

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

下水道公共工程本土化科技之整合研究(三) An Integrated Research on Sewer Technology in Civil Infrastructural System(III)

計畫類別： ☐個別型計畫 ☒整合型計畫
計畫編號： NSC 90-2211-E-002-089
執行期間： 90年8月1日至91年7月31日

整合型計畫： 計畫主持人：郭振泰
共同主持人：吳瑞賢、張添晉、楊明德
研究助理：謝斌暉、吳建德、王靖宜

處理方式： ☒可立即對外提供參考
(請打✓) ☐一年後可對外提供參考
☐二年後可對外提供參考
(必要時,本會得延展發表日期)

執行單位： 國立台灣大學土木工程研究所

中華民國 91 年 7 月 31 日

摘 要

下水道（包括污水下水道與雨水下水道）建設，是政府為防洪及保護自然水體而興建的公共設施，亦是現代化都市健全發展重要且不可缺少之公共設施之一，其功能不僅可保護人民生命、財產安全，並解決生活污水污染及都市積水的問題，改善都市居住環境衛生，更可以防止河川水域之污染，未來政府將積極投入經費加速推動。

本計畫為整合三個國科會補助之下水道公共工程科技研究子計畫之總計畫，共結合台灣大學、中央大學、中興大學、台北科技大學之土木與環境工程相關教授，分別針對下水道規劃及決策系統、污水下水道及污水處理等課題進行研究。本計畫為「下水道科技之整合研究(二)－總計畫」之延續，本年度（第三年）研究重點著重於各子計畫之深入研究及各子計畫間研究方法、成果的整合。

本研究之成果於學理外，也能兼顧實務，俾以提升國內下水道科技之水準、落實本土化之生根及培育下水道建設人才。

關鍵字：下水道系統、雨水下水道、污水下水道、產官學合作、滯洪池、天然災害

Abstract

Sewer (including the sanitary sewer and storm sewer system) is a work of public service that is built by the government in order to control urban drainage problem and to protect the quality of natural water. It is also the basic construction work for the present day and has become one of the most important parts of our national civil infrastructural systems. It is built to solve the water pollution caused by municipal wastewater disposal, to improve the environmental sanitation, to prevent stream pollution and to reduce the hazard due to storm runoff. Our government is investing a fund of billions of dollars for sewer construction work.

This research project integrates a total of three sub-projects related to research on sewer technology in civil infrastructural system. Investigators include professors in the fields of Civil Engineering and Environmental Engineering of National Taiwan University, National Central University, National Chung-Hsing University, and National Taipei University of Technology. Research topics include sewer system planning, decision support system, sanitary sewer, and wastewater treatment. This project continues on another integrated research project on "An Integrated Research on Sewer Technology in Civil Infrastructural System(II)" carried out during August 1, 1999 to July 31, 2000.

The result of this integrated research contains theory and practice so that it can enhance the standard of local sewer technology and educate the technical human resources on sewer design and construction.

Keyword: sewer system; storm sewer; sanitary sewer; cooperation among consulting firms, government and universities; detention pond; natural hazard

目 錄

摘 要	I
Abstract	II
目 錄	III
表目錄	VI
圖目錄	VII
第一章 前言	1
1.1 下水道建設現況.....	1
1.2 本整合計畫之重要目的與內容.....	3
1.3 整合型計畫之效益.....	4
1.4 各子計畫之目標.....	5
第二章 下水道管線檢測管理系統 (III) -下水道維修優先順序決策系統	8
2.1 中文摘要.....	8
2.2 英文摘要.....	8
2.3 緣由與目的	9
2.4 污水下水道檢測之損壞因子判定.....	10
2.5 研究內容說明.....	13
2.6 結果與討論.....	18
2.7 參考文獻.....	25

第三章 滯留設施之規劃與設計(III)－最佳化佈置與總量管制設計

3.1 中文摘要.....	27
3.2 英文摘要.....	27
3.3 緒論與文獻回顧.....	28
3.4 滯洪池設計模式.....	32
3.5 滯洪池最佳化模式.....	35
3.6 結論與建議.....	38
3.7 參考文獻.....	39

第四章 污水處理設施危險因子與緊急應變創新技術之研究

4.1 中文摘要.....	45
4.2 英文摘要.....	46
4.3 計畫緣由.....	47
4.4 計畫目的.....	48
4.5 計畫工作項目流程.....	49
4.6 污水處理廠之可能災害成因分析.....	50
4.7 結果.....	62
4.8 參考文獻.....	63

第五章 結論與建議

5.1 結論.....	65
5.2 建議.....	73

參考文獻.....	76
-----------	----

附錄 A 座談會記錄

附錄 B Home Page 資料

表 目 錄

表 1.1	污水下水道現行普及率.....	2
表 1.2	雨水下水道現行實施率.....	3
表 1.3	「下水道公共工程本土化科技之整合研究(三)」研究計畫項目.....	4
表 2.1	管線內部結構狀況調查項目及評分.....	20
表 2.2	管線內部結構性能評估分級標準.....	20
表 2.3	管線服務性能調查項目及評分.....	21
表 2.4	管線服務性能評估分級標準.....	21
表 4.1	天然因子可能造成之影響及危害程度.....	52
表 4.2	污水處理廠災害後可能產生之影響.....	54
表 4.3	操作失誤或機械故障可能之影響.....	55
表 4.4	處理廠內可能的設計缺失.....	56
表 4.5	設計缺失可能導致的影響.....	56
表 4.6	硫化氫之濃度與其可能造成之影響.....	59
表 4.7	污水處理設施常遭遇之危險氣體.....	60
表 4.8	災害緊急通報之單位.....	61
表 4.9	處理廠藥品洩漏時應撤離的範圍.....	61
表 5.1	各子計畫之效益、研究方法與研究對象.....	66
表 5.2	污水下水道系統規劃面積.....	69
表 5.3	臺閩地區污水處理率.....	70

圖 目 錄

圖 2.1	高雄市第 15 期市地重劃區示意圖.....	22
圖 2.2	基因演算流程圖.....	23
圖 2.3	管線維修工法組合結果.....	24
圖 4.1	計畫工作項目流程圖.....	49
圖 4.2	污水處理廠及下水道設施之災害成因圖.....	53

第一章 前言

下水道建設為現代化都市健全發展重要且不可缺少之公共設施之一，其功能不僅可以解決生活污水污染及都市積水日益嚴重問題，改善都市居住環境衛生，並可以防止河川水域之污染，且在水資源之取得日漸困難之下，對於污水、污泥如能經更高級的回收處理過程，加以妥善之回收及再利用，更可以奠定水資源系統永續發展之根基。

1.1 下水道建設現況

目前都市人口每天所排放之家庭污水多僅經化糞池簡陋處理，逕自排入排水溝，致都市排水側溝藏污納垢、臭氣四溢、蚊蠅叢生，除嚴重影響居家生活品質，更甚者，污水流入河川污染水源，造成河川水質嚴重惡化；面對講究品質及永續經營的二十一世紀，污水下水道之推動實已刻不容緩。台灣地區由於早年並未重視污水下水道建設，致使在都市發展已成形之後，污水下水道的推動，益顯艱難。

依據下水道法第一條規定，下水道建設係以保護水域水質為目標，亦即將現行人口聚居地區污水與雨水合流排入河溝溪流污染水質之情形改採雨水、污水分流方式，以減少河川水域污染源，改善居住環境衛生，因此下水道依其排水功能，主要區分為：雨水下水道及污水下水道，均為都市健全發展重要公共設施之一。污水下水道建設在先進國家被視為環境指標之一，其主要功能係以密閉專用管線經用戶排水管、分管、支管、幹管收集廢污水輸送至處理廠，以物理、化學、生物方式作適當處理，符合國家訂頒之放流水標準後排放或回收再利

用，以改善河川水域水質污染之情形，並達水資源永續利用之目標。
[1]

由於國內下水道工程建設起步較晚，尤其污水下水道建設因建設時期冗長，所需經費龐大且短期內無法立即展現工程效益，再加上民眾之誤解，致使推動過程艱辛。

有鑑於此，目前行政院已將污水下水道普及率核列為提升國家競爭力環境品質重要指標之一，並修正「污水下水道發展方案」，加速推動污水下水道建設。依據民國 91 年 6 月底統計結果，如表 1.1 所示，台灣地區污水處理率為 19.8%（含公共污水下水道 8.7%、專用污水下水道 7.8%、建築物污水處理設施 3.3%）；同時，行政院「挑戰二〇〇八——國家發展重點計畫」^[2]為加速推動污水下水道建設，預計六年內（91 年至 96 年）將用戶接管普及率由民國 90 年底之 8% 提高至 20.3%，整體污水處理率由 17.8% 提昇至 30.1%，以改善都市居住環境衛生，提昇生活環境品質。在雨水下水道方面，營建署在民國 81 年至 86 年度已推動「台灣地區雨水下水道六年建設計畫」，目前持續推動「台灣地區雨水下水道第二期六年建設計畫」，截至民國 91 年 7 月為止，如表 1.2 所示，雨水下水道建設以完成規劃總長度 6,513 公里，建設完成長度 3,303 公里，實施率 50.71%，希望藉著加速推動都市雨水下水道建設，瞭解都市積水問題及排水瓶頸所在，以解決民眾淹水之苦^[3]。政府希望未來整個下水道系統(包括雨、污水下水道)完成後，不僅能疏解水患、改善河川污染、維護環境衛生、美化都市景觀，更進而提升人民生活品質。

表 1.1 污水下水道現行普及率^[4]

地 區	台北市	高雄市	台灣省	全國
普 及 率 (%)	54.0	22.4	11.2	16.5

資料截至 91.06

表 1.2 雨水下水道現行實施率^[4]

地 區	台北市	高雄市	台灣省	全國
普 及 率 (%)	94.07	91.71	43.83	50.71

資料截至 91.05

1.2 本整合計畫之重要目的與內容

本計畫乃配合國科會土木工程學門之公共工程科技而提出之整合性研究。本整合型計畫為「下水道公共工程科技之整合研究(二)」^[5]之延續，由三個子計畫（見表 1.3）構成，可規劃成兩個主題(1)下水道工程之規劃及決策系統(2)污水下水道與污水處理研究。本整合計畫研究內容為協調各子計畫之工作、召開座談會、整合研究方向及內容，並促進產、官、學及民間之合作。本整合計畫主要目的為藉著協調、整合之工作，以達到學理與實務之結合，落實本土化科技之生根，提升國內下水道科技之水準。本計畫第一年著重於資料收集、各子計畫理論架構之發展、模式及模型之建立及初步應用並探討本土化之議題；第二年則著重於各子計畫之深入研究及各子計畫間研究方法、成果的整合；第三年則著重於各子計畫於前兩年之結果進行應用與決策探討。

表 1.3 「下水道公共工程本土化科技之整合研究(三)」研究計畫項目

計畫項目	主持人	服務單位系所	職 稱	計 畫 名 稱
總計畫	郭振泰	國立臺灣大學 土木工程系	教授	下水道公共工程本土化科技之整合研究（三）
子計畫一	楊明德	中興大學 土木系	助理教授	下水道管線檢測管理系統（三）— 下水道維修優先順序決策模式
子計畫二	吳瑞賢	中央大學 土木系	教授	滯留設施之規劃與設計（三）—最 佳化佈置與總量管制設計
子計畫三	張添晉	台北科技大學 土木系	副教授	污水處理設施危險因子探討與創 新應變技術之研究

上述三項子計畫乃因應「下水道公共工程科技研究之規劃」^[6]所規劃之國內下水道公共工程科技未來研究方向而衍生之研究課題。其中，子計畫一、二與「下水道工程之規劃及決策系統」有關；子計畫三與「污水下水道及污水處理」有關之課題。

1.3 整合型計畫之效益

近年來，國內環保意識抬頭，人民對下水道公共工程早日興建之企盼甚為殷切。本整合計畫共結合台灣大學、中央大學、台北科技大學、中興大學土木與環境工程相關教授，針對下水道工程探討其規劃及決策系統、污水處理、施工技術及材質等課題。計畫期間藉著協調各子計畫之工作、召開座談會（見附錄一）及建立網站（見附錄二），整合研究方向及內容並配合國家公共工程建設之下水道工程規劃與興建之需求，促成產、官、學界之合作，培養下水道建設人才，於學

理外，希望能兼顧實務，以永續經營之理念，促進本土化下水道科技之生根。此外，本整合型計畫為前兩年之研究計畫延續，未來本整合性研究之成果將可作為國內推動下水道公共工程建設之參考、依據。

1.4 各子計畫之目標

1.下水道管線檢測管理系統(三)一下水道維修優先順序決策模式^[7]

各縣市政府於下水道維修上，至今還未能有效的整合下水道維修方法，並且較少採用最佳化技術來分配維修的經費，因此，本研究期望能建立一套下水道管線損壞維修之準則，提供決策者在有限維修資源下，對於龐大的下水道管網，可利用自動化程序研擬出較低廉之維修保養成本且較高的維修效益管線，以整合下水道管線維修，並且達到維修最多受損壞管線之目標，協助下水道管線有關單位進行有效的維修評估計畫，以達到最大之經濟效益。

本研究主要目的是藉由判定管線損壞影響因子諸如：管線龜裂、接頭鬆脫等，並綜合管線損壞程度以求得管線於損壞時所獲得之維修需求指數。維修需求指數代表管線修復順序之重要性，此一指數之估算須涵蓋維修成本與維修效益之多重考量。為了彙整下水道管線於維修開始至修繕完畢所有相關之圖形與屬性資料，藉由地理資訊系統有效的處理、分析、儲存與展示的功能，利用最少的人力、物力資源，幫助決策者評估下水道維修之狀況，達成資源與經費能有效分配的目標。

2.滯留設施之規劃與設計(三)－最佳化佈置與總量管制設計^[8]

一般山坡地的排洪措施中，存在的觀念是在開發集水區中消減逕流量，實行方法可分為兩種：一為調節水流型，目的在降低洪峰流量及遲滯洪峰到達時間。常見之設施有調節池與滯洪壩等。另一則為增加入滲型，目的在增加入滲，以減少表逕流。常見之設施為停車場、人行道之透水表面、綠地與緩衝林帶等。然而在於坡地開發所造成主要問題即是地表逕流的增加，因此，一般所使用的方式就是設置滯洪池來降低地表逕流。目前國內常見所討論設計方法是於一集水區中，利用單一滯洪池的設計，求得其最佳滯洪體積。

然而滯洪池設計規劃常常忽略因多個局部單一滯洪池設置，可能對於下游排水系統造成聚集性的衝擊。本研究的目的希望利用已知單一滯洪池設計的方法，進一步的配合最佳化的模式，推求若在一集水區中劃分為數個次集水區，並於各次集水區設置或不設置滯洪池，求得設計所需的費用與洪峰消減效益關係。因而探討滯洪池在何種位置與大小配置下，可達到所需洪峰消減量與最低建造費的結果。並考慮若在系統設計時加入入滲的效益，對於洪峰消減的影響探討。

3.污水處理設施危險因子探討與創新應變技術之研究^[9]

本研究將探討污水處理廠及其相關設施可能面臨災害之成因及該災害可能造成之損害，進而研究污水處理廠發生災害時之各種緊急應變、災後的處置方法，及相關災害預防措施，以期將災害造成的損失減至最低限度。

且分別針對廠站相關設施（廠站設施及消毒設備與加藥設

備)、機電設備(電力設備及機械設備)、污水處理設施(攔污柵、沉砂池、初沉池、曝氣槽、最終沉澱池及加氯設備)與污泥處理設施,其可能遭受之災損類型與模式加以彙整分析,並研提對應之緊急應變措施,期能提供國內污水處理廠規劃緊急應變系統時之參考及補現有體制之不足處。

第二章 下水道管線檢測管理系統（III）—下水道維修優先順序決策系統

2.1 中文摘要

污水下水道除了進行單一管線的檢查與損壞判定外，必須考量整體管線連接後之管網型態，以便檢視管線在運送污水時能否達到最大效益，同時對已有損壞之管線進行必要之維修或緊急處理。由於在進行管線損壞維修上，只判定管線維修與不維修的情況，之間並沒有所謂模糊地帶，以致於管線在任何形式的損壞情況下，都判定為同一時間點上進行修繕。有鑑於政府對下水道維修經費有限的情況下，必須將預算花在非常急迫需要維修的管線上，針對破壞程度較大的管線應判定為維修優先對象，讓維修之後的管網發揮最大的效用。

本研究將考量以管線損壞狀況作為管線維修評估模式，並篩選出影響管線損壞因子，藉以判定管線損壞程度並挑選出需優先維修的管線。由於管線損壞須要龐大的費用進行修繕，且不同種類的維修工法又有不同的維修成本考量，為了使管線維修時，能同時考量維修經費與維修效益之多重目標下，採用基因演算法全域搜尋最佳解之能力可有效處理最佳化問題。最後，利用地理資訊系統將演算結果展現出來，使相關管理單位對於該區污水下水道管網所須維修之工法、損壞程度以及維修成本等，都可藉由地理資訊系統圖文並茂的功能了解實際狀況。

2.2 英文摘要

Most of the sewer system is equipped underground and hard to detected, but is easy to get cracks caused by corrosive chemicals inside sewer. Serious

cracks and leaks could result in sewerage exceeding the designed rate flow of the sewerage treatment plants due to the infiltration of rain or underground water. Also, the exfoliation of sewerage from detective pipes may causes a potential health hazard with the possible contamination of groundwater and soil. Thus, an efficient management and maintenance is necessary.

However, when the budget is limited, an overall examination and reparation becomes impossible. This research will establish a decision-support system to help make a prioritizing yearly plan on the examination and reparation of a sewer system. Several jobs need to be done, including (1) to sift a factor of influence out in the process, including the factor of critical sewerage 、the factor of structural sewerage 、the factor of service sewerage, etc. (2) applying Genetic algorithm which is good at ruling space search operation, we can calculate the cost and effectiveness of sewerage repair projects. The cost-utility combination varying with adopting different maintaining techniques for damage points can provide decision makers with the reference for sewer rehabilitation, and (3) application of GIS in the system to store the detailed information of the sewer system and display the analysis results in visualized maps.

This research is to obtain the result in an optimal prioritizing yearly plan of the methods and order of pipe line rehabilitation. The system is applied on a close sewer system in the Kaohsiung.

2.3 緣由與目的

各縣市政府於下水道維修上，至今還未能有效的整合下水道維修方法，並且較少採用最佳化技術來分配維修的經費，因此，本研究期望能建立一套下水道管線損壞維修之準則，提供決策者在有限維修資源下，對於

龐大的下水道管網，可利用自動化程序研擬出較低廉之維修保養成本且較高的維修效益管線，以整合下水道管線維修，並且達到維修最多受損壞管線之目標，協助下水道管線有關單位進行有效的維修評估計畫，以達到最大之經濟效益。

本研究主要目的是藉由判定管線損壞影響因子諸如：管線龜裂、接頭鬆脫等，並綜合管線損壞程度以求得管線於損壞時所獲得之維修需求指數。維修需求指數代表管線修復順序之重要性，此一指數之估算須涵蓋維修成本與維修效益之多重考量。為了彙整下水道管線於維修開始至修繕完畢所有相關之圖形與屬性資料，藉由地理資訊系統有效的處理、分析、儲存與展示的功能，利用最少的人力、物力資源，幫助決策者評估下水道維修之狀況，達成資源與經費能有效分配的目標。

由於在進行管線損壞維修上，只判別管線維修與不維修的情況，並沒有所謂的輕重緩急之分，以致於管線在任何損壞的情況下，都判定為同一時間點上進行修繕，但在維修當中，政府於下水道的撥款經費是在有限的情況內，所以考量的條件應是將經費預算花在非常急迫需要維修的管線，針對破壞程度較大的管線或落於主要幹管上之管線應判定為優先維修對象，讓經費能有效的運用在迫切需要維修的管線上。

2.4 污水下水道檢測之損壞因子判定

管線進行大規模檢查後，應依照管網受損嚴重性以及損壞因子所產生的影響，藉以判定管線之維修準則，方能在有限的經費下完成管線維修工作。本研究於損壞因子的判定上，以關鍵性管段、內部結構性管段以及服務性管段等三項因子為主。其中關鍵性管段主要作為管線於管網系統中重要等級之判斷，內部結構性管段為管線中結構損壞嚴重性之程度，損壞情況較嚴重的管線其內部結構性等級較高，於進行修繕時必須優先納入考量

中。一般進行管線維修時，多以關鍵性管段及內部結構性管段兩項因子做為損壞因子判定，本研究將以高雄市第十五期重劃區為研究對象（如圖2.1所示），試加入服務性管段因子作為管線維修另一種機制，期望綜合以上三種損壞模式的判定，使下水道維修工作更趨完善。

2.4.1 關鍵性管段

一般管線判定上，以關鍵性管段為修繕最優先考量的因素，因其特性可分為三大類：1.管線在發生坍塌或損毀時，會在管網中花費巨額的成本進行維修的動作；2.管線位於重要的交通幹線上，若發生坍塌或損毀時會對交通產生非常大的影響；3.管線所處的位置，在管網的判定上為非常重要的管線，此三項因素主要為關鍵性管段之類別。關鍵性管段依照上述因素共分為A級管線、B級管線以及C級管線等，以下為管線分類概述：

A 級管線

- 1.於地質狀況不佳的情況，即需要排水、特殊工法支撐。
- 2.其管線埋設深度大於5m，其埋設深度計算至管線底部。
- 3.管徑大於600mm。
- 4.管線位於重要的交通幹線上或於敏感地段，如醫院、地下鐵道、隧道內等地段上。

B 級管線

- 1.管線埋深大於3m以上，其埋設深度計算至管線底部。
- 2.管徑大於450mm以上。
- 3.管線位置在次要的幹線上。

C 級管線

為非A-B級管線以外的即歸屬於C級管線，所謂的C級管線為管線坍塌或損毀後進行修復動作時，其維修費用相對於一般管線之整建並無很大差異，對交通狀況也不會產生太大的影響。

2.4.2 內部結構性管段

管線結構性的評定，主要顯示管線結構本體與接合狀況，以及考量管線對污水收集與傳送能力作為管線之修繕依據。於內部結構性管段主要目標為判定下水道結構狀況，次要目標為建立水力性能及粗糙度之水力模式；所以，在管線內部結構檢驗上，也為相當重要的評估因素之一。表2.1為內部結構因子單項損失評估分數，而表2.2為加總單項損失評估分數後所對應的損壞等級指標，這些損壞因子將化為分數，作為維修需求指數考量因素之一。

2.4.3 服務性管段

由於污水管線在運輸污水的過程中，必須輸送家庭污水、工業廢水等相關待處理的廢水至污水處理廠，在運送的過程中，許多不同污染物質會沉積於污水管內，這些污染物包含污水本身產生的淤泥、油脂等。大型的污染物可能為樹根或管線施工中所遺留下的水泥石塊，這些污染物在管線中經過長時間累積，會慢慢縮減管線內部的管徑，這將使得管線在運輸污水的過程中，影響管線運送污水的能力。服務性管段用於評估管線輸送污水能力之大小，其主要目的是希望藉由此因子判定管線在污水運送過程中，是否有阻塞、沉澱或其他外來物質影響管線運輸污水的情況。表2.3為管線服務性能調查項目及評分點數，經由各項調查因子的分數累計後，將轉換為表2.4之管線服務性能評估分級標準，於最後維修需求指數中作

為考量的因素之一，並以管線的評估等級作為服務性管段該項分數值。

2.5 研究內容說明

下水道管線除了進行單一管線的檢查與損壞判定外，必須考慮所有管線連接後的管網型態，以便檢視管線在運送污水時，是否能達到最大效益；同時，對已有損壞之管線進行必要的維修或緊急處理。本研究將下水道管線區分為三大類：1.不維修之管線；2.受損過嚴重不堪使用需進行維修之管線；3.可維修或可不維修的管線。管線隨著使用年限的增長或外在因素的影響，難免會提高其損壞機率，本研究希望透過基因演算法解決下水道管線維修優先順序之問題，達成維修成本最小且維修效益最大之權衡目標。

2.5.1 建立目標函數

(一) 維修效益之目標函數

A. 管網整體維修需求指數

管網整體維修需求指數模式中，將考量三項損壞因子中各項細部損壞因素進行評估。先以單一管線進行判定，主要在於內部結構性因子與服務性因子需依照表2.2與表2.4來判定各項細部損壞分數評分以進行累加動作，如內部結構性管段有接頭鬆脫與管身破損兩項損壞情況，若接頭鬆脫分數為1分、管身破損為80分，即累加兩項損壞分數後乘上權重值作為內部結構性管段損壞分數；而服務性管段損壞分數也依照此模式進行，較不同的為關鍵性管段其考量為一根管線只會有一種等級判定，所以不會有累加的情況產生。單一管線之維修需求指數如式2.1所示，而管網整體維修需求指數值為單一管線之累加值，如式2.2所示。

單一管線維修需求指數

Maintain=

$$\left(\left((P_{C-W} \times P_{C-Score} + P_{ST-W} \times \sum P_{ST-Score} + P_{SE-W} \times \sum P_{SE-Score}) / (P_{C-W} + P_{ST-W} + P_{SE-W}) \right) \times w \right) \quad (2.1)$$

管網整體維修需求指數

Max Total Maintain =

$$\sum_{i=1}^n \left(\left((P_{C-W} \times P_{C-Score} + P_{ST-W} \times \sum P_{ST-Score} + P_{SE-W} \times \sum P_{SE-Score}) / (P_{C-W} + P_{ST-W} + P_{SE-W}) \right) \times w \right) \quad (2.2)$$

P_{C-W} = 關鍵性管段之權重

P_{ST-W} = 內部結構性管段之權重

P_{SE-W} = 服務性管段之權重

$P_{C-Score}$ = 關鍵性管段各項損壞分數

$P_{ST-Score}$ = 內部結構性管段各項損壞分數

$P_{SE-Score}$ = 服務性管段各項損壞分數

w = 污水管線分類等級權重

第*i*根管線； $i=1、2、3...n$

B. 管網部分維修需求指數

管網部分維修需求指數將會較管網整體維修需求指數小，因管網整體維修需求指數為整個管網損壞評分值，而管網部分維修需求指數當中，有些管線於基因篩選過程不考慮進行維修；所以，在判定上把不維修之管線計算為無維修需求，其計算方式如式2.3所示。

管網部分維修需求指數

Max Total Maintain=

$$\sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{(P_{C-W} \times P_{Score} + P_{ST-W} \times P_{ST-Score} + P_{SE-W} \times P_{SE-Score})}{(P_{C-W} + P_{ST-W} + P_{SE-W})} \right)^w \times x_j \right) \quad (2.3)$$

$x_j=0$ 基因編碼為 0 代表不維修

$x_j=1$ 基因編碼為 1 代表進行維修

C. 維修效益建立

管線維修效益分析主要目的在於管線進行維修後，評估管線使用效益提升百分比，以達到管線污水正常運送的功能。在此將分為兩部份來說明：

單一管線維修效益

單一管線的判斷上，以管線本身與整體管線之狀況作為綜合性考量，維修效益為單一管線維修需求指數除以管網總維修需求指數之百分比作為效用的指標。單一管線的考量上，只進行該管線所佔整體管線之效益狀況，其公式如式2.4所示。

$$\left(\frac{\left(\frac{(P_{C-W} \times P_{C-Score} + \sum P_{ST-W} \times P_{ST-Score} + \sum P_{SE-W} \times P_{SE-Score})}{(P_{C-W} + P_{ST-W} + P_{SE-W})} \right)^w}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{(P_{C-W} \times P_{C-Score} + \sum P_{ST-W} \times P_{ST-Score} + \sum P_{SE-W} \times P_{SE-Score})}{(P_{C-W} + P_{ST-W} + P_{SE-W})} \right)^w} \right) \times 100 \quad (2.4)$$

管網維修效益

管網修復效益的考量上較單一管線為複雜，其修復效益的判定方式，將單一管線效益運算值乘上維修與不維修之判定值 x_j ，加總後為管網維修

效益值，如式2.5所示。

$$\sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{(P_{C-W} \times P_{C-Score} + P_{ST-W} \times \sum P_{ST-Score} + P_{SE-W} \times \sum P_{SE-Score}) / (P_{C-W} + P_{ST-W} + P_{SE-W}) \times W}{\sum_{i=1}^n \left((P_{C-W} \times P_{C-Score} + P_{ST-W} \times \sum P_{ST-Score} + P_{SE-W} \times \sum P_{SE-Score}) / (P_{C-W} + P_{ST-W} + P_{SE-W}) \times W \right)} \right) \times 100 \times x_j \right) \quad (2.5)$$

(二) 維修成本之目標函數

本研究管線維修成本計算公式，將參考歐陽嶠暉於「下水道工程學」一書所提出的成本函數，考慮三種工法的維修成本型態，即為局部修補、區段翻修以及管線置換方式，額外加入保養成本分別予以計算。

A. 局部修補之維修成本

局部修補工法之成本，主要是由管線缺陷數量判定，而管徑的大小將影響管線缺陷處之維修單價，可分為200mm-800mm的管徑範圍，分別有不同的成本，而局部修補工法的成本，為管徑之維修單價乘上管線缺陷數量而得之，其成本計算如式2.6所示。

$$Cost_{R1} = Rp \times Cost_{D1} \quad (2.6)$$

Rp = 損壞處

$Cost_{D1}$ = 管徑之維修單價(元/處)

B. 區段翻修之維修成本

區段翻修工法之成本運算，主要以損壞長度決定所維修之成本，區段翻修之維修成本計算如式2.7所示，以損壞長度乘上不同管徑之維修成本所得之維修成本。

$$Cost_{R2} = Lr \times Cost_{D2} \quad (2.7)$$

$$Lr = \text{損壞長度(m)}$$

$$Cost_{D2} = \text{管徑之維修單價(元/公尺)}$$

C. 管線置換之維修成本

由於管線置換的方法分為許多，本研究將採用短管推進工法，依據高雄市水工處「高雄市污水下水道系統檢討規劃報告」建議，與台北市衛工處目前常使用之工法，針對較小管徑之污水管線，採用短管推進工法與小管推徑工法兩種。其維修成本函數為損壞長度乘上該管徑大小之單價，即為管線置換維修工法之成本，其計算公式如式2.8所示。

$$Cost_{R3} = Lr \times Cost_{D3} \quad (5.8)$$

$$Lr = \text{損壞長度(m)}$$

$$Cost_{D3} = \text{管徑之維修單價(元/公尺)}$$

D. 管線保養成本

管線保養成本的費用，主要以管線進行CCTV檢測以及清洗管線時所需使用的費用為主，隨著管徑的加大，保養的費用將會提高，一般以保養長度(Lm)與管徑大小來估計保養成本費用，而其保養成本計算公式如式2.9所示。

$$Cost_M = Lm \times Cost_{MD} \quad (2.9)$$

$$Lm = \text{保養長度(m)}$$

$$Cost_{MD} = \text{管徑之保養單價(元/公尺)}$$

2.5.2 基因演算法

利用電腦模擬進行基因演算法有效率之運算，之中管線維修效益所處理之資料包含管線受損長度、損壞缺陷數和管徑等運算因子。而使用基因演算的目的，即是希望利用基因遺傳進化的原理，將較好的生物物種保留下來，讓下一代帶有更優秀的遺傳因子，可進化出較完整的物種品質，減少物種不良的缺陷。下水道維修優先順序模式即仿照適者生存，不適者淘汰的原理，於管網系統中篩選出在有限的維修成本下需迫切維修的管段，以達到最大的維修效益。圖2.2為基因演算演算流程圖。

2.6 結果與討論

污水下水道屬於地面下之重要民生工程，其損壞情況往往不易發現，而造成功能無法充分發揮。如何在有限的經費下達到最有效能之檢視及維修工作，是本研究所探討的重點，以下幾項為本研究之結果與討論。

1. 維修需求指數以關鍵性管段、內部結構性管段以及服務性管段細部因子評分作為管線維修模式，可綜合四周環境與管線本身所造成的損壞，同時加入下水道管線分級權重方式，可挑選出重要管路優先維修結果。
2. 本研究利用基因演算法適存值選取方式，是以維修效益成本比越大者，作為管線維修的優先考量，此種選取方式將可解決目標衝突下最佳的維修組合，避免選取到維修效益高且維修成本也高的管線，可考量到維修效益與維修成本兩者最佳狀況。
3. 本研究之基因運算部份，在有限成本控制下，可顯示管線維修數目、管線維修效益、管線維修成本等考量，並利用維修效益成本比排列管線維修順序，可將維修效益大且維修成本小的管線，進行優先維修的考量。

4. 假設維修成本控制為5,000,000元的預算，在扣除69支管線維修保養成本756,526元，剩餘的維修成本為本次除了保養成本外可為維修的費用4,243,474元，管線修復之總維修成本費用將需要10,077,913元，在維修工法的分佈上，管線維修的最佳組合為不維修的管線有31支、局部修補工法有9支、區段翻修工法有21支、管線置換有8支，所以，於假設成本的限制條件下，本期由於成本不足，將只能修復6支管線數目，其維修工法之採用如圖2.3所示。
5. 高雄市第十五期右半部以關鍵性管段C類管線、內部結構性管段1級管線以及服務性管段1級管線為主要管線分佈情況，可說明該基地管線損壞情況於是屬於管線良好的狀態，而本案例展示的成果多以不維修、區段翻修為管線維修工法組合，因為基因演算的取決條件，以管線損壞長度與維修工法為主要考量因素，這兩者將牽涉到維修成本問題，在維修工法上來說，以區段翻修的成本較為廉價，所以，結果也應該以區段翻修為主。
6. 本研究於維修成本的計算上，只考量管線保養成本與維修工法成本，但於現實工程面還包含社會成本費用，為了使維修成本考量可以更加完善，於未來將可再加入社會成本。
7. 管線維修模式中，未來可比照國內於鋪面路網維修策略，結合工程師評估結果、管路現況以及預測模式合併於管線維修分析中，以解決下水道管網維修等相關問題。

表 2.1 管線內部結構狀況調查項目及評分

項目	狀況項目	評分點數
接頭鬆脫(Open Joint)	輕微(<3cm)	1
	中度	1.5
	嚴重(>6cm)	2
接頭位移	破裂	2
	上下位移	2
管身裂痕(Cracked)	圓周	10
	單一縱向	10
	多縱向	40
	多重	40
管身破損(Fractured)	圓周	40
	單一縱向	40
	多縱向	80
	多重	80
管身斷裂(Broken)	斷裂	80
管身穿孔(Hole)	半徑<1/4	80
	半徑>1/4	165
管身坍塌	坍塌	165
管身破碎(Spalling)	輕度	5
	中度	20
	嚴重	120
管壁磨損(Wear)	輕度	5
	中度	20
	嚴重	120
管身變形(Deformation)	0-5	20
	6-10	80
	>10	165

資料來源：WRC, UK, *Sewerage Rehabilitation Manual Third Edition*, 1994

表 2.2 管線內部結構性能評估分級標準

評估等級	分級標準
1 級(可使用的結構狀況)	<10
2 級(短期內坍塌機率小,但未來有可能變差)	10-39
3 級(於近期內不會坍塌,但未來可能變差)	50-79
4 級(於未來可能坍塌)	80-164
5 級(坍塌或即將發生坍塌)	165 以上

資料來源：WRC, UK, *Sewerage Rehabilitation Manual Third Edition*, 1994

表 2.3 管線服務性能調查項目及評分

項目	狀況項目	評分
樹根入侵(Roots)	輕微(Fine)	1
	穿入(Tap)	2
	生長(Mass)5%	1
	生長 5-20%	2
	生長>20%	5
結垢(Encrustation)	輕度	1
	中度	2
	嚴重	5
雜物堆積(Debris)-淤泥(Silts)	輕度(<0.05D)	1
	中度(0.05D-0.2D)	2
	嚴重(>0.2D)	5
雜物堆積(Debris)-油脂(Grease)	輕度(<0.05D)	1
	中度(0.05D-0.2D)	2
	嚴重(>0.2D)	5
阻塞(Obstruction)	--	10

資料來源：MWH and WRC, Singapore, *Paya Lebar Catchment Sewerage Rehabilitation*, 1991-1994

表 2.4 管線服務性能評估分級標準

評估等級	分級標準
1	<5
2	5-7.9
3	≥8

資料來源：MWH and WRC, Singapore, *Paya Lebar Catchment Sewerage Rehabilitation*, 1991-1994

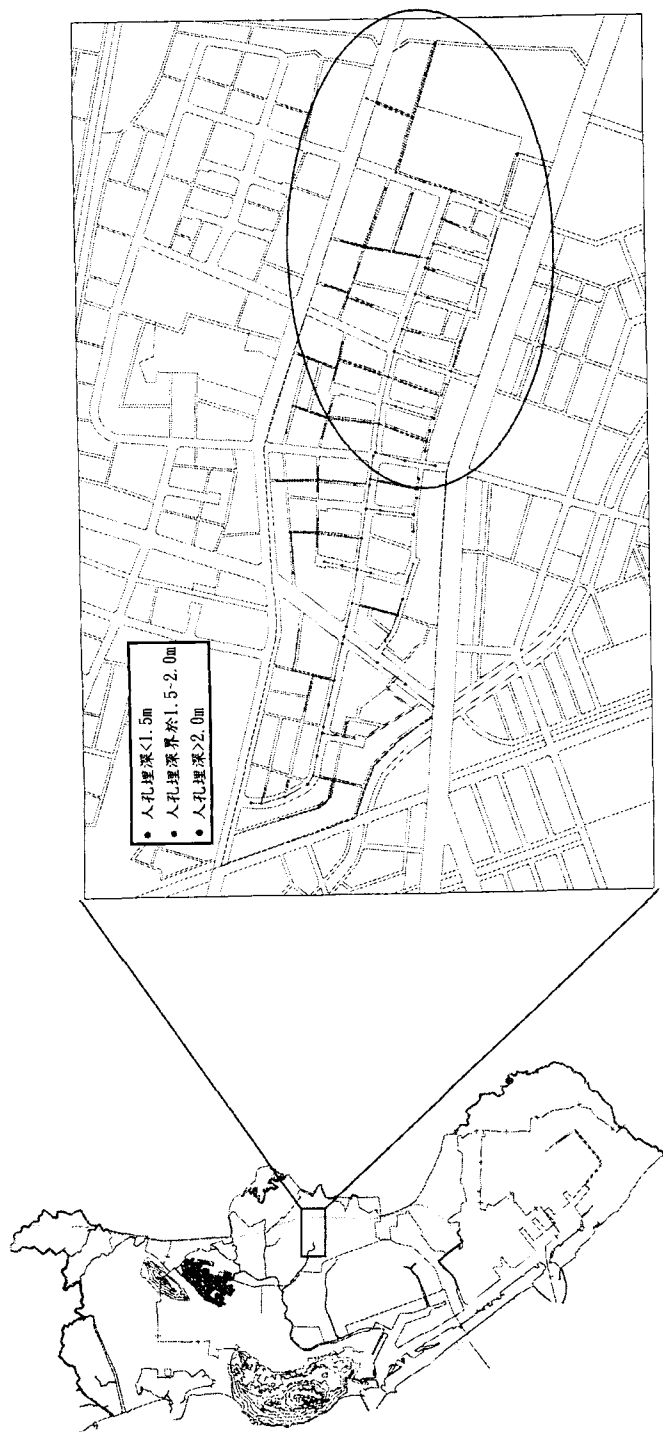


圖 2.1 高雄市第 15 期市地重劃區示意圖

紅色橢圓框內為本研究選定之管網系統

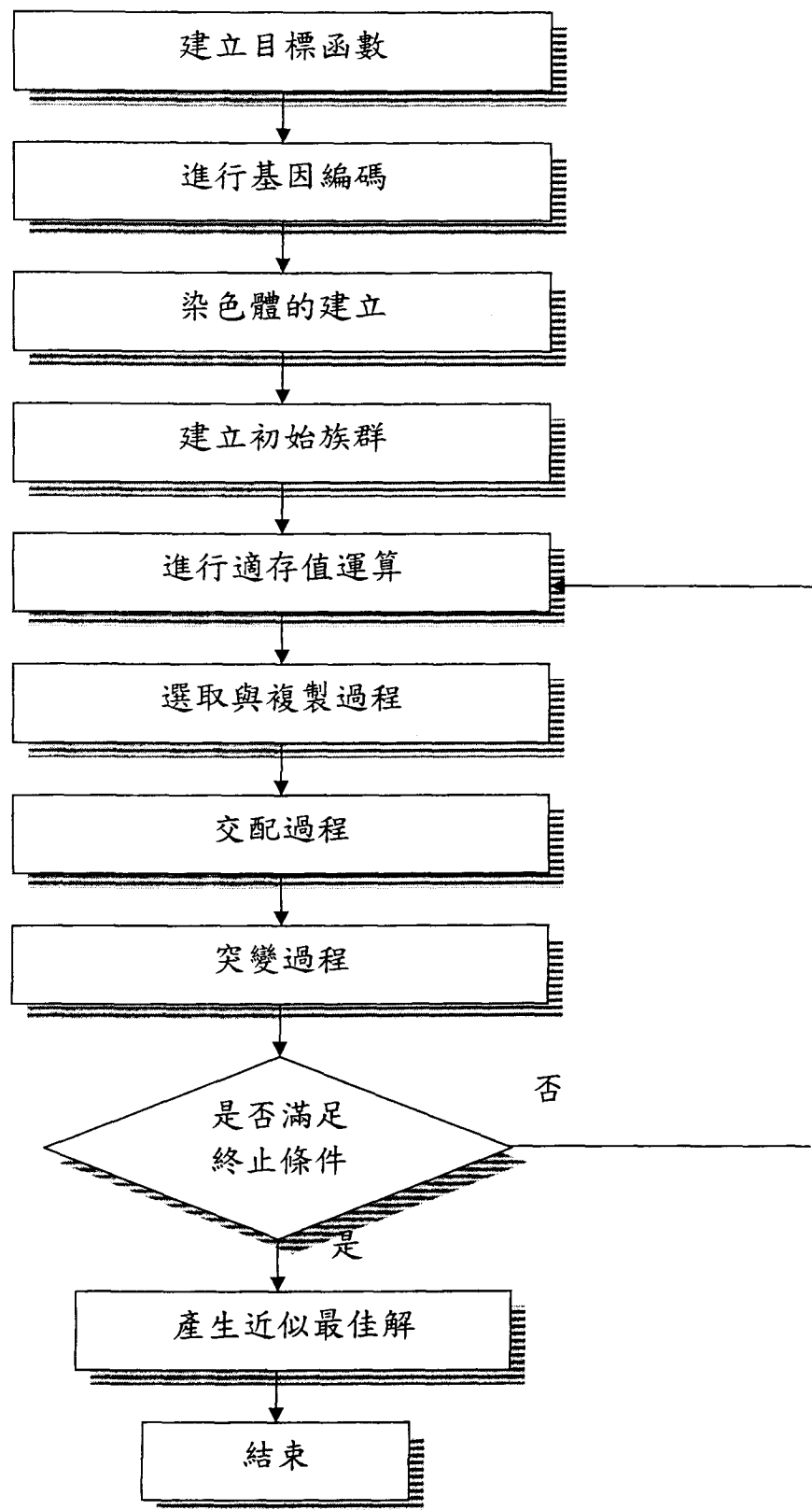


圖 2.2 基因演算流程圖

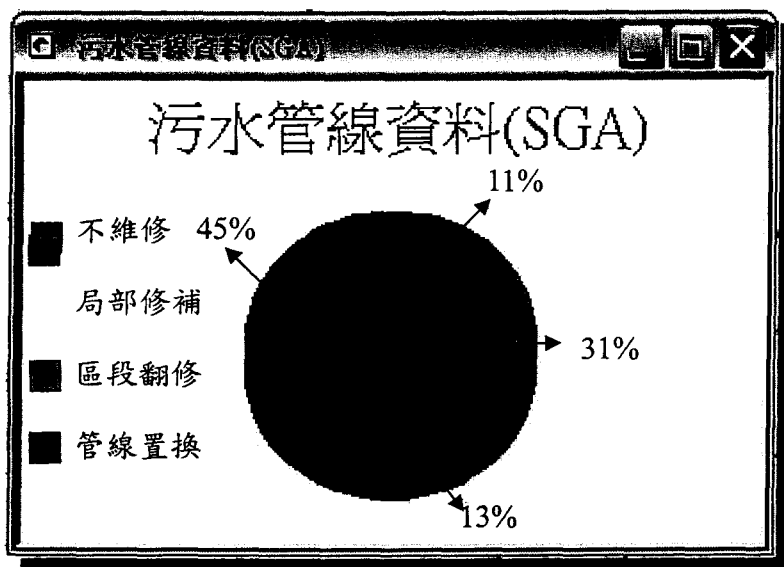
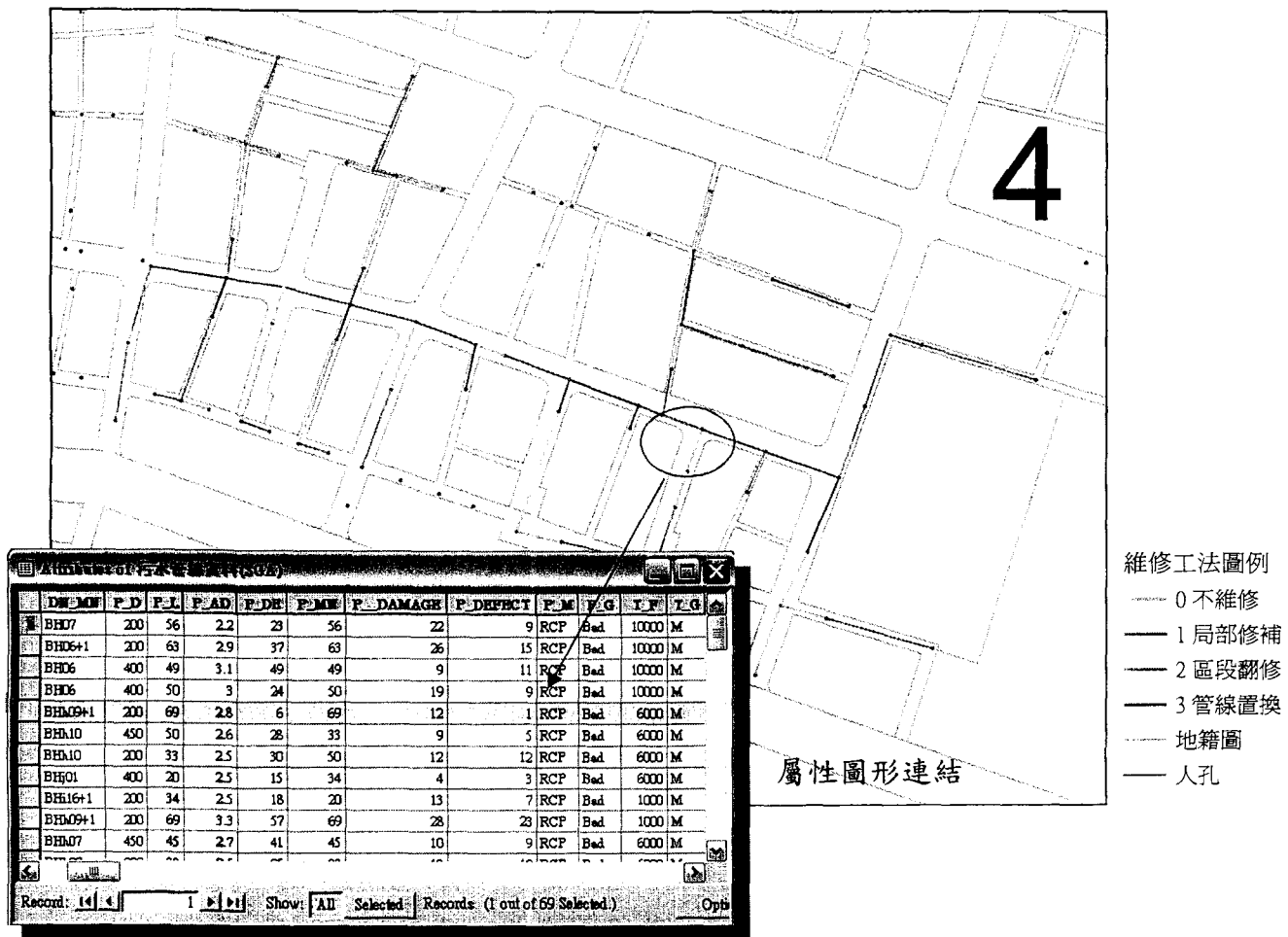


圖 2.3 管線維修工法組合結果

2.7 參考文獻

1. Water Research Centre, Sewerage rehabilitation manual, 3rd Ed., WRC, Swindom, U.K., Vol. 2, pp. 11-133 (1994) .
2. 美商傑明工程顧問公司，「第二十九期市地重劃區既設污水管線修繕工程設計及監造」，高雄市政府工務局下水道工程處，高雄(1999)。
3. 歐陽嶠暉，下水道工程學，長松文化公司，台北，(2001)。
4. 美商傑明工程顧問股份有限公司，「高雄市政府第七期、第十二期、第十四期、第十五期等市地重劃區既設污水管線整建評估規劃定案報告書」，高雄市政府，高雄(1997)。
5. 黃東森，「基因演算法於下水道之應用」，碩士論文，私立朝陽科技大學營建工程研究所，台中(2001)。
6. 游麗娟，「基因演算法於幾何形狀最佳化設計之研究」，碩士論文，國立中央大學機械工程研究所，中壢(2000)。
7. 劉昱江，「基因演算法在重複性工程時間成本分析之應用」，碩士論文，私立朝陽科技大學營建工程研究所，台中(2000)。
8. 張宏旭，「基因演算法在設施配置規劃上之應用」，碩士論文，國立成功大學土木工程研究所，台南(2000)。
9. Heng, L., and J.N. Cao, and P.E. Love, "Using Machine Learning and GA to Solve Time-Cost Trade-Off Problem", Journal of Construction Engineering and Management, Vol.125, No.5, pp.347-353(1999).
10. Goldberg, D.E., Genetic Algorithm in Search, Optimization, and Maching Learning, Addison-Wesley, U.S.A., pp.77-78(1989).

11. Goldberg, D.E., and C.H. Kuo, "Genetic Algorithm in Pipeline Optimization", Journal of Computing in Civil Eegineering, Vol.1, No.2, pp.128-141(1987)

第三章 滯留設施之規劃與設計(III)－最佳化佈置與總量管制設計

3.1 中文摘要

本研究的目的即將集水區，分別於不同地點設置滯洪池，探討滯洪池設計大小與地點選取最佳化配置方法。並對於滯洪池的設計中增加入滲的考量，期望能增加滯洪池的滯洪效益與減少工程經費的花費。研究中發現設置滯洪池控制局部集水區逕流量即可達成滯洪效果，且所需滯洪體積將小於滯洪池設置在最下游處。由分散多個滯洪池設置，有助於集水區內大範圍洪峰流量控制。滯洪池設計時，應採取整個集水區洪峰流量管制，以防因為多個局部滯洪池設置，造成下游地區聚集性衝擊。

3.2 英文摘要

The goal of the research is to employ not only a single collection zone for the water, but to having detention ponds in different places, and to decide on its optimal size and location. In addition, the infiltration ability of the detention ponds is being considered. This research indicates that to achieve detention effect only needs to construct detention ponds to control regional watersheds, and comparing

to the detention ponds located at the downstream, the needed detention capacity will be lower. The separated detention ponds help to control the peak flow of a broad area. When constructing detention ponds, the designing should restrain the peak flow of the whole watershed, in order to prevent the congregated impact of the down stream area caused by the

separated detention ponds arrangement.

3.3 緒論與文獻回顧

3.3.1 研究動機與目的

經濟快速發展，城市人口聚集，促使都市平地開發面積趨向於飽和，因此，緊鄰城市邊緣之山坡地開發成為一種趨勢。山坡地未開發前保有良好的植被保護，其可增加地表的滲透量與減少逕流的產生。坡地開發後，原本保有較佳的水土保持護坡被置換成為透水性差之人工構造物，因而增加地表逕流與縮短洪峰到達下游時間。如此效應的作用下，下游地區原來設計防洪容量將無法承受，而釀成災害的產生。

一般山坡地的排洪措施中，存在的觀念是在開發集水區中消減逕流量，實行方法可分為兩種：一為調節水流型，目的在降低洪峰流量及遲滯洪峰到達時間。常見之設施有調節池與滯洪壩等。另一則為增加入滲型，目的在增加入滲，以減少表逕流。常見之設施為停車場、人行道之透水表面、綠地與緩衝林帶等。然而在於坡地開發所造成主要問題即是地表逕流的增加，因此，一般所使用的方式就是設置滯洪池來降低地表逕流。目前國內常見所討論設計方法是於一集水區中，利用單一滯洪池的設計，求得其最佳滯洪體積。

然而滯洪池設計規劃常常忽略因多個局部單一滯洪池設置，可能對於下游排水系統造成聚集性的衝擊。本研究的目的希望利用已知單一滯洪池設計的方法，進一步的配合最佳化的模式，推求若在一集水區中劃分為數個次集水區，並於各次集水區設置或不設置滯洪池，求得設計所需的費用與洪峰消減效益關係。因而探討滯洪池在何種位置與大小配置下，可達到所需洪峰消減量與最低建造費的結果。並考慮

若在系統設計時加入入滲的效益，對於洪峰消減的影響探討。

3.3.2 文獻回顧

在於滯洪池設計相關研究繁多，有些學者針對出流口形式的探討；有些則依循水土保持技術規範”單一集水區單一滯洪池”做相關研究；另外則有些學者會對集水區滯洪池設置做整體設計研究，前人所做相關研究分述如下：

(1)滯洪池出口形式之研究：

朱世文、黃宏斌(1998) 經由Puls 演算法模擬在不同開口形式及開口大小之出流歷線，並針對相同入流歷線、相同水位高之基準下，得到圓形開口比矩形開口具有較高滯洪效益。黃宏斌(1998) 以射流理論為基礎，配合水槽試驗結果，求得滯洪池不同排水孔口徑、個數以及不同排列方式下之流量變化情形。其所推論出結論為單孔之流量係數隨相對水頭增加而遞增。利用多個小孔徑取代一個大孔徑其排除洪水將更有效率。McEnroe et al. (1992) 將滯洪池排出口分為溢流式(overflow outlet)與潛流式(submerged outlet)分別討論其滯洪效益。所得結果為潛流式出流口對於滯洪池的滯洪效益較佳。

(2)單一滯洪池之研究：

前人對於滯洪池先前簡便設計，將水庫演算方程式予以無因次化，經由數值模擬方法求得無因次化方程式解，並以圖表展現出無因次化結果，以便於工程師利用查詢。例如國內學者陳正炎等(1998) 利用電腦操控可調變流況之渠槽試驗，驗證所推導出無因次滯洪池理論解析法。余濬、吳瑞賢(2000) 以水庫演算技巧，將三角型入流歷線、

水平衡公式與滯洪池正方形出口的設定予以無因次化，發展出無因次化的圖表。國外學者 Akan (1989) 考慮滯洪池具有兩個出口(上面為溢流形式，下面為孔口流)，求得雙迴歸週期設計下無因次參數相關圖表。Akan(1990) 考量單一出口之滯洪池，出流孔形狀分為孔口與堰流兩種形式，畫出無因次參數相關圖表。Kessler et al. (1991) 將洪峰消減比(the peak reduction ratio)與儲存關係比(the relative storage ratio)代入水庫演算方程式，利用數值方法計算求得洪峰消減比與儲存關係比圖形，經此圖迴歸出線性關係式，並稱此式為滯洪水庫之效率方程式(the efficiency function of detention reservoirs)。McEnroe et al. (1992) 利用水庫演算分析(reservoir routing analysis)將兩個無因次化參數洪水儲存因子、洪峰流量因子(the flood-storage factor，滯洪總體積/總洪水量體積；the peak-discharge factor，洪峰出流量/洪峰入流量) 代入方程式中，利用數值方法計算求兩無因次參數關係圖形。Akan et al. (1994) 利用水庫演算方程式，求得設計滯洪池容量與下游渠道泥砂侵蝕量無因次化圖表。無因次圖表將會簡化工程設計試誤過程，但是會受限於不同的入流歷線而有不同的無因次圖表產生，因此，不同入流歷線推求滯洪池須經由有不同圖表的查詢。

(3) 洪池整體規劃之研究：

有些學者將流域劃分為數個次集水區，並將每個次集水區依流域分佈位置分為數個階段，再利用動態規劃階段性求解的方法應用於集水區系統中，而發展出滯洪池系統動態規劃模式，例如：Mays et al.(1982) 提出 iso-drainage line (IDL) 的觀念，以動態規劃方法應用於滯洪池系統設置最佳化問題。Bennet et al. (1985) 延續了 Mays and Bendent (1982) 所建立之動態規劃模式，並進一步擴充模式所考慮變數，增加了滯洪池間相互連結渠道與滯洪池出流口的考慮。

Ormsbee et al.(1987) 進一步利用了動態規劃模式推求雙目標滯洪池設計，其包含了滯洪池的防洪效益與非點源污染去除的考量，有別於之前學者只對於防洪方面的探討。

近年來隨著遺傳演算法的蓬勃發展，並從相關研究了解其具有快速搜索能力，因此有些學者則將洪水水理驗算模式配合此最佳化模式，期望從中求得滯洪池系統最佳可行解。包含了葉昭憲(1997) 利用多目標遺傳演算法(multiobjective genetic algorithm)來解決滯洪壩系統規劃問題。廖朝軒(2001) 以基隆河流域考量中型與小型防洪措施從流域上、中、下游做全面性的探討，並經由 GA 作為模式優化的工具求得可行防洪策略。Yeh et al.(1997) 利用 Successive Reaching Dynamic Programming (SRDP)與 Multiobjective Genetic Algorithm (MOGA)兩種方法推求滯洪池位置與大小的最佳化配置。SRDP 推求小規模滯洪池配置結果為運算效率快，MOGA 則可提供許多可行解，並從可行解的效益與經費關係求得最佳解。

有些學者則經由試誤方法，改變不同影響參數模擬每一種狀態結果，從中比較何種規劃設計下有最佳效益。Smith et al. (1980) 經由每個次集水區主要渠長、坡度、集水區面積與不透水面積資料，代入 HEC-1 模擬求得流量資料，從所得結果迴歸出單位歷線公式，因而求得暴雨逕流歷線，再以逐步模擬方式進行滯洪池防洪效益分析。作者從模擬案例發覺在十年洪水頻率暴雨下，若只從上游將要開發地區設置滯洪池設計將無法滿足下游排洪限制，須經由上游將要開發與下游已開發地區雙重設置滯洪池，才可達成防洪效果。

3.4 滯洪池設計模式

滯洪池的設計原理是把降雨逕流暫時儲存於一個大的水池中，再適當的設計出流孔口而調節洪水出流量，使得上游開發地區洪峰流量不會大於下游地區能夠承受最大的洪峰流量。

3.4.1 降雨強度推估（水土保持技術規範第二十三條）

本文對於逕流歷線推估是以合理化法之單位歷線求得，因此對於降雨強度之推估採用水土保持技術規範無因次降雨強度公式推估。

3.4.2 逕流係數推估（水土保持技術規範第二十六條）

依地形開發程度決定逕流係數 C 值，分為開發整地區及無開發整地區兩大類；開發整地區又分為開發前、中、後三種情形。開發前採用無開發區之 C 值，開發中 C 值以 1.0 計算，開發後及各項 C 值應依規範規定選擇之，但有實測資料者不在此限。

3.4.3 集流時間

集流時間長短將會影響單位歷線推估，本文則列舉兩種集流時間推求方式，如下所示：

a. 水土保持技術規範第二十七條： $T_c = t_0 + t$

b. California Culverts Practice： $T_c = 60(11.9L^3/H)^{0.385}$

3.4.4 逕流歷線的推估

本文對於逕流歷線的推求是以合理化公式之線性化單位歷線，配合設計雨型求得，以下則分別介紹合理化單位歷線與設計雨型法推求步驟。

a. 三角形流量歷線法：

降雨逕流歷線的推估，前人(郭純園，1988；陳正炎等，1998；吳瑞賢、余濬，1996b；Guo et al.，1999；水土保持技術規範)所使用的方法為三角形流量歷線法。先依集水區不同開發程度求得逕流係數(C)與設計頻率之降雨強度(I)，代入合理化公式： $Q_p = CIA$ ，求得洪峰流量 Q_p 。再依不同設計基期以等腰三角形表示為入流歷線。

b. 設計雨型法：

設計雨型法(莊聿今，1989；吳瑞賢等，1996a，1996b；余慶璋等，1999)為另一種推求逕流歷線的方法，即先決定降雨延時時間 ΔT ，並決定設計降雨頻率年T，經由已知降雨-延時-頻率曲線(IDF)分別求得 ΔT ， $2\Delta T$ ， $3\Delta T$ ， $4\Delta T$ ， $\dots$ ， $N\Delta T$ 延時所對應之降雨強度 I_1 ， I_2 ， I_3 ， I_4 ， $\dots$ ， I_N ，並依所設計雨型(前峰、後峰及中央集中型)分別排列，求得設計雨型之降雨組體圖。由已知該流域之逕流係數、面積與降雨集流時間，並配合單場降雨逕流歷線法的推求與疊加後，則可求得直接逕流歷線。

3.4.5 渠流演算

人工渠道建造大多是以不透水材料建築，此設計雖可增加排洪速率，但對於洪水量的消減及地下水補助卻毫無助益。因此，在於

日本對於防洪抑制效果的探討上，研究具有入滲效益之排水與儲留系統，包含了入滲陰井、入滲人孔、入滲管、入滲 U 型側溝、透水性平板與透水性鋪裝等。經由前人之研究顯示在集水區地區，大規模設置入滲設施有助於洪峰流量消減。因此，本文則分別討論在渠道增加入滲效能與無入滲效能對整體實質防洪效果。

3.4.6 滯洪池演算

滯洪池結構設計為前端牆身上方有一進水口，係讓逕流流入，後端牆身下方開有一出水孔口，池底及四週邊坡為不透水之材料所建造，稱之乾式滯洪池。至於池底及四周邊坡若維持原有地表狀態之滯洪池，當降雨逕流流入滯洪池後，會有部份逕流入滲至地表下，則此種滯洪池稱為濕式滯洪池。本文分別針對乾式滯洪池與濕式滯洪池進行計算。

3.4.7 滯洪池系統演算之流程

滯洪池整體規劃所需考慮因子繁多，包含流域水文地形因子的取得、適當地點的選取與設計體積大小等。而本文對於滯洪池系統演算流程如下：

1. 首先於規劃集水區內選擇可能設置滯洪池地點。集水區因地形與人為開發建設等因素影響，造成設置地點土地取得不便或地形條件不符，因此，對於規劃前須先選擇可行設置地點。
2. 可行地點選取後，定義每一滯洪池之地形資料。包含集水區面積、土地使用現況、土地平均坡度、排洪渠道長度、渠道坡度與形狀等相關資料。

- 3.求得暴雨流量歷線。利用所求之地形資料與設計暴雨基期，配合前述逕流歷線推估方法，推求暴雨流量歷線。
- 4.利用已知設置地點滯洪池面積與孔口大小，由流域上游往下游逐步以滯洪池與渠流演算兩部分，求得下游出口之出流歷線。模擬演算步驟由第 1 個階段滯洪池演算後再往下至第 2 階段，然而於第 1 與 2 階段間則經由渠流演算，如此依循往下直至第 4 階段而求得下游處之出流歷線。

3.5 滯洪池最佳化模式

3.5.1 滯洪池設計最佳化數學模式建立

集水區經由分散式多個滯洪池設置，可依不同防洪效率與經費做適當的設計與調整，例如將集水區中上游設置兩個滯洪池，或者在中下游設置三個滯洪池，其滯洪效果與經費將會有所不同，因此滯洪池設計會隨著設置位置與數目有不同可行解。一般工程設計所期望的結果就是經由最少的建造經費，又可達成工程建設目標。本文基於如此想法，訂定問題目標函數為符合滯洪池設置限制條件下，所需經費最少可行解，其目標函數(F)可表為：

$$\text{minimize } F = \sum_{i=1}^n C_i$$

(i=可能設置地點， C_i =第i個滯洪池建造費用)

3.5.2 最佳化理論方法

工程問題求解，通常影響的變數並非只有一個，而且所有變數又會相互的影響，使得問題所有可行解集合將會非常龐大；因此為了節

省時間的效益，可利用優選模式來求解，而優選模式主要是依據有系統的數學分析，經由計算機有效率計算得到最佳解。基於節省時間效率原則下，選擇適當的優選模式進行工程問題的求解，來提供規劃與決策者執行有效率之可行方案。本文則採用遺傳演算法(Genetic Algorithms, GA)作為優選方法，模擬中引用GA 優選程式為美國伊利諾大學David L. Carroll 於1996 年利用fortran 程式語言撰寫而成。

遺傳演算法於1975 年經由John Holland 與他的學生及同事所發展出來的優化模式，此模式之理論對於複雜搜索空間已被證實具有強大之搜索能力。由於此系統本身具有自我進化能力，因此，對於後代的繁衍將會朝向最佳解方向前進，如此機制下，將可利用遺傳演算法作為優選方法工具。以下為遺傳演算法的構成要素：(1)染色體編碼方法 (2)適合度(fitness)函數 (3)複製運算子 (4)交換運算子 (5)突變運算子。經由以上參數與各運算子的決定，即可利用GA 進行優化問題求解，其演算應用步驟如下：

- a. 確定決策變數與限制條。
- b. 建立數學模型，即訂定目標函數。
- c. 確定可行解染色體編碼方法。
- d. 確定解碼方式。
- e. 確定適合度的量化方法，即將目標函數值到適合度的轉換規則。
- f. 確定複製運算、交換運算、突變運算的操作方法。
- g. 確定遺傳演算相關參數，包含了群體大小、演算代數、交換率、突變率等。

3.5.3 遺傳演算法應用於滯洪池系統之流程

遺傳演算法是一種疊代的過程，他模仿生物在自然環境下的遺傳與進化機制，反覆的進行複製運算、交換運算、突變運算於群體，最終可得到問題的最佳解或近似最優解。而其演算流程如下：

- 1.經由隨機方式進行決策變數編碼。本模式將滯洪池面積與孔口視為決策變數，並以二位元編碼方式進行編碼，每條染色體前半段代表滯洪池面積，後半段代表孔口大小。
- 2.產生初始群體。將步驟1產生群體，視為問題初始解集合。
- 3.進行解碼。將群體中每個個體進行解碼步驟，將每個二位元基因形式之池子面積與孔口大小轉成數字形式，作為模式演算參數。
- 4.適合度的推求。將每個已解碼變數代入滯洪池模擬模式內，並求得各個個體之適合度。由於GA 所適用的範圍為推求問題極大值，則當目標函數為極大時，適合度可以直接已目標函數表示；但滯洪池模式中，目標函數為每個滯洪池建造費總合最小問題，因此，將目標函數值的倒數視為問題之適合度，則可符合GA 求解範圍的限制。
- 5.複製。經由目前親代中，依一定方法進行複製繁衍，本文使用競爭選取法。
- 6.交換。選取兩個已配對染色體，進行基因的交換而產生新的子代。本文使用的方式為均勻交換方式。
- 7.突變。經由隨機方式對於染色體進行基因突變，增加群體的多樣性，以免落入局部最佳解的情形。

經由上述演化形成新的群體後，重複3至7步驟，演算至一定的代

數後可得較佳解或接近全域最佳解。本文最終代數決定是以在第 i 代模擬中求得最佳適合度的解 F_i ，並且在往後連續一百代適合度並沒有優於 F_i ，則終止GA 優化演算。

3.6 結論與建議

本研究是利用連續方程式觀念，發展出滯洪池系統模擬演算模式，並以遺傳演算法最佳化模式找尋在所有可能滯洪池設置地點，滯洪池設置所需最少經費的配置情形。經由案例模擬研究後，得到以下幾項結論：

3.6.1 結論

1. 當次集水區流量歷線受渠道延時效果很小，則設置滯洪池控制局部集水區逕流量即可達成滯洪效果，且所需滯洪容量將小於滯洪池設置在最下游處容量。
2. 當集水區中上游地價遠低於集水區下游，利用結論1的結果，則可建造較大滯洪池於低地價處，其可提高防洪設計頻率，另一方面可節省所需經費。
3. 一集水區經由分散多個滯洪池設置，有助於集水區內大範圍洪峰流量控制，有別於設置在集水區最下游處，僅對滯洪池下游出口地區洪峰流量控制。
4. 滯洪池與主要渠道面積佔總集水區面積比例太小，則增加滯洪池與主要渠道入滲效益，對於集水區洪峰流量消減效果不大。
5. 局部集水區開發不可只考慮此局部地區滯洪池設置，應對整個集水

區做整體洪峰流量管制，以防因為多個局部滯洪池設置，造成下游地區聚集性衝擊。

3.6.2 建議

- 1.本研究使用滯洪池系統模擬模式，在渠流演算部分採用定量流近似法，此法假設流量歷線在進入渠道前與離開渠道後歷線波形不變，但在實際較長渠道或渠道斷面形狀變化大時，洪峰流量會有消減效益。因此，對於大集水區渠道長度與形狀變化量大時，建議增加洪峰流量消減效益，將有助於實際問題求解。
- 2.本文皆假設降雨特性為均勻降雨，但在大集水區降雨可能會受地形影響，使得集水區降雨呈現非均勻性情況，因此，建議往後研究可增加非均勻性降雨特性對滯洪池設置影響。
- 3.本文對於工程建造費考量採用粗略估計方式，建議在實際工程進行，需詳盡探討造價推估，方有助於求得最佳滯洪池配置方式。

3.7 參考文獻

1. Akan, Osman (1989) ,“ Detention pond size for multiple return periods “ , Journal of Hydraulic Engineering, ASCE ,Vol. 115 , NO.5 , pp. 650-664.
2. Akan, Osman (1990) ,“ Dingle-outlet detention-pond analysis and design “ , Journal of Irrigation and Drainage Engineering,ASCE ,Vol. 116 , NO. 4 , pp. 527-537.
3. Akan, Osman and Edward N. Antoun (1994) ,“ Runoff detention for flood volume or erosion control “ , Journal of Irrigation and Drainage

Engineering, ASCE ,Vol. 120 , NO. 1, pp. 168-178.

4. Amandes, Christopher B. and Philip B. Bedient (1980) ,“ Stormwater detention in developing watersheds “ , Journal of The Environmental Engineering Division, Vol.106, NO.EE2 , pp. 403-419.
5. Bennett, Michael S. and Larry W. Mays (1985) ,“ Optimal design of detention and drainage channel systems “ , Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE ,Vol.111 , NO. 1 , pp.99-113.
6. Carroll, David L. (1996) , ” D.L. Carroll’s FORTRAN Genetic Algorithm Driver” °
7. Curtis, David C. and Richard H. McCuen (1977) ,“ Design efficiency of stormwater detention basins “ , Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE ,Vol.103 , NO. WR1 , pp.125-140.
8. Diskin, M. H. and A. Kessler (1992) ,“ Improving Detention Reservoir efficiency by a parallel drain design “ , Water Resources Research, Vol.28 , NO.8 , pp. 2005-2010.
9. Goldberg, David B. (1989)”Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning” , Addison-Wesley Publishing Company, INC °
10. Guo, James C. Y. (1999) ,“ Detention storage volume for small urban catchments “ , Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE ,Vol.125, NO.6 , pp. 380-382.
11. James, Wesley P., J. Frank Bell and Deborah L. Leslie(1987) , “Size and location of detention storage “ , Journal of Water Resources

Planning and Management, ASCE ,Vol. 113 , NO. 1 .

12. Kessler, A. and M. H. Diskin (1991) ,“ The efficiency function of detention reservoirs in urban drainage system “ , Water Resources Research, Vol.27 , NO.3 , pp. 253-258.
13. Mays, Larry W. and Phillip B. Bendent (1982) ,“ Model for optimal size and location “ , Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE ,Vol.108 , NO. WR3 , pp. 270-285.
14. McEnroe, Bruce M. (1992) ,“ Preliminary sizing of detention reservoirs to reduce peak discharges “ , Journal of Hydraulic Engineering, ASCE ,Vol. 118 , NO. 11 .
15. Nix, Stephan J. and S. Rocky Durrans (1996) ,“ Off-line stormwater detention systems “ , Water Resources Bulletin , Vol. 32 , NO. 6 , pp.1329-1340.
16. Ormsbee, Lindell E., M. H. Houck and J. W. Delleur (1987) ,“ Design of dual-purpose detention systems using dynamic programming “ , Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE ,Vol. 113 , NO. 4 ,471-484.
17. Smith, David P. , Jr. and Phillip B. Bedient (1980) ,“ Detention storage for urban flood control “ , Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE ,Vol.106 , NO. WR2 , pp.413-425.
18. Whipple, William, Jr., Richard Kropp and Susan Burke,(1987)“ Implementing dual-purpose stormwater detention programsa “ , Journal of Water Resources Planning and Management,ASCE ,Vol. 113 , NO. 6, pp.779-792 .

19. Yeh, Chao-Hsien and John W. Labadie (1997) ,“ Multiobjective watershed-level planning of storm water detention systems “ ,Journal of Water Resources Planning and Management,ASCE ,Vol.123, NO.6 , pp. 336-343.
20. 王如意、易任(1996, 7 月新編),”應用水文學”,國立編譯館出版。
21. 王茂興、傅新民、莊聿今(1993),”山坡地集水區滯留池之整體規劃研究”,台灣水利,第41 卷第1 期,第67-72 頁。
22. 台北市政府工務局養護工程處(2000),”單價分析表”。
23. 朱世文、黃宏斌(1998),“滯洪壩不同形狀開口之滯洪效益探討”,農業工程研討會,第661-667 頁。
24. 行政院農委會(2000),水土保持技術規範,中華水土保持學會。
25. 黃顯斌(2000),”常用土木工程單價分析”,現代營建,第247 期,第99-102 頁。
26. 余濬(2001),”都市雨水下水道設計模式之研究”,博士論文。
27. 余濬、吳瑞賢(2000),”正方形出水孔口之滯洪池容量無因次化分析”, 第十一屆水利工程研討會,第K29-K34 頁。
28. 李光敦、楊銘賢(1998),”上游集水區適用集流時間公式之探討”,台灣水利,第46 卷第1 期,第60-71 頁。
29. 吳瑞賢、余濬(1996a),”滯留池節省容量及集中沉砂之設計方法探討”,中華水土保持學報,第二十七卷第一期,第29-38 頁。
30. 吳瑞賢、余濬(1996b),”台灣地區山坡地滯留池容量計算方法之比較研究”,台灣水利季刊,第四十四卷第一期,第53-63 頁。

31. 莊聿今(1989), "小集水區流量歷線推求法", 中興工程, 第二十三期, 第66-76 頁。
32. 陳正炎、盧昭堯、何智武、王傳益(1998), "矩形出流口式滯洪池滯洪容積實驗研究", 中國土木水利工程學刊, 第10 卷第4 期, 第795-802 頁。
33. 陳正炎、洪耀明、陳順天(2000), "滯洪池數值演算之圖解法", 八十九年度農業工程研討會, 第633 頁。
34. 黃宏斌(1998), "調節池孔口配置之水理特性研究", 台灣水利, 第46 卷第1 期, 第53-59 頁。
35. 葉昭憲(1997), "運用多目標遺傳演算於滯洪壩系統之規劃", 台灣水利, 第四十五卷, 第2 期, 第70-81 頁。
36. 經濟部水資源局(2000), "都市透水化設施之可行性研究及設計規範研擬"。
37. 廖朝軒(2001), "基隆河流域之減洪策略綜合規劃", 八十九年度防災專案計畫成果研討會論文集-氣象、防洪、坡地與地下水, 第5-1 至5-14 頁。
38. 鄭克聲、陳葦庭、葉惠中(1999), "坡地開發滯留池之水文設計探討", 台灣水利, 第47 卷第4 期, 第41-57 頁。
39. 小林敏美、永井誠一郎(1990/5), "浸透式下水道與雨水流出之抑制", 下水道協會誌, vol. 27, No. 312, 第35-42 頁。
40. 中島真治、鎌田修、前橋隆介(1989/3), "浸透型雨水流出抑制之效果", 下水道協會誌, vol. 26, No. 298, 第49-58 頁。

41. 石田昇(1990/2)，”雨水之地下浸透”， 下水道協會誌，vol. 27，No. 309，第70-74 頁。
42. 西也喬(1989/7)，”雨水浸透基盤之實流域之適用”， 下水道協會誌，vol. 26，No. 302，第42-50 頁。
43. 野澤肇(1983/8)，”相模原市之雨水流出抑制策之概要-西橋本地域之浸水對策-“，下水道協會誌，vol. 20，No. 231，第36-47 頁。
44. 關根幸雄、天田高白(1988/2)，”都市化雨水流出抑制施設之流出抑制效果”， 下水道協會誌，vol. 25，No. 285，第24-32 頁。
45. 調節池之計畫與設計(1988)，都市水文研究室，山海堂。

第四章 污水處理設施危險因子與緊急應變創新技術之研究

4.1 中文摘要

由於臺灣位處溫帶與熱帶之交界處，屬副熱帶季風區，因此常遭受颱風與豪雨侵襲，另外尚有：天然災害、廠內發生災害、工程災變及化學災變等皆可能造成污水處理系統之災損，因此對於建立相關防救災機制的研究應儘速且謹慎為之。

本研究將探討污水處理廠及其相關設施可能面臨災害之成因及該災害可能造成之損害，進而研究污水處理廠發生災害時之各種緊急應變與災後之處置方法，及相關災害預防措施，以期將災害造成之損失減至最低。

污水處理廠由於為日夜無休之公共設施，必須無時無刻均保持良好之污水處理效率，雖然建設前經過完整的規劃及設計，但災害發生時要使處理設施及機電設備均完好如初乃屬不可能，因此處理廠對於災害來臨時之緊急應變措施於事前必須進行完善之規劃及研擬，才能免於事後補救之憾。

各種設施遭遇災害後，預估可能之影響包括：污水處理系統設施損壞，污水無法正常排放或運送，四處溢流污染環境，引發惡臭及疾病等衛生問題；而電力設施損壞，則會導致電力系統供電中斷，造成大規模停電，連帶影響其他管線設施之正常運作；而當電信設施受損通訊中斷時，則嚴重影響災情傳遞與救援工作之進行。

本研究即分別針對廠站相關設施（廠站設施及消毒設備與加藥設備）、機電設備（電力設備及機械設備）、污水處理設施（攔污柵、

沉砂池、初沉池、曝氣槽、最終沉澱池及加氯設備)與污泥處理設施，其可能遭受之災損類型與模式加以彙整分析，並研提對應之緊急應變措施，期能提供國內污水處理廠規劃緊急應變系統時之參考及補現有體制之不足處。

4.2 英文摘要

Taiwan is located on the subtropical zone , therefore typhoon and heavy rain are take place in Taiwan almost very year . Other factors that could lead to vulnerabilities to wastewater treatment system are : natural events 、 operational and mechanical failures 、inadequate maintenances 、 inadequate operations and design deficiencies , therefore it is urgent to build the system of protective measures and responses to emergencies .

The contents of this study are factors of emergencies and vulnerabilities to wastewater treatment plant and then discuss emergency responses and relative protective steps with expecting to minimize damages and loss .

Due to wastewater treatment facilities must working for day and night , so it is necessary to keep wastewater treatment efficiency . Despite thoroughly planning and designing has been performed before constructed it is impossible to keep the completeness of treatment facilities and mechanical equipments when emergency takes place , therefore it is important to draw out the emergency responses before urgency conditions occur .

The objectives of this study are collecting and analyzing possible

types of vulnerability and then draw out the emergency responses for wastewater treatment plant (plant and disinfection equipments) 、 mechanical and electrical equipments wastewater treatment facilities (bar screen、grit chamber 、 primary sedimentation 、 aeration basin and final sedimentation) and sludge treatment facilities with expecting to be referral of planning emergency responses for municipal wastewater treatment plant .

4.3 計畫緣由

臺灣係屬歐亞大陸板塊與太平洋板塊之交界地區，平均每 10 年就發生一次大型地震，且臺灣又位處溫帶與熱帶之交界處，屬於副熱帶季風區，經常遭受颱風與豪雨侵襲，另外尚有其他諸如：天然災害、廠內發生災害、工程災變及化學災變等皆可能造成污水處理系統之相關災害，因此對於建立相關防救災機制的研究應儘速且謹慎為之。

民國八十八年九月二十一日臺灣發生本世紀以來最大的地震災難，依據內政部消防署八十九年七月十四日統計，這次該地震造成 2,456 人死亡(含失蹤 51 人)、10,718 人受傷；而建築物、道路橋樑、水壩堤岸、擋土護坡、上下水道及其他公共設施等毀損不計其數，損失可謂至為慘重；所幸該集集大地震，未發生在人煙稠密的大都會區，否則其後果將不堪設想。於污水下水系統之損壞方面，由於中部受災地區，目前僅少數鄉鎮設有小規模的污水處理廠及下水道設施，因此污水下水道受損情形報導較少，但若發生在臺北地區或其他都會區，則將對污水下水道造成極大損害。

本研究將針對污水處理廠之緊急應變加以探討，包含災害時之緊急應變措施、災後處置措施及各設施之防災策略等課題加以探討。

4.4 計畫目的

本研究將探討污水處理廠及其相關設施可能面臨災害之成因及該災害可能造成之損害，進而研究污水處理廠發生災害時之各種緊急應變、災後的處置方法，及相關災害預防措施，以期將災害造成的損失減至最低限度。

本研究主要研究目的臚列如下：

- (一) 分析及探討污水處理廠各設施單元存在之危險因子。
- (二) 蒐集彙整國內外污水處理廠緊急應變計畫處理模式。
- (三) 蒐集並整理國內各污水處理廠災害預防。
- (四) 研擬污水處理設施於災後創新緊急應變之技術。

4.5 計畫工作項目流程

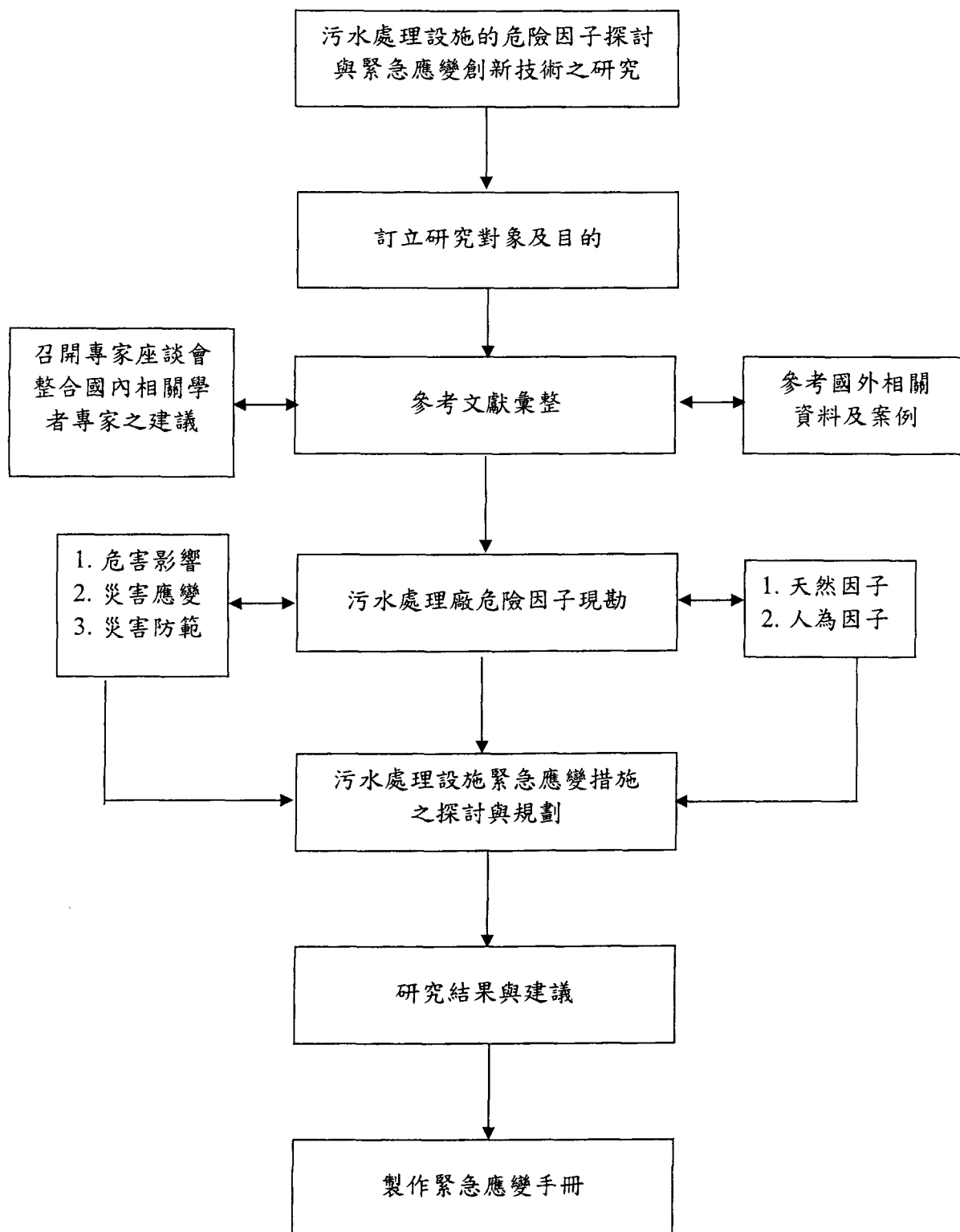


圖 4.1 計畫工作項目流程圖

4.6 污水處理廠之可能災害成因分析

污水處理廠造成緊急事件之原因頗多，依其災害發生來源之不同可區分為天然災害、廠內發生災害、工程災變及化學災變：

(一)天然災害

天然災害的強度、受災時間長短、地理位置、氣候及地形皆為影響因子，常見的天然災害如洪水、地震、颱風等，這些天災可能使污水處理系統建物倒塌、管線破裂、爆炸、火災、通訊災損、有害物質的逸出及處理系統之損害等。

(二)廠內發生災害

包含不當的防災措施、機械故障、操作上的疏失及不完善的設計等都可能造成災損、不必要之成本支出或毒性化學物質之逸出等對人體產生危害。

(三)工程災變

這些緊急事件包含工作人員罷工、非法之工程行為、怠工等，此情況都可能造成交通上阻礙、計畫的延遲、處理設施的損傷及徒增處理成本等。

(四)化學災變

在污水處理系統中最難控制的緊急事件即為化學毒害物質洩漏災變，化學物質的逸散，例如收集系統中氣的逸出及處理廠無意或非法的排放行為都可能造成爆炸、腐蝕等情形，對工作人員及建物都會造成危害。污水處理系統設備需定期使用或貯存化學物質以處理廢水，另外化學混合物必需在厭氧狀態下進行反應，化學物質包含氯、

臭氧、甲烷、硫化氫、二氧化硫、氨及石油燃料，此等化學物質都需要緊急應變程序來處理以免造成危害。

4.6.1 天然災害

天然因素包括了氣候、地理位置及地形等因素，因為其不可預測的特性，常常使得造成的傷害超過所能預期的範圍；天然因素可包含了下列幾項：

- a. 颶風
- b. 洪水
- c. 地震
- d. 暴風雪、冰雹及酷寒
- e. 森林或區域性大火
- f. 火山活動
- g. 海嘯
- h. 龍捲風

表 4.1 為天然因子及其所造成的影響，圖 4.2 為污水處理廠及下水道設施之災害成因。

表 4.1 天然因子可能造成之影響及危害程度

天然因子	危害因子	可能的影響
地震	1.使整個地區癱瘓 2.土質之鬆軟 3.震度及地震持續時間 4.建築物的強度	1.地表移動 2.洪水 3.下水道崩塌 4.建築物倒塌 5.有毒物質洩漏
洪水	1.地勢 2.鄰近洪水範圍 3.降雨量 4.防範措施的正確性 5.處理廠的最大容量	1.升高水位 2.洪水衝擊 3.百年洪水量 4.電力系統損壞 5.電力短路造成的火災 6.有毒物質洩漏
颶風	1.風速及風向 2.鄰近暴風圈 3.建築物的強度	1.暴風 2.屋瓦的碎片 3.建築物倒塌 4.有毒物質洩漏
暴風雪、冰雹及酷寒	1.冬季的氣溫 2.降雨量 3.暴風雪、冰雹及酷寒季的長短 4.處理廠的防寒措施	1.低溫 2.廠內設施暴露於低溫下 3.暴風雪 4.道路結冰
龍捲風	1.鄰近暴風圈 2.風向、風速及強度 3.處理廠的最大容量 4.建築物的強度	1.高水位或洪水 2.暴風 3.有毒物質洩漏
森林或區域性大火	1.風向 2.延燒範圍 3.降雨 4.天候	1.設施燒毀 2.火勢擴大
火山活動	1.鄰近火山 2.火山灰量 3.風向及風速 4.降雨量 5.爆發次數	1.岩漿 2.泥水 3.火災 4.低能見度
海嘯	1.鄰近海岸 2.地勢 3.洪水程度 4.水量、流向	1.高水位及洪水 2.地震 3.強風 4.有毒物質洩漏 5.電力系統受損

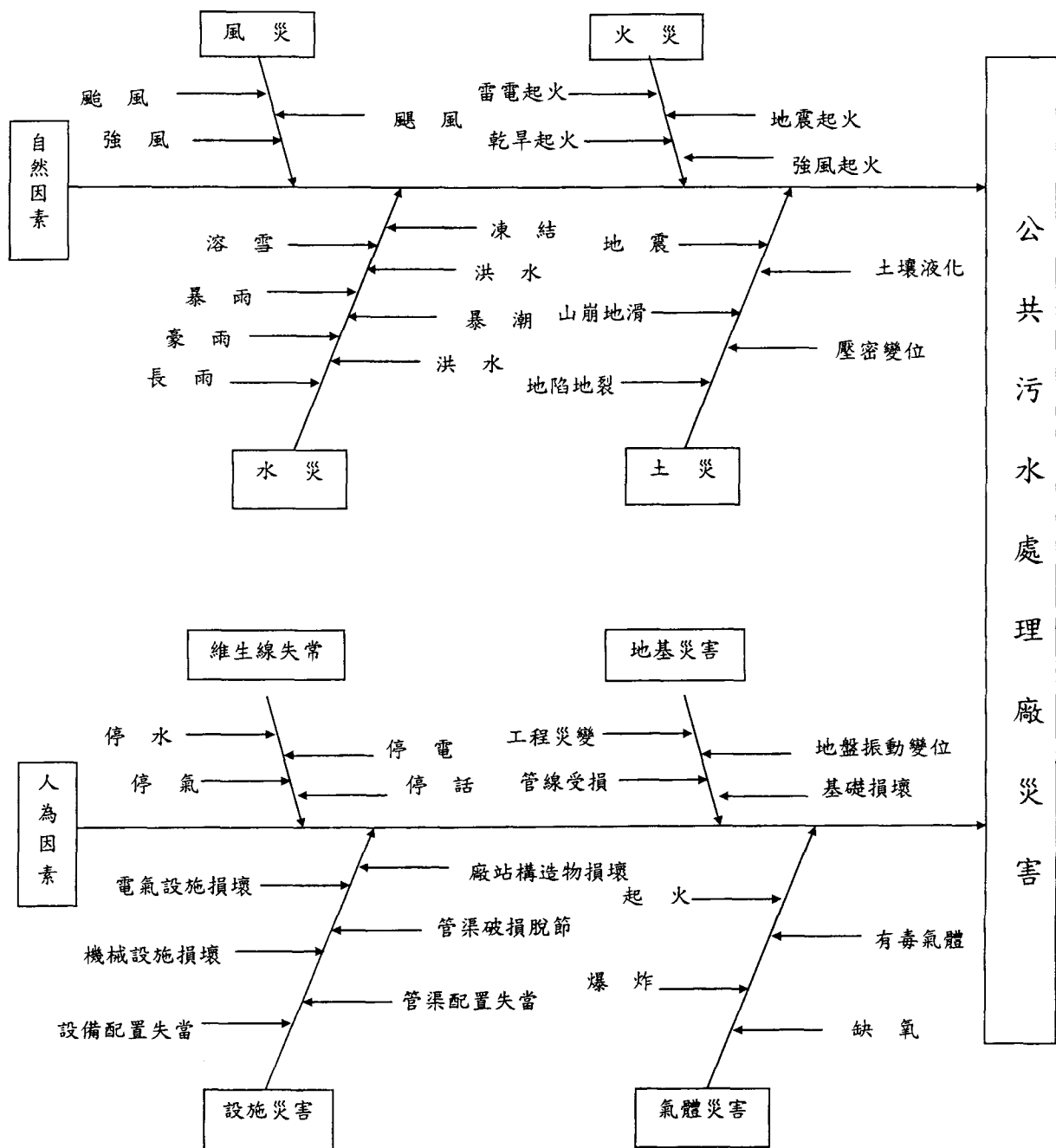


圖 4.2 污水處理廠及下水道設施之災害成因圖

當污水處理廠同時遭受兩項以上的天然災害，其損失無法估計，表 4.2 列出了一些可能的影響，可作為污水處理廠規劃緊急應變措施之指引，其目標為將傷害減至最低。

表 4.2 污水處理廠災害後可能產生之影響

1.建築物受損	9.接頭脫落
2.人員損傷	10.處理設施停止運轉
3.管線受損	11.毒性物質洩漏
4.爆炸	12.廠內設備受損
5.進出道路受損	13.污水管受損
6.火災	14.抽水站停止運轉
7.屋瓦碎片	15.電力受損/停止
8.通訊中斷	

4.6.2 廠內發生災害

污水處理廠內大多為機械設備與電器設備，易因人為因素或其他不可抗拒之因素而引發災害，其後果可能導致處理程序因此停擺甚至導致人員傷亡，因此廠內可能產生災變之因子也不得輕忽，一些常見潛在因子則包含了不當的防災措施、機械故障、操作上的疏失及不完美的設計等都可能造成意外災損、不必要的成本支出或毒性化學物質之逸出等對人體產生危害。廠內發生災害原因有下列三項：

- 1.不正確的保養作業
- 2.操作的疏忽
- 3.設計失當

1. 不正確型態之保養作業

污水處理系統隨著技術的日趨成熟也隨著更加複雜，以達到最佳的處理效率，每天例行性的油脂去除程序如僅怠忽一次，即可能造成沉澱池的處理效率降低，在一定油脂濃度時，不僅造成處理設施的停機，更造成嚴重的成本損失，因此，定期保養機械設備，可延長設備的壽命並將機械檢修的作業時間減至最低，如果不定期的保養機械等廠內器材，則將發生無法預期的損害。

2. 操作之疏忽

操作的疏忽可大致分為幾類：

- a. 幫浦、空壓機及其他機械設備的不當操作
- b. 不當的採樣及分析
- c. 水量、曝氣量及污泥流量不當調整
- d. 不當加氯量及營養鹽移除量
- e. 處理程序的輕忽或誤認

表 4.3 為可能因操作失誤或機械故障可能產生的問題。

表 4.3 操作失誤或機械故障可能之影響

1. 設備汰換	6. 化學物質洩漏
2. 不必要的處理成本	7. 爆炸或火災
3. 電路短路	8. 處理設施故障
4. 繞流管阻塞	9. 操作人員受傷或死亡
5. 機械故障時間過長	

3.設計缺失

污水處理廠設計缺失最常出現的問題即流入的污水體積估計錯誤，或各單元程序之操作缺乏彈性，而導致系統的失敗；表 4.4 為設計污水廠時最常發生缺失之處，表 4.5 則為設計缺失所可能導致的操作問題。

表 4.4 處理廠內可能的設計缺失

1.廠區規劃	10.廠區規劃
2.迴流污泥量	11.耗氧消化槽
3.進流量	12.厭氧消化槽
4.攔污柵	13.曝氣槽
5.加氯量	14.污泥脫水機及最終處置
6.通訊設備	15.滴濾池
7.廢棄物儲存量	16.活性生物濾塔
8.除砂量	17.終沉池
9.污泥儲存設施	

表 4.5 設計缺失可能導致的影響

1.不符合排放水標準	5.處理系統負荷過高
2.成本損失	6.廠內水流不穩
3.電力不足	7.污泥無處棄置
4.高進流量時只能溢流	8.處理效率降低

4.6.3 工程災變

污水處理廠站之設施於建造過程中，因自然災害或人為疏失而發

生之施工災害，如崩塌、地盤湧起等，輕者，影響工程預定進度，重者，造成人員受傷甚至死亡，因此對於設施施工時之安全防護與管理制度，實為不可輕忽之重要項目之一。

由於污水下水道管網之埋設較一般管線為深（約 3-20m），因施工困難度較高，容易引發工程本身施工之意外發生，因此難免會因施工區域之環境因素或管理不當引起地盤崩塌、沉陷或隆起，而對開挖面本身或周圍建物產生影響；其災害大體上可分為「施工災變（包含損及鄰近建物或本身之構造在內）」、「因施工損壞其他管線」以及「設施不良導致地盤塌陷」等三種災害，茲將其形成原因與影響分述於後。

1. 施工災變（包含損及鄰近建物或本身之構造在內）

污水管之施工方法，大多採潛盾工法或推進工法施築，該二種施工法，如以鋼板樁作為擋土設施時，較易引起砂湧或隆起之現象，而造成路面下陷或鄰近建物龜裂及周邊管線之破壞。

2. 因施工損壞其他管線

現代都市由於人口密集，及生活環境變遷，常須於地下鋪設污水、自來水、電力、瓦斯及電信等各項維生管線設施，由於國內尚未有完善之地下管線管理對策，以致地下管線雜亂無章，且因管線單位對自身埋設的管線亦並未妥善建檔管理，因此常無法提供確實可靠之資訊，而經常挖損各種地下管線，甚至發生爆炸、燃燒及毒性氣體外洩之公安意外事件。

3. 設施不良導致地盤塌陷

地面下陷常因管線受損或接頭不良，在滿流時污水自受損處流入土層中，當水量劇減，滲入土層之水再行流入管內，而掏空接頭

周邊之土壤所致；另外，以推進或潛盾等工法鋪設之管線，因施工時超挖或背填灌漿不足，亦會導致地面下陷，而分支管接入人孔處，常因接入點之縫隙使地下水及砂石流入管內造成人孔周邊路面下陷，導致地面塌陷之災害。

4.6.4 化學災變

1. 廠內之危險物質

污水系統之毒性物質來源甚多，有毒物質藉由各種不同的方法以進入或在收集系統中產生之方式包括：

- a. 厭氧反應
- b. 輸送事故或漏洞
- c. 貯存槽或管線破裂
- d. 掩埋場滲出
- e. 工業排放
- f. 工業事故
- g. 火災
- h. 非法的傾倒
- i. 延遲反應

上述對人體影響最嚴重的氣體為一氧化碳，血紅素為人體運輸氧的工具，但一氧化碳比氧更易與血紅素結合，但一氧化碳不具有氧的功能，且可能會致死，一氧化碳的濃度若在 0.2~0.25% 在 30 分鐘內可能會致死，所以控制一氧化碳的排放及濃度是非常重要的，另外酸性液體排放之刺激性氣體也會對人體造成危害；另外若

大氣環境中狹窄的空間若無毒或無爆炸性，必需要注意人孔是否有足夠的氧氣以供呼吸。

污水收集處理系統工作人員必需面對許多化學性有害物質，所以對工業廢污水排放應加以處理，在有工業廢污排放之虞之場所：應裝置氣體檢測設備以檢測大氣環境中之有毒氣體、讓狹窄的空間通風以使氣體排出及連續監測大氣環境及廠內況狀等。

污水處理廠之實驗室為了分析廢水水質，會儲存大量毒性甚至爆炸性化學物質，而通常毒性物質都是以安定形式儲存，除非實驗室發生爆炸或火災；在一定溫度下，火焰式原子吸收光譜儀的壓縮空氣可能發生爆炸，其可能導致任何毒性氣體例如氰化物的洩漏，而造成傷害，表 4.6 則是下水道中常見氣體硫化氫之濃度與其可能造成之影響，表 4.7 所示則為污水處理廠常遭遇之危險氣體。

表 4.6 硫化氫之濃度與其可能造成之影響

濃度(ppm)	可能衝擊
0.1	可聞至臭味
3.0	侵略性臭味(腐蛋)
10.0	頭痛、噁心、咳嗽、眼睛刺痛
50.0	眼部受到傷害
100.0	喪失部分嗅覺、結膜發炎、呼吸器官受到刺激
300	有生命威脅、肺水腫
500	神經系統受到強烈刺激、窒息
1000-2000	呼吸系統立即損壞、麻痺、死亡

表 4.7 污水處理設施常遭遇之危險氣體

氣體名稱	一般性質 (體積百分比低於空氣 中應有的體積百分比)	生理上之影響 (體積百分比低於空氣 中應有的體積百分比)	易產生危險氣體 之場所
氧氣	無色、無味、臭、無 毒，具助燃性	正常空氣中含有 20.94% 的 氧，若低於 6% 可能致死	通風不良及可能 因化學作用耗盡 氧氣之處
甲烷	無色、無味、無臭， 具可燃及爆炸性	同氫氣	天然氣、沼氣、 氣體製品及燃料
乙烷	無色、無味、無臭、 無毒，具可燃及爆炸 性	同氧氣	天然氣
氮	無色、無味、無臭且 無毒，正常空氣中含 量為 79%	同氧氣	下水道氣體
氯	氣體呈綠色，液體呈 琥珀色，具強刺激性 及臭味，在潮溼環境 下具腐蝕性	刺激呼吸器官，濃度 30ppm 時導致咳嗽，60ppm 在三 十分鐘內將發生危險， 1000ppm 時容易致死	接管滲漏
氫氣	無色、無味、無臭、 無毒，具自燃及爆炸 性，極易點燃	會奪取人體內之氧氣，而 陷於窒息狀態	已製成之 氣體燃料
汽油蒸汽	無色，有臭味當含量 在 0.03% 時，即有明 顯之味道，具可燃及 爆炸性	當吸入時有麻醉的效果， 當含量在 2.43% 時很快使 人致命，1.1-2.2% 時即使短 期暴露也會產生危險	儲槽洩漏，汽修 廠排放或商業及 家庭排放
硫化氫	低濃度時，有腐蛋 臭，高濃度時無顯著 臭味，具可燃性、毒 性及爆炸性	濃度在 700ppm 時會令人 致死，並癱瘓呼吸中樞系 統	石油蒸汽或氣體 爆炸，下水道氣 體
二氧化碳	無色、無味，通常很 少造成危險，除非缺 氧狀態	當超過 10% 濃度時，呼吸 器官將無法忍受	下水道氣體
一氧化碳	無色、無味、無臭， 具可燃及爆炸性	血紅素對該氣體有極強之 親和力，而導致身體缺 氧，含量在 0.2-0.25% 時會 使人暈眩	已製成之氣體燃 料

2.化學災害應變

污水處理廠內的化學藥品大多數對人體都有害，因此在廠區內或廠區周圍發現異狀或聞到異味時，應通報相關單位儘速進行處理及撤離。表 4.8 是一些廠內進行緊急通報時的應連絡之單位。

一旦發生洩漏的災害，處理廠方圓 160 公尺內的民眾都應撤離，而其下風處的 6 平方公里內的民眾也應儘速撤離，風向在撤離時是一個重要必須考慮的因素，撤離區應位上風且處於地勢較高之處，表 4.9 是不同化學物質洩漏時的所應撤離的範圍。

表 4.8 災害緊急通報之單位

1. 警察局	6. 附近學校
2. 消防局	7. 醫院
3. 氯氣廠商	8. 鄰近的污水處理廠
4. 災害應變管理局	9. 其他的公共設施
5. 環保署	10. 預定撤離地區

表 4.9 處理廠藥品洩漏時應撤離的範圍

應撤離距離 物質	小型儲槽洩漏所應 撤離距離(公尺)	大型儲槽洩漏所應 撤離距離(公尺)
氨(NH ₃)	30	60
氯氣(Cl ₂)	75	160
硝酸(HNO ₃)	30	65
二氧化氮(NO ₂)	30	67

4.7 結果

- (一) 各種設施遭遇災害後，預估可能之影響包括：污水處理系統設施損壞，污水無法正常排放或運送，四處溢流污染環境，引發惡臭及疾病等衛生問題；而電力設施損壞，則會導致電力系統供電中斷，造成大規模停電，連帶影響其他管線設施正常運作；而當電信設施受損通訊中斷時，則嚴重影響災情傳遞與救援工作之進行。
- (二) 研究過去災害記錄，可發現建造在堅固或穩定地盤上的建物，較不易發生損壞，因此對污水處理設施而言，尤其具關鍵地位的重要設施如抽水站、沉砂池、沉澱池等設施而言，相關的構造與基礎設計都應先進行詳細的地質調查，這些調查包括一般調查內容及基地土壤在地震時的動態特性分析與調查。
- (三) 污水處理設施、建築物設施、管路設施及相關機電設備，須採用耐震性高之材料；對於用來儲水的構造物，設計與建造時應儘可能採用鋼結構系統做為主體，採用混凝土壁等防水措施，配合柔性接頭及特殊壁面處理，以確保地震時之儲水功能。
- (四) 災後緊急調查作業主要以人孔與管路週邊道路為調查對象，其調查項目為檢視人孔與管路週邊道路異常、水管橋部有無漏水、水壓或流量異常、住戶斷水等情形，應急措施包括關閉制水閘門、設置安全警示、限制週邊道路通行、以給水車或供水站供水等。
- (五) 研究發現氯氣、硫化氫及氧氣為污水處理廠內人體較易接觸之氣體，氯氣濃度達 30ppm 時會對人體造成不良之影響，其可容許之曝露限值為 0.5ppm；而硫化氫濃度若達 300ppm 時即對人體產生威脅，幸因硫化氫本身即有濃烈腐蛋臭，因此較易察覺

外洩；另外勞安法規定氧氣濃度於 18%時為最低氧量，若低於此濃度則易發生公安意外，平時除了保持工作場所之通風良好外，氣體濃度監測儀也需設置廠內以防止意外發生。

- (六) 當處理廠內氯氣儲槽破裂而導致氯氣外洩情形時，小規模處理廠應即刻對附近居民發出預警並撤離至少 75 公尺，大規模處理廠則需撤離 160 公尺，因此預警及通報系統於平時均應演練，預警及通報機則應定期檢點及維修。

4.8 參考文獻

1. Max Augustus , J.Bruce Fox , William H.Busch , Frances Garrett .etal , "EMERGENCY PLANNING FOR MUNICIPAL WASTEWATER FACILITIES-manual of practice NO. SM-8" , Water Pollution Control Federation , 1989.
2. "Extremely Hazardous Substances List and Threshold Planning Quantities ; Emergency Planning and Release Notification Requirements;Final Rule." , Federal Register, 40CFR, parts330 and 335, 52, 77, 13378. 1979.
3. "Hazardous Materials Response Guidebook.", U.S. Dep. Transport., Washington, D.C.1987.
4. Newton , J., "A Practical Guide to Emergency Response Planning." Pudvan Publ.Co., Northbrook, Ill.1987.
5. N.Y.State Dep.Envirion.Conserv., "Manual of Instruction for Wastewater Treatment Plant Operators." Vols.1and2 , Health Educ. Serv.

Inc., Albany, N.Y., 13, 1978.

6. 劉興榕，公共污水下水道災害防救之研究—以臺北市為例，國立臺北科技大學土木與防災研究所，民國九十年一月。
7. 張添晉、李文聖等，"污水處理廠震災之改善措施與緊急應變對策"，第十屆下水道研討會論文集，內政部營建署，民國八十九年八月。
8. 台北市政府工務局衛生下水道工程處，"淡水河系污水下水道系統緊急應變計畫書"，民國八十九年二月。
9. 台北市政府工務局衛生下水道工程處，"淡水河系污水下水道設施防災、救災及善後處理方案計畫書"，民國九十年四月。
10. 歐陽嶠暉，下水道工程學，民國八十一年。
11. 台北市政府工務局衛生下水道工程處，淡水河系污水下水道設施防災、救災及善後處理方案計畫書，2001。

第五章 結論與建議

5.1 結論

本計畫為「下水道公共工程科技之整合研究(一)、(二)」之延續，且已於前兩年整合工作中成立下水道公共工程科技之專屬網站(<http://140.112.13.194/>)，本報告為總計畫之第三年研究成果之整理與整合，工作內容除延續前兩年整合研究外，並定期更新網站內容，將國內下水道最新的發展資訊、問卷調查結果及相關座談會內容上網，供各界瀏覽、參考。

綜觀本整合計畫的內容：

第一年著重於資料蒐集與整理，藉著蒐集、回顧及整理國內外相關之下水道參考文獻，探討本土化問題及未來的研究方向及各子計畫理論架構之發展、模式的建立與初步應用及本土化的分析探討。

第二年則著重於模式之檢定與驗證、各子計畫間之研究方法與成果的整合及國內外應用於下水道系統相關程式之回饋與整理。例如：應用電腦模式於下水道工程進行資料的建立、存取、管理、分析、輸出，達到更有效的結果，進行更廣泛的應用。

第三年則著重於各子計畫於前兩年之結果應用與決策探討。本整合型計畫（如表5.1所示）期以最新、最完整之研究資訊，提供國內未來執行下水道工程興建營運之參考、依據。

表5.1 各子計畫之效益、研究方法與研究對象

計畫項目/名稱	計畫目標與成效	研究方法或工具	研究對象
{子計畫一} 下水道管線檢測管理系統(三)一下水道維修優先順序決策模式^[7]	考量以管線損壞狀況作為管線維修評估模式，並篩選出影響管線損壞因子，藉以判定管線損壞程度並挑選出需優先維修的管線。	基因演算法、地理資訊系統	高雄市第 15 期重劃區
{子計畫二} 滯留設施之規劃與設計(三)－最佳化佈置與總量管制設計^[8]	將集水區，分別於不同地點設置滯洪池，探討滯洪池設計大小與地點選取最佳化配置方法。並對於滯洪池的設計中增加入滲的考量，期望能增加滯洪池的滯洪效益與減少工程經費的花費。	最佳化理論方法、遺傳演算法應用於滯洪池系統	台灣之滯洪池
{子計畫三} 污水處理設施危險因子探討與創新應變技術之研究^[9]	探討污水處理廠及其相關設施可能面臨災害之成因及該災害可能造成之損害，進而研究污水處理廠發生災害時之各種緊急應變與災後之處置方法，及相關災害預防措施，以期將災害造成之損失減至最低。	參考文獻彙整、污水處理廠危險因子現勘、污水處理設施緊急應變措施之探討與規劃	台灣之污水處理廠

又下水道系統為現代都市不可或缺之公共設施，近年來隨著人口之集中都市，下水道建設尤為迫切需要。下水道依其使用性質分為雨水下水道及污水下水道，雨水下水道專供排除雨水用，污水下水道則供排除及處理家庭污水及工業廢水之用。故本整合型計畫內容整合了下水道系統規劃之兩個主題(1)下水道之規劃及決策系統(2)污水下水道及污水處理研究，探討本土化問題及未來的研究方向。期以更完善之下水道系統相關資訊，提供國內推動下水道公共工程建設之參考、依據，進而達到控制水患及水質保護之目標。

一、污水下水道方面：

污水下水道為健全都市發展重要公共設施之一，先進國家均視為環境品質之一項指標，其主要功能係利用收集廢污水作適當處理，符合放流水標準後排放，以改善都市居住環境衛生，並有助於水域污染防治。以往，地方政府財政困難情況下，必須將經費做重點建設運用，故只能衡量財力，就各項建設排列優先次序，而污水下水道因非屬生產性事業，且其埋設地下不亦彰顯政績，致其建設甚少被列入施政優先考慮。時至今日，已到必須改弦易轍的時候。以目前都市人口每天所排放之家庭污水大多未經妥善處理，逕自排入排水溝，導致都市道路側溝藏污納垢，臭氣四溢，蚊蠅叢生，除嚴重影響居家生活品質，更甚者，污水流入河川污染水源，造成河川水質嚴重惡化。

故政府有鑑於此，於國家「水與綠建設計畫」^[10]中描述，國內對污水下水道建設的規劃與願景即是可達到：

- 1.提昇都市生活環境品質及水資源之永續利用
- 2.避免河川污染，恢復清澈水環境
- 3.提昇國家競爭力，促進經濟發展

污水下水道普及率為國家競爭力之重要指標，根據瑞士洛桑管理學院 2001 年國家競爭力評估，污水處理率部分，我國在四十九個評比國家中排名第三十九^[11]。為提昇國家競爭力，行政院核列污水下水道普及率為生活品質組重要指標之一，極力推動污水下水道建設。

污水下水道是文明之象徵，污水下水道建設為都市健全發展重要公共設施，亦是國家現代化指標之一，其功能不僅可以改善都市居住環境衛生，並可防止河川水域之污染，而污水、污泥如經更高級的回收處理，更可以成為永續利用的資源。

依據行政院主計處之統計資料^[12]顯示 91 年 6 月底台灣地區污水下水道計列管 2,288 系統，較上年同月底增加 8.0%。其中應申請排放許可證者 2,028 系統，已核發證者 1,526 系統，核發率 75.2%，較上年同月底增加 6.8 個百分點；應設置廢水處理專責單位或人員者 204 系統，設置率達 95.1%。另就污水下水道用戶接管情形觀之，91 年 6 月底公共污水下水道普及率 8.7%，較上年同月底增加 1.2 個百分點，其中以台北市 55.2% 較高。

由內政部發佈之資料可知^[13]台灣地區水污染源問題嚴重，根據環保署統計，八十九年底台灣地區各種河川污染主要來源，以生活污水部分占 49.7% 為最高，其次為工業廢水及畜牧廢水。污水下水道建設因其建設期程長，投資經費龐大，短期無法立即發揮工程效益，凸顯政績，加以民眾擔心污水處理廠站鄰近房地產下跌與二度污染等因素，將之視為嫌惡性建設而抗爭不已，故而推動困難重重。

歷年污水下水道規劃、建設成果及投入經費等作一簡要統計分析，現階段污水下水道系統建設情形如下^[14]：

1.現有辦理下水道工程人力 812 人，尚有八縣市未設立專責單位。

表 5.2 污水下水道系統規劃面積 截至九十年十月底

地區	已完成規劃面積 (公頃)	占該地區土地面積 百分比(%)
總計	249,200	6.9
臺灣省	216,420	6.1
臺北市	10,040	36.9
高雄市	17,010	100.0
金門縣	2,850	18.6
連江縣	2,880	100.0

資料來源：營建署環工組。說明：90 年辦理已完成規劃面積總清查。

2.歷年辦理成果 129 處，規劃中 25 處，待建設 39 處，建設中 47 處及已建設完成 18 處（見表 5.2）。

3.八十一至九十年度中央補助投入 244 億元於污水下水道系統建設。[10, 11]

污水下水道是都市公共建設，其建設費世界各國大多由中央提撥經費推動，我國亦不例外。九十年度營建署編列補助地方政府辦理污水下水道建設經費 40 億 7,287 萬元。目前臺閩地區污水下水道建設工作才正起步，八十一至九十年度中央政府合計投入 244 億元補助各縣市政府辦理系統建設。

4.截至九十年六月底，污水處理率為 16.5%。公共污水下水道用戶接管普及率僅達 7.5%。

由於推動初期主要建設污水處理廠、主次幹管及截流設施，尚未普及分支管網及用戶接管，且經費嚴重不足，老舊建物用戶接管施工不易，故未能有效提升用戶接管普及率。

公共污水下水道普及率、專用污水下水道普及率及建築物污水設施設置率三者合計稱為污水處理率。截至九十年六月底止，臺閩地區污水處理率達 16.5%，其中公共污水下水道普及率為 7.5%，專用污水下水道普及率為 7.2%，建築物污水設施設置率僅 1.8%。

在公共污水下水道用戶接管普及率方面 7.5%，臺北市已達 50.6%，臺灣省僅及 0.4%，高雄市達 17.2%，金馬地區達 5.2%。如表 5.3 所示，

表 5.3 臺閩地區污水處理率（單位：%）（截至九十年六月底）

地區	合計	公共污水下水道普及率	專用污水下水道普及率	建築物污水設施設置率
總計	16.5	7.5	7.2	1.8
臺灣省	11.2	0.4	8.6	2.1
臺北市	54.0	50.6	3.1	0.4
高雄市	21.5	17.2	3.6	0.7
金馬地區	5.2	5.2	0.0	0.0

資料來源：內政部營建署環工組

目前內政部營建署所採行之策略如下：

- （一）優先補助高雄市、台南市、台中市、台北縣等已完成污水處理廠之縣市辦理用戶接管，以期短期內提昇用戶接管普及率。

- (二) 高雄縣、屏東縣、苗栗縣、宜蘭縣等已設計完成或興建中之污水處理廠，配合其污水處理廠建設期程，同時推動主、次幹管及用戶接管工程。
- (三) 水源水質保護區及人口十萬人以上之都會區（如桃園地區、嘉義市、豐原市、永康市等都會地區）持續推動辦理。
- (四) 編訂污水下水道規劃、設計、施工、監造、營運管理等標準作業手冊供地方政府辦理下水道業務依循，並以本署有限之人力提供技術及工務行政方面之協助。
- (五) 考量工業區污水處理廠納接生活污水之可能性（已擇定數處工業區污水處理廠評估辦理中）。
- (六) 配合「中央與地方聯繫協調會報」，於會中向各縣、市長宣示污水下水道建設為國家重要建設計畫，請地方政府配合優先列入重點施政項目。
- (七) 縣市污水下水道建設績效納入地方競爭力評比制度，適時發佈以作為首長施政政績。
- (八) 教育及宣導費用爭取納列補助經費，以加強辦理各項民眾宣導及教育工作。
- (九) 廣為宣導水資源再生利用之觀念，將經二級處理之污水回收利用做為非飲用及不與人體接觸之非民生用水，以補助台灣逐漸不足之水源。

B. 雨水下水道方面：

台灣地區年年平均降雨量豐沛，相對的水患也頻繁。迅速將降下的雨水予以排除，乃下水道重要目的之一。且雨水下水道之功能，不僅可解決都市積水，減少人民生命財產損失，更改善居住環境衛生，提升土地利用，促進都市健全發展。惟近年來由於都市的迅速擴張，綠、空地減少，道路及建築等不透水面增加，雨水滲透量減少，逕流係數增大，導致逕流增大，相對的旱天蒸發量減少，氣溫上升，因之未來雨水的排除應朝如何增進滲透水量及減少逕流量，甚至採取貯流或滯留的方式將是應加考慮的方向。

台灣地區由於高山多、河流短、坡度大，遇颱風暴雨大量洪水即快速流至平原都市精華區；又平原低地多，不易迅速排除積水，故遇颱風暴雨輒淹水為害。而造成淹水亟待以下列方式改善：a.辦理檢討規劃，提高保護標準。b.請水利單位儘速辦理區域排水工程。c.將淹水地區之排水系統工程優先納入建設。d.要求各雨水下水道管理單位（地方政府）應編列預算辦理清疏工作。e.要求各管理單位建立抽水站管理人員值班制度、操作維護計劃，並辦理抽水站抽檢作業。

由內政部資料^[15]得知，營建署為解決都市計畫區之排水問題，已自八十一年度報奉行政院核定開始推動「台灣地區雨水下水道六年建設計畫」，歷經八十一年度至八十六年度建設，截至八十六年度止，共投資經費二五九億元，計施築排水幹支線長九二三公里。第一期建設工程完成地點，對於往昔每逢颱風或暴雨來襲，積水盈尺之現象已獲得初步之改善。惟雨水下水道為長期之基礎建設，須配合各級政府財政因素整體考量，及整個排水系統施築完成使能發揮應有之排水功能。因此，營建署乃報院核定繼續推動「台灣地區雨水下水道第二期

六年建設計畫」，該建設計畫截至九十二年度止，預定投資經費三〇一億元，施築排水幹支線長七九六公里。

但台灣地區之雨水下水道建設，因限於各級政府財政因素，每年總投資經費約四十億元，如以目前之進執行，最少仍尚需歷經六十年之建設，始能將全台灣地區之雨水下水道建設完成，因此實有必要寬籌經費加速趕辦，以解決民眾淹水之苦。

下水道建設是一個城市現代化重要指標，目前行政院「挑戰二〇〇八——國家發展重點計畫」雖已將污水下水道普及率列為提升國家競爭力生活品質指標之一，期能達成提升用戶接管普及率及政策目標；然大陸的北京、上海也以更快的速度在興建污水下水道及處理廠，以提升其國際競爭力。台灣雖然下水道建設發展遠比中國大陸早，若是稍有不慎就很容易被趕過；因此，政府仍須有更大的魄力來推動下水道建設，方能迎頭趕上，早日晉身先進國家之林。

政府未來將以數百億的經費來推動污水下水道建設，因此本土化下水道科技的研發應加強，以提昇國內下水道科技水準，節省可觀的建設經費。

5.2 建議

- 1.本研究整合各子計畫研究成果，對於國內整個下水道系統研究，從滯洪池、污水處理廠的設立，至下水道管線損害的維修，建議從集水區的環境變化，因地形與人為開發建設等因素影響到都市用水（廢水）型態對下水道規劃建設的改變，來作通盤的考量。且為能使下水道系統達到預期的效益及減少工程經費的花費為目的。

2. 污水處理廠回收水，平時既環保又節水，旱象時解決水荒應急，是永續受益之公共建設，建議政府能完整提出具體數據說明，同時呼籲各地方政府重視下水道建設，又以簡單明瞭的方式使民眾住戶配合辦理，亦能接受此方案，留住寶貴水資源、做好平時儲水工作。在全台水荒日益嚴重之情形下，尋找替代水源成為政府最重要之工作，利用全省各地所陸續興建完成的污水處理廠，提供經二級處理後之回收水，供應非飲用或不與人體接觸之非民生用水使用，成為一項解決水荒問題的可行措施。
3. 又污水處理廠的建設，可從區域性方面著手，找出最適地點及規模。對於污水處理廠及其相關設施可能造成之損害，亦是其建設污水處理廠所必須考量的一點。目前國內尚無完整的污水處理廠的規劃緊急應變措施，故建議政府能提供國內污水處理廠對於災害來臨時之緊急應變措施，能夠提早預防進行更完整完善的規劃與研擬，以期能緊急應變系統發生緊急情況之參考及補現有體制之不足處。
4. 加強下水道疏通，以改善都市排水，防止淹水。最近氣象異常，旱象嚴重，惟仍應未雨綢繆，加強市區下水道設施之疏通、維護、管理，尤其是下水道抽水設施之維修保養，必須多次函請縣市政府詳加檢查維修，並派各區工程處人員督導會同檢查。有需改善部分，則限期改善再複檢，以維正常功能，預防積淹災害。

故如何在有限的經費下達到最有效能之檢視及維修工作，即是很重要的探討重點。於維修成本的計算上，考量管線保養成本與維修工法成本，但於現實工程面還包含社會成本費用，故為了使維修成本考量可以更加完善，建議於未來將可再加入社會成本。且管線維修模式中，未來可比照國內於鋪面路網維修策略，結合工程師評估結果、管

路現況以及預測模式合併於管線維修分析中，以解決下水道管網維修等相關問題。

參考文獻

1. 資料來源：依據「國家環境保護計畫」之污水下水道發展中長程目標，行政院環保署，民國 87 年。
2. 國家發展重點計畫—2002-2007，挑戰 2008，行政院院臺經字第 0910027097 號函核定，2002 年 5 月 31 日。
3. 王儷斐，營建署續推動「雨水下水道六年計畫」，營建資訊第 190 號 p.p.20~21，民國 87 年。
4. 資料來源：內政部營建署主計處
(<http://www.moi.gov.tw/W3/stat/topic/topic602.htm>)
5. 郭振泰等，「公共工程科技研究-下水道科技之整合研究(二)－總計畫」，國立台灣大學土木工程研究所，民國 89 年。
6. 郭振泰、林鎮洋，「下水道公共工程科技研究之規劃」，台灣大學土木工程研究所，民國 87 年。
7. 楊明德，「下水道管線檢測管理系統(三)－下水道維修優先順序決策模式」，中興大學土木系，國科會支助，民國 91 年。
8. 吳瑞賢，「滯留設施之規劃與設計(三)－最佳化佈置與總量管制設計」，中央大學土木系，國科會支助，民國 91 年。

9. 張添晉，「污水處理設施危險因子探討與創新應變技術之研究」，台北科技大學土木系，國科會支助，民國 91 年。
10. 水與綠建設計畫，全國研討會，行政院農業委員會，行政院，民國 91 年 7 月 5 日。
11. 資料來源：內政部營建署環境工程組，民國 91 年 8 月。
12. 行政院主計處，國情統計通報第 168 號，民國 91 年 9 月 2 日。
13. 資料來源：內政部營建署－污水下水道系統建設執行統計分析，
(<http://www.cpami.gov.tw/kch/statisty/qq6.html>)。
14. 資 料 來 源：內 政 部 資 訊 中 心，
(<http://www.moi.gov.tw/W3/stat/topic/topic602.htm>)
15. 資料來源：內政部營建署環境工程組－下水道系統之規劃。
(<http://www.cpami.gov.tw/kch/statisty/89year-5.html>)

附錄 A

座談會記錄

「下水道公共工程科技之整合研究(三)」第一次座談會會議記錄

時間：民國 90 年 11 月 28 日 3:00 ~ 5:00 p.m.

地點：國立台灣大學土木館 307 室

主持人：郭振泰教授

出席人員：國立台灣大學土木系 郭振泰教授

國立中央大學土木系 吳瑞賢教授 (蘇文瑞 代)

國立台北科技大學土木系 張添晉副教授

國立中興大學土木系 楊明德副教授

國立台北科技大學碩士班研究生 晏懋昌

國立中興大學碩士班研究生 蘇東青

國立台灣大學土木系大四生 賴曉慧

國立台灣大學專任助理 林憶君

記錄：林憶君

◎郭振泰教授：

此次會議目的：1.瞭解各子計畫之目前進度及未來一年的預定計畫。

2.如何加強聯繫，相互交換訊息。

3.加強理論與實務結合。

4.下年度整合研究計畫之協調。

◎楊明德副教授：

子計畫名稱：下水道管線檢測管理系統(三)—下水道維修優先順序決策模式

1. 本計畫為下水道管線檢測管理系統(二)—下水道維修計畫優選模

式之延續。

2. 本計畫之規劃年限大致為三年：

- (1) 第一年 主要檢討現階段管線檢測維護之方法及應用 GIS 的適用性。
- (2) 第二年 應用基因演算法排程找出下水道管線維修的順序。
- (3) 第三年 將模糊理論實際運用到台中市或高雄市之下水道管網區。

3. 由於計畫的 DATA BASE 都建立在 GIS 系統上，所以包含了地圖及管線的屬性等功能，以便日後能迅速找出要維修的管線地點及維修的排程。

4. 本計畫基本上的目標函數是要達到管線維修的最大效益，這方面可利用服務的人口數或最小成本或者是限制成本之下可維修的部分來估計。

5. 區域選用部份目前屬意高雄市地區。

6. 目前的進度在管線、資料的收集及方法的建立。

◎張添晉副教授：

子計畫名稱：污水處理設施危險因子探討與創新應變技術之研究

1. 本計畫的背景源自於 921 地震後，到南投自來水廠勘災發現國內普遍缺乏應變措施能力。
2. 國內的下水道系統的應變系統也是極為缺乏。
3. 以日本為例，日本做的最好的是管線系統的應變措施，但是污水

處理廠仍在摸索當中。

4. 本計畫以國外的實際應變例子來探討國內污水處理設施危險因子與創新應變之技術。
5. 本計畫分為三個部分來執行，第一部分為機械部分、第二部份為危險因子及第三部分現場實地應用及應變措施之改善(以中北部為主)。
6. 目前主要工作進度先回顧美國及日本的應變措施相關文獻。

◎吳瑞賢教授：

子計畫名稱：滯留設施之規劃與設計(三)——最佳化佈置與總量管制設計

1. 本計畫主要考量整體下水道系統若設置滯留設施，將可使其通水量在短時間內達到滯洪的作用以延緩洪峰到達時間。
2. 此計畫大致分為三年：
 - (1) 第一年 改良滯留模式(無因次模式)及進行複式滯留池的基本研究。
 - (2) 第二年 將入滲行為納入模式中考量及針對滯洪池之設置點進行規劃研究。
 - (3) 第三年 整合最佳化佈置部分。
3. 本計畫的最佳化以成本最低來達到效果最佳為定義。
4. 計畫主要選定一個集水區的排水系統當實驗地點，找出最佳化的設置位置。
5. 目前的初步的成果還不錯。

結論：

1. 國科會 91 學年度專題研究計畫申請案已開始接受申請， 91 年 1 月下旬截止。
2. 此整合計畫一年內預定召開 3 次座談會，下次會議時間配合國科會 91 年度專題計畫申請時間，預計在民國 91 年 1 月初舉行。

「下水道公共工程科技之整合研究(三)」第二次座談會會議記錄

時間：民國 91 年 7 月 24 日 10:00 ~ 12:00 a.m.

地點：國立台灣大學土木館 319 室

主持人：郭振泰教授

出席人員：國立台灣大學土木系 郭振泰教授

國立中興大學土木系 楊明德副教授

國立台北科技大學環境所碩士班研究生 晏懋昌

國立台北科技大學環境所碩士班研究生 林家淇

國立中央大學土木系博士班研究生 石棟鑫

國立台灣大學土木系博士班研究生 謝斌暉

國立台灣大學土木系碩士班研究生 吳建德

國立台灣大學土木系專任助理 王靖宜

記錄：王靖宜

◎郭振泰教授：

此次會議目的：

1. 瞭解本年度各子計畫之進度結果。
2. 本年度之整合計畫於 91 年 7 月 31 日結束，希望各子計畫主持人能於整合計畫結束之前繳交精簡報告（約 3~4 頁）以利整合報告之彙整。
3. 因應本研究計畫之下水道網站已重新架構完成，最新的網址：
4. 下一年度之下水道整合計畫，因比較難申請，故此次很可惜沒有通過。

◎楊明德副教授：

子計畫名稱：下水道管線檢測管理系統(三)—下水道維修優先順序決策模式

總結報告：

本研究區域為高雄市第 15 期重劃區，研究目的是藉由判定管線損壞之影響因子(如管線龜裂、接頭鬆脫等)，綜合管線損壞程度之狀況，判斷管線於損壞下所需進行維修之需求指數，並利用管線本身修復後可讓污水運送之維修需求指數分數，進而轉換成最大效益與維修成本最小化之綜合考量。

以下為本研究完成工作：

1. 由眾多損壞因子中，包括：關鍵性、內部結構性及服務性管段，為判定影響下水道管線損壞之因素，以提供下水道維修之規劃。
2. 為了避免上游管線損壞，造成下游管線未有水流經過，或是管線阻塞嚴重，進而影響水流運送，將進行關鍵性管段、結構性管段與服務性管段三者之分析，對於損壞較嚴重即維修需求較大的管線，建立管線維修需求指數模式，以整合管線上下游之污水排放。
3. 由於政府單位於維修成本費用的編算上，非每年有足夠之經費進行管線維修的考量，所以本研究討論於維修成本預算在可異動的情況下，在維修需求指數的判定上將轉化為維修效益，判定管線於維修後，可以最低的成本提升下水道管網有至多大的效益，希望能讓決策者以最低的維修經費、良好的管線維修工法，整建下水道管線系統，達到有效之建設預算管理。
4. 將下水道管線受損後之維修需求指數、效益與成本運算，以基因演算法隨機方式考量各種維修情況並結合地理資訊系統，利用地

理資訊系統展現圖形與建立屬性編輯的功能，在地理資訊系統圖層建置上分出基本圖(如管線位置圖、地籍圖等)、管線環境影響和受損情況(如內部結構性管段、服務性管段、關鍵性管段等)及在基因演算法分析下，所求得之下水道維修需求指數、效益和維修成本對管線所能分類之維修先後順序分佈圖，藉由地理資訊系統圖層分層展示下，讓決策者可對照管線損壞前後所有位置、損壞情況、須進行維修的工法以及維修後所能達到的最大效能，提供決策者進行決策分析之參考。

案例模擬結果：

假設維修成本控制為 5000000 元的預算，在扣除 69 支管線維修保養成本 756526 元，剩餘的維修成本為本次除了保養成本外可為維修的費用 4243474 元，管線修復之總維修成本費用將需要 10077913 元，在維修工法的分佈上，管線維修的最佳組合為不維修的管線有 31 支、局部修補工法有 9 支、區段翻修工法有 21 支、管線置換有 8 支，所以，於假設成本的限制條件下，本期由於成本不足，將只能修復 6 支管線數目。

◎張添晉副教授：(晏懋昌 代理)

子計畫名稱：污水處理設施危險因子探討與創新應變技術之研究

本研究即探討污水處理廠及其相關設施可能面臨災害之成因及該災害可能造成之損害，進而研究污水處理廠發生災害時之各種緊急應變與災後之處置方法，及相關災害預防措施，以期將災害造成之損

失減至最低。

污水處理廠由於為日夜無休之公共設施，必須無時無刻均保持良好之污水處理效率，雖然建設前經過完整的規劃及設計，但災害發生時要使處理設施及機電設備均完好如初乃屬不可能，因此處理廠對於災害來臨時之緊急應變措施於事前必須進行完善之規劃及研擬，才能免於事後補救之憾。

各種設施遭遇災害後，預估可能之影響包括：污水處理系統設施損壞，污水無法正常排放或運送，四處溢流污染環境，引發惡臭及疾病等衛生問題；而電力設施損壞，則會導致電力系統供電中斷，造成大規模停電，連帶影響其他管線設施之正常運作；而當電信設施受損通訊中斷時，則嚴重影響災情傳遞與救援工作之進行。

本研究即分別針對廠站相關設施(廠站設施及消毒設備與加藥設備)、機電設備(電力設備及機械設備)、污水處理設施(攔污柵、沉砂池、初沉池、曝氣槽、最終沉澱池及加氯設備)與污泥處理設施，其可能遭受之災損類型與模式加以彙整分析，並研提對應之緊急應變措施，期能提供國內污水處理廠規劃緊急應變系統時之參考及補現有體制之不足處。

◎吳瑞賢教授：(石棟鑫 代理)

子計畫名稱：滯留設施之規劃與設計(三)——最佳化佈置與總量管制設計

1. 本計畫主要考量整體下水道系統若設置滯留設施，將可使其通水量在短時間內達到滯洪的作用以延緩洪峰到達時間。
2. 此計畫大致分為三年：

- (1) 第一年 改良滯留模式(無因次模式)及進行複式滯留池的基本研究。
- (2) 第二年 將入滲行為納入模式中考量及針對滯洪池之設置點進行規劃研究。
- (3) 第三年 整合最佳化佈置部分。

結論：

1. 整合型計畫之精簡報告（以 3~4 頁為原則）之格式請依照國科會規定。可至國科會網站（<http://www.nsc.gov.tw>）下載。
2. 成果報告繳交期限，依國科會規定於計畫執行期滿三個月內繳交。（即 91 年 10 月 30 日前繳交）。但為能提早整合計畫彙整，請各子計畫主持人於 8 月 31 日前寄一份給助理王靖宜 cywang@hy.ntu.edu.tw。
3. 另請各子計畫主持人注意，成果報告繳交必須進行線上繳交步驟，可參照國科會（<http://www.nsc.gov.tw>）首頁中點選『專題研究計畫：申請、審查、查詢、繳交報告』中的『成果報告線上繳交』進行成果精簡報告線上繳交。

附錄 B

Home Page 資料

最新公告

87年度計畫執行人員

88年度計畫執行人員

90年度計畫執行人員

91年度計畫執行人員

台灣地區發展概況

第一年成果摘要

豐城縣立中學

神學名詞綱要

米田本間站

一、
 二、
 三、
 四、
 五、
 六、
 七、
 八、
 九、
 十、

「个思么大上住们以个正日引九

000168

研究背景與目的

研究方法

活動成果

张逢圣新日期【2003/2/22】

經商團體可與政府合作完成工作，以四川華商會館為例。



首 頁

NEW

最 新 公 告

87年度計畫執行人員

88年度計畫執行人員

90年度計畫執行人員

91年度計畫執行人員

台灣地區發展概況

第一年成果摘要

第二年成果摘要

第三年成果摘要

水利相關網站

郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



87年度計畫執行人員

計畫項目	主持人	服務單位系所	職稱	計畫名稱
總計畫	郭振泰	國立台灣大學土木工程學系	教授	下水道公共工程科技之整合研究(一)
子計畫一	郭振泰	國立台灣大學土木工程學系	教授	暴雨期間河川水質模式設計流量之研究(一)
子計畫二	余瑞芳	國立聯合技術學院環境安全與衛生系	副教授	污水下水道系統永續發展規劃與設計模式系統之建立(一)
子計畫三	紀子文	朝陽科技大學環境管理系	副教授	污水下水道營運管理制度研究(一)
子計畫四	吳瑞賢	中央大學土木工程系	教授	滯流設施之規劃與設計(一)
子計畫五	歐陽崎暉	中央大學環境工程研究所	教授	下水道管渠水流水質模擬、生化反應之研究(一)
子計畫六	蔡勇斌	暨南國際大學土木工程系	副教授	利用連續流SBR系統處理下水道系統污水自動化與最適化控制之研究(一)
子計畫七	謝啓萬	屏東科技大學土木工程技術系	副教授	免開挖工法應用於維生管線修護社會成本分析之研究(一)

HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信

計畫項目	主持人	服務單位系所	職 稱	計 畫 名 稱
總計畫	郭振泰	國立台灣大學土木工程學系	教授	下水道公共工程科技之整合研究 (二)
子計畫一	郭振泰	國立台灣大學土木工程學系	教授	暴雨期間河川水質模式設計流量之研究 (二)
子計畫二	余瑞芳	國立聯合技術學院環境安全與衛生系	副教授	污水下水道系統永續發展規劃與設計模式系統之建立 (二)
子計畫三	吳瑞賢	中央大學土木工程系	教授	滯流設施之規劃與設計 (二)
子計畫四	蔡勇斌	暨南國際大學土木工程系	副教授	利用連續流SBR系統處理下水道系統污水自動化與最適化控制之研究 (二)
子計畫五	謝啓萬	屏東科技大學土木工程技術系	副教授	免開挖工法應用於維生管線修護社會成本分析之研究 (二)
子計畫六	楊明德	朝陽科技大學營建工程系	副教授	下水道管線檢測管理系統



	首 頁
	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



●90年度計畫執行人員●

計畫項目	主持人	服務單位/系所	職稱	計畫名稱
總計畫	郭振泰	台灣大學 土木工程學系	教授	下水道工程本土化科技之 整合研究總計畫(二)
子計畫一	楊明德	中興大學 土木工程學系	助理教授	下水道維修系統(一)-破 損管線置換之材質優選模 式
子計畫二	萬騰州	雲林科技大學 環安系	副教授	下水道系統規劃方法創新 與最佳化設計之研究
子計畫三	陳莉	中華大學 土木工程學系	副教授	進化演算法於下水道最小 成本之研究
子計畫四	林永禎	明新技術學院 土木工程學系	副教授	滯洪池設計時集水區洪峰 流量總量管制之研究
子計畫五	林文欽	中華大學 土木工程學系	副教授	下水道抽水站操作模式之 研究
子計畫六	江漢全	宜蘭技術學院 環工系	教授	下水污泥應用於土地利用 之研究
子計畫七	張添晉	台北科技大學 土木工程學系	副教授	下水污泥再利用為園藝用 培土及土壤改良材之研究
		屏東科技大學		下水道用塑膠管耐用與耐



HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



●91年度計畫執行人員●



計畫項目	主持人	服務單位系所	職稱	計畫名稱
總計畫	郭振泰	國立臺灣大學 土木工程系	教授	下水道公共工程本土化科技之整合研究(三)
子計畫一	楊明德	中興大學 土木系	助理教授	下水道管線檢測管理系統(三) —下水道維修優先順序決策模式
子計畫二	吳瑞賢	中央大學 土木系	教授	滯留設施之規劃與設計(三) — 最佳化佈置與總量管制設計
子計畫三	張添晉	台北科技大學 土木系	副教授	污水處理設施危險因子探討與創新應變技術之研究



HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
87年度計畫執行人員	
88年度計畫執行人員	
90年度計畫執行人員	
91年度計畫執行人員	
台灣地區發展概況	
第一年成果摘要	
第二年成果摘要	
第三年成果摘要	
水利相關網站	
郭振泰教授研究團隊	

如有任何問題請回信



台灣下水道系統發展概況



歐洲各國早期興建的下水道系統都是採用合流式為主，將雨水、污水一起收集，但是在30年代後歐美各國因為考慮到污水處理設施的容量相差太大，為達到經濟處理的目的，都採用分流制為主。台灣目前下水道系統採用分流制，將雨水與污水分開，其中雨水下水道的功在於排除地表的逕流量，污水下水道乃收集一般家庭污水及工業廢水，現今台灣因為工業區需另設污水下水道與污水處理廠，所以一般污水下水道還是以收集家庭污水為主。

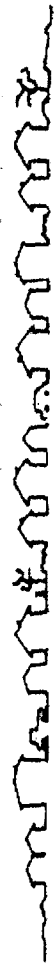


HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
87年度計畫執行人員	
88年度計畫執行人員	
90年度計畫執行人員	
91年度計畫執行人員	
台灣地區發展概況	
第一年成果摘要	
第二年成果摘要	
第三年成果摘要	
水利相關網站	
郭振泰教授研究團隊	

如有任何問題請回信



台灣雨水下水道系統發展概況



依據行政院核定之「臺灣地區雨水下水道六
年建設計畫」積極推動雨水下水道建設。截
至八十七年底，台灣省雨水下水道幹線實施
率為41%，台北市雨水下水道幹線實施率為
92%，高雄市雨水下水道幹線實施率則為88%。

資料來源：內政部營建署



※台灣地區污水下水道※



污水下水道發展概況

一、依據：

1. 下水道法
2. 污水下水道發展方案

二、執行情形：

*規劃完成：

淡水鎮、臺北近郊二三期通盤檢討、中壢（中壢市、平鎮鄉、龍潭鄉）、蘆竹地區、竹東鎮、豐原市、大甲鎮（含日南）、烏溪流域、彰化市、北港鎮、朴子溪流域、台南市整體規劃、二仁溪北岸等十三處污水下水道系統。

*規劃中：

楊梅鎮、湖口鎮、竹南頭份、大里地區、梨山谷關環山松茂及新佳陽、后里地區、台中港特定區、台中市整體規劃、埔里鎮、竹山鎮、員林鎮、鹿港地區（鹿港福興）、溪湖、二林鎮、斗六地區、西螺鎮、嘉義縣擴大縣治、鹿草鄉、民雄鄉（含橋頭地區）、嘉義市蘭潭地區、急水溪流域、佳里鎮、萬丹地區（萬丹仙吉烏龍鹽埔）、里港地區（里港九如鹽埔）、高樹鄉、羅東地區、蘇澳鎮、馬公地區等二十八處污水下水道系統。

＊建設中：

基隆市、台北市、瑞芳鎮、台北近郊污(第二期)、淡水河系台北近郊污截流設施(第一期)、淡水河系台北近郊污截流設施(第二期)、台北水源特定區翡翠水庫、板新水源保護區第一期、八里鄉(含龍形隧道)、淡海新市鎮、桃園地區第一期、竹北市第一期、新竹市第一期工程、苗栗地區、石岡壩水源特定區、台中市第一期、台中市第二期、南投市、日月潭水庫地區、溪頭森林遊樂區、台南市第一期、急水溪海洋放流管、高屏溪流域(旗美)、高雄近郊第一期、高雄新市鎮、高雄市中程、高雄第三期、高屏溪流域(屏東市)、東港溪流域、墾丁地區、宜蘭地區第一期、花蓮地區第一期、台東市第一期、知本溫泉特定區、金門地區、連江縣等三十六處污水下水道系統。

＊建設完成：

台北近郊(第一期)、台北水源特定區新烏等二處污水下水道系統。

＊營運管理中：

迪化、民生、中洲、六堵、黎明、中正、內轆、直潭、烏來等九處污水處理廠。

三、現行普及率：

地 區	台北市	台灣省	高雄市	台灣地區
普及率(%)	33.22	0.45	3.91	4.78

四、世界各國污水下水道普及情形：

國家別 或地區	丹麥	荷蘭	瑞典	瑞士	盧森堡	智利	紐西蘭	英國	德國	馬來西亞	維內瑞拉	芬蘭	蘇聯
普及率 (%)	98	97	96	91	90	89	88	87	86	85	85	77	77
排名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12

國家別 或地區	澳大利	美國	法國	阿根廷	以色列	加拿大	捷克	義大利	西班牙	挪威	匈牙利	日本	韓國
普及率 (%)	72	71	68	66	65	63	62	61	59	57	55	50	42
排名	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

國家別 或地區	菲律賓	印尼	波蘭	比利時	墨西哥	葡萄牙	南非	希臘	愛爾蘭	哥倫比亞	土耳其	台灣	冰島
普及率 (%)	42	40	34	25	22	21	19	11	11	6	6	3.4	0
排名	27	28	29	30	31	32	33	34	34	36	37	38	39

國家別 或地區	澳洲	巴西	中國大陸	香港	印度	新加坡	泰國
------------	----	----	------	----	----	-----	----

普及率 (%)	0	0	0	0	0	0
排名	39	39	39	39	39	39

五、未來發展政策：

- 修正下水道法規以健全下水道管理。
- 健全下水道組織體制加強專業人員培訓以有效推動建設。
- 提高中央補助經費，誘導地方政府建設意願，以加速推動。
- 都市規劃應佈置污水下水道系統，污水下水道設置應結合建築管理，以健全都市發展。
- 污水下水道規劃宜配合地方自治以利推展。
- 訂定污水下水道普及率目標，以策定未來。

資料來源：內政部營建署



HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



目 錄

摘要	
第一章 前言 (郭振泰教授)	
第二章 暴雨期間河川水質模式設計流量之研究(I) (郭振泰教授)	
第三章 污水下水道系統永續發展規劃與設計模式系統之建立(I) (余瑞芳副教授)	
第四章 污水下水道系統營運制度之研究 (紀子文副教授)	
第五章 滯留設施之規劃與設計(I) (吳瑞賢教授)	
第六章 下水道管渠水流水質模擬(I) (歐陽崎暉教授)	
第七章 利用連續流SBR系統處理下水道系統污水自動化與最適化控制之研究(I) (蔡勇斌副教授)	
第八章 免開挖技術應用於維生管線修護之研究(I) (謝啓萬副教授)	
第九章 本土化問題之探討及未來研究方向	
第十章 結論與建議	



首 頁

最 新 公 告

87年度計畫執行人員

88年度計畫執行人員

90年度計畫執行人員

91年度計畫執行人員

台灣地區發展概況

第一年成果摘要

第二年成果摘要

第三年成果摘要

水利相關網站

郭振泰教授研究團隊

摘 要

下水道(包括污水下水道與雨水下水道)建設，是政府為保護自然水域而興建的公共設施，也是現代文明生活必需的基本建設，目前已列為我國國家重要公共工程建設之一，未來政府準備投入可觀的經費加速推動，由於國內過去對下水道之推動，除雨水下水道因實際迫切之排水需要而稍有成效外，污水下水道的建設則為有限，為了防止水患、改善環境衛生、提高人民生活品質、並維護自然資源，實有待大力推動下水道公共工程的建設工作，以達改進之目的。

本計畫為整合七個下水道公共工程科技研究子計畫之總計畫，共結合台灣大學、中央大學、朝陽科技大學、屏東科技大學、暨南國際大學與環境工程專士木與環境工程教授分別針對下水道規劃及決策系統、水力分析、污水下水道及污水處理、施工技術及材質等課題做研究。研究內容為協調各子計畫之工作、召開座談會、整合研究方向及內容並促進產、官、學與民間的合作。本研究之成果於學理外，希望能兼顧實務，俾以提升國內下水道科技之水準、落實本土化之生根及培育下水道建設人才。



如有任何問題請回信





前言

(國立台灣大學土木工程學系 郭振泰教授)

本計畫乃配合國科會土木工程學門之公共工程科技而提出之整合性研究。本整合型計畫之名稱為：「下水道公共工程科技之整合研究(一)」，由七個子計畫構成(表一)，可規劃成四個

- 主題：
- (1)下水道工程之規劃及決策系統
 - (2)下水道系統水力分析
 - (3)污水下水道與污水處理研究
 - (4)下水道施工與材質研究

本整合計畫研究內容主要為協調各子計畫之工作、召開座談會、整合研究方向及內容，並促進產、官、學及民間之合作。期以藉著進行協調、整合之工作，以達到學理與實務之結合，推動產、官、學之合作，落實本土化科技之生根，提升國內下水道科技之水準。

本整合型計畫為第一年之研究計畫，目前正進行第二年整合研究工作(表二)，未來本整合性研究之成果將可作為國內推動下水道公共工程建設之參考、依據。

表一 「下水道公共工程科技之整合研究(一)」研究計畫項目

計畫項目	主持人	服務單位系所	職稱	計畫名稱
------	-----	--------	----	------

總計畫	郭振泰	國立臺灣大學土木工程系	教授	下水道公共工程科技之整合研究(I)
子計畫一	郭振泰	國立臺灣大學土木工程系	教授	暴雨期間河川水質模式設計流量之研究(I)
子計畫二	余瑞芳	聯合技術學院環境安全與衛生系	副教授	污水下水道系統永續發展規劃與設計模式系統之建立(I)
子計畫三	紀子文	朝陽科技大學環境管理系	副教授	污水下水道系統營運管理制度之研究
子計畫四	吳瑞賢	國立中央大學土木工程系	教授	滯留設施之規劃與設計(I)
子計畫五	歐陽嶠暉	國立中央大學環境工程系	教授	下水道管渠水流水質模擬、生化反應之研究(I)
子計畫六	蔡勇斌	國立暨南國際大學土木工程系	副教授	利用連續流SBR系統處理下水道系統污水自動化與最適化控制之研究(I)
子計畫七	謝啟萬	國立屏東科技大學土木工程系	副教授	免開挖技術應用於維生管線修護之研究(I)

<表二>

下水道公共工程科技整合性研究總計畫(二)				
計畫主持人：郭振泰 (台大土木系)				
下水道工程之規劃及決策系統	下水道系統水力分析	污水下水道及污水處理研究	下水道施工及材質研究	
子計畫一 暴雨期間河川水質模式設計流量之研究(II)(郭振泰，台大土木系)	子計畫三 滯留設施之規畫與設計(II)(吳瑞賢，中央大學土木系)	子計畫四 利用連續流SBR系統處理下水道系統	子計畫五 免開挖技術應用於維生管線修護社會成本分析之研究(II)(屏東科技大學土木	

子計畫二 污水下水道系統永續發展規劃與設計模式系統之建立(II)(余瑞芳，國立聯合技術學院環境安全與衛生系)		污水自動化與最適化控制之研究(II) (蔡勇斌，暨南國際大學土木系)	系)
子計畫六 下水道管線檢測管理系統(朝陽科技大學營建工程系)			





	首 頁
	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



第二章 暴雨期間河川水質模式設計 流量之研究(I)

(國立台灣大學土木工程學系 郭振泰教授)

摘要

本研究之目的在探討由於非點源污染引起之河川水質污染，其設計暴雨或河川流量（歷線）應選擇之型式及大小。根據許多研究顯示許多河川，非點源污染往往要比點源污染來得重要，而暴雨期之設計暴雨型式或河川設計流量應如何訂定，乃為一值得探討的題目。本研究將使用河川水質模式，結合非點源污染模式，分析、比較不同暴雨之污染傳輸現象及對河川水質的影響，以及決定適當的暴雨期河川設計流量或應採用的設計暴雨型式。





第三章 污水下水道系統永續發展規劃

與設計模式系統之建立(I)

--永續發展廢水管理系統最佳化模式之建立--

(國立聯合技術學院學院環境安全與衛生系 余瑞芳副教授)

摘要

現行規劃廢水管理系統大都僅考量排放標準而忽略了綜合考量水系統之水質、水量及流域內之土地利用之缺失，本研究所建立之河川流域廢水管理系統規劃模式，同時綜合考量了水土資源之永續管理，不只是著重於水質限制考慮，更包含了水量、土地利用之考量，以期改善現行規劃廢水管理系統以符合永續發展之精神。而本研究建立之河川流域廢水輔助規劃程式，可研擬出最佳聯合服務區之大小並規劃出河川流域之最佳處理廠數、處理效率、處理規模、廢水輸送管徑等，可以作為河川流域廢水管理系統規劃工作之參考。最後由本研究之規劃案例研究結果顯示：

1. 回收水之應用可以解決因必須符合水質標準而使得處理效率居高不下，而成本遽增之情形。在河川水資源極度缺乏，或是土地過度開發、利用而超過河川流域承載容量之區域，回收水之應用不失為追求水資源永續利用之一途。
2. 若能使各集水區之森林地保留有一定之比例，使其所涵養之水資源量大於取水口(由河川擷取)之水量，整體來說有補注之效，也由於河川背景流量變大，可排入河川之污染負荷也增多，工程總成本也得以降低。
3. 當採取污染分散排放時，可排入河川之污染負荷量隨著分散點數增加而增加，河川DO、BOD、TN以及TP之水質變化幅度能減小且緊貼著水質標準，可有效利用河川涵容能力，但相對必須付出成本增加之代價。





	首 頁
	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



第四章 污水下水道系統營運管理制度之研究

(朝陽科技大學環管系 紀子文副教授)

摘要

本研究藉由資料分析與現場訪談，針對我國污水下水道營運管理制度，探討四個主題：操作維護、徵收費率、組織策略與績效評估。研究過程中，我們首先探討現況與困難，體認影響我國下水道發展遲緩的重要因子：政治、經濟、社會與文化。研究發現在發展策略上，應視下水道發展為整體水資源保育之一環，整合上下水道發展與管理，重視節水與再利用，落實使用者和污染者付費精神，以符合永續發展之國際新潮流。在行政體系方面，我國中央層級單位大致完備，且分工清楚，唯仍可強化橫向聯繫，才能落實整體水資源保育目標。使用費率目前採成本分攤法計算，雖屬合理，但可參考美國水環境研究基金會(WERF)之經驗公式，進一步評估計價之合理性。營運管理應建立日常考核監控報表，並施行標準竿制度。績效評估則建議以服務品質、效率及效果三種指標為基礎，建立量化評核模式。





HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
87年度計畫執行人員	
88年度計畫執行人員	
90年度計畫執行人員	
91年度計畫執行人員	
台灣地區發展概況	
第一年成果摘要	
第二年成果摘要	
第三年成果摘要	
水利相關網站	
郭振泰教授研究團隊	

如有任何問題請回信



第五章 滯留設施之規劃與設計(I)

(國立中央大學土木系 吳瑞賢教授)

摘要

根據以往的研究顯示，山坡地集水區之土地開發與利用，會造成地表入滲率降低與逕流到達時間(即集流時間)之縮短，並將造成自然蓄水容量的減少。此情形會使集水區下游地區之逕流洪峰流量增大，而山坡地各種土地開發利用亦將導致部份地表坡度變陡產生高速度之都市雨水下水道因增大之尖峰流量及輸砂量而無法負荷，導致下游地區淹水。針對此問題，坡地應於開發時，設置滯流池，以減低所造成的災害。目前依『水土保持技術規範』之規定，所有水土保持計畫均需估算25年及50年之降雨強度與逕流量，其中首先有關的便是集流時間的長短，但由於各公式所估計之值常差異極大，且缺少實測資料可供驗證，因此常造成無謂之爭議。文中除個別說明各方法之理論依據及假設條件外，並舉實例以相同之基本資料分別以各方式計算其結果，本文最後將各結果綜合討論，並建議最適宜之方式。





首 頁
最 新 公 告
87年度計畫執行人員
88年度計畫執行人員
90年度計畫執行人員
91年度計畫執行人員
台灣地區發展概況
第一年成果摘要
第二年成果摘要
第三年成果摘要
水利相關網站
郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



第六章 下水道管渠水流水質模擬生化反應

(國立中央大學環境工程系 歐陽崎暉教授)

摘要

本研究以長21.7m直徑0.15m的下水道模型探討管內重力流的傳輸係數(KL)與擴散係數(D)。並於馴養微生物後監測水質變化,取得水質變化參數以供生物動力模式之應用。模式中討論易生物分解基質(SF)、揮發性有機酸(SA)、水相異營性微生物(XBW)、可水解基質(快速生物分解)(XSI)、可水解基質(慢速生物分解)(XS2)與溶氧(Dc)的水質變化,生物反應過程包括:水體內好氧生長、生物膜內好氧生長、維持最小能量需求、好氧水解、厭氧水解、水體與生物膜內之發酵與再曝氣等程序。研究發現氧傳輸KL值與能量消散、流速及平均水力深度有關。擴散係數與流速之關係式為:D=AeBU。模式經實驗模擬場標定後有非常高的相關性。實驗結果可用以討論下水道現場的溶氧與水質變化。





HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



第七章 利用連續流SBR系統處理下水道系統

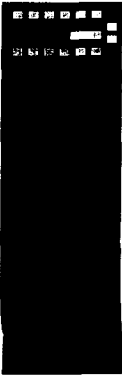
污水自動化與最適化控制之研究

(暨南國際大學土木系 蔡勇斌副教授)

摘要

本研究探討連續流SBR實廠，如何達到自動化與最佳化操作。
本年為第一年成果，完成實廠自動化功能之評估與檢討，並完成模型廠設置。





HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



第八章 免開挖技術應用於

維生管線修護之研究

(屏東科技大學土木系 謝啟萬副教授)

摘要

維生管線可視為目前文明社會中不可或缺之重要設施，過去管線維修大多採用明挖回填方式施工，費時費工又會影響交通及市容，因此免開挖技術維修地下維生管線技術因應而生，由於採用免開挖管線技術將可減少施工所造成之社會衝擊，而廣為社會大眾及主管機關考慮為未來管線施工之主流，目前常用之地下管線免開挖工法大致可概分為管線檢測工法、管線佈設工法、與管線修繕工法等三大類別，本計畫案針對此三大項工法之子項分別介紹其施工步驟、使用材料、應用範圍等，以供工程界及主管機關參考使用。





第九章 本土化問題之探討及未來研究方向

一、本土化問題之探討

1. 自然環境方面：

報告內容提及了一些台灣本土性的問題，包括：

- (1)何種施工方法適用於台北盆地之軟弱地層
- (2)如何解決泥沙土 (silts) 地質滲透係數低
- (3)如何選擇最佳管材並防止管壁之侵蝕

2. 社會經濟方面

(1)根據內政部營建署的統計資料顯示，台灣地區污水下水道接管人口普及率僅約6.8%，其中台北市為43.57%，高雄市為9.2%，落後先進國家甚多。另外，雨水下水道方面截至民國87年底止，台北市實施率92%，高雄市實施率88%，台灣省實施率則為41%。

(2)目前因國內污水下水道之建設尚未健全，為配合政府河川污染整治之規劃及尋求近期可解決生活污水與其污泥之方法，短期目標乃採用截流方式，將人類所製造之家庭污水，或下雨天時由街道、低窪地區沖刷至排水溝之高濃度高污染度污物，截流收集到截流站，經簡易污水處理措施後，再導入污水處理站做進一步處理，再放流於河川或海洋。因此，如何去規劃設計出適用於這個階段的截流系統及選擇何種為最佳的截流方式，亦是當前重要的課題。

(3)如何讓一般民眾實際瞭解下水道的重大功用，加強教育的宣導與灌輸民眾環保觀念並訂定廣泛的各種下水道接管補助辦法及獎勵措施，提升人民對下水道建設之認識，及其對生活環境、水環境之必要性，使得人民有高度的接管意願，以加速下水道建設之推行。

二、未來研究方向

1. 放流水、污泥及廢氣的回收再利用
2. 下水道管材之研發
3. 施工及維修技術之提升
4. 污水處理技術、設備之研發
5. 下水道資料庫之建立
6. 加強民眾宣導
7. 其他方面





結論與建議

結論

1. 在規劃下水道系統之前，事先完善的調查是非常重要的，這關係到整件工程的成敗，以國內為例，台灣地區每逢5月~11月是颱風及豪雨頻繁的季節，此時所帶來的初始沖刷（first flush）的現象對河川水質造成的影響甚大，必須設法將雨水控制後再加以淨化處理，故下水道系統必須有效收集與控制漫地亂竄的雨水，將逕流中污染物濃度降低後再排入河川水體以減輕河體的負擔。

2. 興建下水道系統後，所收集之污水的水流及水質對污水處理廠的選擇及操作系統有著很大的影響；在大都市的污水收集系統中，因其收集距離長，在流動過程中，水質會發生降解，但吾人對其變化過程少有瞭解，因此有必要深入探討下水道中有機物、氮、磷等污染物與各種水力變化所造成的影響。

3. 由於下水道系統所收集的污水經過污水處理廠適當的處理後，始可排放於河川或海洋，基於保護水環境的立場，廢水管理系統的重要性不容忽視。另外，為達成生態保育目標，未來污水處理廠之興建應朝向「水資源回收廠（Water Reclamation Plant）之方向進行。

4. 管渠為下水道工程建設中使用範圍最廣的重要設施，尤其經過埋設後即長期使用，期間因為存留在管渠內的生物膜所產生的生化反應可能對管渠造成冠頂腐蝕現象，因此有關管材的選用有必要作慎重的檢討。

5. 有關下水道系統營運管理方面，為有效推動下水道公共工程建設，(1)完善的法律制度及相關的法規有其存在的必要。(2)在組織體系方面，當前應有計畫的培養相關專業人才，並健全管理體制，俾使我國下水道事業能逐年成長發展；另外，為能達到水資源充分利用以及提升效率整合上、下水事務於同一機關之課題，值得研究。(3)有鑑於省及地方政府財務均不充裕，目前除了開徵水污染防治污水費外，下水道計畫工程建設之財源，實有賴中央政府大力支持與補助，不足部分再以其他方式籌措，俾利加速推動下水道計畫。(4)績效評核方面，可以參考美國WERF之三種指標：服務品質、效率及效果指標為基礎，來建立量化評核模式。

6. 在本土化方面，除了先前所討論的因素之外，據了解國內人民普遍對於下水道建設之重要程度所知不多，社會大眾的認知不足，須透過媒體的傳播及教育宣導，讓民眾對於下水道系統有基本了解，並研訂廣泛且便民的鼓勵方案，來加速下水道公共工程建設的推動。

建議

1. 現今台灣之土地利用已有明顯之區分，諸如住宅區、商業區、工業區、高科技科學園區、經貿園區等，下水道系統之規劃亦因土地使用型態不同而有所不同，吾人有必要將下水道系統配合該使用區做一整體之檢討，使其發揮最大之使用效益。
2. 目前下水道工程執行最難以突破之瓶頸為工程用地之取得及地方政府配合意願不高。而用地取得作業均由地方政府相關單位辦理，建議未來中央應明訂地方政府對於下水道系統之需求及其設計規劃目標，讓地方政府自訂時程之控管，報請中央核備，列管進度時宜將用地取得作業與工程之設計、施工部分由主辦工程單位報請地方主管機關負責辦理，用地取得部分則由地方縣、市政府統籌規劃及執行，以提昇工程執行效率。
3. 由於下水道工程屬於都市先期工程，建議應將下水道工程納入都市計畫中或列入法令（都市計畫法）中強制施行，另外由於下水道工程展現的效益不如其他公共工程（如交通工程等）來的直接，但其影響之層面卻相當深遠，往往在重大公共建設中被忽略，故建議在都市開發過程中列入檢討重點，以減輕事後管線設施用地取得及施工界面等之困難，更可有效節約社會成本。
4. 有關下水道系統營運管理方面，建議初期以政府出資興建下水道及污水處理廠方式漸導向營利方式以籌措中長期資金，另獎勵民間投資興建污水處理及回收設備，以利廢水之回收再利用。另外，以永續發展的觀點來看，應深入探討再利用水回收系統與設備之建立標準，而污水處理廠可從區域性方面著手，找出最適地點及規模，未來除興建傳統污水處理廠之外，基於流域水資源經營管理需要，部分污染處理廠之規劃應朝向水資源回收廠(Water Reclamation Plant)之方向發展。
5. 為因應既有之地下管線日益繁複，造成日後工程施工、管理及維修上等問題，以及避免因施工不當而造成的錯誤一再出現，其有效解決之道應將既有之地下管線資料詳實記載並將其系統化，建議推動地下管線之管理資訊系統與下水道即時監測系統結合及建設共同管溝來置放管線，例如：可利用GIS系統將地下管線資料資訊化及標準化，進而將眾多不同用途管道施工於規劃初期進行整合或預留管道以減少開挖次數，更可做到結合各方資源，減少資源浪費。



HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信

目錄

摘要	
前言	
暴雨期間河川水質模式設計流量之研究(II)	(郭振泰教授)
污水下水道系統永續發展規劃與設計模式系統之建立(II)	
-- 污水下水道管網系統規劃與設計模式之建立 (余瑞芳副教授)	
滯留設施之規劃與設計(II)	(吳瑞賢教授)
利用連續流SBR系統處理下水道系統污水自動化 與最適化控制之研究(II)	(蔡勇斌副教授)
免開挖技術應用於維生管線修護之研究(II)	(謝啟萬副教授)
下水道管線檢測管理系統	(陽明德副教授)
排水模式於下水道之應用與發展	
結論與建議	



HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



摘要

下水道(包括污水下水道與雨水下水道)建設，是政府為保護自然水域而興建的公共設施，亦是現代化都市健全發展重要且不可缺少之公共設施之一，其功能不僅可以解決生活污水污染及都市積水日益嚴重問題，改善都市居住環境衛生，更可以防止河川水域之污染，未來政府準備投入可觀的經費加速推動。

本計畫為整合六個國科會補助之下水道公共工程科技研究子計畫之總計畫，共結合台灣大學、中央大學、朝陽科技大學、屏東科技大學、暨南國際大學與聯合技術學院土木與環境工程相關教授分別針對下水道規劃及決策系統、水力分析、污水下水道及污水處理、管線檢測、施工技術及材質等課題進行研究。本計畫為「下水道科技之整合研究(一)-總計畫」之延續，本年度研究重點著重於各子計畫之深入研究及各子計畫間研究方法、成果的整合。

本研究之成果於學理外，希望能兼顧實務，俾以提升國內下水道科技之水準、落實本土化之生根及培育下水道建設人才。



前言

下水道建設為現代化都市健全發展重要且不可缺少之公共設施之一，其功能不僅可以解決生活污水污染及都市積水日益嚴重問題，改善都市居住環境衛生，並可以防止河川水域之污染，且在水資源之取得日漸困難之下，對於污水、污泥如能經更高級的回收處理過程，加以妥善之回收及再利用，更可以奠定水資源系統永續發展之根基。

本計畫乃配合國科會土木工程學門之公共工程科技而提出之整合性研究。本整合型計畫為「下水道公共工程科技之整合研究(一)」之延續，由六個子計畫(見表1-3)構成，可規劃成四個主題

- (1)下水道工程之規劃及決策系統
- (2)下水道系統水力分析
- (3)污水下水道與污水處理研究及
- (4)下水道施工與材質研究。

本整合計畫研究內容為協調各子計畫之工作、召開座談會、整合研究方向及內容，並促進產、官、學及民間之合作。本整合計畫主要目的為藉著協調、整合之工作，以達到學理與實務之結合，推動產、官、學之合作，落實本土化科技之生根，提升國內下水道科技之水準。計畫第一年著重於資料收集、各子計畫理論架構之發展、模式及模型之建立及初步應用並探討本土化之議題；第二年則著重於各子計畫之深入研究及各子計畫間研究方法、成果的整合。

表1-3 「下水道公共工程科技之整合研究(二)」研究計畫項目

計畫項目	主持人	服務單位系所	職 稱	計 畫 名 稱
總計畫	郭振泰	國立臺灣大學 土木工程系	教授	下水道公共工程科技之整合研究 (二)
		國立臺灣大學		暴雨期間河川水質模式設計流量

子計畫一	郭振泰	土木工程系	教授	之研究(II)
子計畫二	余瑞芳	聯合技術學院環境安全與衛生系	副教授	污水下水道系統永續發展規劃與設計模式系統之建立(II)
子計畫三	吳瑞賢	國立中央大學土木工程系	教授	滯留設施之規劃與設計(II)
子計畫四	蔡勇斌	國立暨南國際大學土木工程系	副教授	利用連續流SBR系統處理下水道系統污水自動化與最適化控制之研究(II)
子計畫五	謝啟萬	國立屏東科技大學土木工程系	副教授	免開挖技術應用於維生管線修護社會成本分析之研究(II)
子計畫六	楊明德	朝陽科技大學營建工程系	副教授	下水道管線檢測管理系統

上述六項子計畫乃因應「下水道公共工程科技研究之規劃」所規劃之國內下水道公共工程科技未來研究方向而衍生之研究課題。其中，子計畫一、子計畫二與「下水道工程之規劃及決策系統」有關；子計畫三與「下水道系統水力分析」有關；子計畫四與「污水下水道及污水處理」有關；子計畫五及子計畫六乃有關「下水道施工材質及管線檢測研究」之課題。





	首 頁
	最 新 公 告
87年度計畫執行人員	
88年度計畫執行人員	
90年度計畫執行人員	
91年度計畫執行人員	
台灣地區發展概況	
第一年成果摘要	
第二年成果摘要	
第三年成果摘要	
水利相關網站	
郭振泰教授研究團隊	

如有任何問題請回信



暴雨期間河川水質模式 設計流量之研究(II)

(郭振泰教授)

摘要:

在河川水質模擬預測與涵容能力分析時，台灣地區一般採用 Q_{75} ，而在美國則採用 $Q_{7,10}$ ，不論 Q_{75} 或是 $Q_{7,10}$ 均強調調枯水期流量，因此其水質模式所考慮之主要是污染物負荷乃為點源污染物（point source pollution）。本研究目的主要是探討暴雨期非點源污染（nonpoint source pollution）傳輸之複雜現象，利用美國環保署發展的BASINS模式中非點源污染模式NPSM及一維動態河川水質模式CE-QUAL-RIV1，考慮不同暴雨型式之非點源污染傳輸的情形，以及污染物進入河川後對河川水質所造成的影響，並比較暴雨期與枯水期河川水質之差異，進而訂定設計雨型與河川設計流量。





HOME	首 頁
NEW!	最 新 公 告
87年度計畫執行人員	
88年度計畫執行人員	
90年度計畫執行人員	
91年度計畫執行人員	
台灣地區發展概況	
第一年成果摘要	
第二年成果摘要	
第三年成果摘要	
水利相關網站	
郭振泰教授研究團隊	

如有任何問題請回信



污水下水道系統永續發展規劃與

設計模式系統之建立(II)

(余瑞芳副教授)



摘要:

國內公共污水下水道普及率偏低，為水體污染之主要因素之一，因此污水下水道系統之規劃、設計與建造為當前水污染防治上重要之措施。其中尤以收集管網系統為下水道系統之重要建造成本因素。而污水下水道管網系統規劃與設計，因系統的組成環境相當複雜，許多因子彼此互相影響，傳統之規劃設計需藉大量及繁複之計算並輔以有經驗之工程師之經驗判斷，因此很難使系統達最佳化之規劃與設計。近年來此一規劃工作因電腦科技的快速發展，應用電腦輔助龐大的資料儲存、處理與繁複的計算工作，以協助提升污水下水道管網系統之規劃與設計之效率，惟因系統過於龐大複雜，即使用超級電腦，也無法保證能在時效內得到最佳解。

本研究第一年度嘗試從永續發展的角度來重新思考污水下水道系統的規劃設計方法，以永續發展之承載容量(carrying capacity)考量水之供給量與水體自淨作用能力、回收水再利用比率等因素，土地部份則以土地利用分類、及其含養水量及各類應佔比例等為主，針對上述兩大因素分別將環境容量界定出來，「將部份廢水重新定位為可用的水資源」，建立廢水管理系統最佳化規劃模式，以期能滿足資源永續利用的目標。本年度（第二年度）之研究重點擬延續與結合第一年之於區域性廢水處理系統永續發展規劃模式之研究成果，持續發展下水道管網系統之規劃與設計模式。





首 頁



最 新 公 告

87年度計畫執行人員

88年度計畫執行人員

90年度計畫執行人員

91年度計畫執行人員

台灣地區發展概況

第一年成果摘要

第二年成果摘要

第三年成果摘要

水利相關網站

郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



滯留設施之規劃與設計(II) (吳瑞賢教授)

摘要:

滯洪池容量之求算方法有許多種，較精確者要以逐步法為之，為其計算過程費時費力，因此本文提出一種無因次化之分析方法及圖形，俾提供可快速的初估滯洪池容量。本無因次化分析方法主要係利用水庫演算技巧，將三角形入流歷線、水平衡公式、正方形出水孔口尺寸、滯洪池水位容量公式以及流量公式等予以無因次化，然後在依據滯洪池不同之排放量比例，發展成無因次化之圖形，文中並舉例說明該無因次化圖形之應用方法。





	首 頁
	最 新 公 告
	87年度計畫執行人員
	88年度計畫執行人員
	90年度計畫執行人員
	91年度計畫執行人員
	台灣地區發展概況
	第一年成果摘要
	第二年成果摘要
	第三年成果摘要
	水利相關網站
	郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



利用連續流SBR系統處理下水道系統污水 自動化與最適化控制之研究(II) (蔡勇斌副教授)



摘要:

本研究探討連續流SBR實廠，如何達到自動化與最佳化操作。本年為第二年成果，完成實廠自動化功能改善之規劃與實廠操作之檢討，並完成模型廠部份實驗。





首 頁



最 新 公 告

87年度計畫執行人員

88年度計畫執行人員

90年度計畫執行人員

91年度計畫執行人員

台灣地區發展概況

第一年成果摘要

第二年成果摘要

第三年成果摘要

水利相關網站

郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



免開挖技術應用於維生管線修護之研究(II)

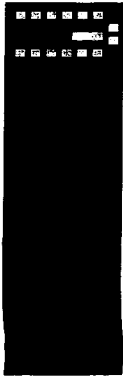
(謝啟萬副教授)



摘要:

維生管線乃為現代民生必須之設施，但現今常採用之明挖管線工程施工時會常造成交通延遲、環境破壞、噪音、空氣污染、商業損失．．等等。為克服傳統明挖工法造成之困難，減少開挖、縮短工期、減少社會成本之免開挖工法因應而生。明挖管線工程於成本分析時多以『施工成本』為主要考量，而將施工所造的『社會成本』與『維護成本』之因素排除於外，倘若將其納入明挖回填工法之設計考量中，則免開挖工法之施工總成本將明顯地比明挖管線工法更具競爭力。本研究案例中，若只考慮施工之內部成本(施工成本)則免開挖工法所需之經費明顯高於明挖工法，但若納入社會成本與維護成本綜合比較，則明挖工法的總工程費約為免開挖工法的3.15倍，且於施工時造成的社會成本損失約為1.6元/分鐘。





首 頁
NEW! 最 新 公 告
87年度計畫執行人員
88年度計畫執行人員
90年度計畫執行人員
91年度計畫執行人員
台灣地區發展概況
第一年成果摘要
第二年成果摘要
第三年成果摘要
水利相關網站
郭振泰教授研究團隊

如有任何問題請回信



下水道管線檢測管理系統

(陽明德副教授)

摘要:

下水道工程預計將花費超過十億新台幣以上，且在其施工期間將造成民眾交通上的不便和環境衝擊，因此妥善維護及管理此地下管線系統將是工程建設外的一大工作。整個下水道系統建設完成之後需要一套完整的資料系統來幫助繁雜的管理及維修工作，以避免下水道管線可能因道路整修或附近新建工程影響其他管線開發，甚至污水中之侵蝕性化學物質造成滲裂而引起不良之後果，包括可能因雨水或地下水入滲而導致超過設計流量，污水處理廠不堪負荷，無法達到排放標準，減少處理設備之壽命，更嚴重的影響可能是因污水外漏而污染了地下水與土壤，造成難以回復的大地污染。然而下水道全段皆埋於地底，除了少數人孔外，很難以肉眼觀察到管線的分佈情形，遑論看見裂縫的位置。下水道的定位、檢測與維修為一複雜之工程與管理課題，本計畫係應用地理資訊系統之整體運用，以便下水道工程之營運相關規劃。在地理資訊系統上建立管線配置圖，以數位的電子地圖展示管線分佈，且可立刻查詢其屬性資料(如：管徑、坡度、材料.....等)以輔助維修計畫之制定。



排水模式於下水道之應用與發展

摘要：

下水道系統最基本的目的在於快速地將多餘的水排除。根據研究，水災的發生就發生次數及經濟損失的角度來看，佔世界各類自然災難的三分之一，並造成半數以上的人員傷亡，其導致的經濟損失超過總天然災害損失的三分之一，在過去的十年間，美國因洪災而造成的損失超過了二千五百億美金，在世界人口急遽增加且都市發展快速的情形之下，未來相同的洪水可能會造成更大的損失，所以「排水」就成了相當重要的課題。近幾十年來，因水污染日益嚴重，若直接將廢水排入河川或海洋之中，那對環境生態將是一個極大的衝擊，所以污水處理及排放也成了下水道系統一個重要的環節。

排水是一個牽涉範圍極為廣泛，且極為複雜的過程，最重要的是它對一般民眾的生活品質有著很大的影響。排水的相關建設涉及水利工程、環境工程、都市規劃與經營管理，屬已開發國家之都市基本建設。目前與排水相關學科之研究與技術大多在北美洲、歐洲、日本與澳洲持續發展中，且進步快速，值得我們學習。

電腦模式的使用可以為我們帶來許多便利，不但可以結省許多金錢與時間，更可以預先模擬各種不同的情況，以供規劃與決策之用。排水模式在經過約40年的發展，其功能日趨強大，不但可以模擬一般水文、水理情況，還具備了其它的功能，包括了即時控制(RTC, Real Time Control)、水質模擬、降雨與逕流模擬或分析、雨水與污水合流系統之溢流(CSO, Combined sewer overflow)、最佳管理作業(BMP, Best Management Practice)、管渠輸砂等。近年來更結合地理資訊系統(GIS, Geographic Information System)，對資料進行更有效率的建立、存取、管理、分析及展示，並可根據不同的決策環境及目的做更廣泛的應用。





HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
87年度計畫執行人員	
88年度計畫執行人員	
90年度計畫執行人員	
91年度計畫執行人員	
台灣地區發展概況	
第一年成果摘要	
第二年成果摘要	
第三年成果摘要	
水利相關網站	
郭振泰教授研究團隊	

如有任何問題請回信



結論與建議

摘要：

下水道工程建設是一個城市現代化重要指標，台灣雖然落後，但仍可迎頭趕上。目前行政院已將污水下水道普及率列為提升國家競爭力生活品質指標之一，要求內政部加強推動污水下水道建設，期能達成提升用戶接管普及率及政策目標，早日完成雨、污水分流系統，改善河川污染情形及國民居住環境，提升生活品質治與國家競爭力。



目錄



摘要	
前言	
下水道公共工程本土化科技之整合研究 (三)	(郭振泰教授)
下水道管線檢測管理系統 (三) — 下水道維修優先順序決策模式	(楊明德副教授)
滯留設施之規劃與設計 (三) — 最佳化佈置與總量管制設計	(吳瑞賢教授)
污水處理設施危險因子探討與創新應變技術之研究	(張添晉教授)





HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
87年度計畫執行人員	
88年度計畫執行人員	
90年度計畫執行人員	
91年度計畫執行人員	
台灣地區發展概況	
第一年成果摘要	
第二年成果摘要	
第三年成果摘要	
水利相關網站	
郭振泰教授研究團隊	

如有任何問題請回信



摘要

下水道（包括污水下水道與雨水下水道）建設，是政府為防洪及保護自然水域而興建的公共設施，亦是現代化都市健全發展重要且不可缺少之公共設施之一，其功能不僅可保護人民生命、財產安全，並解決生活污水污染及都市積水的問題，改善都市居住環境衛生，更可以防止河川水域之污染，未來政府將積極投入經費加速推動。

本計畫為整合三個國科會補助之下水道公共工程科技研究子計畫之總計畫，共結合台灣大學、中央大學、中興大學、台北科技大學、土木與環境工程相關教授分別針對下水道規劃及決策系統、污水下水道及污水處理等課題進行研究。本計畫為「下水道科技之整合研究(二)——總計畫」之延續，本年度（第三年）研究重點著重於各子計畫之深入研究及各子計畫間研究方法、成果的整合。

本研究之成果於學理外，希望能兼顧實務，俾以提升國內下水道科技之水準、落實本土化之生根及培育下水道建設人才。



前言

下水道建設為現代化都市健全發展重要且不可缺少之公共設施之一，其功能不僅可以解決生活污水污染及都市積水日益嚴重問題，改善都市居住環境衛生，並可以防止河川水域之污染，且在水資源之取得日漸困難之下，對於污水、污泥如能經更高級的回收處理過程，加以妥善之回收及再利用，更可以奠定水資源系統永續發展之根基。

1.1 下水道建設現況

目前都市人口每天所排放之家庭污水多僅經化糞池陋處理，逕自排入排水溝，致都市排水側溝藏污納垢、臭氣四溢、蚊蠅叢生，除嚴重影響居家生活品質，更有甚者，污水流入河川污染源，造成河川水質嚴重惡化；面對講究尊嚴、品質及永續經營的二十一世紀，污水下水道之推動實已刻不容緩；台灣地區由於早年並未重視污水下水道建設，致使在都市發展已成形之後，污水下水道的推動，益顯艱難。

依據下水道法第一條規定，下水道建設係以保護水域水質為目標，亦即將現行人口聚居地區污水與雨水合流排入河溝溪流污染水質之情形改採雨水、污水分流方式，以減免河川水域污染源，改善居住環境衛生，因此下水道依其排水功能，主要區分為：雨水下水道及污水下水道，均為都市健全發展重要公共設施之一。污水下水道建設在先進國家均視為環境指標之一，其主要功能係以密閉專用管線經用戶排水管、分管、支管、幹管收集廢污水輸送至處理廠，以物理、化學、生物方式作適當處理，符合國家訂頒之放流水標準後排放或回收再利用，以改善河川水域水質污染之情形，並達水資源永續利用之目標。[1]

由於國內下水道工程建設起步較晚，尤其污水下水道建設因設時期冗長，所需經費龐大且短期內無法立即展現工程效益，再加上民眾之誤解擔心二度污染之問題而加以抗爭，致使推動過程更顯艱辛。

有鑑於此，目前行政院已將污水下水道普及率核列為提升國家競爭力環境品質重要指標之一，並修正「污水下水道發展方案」，加速推動污水下水道建設。依據民國91年6月底統計結果，如表1.1所示，台灣地區污水處理率為19.8%（含公共污水下水道8.7%、專用污水下水道7.8%、建築物污水處理設施3.3%）；同時，行政院「挑戰二〇〇八——國家發展重點計畫」[2]為加速推動污水下水道建

設，預計六年內（91年至96年）將用戶接管普及率由民國90年底之8%提高至20.3%，整體污水處理率由17.8%提昇至30.1%，以改善都市居住環境衛生，提昇生活環境品質。在雨水下水道方面，營建署在民國81年至86年度已推動「台灣地區雨水下水道六年建設計畫」，目前持續推動「台灣地區雨水下水道第二期六年建設計畫」，截至民國91年7月為止，如表1.2所示，雨水下水道建設以完成規劃總長度6,513公里，建設完成長度3,303公里，實施率50.71%，希望藉著加速推動都市雨水下水道建設，釐清都市積水問題，瞭解排水瓶頸所在，以解決民眾淹水之苦[3]。政府希望未來整個下水道系統(包括雨、污下水道)完成後，不僅能疏解水患、改善河川污染、維護環境衛生、美化都市景觀，更進而提升人民生活品質。

表1.1 污水下水道現行普及率[4]

地 區	台北市	高雄市	台灣省	全國
普及率(%)	54.0	22.4	11.2	16.5

資料截至91.06

表1.2 雨水下水道現行實施率[4]

地 區	台北市	高雄市	台灣省	全國
普及率(%)	94.07	91.71	43.83	50.71

資料截至91.05

1.2 本整合計畫之重要目的與內容

本計畫乃配合國科會土木工程學門之公共工程科技而提出之整合性研究。本整合型計畫為「下水道公共工程科技之整合研究(二)」[5]之延續，由三個子計畫（見表1.3）構成，可規劃成兩個主題(1)下水道工程之規劃及決策系統(2)污雨水下水道與污水處理研究。本整合計畫研究內容為協調各子計畫之工作、召開座談會、整合研究方向及內容，並促進產、官、學及民間之合作。本整合計畫主要目的為藉著協調、整合之工作，以達到學理與實務之結合，推動產、官、學之合作，落實本土化科技之生根，提升國內下水道科

技之水準。計畫第一年著重於資料收集、各子計畫理論架構之發展、模式及模型之建立及初步應用並探討本土化之議題；第二年則著重於各子計畫之深入研究及各子計畫間研究方法、成果的整合；第三年則著重於各子計畫於前兩年之結果進行應用與決策探討。

表1.3 「下水道公共工程本土化科技之整合研究(三)」研究計畫項目

計畫項目	主持人	服務單位系所	職稱	計畫名稱
總計畫	郭振泰	國立臺灣大學 土木工程系	教授	下水道公共工程本土化科技之整合研究(三)
子計畫一	楊明德	中興大學 土木系	助理教授	下水道管線檢測管理系統(三) — 下水道維修優先順序決策模式
子計畫二	吳瑞賢	中央大學 土木系	教授	滯留設施之規劃與設計(三) — 最佳化佈置與總量管制設計
子計畫三	張添晉	台北科技大學 土木系	副教授	污水處理設施危險因子探討與創新應變技術之研究

上述三項子計畫乃因應「下水道公共工程科技研究之規劃」^[6]所規劃之國內下水道公共工程科技未來研究方向而衍生之研究課題。其中，子計畫一、二與「下水道工程之規劃及決策系統」有關；子計畫三與「污水下水道及污水處理」有關之課題。

1.3 整合型計畫之效益

近年來，國內環保意識抬頭，人民對下水道公共工程早日興建之企盼甚為殷切。本整合計畫共結合台灣大學、中央大學、台北科技大學、中興大學土木與環境工程相關教授，針對下水道工程探討其規劃及決策系統、污水處理、施工技術及材質等課題。計畫期間藉著協調各子計畫之工作、召開座談會（見附錄一）及建立網站（見附錄二），整合研究方向及內容並配合國家公共工程建設之下水道工程規劃與興建之需求，促成產、官、學界之合作，培養下水道建設人才，於學理外，希望能兼顧實務，以永續經營之理念，促進本土化下水道科技之生根。此外，本整合型計畫為前兩年之研究計畫延續，未來本整合性研究之成果將可作為國內推動下水道公共工程建設之參考、依據。

1.4 各子計畫之目標

1.下水道管線檢測管理系统(三)－下水道維修優先順序決策模式[7]

各縣市政府於下水道維修上，至今還未能有效的整合下水道維修方法，並且較少採用最佳化技術來分配維修的經費，因此，本研究期望能建立一套下水道管線損壞維修之準則，提供決策者在有限維修資源下，對於龐大的下水道管網，可利用自動化程序研擬出較低廉之維修保養成本且較高的維修效益管線，以整合下水道管線維修，並且達到維修最多受損壞管線之目標，協助下水道管線有關單位進行有效的維修評估計畫，以達到最大之經濟效益。

本研究主要目的是藉由判定管線損壞影響因子諸如：管線龜裂、接頭鬆脫等，並綜合管線損壞程度以求得管線於損壞時所獲得之維修需求指數。維修需求指數代表管線修復順序之重要性，此一指數之估算須涵蓋維修成本與維修效益之多重考量。為了彙整下水道管線於維修開始至修繕完畢所有相關之圖形與屬性資料，藉由地理資訊系統有效的處理、分析、儲存與展示的功能，利用最少的人力、物力資源，幫助決策者評估下水道維修之狀況，達成資源與經費能有效分配的目標。

2.滯留設施之規劃與設計(三)－最佳化佈置與總量管制設計[8]

一般山坡地的排洪措施中，存在的觀念是在開發集水區中消減逕流量，實行方法可分為兩種：一為調節水流型，目的在降低洪峰流量及遲滯洪峰到達時間。常見之設施有調節池與滯洪壩等。另一則為增加入滲型，目的在增加入滲，以減少表逕流。常見之設施為停車場、人行道之透水表面、綠地與緩衝林帶等。然而在於坡地開發所造成主要問題即是地表逕流的增加，因此，一般所使用的方式就是設置滯洪池來降低地表逕流。目前國內常見所討論設計方法是於一集水區中，利用單一滯洪池的設計，求得其最佳滯洪體積。

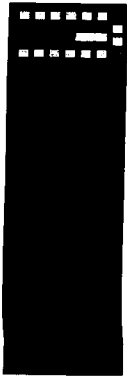
然而滯洪池設計規劃常常忽略因多個局部單一滯洪池設置，可能對於下游排水系統造成聚集性的衝擊。本研究的目的希望利用已知單一滯洪池設計的方法，進一步的配合最佳化的模式，推求若在一集水區中劃分為數個次集水區，並於各次集水區設置或不設置滯洪池，求得設計所需的費用與洪峰消減效益關係。因而探討滯洪池在何種位置與大小配置下，可達到所需洪峰消減量與最低建造費的結果。並考慮若在系統設計時加入入滲的效益，對於洪峰消減的影響探討。

3.污水處理設施危險因子探討與創新應變技術之研究^[9]

本研究將探討污水處理廠及其相關設施可能面臨災害之成因及該災害可能造成之損害，進而研究污水處理廠發生災害時之各種緊急應變、災後的處置方法，及相關災害預防措施，以期將災害造成的損失減至最低限度。

且分別針對廠站相關設施（廠站設施及消毒設備與加藥設備）、機電設備（電力設備及機械設備）、污水處理設施（攔污柵、沉砂池、初沉池、曝氣槽、最終沉澱池及加氣設備）與污泥處理設施，其可能遭受之災損類型與模式加以彙整分析，並研提對應之緊急應變措施，期能提供國內污水處理廠規劃緊急應變系統時之參考及補現有體制之不足處。





	首 頁
	最 新 公 告
87年度計畫執行人員	
88年度計畫執行人員	
90年度計畫執行人員	
91年度計畫執行人員	
台灣地區發展概況	
第一年成果摘要	
第二年成果摘要	
第三年成果摘要	
水利相關網站	
郭振泰教授研究團隊	

如有任何問題請回信



下水道公共工程本土化科技之整合研究 (三)

(郭振泰教授)

摘要:

下水道(包括污水下水道與雨水下水道)建設,是政府為防洪及保護自然水域而興建的公共設施,亦是現代化都市健全發展重要且不可缺少之公共設施之一,其功能不僅可保護人民生命、財產安全,並解決生活污水污染及都市積水的問題,改善都市居住環境衛生,更可以防止河川水域之污染,未來政府將積極投入經費加速推動。

本計畫為整合三個國科會補助之下水道公共工程科技研究子計畫之總計畫,共結合台灣大學、中央大學、中興大學、台北科技大學、土木與環境工程相關教授分別針對下水道規劃及決策系統、污水下水道及污水處理等課題進行研究。本計畫為「下水道科技之整合研究(二)」—總計畫」之延續,本年度(第三年)研究重點著重於各子計畫之深入研究及各子計畫間研究方法、成果的整合。

本研究之成果於學理外,希望能兼顧實務,俾以提升國內下水道科技之水準、落實本土化之生根及培育下水道建設人才。





HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
87年度計畫執行人員	
88年度計畫執行人員	
90年度計畫執行人員	
91年度計畫執行人員	
台灣地區發展概況	
第一年成果摘要	
第二年成果摘要	
第三年成果摘要	
水利相關網站	
郭振泰教授研究團隊	

如有任何問題請回信



下水道管線檢測管理系統 (三) — 下水道維修優先順序決策模式

(楊明德副教授)

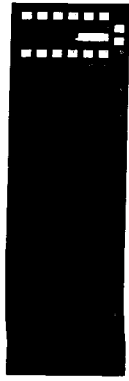


摘要:

污水下水道除了進行單一管線的檢查與損壞判定外，必須考量整體管線連接後之管網型態，以便檢視管線在運送污水時能否達到最大效益，同時對已有損壞之管線進行必要之維修或緊急處理。由於在進行管線損壞維修上，只判定管線維修與不維修的情況，之間並沒有所謂模糊地帶，以致於管線在任何形式的損壞情況下，都判定為同一時間點上進行修繕。有鑑於政府對下水道維修經費有限的情況下，必須將預算花在非常急迫需要維修的管線上，針對破壞程度較大的管線應判定為維修優先對象，讓維修之後的管網發揮最大的效用。

本研究將考量以管線損壞狀況作為管線維修評估模式，並篩選出影響管線損壞因子，藉以判定管線損壞程度並挑選出需優先維修的管線。由於管線損壞須要龐大的費用進行修繕，且不同種類的維修工法又有不同的維修成本考量，為了使管線維修時，能同時考量維修經費與維修效益之多重目標下，採用基因演算法全域搜尋最佳解之能力可有效處理最佳化問題。最後，利用地理資訊系統將演算結果展現出來，使相關管理單位對於該區污水下水道管網所須維修之工法、損壞程度以及維修成本等，都可藉由地理資訊系統圖文並茂的功能了解實際狀況。





HOME	首 頁
NEW	最 新 公 告
87年度計畫執行人員	
88年度計畫執行人員	
90年度計畫執行人員	
91年度計畫執行人員	
台灣地區發展概況	
第一年成果摘要	
第二年成果摘要	
第三年成果摘要	
水利相關網站	
郭振泰教授研究團隊	

如有任何問題請回信



滯留設施之規劃與設計 (三) — 最佳化佈置與總量管制設計

(吳瑞賢教授)



摘要:

本研究的目的即將集水區，分別於不同地點設置滯洪池，探討滯洪池設計大小與地點選取最佳化配置方法。並對於滯洪池的設計中增加入滲的考量，期望能增加滯洪池的滯洪效益與減少工程經費的花費。研究中發現設置滯洪池控制局部集水區逕流量即可達成滯洪效果，且所需滯洪體積將小於滯洪池設置在最下游處。由分散多個滯洪池設置，有助於集水區內大範圍洪峰流量控制。滯洪池設計時，應採取整個集水區洪峰流量管制，以防因為多個局部滯洪池設置，造成下游地區聚集性衝擊。



污水處理設施危險因子探討與 創新應變技術之研究

(張添晉教授)

摘要：

由於臺灣位處溫帶與熱帶之交界處，屬副熱帶季風區，因此常遭受颱風與豪雨侵襲，另外尚有：天然災害、廠內發生災害、工程災害及化學災害變等皆可能造成污水處理系統之災損，因此對於建立相關防救災機制的研究應儘速且謹慎為之。

本研究將探討污水處理廠及其相關設施可能面臨災害之成因及該災害可能造成之損害，進而研究污水處理廠發生災害時之各種緊急應變與災後之處置方法，及相關災害預防措施，以期將災害造成之損失減至最低。

污水處理廠由於為日夜無休之公共設施，必須無時無刻均保持良好之污水處理效率，雖然建設前經過完整的規劃及設計，但災害發生時要使處理設施及機電設備均完好如初乃屬不可能，因此處理廠對於災害來臨時之緊急應變措施於事前必須進行完善之規劃及研擬，才能免於事後補救之憾。

各種設施遭遇災害後，預估可能之影響包括：污水處理系統設施損壞，污水無法正常排放或運送，四處溢流污染環境，引發惡臭及疾病等衛生問題；而電力設施損壞，則會導致電力系統供電中斷，造成大規模停電，連帶影響其他管線設施之正常運作；而當電信設施受損通訊中斷時，則嚴重影響災情傳遞與救援工作之進行。

本研究即分別針對廠站相關設施（廠站設施及消毒設備與加藥設備）、機電設備（電力設備及機械設備）、污水處理設施（攔污柵、沉砂池、初沉池、曝氣槽、最終沉澱池及加氣設備）與污泥處理設施，其可能遭受之災損類型與模式

加以彙整分析，並研提對應之緊急應變措施，期能提供國內污水處理廠規劃緊急應變系統時之參考及補現有體制之不足處。

