

雨水下水道數位資料庫建置之難處與實施對策 —— 台北經驗分享

Difficulty Countermeasures and Strategies for Setup of Large Storm Sewer System Database —— Taipei's Experience Sharing

崇右技術學院資管組助理教授兼技合處研發組組長
國立中央大學兼任助理教授

林 松 青

Song-Ching Lin

摘 要

現代化城區亟需良好的雨水下水道系統，使不致雨水漫流域區或公共設施浸水及受水污染，惟城區雨水下水道設施通常數量龐雜且大部分埋設於地表之下，致調查不易，難以系統化管理。因數位資料庫整合相關資料及使資料具一致性，具有減少資料重覆之優點，成為有效經營管理的基礎。完整精確數位資料庫的建立可供後續增值應用，進一步提高管理效能，因此，本文係以台北市雨水下水道資料庫建置的經驗，探討此類大型數位資料庫基本資料取得之困難及因應對策；除論述台北市雨水下水道發展歷史背景與資料庫建置之前置準備作業外，也述及結合地理資訊系統、整體配套措施與後續增值應用之願景，以供其他城區建置雨水下水道資料庫之參考。

關鍵詞：雨水下水道，大型數位資料庫，資訊化管理。

ABSTRACT

Due to the advantages of little redundancy, data integration and consistency, a complete and accurate database is necessary to enhance infrastructure management efficiencies. Based on the experiences of developing a digital database for storm sewer system in Taipei, the main purpose of this article is to investigate the difficulties and strategies for a large database setup. As we known, modern urban area needs proper storm sewer systems to prevent inundation and water pollution. A storm sewer system is related to a huge spatial database. Because most of the facilities are buried underground, they are not easy to be investigated and maintained systematically. Therefore, the issues of sewer

data classification , retrieval, investigation, update and applications are investigated in the paper. Further forth coming more, a prior process for establishing database in conjunction with a geographic information system, and the vision of applications are also introduced, these experiences may be valuable for development of the similar system in other cities.

Keywords: Storm sewer, Database, Database management system.

一、前言

城區雨水下水道係長期性且連貫性之公共基礎建設，其建設係衡量政府財政、城區淹水損失、相關成本效益與民衆需求，分期及分年實施整個系統計畫。以台北城區為例，因多處地勢低窪，土地利用之先天條件不良，雖百年前即已開始下水道建設[8]，惟城區快速開發，公有土地經營與經費分配等問題，使下水道工程建設未能與城區發展齊頭並進；而已完成之設施，因經營維護權責劃分不明確，且原下水道分區因重大工程建設而改變、管渠內淤積土石、地盤下陷、纜線附掛、老舊結構破損及新增連接管渠銜接等之影響，使未能充分發揮原規劃設計功能。每年夏秋季節之雷雨、梅雨或颱風雨常引致大量地表逕流與部分地區淹水，造成民怨及財產損失。

因台北市下水道發展歷史久遠及下水道系統的變遷，現況已與原規劃者不相同。為能系統化地徹底解決問題，首要為完成雨水下水道全面調查，並建立完整數位資料庫(database)，同時，發展地理資訊系統(Geographic Information System ,GIS)供管理、清淤等相關作業使用，以提高經營效率[5]。其次，則檢討下水道之功能，改善系統瓶頸，使在設計標準下，無暴雨洪災損害[7]。台北市賡續推動不同階段之執行方案，冀建立的雨水下水道經營模式。本文以台北市雨水下水道之經驗為基礎，探討大型數位資料庫建置之難處及實施對策，論述前置準備作業、現地調查及後續加值應用之願景，供其他城區下水道建設與經營之參考。

二、區域環境背景

城區之雨水下水道與防洪建設影響民生亟

表 1 台北市雨水下水道系統規模

內徑(公尺)	概估長度 (公里)
連接管(0.6)	93
1.0 以下	29
1.0	79
1.2	63
1.35	18
1.50 以上	368
合計	650

資料來源：台北市政府工務局養護工程處

鉅，由中央政府主導推動之台北防洪計畫，曾分別就蓄洪、攔洪、分洪、束洪、導洪、避洪等可能方案進行研究規劃，經多年論證，結果採用河道整治與沿河築堤併行方案。其實，早在西元 1920 年，日人為維護台北城內安全，即沿「加蚋仔」和崁頂興建新店溪內堤，係台北築堤保護市區的序幕。就天然地形，台北原是河水匯集之湖泊，經長期堆積演化始成今日之「台北盆地」，地勢本屬低窪，又因淡水河出海口附近之關渡隘口河槽狹窄，以致整個台北盆地水系呈壺口狀，盆地內河道下游段水位每日均受高低潮位兩次循環之影響。

台北城區因築堤之故，堤內興建雨水下水道系統，包括側溝、集水井、連接管、雨水下水道支幹線、調節池、沉砂池等設施。系統末端興建抽水站、前池及防洪閘門等設施。管渠末端以重力方式排送雨水至河道；若河道外水位升高，則關閉閘門，改用泵抽送城區雨水，因此，所有環節均須保持順暢，才能避免城區積水。經多年努力，迄今台北雨水下水道系統普及率已逾 95%，幹支線總長估計約六百餘公里，見表 1，側溝長度更長達千餘公里，永久性抽水站 52 座，臨時站 20 座，成為龐大系統[1]。就雨水下水道建設

表 2 清疏紀錄資料示意資料

1.明溝

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
條	7	6	7	3	17	20	12	12	8	11	3	6	112
公尺	712	897	1233	330	2648	1962	2362	1357	951	1252	440	1108	7782
淤泥	89	72	126	109	54	432	349	140	244	195	35	100	882
使用人力	242	207	248	203	506	904	873	630	770	800	61	198	2310

2.箱涵

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
條	28	25	28	45	27	33	20	21	17	14	18	16	186
公尺	5189	3967	3975	10297	2937	5018	5062	5633	4927	5542	4990	3230	31383
淤泥	1591	1227	1606	1381	1072	2161	3969	1407	1985	2226	1675	1620	9038
使用人力	2402	1945	2534	1784	1783	1880	2898	1978	1479	1994	2063	1566	12328

3.涵管

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
條	46	58	63	51	90	57	27	25	22	25	24	24	365
公尺	9199	11562	11071	9686	13032	9129	6383	5733	2656	3648	4373	5172	63679
淤泥	2382	2280	3611	3150	3189	1740	2508	3369	1909	2570	2709	4812	16352
使用人力	1106	1074	1954	2795	1957	1142	1049	1876	1860	1801	2003	3008	10028

4.側溝

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
條	1517	1316	1736	1542	1636	1495	1294	1262	1319	1399	1260	1288	9242
百公尺	3923	3341	3908	3764	4411	3635	1835	2771	1769	3101	3588	3279	2298609
淤泥	1857.7	2682.1	3394.1	3327.1	3363.8	2930.8	2156.2	2434.7	2368.7	2699.3	5588.6	2652.8	17555.7
使用人力	8221	7240	8984	7441	8782	7501	5444	6172	5867	6083	6555	6046	48169

資料來源：臺北市政府環境保護局

發展而言，目前已跨越過去之大規模建設階段，邁進經營維護為主之時期[6]。

三、雨水下水道資料庫內容

1. 資料種類

資料庫係相關資料的集合，藉由資料(data)，能得知事件及包含的意義。資料庫的資料來源是從衍生的資料得來，且在真實世界裡，它與事件，以及對資料庫有興趣的使用者有某種程度的互動[11]。有關台北雨水下水道設施之資料，生產時期可分為規劃、興建、經營等三階段。在規劃階段大部分為規劃圖說；興建階段為設計圖說及竣工圖說；經營階段為結構維修、擴建圖說、調查及清疏紀錄等，分述如下：

(1) 規劃階段：包括規劃報告、初步地質鑽探、

現地勘查照片、水文分析、水力分析、工程佈置圖、地方說明會與民意調查等資料。

(2) 興建階段：包括基本設計圖說、詳細設計圖說、設計台帳資料，如圖 1，及水力分析資料、地質鑽探資料、土地徵收相關資料、預算資料、補償費、施工期程、變更設計圖說、會勘資料、民衆意見溝通資料、竣工圖說、結算資料、施工過程與完工照片等。

(3) 經營階段：包括管線維修設計圖說、管線維修竣工圖說、管線擴建設計圖說、管線擴建竣工圖說、調查紀錄資料照片，如圖 2，清疏紀錄資料，如表 2，照片、雨水下水道系統圖，如圖 3，與排水系統分析檢討報告、民衆陳情資料、民意代表質詢資

年度	87	編號	1	開工項目	雨水	預算金額	1,886,300	竣工日期	87年10月30日
工程名稱	文安路陽街187巷道路支線工程			開工日期	87年10月17日	變更預算		竣工日期	87年10月30日
設計單位	第一局			設計日期	87年10月17日	竣工日期	87年10月30日	竣工日期	87年10月30日
設計人員	張文勇			設計日期	87年10月17日	竣工日期	87年10月30日	竣工日期	87年10月30日
設計日期	87年10月17日			設計日期	87年10月17日	竣工日期	87年10月30日	竣工日期	87年10月30日
設計日期	87年10月17日			設計日期	87年10月17日	竣工日期	87年10月30日	竣工日期	87年10月30日

圖 1 雨水下水道設計台帳資料示意圖

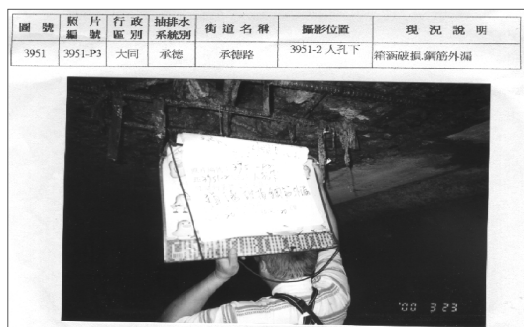


圖 2 調查紀錄資料照片示意圖

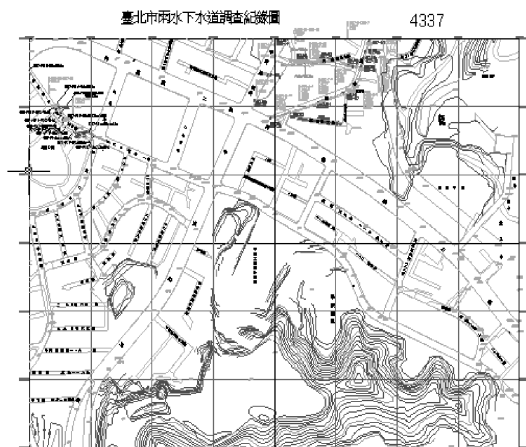


圖 3 雨水下水道系統調查圖

料、淹積水紀錄資料、相關管理法規與纜線附掛等。

上述三階段之資料大部分為文字資料，格式為書面資料，或 WORD、EXCEL 或 POWERPOINT 等電腦文字檔；其次為圖說資

料，格式為紙張工程圖，或 AutoCAD 或 MICROSTATION 等電腦圖檔；再其次為照片資料，格式為書面，或 JPG 或 BMP 等電腦檔案；關於水文水理分析資料，格式有書面資料，或 HEC-1、HEC-2、HECRAS 或 SWMM 等電腦應用軟體輸出檔。由於資料格式除了書面外，尚有各式不同電腦軟體之檔案格式，對資料管理者而言，較繁瑣。若整合於資料庫，無論圖形或文數字，對於資料管理、資料統計分析、結果輸出與展示及資料共享，均有助益，且對資料庫後續之加值應用，亦具有效益。惟在資料管理上，須注意三點如下：

(1) 資料篩選與儲存

非每一筆原始資料都有用。經初步處理及勘誤資料後，應配合使用需求，進一步的刪除不必要的資料，以提高資料的可用性，使系統操作更有效率。

(2) 資料轉換

對已是數位檔之原始資料，常與所選用之軟體檔案格式不同，因此，在建置資料前，須先規定資料格式，將不同格式的資料加以轉換，如 txt、Excel、Access 轉換為 Oracle、SQL；DGN、DWG 轉換為 SEF 或 GIS 軟體格式等；然而，轉換資料時，應確認轉換後之正確性。

(3) 資料勘誤與更新

輸入資料時，可能因人為輸入或軟體格式轉換造成誤差，產生不正確之資料，因此，良好的資料管理需有偵錯、除錯及更新功能。

2. 資料庫內容

台北雨水下水道資料庫，含括三大類資料如下[3]：

- (1) 圖層資料：市區里界圖、行政區界、1/1000 及 1/5000 及 25000 地形圖、都市計畫圖、地表高程圖 (DEM)、測量樁位圖、重要地標位置圖、門牌號碼位置圖、地籍資料、公共管線資料、1/1000 及 1/5000 及 25000 圖幅界、計劃新設人孔圖、施工中人孔圖、

表 3 原始資料三種來源之優缺點比較

方式	優點	缺點
(1)	1.時程短 2.經費少	1.資料正確性差 2.資料完整性差
(2)	1.資料較正確 2.資料較完整 3.資料可應用性高	1.時程長 2.經費高
(3)	1.較易控制時程 2.較易控制經費 3.資料較完整	1.前置工作量大 2.資料正確性差

人孔圖、雨水下水道圖、集水區圖、次集水區圖、抽水站圖與歷史積水範圍圖等。

- (2) 文字資料：詮釋資料(metadata)紀錄檔、峻工圖影像紀錄檔、雨水下水道新建與維護紀錄檔、積水通報紀錄檔、人孔缺失紀錄檔、縱走紀錄檔、TV 車檢視紀錄檔、測量紀錄檔與雨水下水道缺失紀錄檔等。
- (3) 多媒體資料：峻工圖影像、人孔缺失紀錄照片、人孔缺失紀錄影像、雨水下水道各式缺失紀錄照片、雨水下水道各式缺失紀錄影像、縱走調查攬線缺失紀錄照片、縱走調查攬線紀錄影像、TV 車檢視紀錄照片、TV 車檢視紀錄影像、積水紀錄照片及積水紀錄影像等。

四、資料庫建置流程與方法

1. 資料蒐集與取得

資料庫建立中最困難的工作是雨水下水道台帳資料之蒐集，資料來源是現有的圖資及重新對現場進行調查。在蒐集資料前，先了解所欲蒐集台帳資料之屬性與範圍；蒐集資料時，力求資料之完整性，一併蒐集標之物之所有資料與其相關資料，以利未來分析。並非所蒐集到的每一筆資料都適合鍵入資訊系統內，即事前對標之物及使用者之充分了解，對有效資料之蒐集可產生極大助益。

原始資料之來源可由下列方式取得：(1)蒐集現有圖資；(2) 全面清查標之物；(3)依據現有圖資，但清查更新與現況不符者。三種方式之優缺點如表 3。

表 4 資料數化方式

種類	格式	數化方式	優點	缺點
文字資料	書面紙張	掃描方式製成影像圖檔 (image 檔)	速度快、經費低	分析功能較弱
		重新輸入成電腦檔案	經費高、速度慢	分析功能較強
	電腦檔案	轉換適當格式	—	—
工程圖說	書面紙張	掃描方式製成影像圖檔 (image 檔)	速度快、經費低	分析功能較弱
		重做成電腦輔助繪圖圖檔 (CAD 檔)	經費高、速度慢	分析功能較強
	電腦檔案	轉換適當格式	—	—

既有資料目前大多以圖紙方式儲存，且採用人工管理，占用大空間且易受蟲蛀、水或火所損壞。加上相關單位多，橫向資料交流耗時及費力。部分資料雖為數位檔，但因軟體檔案格式不同，須予整合；且對遺漏之圖資或與現況不符者，唯賴現場調查來彌補缺漏。

考量時空背景之改變，對台北市雨水下水道系統除近一、二年之調查資料外，其餘均全面普查，以確保資料一致性、精度與正確性。

2. 資料數化

取得資料後，針對使用需求，篩選原始資料、勘誤及刪除，使成為有效且正確的資料，並有系統地區分屬性，以建立資料之一致性。再依據所選定之資料庫軟體檔案格式，將資料轉換成所需格式，即完成資料數化工作。

台北市雨水下水道設施資料依性質分為文字資料及工程圖說，而兩類都含有書面紙張及電腦檔兩種格式。數化方式有將書面紙張資料掃描製成影像 (image) 圖檔；或將文字資料重新輸入成電腦檔；或將工程圖說重新用數位板數化成電腦輔助繪圖檔 (CAD 檔)，各種數化方式如表 4。

3. 資料庫整體規劃

由於資料庫規劃須配合地理資訊系統之開發，為求審慎，系統整體規劃，工作內容包括：(1) 既有電腦系統擴充性評估；(2) GIS「資料庫

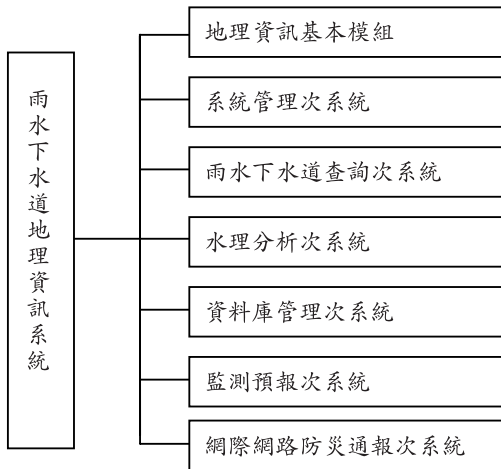


圖 4 台北市雨水下水道地理資訊系統功能架構圖

結構」及「系統功能」規劃；(3) GIS 系統功能需求及編碼原則規劃；(4)屬性資料庫及圖形資料庫規劃；(5)電腦工作平台、伺服器、資料庫及輸入輸出設備規格及系統整體規劃；(6)管理及決策系統架構之研擬。根據整體規劃所獲得之成果，台北市雨水下水道經營系統包括七個次系統：(1)地理資訊基本模組、(2)系統管理次系統、(3)雨水下水道查詢次系統、(4)水理分析次系統、(4)資料庫管理次系統、(6)監測預報次系統、(7)網際網路防災通報次系統，如圖 4 [3]。

4. 資料庫管理系統

考量資料性質、資料與系統關聯性及未來可能蒐集建置資料項目數量等因素，資料庫管理系統(Database management system)軟體評估及選擇之依據如下：

- (1) 簡化管理：簡化將管理過程，使用者需少步驟即可完成建置工作。
- (2) 資料轉換：正確且完整地匯入、匯出不同資料格式。
- (3) 執行效率：加快存取速度，提示及顯示習慣用語等功能。
- (4) 備份與還原：以自動或手動方式，對資料作備份或還原。
- (5) 複製性：透過標準介面，與異質之資料庫供應者作同步複製功能。

- (6) 安全性：建立強大安全機制，對用戶端提供認證、設定存取權限等功能，以保護資料庫之完整。
- (7) 資料庫儲存空間：選定資料庫之大小限制，使符合台帳資料所需。
- (8) 分散式查詢：可同時從不同位置或不同資料結構，進行查詢。
- (9) 網際網路：對資料可作自動加密，或與其他伺服器進行整合。

經審慎評估結果，台北市的系統採用甲骨文(ORACLE)資料庫管理系統。

五、遭遇之困難與實施對策

1. 現場調查技術及成本

由於雨水下水道設施大多埋設於地表之下，難以應用衛星遙測、航空攝影等，為取得雨水下水道內之管涵、人孔及側溝等設施資料，以及有是否有淤積、阻塞、斷裂、脫管等異常狀況，相關調查工作只能採用人工縱走錄影或 TV 車檢測錄影方式辦理，兩者之優劣比較，如表 5 所示：

- (1) TV 車檢視：適合小管徑(直徑未達 1.2 公尺)之調查，因 TV 車檢視前，須先清理管線內之淤泥、雜物且管線兩端須阻水後，始能開始檢視錄影，故亦同時完成清淤工作，惟單價高於人工縱走錄影調查甚多，且工期較長。
- (2) 人工縱走錄影：適合大管徑(直徑大於 1.2 公尺)之調查，單價較低且工期較短。管徑未達 1.2m 者之工作空間小，調查較困難，工作意願不高；增加調查單價，才可提高工作誘因；小管徑之長度超過 40 公尺時，縱使拍攝時搭配高亮度探照燈照射，部分線段仍無法調查，只能憑經驗判斷或輔以 TV 車檢視。

根據台北市之經驗，人工縱走錄影 TV 車檢視所需經費僅約為 TV 車檢視所需經費之 25%；於預算經費不足時，可考慮採用。

2. 現場調查工作量

由於調查範圍包括全台北市區，工作量極龐

表 5 調查方式之比較

調查方式	調查方式一：採用人工縱走調查配合高亮度探照燈照射	調查方式二：採用人工縱走調查配合採用 TV 車檢視	備註
優點	1. 可分別進行調查與清淤工作，較不影響整個計畫之完成時程。 2. 經費較低，可縮短工期	1. 調查之時可一併排除管渠內之障礙物； 2. 調查資料較完整與精確。	
缺點 (實施難度)	1. 人工縱走錄影不適於內徑未達 1.2 公尺涵管及連線管；因工作空間小，故調查困難； 2. 部分管渠配合高亮度探照燈照射之方式拍攝，惟若管渠長度若超過 40 公尺，則無法調查管渠中段，須憑經驗判斷，故調查精度較差。	1. 因 TV 車檢視專業廠家少，不易縮短工期。 2. 須清淤完成後，始可全面普查，將影響系統之檢討、改善措施研擬等時程。	



圖 5 台北市雨水下水道分區調查圖

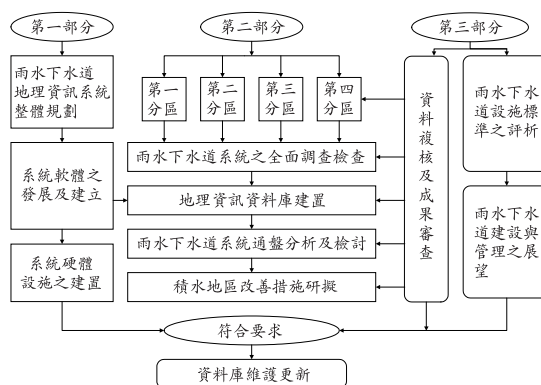


圖 6 整體措施示意圖

容，分為三部分與八個主題，如圖 6 所示，各主題之工作項目臚列如后：

I. 第一部份工作

- (1) 規劃雨水下水道資料建檔電腦系統
- (2) 發展及建立系統軟體
- (3) 建置系統硬體設施

II. 第二部份工作

- (1) 雨水下水道系統之全面調查及檢查
 - A. 雨水下水道之幹、支線之縱走調查：含渠底之高程與坡度之調查；
 - B. 人孔調查及測量：含 x,y,z 座標、高程、點支距、偏心距；
 - C. 側溝及連接管調查：連接管採用 TV 車檢視，或高亮度探照燈照射及攝影；
 - D. 對重大工程對雨水下水道系統分區之影響調查；
 - E. 局部淹水區之範圍調查。

雜，考量時效，分四區同步辦理。分區原則為：

- (1) 以抽水站系統之集水區為分區之基本單元，利於系統之檢討；
- (2) 集水區約略相等之分區；
- (3) 系統皆獨立，不相互影響之分區；
- (4) 排除近期完成之內湖區的部分，如圖 5 所示。

3. 整體配套方案之推動

除進行台北市雨水下水道系統全面普查外，同時進行資料建檔與電腦系統之規劃建置，按規劃之資料格式，將調查記錄全面建檔，經專責機構詳細複核正確性後，再通盤分析及檢討整個系統，並研擬淹水區改善方案。計畫主要內

- (2) 調查紀錄之 GIS 資料庫建檔
 - A. 相關資料、測量建檔及電腦圖檔資料庫之建立；
 - B. 雨水下水道之竣工圖、調查資料數位化及建檔；
 - C. 屬性資料表之建檔；
 - D. 管理查詢系統之擴充與維護；
 - E. 配合調查及分析檢討成果，繪製系統改善規劃圖，並標示改善優先順序。
 - (3) 通盤分析及檢討既有系統
 - A. 檢討雨水下水道幹與支線之既有坡度；
 - B. 檢討系統調查現況與規劃設計之差異，以時間為軸作系統連串性之檢討；
 - C. 分析檢討水文與集水分區之變遷；
 - D. 以抽水站集水分區為單元，檢討既有雨水下水道功能；
 - E. 檢討抽水站更新或擴充之可行性；
 - F. 彙整及檢討迄今尚未完成之積水改進方案的可行性；
 - G. 分析檢討局部低窪淹水區之雨水下水道功能；
 - H. 不同降雨情況之水力模擬演算及分析檢討，並提出具體建議。
 - (4) 研擬積水區之改善措施
 - A. 重新評估過去曾提出，惟迄今未完成之積水改善方案；
 - B. 根據水力分析成果，研擬各種改善方案，估算工程費與工期，並綜合評估施工條件之後，提出改善之優先順序；
 - C. 針對局部積水區，研擬解決方案；
 - D. 針對提升之防淹水標準，研擬改善方案；
 - E. 對積水預警系統之設置，提出具體建議；
 - F. 對雨水下水道之經營與維護，提出具體建議。
 - (5) 人員訓練與技術移轉
- III. 第三部份工作
- (1) 審核第二部分之工作成果
 - A. 複核調查資料之確實性；
 - B. 複核資料庫資料之正確性；
 - C. 複核系統分析及檢討之成果；
 - D. 複核積水區改善方案之可行性。
 - (2) 標準評析
 - A. 原標準之檢討；
 - B. 分析雨量及雨型；
 - C. 分析城區發展對地表逕流之影響；
 - D. 調查分析積水損失；
 - E. 評析及修訂相關工程設施標準
 - (3) 雨水下水道建設與經營趨勢
 - A. 檢討現有管理組織與制度；
 - B. 蒐集及評析先進國家雨水下水道建設與經營方式；
 - C. 評析雨水下水道建設及經營新科技之未來發展趨勢；
 - D. 評析雨水下水道建設管理之未來展望，並提出短、中、長期之執行目標。
 - (4) 雨水下水道監測系統之建置
 - A. 水位監測系統；
 - B. 流量監測系統；
 - C. 水位或流量預測模式。
 - (5) 綜合治水對策之規劃
 - A. 城區集水區經營與治理
 - B. 經營暴雨逕流量，如雨水之滯流、分流、貯蓄與截流等
 - C. 土地的開發與經營利用
 - D. 洪水預報警報之建立
 - E. 推動生態式之雨水經營
 - F. 公共設施、公私建築物與雨水經營設施之結合
 - G. 加強市民之雨水經營意識
4. 預算與計畫執行時程
- 台北市推動該計畫時，由於部分地區始完成雨水下水道系統縱走調查及系統檢討分析，為節省經費，除增加辦理未曾縱走之管線調查外，排除其餘部分於計畫之外，惟調查成果仍全部併入地理資訊系統(GIS)建檔。至於已編列預算辦理調查檢討之地區，為配合計畫之執行，增加辦理未曾縱走管渠之調查。由於整體計畫所須經費龐

表 6 預算執行方案之比較

	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五
調查方式	採用人工縱走調查配合高亮度探照燈照射	採用人工縱走調查配合管線 1.0m 以下採用 TV 車檢視	採用人工縱走調查配合高亮度探照燈照射	採用人工縱走調查配合高亮度探照燈照射	採用人工縱走調查配合高亮度探照燈照射
工作項目	同時進行三部分工作	同時進行三部分工作	1. 進行第二部分第一、二分區工作(包括原市區一、二期)。 2. 不包括調查紀錄建檔	1. GIS 管理查詢電腦系統之規劃及系統軟體發展及建立。 2. 進行第二部分第二分區工作(包括調查紀錄建檔)	1. GIS 管理查詢電腦系統之規劃及系統軟體發展及建立。 2. 系統硬體設備之建置。 3. 進行第二部分第二分區及第三分區之調查工作。
說明	1. 工作量龐大，時程急迫。 2. 人工縱走錄影，雖然管徑 1.2M 以下之管線，工作空間小調查較困難，惟若增加調查單價，可提高工作誘因；至於連線管及管徑 1.0M 以下部分採用高亮度探照燈照射方式拍攝，調查費用可大幅減少，惟管線長度若超過 40 M 以上，管線中央部分將無法調查，必須以經驗判斷之。	1. TV 車檢視，必須先清理管線內之淤泥、雜物以及阻水之後，始能進行檢視工作，故單價高。 2. TV 車檢視工作完成，亦即完成管線清淤工作，TV 車檢視，可克服管徑 1.0M 以下人工無法縱走調查之缺點，惟經費過高，且工作完成所需之時間較長，須再予檢討。	1. 受限於編列之預算，分期完成，先進行第二部分第一、二分區之調查工作。 2. 其餘工作，待預算追加成立後辦理。	1. 受限於編列之預算，分期完成，先進行 GIS 管理查詢電腦系統之規劃及系統軟體發展及建立。 2. 進行第二部分第二分區工作(包括調查紀錄建檔)。 3. 其餘工作，待預算追加成立後辦理。	1. 受限於編列之預算，分期完成，先進行 GIS 管理查詢電腦系統之規劃及系統軟、硬體設備之建置。 2. 進行第二部分第二分區及第三分區之調查工作。 3. 其餘工作，待預算追加成立後辦理。

大，工作量極大，經考量議會通過預算之時程與計畫執行之能量，研擬五個預算執行方案如表 6，因預算與計畫執行時程被分割，故產生工作界面糾葛及造成困擾。

5. 發包方式

適當委外發包方式，對於計畫圓滿完成有很大影響，不同發包方式之優劣，經評估整理如表 7。

6. 執行人力之需求

根據資料持續建檔更新、計畫之推動與技術移轉之檢討結果，台北市增加工作小組，以專人專職方式執行計畫，小組之人力及職掌如表 8。

至於資料庫建置實務需投入之作業人力，依據台北經驗，大多數人力是現地調查人員，由於現地調查所蒐集之資料均已是數化資料，且其格式亦按事先規劃成果建置，換言之，各分區調查資料係依完成之時程，經複核後，分別匯入資料庫中，而資料庫系統開發及資料輸入作業人力，依投入工時與經驗而定，約 4~5 人。

7. 計畫執行介面

受限於預算編列方式、計畫期程及工作能量，將計畫分段委外發包，以致執行介面之整合確有困擾。根據實際經驗，建議政府機構日後建置此類大型資料庫，重視下列關鍵因素：

表 7 發包方式之評估

發包方式		說 明	優劣點
方式一	統包	<ol style="list-style-type: none"> 1. 計價方式原則上採用總包價法，除 TV 清理檢視依實作數量結算外，其餘工作依契約價金結算。 2. TV 檢視清理和排水設施測量、調查檢討工作合併發包。 (依政府採購法之統包實施辦法第五條：機關以統包辦理招標，得依實際需要，於招標文件中規定投標廠商或其分包廠商關於設計之履約能力資格。) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由顧問公司負責工作整合，並肩負計畫成敗之責任。 2. 預算執行效率較高。 3. 實作計價方式可降低 TV 檢視長度之不確定因素。 4. 顧問公司會慎選 TV 檢視廠商。
方式二	分開辦理顧問公司及 TV 檢視廠商之甄選	<ol style="list-style-type: none"> 1. 規定顧問公司於開始工作後，研擬 TV 檢視的規範及預算書，送主管單位審核後，公開招標。 2. 由顧問公司負責監造。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 顧問公司無須負擔廠商履約風險，投標意願較高。 2. 由主管單位辦理 TV 檢視之發包工作。 3. TV 檢視公開招標恐會造成最低價得標。

表 8 工作小組人力及執掌編組

工作執掌	員 額	專長需求
計畫綜理	1	水利或土木工程
<ol style="list-style-type: none"> 1. 計畫先期準備作業、技術規範研擬 2. 計畫執行及整合 3. 相關單位之排水工程竣工圖建檔管理辦法研擬 4. 計畫成果審查 	1	水利或資訊工程
<ol style="list-style-type: none"> 1. GIS 系統建置先期準備作業、技術規範研擬 2. GIS 計畫執行整合 3. 監督 GIS 系統建置 4. 計畫成果審查 	1	資訊、電腦工程、地理資訊
<ol style="list-style-type: none"> 1. GIS 系統安裝測試 2. GIS 系統操作 3. 資料庫管理維護 	1	資訊、電腦工程、地理資訊
<ol style="list-style-type: none"> 1. 第 1 分區業務時程管制 2. 計畫執行、現場重點監工 3. 相關成果審查 	1	水利或土木工程
<ol style="list-style-type: none"> 1. 第 2 分區業務時程管制 2. 計畫執行、現場重點監工 3. 相關成果審查 	1	水利或土木工程
<ol style="list-style-type: none"> 1. 第 3 分區業務時程管制 2. 計畫執行、現場重點監工 3. 相關成果審查 	1	水利或土木工程
<ol style="list-style-type: none"> 1. 第 4 分區業務時程管制 2. 計畫執行、現場重點監工 3. 相關成果審查 	1	水利或土木工程
合 計	8	

- (1) 實施前，有完備的委外規範及徵選須知之先期準備作業。
- (2) 實施中，有機制，確實查核現地調查及建檔資料之正確性，可行地協調溝通工作介面，掌控執行、複核及審核時程。
- (3) 完成後，有機制地維護、更新系統與資料庫。

六、資料庫的維護與更新機制

為管理及掌握雨水下水道狀況，除建立專責機構辦理，並配合定期全面性普查與不定期局部調查，定期全面性普查即以固定時間（通常為三年至五年）為一循環[7]，展開全面性之設施調查，包括人孔（尺寸、高程、座標、異常狀況等）、幹支線管涵（尺寸、底部高程、流向、異常狀況等）、側溝（尺寸、流向）、連接管（尺寸、高程）與排水分區變化等項目[9]，藉此更新新帳資料及瞭解現況。不定期局部調查係針對局部淹水地區或其他因素，進行局部區域機動性之調查，調查內容視該次調查需求而定，而調查成果也彙入台帳資料。

七、檢討與結語

1. 檢討

(1) 地理資訊系統之配合開發

在北美和西歐一些先進國家，地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 已被納入資訊產業，其重要性與資料庫技術等量齊觀。地理資訊系統源起於西元 1960 年代，隨著對空間規劃與經營管理需求之與日俱增，地理資訊系統及相關科技日益進步，加上電腦科技的突飛猛進，使地理資訊系統在各領域之應用更加普及。簡言之，地理資訊系統，是一種儲存空間二維或三維資料之電腦系統，具有擷取、儲存、查詢、分析及展示資料等功能，類似一般資訊系統，地理資訊系統可分為四部分：1) 電腦系統 (computer system)；2) 地理資訊軟體 (GIS software)；3) 人腦應用 (brainware)；4) 基礎建設 (infrastructure) 資料，系統可儲存數位化之空間資料，譬如，地圖、航空照片、衛星影像、測量圖等圖資，供地理空

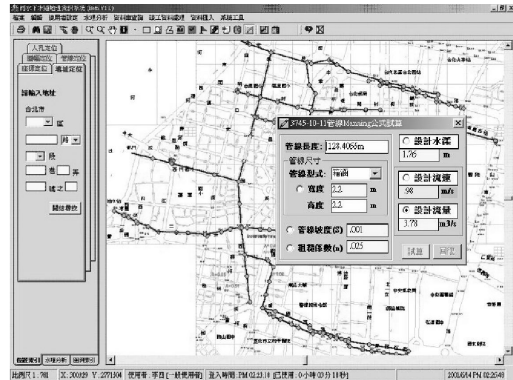


圖 7 台北市雨水下水道地理資訊系統平面查詢視窗

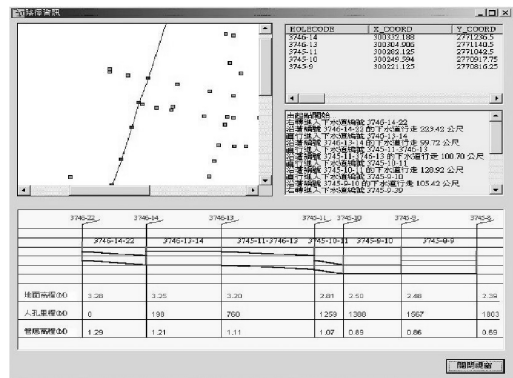


圖 8 台北市雨水下水道地理資訊系統縱剖面查詢視窗

間相關之分析及探討，也可結合模組，模擬分析相關現象，且用圖形或表格等展示。以雨水下水道而言，應用地理資訊系統之整合分析功能，結合電子地圖、門牌系統、系統調查圖等圖層、水力分析模組與資料庫，可提升雨水下水道維護與經營等功能。對系統缺失及其改善，均可建檔追蹤列管，以提高作業效能。由於 GIS 系統之開發非一蹴可及，為使系統永續，須著重系統之未來擴充性、相關工作人員技術移轉與教育訓練。台北市第一階段開發完成之雨水下水道地理資訊系統作業視窗，如圖 7、圖 8 所示，後續階段將結合都市排水水力分析模式及配合台北市現推動之總合治水對策規劃[2][4]。

(2) 資料庫之後續加值應用

經營管理者藉由資料庫管理系統(Database

Management System), 可有效的存取及搜尋龐大的屬性資料。基礎資料之調查收集及有效應用為經營維護成功的關鍵。為準確地掌握雨水下水道內之流況及預先發布積水警報, 監測系統是重要環節。目前台北市已建置雨水下水道之水位監測計超過 100 站。以經營維護觀點而言, 若成功地整合資料庫、相關模組及即時監測系統, 建構有效率之決策支援及經營系統, 必可提高經營效率 [10]。

2. 結語

- (1) 城區需良好之暴雨經營系統, 使暴雨不導致淹水或水污染。為增加經營效率, 建立完整的雨水下水道資料庫相當重要, 且值得廣續推動後續的加值應用。
- (2) 相較於污水下水道, 雨水下水道特性如下:
 - (i) 設施之數量龐大, 興建年代久遠且資料零亂。
 - (ii) 開放式環境, 易淤積土石與雜物, 且淤積物之種類呈多樣化, 加上設施埋設深度淺, 常承受外來之負面影響。
 - (iii) 受潮汐迴水影響大, 且系統含分流、合流情況, 水理狀況複雜及流量受天候變化之影響較大。
 - (iv) 較難執行清除淤積物所需擋水及繞流措施。
 - (v) 構造物包括圓管與箱涵兩種, 種類型式多, 譬如, 箱涵有單孔、雙孔、三孔及側溝式。
 - (vi) 易受到其他工程、土石淤積、地盤下陷、纜線附掛、管線橫越、老舊結構破損或新增結構連接等因素之影響, 且資料變動性大, 使較不易掌握現況。
- (3) 新的雨水下水道經營模式, 以數值資料庫為基底, 除包括傳統電腦分析模組之資料輸入、計算及輸出等三部分, 尚須包括(1)資料輸入之前處理模組, 如地理資訊系統; (2)輸出結果之後處理模組; (3)優化或敏感度分析, 且為使模組之應用簡便及具彈性, 無論模組之資料輸入、計算及輸出皆宜具備互動式之使用者介面。換言之,

一個好用的經營模組除模擬運算之核心部分, 須加入: (1)決策支援系統; (2)使用者之圖形介面; (3)地理資訊系統及電腦輔助設計工具; (4)網際網路資源; (5)優化與敏感度分析技術。因此, 現階段台北市雨水下水道之經營尚存許多待努力之空間。

參考文獻

1. 台北市政府工務局養護工程處, 「台北市雨水下水道全面調查檢討及資料建檔電腦系統規劃建置」執行計畫書 (1999)。
2. 台北市政府工務局養護工程處, 「台北市總合治水對策規劃」徵選須知 (2003)。
3. 台北市政府工務局養護工程處, 雨水下水道地理資訊系統開發(第一期), 期中報告(2002)。
4. 台北市政府工務局養護工程處網站, <http://www.med.tcg.gov.tw/>。
5. 李鴻基, 「二十一世紀台北市雨水下水道前瞻管理系統之展」, 土木技術月刊 (2000)。
6. 林松青、羅俊昇, “台北市雨水下水道建設之世紀回顧”, 台灣水利季刊, 第 53 卷第 2 期, pp.61-80, 民國 94 年 6 月。
7. 羅俊昇, 「由納莉風災談都市水災之處理」, 都市防救災研討會論文集, 中華民國營建管理協會 (2002)。
8. 歐陽嶠暉, 「下水道工程學」, 長松出版社 (1983)。
9. Bruce K. Ferguson, “Introduction to Stormwater-Concept, Purpose, Design”, John Wiley & Sons, Inc. (1998).
10. “Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems”, ASCE Manuals and Reports of Engineering Practice No.77 (1992).
11. Ramez Elmasri, Shamkadant B. Navathe, “Fundamentals of Database System”, Pearson Education Taiwan Ltd. (2003).

收稿日期：民國 94 年 1 月 14 日

修正日期：民國 94 年 7 月 29 日

接受日期：民國 94 年 8 月 1 日