

公共管線系統資訊化與都市災害防制 之研究-以高雄市為例

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 98 年 12 月

公共管線系統資訊化與都市災害防制之研究—以高雄市為例

內政部建築研究所自行研究報告 九十八年

PG9803-0241
098301070000G2029

公共管線系統資訊化與都市災害防制 之研究-以高雄市為例

研究人員：吳秉宸

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 98 年 12 月

目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
壹、研究緣起.....	1
貳、研究背景.....	3
第二節 研究方法及流程.....	4
壹、研究方法.....	4
貳、研究流程.....	5
第三節 預期成果及效益.....	5
第二章 文獻回顧.....	7
第一節 都市防災相關研究.....	7
第二節 地理資訊系統相關研究.....	15
第三節 地理資訊系統及管線調查之相關研究.....	19
第三章 高雄市公共管線管理系統發展及現況.....	23
第一節 高雄市管線系統發展背景.....	23
第二節 高雄市管線系統發展緣起.....	25
第三節 高雄市管線系統檢討分析.....	30
第四節 高雄市管線系統改善方案.....	34
第五節 高雄市管線系統新方案具體成效.....	48
第四章 其他縣市管線資訊系統現況.....	55
第一節 台北市管線系統發展現況.....	55
第二節 台中市管線系統發展現況.....	62
第五章 結論與建議.....	65
第一節 結論.....	65
第二節 建議.....	68
參考書目.....	69
附錄一 期初簡報意見回覆.....	71
附錄二 期中簡報意見回覆.....	73
附錄三 期末簡報意見回覆.....	75

表次

表 3-1 高雄市管線機構一覽表.....	23
表 3-2 節省人力列表.....	48
表 3-3 節省經費列表.....	48
表 3-4 管線誤挖搶修案件統計表.....	50
表 3-5 道路挖埋組織編制員額比較表.....	51

圖次

圖 1-1 研究流程圖	5
圖 3-1 高雄市政府工務局工程企畫處組織架構	26
圖 3-2 路面下陷圖	28
圖 3-3 挖掘施工工地髒亂	28
圖 3-4 管線生命週期	30
圖 3-5 孔蓋測量作業	34
圖 3-6 高雄市公共管線管理系統介面	35
圖 3-6 高雄市道路挖掘申請與審核作業流程	36
圖 3-8 高雄市管線管理系統架構	37
圖 3-9 管線機構透過網路進行挖掘申請	38
圖 3-10 挖掘審核流程資訊化	38
圖 3-11 挖掘許可證核發及透過EMAIL發送	39
圖 3-12 管制挖掘路段於系統尚可進行設定	40
圖 3-13 便民服務：提供市民挖掘資訊查詢	41
圖 3-14 施工管理及竣工結案流程	42
圖 3-15 巡察員以PDA進行現地查報	43
圖 3-16 施工考核資訊作業	43
圖 3-17 道路施工自主檢查	44
圖 3-18 開工及竣工管理畫面	45
圖 3-19 道路挖掘工地現地抽驗流程	46
圖 3-20 歷年管線誤案件統計圖	50
圖 3-21 公共管線管理系統使用者滿意度調查	53
圖 4-1 台北市道路挖掘管理系統首頁	55
圖 4-2 台北市道路挖掘管理系統發展歷程	56
圖 4-3 台北市道路挖掘管理系統架構	57
圖 4-4 台北市道路挖掘流程圖	58
圖 4-5 台北市道路挖掘線上申請表單	58
圖 4-6 台北市道路挖掘管理系統管線分佈示意圖	59
圖 4-7 台北市道路挖掘管理系統禁挖路段管制	59
圖 4-8 台北市道路挖掘管理系統各機關線上會辦	60
圖 4-9 民眾透過台北市道路挖掘管理系統查詢施工工程	60
圖 4-10 台中市道路挖掘統一挖補管理系統	63
圖 4-11 民眾透過台中市道路挖掘統一挖補管理系統查詢施工案件介面	64

摘要

關鍵字：都市防災、維生管線、地理資訊系統

一、研究緣起

台灣位處於菲律賓海板塊和歐亞板塊交界之地震帶上，並位於熱帶海洋面上颱風生成的鄰近區域（北緯 10 度至 15 度），且台灣山坡地約佔土地面積四分之三，近十餘年來因平地土地使用近趨飽和，山坡地遭過度開發致使生態環境失衡，平地都會區中人口集中，再加上近年來地球氣候及環境變遷所造成，熱浪、暴雨、洪水及乾旱等天災更頻密且強度更大，上述諸多不利因素造成台灣天然及人為災害頻傳，因此都市防減災議題早為人們所重視並發展多年。

而在都市防減災的議題中，諸多防減災規劃或示範計畫中均提到都市維生管線於災前災後之重要性及需建立相關因應對策或強化防災能力，但均未能具體提出相關完整系統性策略；而維生管線系統（Lifeline）為維繫居民生活之基礎公共設施，隨著都市化程度越高，對於管線的依賴性越高，台灣都會區人口達總人口數的 70% 以上，都市人口集中，災後衝擊甚鉅，尤其地下維生管線中之瓦斯系統及其他高危險性管線，可能在大規模的災害破壞後衍生為二次或三次災害，極度危害居民之性命與財產安全；另外災後減災及救災系統的運作及災後回復端視維生管線的維持（電力、電信、通訊、瓦斯及自來水），若不能在第一時間回復管線正常功能，則不僅減救災系統無法正常運作，且影響災區回復時間及回復能量，可見其維生管線的維持對於整體防減救災體系的重要性。

而台灣早期於人口密集之商業區與住宅區內，因受限於工程經費不足，傳統電信、電力施工均採架空線路，水泥桿密佈影響市容景觀與交通，且常受風災影響而致電信電力中斷；近年因考量都市長遠發展景觀及路面上使用空間等問題，管線已經日漸地下化，舊有道路電信、電力管線，逐年開始進行全面地下化。因此都市計畫道路範圍，除了下水道區域排水公共設施功能外，更需提供電力、自來水、瓦斯等各種維生管線埋設空間；另電信線路及通信線路，區域有線電視線路等埋設，讓道路地下管線更加錯綜複雜，長年來管線地下化帶來的交通衝擊、環境污染、噪音製造、及回填路面沉陷與孔洞，均多為都市民眾所詬病。

究其原因，均因管線地下化後，除因早期規劃不善、多年來都市發展路幅拓寬及管線總類數量激增等因素而錯綜複雜，且因無法明視，因此無法確實掌握地下管線空間位置，各單位所保存之管線資料只是以當初之竣工圖建檔，經理設多年後往往圖檔所列與事實差異很大，尤其地形地物變更後更不可考；所以在管線挖埋時就常發生因為誤挖管線索造成的人為災害（瓦斯外洩，停電及漏水淘空地基等），且重大天然災後後所造成管線損害因為能確切的掌握其相對位置而言重影響管線修復期程。

縱上所述，管線地下化為都市中必然之趨勢，且正確掌握未能明示的管線於地下的分佈為重要課題，而近年常見的解決方案係利用地理資訊系統來掌握管線地下位置；而在實作上，高雄市政府已將管線資料加以資訊化多年，並將整個管線挖埋生命週期與管線資訊系統作一結合，形成一完整的管線管理機制，因此本研究係以高雄市政府為例，並以相關文獻理論之整理及現況調查等方式，探究管線系統資訊化於都市防災之議題及重要性。

二、研究方法及過程

本研究透過下列的研究方法加以進行：

- (一) 蒐集維生管線系統與都市災害等相關文獻。
- (二) 以實例探討的方式，進行相關業務單位的實際訪談（包含申挖主管機關、路權單位、管線單位等），並以管線資料庫之建置與管理為核心，進行相關資訊蒐集及分析，針對現行管線管理系統作業流程進行檢討研究。
- (三) 由上述實例探討的方式檢視目前國內維生管線系統管理層面的問題，建立管線系統與都市防災的策略架構，並提出可行的解決方案。

三、重要發現

- (一) 經過檢視各縣市管線系統現況，目前仍以台北市、台中市及高雄市之管線系統較為完備，其中以高雄市的管線系統整合管線挖埋的完整生命週期最為完整。
- (二) 高雄市的管線資訊系統雖已接近完整，但仍有改善之空間；例如目前所使用的地下管線分佈展示方式，係使用圖層套疊加上管線深度資訊，在

使用上尚不夠直覺，未來配合電腦科技技術應可發展即時處理立體多邊形的立體展示，對於管線的展示與地下分佈情形更可一目了然。

- (三) 為有效管理地下管線，小型收納各種弱電管線的電纜溝為未來趨勢，此類型的電纜溝除因具有構造體較傳統管線抗災能力較強外，於維修及佈設方面均相當便利，惟如此電纜溝如何在管線資訊系統中展現管線分佈的精密度，實為將來管線系統應考量之目標。
- (四) 目前所見的管線資訊系統雖有完整的資料庫，但是應用於都市防減災規劃上較少，頂多使用於災害發生後搶修應用上，實為可惜。災害中維生管線的維持係重要課題，都市防災據點的設置均需確保基本的緊急用水、緊急衛生設備、緊急用電及廣播通訊設備，而此諸多項目均予維生管線息息相關，未來應積極將管線系統資訊積極應用於防災上，例如於平時防災據點規劃時即應考量管線分佈規劃相關據點，災害發生時則可第一時間掌握管線資訊加以回復並避免危險管線發生二次災害，最後在災害回復時確實掌握管線資訊提升都市回復能力。
- (五) 管線資訊目前於防災規劃的實際應用上，較為常見的為應用於國家地震工程研究中心（NCREE）為系統研發主軸，加上國科會一系列的防災科技整合型研究計畫推展下，產出屬於本土的地震災害損失評估軟體，亦即為 TELES（Taiwan Earthquake Loss Estimation System）。而在部分的調查研究中發現，多數受訪者認為 TELES 資料庫系統層面之「系統內建資料之不足」、「資料收集的困難」、「資料更新的限制」、「資料屬性陌生」四項問題（蕭稚燕、彭光輝，2007），因此完整的管線資訊系統應可透過可交換格式提供上述問題的解決方案。
- (六) 隨著網際網路的發達，雲端運算（Cloud Computing）的概念亦為現在重視的課題之一，所謂的雲端運算是透過遠端，將運算能力變成任何時間、任何地點都能存取的服務。而管線資訊系統亦即符合此一概念，資料的儲存與取得都透過網路來進行，使用者本身並不知道資料確實的所在地，也不負責軟硬體的新，一切都由雲端主動處理；隨著雲端運算的發達，政府部門對於資訊系統的硬體的負擔大為降低，僅需考量資料保全及備份等問題；另外亦可利用雲端的概念於網路進行不同系統之間

的整合及運算，例如防災規劃軟體與管線資訊系統的結合運算，亦為將來可以發展的目標。

四、主要建議事項

建議一

針對現有完備管線資料系統與防災規劃緊密結合：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：台北市政府、台中市政府、高雄市政府

目前所見的管線資訊系統雖有完整的資料庫，但是應用於都市防減災規劃上較少，頂多使用於災害發生後搶修應用上，實為可惜。災害中維生管線的維持係重要課題，都市防災據點的設置均需確保基本的緊急用水、緊急衛生設備、緊急用電及廣播通訊設備，而此諸多項目均予維生管線息息相關，未來應積極將管線系統資訊積極應用於防災上，例如於平時防災據點規劃時即應考量管線分佈規劃相關據點，災害發生時則可第一時間掌握管線資訊加以回復並避免危險管線發生二次災害，最後在災害回復時確實掌握管線資訊提升都市回復能力。

建議二

各縣市政府積極進行管線資訊系統建置：中長期性建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：各縣市政府

管線資訊系統建置應為基礎建設的一部份，因需配合大量現地的外業調查，資料建檔轉換，以及大量的經費、時間及人力投入，且通常不易展現其成效，縣市政府在資源分配不足的情況下，通常並非列為優先進行的建設之一，以致於管線系統的建置並不普遍，因此未來建議以專案計畫來辦理，加速各縣市管線資訊系統的建置。

Abstract

Keywords : Urban disaster prevention, Lifeline, geographic information systems

Taiwan is located at the earthquake belt and a typhoon area in the tropical ocean surface (10 degrees to 15 degrees north latitude), combined with the Earth's climate and environmental changes in recent years, caused by heat waves, storms, natural disasters such as floods and drought more frequent and more intense, the above negative factors contributed to Taiwan's many natural and man-made disasters are frequent, so the city disaster prevention and mitigation issues as early as has been the focus many years.

The subject of disaster prevention in the city, the many disaster prevention plan mentioned in both the urban Lifeline on the importance of pre-disaster and post-disaster response to countermeasures, but have failed to specify the relevant a complete systematic strategy; and Lifeline Systems are basis for residents of public facilities, with the higher the level of urbanization, for the higher dependence on the pipeline, Taiwan's metropolitan area population of over 70% of the total population of more than concentration of urban population, post-disaster impact heavily on, in particular, living underground in the gas pipeline system and other high-risk pipeline, may be derived from large-scale post-disaster damage for two or three times of disaster, extreme hazard to residents of the lives and property safety ; another post-disaster mitigation and relief operations and post-reply system depends on the maintenance of Lifeline (electricity, telecommunications, communications and gas, and water), if the pipeline can not reply the first time the normal function, then the system can not only reduce the normal operation of disaster relief , and the impact of disaster response time and to restore energy, shows that their subsistence for the overall maintenance of the pipeline system, the importance of disaster prevention and reduction.

In recent years, the solutions to the use of geographic information system to control the location of underground pipelines; in implementations, the Kaohsiung City Government has to be an information pipeline data for many years, the present study was to Kaohsiung City Government as an example , and to collate the relevant literature and current status of the theory of the investigation methods to explore the pipeline system of information technology on urban disaster prevention and the importance of the topic.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

台灣位處於菲律賓海板塊和歐亞板塊交界之地震帶上，並位於熱帶海洋面上颱風生成的鄰近區域，且台灣山坡地約佔土地面積四分之三，近十餘年來因平地土地使用近趨飽和，山坡地遭過度開發致使生態環境失衡，平地都會區中人口集中，再加上近年來地球氣候及環境變遷所造成，熱浪、暴雨、洪水及乾旱等天災更頻密且強度更大，上述諸多不利因素造成台灣天然及人為災害頻傳，因此都市防減災議題早為人們所重視並發展多年。

而都市災害問題與土地利用與規範管制有相當關連，一旦土地使用管制不當，可能造成高災害潛勢地區被劃設為高密度使用，災害所帶來之威脅相對增加。因此規劃者在進行規劃時若有良好之工具作為決策支援與應用，及時擬定完善之防災策略，有效減緩災害風險，助於防減災工作的之推動。

隨著都市快速發展的結果，人口密集，都市土地與建築無限制的開發利用，都市土地幾乎是超過所能負荷的極限，導致都市環境存在著許多不確定性的致災因子，而頻頻發生災害。傳統土地使用計畫卻往往忽略了環境所隱含之危險源，原屬不適宜開發之環境敏感地區，在缺乏完備之防災措施與審查機制的情形下，進行土地使用型態之變更行為，衍生土地混合使用與過度開發情形，提高都市環境面臨地震災害風險的威脅，因此重行檢視土地使用規劃納入風險的考量乃重要的課題。

在災害風險中，風險具備著「危險（Hazard）」、「暴露（Exposure）」及「脆弱度（Vulnerability）」等三個要素，透過三大要素構成風險，各要素交互影響，產生複雜關係，而衍生風險之演進的關係。以簡單之數學方程式可表示為：

$$\text{風險} = f(\text{危險}, \text{暴露}, \text{脆弱度})$$

其中脆弱度（Vulnerability）係指暴露在可能的災害事件下的人口、實質物體與活動，可能在短期或長期受到影響的程度，又可細分為：

- 一、實質設施脆弱度（Physical Infrastructure Vulnerability）：實質設施傷害性描述了實質設施在某一特定災害程度下的直接破壞的預期程度。實質設施

脆弱度決定都市將遭受實質損壞的程度，以及實質損壞間接影響許多其他事件。

二、人口脆弱度（Population Vulnerability）：人口傷害性描述災害結果導致個體可能受傷、死亡、無家可歸或日常生活受干擾等的特徵，廣義上也包括他們歷經衝擊後的復原能力。

三、經濟脆弱度（Economy Vulnerability）：經濟脆弱度經濟的傷害性分為直接損失與間接損失兩部分。直接經濟損失的數量與大部分決定於實質設施的破壞。間接損失主要是起源於經濟部門的生產停頓或無法與相關產業進行進出口貿易所產生的損失，透過產業的總產值指標即可衡量此項因子。

綜上所述，災害風險中，脆弱度佔了重要部分，而影響脆弱度的其中一重要因子，即為都市的維生管線系統（Lifeline）；因此在都市防減災的議題中，諸多防減災規劃或風險評估中均提到都市維生管線於災前災後之重要性及需建立相關因應對策或強化防災能力，但均未能具體提出相關完整系統性策略；而維生管線系統為維繫居民生活之基礎公共設施，隨著都市化程度越高，對於管線的依賴性越高，台灣都會區人口達總人口數的 70% 以上，都市人口集中，災後衝擊甚鉅，尤其地下維生管線中之瓦斯系統及其他高危險性管線，可能在大規模的災害破壞後衍生為二次或三次災害，極度危害居民之性命與財產安全；另外災後減災及救災系統的運作及災後回復端視維生管線的維持（電力、電信、通訊、瓦斯及自來水），若不能在第一時間回復管線正常功能，則不僅減救災系統無法正常運作，且影響災區回復時間及回復能量，可見其維生管線的維持對於整體防減救災體系的重要性。

貳、研究背景

台灣早期於人口密集之商業區與住宅區內，因受限於工程經費不足，傳統電信、電力施工均採架空線路，水泥桿密佈影響市容景觀與交通，且常受風災影響而致電信電力中斷；近年因考量都市長遠發展景觀及路面上使用空間等問題，管線已經日漸地下化，舊有道路電信、電力管線，逐年開始進行全面地下化。因此都市計畫道路範圍，除了下水道區域排水公共設施功能外，更需提供電力、自來水、瓦斯等各種維生管線埋設空間；另電信線路及通信線路，區域有線電視線路等埋設，讓道路地下管線更加錯綜複雜，長年來管線地下化帶來的交通衝擊、環境污染、噪音製造、及回填路面沉陷與孔洞，均多為都市民眾所詬病。

究其原因，均因管線地下化後，除因早期規劃不善、多年來都市發展路幅拓寬及管線總類數量激增等因素而錯綜複雜，且因無法明視，因此無法確實掌握地下管線空間位置，各單位所保存之管線資料只是以當初之竣工圖建檔，經理設多年後往往圖檔所列與事實差異很大，尤其地形地物變更後更不可考；所以在管線挖埋時就常發生因為誤挖管線索造成的人為災害（瓦斯外洩，停電及漏水淘空地基等），且重大天然災後後所造成管線損害因為能確切的掌握其相對位置而言重影響管線修復期程。

綜上所述，管線地下化為都市中必然之趨勢，且正確掌握未能明示的管線於地下的分佈為重要課題，而近年常見的解決方案係利用地理資訊系統來掌握管線地下位置；而在實作上，高雄市政府已將管線資料加以資訊化多年，並將整個管線挖埋生命週期與管線資訊系統作一結合，形成一完整的管線管理機制，因此本研究係以高雄市政府為例，並以相關文獻理論之整理及現況調查等方式，探究管線系統資訊化於都市防災之議題及重要性。

第二節 研究方法及流程

壹、研究方法

一、文獻探討法

蒐集有關都市防減救災、維生管線系統及地理資訊系統應用等之論著、文獻及報告，予以比較分析並整理，進行有系統之歸納及探討。

二、調查研究法

對台灣現有的管線管理機制進行調查，並整理歸納與都市防災規劃之關連性，作為後續案例分析的基礎。

三、案例分析法

以高雄市政府為例，經由實際調查管線管理系統運作方式，透過調查結果檢視目前國內維生系統管理層面的問題，建立管線系統與都市防災的策略架構，並提出可行的解決方案。

貳、研究流程

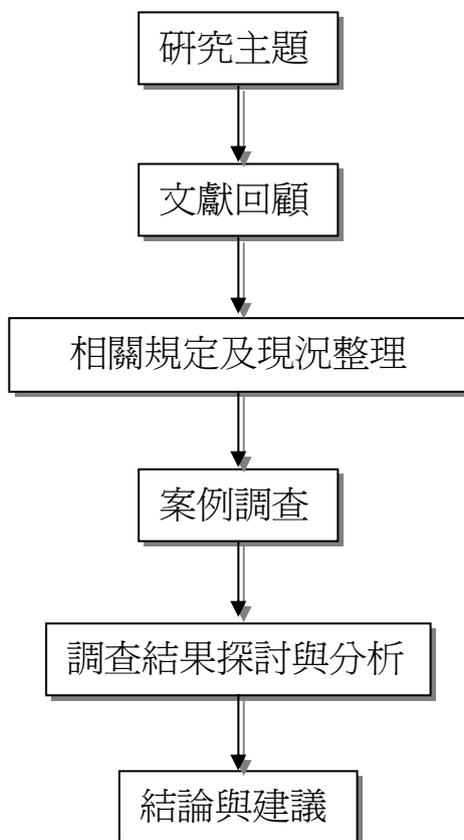


圖 1-1 研究流程圖
(資料來源：本研究自行整理)

第三節 預期成果及效益

- 一、分析目前國內地方政府對於公共管線管理機制，針對都市災害防制方面檢討現況及問題。
- 二、提出未來國內各地方政府對於公共管線管理相關法令及推動策略改善建議，作為相關單位修正法令及研訂推動策略之參考。

第二章 文獻回顧

第一節 都市防災相關研究

一、都市災害定義

災害主要可以分為自然災害及人為災害兩大種類，並具有各種的類型及特性，而都市中主要的災害類型與特性敘述如下：

(一) 災害類型：主要可以歸納為自然及人為因素兩大類。

1、自然災害：如地震、海嘯、風災、水災、旱災及土石流等。

2、人為災害：可區分為火災、地質災害、公害及交通事故等。

(二) 災害特性：

災害依其所產生的原因而有不同的特性：

1、災害預測之不確定性：都市災害屬於模糊事件，由許多小事件逐漸累積其影響效果。

2、空間性與時間性：不同時間與不同空間使用特性與強度的差異，使得人口和活動分佈所形成之動態環境各不相同，因此，災害的形成因素、影響因素和結合條件不同而導致同一災害發生具有其獨特的空間性與時間性差異。

3、累積性與連鎖性：災害一旦發生通常不會個別發生且立即結束，不同時間地點的災害會互相影響，擴大形成連鎖性的災害，且不同時間空間的影響議會累積，形成更大的災害或不同類型的災害。

4、複合性：災害通常不會只有單一一種，通常都是各種災情共同呈現的綜合情況。

5、重建之困難性：都市災害所造成的損害及衝擊相當巨大，對於生命財產、土地及環境資源等破壞並非短時間可以復原的，因此災害與防救之

間的問題鮮少切割去逐一探討，對於災害防救的觀念應該以整體性及系統性的角度來加以考量。

二、都市防災之定義：

- (一) 狹義之都市防災：都市與建築防災應建立在都市計畫區內有關都市空間、都市設施、公用設備及建築物等，對於風災、水災、震災、火災及危險物災害等所發生一切災害之預防災害搶救及重建之工作（蕭江碧、黃定國，1995）。
- (二) 廣義之都市防災：廣義來看都市防災層面應闡極致國土保全，例如日本建設行政之規劃，主要涵蓋都市行政、河川行政、道路行政等三大項，這三大項之防災規劃理應含蓋在總體防災規劃架構內（蕭江碧、黃定國，1995），並作一貫性及全面性的考量，以致能夠面面俱到，發揮最大功效，並與日常生活結合，充分利用有限資源達最大效益。

三、國內外有關都市防救災相關法令：

- (一) 都市計畫定期通盤檢討實施辦法第七條規定：都市計畫通盤檢討時，應就都市防災避難所、設施、消防救災路線、火災延燒防止地帶等事項進行規劃及檢討。
- (二) 災害防救法在民國 89 年 7 月公佈實施，相關內容概要如下：
 - 1、災害防救法中定義災害防救的意義「指災害之預防、災害發生時之應變措施及災後之復原重建」，其所包含的範圍相當廣大，不僅包含預防災害的部分，亦將災害發生時及災後重建等作為均包括在內。
 - 2、災害防救法中規定了不同種類災害有不同之災害防救業務主管機關：
 - (1) 風災、震災、重大火災、爆炸災害：內政部。
 - (2) 水災、旱災、公用氣體與油料管線、輸電線路災害：經濟部。
 - (3) 寒害、土石流災害：行政院農業委員會。
 - (4) 空難、海難及陸上交通事故：交通部。
 - (5) 毒性化學物質災害：行政院環境保護署。

- (6) 其他災害：依法律規定或由中央災害防救會報指定之中央災害防救業務主管機關。
- 3、災害防救組織：在災害防救法中規定之組織層級分為三個層級，行政院需設中央災害防救會報及災害防救委員會，災害防救委員會下設災害防救專家諮詢委員會，並得設災害防救科技中心；在地方政府方面則依直轄市縣市及鄉鎮市分別設相關災害防救會報及應變中心。
 - 4、災害防救計畫：共可分為災害防救基本計畫、災害防救業務計畫及地區防救計畫；而在內容方面規定應針對災害預防、災時緊急應變及災後復原等三方面均擬定相關應變作為。
 - 5、災害預防事項方面，應包括減少災害之預防、各級政府應實施之防救災項目、有效執行緊急應變措施、各級政府與相關公共事業平時之準備工作及相關規定等。
 - 6、災害應變措施方面，詳細規定災害發生時各級政府應實施之應變措施及災害應變中心成立之相關規定。
 - 7、災害復原重建方面，在本法中條文較少，對於實體重建部分並未詳細規定。
 - 8、其他。
- (三) 日本防救災相關法令：日本在阪神大地震前已建立災害對策基本法，災害救助法、建築基準法、大規模地震對策特別措置法及地震保險法等相關法制，阪神大地震後則立即頒訂建築物耐震改修促進法、受災市街地復興特別措置法、密集市街地防災街區整備促進法及官廳設施總和耐震計畫基準等法規，其中官廳設施總和耐震計畫基準對於國家機關建築物及附帶設施的位置、規模和耐震安全性均要求比一般建築物更為嚴格，以利災害時政府機關不後災害影響而能迅速進行災害搶救及重建工作。其他相關法規還包括水防法、大都市震災對策推進要綱、東海地震防災對策強化地域基本計畫、石化工業區災害防止法、東京震災預防條例、地滑防止法及消防法等。
- (四) 美國防救災相關法令：美國主要防災工作依據係 FEMA 防救災制度（聯邦應變救災計畫）進行規劃，在地震方面將全美分為一至四級的地震危險區

域，另加州建築法規每三年加以檢討修改，如 1989 年舊金山大地震後後即針對法規加以修正，其他相關法規還有減輕國家地震災害綱要及災害性地震反應計畫書等。

(五) 中國防救災相關法令：針對於地震方面，1995 年制訂破壞性地震應急條例，1997 年制訂全國性脂肪鎮滅災法為其防災之基本法規，其他與防災相關法規尚有易燃易爆化學物消防安全管理辦法、消防法及高層建築消防管理規則等。

四、國內外防救災體系相關研究：

(一) 台灣之防救災體系

台灣之防救災體系包含災前之預防及災後之救護兩部分，包括有行政、都市計畫、建築管理及消防等各層面整合，83 年以前係以消防及建管單一建築物防救災為主，於 89 年後頒訂災害防救法後，明訂防救災之目標及實施項目並將都市防災規劃納入，防救災體系如前述分為三個層級，於災害時並分別設立救災指揮組織，由中央防災會報訂定防災基本計畫，並指定行政機關或公共事業訂定防災業務計畫，各級防災會報訂定地區防災計畫，落實防災業務之執行。

(二) 美國的災變管理體系

美國災變管理體系包括三個次級：聯邦急難管理署、州與地方政府及其他公私組織；其中聯邦急難管理署（簡稱 FEMA）之任務為統籌支援全美國的災害業務，執行減災、備災及復原等工作，減少災害損失；該署統合國防部、商業部、住宅及都市發展部與相關部門，有效整合各地方防災管理體系，提升災害管理效率。

而在州政府部分，為 FEMA 的政策執行層級，並協調聯邦政府與下級地方政府之間的行動；其他公私組織的災變管理體系則可能橫向結合各體系加以落實，包括政府相關部門、軍事單位、非營利組織及私人部門（電力水力公司、醫院）等。

(三) 南韓之防災體系

南韓的防災體系主要以國家防災和對策總署（簡稱 NCDPH）為主該署隸屬於政府管理內政部，負責防災、應變執行、災後恢復等災害對策性計畫，並研擬中長

期防災和計畫與增進國際間災害防制之合作；該署底下並設有災害預防準備局，該局中並分設災害預防計畫、災害準備及災害恢復等三大部門分項負責相關業務。

（四）新加坡之災害管理體系

新加坡的災害管理體系主要以常駐部長（Permanent Secretary）為總指揮，副部長為幕僚，共同運作部門署長負責聯合運作任務，其下兩位副署長則分屬策略及共同運作部門，策略部分負責防護技術指導、修復技術指導及鑑定技術指導等，共同運作部門則負責管理計畫、運作計畫及緊急事件計畫等相關業務。

（五）紐西蘭之災害管理體系

紐西蘭國家災害管理體系亦為三級制的防災體系組成，從中央的國家民防委員會，到區域及地方民防委員會，並設各層級管理人，其中還整合國際事務部門、民防部及相關部門，對於國際事務有專責處理部門在其他國家較為少見。

（六）日本之防救災體系

日本的防災體系分為中央與地方兩級，中央防災會議常設於總理府，由內閣總理大臣召集，共 25 名委員，由防災擔當大臣、總務大臣、各省大臣首長及其他各界代表擔任，旗下設有專門各種委員會，由專家學者及官員擔任；另為處理中央防災會議事務並設有事務局。而地方則是由各縣防災會議做成決議擬訂計畫，規劃各地方單位所負權責。

五、災害風險及脆弱度等相關研究

都市災害之根本問題與土地利用與規範管制有高度的關連，一旦土地使用管制不當，可能造成高災害潛勢地區被劃設為高密度使用，災害所帶來之威脅相對增加。因此規劃者在進行規劃時若有良好之工具作為決策支援與應用，及時擬定完善之防災策略，有效減緩災害風險，助於防減災工作的之推動。

隨著都市快速發展的結果，人口密集，都市土地與建築無限制的開發利用，都市土地幾乎是超過所能負荷的極限，導致都市環境存在著許多不確定性的致災因子，而頻頻發生災害。尤其台灣歷經九二一集集大地震，造成嚴重的環境災害與社會經濟的衝擊；在充滿不確定性的潛在災害威脅下的都市涵構中，隨時危害到人民之生命財產安全。然而傳統土地使用計畫卻往往忽略了環境所隱含之危險源，原屬

不適宜開發之環境敏感地區，在缺乏完備之防災措施與審查機制的情形下，進行土地使用型態之變更行為，衍生土地混合使用與過度開發情形，提高都市環境面臨地震災害風險的威脅，因此重行檢視土地使用規劃納入風險的考量乃重要的課題。

台灣都市地區在經濟發展快速下，都市化的速度與範圍不斷成長，都市空間呈現高層化與高密度的使用，都市土地使用的複雜與多元化伴隨著潛在的風險與天然災害的發生。因此先行瞭解風險內涵，而有助於反映都市土地使用層面的防減災對策建立。

(一) 風險定義

「風險 (risk)」觀念起源於 70 年代 (王玟傑, 2000)；一個決定性事件的發生，其影響與後果隨之而來，這絕不是偶然現象，每個事件背後具備有典型格局的概率或可能性，這種模式與時間為基礎之現象稱為「風險」(Levitt, 1997)。綜合國內外相關文獻說明，「風險」的定義泛指在特定災害事件程度及特定之地理範圍下，人口、財產與實質設施暴露 (Exposure) 於潛在危險 (Hazard) 中，而發生災害與損失程度之機會。風險具備著「危險 (Hazard)」、「暴露 (Exposure)」、「脆弱度 (Vulnerability)」三個要素，透過三大要素構成風險，各要素交互影響，產生複雜關係，而衍生風險之演進的關係 (Randolph, 2004；陳建忠等, 2005；Oliveira et al, 2006)。以簡單之數學方程式可表示為：

$$\text{風險} = f(\text{危險}, \text{暴露}, \text{脆弱度})$$

在此，危險 (Hazard) 亦稱為潛在災害 (詹士樑等, 2003)。「危險」意旨可能造成潛在損失的自然現象、物質事件或人為活動。他可能受潛在威脅或條件透過自然現象 (如災害) 或是人類活動過程中引發。

而暴露 (Exposure) 意指人口、資源或財產顯露在危險中之數量 (Randolph, 2004)。主要反應一個地區發展的規模，包含人口與實質物體數量與分佈，以及他們所支持的活動的數目與種類 (周士雄, 2005)。無論災害多嚴重，沒有暴露的人與設施就不會有破壞與干擾，因此而無風險。所以暴露越大，則風險越大。

至於脆弱度 (Vulnerability) 是指環境受到災害影響而易於脆弱的程度。國內部分相關研究將解釋為受災 (梁正德, 1996)；受損程度 (李珍穎, 2002)；「災

感度」(洪鴻智, 2003); 或易損性(陳亮全, 2003), 意旨在給於特性災害等級下, 都市中暴露受體(設施、人口、經濟)可能受到災害衝擊的潛在損失或傷害的可能程度(詹士樑, 2004), 簡單闡述都市因災害之衝擊造成實質、社會與經濟環境易到損害影響的程度。

(二) 土地使用規劃風險減緩功能

隨著都市的發展, 建築物密集程度、公共設施與關鍵性建築物之區位配置, 以及環境敏感區域分佈等均會影響災害之發生, 土地使用不當, 甚至有災害擴大的可能性; 反之, 適宜的土地使用規劃, 在減低可能的災害風險上扮演重要的角色。透過風險構成要素的釐清, 土地使用規劃在減緩風險的功能上, 必須從潛在危險與暴露於災害的脆弱度、減少災害敏感地區之暴露程度或脆弱度著手, 可達到減災、避險之目的。因應風險的特性, 土地使用規劃功能主要分為下述幾點:

- 1、避免潛在災害發生的機會, 規範危險源的空間區位。
- 2、控制都市暴露程度, 針對建築、人口發展之區位予以開發管制。
- 3、降低暴露受體的傷害, 提供防護措施, 如緩衝帶、建築結構補強。

(三) 災害風險評估

土地使用規劃是減緩災害風險的方法之一, 提出因地制宜的土地防災對策, 應先瞭解災害的風險程度與特性, 因此災害風險評估與辨識工作相對性的重要。透過潛在災害與環境弱點的瞭解, 針對各種天然災害進行風險評估與分析, 進而確定風險性質與程度。因此, 為確實辨識災害風險的可能因素, 透過系統性的階層模式來建立天然災害風險指標系統是有必要的。

以地震為例, 1997年 Davidson,R 在都市地震災害風險指標(An Urban Earthquake Disaster Risk Index)報告書中, 針對都市中地震災害提出一套評估災害風險的指標及評估模式。地震災害風險指標(Earthquake Disaster Risk Index, EDRI)是一套可以運用到全世界都市, 作為有關在地震災害中全部的風險和描述有關因各種因素產生賠償問題的混合性指標。預測的工作大部分是對單一部分風險或單一區域進行地震風險的評估, 地震災害風險指標系統(EDRI)提供一套有系統的途徑對都市進行直接地地震災害風險的相對比較。其架構有五個主要的向度(林淑鎂, 2004; 陳建忠等, 2005):

1、危險因子 (Hazard)

可能遭受地質誘發現象的種類，主要是地表振動、土壤液化、地震後火災、山崩與海嘯等災害。

2、暴露因子 (Exposure)

可以用與都市尺度有關的指數來表示，探討都市中實質設施、人口、經濟數值。其內容包括以下：

- (1) 實質基盤設施暴露 (Physical Infrastructure Exposure)：實質設施暴露可用於每個設施內容數目、規模（樓地板面積、高度）、地理分析與金錢價值（視營建人力與材料成本而定）。
- (2) 人口暴露 (Population Exposure)：人口暴露傳達都市中居民、社會群體等集合的數目與地理分佈。人口暴露因時間、地點的不同，而有明顯的變化。
- (3) 經濟暴露 (Economy Exposure)：經濟暴露描述發生在都市內的經濟活動、也就是財物服務與金錢數量、型態、起源與目的地。

3、脆弱度因子 (Vulnerability)

指暴露在可能的地震事件下的人口、實質物體與活動，可能在短期或長期受到影響的程度。

- (1) 實質設施脆弱度 (Physical Infrastructure Vulnerability)：實質設施傷害性描述了實質設施在某一特定地震災害程度下的直接破壞的預期程度。實質設施脆弱度決定都市將遭受實質損壞的程度，以及實質損壞間接影響許多地震後的其他事件。
- (2) 人口脆弱度 (Population Vulnerability)：人口傷害性描述地震結果導致個體可能受傷、死亡、無家可歸或日常生活受干擾等的特徵，廣義上也包括他們歷經衝擊後的復原能力。
- (3) 經濟脆弱度 (Economy Vulnerability)：經濟脆弱度經濟的傷害性分為直接損失與間接損失兩部分。直接經濟損失的數量與大部分決定於實質設施的破壞。間接損失主要是起源於經濟部門的生產停頓或無法與相關產業進行進出口貿易所產生的損失，透過產業的總產值指標即可

衡量此項因子。

4、外部背景因子 (External Context)

都市的衝擊如何影響都市外的活動與人，諸如交通運輸、政治、經濟或文化等層面。此項因子特別是針對那些影響範圍廣泛的都市而言，如國家首都、世界城市。

5、緊急應變與復建能力因子 (Emergency Response and Recovery Capability Factor)

都市如何透過正式、有組織的努力，建構完備的防救災、醫療、重建等機制，透過整體的危機處理操作，有效且有效率的降低地震之衝擊。

第二節 地理資訊系統相關研究

地理資訊系統 (Geographic Information System, 簡稱 GIS) 是一套應用電腦軟體與硬體設備，來輔助使用者處理、更新、蒐集、查詢、分析、統計、儲存和展示各種數值化 (digitalize) 地理資料的資訊系統。而一套地理資訊系統的組成通常包含軟體、硬體、圖形與屬性資料結合、拓撲資料結構、自動製圖技術、空間分析及資料庫管理等部分，而使用者透過這些部份就可以很輕鬆並且有效率的處理各種數值化地理資料。以下分別詳細介紹有關地理資訊系統的發展及架構。

一、地理資訊系統發展歷史

1950 年代的時候，美國與英國就曾經嘗試著利用電腦來製作地圖並加以管理，如此，不但在管理方面可以更有系統，而且還可以幫助一些專業單位來處理專門的工作，諸如氣象學者、地球物理學者或是地質工作學者等等。而其他一些從事資源開發和管線規劃工作的業者，例如石油、水電、瓦斯等等，也紛紛開始跟進使用地理資訊系統來協助處理。

1962 年，美國麻省理工學院的研究生 Ivan Sutherland 在他的博士論文中，首次提出「Computer Graphic」觀念，也因為如此而確立了電腦圖學的獨立地位。瑞

典的地理學家 Torsten Hagerstrand 更是將現代數學中的數量方式引進地理空間來分析，這造成了地理學上的一大革命，即所謂的「數量革命」。

地理資訊系統在早期的發展工作大部分都是由政府部門來進行，學校方面做得很少，而學校研發出的系統多是採用網格式的資料結構，其中最具有代表性的就是哈佛大學開發的 SYMAP (Synagraphic Mapping System)。加拿大早在 60 年代就開始發展世界上第一套的地理資訊系統—加拿大地理資訊系統 (Canadian Geographic Information System, CGIS)，這是由 Roger F. Tomlinson 所領導開發，原本任職於渥太華一家航空公司，因為向政府提出了「利用電腦能力來加速土地利用分析」的構想，獲得了政府的支持而轉至政府部門研究開發，才有加拿大地理資訊系統的產生。其他如美國森林調查局的地理資訊系統 MIDAS 及統計局的 GBF DIME (Geographic Base File Dual Independent Map Encoding) 都是早期的地理資訊系統，而其檔案格式亦是當時發展所依據的主臬。

而發展至 1970~1980 年代之間，是屬於桌上型 GIS 的年代，因為各種電腦的硬體設備消費趨緩，加上電腦技術也有了大幅度的進步，因此不同類型、不同專題、不同規模的地理資訊系統在世界各地紛紛發展，例如美國、英國、德國、瑞典和日本都投進了相當的發展人力。1970 年，國際地理聯盟 (International Geographical Union, IGU) 在加拿大的渥太華舉辦了第一屆 GIS 會議，當時參加的人數只有 40 人，而在 1972 年舉辦第二屆的時候，參加的人數已達 300 人。

1980 年代地理資訊系統的相關科技都已經相當成熟，而在這個時期中有個很重要的里程碑，即是資料庫與圖形功能都被整合進地理資訊系統，在這個時期加入從事地理資訊活動的國家越來越多，歐洲方面如比利時、奧地利；亞洲方面如韓國、中國大陸，而我國也是在這個時候真正開始進行地理資訊的相關活動。在 80 年代對 GIS 的需求越來越高，加上 GIS 所處理的資料範圍越來越大，已經不再侷限於單一個區域或是國家，跨越國界的運用都已相當普遍，例如聯合國曾經在北非所進行的「抗沙漠化研究」，當時所涵蓋的區域就是整個北非。

從 1990 年發展至今天，地理資訊系統已經不再是作用單純的系統，它整合了有關電腦資料庫管理、電腦圖學、電腦輔助設計、專家系統、統計學及遙 (Remote Sensing) 等等技術，還有各種專業領域的應用如都市計畫、地球科學、

區域計畫等相關科學，所以，90 年代的 GIS 已經屬於視覺化和網路化的 GIS 年代。

二、地理資訊系統的基本架構

地理資料的輸入、儲存、分析、輸出等工作除了要借助電腦軟體和硬體的幫助外，還得依賴專業人員來操作電腦系統，因此，地理資訊系統不是單純一套軟體了。完整的地理資訊系統結構應包含硬體設備、軟體設備、資料及專業的人員組織，現在就對各個部分做細部討論：

（一）硬體設備：

- 1、輸入設備：把文字資料或者是圖紙上的資料輸入電腦的過程稱為數值化（digitizing），例如數位板（Digiziter）、鍵盤、掃描器（Scanner）。
- 2、資料管理與分析的設備：地理資訊系統通常需要大量的運算來處理資料，由於早期的電地理資訊腦效能不比現在，因此通常需要大型的主機或者是工作站才有辦法應付，近年來因為個人電腦的工作效率大幅提昇，因此以個人電腦為工作平台的地理資訊系統軟體也日漸備受重視
- 3、輸出設備：包含顯示器（Monitor）與顯示卡（Display adapter）、繪圖機（Plotter）及光碟機（CD-ROM Driver）等，對地理資訊系統來說，大尺寸以及高解析度的顯示器是最佳的選擇標準；而地理資訊系統對於圖形運算速度的要求很高，加上顯示卡控制著顯示的顏色數、圖形的處理速度，因此高階的顯示卡就缺少不得了；許多大範圍的區域測量工作都需要 GIS 系統的輔助，因此連帶需要大型的出圖設備；而光碟機則是可用來讀取容量較大的地理資訊資料。

（二）軟體設備：

最早期的地理資訊系統是由 ESRI 公司在 1980 年代初期所推出的 ARC/INFO 軟體，經過這些年的發展，各種功能強大的 GIS 軟體也紛紛推出，目前市面上普遍常見的 GIS 軟體有：ESRI 公司推出的 ARC/INFO、Arc View 系列軟體和 MapInfo 公司推出的 MapInfo 等等。

（三）資料：

資料是地理資訊系統的核心，缺乏數據資料的系統就只能算是個空殼子，GIS的資料型態可分為兩種，即是與地理實體方面有關的空間資料（Spatial data）以及描述地理實體性質的屬性資料（Attribute data），根據周天穎與周學政（2000）的看法，這兩種資料分別如下：

1、空間資料的類型主要有三種：

（4）點圖貌：它沒有長度、寬度以及面積，有的只是在空間上的座標。

（5）線圖貌：只有長度沒有寬度的資料。

（6）面圖貌：通常是一個二維的封閉區域，有面積，也會有周長。

2、屬性資料：主要是用來說明空間資料的內容和性質，通常地理實體在圖上只能看到形狀和樣式，無法得知更進一步的訊息，以災損點來說，光從圖上是絕對無法知道這個災損點的破壞型式、破壞地點或者是其他方面的訊息，這時候屬性資料就可以彌補這方面的不足，讓系統資料更具完整性。

（四）專業人員與組織：

地理資訊系統的架構若是缺少專業人員這一環，就不能算是完整的結構，因為專業人員以及有系統的組織也是地理資訊系統成敗的一個關鍵點，在完善的系統工具之後，配合上專業人員的操作與組織有效率的運作，整套地理資訊系統才算是完整。

三、地理資訊系統的功能

GIS的主要功能大概有下列幾項：

（一）空間資料的收集：透過地面測量、航空測量、全球衛星定位系統（Global Position System，GPS）測量、影像掃描轉換及數化等方法。

（二）空間資料的編輯：可以針對圖形做編修、更新或是複製等功能。

（三）空間圖形的分析：利用空間圖形與屬性資料的連結來做分析的動作，還可以做圖形分割與合併、圖形刪除及網路分析等功能。

（四）空間資料儲存：可利用磁碟、光碟或者是磁帶等儲存媒體來儲存資料，並可以利用資料庫來管理所儲存的資料。

- (五) 空間資料處理：可利用空間資料庫管理配合統計分析的軟體以及程式語言 (SQL) 來作為資料的運算、統計及分析。
- (六) 空間資料的展示：利用輸出設備及電腦螢幕將主題圖、統計圖表或者是有關的簡報資料展現，如圖 2-6 所示是埔里鎮空間資料的展示。

第三節 地理資訊系統及管線調查之相關研究

有關 GIS 技術之資料庫建立與應用與地下管線調查，已有許多研究成果可供參考，現分述如下：

一、GPS/GIS 資訊科技應用

- (一) 洪智勇、蔡光榮等 (1997) 利用 GIS 整合西南部泥岩區內地工環境與泥岩區棄土相關地理資訊資料及建構整體結構化資料庫系統，並探討研判其可再利用性與應用限制性。
- (二) 涂金山、蔡光榮等 (1997) 就南台灣地區山坡地工程土壤特性進行調查分析後，完成坡地工程土壤之適用性參考統計表及土壤基本物理性質圖解數列表，並利用 GIS 建立各層級圖層與完成南台灣坡地工程土壤資料庫系統。
- (三) 宋益民、蔡光榮 (1997) 以 GPS/GIS 科技整合應用於新中橫公路賀伯颱風之災害調查分析，且以 ARC/INFO 與 GRASS 讀取實地調查之 GPS 定位資料，並將崩坍地之處數、位置、高程、坡度、坡向及其所在地區之地質、地形、水文等資料作一災害現況調查分析，另再利用 Visual Basic 與 ArcView 建立其資料庫系統，以提供該公路邊坡養護工程規劃之參考。
- (四) 徐文義、李咸亨 (1997) 以地理資訊統與評估法整合對其台北市地層土壤進行液化潛能評估。陳韋成、蔡光榮 (1998) 在高雄坡地地工環境災害資料庫系統建立中，以旗山分區之台 3 線為例，應用 ArcView 與 ARC/INFO，在崩塌地、坡度、土石流、斷層等因素為控制因子下，依其屬性不同給予不同權重因子，進而將台 3 線之路廊危險度劃分為低潛感性、中潛感性與高潛感性等三類，而繪製其災害分佈潛感圖，以作為該公路災害防制之參考依據。

- (五) 黃一偉、蔡光榮 (1999) 以 GPS/GIS 系統整合，針對高雄捷運橘線系統沿線地層土壤進行液化潛能評估。侯峻棕、蔡光榮 (2000) 利用 GPS 及 GIS 針對南橫公路甲仙至埤口進行邊坡災害調查，並以 Visual Basic 6.0 及 Arcview3.0 等軟體將崩塌地處數、位置、高程等資料，及所在區域範圍內之地質、地形、土壤等資料，整合建立一套以 GIS 為基礎之資料庫查詢系統。
- (六) 吳皇旗、蔡光榮、王弘祐 (2000) 以 GPS/GIS/RS 科技整合應用，對高雄捷運大寮主機廠廠址區域環境及工址地層特性進行彙整分析，再對廠址基礎地層可能誘發之潛在災害進行分析。
- (七) 林昆賢、蔡光榮 (2001) 利用 GPS 及 RS 進行南橫公路崩塌邊坡之調查與判讀，另以 GIS 作為處理分析工具，對造成崩塌之潛在因子做一詳細分析，據以劃定災害之潛感危險路段，並建立一套適用於該邊坡災害之地工環境災害資料庫系統。
- (八) 黃彥士、蔡光榮 (2001) 利用 GPS 及 RS 進行高雄捷運紅線路段之自然環境與地工災害調查，再以 GIS 作為調查結果與災害潛能評估之資料處理分析工具，並將其結果製成土壤液化災害分佈潛感圖，以供設計及施工施參考。
- (九) 陳欽昭、童翔新 (2001) 利用 GPS 量測台中地區大型儲槽位置，再以 SAFETI 套裝軟體進行儲槽危害與風險分析，並應用 GIS 探討控制儲槽風險所需之必要資訊。
- (十) 曾世賢、施邦築 (2001) 利用 GIS 將東勢及石岡的污水管線建置在系統中，並依據管徑與材質，利用網格分析 921 集集大地震後之災損率。

二、管線調查

- (一) 張榮峰、倪勝火 (1997) 利用雷利波散設曲線能夠反應埋管的存在，藉由改變接收器個數、管線種類、口徑大小、埋置方向、測線組合以及多管線配置等參數來進一步了解表面波譜法應用於探測地下管線的特性。

- (二) 邱義宏、楊潔豪 (1999) 利用透地雷達 (GPR; Ground Penetration Radar) 之管線偵測能力分別對於開挖前之調查、管線配置、預埋管線與未知管線等調查進行研究。
- (三) 林宏明、倪勝火 (2000) 利用砂箱埋設數種不同之管線和空洞，再以透地雷達掃描，以探討管線和空洞之雷達信號的成因和特徵。
- (四) 莊政廳、江健仲 (2000) 利用步進式地質雷達 (stepped-frequency georadar) 之發射天線發射步進式頻率電磁波，並藉由接收天線接收反射電磁波訊號來探測地下目標物位置與地質狀況。
- (五) 林明寬、李德河 (2001) 利用透地雷達之種種優點來解決尋找地下管線、不明廢棄物及地層構造線之問題，並進一步探討探測管線之精度、廢棄物之透地雷達特徵圖像、地層變化及傾斜角度等。

第三章 高雄市公共管線管理系統發展及現況

第一節 高雄市管線系統發展背景

市區道路挖補頻繁，以致降低道路品質，影響交通及市容，浪費社會資源，早為市民所詬病。主要原因在於管線機構眾多，協調不易，且地下管線資料欠缺，管線機構各行其事，造成路面反覆遭挖掘情事。高雄市政府工務局於 92 年 1 月組織再造，成立工程企劃處，並將原屬養護工程處之道路挖掘業務，調整至工務局層級。即由工程企劃處邀集高雄市全部管線機構，共同參與高雄市公共管線整合計畫，檢討相關流程，進行業務革新，建立高雄市公共管線管理機制。

高雄市辦理管線挖掘之單位，包括 31 個公民營管線機構及 7 個高雄市政府工程單位，加上 3 個高雄市政府管理機關（工務局、環保局、勞工局）共 41 個（如表 3-1 所示）。

表 3-1 高雄市管線機構一覽表

管種	管線類別	管線機構名稱
電信	一般電信系統	中華電信高雄營運處第一客戶網路中心
		中華電信高雄營運處第二客戶網路中心
		台灣固網股份有限公司
		泛亞電信股份有限公司
		台灣大哥大股份有限公司
		遠傳電信股份有限公司
		和信電信股份有限公司
		亞太寬頻電信股份有限公司
		新世紀資通股份有限公司
	軍訊系統	海軍第一軍區左營通信隊
		國防部參謀本部資電作戰指揮部南部地區資電作戰大隊
	警訊系統	高雄市政府警察局通信隊
		高雄市政府警察局交通大隊

	有線電視	慶聯有線電視股份有限公司
		大高雄有線電視股份有限公司
		港都有線電視股份有限公司
		大信有線電視股份有限公司
	交通號誌	高雄市政府交通局
電力	配電系統	台灣電力公司高雄區營運處
		台灣電力公司鳳山區營業處
	路燈	高雄市政府工務局養護工程處
	輸電系統	台灣電力公司高屏供電區營業處
台灣電力公司輸變電工程處南區施工處		
自來水	給水系統	自來水公司第七區管理處澄清湖給水廠
		自來水公司第七區管理處鳳山給水廠
		自來水公司第七區管理處拷潭給水廠
		自來水公司第七區管理處楠梓服務所
		自來水公司第七區管理處高雄服務所
		自來水公司南區工程處
下水道	污水系統	高雄市政府工務局下水道工程處（污水下水道）
	雨水系統	高雄市政府工務局下水道工程處（雨水下水道）
瓦斯	供氣系統	欣高石油氣股份有限公司
		欣雄石油氣股份有限公司
		南鎮天然氣股份有限公司
輸油	輸油系統	中國石油股份有限公司
		聯勤南部地區油料庫鳳山油料庫
其他		高雄捷運公司

（資料來源：高雄市政府工務局）

經過議題擬定、檢討分析、改善作法等階段，除建立道路挖掘標準作業流程，並已於 93 年 10 月將道路挖掘之生命週期（挖掘申請→施工管理→竣工結案），全程資訊化，有效減少道路挖埋缺失，降低管線工安事件。

第二節 高雄市管線系統發展緣起

高雄市為海洋首都，亦為工業首都，轄區重工業發達，工廠林立，看似平整的土地及道路，其實地下佈滿無數的水、電、瓦斯及油料等維生管線，供應全市無間斷的商業運轉及家庭使用，因此管線管理實為相當重要的都市發展議題，現就管線管理系統發展緣起說明如下：

一、管線工安事件之慘痛教訓

（一）新生路挖斷油管國賠事件

高雄市政府工務局新工處於民國 82 年 11 月，進行前鎮區公共設施開闢工程，於新生路誤挖中油公司管線，大量柴油噴出，致前鎮國小及週遭環境損害，經高雄市政府緊急處理，未造成災害擴大及人員損傷。然經 10 年損害賠償訴訟，最高法院於民國 92 年判決挖斷管線為高雄市政府缺失，須賠償中油公司 1405 萬元。

（二）鎮興橋氣爆事件

民國 86 年 9 月 13 日 8 時 59 分，高雄市前鎮區鎮興路與鎮洋路口（鎮興橋南側附近），因中油前鎮儲運所油料管線施工不慎，致液化石油氣管線破裂氣爆，造成 14 死 15 傷慘劇，為高雄市管線工安案件悲痛紀錄。

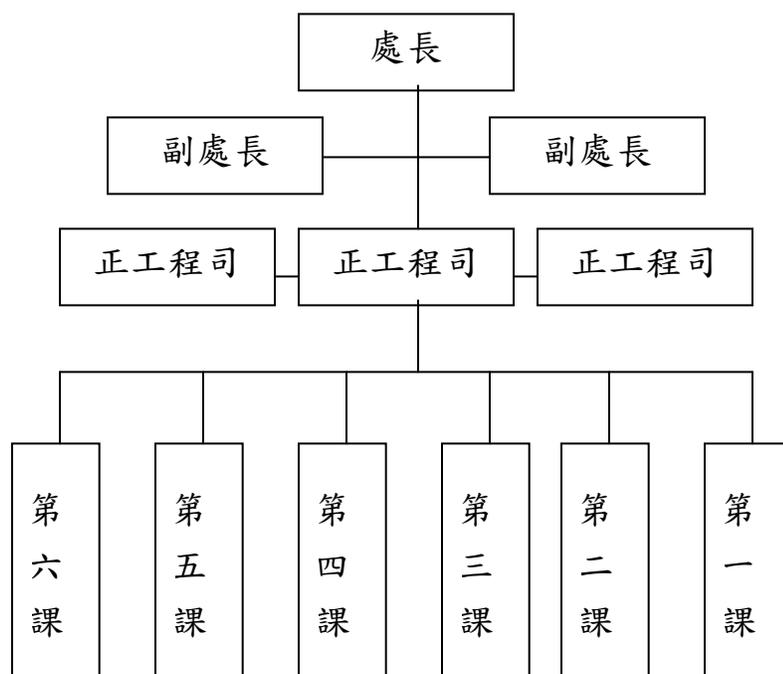
事件顯示出市區管線密佈糾結，因高雄市政府尚未整體規劃，管線機構各有執掌卻缺乏橫向連繫及警示系統，若不儘速改善，類此事件仍將層出不窮。

二、業務改革的內外壓力

因應社會快速變遷、民意督促及施政改革之壓力，工務局於民國 87 年起成立專案檢討小組，持續進行管線業務檢討，並規劃大刀闊斧改進方案。工務局已歸納出組織再造、業務改革、資訊管理為治標與治本的改革方案。

三、調整組織架構

高雄市道路挖掘管理業務民國 92 年前隸屬於工務局養護工程處（二級單位）業務，且僅限道路挖掘管理。工務局於民國 92 年 1 月進行組織再造計畫，並將道路挖掘業務調整至工務局工程企劃處（一級單位），業務亦擴增為道路挖掘及管線管理。藉由管理層級提升，可避免原機關層級較低協調不易缺點，有助於高雄市政府跨局處協調及推動改革方案，高雄市政府工務局工程企劃處之組織架構及業務執掌如圖 3-1 所示。



單位	業務項目
第一課	新建、養護工程之督導及監辦
第二課	下水道工程之督導及監辦
第三課	工程技術研發、工程界面整合
第四課	政府採購及稽核
第五課	材料試驗
第六課	管線挖掘核准及管理、共同管道業務

圖 3-1 高雄市政府工務局工程企畫處組織架構
(資料來源：高雄市政府工務局)

第六課人員係負責高雄市 11 個行政區之道路挖掘核准及施工管理，編制 14 人，人員區分為案件審核、道路巡查及行政支援三類。業務依據 90 年 8 月 6 日公布實施之「高雄市道路挖掘管理自治條例」（簡稱自治條例）辦理。

四、早期道路挖掘業務情況

依自治條例規定，管線機構需要挖掘道路時，應事先向高雄市政府工務局申請核准，經發給道路挖掘許可證後始得施工。92 年前之業務實況如下。

高雄市經常辦理管線挖掘申請之單位，共有 38 個管線單位。

（一）挖掘案件統計

高雄市政府每年核准道路挖掘案件約 5000 件，平均每月案件 400 件，每天案件 20 件。道路挖掘區分民生案件（或零星案件）、搶修案件及年度計畫案件三類。民生案件為用戶之配管工程，約佔全部案件之 8 成，91 年平均核准時間為 5 天（行政規定為 7 天）。搶修案件為管路損壞或故障之緊急搶修，約佔 1 成，經事先通知報備後，可先施工再補申請。年度計畫案件為管線主次幹管挖埋工程，約佔 1 成，因須會辦及工程協調，核准時間為 20 天。

（二）工務局道路挖埋管理盲點

- 1、道路挖掘未作資訊建檔，難以掌握全市有那些道路挖埋工程正在施工。
- 2、對於道路坑洞或管溝下陷，需耗費多時，才能釐清是那一單位之挖埋工程所造成的。
- 3、案件審查及現地巡查業務，過於依賴承辦人經驗，當承辦人調職或休假，代理人無法馬上接手。
- 4、民眾反映道路坑洞或管溝下陷案件時，高雄市政府回應民眾時間過長（常見缺失如圖 3-2 及 3-3 所示）。
- 5、全市 37 個管線機構之管線位置，未作有系統之建檔，現地施工時，難以進行挖埋協調，致零星誤挖事件，仍常發生。



圖 3-2 路面下陷圖
(資料來源：高雄市政府工務局)



圖 3-3 挖埋施工工地髒亂
(資料來源：高雄市政府工務局)

有鑑於上述的種種狀況，因此高雄市開始基於下列動機考量要如何改革管線管理運作情形：

一、積極有效之管線管理

以往高雄市政府業務著重挖掘管制，並未作管線管理。工務局經自我檢討及評估，確定解決道路挖掘缺失，不能僅對管線機構進行消極性管制，應主導推動全市公共管線（電信、電力、自來水、下水道、瓦斯、輸油氣、綜合管線、水利設施）資料庫整合，掌握管線確實位置，進行積極有效管理。

二、流程簡化及業務革新

既有作業流程必須檢討，進行業務 e 化、文件減量、簡政便民措施，以大幅解決人工作業之缺失。

三、改善道路施工缺失，提升民眾滿意度

近年高雄市重大工程如捷運工程、污水下水道建設正全面展開，市區道路施工增加，加深民眾對道路順暢之痛苦指數。民眾最直覺接觸者，為道路施工缺失（如道路坑洞、工期過長、維修效率差等），亟需建立嚴謹之施工管理制度。

為了達到上述三項的成果，高雄市政府工務局基於現況所具備的條件，初步設定達成目標，現分項說明具備條件即設定目標如下：

一、改革前所具備條件

- （一）高雄市政府已於 89 年完成全市數值航測地形圖之測製工作，可作公共管線調查之基本圖，並作擴充及加值應用。
- （二）道路挖掘業務透過標準化及資訊化，可提升管理效益。
- （三）內政部營建署長期推動建立公共設施管線資料庫，並鼓勵縣市政府進行積極性的管線管理。以內政部公共管線標準制度為準則，有助於釐清高雄市政府與管線單位權責，建立管線更新機制。
- （四）缺乏有效率之協調機制，為路面重複開挖及管線誤挖事件主因。建立單一協調窗口是必要的。
- （五）彙整管線工程一起施工，可減少不必要挖掘次數，強化施工管理，可改善道路服務品質。

二、設定達成目標

- (一) 以高雄市政府航測地形圖為基礎，整合全市公共設施管線資料庫。
- (二) 以道路挖掘業務為導向，建立資訊化挖掘作業。
- (三) 以內政部公共管線標準制度，建立管線更新機制。
- (四) 建立管線施工協調機制，避免管線工安事件。
- (五) 減少道路挖掘次數，改善道路服務品質。

第三節 高雄市管線系統檢討分析

道路挖掘缺失起因於管線埋設工程，檢討層面首要檢討如何掌握管線位置進行管理，並對道路挖掘生命週期（管線生命週期如下圖 3-4 所示）之各項步驟進行檢討分析如下：

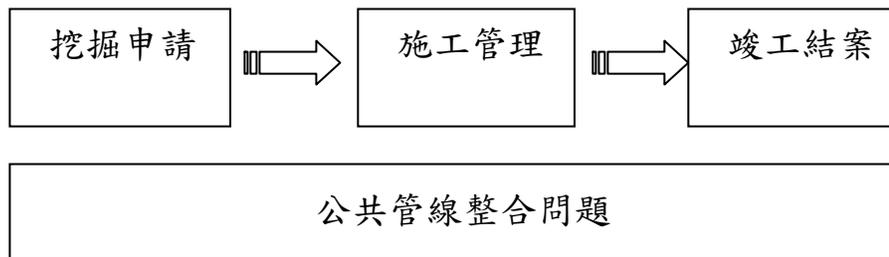


圖 3-4 管線生命週期
(資料來源：高雄市政府工務局)

一、公共管線整合檢討分析

高雄市區管線錯綜複雜，埋設地下管線之單位有 38 個，因管線機構互不瞭解管線位置，協調困難，僅憑現場經驗，致常有誤挖情形。高雄市政府責無旁貸應建立高雄市公共管線資料庫，整合道路地下各類管線資訊，作為管線機構相互查詢、協調及高雄市政府管理之依據，進行公共管線管理。

內政部營建署雖已推動公共設施管線資料庫多年，並制定資料標準制度，鼓勵縣市政府配合推動。但由於建立公共管線資料庫，屬於基礎環境建置，須投入大量經費，耗時費事，為經費高、協調多、成效慢之基礎建設，為縣市政府所怯步。但

高雄市政府體認到整合轄區公共管線工作之急迫性及優先性，必須以高雄市政府經費，配合分期計畫逐年完成，才能建置完整之資料庫，作為改革挖掘業務之基礎。

因此 92 年及 93 年計畫內，即有 1/2 經費用於全市管線設施之清查、測量及建檔。並於計畫執行前，先與管線機構協調行政配套措施，以便管線機構事先準備人力預算，全力配合公共管線整合計畫。

二、挖掘申請檢討分析

(一) 管理法規分析

高雄市挖掘業務依據「高雄市道路挖掘管理自治條例」規定辦理，條例分為四章，主要內涵如下。

- 1、自治條例目的在進行道路挖掘管理，維護道路品質及交通安全，並以工務局為主管機關。
- 2、管線機構挖掘道路前，須事先申請核准，經發給許可證後始得施工。申請時應具備申請書 1 份，及施工範圍平面圖、管線斷面圖等 1 式 11 份。
- 3、高雄市政府對於新闢道路完成三年內，翻修改善道路六個月內，得管制挖掘。
- 4、管線工程竣工後，管線機構應於七日內將挖掘寬度、深度、回填粒料、分層壓實、施工安全維護設施，拍照函送工務局備查。
- 5、多種管線工程須於同一道路挖掘時，工務局得協調同時辦理完成。
- 6、違反施工管理及申請許可規定，罰款四萬元至十萬元。

(二) 缺失檢討

1、申請文件份數過多之缺失

管線機構填寫一份申請書後，卻規定要提送相同之工程附件共 11 份。以管線機構觀點而言，業務流程既要資訊化，附件亦應酌量減少。此部分高雄市政府尚未完全簡政便民，亟待改善。

2、挖掘管制資訊不透明之缺失

管線機構申請挖掘時，常因不清楚市區那些路段被依自治條例規定管制挖掘（如新工處新開闢路段或養工處新鋪柏油路段），因而申請後被依管制

挖掘因素退件。若高雄市政府能主動將管制挖掘之資訊上網，管線機構於申請挖掘時，即獲得管制挖掘資訊，減少被退件。

3、案件會辦耗時之缺失

案件核准時間未能大幅縮減之原因，在於案件常會辦新工處、養工處及區公所等單位，一次公文會辦往返時間約 1 至 2 天，且大部分會辦原因僅在得知該案件是否在管制挖掘區內。若配合資訊作業，將管制資訊一併上網，案件審核即可減少會辦，縮短核准時間。

4、案件核准後分送路證之缺失

案件核准後，工務局將許可證與附件一併裝訂後，要人工分送給 11 個單位，必須檢討。若原分送原因僅是案件施工資訊通知（內容為施工單位、施工位置、核准時間等），均可改用 email 告知及網路查詢措施，取代原文件人工分送或郵寄。里辦公室部分，考慮基層里長不一定接受 email 路證，可採務實作法，仍沿用人工寄送路證，不必強行 e 化。

5、高雄市政府機關之道路挖掘案件未納入管制

92 年進行工作會議檢討時，發現 91 年前之道路挖掘僅府外管線機構配合辦理挖掘申請，而高雄市政府單位如交通局（號誌管線）、警察局（警訊管線）、下水道工程處（雨水及污水管線）及養護工程處（路燈管線）等，並未強制要求申請，產生管理漏洞，亟待一併改善。

三、施工管理缺失檢討

（一）現況分析

自治條例已有完整之施工管理規定，包括設計標準、開工通報、安全設施、大範圍工程分期分段施工、挖掘前作業規定、路面切割、分層壓實、路面修復等。

工務局工程企劃處亦配置 3 名道路巡查員，每日至轄區道路挖掘現場，進行施工品質、安全措施之勘查。經發現缺失者，即通知管線機構限期改善。重大缺失或逾期未改善者，工務局依自治條例罰則，處以罰款。

（二）缺失檢討

管線工程施工時，管線機構包商常為省時、趕工，有意無意忽略施工管理規定，常造成挖填不實，路面下陷現象。現行巡查作法，工務局巡查員至現場發現缺

失後，對現場施工廠商，予以勸導或通知改善，逐漸產生高雄市政府人員與管線機構監工角色混淆之缺失，因此檢討修訂高雄市政府施工管理方針如下：

1、應導入公共工程三級品保作法

(1) 首先依公共工程三級品保制度之精神，工程包商必須作好現場施工品質管控（第一級品保），工務局巡路員並非管線工程之監工，而是督導管線機構的監工作好現場監工（此為工程企劃處的第二級品保），工務局本部則督導工程企劃處作整體品質查核（第三級品保）。

(2) 釐清高雄市政府為主管與稽核角色後，工務局對於管線工程缺失，將以直接告發為主，勸導改善為輔。高雄市政府並訂定路平專案，要求管線機構對於所屬管線與設施進行自我檢查，防止路面人手孔鬆動，達到路面平整。

2、開工通報缺失

現行開工通報，由管線機構填寫工程通報單，傳真至工務局，每天一大早各方傳來約 20 件開工通報，巡路員彙整資料，常有遺漏通報情形。

3、缺乏行動化之查報工具

巡路員缺乏行動化之查報工具。運用行動化之資訊設備，提升現地查報效率是必須的。

4、工程抽驗方式

高雄市政府巡路員人力有限，對於工程缺失是以目視及拍照為主，但路面修護仍常有砂石級配壓實不夠、瀝青厚度不足情形，亟待建立一套有公信力之工程抽驗制度。

四、竣工結案缺失檢討

(一) 現況分析

現行自治條例規定，道路挖掘工程竣工後，管線機構應於七日內將挖掘寬度、深度、回填粒料、分層壓實及施工安全防護設施等過程拍照，函送工務局備查。

現有管線機構繳交竣工照片，採用照片沖洗，每一案件黏貼四至六張竣工照片，對於案件多之管線機構（如台電高雄營業處每月有 150 件），則特許以每月送

繳竣工照片清冊。工務局審查竣工照片後，其結案備查時間距現地竣工，常已超過一個月。

(二) 缺失檢討

- 1、既有竣工結案之時間長達一個月，結案時效待改進。
- 2、竣工結案之另一缺點為管線機構並未繳交竣工圖（自治條例亦未作規定），因此高雄市政府無法整合管線資料，作為管線管理依據，須透過法規修訂及資訊技術，予以改善。

第四節 高雄市管線系統改善方案

一、跨機關合作之公共管線整合方案

管線工作團隊 38 個管線機構之現有竣工圖品質不一，資訊化程度不同，基本底圖不同，長期存在整合困難問題。經管線工作團隊成員多次檢討，高雄市政府公共管線資料庫之建置，先由管線機構提供各類孔蓋及設施之範例照片，供外業調查辨識用。高雄市政府工務局委外進行全市人手孔蓋外業清查與測量（如圖 3-5 所示），再提供 1/1000 數值街廓圖與孔蓋坐標資料給管線工作團隊成員，由管線機構配合自行作管線圖建檔或另編預算委外建檔。最後高雄市政府整合成全市公共管線資料庫。管線格式則以內政部營建署「公共設施管線資料庫」之資料規定為依據。



圖 3-5 孔蓋測量作業
(資料來源：高雄市政府工務局)

當高雄市政府於 93 年 9 月完成全市公共管線資料庫之建置時，管線工作團隊成員之管線機構（38 個單位），均已配合完成權責管線資料之清理及建檔。高雄市政府於管線資料庫建置後，除供高雄市管線機構上網查詢外（管線資料涉及公共安全，不開放民眾查詢），亦將管線資料及全市街廓圖檔，依資料權責回饋給各管線工作團隊成員，成果共享。成員除可自行擴充作營運管理應用外，亦須配合高雄市政府規定，進行後續管線資料庫更新。

高雄市政府所建置之公共管線資料庫已成為工務局重要地理資料庫，可供工程單位作工程規劃設計應用（如下圖 3-6 所示）。

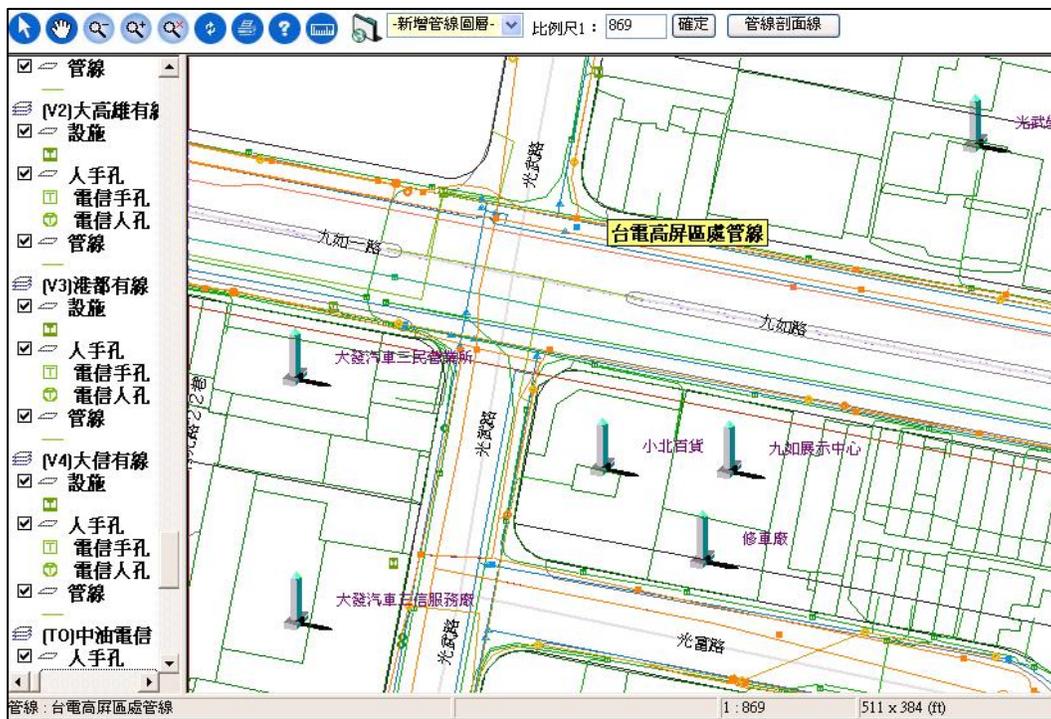


圖 3-6 高雄市公共管線管理系統介面
(資料來源：高雄市政府工務局)

93 年 8 月高雄市楠梓污水下水道 BOT 案完成議約後，高雄市政府馬上提供工程轄區之地下管線位置圖給工程廠商，進行污水管線之工程設計。93 年 10 月亦將管線資料，應用在高雄市寬頻管道（M 台灣計畫）規劃設計案，避免管線資料重複調查，節省高雄市政府資源。

二、業務流程標準化

高雄市道路挖掘管理業務之標準化作業流程如下圖 3-7 所示。

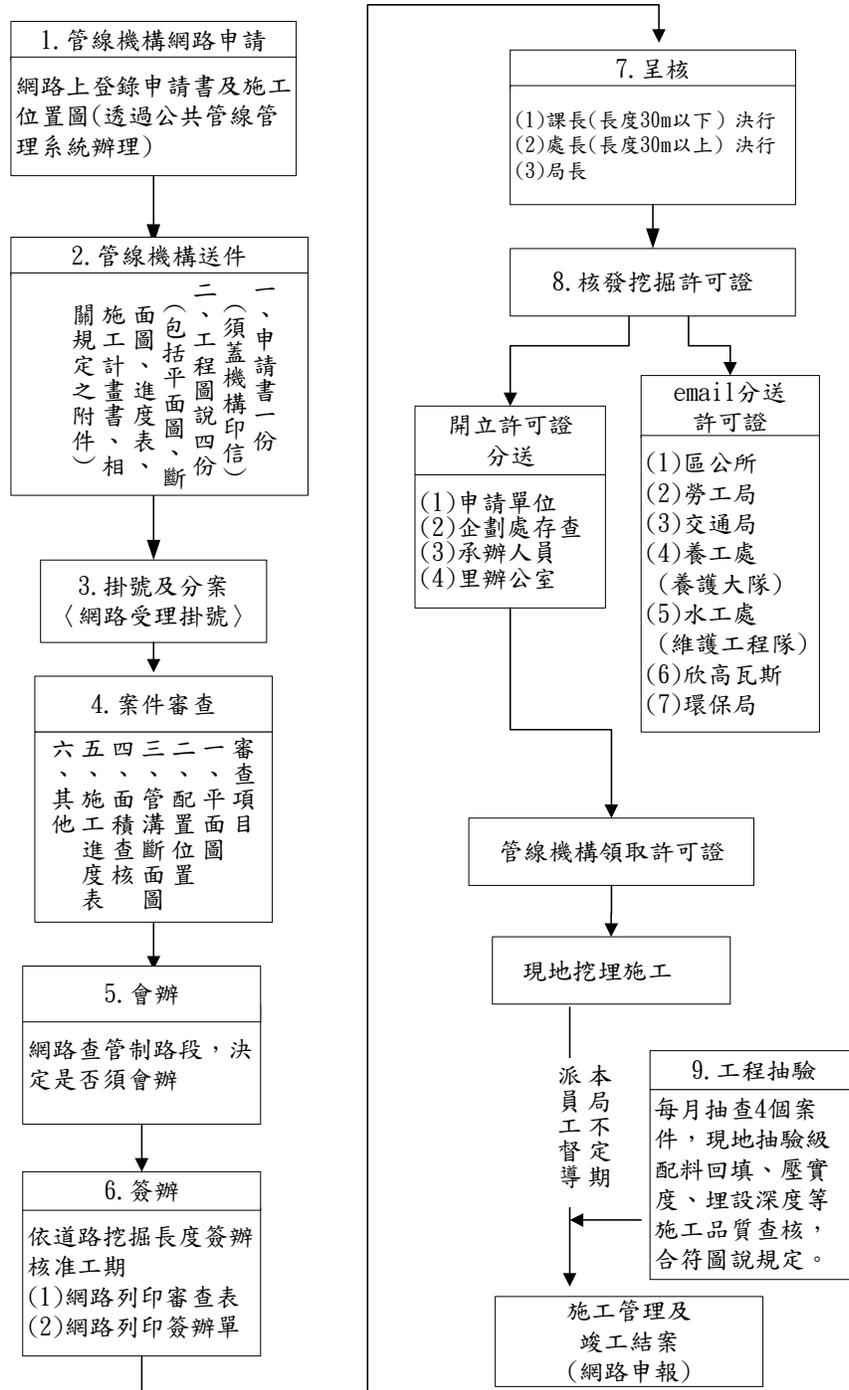


圖 3-6 高雄市道路挖掘申請與審核作業流程
(資料來源：高雄市政府工務局)

三、引進地理資訊系統管理方案

管線工作團隊於 92 年及 93 年引進地理資訊系統（GIS, Geographic Information Systems）技術方案，建置高雄市公共管線管理系統，並推動業務革新。管理系統架構如下圖 3-8 所示。

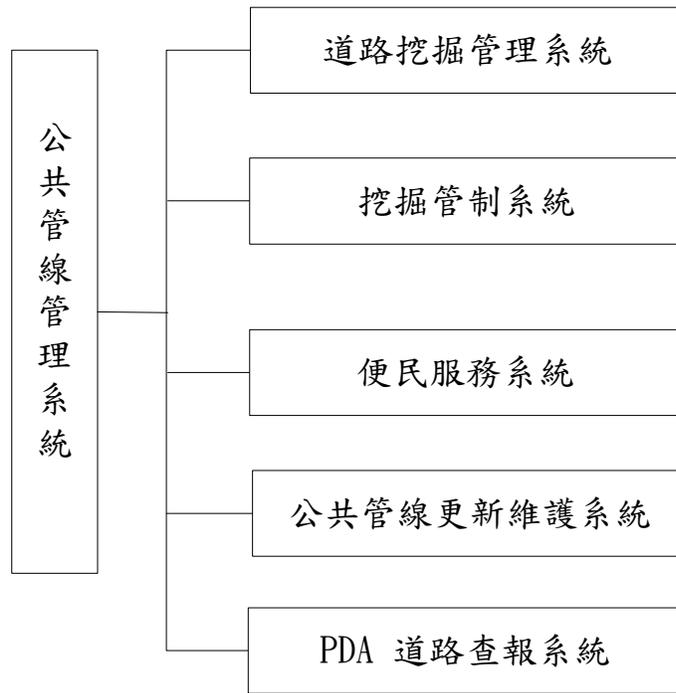


圖 3-8 高雄市管線管理系統架構
(資料來源：高雄市政府工務局)

並於 92 年至 93 年完成之業務革新項目如下：

(一) 網路進行道路挖掘申請

全市 38 個管線機構均在自己辦公室透過網際網路進行挖掘申請，填寫申請單，並於網路上繪製施工範圍圖。網路申辦後，將申請書列印 1 份（蓋申請單位印信），並準備工程圖說 4 份（內容為位置圖、斷面圖、及進度表等），郵寄或親送工務局掛號，申辦案件之審核進度均可在網路上查詢（如圖 3-9 所示）。

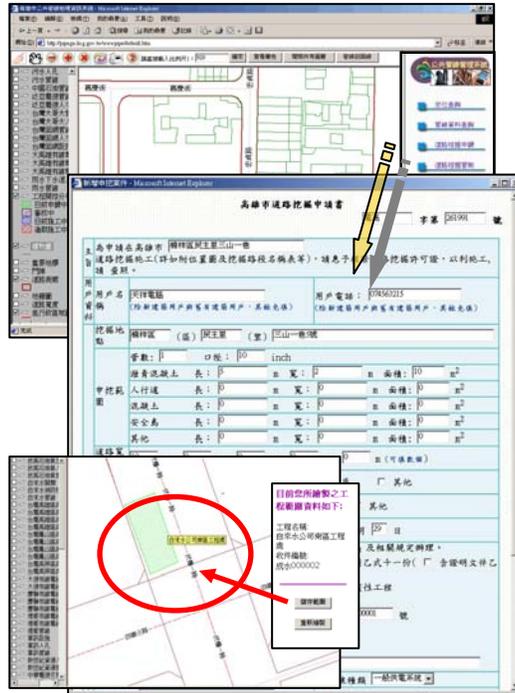


圖 3-9 管線機構透過網路進行挖掘申請
(資料來源：高雄市政府工務局)



圖 3-10 挖掘審核流程資訊化
(資料來源：高雄市政府工務局)

(二) 資訊作業之案件審核及路證核發

工程企劃處受理掛號後，依行政區轄區自動分案，供轄區承辦人審查，承辦人依申請位置及工程圖說內容，在電腦上進行審核及簽辦（如圖 3-10 所示）。電腦系統上提供電子地圖、管制挖掘路段、管線位置等資訊，供承辦人研判。案件經權責主管呈核後，以事先印有高雄市政府關防之彩色套印紙，列印許可證。

(三) 電腦列印許可證及 email 路證分送

原先需列印 11 份挖路許可證，已簡化為 4 份，分別給申挖單位、案件承辦人、里長及歸檔。其餘高雄市政府單位如交通局、勞工局、環保局及區公所等，均改為 email 通知，email 路證內容與原人工文件相同，包括路證資訊及挖掘位置（如圖 3-11 所示）。

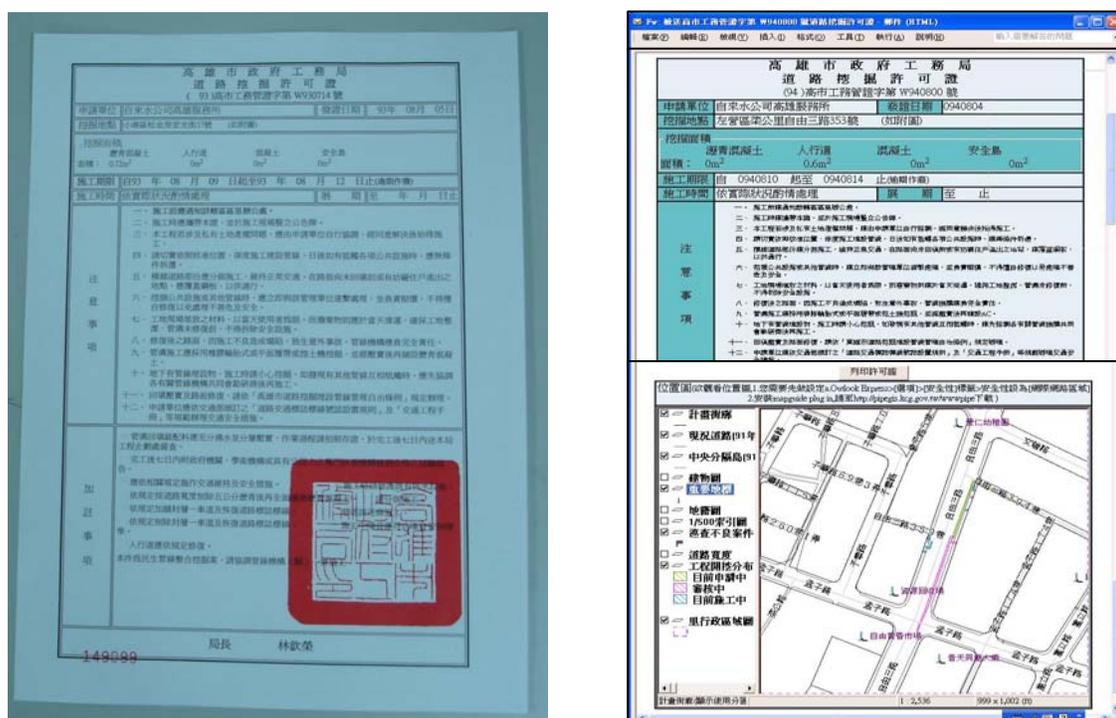


圖 3-11 挖埋許可證核發及透過 EMAIL 發送
(資料來源：高雄市政府工務局)

(四) 空污費徵收自動化計算

以往環保局徵收道路工程空污費業務，先由工務局人工分送道路許可證給環保局，再由環保局人工檢查每一案件之申挖單位及挖掘面積，以作空污費統計。道路

挖掘業務資訊化後，工務局除用 email 分送路證外，每週再以空污費欄位格式，由電腦提供環保局空污費報表檔。環保局原先以人力計算道路施工空污費，改為自動化作業。

(五) 管制挖掘資訊上網

依自治條例規定管制挖掘之路段，由高雄市政府工務局新工處（新闢路段）、養工處（新鋪柏油或人行磚路段）及區公所（6 米巷道改善工程），於網路上進行管制路段位置登錄。申挖時可查詢管制路段，避免案件退件，案件審核時，亦可避免不必要會辦，加快核准時間（如圖 3-12 所示）。

(六) 案件進度考核

案件經掛號後，轄區承辦人若漏辦或審核時間過長者，能透過資訊系統輔助，提醒承辦人漏辦案件，並作追蹤考核。

(七) 挖掘資訊便民服務

結合網際網路與電子地圖技術，工務局所核准之道路挖掘案件，民眾可馬上查詢誰在挖掘馬路，資訊包括挖掘單位、核准時間及挖掘位置（如圖 3-13 所示）。

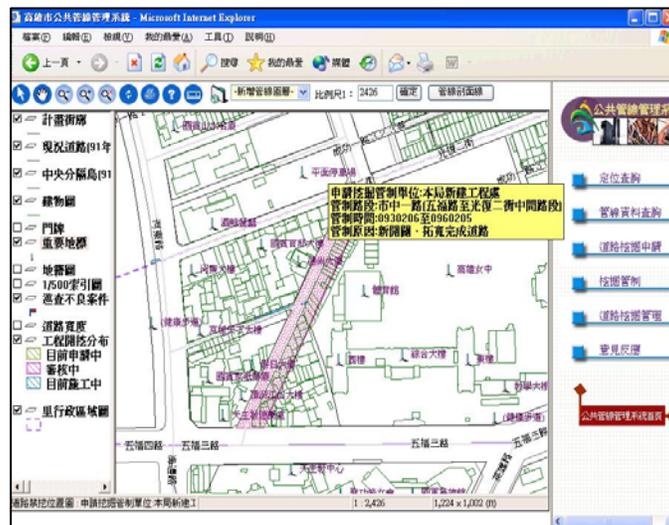


圖 3-12 管制挖掘路段於系統尚可進行設定
(資料來源：高雄市政府工務局)

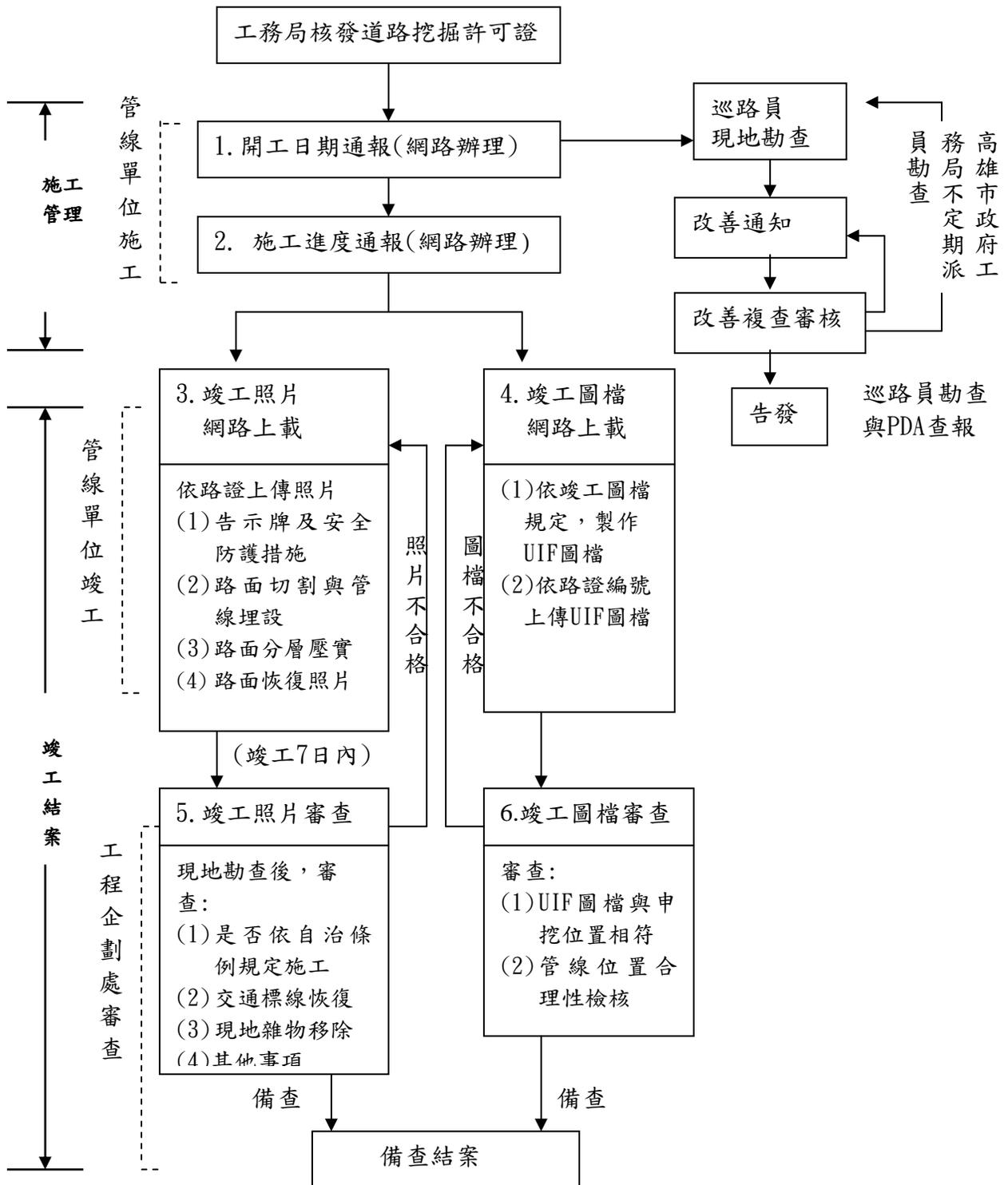


圖 3-14 施工管理及竣工結案流程
(資料來源：高雄市政府工務局)

(三) PDA 現地查報

工程企劃處 3 位巡路員，當天以 PDA 下載挖掘案件資訊，再攜帶 PDA 及數位相機至現地，紀錄缺失項目，並拍照存證。程序違規（如未申請擅挖）及重大缺失者，逕行告發；一般輕微工程缺失，經通知未按時改善者，再予告發。工務局所發之缺失通知單或告發單，均須附現地缺失照片（如圖 3-15 所示）。

(四) 施工考核

缺失案件經登錄後，要求管線機構以網路回報，再由巡路員現地勘查後結案。未如期改善回報者，可連結告發作業（如圖 3-16 所示）。

92 年及 93 年所罰款案件共 74 件，屬於公營或民間管線機構者有 63 件，高雄市政府單位被罰款者有 11 件，施工考核一視同仁。



圖 3-15 巡察員以 PDA 進行現地查報
(資料來源：高雄市政府工務局)



圖 3-16 施工考核資訊作業
(資料來源：高雄市政府工務局)

(五) 施工自主檢查規定

管線機構於挖掘工程進行時，須作一級品保之自主檢查，工務局制定施工規範，要求遵照辦理，並拍照存證。自主檢查之範例照片如下圖 3-17 所示。



步驟 1 施工告示牌及安全防護措施
(路證須張貼於告示牌上)



步驟 2 路面挖掘(須用切割機，
挖掘寬度、深度與核准內容相符)



步驟 4 路面恢復(雜物須清除，並恢復道路標線)



步驟 3 路面分層壓實(須用壓實機具)

圖 3-17 道路施工自主檢查
(資料來源：高雄市政府工務局)

五、資訊化之竣工結案制度

(一) 開辦網路竣工申請

挖掘案件之竣工申請與結案（包括竣工照片及竣工圖檔），均在網路上辦理，停止以人工送件方式辦理竣工結案申請。

(二) 竣工照片上傳

施工單位依自治條例規定，將施工及竣工情形，以數位相機拍照，並透過網際網路上傳至高雄市政府網站。工務局巡路員依現場勘查情形，參考竣工照片，決定是否備查。竣工照片格式經統一規定，以利標準作業。照片不合格者網路通知，要求改善及重新上傳。經網路上備查之竣工案件，不需辦理現場竣工會勘。

(三) 竣工圖檔上傳

為改進管線機構未繳交竣工圖之缺失，高雄市政府以內政部規定之管線設施交換格式，進行管線資料交換。高雄市政府並主動開發管線維護程式，提供給管線機構自行作權責管線更新，再透過網路上傳高雄市政府網站（如下圖 3-18 所示）。



圖 3-18 開工及竣工管理畫面
(資料來源：高雄市政府工務局)

六、建立道路挖掘工程品質稽查機制

每月平均竣工案件 200 件，工務局固定抽檢 4 件，進行現場碎石級配料取樣及試驗，並要求回填品質須達到 CNS 規範（如下圖 3-19 所示）。

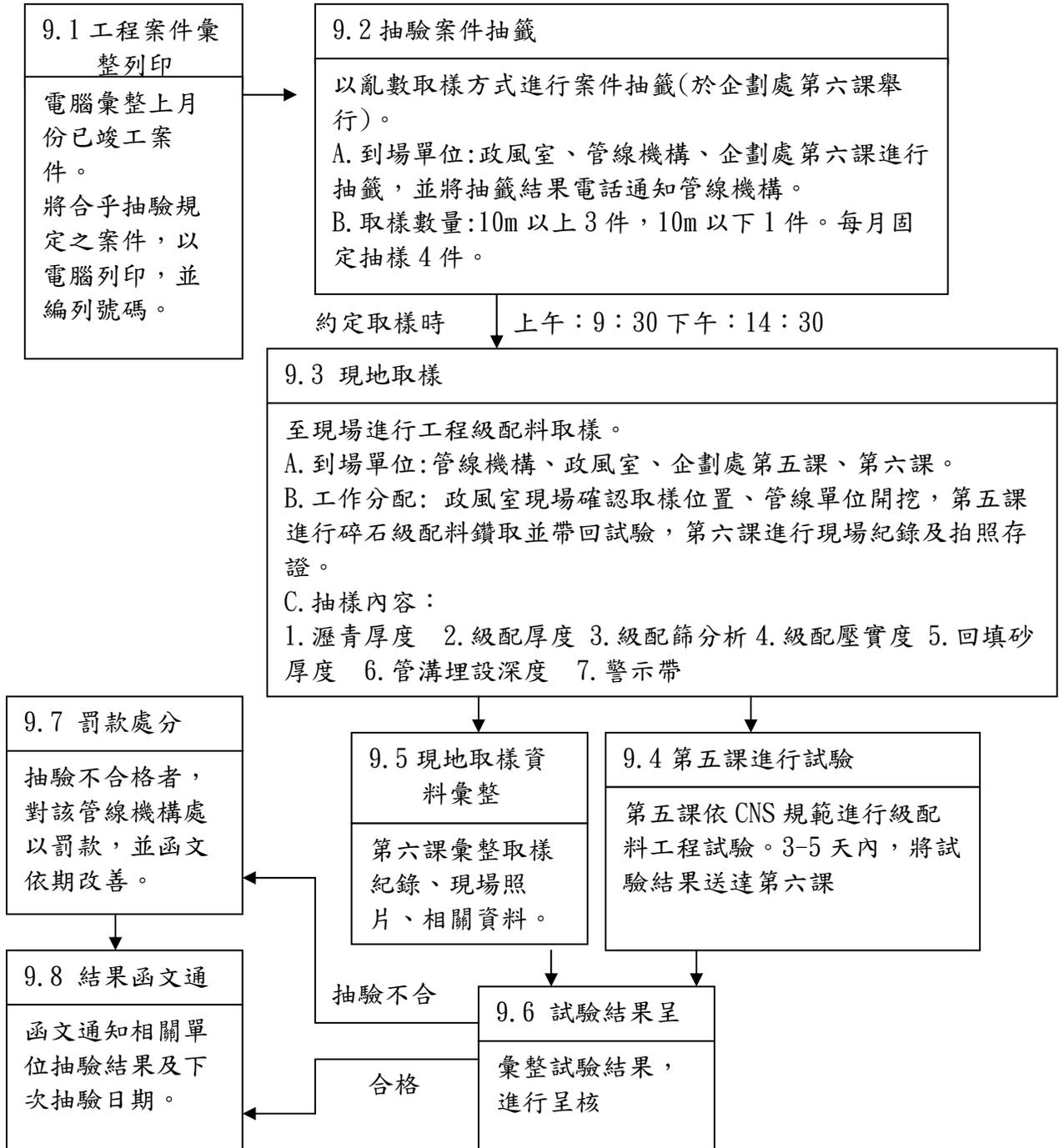


圖 3-19 道路挖埋工地現地抽驗流程
(資料來源：高雄市政府工務局)

七、建立高雄市公共管線單一協調窗口

92 年前之管線工程協調，是由工務局新工處、養工處、水工處各自邀集管線機構進行協調，耗時且成效不佳。92 年起統一由工務局工程企劃處定期兩週一次，召集全市各管線單位（工務局各工程處、捷運局、交通局，及公民營管線單位）進行例行性管線協調會，建立單一窗口之公共管線協調機制。

工務局工程企劃處以挖掘核准權為手段，以公共管線資料庫為協調平台，可於管線協調會中，有效及客觀協調全市管線工程之施工優先順序，彙整施工，及檢討前兩週施工缺失。

對於管線機構而言，可節省個別開會時間，且全市管線工程爭議事項均能於管線協調會中解決，高雄市政府不會偏袒府內工程單位，大幅改進多頭馬車及本位主義之缺點。

八、修訂自治條例及制定作業手冊

（一）修訂「高雄市道路挖掘管理自治條例」

公共管線管理新機制之部分管理措施已超越現有法規，於 93 年起修訂自治條例，於 94 年底前完成審議及實施。修訂重點如下：

- 1、新增網路申請挖掘及竣工圖資繳交法源。
- 2、強化施工管理機制及增列罰責。
- 3、新增收取申請規費及市區道路使用費法源。
- 4、規定管線機構須自我檢視所埋設管線及設施，並納入資訊管理。

（二）研訂標準流程及作業手冊

- 1、高雄市道路挖掘業務標準作業流程（93.6）
- 2、道路挖掘申請及結案申請操作手冊（93.8）
- 3、道路挖掘案件管理操作手冊（93.8）
- 4、公共管線資料交換格式及管線更新操作手冊（93.8）
- 5、PDA 道路查報及施工考核操作手冊（93.8）
- 6、高雄市管線統一挖補管理制度實施策之研究（93.8）

第五節 高雄市管線系統新方案具體成效

一、有形效益

(一) 道路挖掘業務革新後，有形人力每年可節省 19,500 小時，如下表 3-2 所示。

表 3-2 節省人力列表

		有形人力效益評估 (/年)		(每年 5,000 案件)
項目	人力 (時)		節省人力 (時)	效益
1. 申請挖掘	舊制度	2.5	5,000 x 1.5 = 7,500	管線機構節省申請人力
	新機制	1.0		
2. 竣工結案	舊制度	2.0	5,000 x 1.0 = 5,000	管線機構節省竣工人力
	新機制	1.0		
3. 案件審核	舊制度	1.5	5,000 x 0.8 = 4,000	工務局節省審核人力
	新機制	0.7		
4. 竣工審查	舊制度	1.0	5,000 x 0.5 = 2,500	工務局節省審查人力
	新機制	0.5		
5. 空污費計算	舊制度	0.12	5,000 x 0.1 = 500	環保局節省計算人力
	新機制	0.02		
合計			19,500	

(資料來源：高雄市政府工務局)

(二) 道路挖掘業務革新後，有形費用每年可節省 450 萬元，如下表 3-3 所示。

表 3-3 節省經費列表

		有形費用效益評估 (/年)		(每年 5,000 案件)
項目	文件數量		節省經費 (萬元)	效益
1. 申請挖掘申請文件	舊制度	11 份	5,000x7 件 x30 元 = 約 100 萬元	管線機構節省申請文件費用 (包括影印、裝訂、郵資)
	新機制	4 份		
2. 竣工結案照片	舊制度	5 張	5,000x 100 元 = 50 萬元	管線機構節省竣工案件照片費 (包括沖
	新機制	0 張		

				洗、黏貼、填單、郵資)
3. 路證核發	舊制度	11 份	5,000x7 件 x30 元 = 約 100 萬元	工務局節省路證費用 (包括列印、裝訂、郵資)
	新機制	4 份		
4. 管線調查費用	93 年高雄市楠梓污水下水道 BOT 案及全市寬頻管道規劃設計案 (M 台灣計畫) 參考現有管線資料庫, 進行污水管線及寬頻管道之規劃設計, 共節省 40 人月管線調查費用, 節省 200 萬元 (40 人月 x 5 萬 = 200 萬)			高雄市政府工程單位節省管線調查費用
合計	450 萬元			

(資料來源：高雄市政府工務局)

(三) 管線管理新機制建立後, 管線誤挖之搶修工程案件減少 2 成。

高雄市自 86 年以來, 未發生重大管線工安事件。高雄市建立管線管理新機制後, 挖掘審核及施工管理趨於嚴謹, 且施工前可查知管線位置, 因此零星管線挖損事件 (大多為施工不慎), 已明顯減少。管線機構因管線被挖損之工程搶修案件, 均有明顯下降, 以舊制度 (90-91 年) 與新機制 (92-93 年) 之次數比較, 約減少 2 成 (22.9%, 如下圖 3-20 所示)。管線誤挖事件逐年降低 (以 91 年為基數, 92 年減少 19 件, 93 年減少 36 件), 可減少搶修工程之成本, 亦減輕社會資源耗損 (如下表 3-4 所示)。

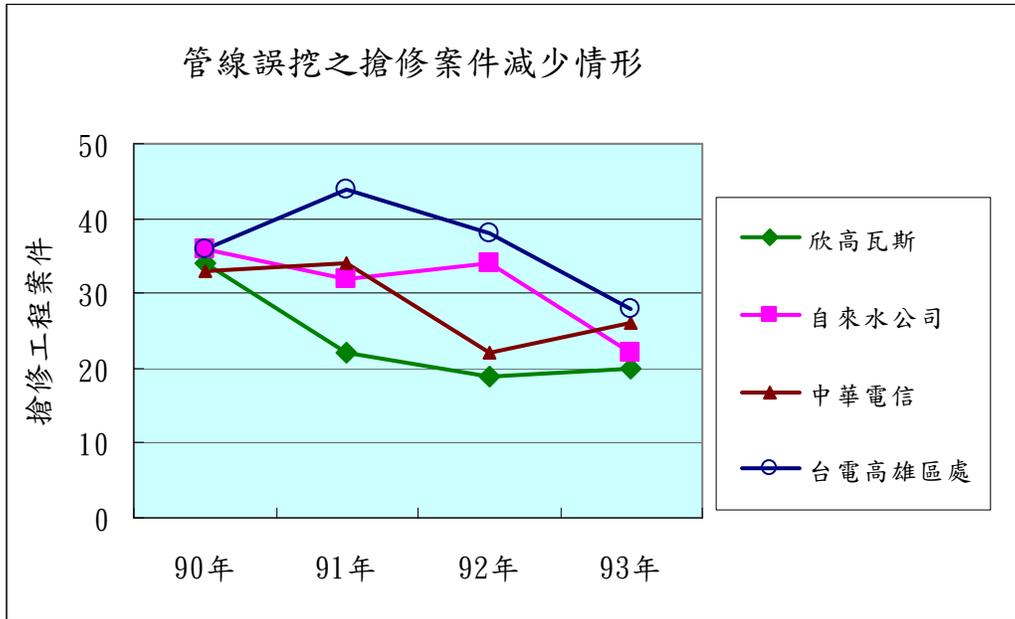


圖 3-20 歷年管線誤案件統計圖
(資料來源：高雄市政府工務局)

表 3-4 管線誤挖搶修案件統計表

管線誤挖之搶修工程案件次數統計表 (90-91 年與 92-93 年比較)									
年度	欣高瓦斯		自來水公司		中華電信		台電高雄區營業處		合計 (次數)
90 年	34	56	36	68	33	67	36	80	139
91 度	22		32		34		44		132
92 度	19	39	34	56	22	48	38	66	113
93 度	20		22		26		28		96
兩年度減少%	30.4%		17.6%		28.4%		17.5%		22.9%

(資料來源：高雄市政府工務局)

(四) 公共管線管理新機制實施後，對政府機關（高雄市政府工務局）組織員額縮編，已具組織改造成效。原組織編制為 22 人，新組織編制為 15 人，業務項目及案件相同，管理成效已超越原機制（如下表 3-5 所示）。

表 3-5 道路挖掘組織編制員額比較表

道路挖掘業務組織編制員額比較表				
原組織編制 (工務局養護工程處管線管理科)		新組織編制 (工務局工程企劃處第六課)		備註
職稱	員額	職稱	員額	
科長	1	課長	1	組織改造時間點為 92 年 1 月。
正工程司	1	工程人員	6	
股長	2	行政人員	1	
工程人員	8	技術工	7	
技術人員	1			
技術工	9			
合計	22	合計	15	

(資料來源：高雄市政府工務局)

(五) 民生案件（每年 4000 件）核可時間，由未資訊化前 5 天減少為 2 天；道路挖掘工程（每年 5000 件）竣工結案時間，由未資訊化前 30 天減為 7 天。

(六) 申請圖說及核可路證文件減量，由 11 份減少為 4 份。

(七) 工務局每天 8 小時之道路挖掘業務（挖掘申請、進度查詢、竣工申請），透過網際網路之資訊服務，擴大為 24 小時服務。

(八) 高雄市政府聯合服務中心對於民眾道路缺失抱怨，以往無即時挖掘資訊，釐清一個事件原因要花 1 天，現在 2 小時就可回應民眾。

(九) 新機制建立前，公民營機構對高雄市政府之管線工程協調，需個別與高雄市政府單位協調（工務局新工處、水工處、養工處、捷運局、交通局等），現在為單一協調窗口。

二、無形效益

- (一) 高雄市道路挖掘業務革新後，除有形效益外，因行政效率提昇所帶來之經濟效益與穩定投資環境，成效更是可觀。從網站及專業期刊搜尋，尚找不到世界主要城市發表管線管理成功案例。高雄市之公共管線管理新機制，可增加高雄市之國際競爭力。
- (二) 現階段國內縣市政府之道路挖掘管理業務，絕大部分採均人工作業，或僅著重挖掘申請資訊化（台北市）。高雄市將道路挖掘之生命週期（挖掘申請→施工管理→竣工結案）全程資訊化，並成功上線運作是國內首創。本成果與經驗，若能經由觀摩及交流，引導國內縣市政府建立管線管理新機制，將可減少國內道路挖掘缺失，降低管線工安事件。
- (三) 高雄市政府與管線機構雖屬上下級之督導關係，經由跨機關合作計畫，已建立圖資共享、計畫成果共享、管線更新機制。
- (四) 高雄市政府道路挖掘業務資料化及透明化，民眾及里長均可查詢轄區誰在挖馬路，共同監督市政。
- (五) 管線施工前，工程單位均可查知危險管線之位置，減少管線誤挖工安事件，並可於災害發生時，進行減災應用。
- (六) 公共管線資料庫不僅為管線工程跨機關協調之橋樑，亦是高雄市之重要地理資料庫，永續進行公共管線資料庫之加值應用，支援市政建設與經濟發展。

三、滿意度調查評估

高雄市公共管線管理新機制經 92-93 年之業務革新，高雄市政府於 94 年 6 月進行滿意度調查及分析。問卷調查的地區與單位，包含高雄市與高雄縣管線機構及工程包商，問卷發出 60 份，總共回收 48 份問卷，有效評分的份數有 38 份。問卷項目有 10 項，評分標準分數為 1~5 分，5 代表非常滿意，4 代表滿意（系統可滿足業務需求），3 代表無意見，2 代表不滿意（系統略瑕疵），1 代表非常不滿意。

對 38 份問卷進行分析（如下圖 3-21 所示），有 9 項評估指標平均分數大於 4，介於 4.21 至 4.42 分之間，即為滿意與非常滿意之間，偏向於滿意。平均值顯示新機制對於規劃設計之助益（4.42）及營運維護應用程度（4.40）之滿意度最高。

評估指標中，未達 4 分以上，為採購稽核業務上之助益（僅 3.76 分），介於無意見與滿意之間，此亦為後續改善之重點。

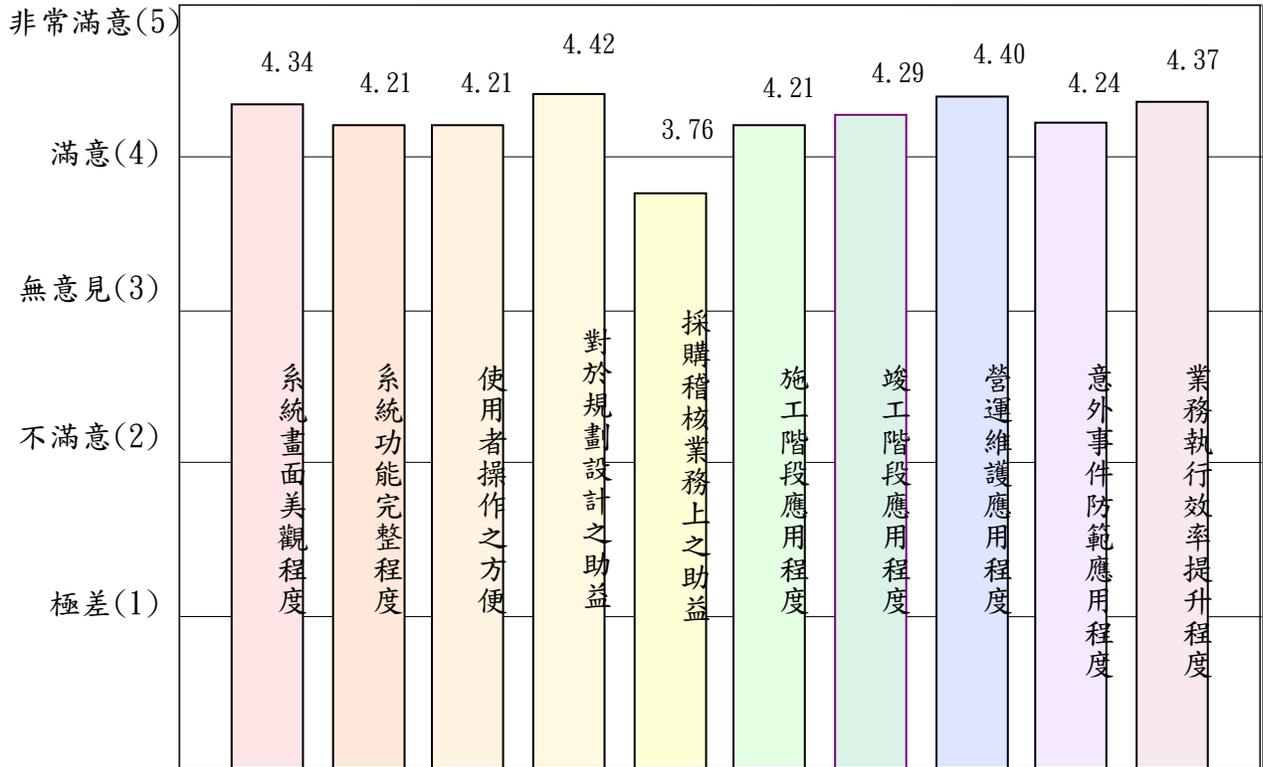


圖 3-21 公共管線管理系統使用者滿意度調查
(資料來源：高雄市政府工務局)

第四章 其他縣市管線資訊系統現況

第一節 台北市管線系統發展現況

臺北市為實施道路挖掘管理電腦化作業，於民國八十四年開發全國第一套上線之道路挖掘管理系統。原系統為透過撥接網路連線之 Client-Server 架構應用系統，目前已於民國九十三年改版為網際網路之網站系統（如圖 4-1 所示），以提供管線單位線上申請挖掘許可，其發展歷程如圖 4-2 所示。



圖 4-1 台北市道路挖掘管理系統首頁
(資料來源：台北市政府工務局)

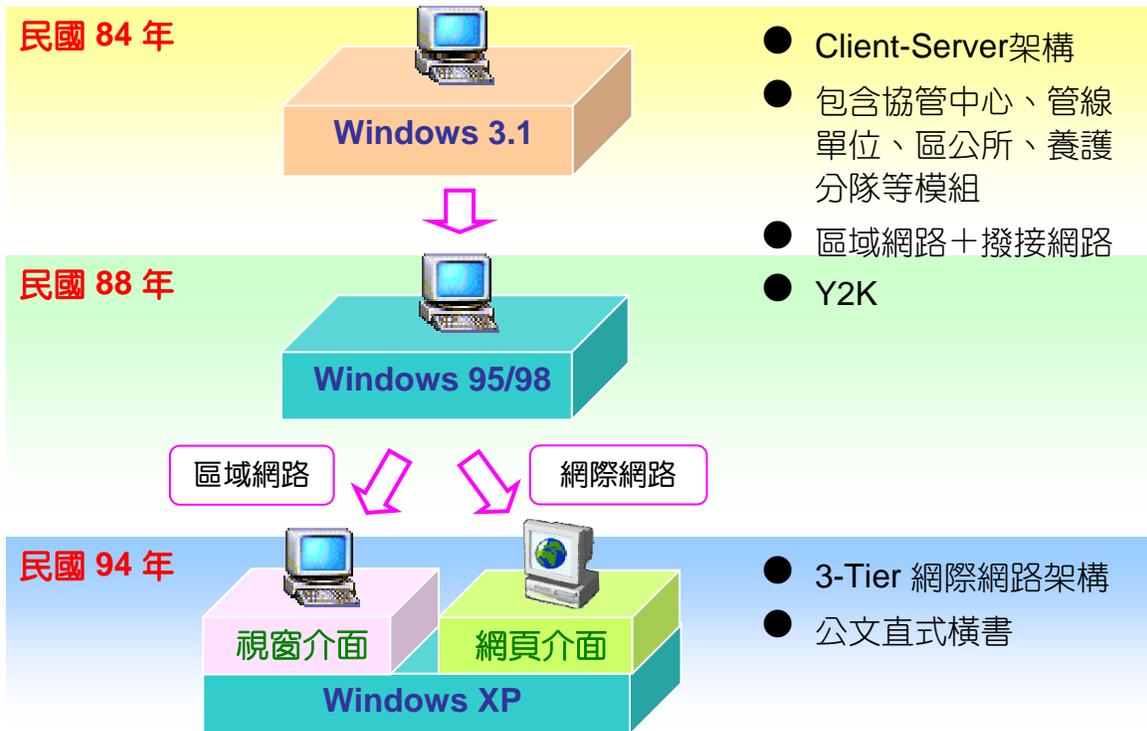


圖 4-2 台北市道路挖掘管理系統發展歷程
(資料來源：台北市政府工務局)

該系統主要提供道路挖掘管理作業電子化程序，包含申請、收件、會辦、審核、發證、查報、結案等流程之相關資料，皆透過系統儲存於資料庫中統一管理。並配合地理資訊圖形介面，提供相關使用者更完整之空間資訊，以協助道路挖掘管理業務之運行。依據不同使用者需求，系統功能區分為「申請單位」、「挖管組」、「養護分隊」、「區公所」、「環保局」及、「一般民眾」等模組架構（如圖 4-3 所示）。

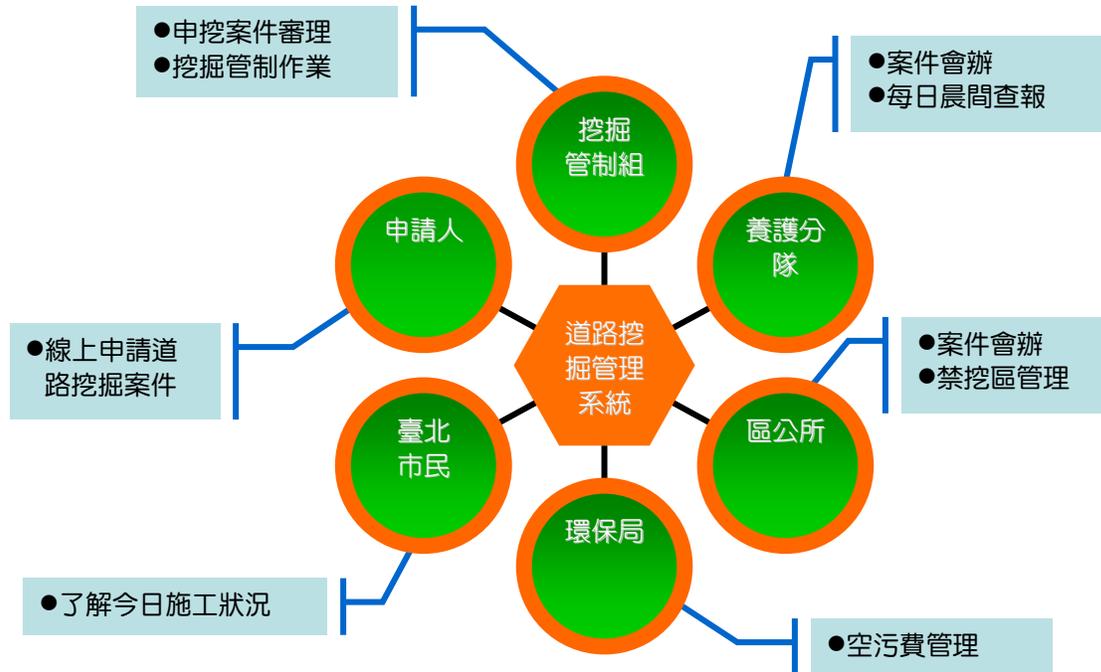


圖 4-3 台北市道路挖掘管理系統架構
(資料來源：台北市政府工務局)

該系統介面與高雄市政府管線管理系統介面類似，配合管線挖掘作業流程進行（圖 4-4）；首先各管線單位可透過網路直接申請管線挖掘許可（如圖 4-5 所示），於申請挖掘的時候，就可透過地理資訊系統直接於地形圖上繪製挖掘位置，並可查詢禁挖設定區域避免文件往返程序（如圖 4-6 及 4-7 所示），而其他機關會章亦由線上進行（圖 4-8）；另外一般民眾亦可透過網頁查詢目前施工案件已達全民督工之效（圖 4-9）。

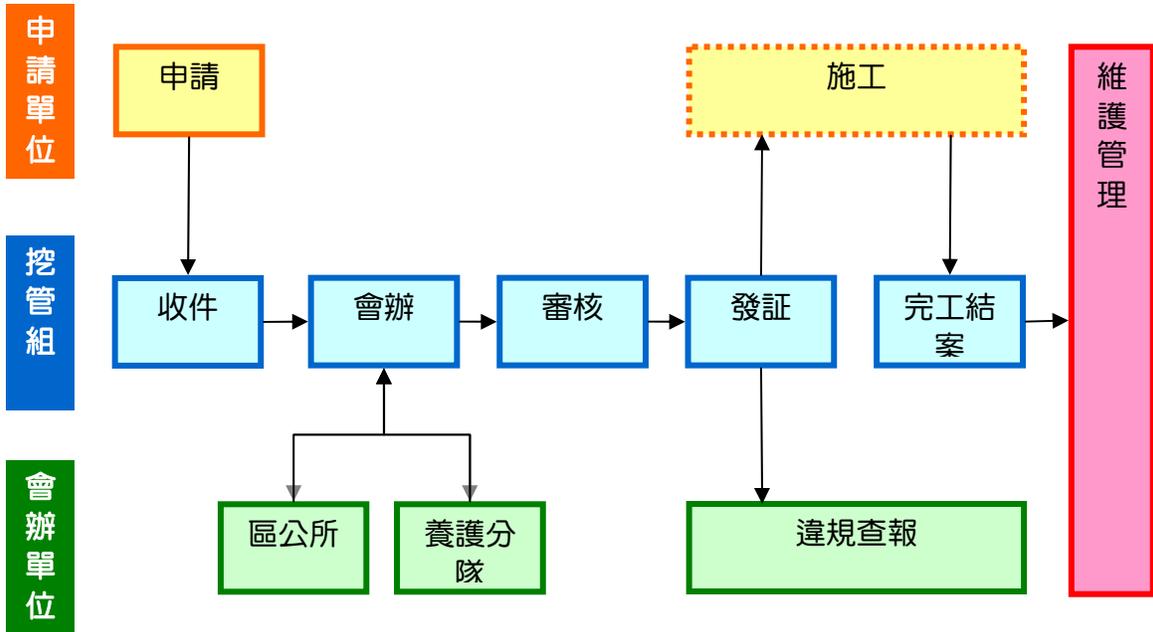


圖 4-4 台北市道路挖掘流程圖
(資料來源：台北市政府工務局)

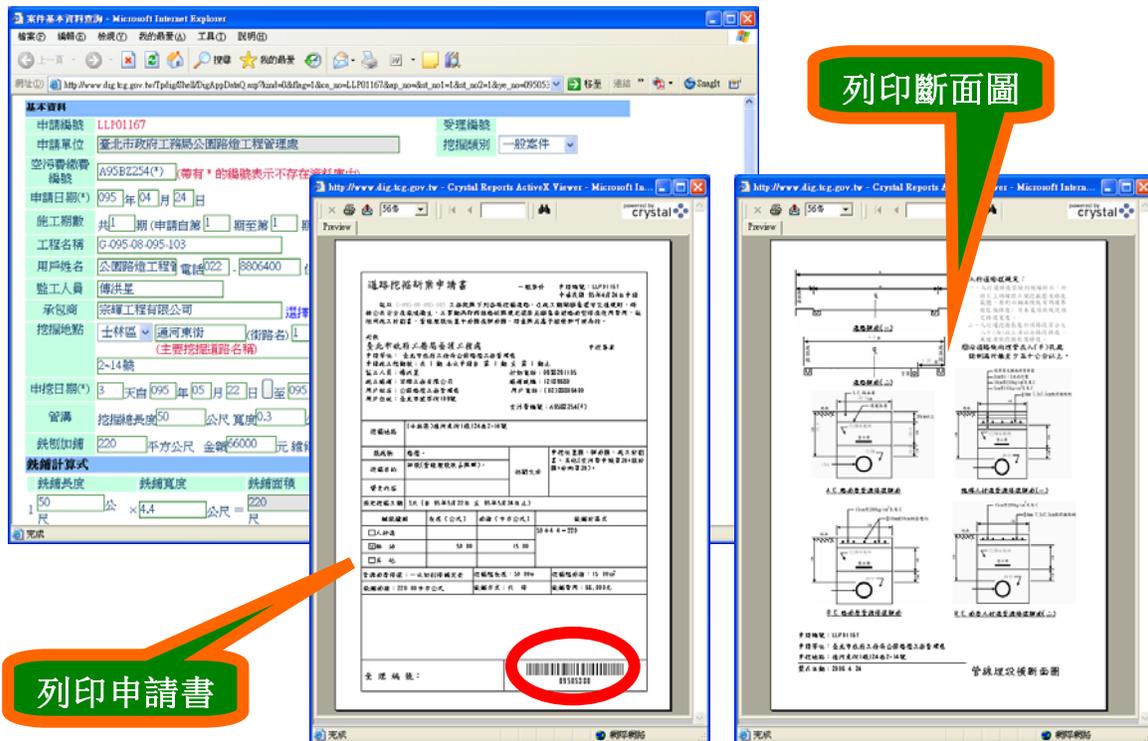


圖 4-5 台北市道路挖掘線上申請表單
(資料來源：台北市政府工務局)



圖 4-6 台北市道路挖掘管理系統管線分佈示意圖
(資料來源：台北市政府工務局)



圖 4-7 台北市道路挖掘管理系統禁挖路段管制
(資料來源：台北市政府工務局)

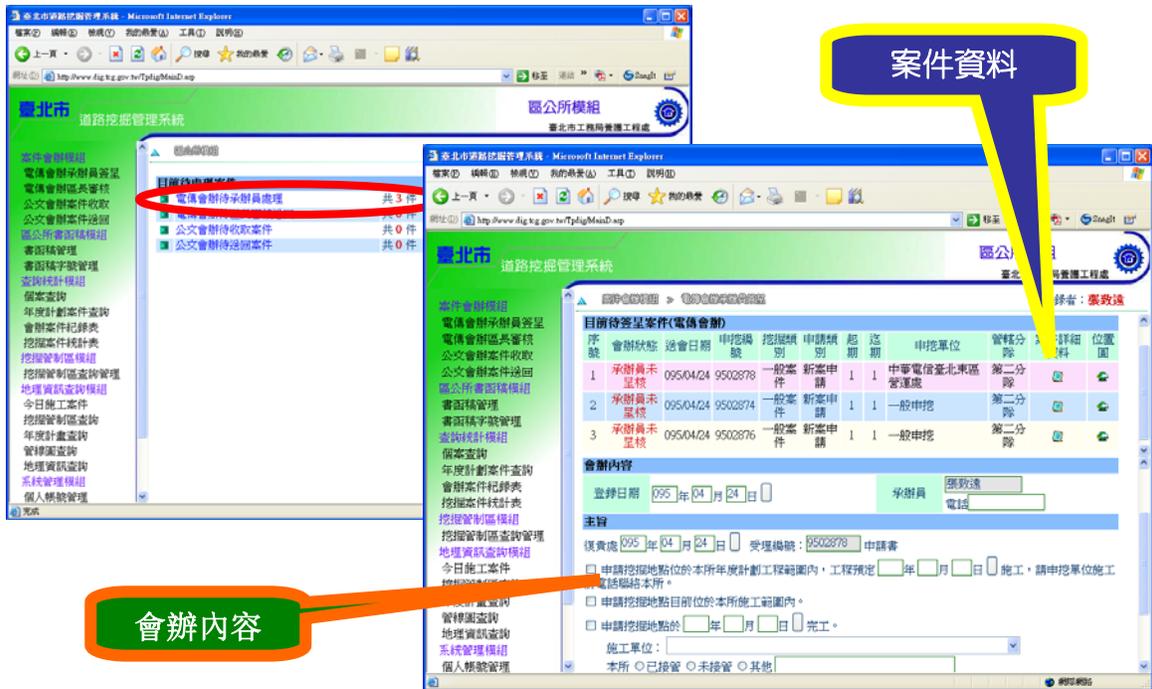


圖 4-8 台北市道路挖掘管理系統各機關線上會辦
(資料來源：台北市政府工務局)

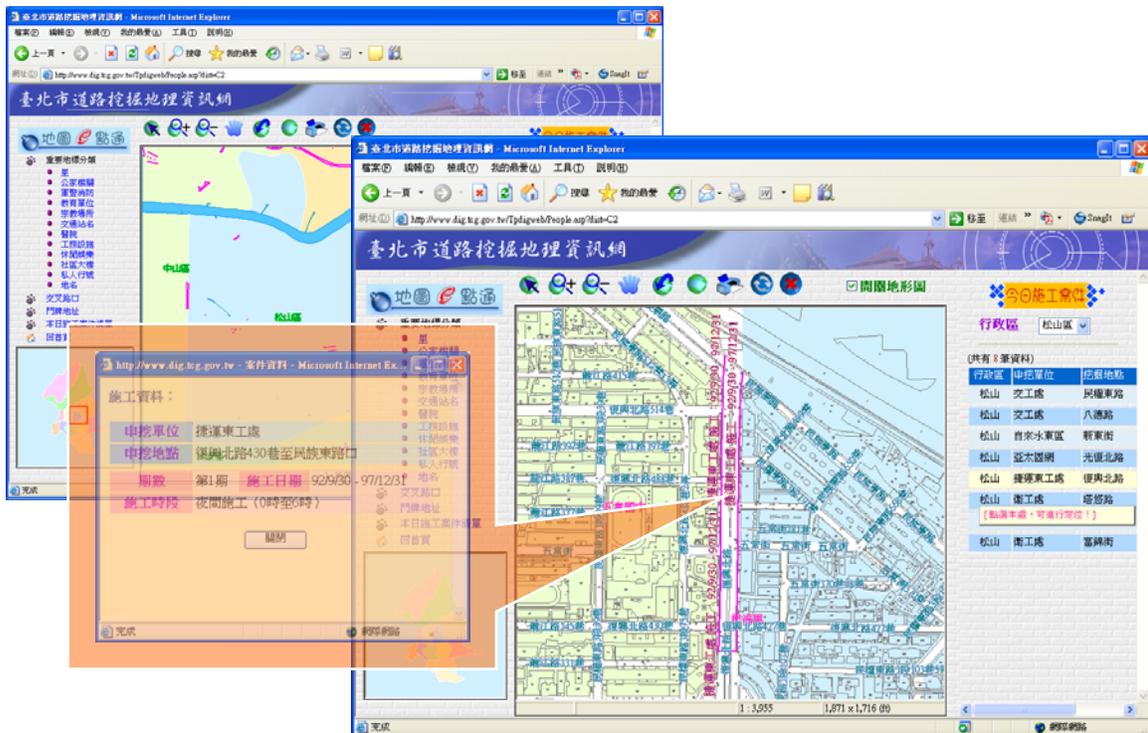


圖 4-9 民眾透過台北市道路挖掘管理系統查詢施工工程
(資料來源：台北市政府工務局)

該系統可達到的效益如下：

- 一、經由網路線上作業方式，大幅縮減公文往返時程，並提供 24 小時全年無休之申辦服務，申請單位可隨時隨地透過網際網路進行線上申挖。。
- 二、每日約 70 個單位連線作業：市府挖掘組、7 養護分隊、12 區公所、50 管線單位。
- 三、提供相關空間資訊（申挖位置、挖掘管制區、地下管線、街道地形及門牌等）的參考，可藉由地理資訊介面套疊相關圖層，提供陳判之參考，提昇管理品質及進度效率。
- 四、地下管線資料參考，減少誤挖之工安事件發生。
- 五、統合相關案件，減少道路工程頻率。
- 六、查報及竣工程序，管控管線埋設確實及道路回填平整。
- 七、一般民眾可直接上網了解目前道路施工狀況，提供透明化之挖掘資訊以達到全民督工之目標。

綜上所述，台北市的管線資訊系統亦為發展較為健全的系統之一，與高雄市政府的系統相似度極高，唯一的差別僅在於後端管理系統機制較不完備。管線挖埋的生命週期包含申請、核准、施工、竣工結案及稽查等，台北市政府管線資訊系統於竣工結案及稽查部分，與高雄市政府比較起來，尚未建立透過該系統線上進行的機制，後端管理維護部分僅著重於管線竣工後的圖檔建置。

第二節 台中市管線系統發展現況

台中市有鑑於管線工程單位於挖掘道路埋設管線完成後，依規應向道路管理機關申報竣工，並由道路管理機關派員查驗合格後即行接管，然管溝路面修復工作係分為路面修復及管溝回填兩階段，若同一管線工程分別由兩類管種以上工程單位施工後，如發生路面修復後管溝下陷狀況，則責任難以歸屬。且市區道路因埋設管線反覆挖補，又回填不實造成道路凹凸不平，早已招致民怨，道路管理機關既不核發挖路許可，亦無法參與管溝回填之施工過程，卻因身兼監督管理及代辦管溝路面修復須對各級民意及發生意外事故之結果負責，不論如何嚴格取締、查報違規、甚至拒不接管以釐清工程責任，終究難辭法律與民意之追究。因此台中市政府於八十六年三月發布實施「台中市政府代辦管線工程統一挖補作業辦法」，依據該辦法第二條規定：「凡於本市轄區道路埋設管線工程，該管線機構（以下稱委辦單位）除符合本府緊急性申挖案規定者外，應律將開挖回填路面鋪築等土木工程有關施工項目交由本府發包代辦，至於配線接管等專業性工作則由委辦單位自行負責，並應配合本府共同施工」，即以台中市政府統一負責管溝挖掘及回填工作並配合管線單位承包廠商共同或聯合（兩種管線以上）施工，此一統一挖補機制與台北市及高雄市均由管線機構負責挖補截然不同。

而在管線資訊系統方面，台中市於八十九年開始建置台灣地區首例結合數值航測與 GIS 地形圖之「台中市壹千分之一數值航測 GIS 地形圖建置」計畫，並接續辦理「國土資訊-公共管線資料庫建置計畫」的推行，以壹千分之一數值航測 GIS 地形圖為基本底圖，以分期分區方式建置台中市各管線單位之管線資料庫；台中市公共管線資料庫的建置為在道路基本資料庫的架構之下，由道路管理機關整合轄內八大類管線單位依共同之標準建置區域內公共管線資料庫，包括電信、電力、有線電視、自來水、水利、瓦斯、輸油管、雨水下水道、污水下水道、路燈、號誌燈、警訊、軍訊、行動電話、固網等重要管線，與民生需求有重要且密切之關係。

上述系統分為台中市政府內部及外部二部份，府內之管線單位利用區域網路，府外管線單位則利用網際網路皆以瀏覽器方式與挖路中心伺服器主機直接聯絡，進行線上資料更新上傳下載或公共管線資料查詢作業。系統可達到公共管線圖形及屬

性資料之更新交換與公共管線資料查詢等功能。系統架構經由 MapGuide Server 及 IIS 存取圖形及屬性資料，再轉為 Viewer 及 HTML 格式後，其查詢格式由管線資料庫 UIF 檔案轉換至 SDF 格式方能於系統上展示查詢作業。透過瀏覽器即可以進行道路定位及管線狀況查詢，以利管線單位資源共享，另外提供各管線權責單位一套管線資料庫更新維護管理系統編修子系統，此為單機獨立操作之系統，應用範圍涵蓋八大管線（電力、電信、瓦斯、水利、自來水、下水道、輸油氣及綜合）資料之新增、刪除、更新、查詢及列印，並將「公共管線資料標準格式轉檔程式介面」整合至本系統中之轉檔功能內。

以上述資料庫系統作為基礎，配合台中市政府統一挖補作業機制，建立一套台中市道路挖掘統一挖補管理系統，為持續性之管線及人手孔空間位置與屬性資料蒐集之測量繪圖系統，結合管線挖掘施工測量繪圖、竣工結算與 GIS 資料產製等功能（圖 4-10）。



圖 4-10 台中市道路挖掘統一挖補管理系統
(資料來源：台中市政府建設處)

該系統於使用者介面上亦分為一般民眾、府內機關及管線機構等三部分，一般民眾亦可透過該系統上網查詢施工路段，不過目前僅有文字表單可供查詢，尚未提供圖形介面查詢功能（圖 4-11）。

發佈單位	工程名稱	工程地點(範圍)	封路範圍	施工時段	工程廠商	廠商電話	備註
建設處管線科	電力、電信及自來水聯合施工	永和一街16號	無	日間	吉隆營造有限公司	0911-777599	98統控第一區施工中
建設處管線科	電力個別施工	忠孝路128號對面	無	日間	高明營造股份有限公司	0921-382162	98統控第二區施工中
建設處管線科	98年度台中市寬頻管道建置工程	建成路、南平路(忠明南路至新華街)	無	日間	高明營造股份有限公司	0928-317453	98寬頻第五區管道施工
建設處管線科	電力、電信、自來水及瓦斯聯合施工	信義南街與民意街口	無	日間	高明營造股份有限公司	0921-382162	98統控第三區施工中
建設處管線科	電力個別施工	美村南路68-5號	無	日間	吉隆營造有限公司	0923-188081	98統控第一區施工中

圖 4-11 民眾透過台中市道路挖掘統一挖補管理系統查詢施工案件介面
(資料來源：台中市政府建設處)

該系統發展初期僅為資料庫系統，且未整合線上申辦等作業流程，仍以紙本申辦，直到 97 年開始，申請挖掘道路實施網際網路線上申挖作業，以取代現行之書面申請，效率大為提升。本依原有規定，舉凡自來水、瓦斯、電信、電力等管線單位，以及市府所屬養護、土木、下水道、都市更新等單位，涉及挖掘道路或在道路上施工，均須提出書面申請，再由市府以公文答覆，書面作業即需相當時日，而公務機關每週僅辦公五天，且每天上班時間不過 8 小時，如遇緊急搶修案件，往往又大費週章，紙本申辦實不合時代趨勢。

而透過實施網際網路線上申請作業，將指定相關單位帳號密碼，每天 24 小時均可因需求而提出申請，並不致受到干擾，經核准後由建設處管線科隨時以 e mail 通知業者，申請時間縮短，效率亦隨之提升。

綜上，台中市的管線管理系統相較於台北市及高雄市已有相當程度的差距，除了系統介面不同之外，目前於管線資料庫的建置及線上申挖流程較為完備，系統的完整度與管線挖埋生命週期的整合上仍有進步的空間。

第五章 結論與建議

第一節 結論

一、在防減災及調適策略規劃手法中，欲降低都市脆弱度，提升回復力，可以下列措施進行：

(一) 災害相關資料庫平台整合平台建置：

防減災規劃需要眾多資訊始能進行，例如運用各種災害潛勢資料於都市空間規劃，而台灣歷年建立相關地質、水文環境敏感區、災害潛勢區及各類型圖層等基礎資料，但各類資料資料格式、尺度不一，欠缺整合統一平台。因此資料庫整合並資訊化，統一於單一平台有助於統合格式與尺度，強化各單位實際操作、研究、決策及運用之便利性；而維生管線資料資訊化及圖形化有助於災前規劃，災害搶救及災後復原等各階段對策的研擬及推行。

(二) 土地使用規劃及管理等非結構式減災措施：

運用減災措施來降低災害脆弱度是未來防災規劃的重心，過往台灣對於減災措施的運用多著重於工程層面之結構式減災，無法根本性有效改善地區受災情況，因此，以土地使用為核心之非結構式減災措施，透過空間規劃手段才能根本性的改善地區受災強度，降低或移除受災風險。

(三) 重大開發案之災害脆弱度分析：

台灣的重大開發案未審慎進行災害脆弱度的評估，而於建設完成後受到災害衝擊，浪費社會資源成本，而現階段脆弱度的分析(Vulnerability Analysis)應當審慎的被納入重大開發方案之中運用，評估地區、社會、產業各種層面之脆弱度，避免於未來開發後反而釀成重大災害；而脆弱度的分析之中，包含實質設施脆弱度、人口脆弱度及經濟脆弱度等，而維生管線系統的完整與抗災能力與上述三項息息相關，所以完整的管線資訊系統除有助於相關分析之外，亦可有效降低都市災害脆弱度，提升都市回復能力。

(四) 社區防災推廣：

社區防災是以社區為基本單元，透過類似社區總體營造之方式，建立防救災組織，推動相關減災措施，以提高災害的應變、復原重建能力。因此，社區防災可促使居民對生活週遭環境應詳細瞭解，並改造其環境，達到減災的效果。而目前三大都會區的管線資訊系統均有提供便民服務，可供民眾查詢道路挖掘地點，雖非針對災害方面，但是未來可以有限度的開放地下管線資訊讓民眾瞭解一定程度的環境資訊，對於災前維生管線維持之規劃，災害時危險管線及二次災害預防及災後及時修復維生管線等因應措施，提高災害應變能力及復原能力，讓居民能培訓自救救人的防災知識與防災意識，降低災害衝擊之風險。

(五) 災害潛勢地圖的製作與公布

災害潛勢地圖可使居民其瞭解此風險之內涵，並建議其可採取之策略。然而這些圖層資料，尺度上的精細、準確度尚未細緻到讓居民瞭解自身環境的風險程度；且多數居民並不了解取得上述資料之途徑。所以應採行多元之資訊揭露及宣導措施，公開災害相關的資訊，讓民眾瞭解其面對的風險有多高，並可降低居民對減災措施造成不便而引發之反彈，降低災害的風險。

二、管線資訊系統及應用仍有改善之空間：

(七) 經過檢視各縣市管線系統現況，目前仍以台北市、台中市及高雄市之管線系統較為完備，其中以高雄市的管線系統整合管線挖掘的完整生命週期最為完整。

(八) 高雄市的管線資訊系統雖已接近完整，但仍有改善之空間；例如目前所使用的地下管線分佈展示方式，係使用圖層套疊加上管線深度資訊，在使用上尚不夠直覺，未來配合電腦科技技術應可發展即時處理立體多邊形的立體展示，對於管線的展示與地下分佈情形更可一目了然。

(九) 為有效管理地下管線，小型收納各種弱電管線的電纜溝為未來趨勢，此類型的電纜溝除因具有構造體較傳統管線抗災能力較強外，於維修及佈設方面均相當便利，惟如此電纜溝如何在管線資訊系統中展現管線分佈的精密度，實為將來管線系統應考量之目標。

- (十) 目前所見的管線資訊系統雖有完整的資料庫，但是應用於都市防減災規劃上較少，頂多使用於災害發生後搶修應用上，實為可惜。災害中維生管線的維持係重要課題，都市防災據點的設置均需確保基本的緊急用水、緊急衛生設備、緊急用電及廣播通訊設備，而此諸多項目均予維生管線息息相關，未來應積極將管線系統資訊積極應用於防災上，例如於平時防災據點規劃時即應考量管線分佈規劃相關據點，災害發生時則可第一時間掌握管線資訊加以回復並避免危險管線發生二次災害，最後在災害回復時確實掌握管線資訊提升都市回復能力。
- (十一) 管線資訊目前於防災規劃的實際應用上，較為常見的為應用於國家地震工程研究中心 (NCREE) 為系統研發主軸，加上國科會一系列的防災科技整合型研究計畫推展下，產出屬於本土的地震災害損失評估軟體，亦即為 TELES (Taiwan Earthquake Loss Estimation System)。而在部分的調查研究中發現，多數受訪者認為 TELES 資料庫系統層面之「系統內建資料之不足」、「資料收集的困難」、「資料更新的限制」、「資料屬性陌生」四項問題 (蕭稚燕、彭光輝，2007)，因此完整的管線資訊系統應可透過可交換格式提供上述問題的解決方案。
- (十二) 隨著網際網路的發達，雲端運算 (Cloud Computing) 的概念亦為現在重視的課題之一，所謂的雲端運算是透過遠端，將運算能力變成任何時間、任何地點都能存取的服務。而管線資訊系統亦即符合此一概念，資料的儲存與取得都透過網路來進行，使用者本身並不知道資料確實的所在地，也不負責軟硬體的更新，一切都由雲端主動處理；隨著雲端運算的發達，政府部門對於資訊系統的硬體的負擔大為降低，僅需考量資料保全及備份等問題；另外亦可利用雲端的概念於網路進行不同系統之間的整合及運算，例如防災規劃軟體與管線資訊系統的結合運算，亦為將來可以發展的目標。

第二節 建議

建議一

針對現有完備管線資料系統與防災規劃緊密結合：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：台北市政府、台中市政府、高雄市政府

目前所見的管線資訊系統雖有完整的資料庫，但是應用於都市防減災規劃上較少，頂多使用於災害發生後搶修應用上，實為可惜。災害中維生管線的維持係重要課題，都市防災據點的設置均需確保基本的緊急用水、緊急衛生設備、緊急用電及廣播通訊設備，而此諸多項目均予維生管線息息相關，未來應積極將管線系統資訊積極應用於防災上，例如於平時防災據點規劃時即應考量管線分佈規劃相關據點，災害發生時則可第一時間掌握管線資訊加以回復並避免危險管線發生二次災害，最後在災害回復時確實掌握管線資訊提升都市回復能力。

建議二

各縣市政府積極進行管線資訊系統建置：中長期性建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：各縣市政府

管線資訊系統建置應為基礎建設的一部份，因需配合大量現地的外業調查，資料建檔轉換，以及大量的經費、時間及人力投入，且通常不易展現其成效，縣市政府在資源分配不足的情況下，通常並非列為優先進行的建設之一，以致於管線系統的建置並不普遍，因此未來建議以專案計畫來辦理，加速各縣市管線資訊系統的建置。

參考書目

- [1] 內政部建築研究所，921 集集地震災後重建與都市防災研討會論文集，2000。
- [2] 丁育群，國內外都市防災資訊網路相關之研究網路資訊系統之建置，內政部建築研究所，2000。
- [3] 陳崇賢，都市防災體系之建構，都市危機管理研討會實錄，1997。
- [4] 黃定國，都市防災整體計畫架構系統建立之研究，第311期，第13篇，台北科技大學學報，1998。
- [5] 熊光華，防救災體系與計畫資料蒐集及資料庫建立研究，內政部消防署，2000。
- [6] 陳亮全，都市建築地震災害要因資料系統之建立，內政部建築研究所，1993。
- [7] 熊光華，建築物火載量與建築物防火安全設計之研究，中央警官學校政研所碩士論文，June, 1984，pp. 55~60
- [8] 蕭江閉、黃定國，都市與建築防災整體研究架構規劃，內政部建築研究所，1995。
- [9] 何明錦、黃定國，都市計畫防災規劃作業之研究，內政部建築研究所，1997。
- [10] 詹長權、魏榮男，地震後收容中心給水設施規劃指引，國立台灣大學公共衛生學院職業醫學與工業衛生研究所，2006。
- [11] 周永川、何泰源、陳福勝，地下維生管線之地震防災對策，中華顧問工程公司，2001。
- [12] Dr. Shigeki Asahi、陳為堅，阪神震災經驗分享-大地震過後一星期

內公共衛生運作模式，國立台灣大學公共衛生學院流行病學研究所，1999。

[13]蔡博文，各層級災害防救災應變中心防災決策支援系統之建立，內政部建築研究所，2000。

[14]王錫美，我國消防組織、人力、設施與日本之比較分析，內政部統計處，1999。

[15]Toprak, S., “Earthquake Effects on Buried Lifeline System Ph.D Dissertation,” Cornell University, August 1998.

[16]Eguchi, R. T., “Water System Facility Performance During 24 Worldwide Earthquake,” Technical Report No. 82-1396-2b, J. H. Wiggins Company, Redondo Beach, CA, March (1982b).

[17]Ayala, G., and O’ Rourke, M. J., “Effects of the 1985 Michoacan Earthquake on Water System and Other Buried Lifelines in Mexico,” NCEER-89-0009, NCEER, Buffalo, NY, March (1989).

[18]Katayama, T., Kubo, K., and Sato, N., “Earthquake Damage to Water and Gas Distribution System,” Proceedings, U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Ann Arbor, MI, June (1975), pp. 396-405.

[19]Patelunas, G. M., Erel, B., and Thiers, G. R., “Vulnerability of Urban Water Systems to Seismic Hazard,” Project 74-536-4, Volume II, GAI Consultants, Inc., Monroeville, PA, Aug. (1977), pp. 150.

[20]O’ Rourke, T. D., and Jeon, S. -S., “Seismic Zonation for Lifeline and Utilities,” Earthquake Engineering Research Institute (2000).

[21]O’ Rourke, M. J., and Ayala, G., “Pipeline Damage Due to Wave Propagation,” Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 119, No. 9 (1993), pp. 1490-1498.

附錄一 期初簡報意見回覆

期初報告審查意見	意見回覆
<p>預期成果與產出請加強說明，為何選擇高雄市為案例，選擇高雄市對於後續產出及預期效益有何正面影響亦請補充說明。</p>	<p>高雄市政府管線管理資訊系統應是台灣目前較為完整的機制，並已發展多年，就其發展經驗應可作為國內未來管線資訊系統之示範案例，且因發展成熟，因此對於未來發展能量較為足夠，所以選擇高雄視為案例加以探討，其餘意見遵照委員意見辦理。</p>
<p>高雄市管線資訊系統中是否只能顯示平面分佈？可否顯示管線埋設深度。</p>	<p>該系統可以顯示每一條管線之埋設深度。</p>
<p>公共管線與維生管線兩者的定義及關聯請釐清。</p>	<p>公共管線之定義較為廣泛，係指與供公眾使用相關之管線均可稱之，而維生管線範圍較窄，因此公共管線包含維生管線；通常在防災體系中會討論到的多為維生管線系統的維持，但管線系統的架構並非只顧及維生管線而已，因此本研究所討論的範圍擴及整體公共管線範圍。。</p>
<p>國內公共管線資訊化發展程度為何，建議加以收集列入研究之中。</p>	<p>遵照委員意見辦理，將會初步蒐集各縣市的管線系統辦理情形。</p>
<p>建議先行架構管線資訊系統與防救災系統之間的關聯，再行探討提出相關課題再進行實際訪談，以確實得到研究需求的相關資訊。</p>	<p>遵照委員意見辦理。</p>
<p>應確實建構管線資訊系統與都市防減災之間的關聯性。</p>	<p>遵照委員意見辦理。</p>

<p>本案以高雄市為例，是否於案例探討研究後可以針對此系統提出未來發展及改善建議。</p>	<p>遵高雄市政府管線管理資訊系統應是台灣目前較為完整的機制，並已發展多年，就其發展經驗應可作為國內未來管線資訊系統之示範案例，且因發展成熟，因此對於未來發展能量較為足夠，應可針對未來發展提出建議。</p>
<p>本所曾經有針對高雄鼓山地區防災計畫及高雄市防災計畫書進行研究，建議可以加以參考。</p>	<p>經檢視鼓山地區示範計畫中，維生管線僅原則性提及，並無較為深入性的探究，會將其納入相關文獻中。</p>

附錄二 期中簡報意見回覆

期中報告審查意見	研究團隊意見回覆
公共管線系統若未來要供全國做經驗參考，建議將台北及台中等都會區經驗納入研究之中。	遵照辦理。
建議加強本研究對於管線系統於都市災害防制之間的關連。	遵照辦理。
維生管線相當複雜及龐大，具有少數幾處破壞就會影響整個系統運作的特性，因此可以從整體都市層面脆弱度及防災對策上多加著墨，再探討管線系統資訊化在這方面如何應用，以加強與都市防災的關連性。	遵照辦理。
高雄市管線系統的優缺點建議加以探討可工作未來改進參考之用。	遵照辦理。

附錄三 期末簡報意見回覆

期末報告審查意見	研究團隊意見回覆
<p>本研究對現有公共管線資訊化及道路挖掘管理的部分，資料蒐集及分析均相當完整，但在都市防災的連結上，尤其水災、地震的較廣域災害，可再加強，譬如管線資訊化可提供水、震災的危害度分析，並進而提供出減災、整備的具體對策。</p>	<p>本研究已有初步與相關災害的初步分析，針對廣域災害的危害度分析等將提供後續研究參考。</p>
<p>對 GIS 的新進發展，如 WEB GIS、個人行動 GIS 等，是否可以在公共管線資訊化的後續推動上，可以有些建議。</p>	<p>目前管線系統案例部分上未見有相關資料，未來研究可以針對此一部份做一深入探討。。</p>
<p>建議在尚未開發的區域應先建立管線資訊系統，未來建設完成即可確實掌握管線資訊；而現在三大都會區雖然開發程度已經很高，未來管線施做應確實建置資訊化資料，若目前系統上有不足部分則應持續補強。</p>	<p>此點建議確為管線管理應有的作為，將提供各主管機關參考。。</p>
<p>在發現各都會區管線系統的相關問題後，是否可以提出相關檢討及對策，提供各都會區做改善參考。</p>	<p>目前以針對台北跟台中地區有提出尚未完善部分，亦提出初步的改善措施。。</p>
<p>結論與建議建議加強可以具體可行的執行項目，或是後續可以研究之項目。</p>	<p>遵照委員意見辦理。</p>
<p>管線管理系統在都市工務體系以道路挖掘管理為主，在都市防災預防及救援上仍有不足，請多參酌國外維生管線系統發展，為都市防救災體系提供建議。</p>	<p>遵照委員意見辦理。</p>
<p>地理資訊系統發展與早期應用已</p>	<p>目前蒐集案例尚未有此部分新技術的</p>

<p>不同，建議加入 WEB GIS，SOA 架構、3D、行動 GIS 等新技術，對都市管線應用之建議。</p>	<p>應用，未來將持續進行此一部份的研究。</p>
<p>文中有談及管線全生命週期概念，但公共管線資料庫分組（NGIS）權責機關為營建署，請以中央、地方分責概念為推動策略依據。</p>	<p>遵照委員意見辦理。</p>

