所述：

處理流程：

自來水 軟水系統（離子交換） RO 造水系統 RO 排水收水貯槽 冷卻水塔及鍋爐用水儲槽

設計圖說





R.O.系統設備



冷卻水塔設備



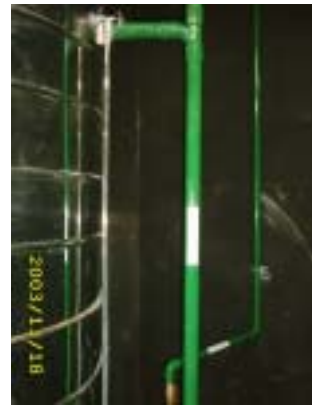
以中水補充用水



中水利用水箱



回收水緩衝槽



水位監測管

工程名稱: 花蓮鳳林榮民醫院再生水利用工程

施工期間: 92 年 7 月至 92 年 9 月

啟用日期: 92 年 10 月

花蓮鳳林榮民醫院再生水利用工程, 設置醫院內軟水再生排放水之回收再利用供水系統, 目前院內員工及每日就醫人數合計約 850 人, 主要水源係抽取地下水後, 經離子交換之軟水系統處理後, 再分別輸送至各個醫療大樓、行政大樓、宿舍及洗衣房等, 日用水量約 900 噸/天, 而本醫院再生水系統即利用其軟水系統中離子交換之後段再生排放水, 每天約 80 噸/天, 經馬達及配水管輸送至綠地當澆灌用水及景觀用水。



離子交換逆洗水貯水槽



水質監控設備

本再生水處理設施建造成本 91.5 萬元, 每噸再生水回收成本 3.64 元/噸, 每年操作費用約 10.5 萬元/年, 每年節約效益約達 48 萬元/年, 回收期約 2.4 年, 每年約可節省地下水抽取量 30000 噸左右。

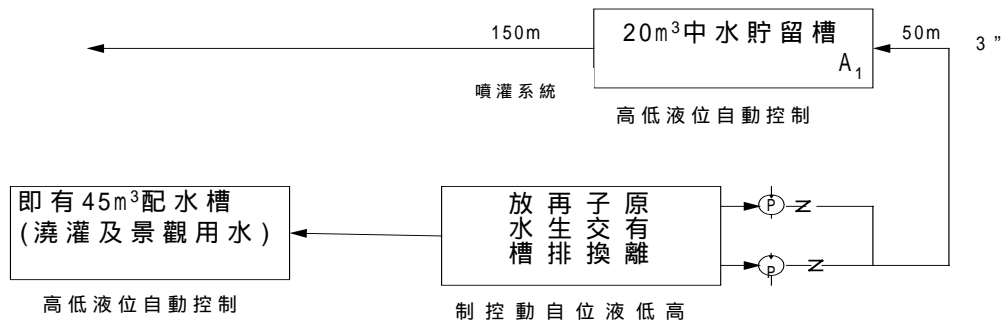


20 噸地下 RC 回收設備貯槽



設置回收水流量計量設備

本回收系統因離子交換後段再生水水質良好, 不須處理即可符合再生水之澆灌及景觀用水水質標準, 可以直接回收當作澆灌用水及景觀用水, 因此回收系統只須設置貯水及配水管路、貯槽及馬達即可, 其回收流程如下所示:



另外為作好水質安全管理,設置導電度計作水質監控,裝設流量計,作效率用水管理。



供應生態水池補水



供應院區澆灌花木

工程名稱:國立高雄海洋技術學院再生水利用工程

施工期間: 92 年 5 月至 92 年 7 月

啟用日期: 92 年 7 月

本校再生水利用工程，係於校園內污水處理廠放流水處增設再生水供水系統。目前校內學生及教職員工人數合計 6255 人，每月自來水水費平均約 15 萬元左右，校內目前已設置有兩座污水處理廠，設計處理量各為 200 天/噸，而本校再生水系統即利用其中一座污水處理廠之放流水，經處理後予以回收再生，再生水設計處理量為 200 天/噸，再利用於景觀用水及澆灌用水。



再生水處理設施



HMI 人工界面及臭氧產生設備

本再生水處理設施建造成本 399 萬元，每噸再生水回收成本 6.8 元/噸，每年操作費用約 50 萬元/年，每年節約效益約達 120 萬元/年，回收期約 5.7 年，估計每年約可以替代節省 65000 噸/年之自來水。



活性炭吸附設備

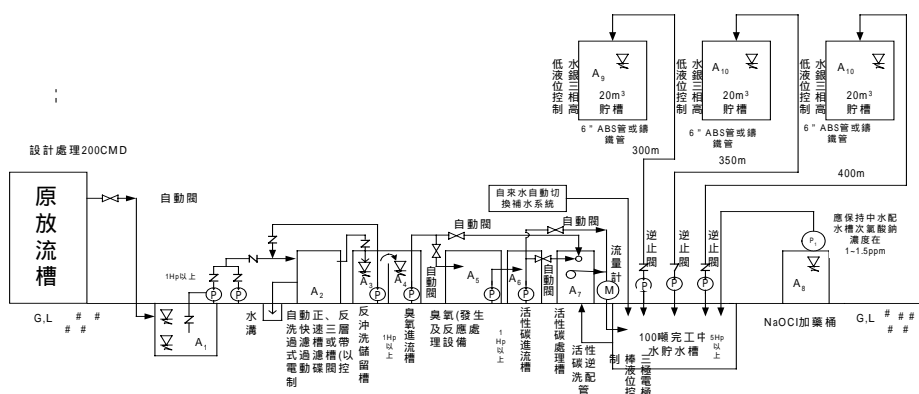


三層砂過濾設備



草綠色再生水配水管線

本系統在處理再生回收水水質穩定狀況下，再生處理系統之活性炭及臭氧設備設有切換開關，可以選擇其中一種處理設備，與前面砂濾系統配合處理以減少操作成本；並以 HMI 之人工界面及 PLC 來控制整個系統之運轉及操作，而 HMI 亦可連接電腦作遠端監控，處理流程如下所示：



本再生系統主要處理單元包括砂濾、活性炭及臭氧，並設有三座各 20 噸容量之 RC 地下配水貯槽，供應澆灌及景觀用水；而環境臭氣濃度則限制在 0.02ppm 以下。



環境臭氧濃度警報設備



使用再生水之水龍頭

定，而在功能上處理後能符合放流水標準。



再生水處理設備設置處



施工中再生水處理設備



施工中配水槽體底部



再生水處理監控系統



再生水處理設備



水量計測設施



自動加藥設備



澆灌管路設施



中水貯水槽

九十二年度綠色廳舍暨學校水資源改善補助計畫

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://abri.gov.tw>

出版年月：九十二年十二月

版（刷）次：一版一刷

工本費：新台幣 300 元

GPN：1009204810

ISBN：957-01-6082-9