

大地資訊系統之發展與應用
DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

姜凱文，黃南輝
K.W. Chiang and R.N. Hwang

原著載於近代工程技術研討會,1994年

*Reprinted from Proceedings of
Symposium on Modern Engineering and Technology,
Infrastructure Construction Session, pp.223-249,
Taipei, 1994*

Development and Application of A Geographic Information System

Chiang, K.W. Hwang, R.N.

Abstract

Geographic Information System (GIS) is a powerful tool for integrating graphical and digital data bases so that information can be stored, analysed, managed and demonstrated systematically. Moh and Associates has established a geotechnical GIS by integrating information contained in separate technical reports into a unified system. Users can obtain all the information through this system without repeating the efforts for data collection and compilation. The status of construction and instrument data can be quickly viewed on screens. This GIS therefore will not only improve the efficiency but also will enhance the quality of professional services.

大地資訊系統之發展與應用

姜凱文*

黃南輝**

1. 前言

自從台灣引進地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 至今已具有相當程度之應用，包括政府機關、學術單位及民營單位對於地理資訊系統之發展研究不遺餘力。目前亞新工程顧問公司正著手建立大地資訊系統，期將各種監測儀器資料庫、土壤資料庫及圖形資料庫加以整合，建立一套適用於大地工程使用之地理資訊系統。並以大地資訊系統為基礎，結合各種模擬模式及專家系統介面等分析工具，以建立功能性齊備之空間決策支援系統 (Spatial Decision Support System, SDSS)，期能將地理資訊系統之功能充分應用於大地工程之中。

2. 概論

自1960年代加拿大首先開始發展地理資訊系統以來，美國、英國、挪威、荷蘭、瑞典等先進國家將地理資訊系統應用於各個不同領域，包括人口、交通、環保、財經...等，並已獲至相當之成果展現。台灣在國立中央大學於1985年引進地理資訊系統軟體後，1986年國建會區域發展組建議儘速建立國土資訊系統以作為區域計畫及國家基本建設規劃分析及決策過程之主要工具至今，國內產官學界即大力推動地理資訊系統，積極引進國外先進之軟、硬體，並邀請國內外著名之專家學者舉辦多次相關之研討會，不僅為國土資訊系統之發展與建立奠下良好之基礎，亦促使各界對地理資訊系統作更廣闊之發展與應用。

亞新工程顧問公司自1992年起亦開始積極發展有關地理資訊系統之各項研究計畫，其中較為重要者為地盤下陷資訊系統，目前進行之計畫則有地盤下陷資訊系統之後續研究及建立大地資訊系統之研究。以下先對地盤下陷資訊系統加以介紹，再針對大地資訊系統作詳細之介紹。

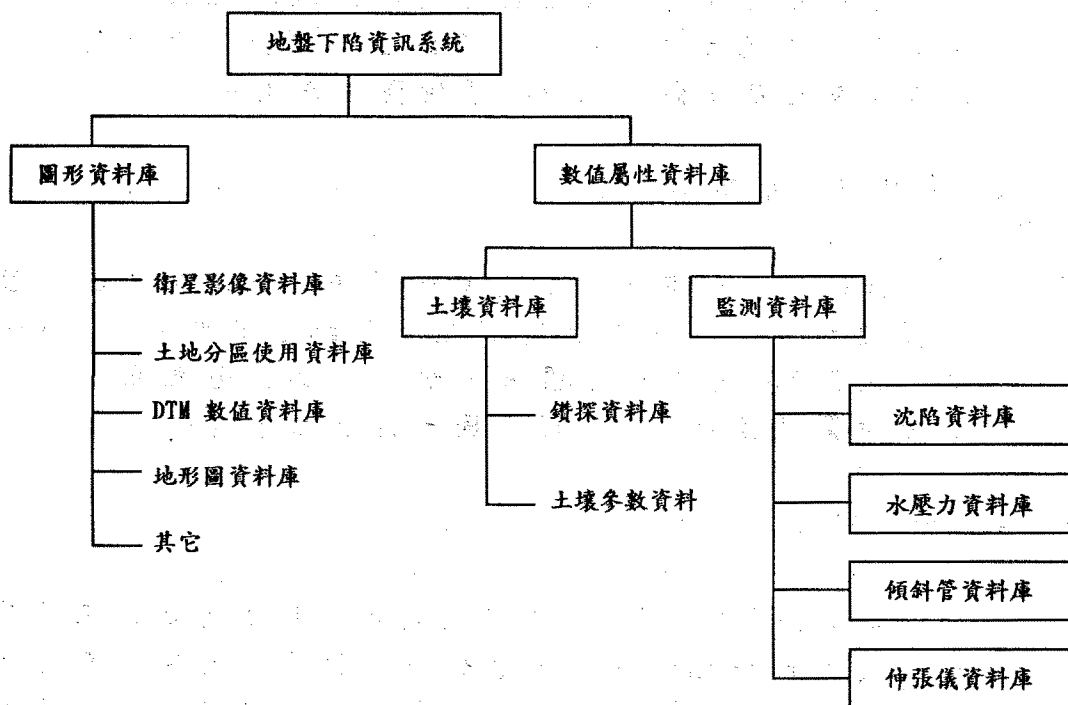
* 亞新工程顧問公司捷運專案工程師

** 亞新工程顧問公司捷運專案計畫經理

3. 地盤下陷資訊系統研究計畫

由於台灣西部濱海地區因地下水超抽嚴重及工程因素，造成許多地區均有顯著之地盤下陷問題，亞新公司於1992年起接受行政院公共建設督導會報之委託，選定高雄永安地區進行地盤下陷之研究，並結合全球定位系統 (Global Positioning System, GPS)、遙測技術、影像處理及地理資訊系統建立永安地區地理資訊系統，以整合處理分析地盤下陷之相關資料，有關本計畫之成果展現，請參閱圖一~八。

地盤下陷資訊系統之資料庫架構如下所示：



以本系統對整體資料之整合性來評估其功能性可歸納成以下幾點：

- (1) 有關地盤下陷資料庫建立後，並配合實際大地工程應用情況，測試其資料整合分析及資料展現功能後，確定其對工程規劃或設計能發揮其效益。
- (2) 本系統內之資料亦能與國內其它資訊系統之資料庫進行資源共用與分享，如林務局農林航空測量製作之土地分區使用資料及中央大學太空及遙測研究中心之衛星影像等。

(3) 本系統所採用之軟體 (Intergraph, MGE) 與國內另一常用地理資訊軟體 (ESRI, ARC/INFO), 其資料之轉換經測試後除文字部份因使用之中文系統無法統一, 不能完全轉換之外, 圖形部份則無問題。

在該研究計畫中曾提出以建立全國地盤下陷資訊系統為基礎, 再結合各種模擬模式及專家系統介面等分析工具, 以建立功能性齊備之空間決策支援系統, 並對其功能作如下之設定:

• 土地管制區分

行政部門可透過各種圖形資料庫經過比對、資料分析後了解土地使用之變化, 再結合各項監測資料之成果展現, 當可明確對土地進行管制區分作業。

• 全國地盤下陷預警系統

透過全國地盤下陷監測系統資料庫能清楚了解全國各區域之沉陷與地下水壓狀況, 再配合其它資料庫 (水文、地形) 相較其間之關係, 則可建立安全之管理值。對於防災預警對策等問題可提出具體之建議。

• 大地工程性質分區

亞新公司曾於1989年完成大台北盆地大地工程性質分區圖, 包含地質圖、地層分佈柵狀圖、地層剖面及松山層各次層等高線圖等。此一成果對於後繼之各項重大建設之規劃與設計均發揮相當之效益, 若將此一理念建立於地理資訊系統中, 不僅對未來大地工程問題提供更完整之解答外, 亦可將此一系統推廣至其它地區使用。

• 公共工程建設基本資料庫

藉由全國地盤下陷系統完整的地下水及土壤資料, 再加上長期之各項監測資料, 對日後國家重大建設工程之規劃、設計、施工及完工後之影響, 皆可提供正確而可靠之完整資料。

目前亞新公司所積極研究之大地資訊系統即針對上述之功能作為發展之目標，並以台北市捷運系統沿線之地理資料做為基本資料，日後再推展之其它重大建設。

4. 大地資訊系統研究計畫

大地資訊系統研究計畫之目的，是為了達成地盤下陷資訊系統所提出之長程目標：建立大地工程分區及建立公共工程建設基本資料庫。雖然本研究計畫剛完成規劃分析階段，目前正進行資料搜集、整理之工作，整個計畫之構想、目標及未來之應用與發展已經完備，可做為未來所有地理資訊系統之參考。

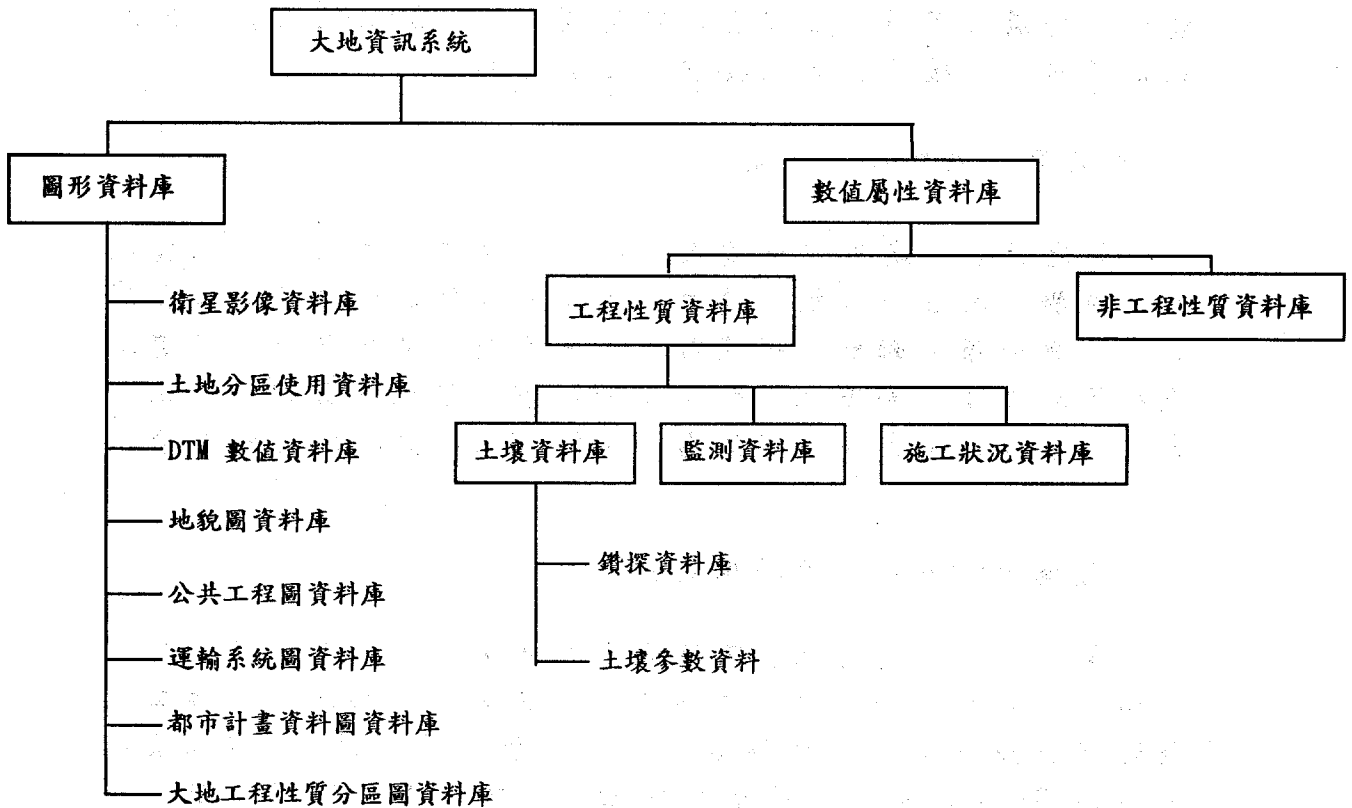
4.1 大地資訊系統之資料庫架構

本系統之基礎為地盤下陷資訊系統，因此在資料庫架構上仍延續原有之資料架構，但在圖形資料方面則加入了公共工程圖形資料庫、大地工程性質分區圖形資料庫、地貌圖(水系圖與地形圖)、運輸系統圖形資料庫、都市計畫圖形資料庫，這些圖形資料庫是為了擴大原系統之功能性而加入的。因此，加上原有衛星影像、土地使用分區、DTM 共有九種圖形資料庫。在屬性資料庫除了原有的架構外，將大幅擴大監測儀器之種類並擬加入施工狀況資料庫及非工程性之資料庫，這些非工程性之資料庫將搭配新增加之圖形資料庫，以增加原系統之廣度及深度。

在數值屬性資料庫中之土壤參數及鑽探資料庫之資料結構，原則上將會參考大地工程資料庫系統 (Geotechnical Engineering Data Base System, GEDBS) 所建議制定之土壤及鑽孔資料之儲存格式。該系統為國土資訊系統中自然環境基本資料庫之第二分組，由內政部建研所推動，為求與國土資訊系統之各子系統共同發揮基本資料功能，其它數值屬性資料庫之儲存方式及圖形資料數化時亦會儘量採用標準格式。

在圖形資料庫中將會再細分出主題圖與基本圖，並依據不同之需求訂定其比例單位。本系統所新增之監測資料庫、施工狀況資料庫及非工程性之資料庫，將會依照其功能性與圖形資料連結，使系統更能反應出真實之情況。

以下為大地資訊系統之資料庫架構：



4.2 大地資訊系統使用之軟硬體設備

本系統所採用之軟體設備為 Intergraph 公司所開發之 MGE (The Modular GIS Enviroment) 系統，與地盤下陷資訊系統所採用者一致。現對其系統之架構、功能簡介及其特點加以說明：

4.2.1 MGE 系統架構

MGE (The Modular GIS Enviroment) 是架構於 UNIX 作業系統下之 GIS 系統，圖形處理採用 Intergraph 公司所發展功能強大之交談式繪圖系統 MicroStation，此繪圖系統之操作介面為圖形使用者介面 (Graphic User Interface, GUI)。屬性資料部份可採用關聯式資料庫 Oracle、Informix 或 IBM DB2 系統，本系統則採用 Oracle 資料庫。圖形與屬性資料則透過 RIS (Relational Interface System) 建立其連結關係。其系統架構及各項資料庫之關聯請參閱圖九~十。

MGE 系統即為架構於上述作業環境下的一套模組化 GIS 系統，Intergraph 公司目前發展近數十個模組程式支援應用，每年並陸續推出其研發之新模組，使用者可自行規劃其作業需求選購所需之模組，各模組均可完全整合。

4.2.2 模組功能簡介

以下將就本系統所採用之重要模組之功能予以簡略說明：

(1) MGE/SX (MGE Single User Nucleus)

為 MGE 系統之核心模組，主要功能可分為：

- 計畫管理與設立 (Project Management and Setup)
- 資料收集與確認 (Data Collection and Validation)
- 資料查詢與管理 (Data Query and Management)

(2) MSM (MGE Terrain Modular)

為 MGE 系統中處理數值地形 DTM 之模組。

- DTM 資料之來源分為 ASCII 檔案、數化圖形檔、掃描圖檔等多種型式，DTM 之處理模式分為不規則三角網 (TIN) 及規則網格 (GRID)。並具有處理斷線、斷層及檢核點等功能，能產生圓滑化之等高線及標駐高程值等功能。
- 其分析功能具有土方計算、坡向與坡度分析、視野分析、斷面圖繪製、模型接合、合併、萃取等功能。

(3) MGLA (MGE Gelologic Analyst)

- 鑽井/鑽孔孔位位置圖之產生與管理。
- 依鑽探資料產生地質柱狀圖。
- 依鑽探資料產生地質剖面圖。
- 依鑽井/鑽孔資料產生不規則柵狀圖。
- 可處理平面、不整合、斷層、位置等多種地質圖。

(4) MGLM (MGE Geologic Mapper)

主要支援地質方面資料之輸入及維護，並產生資料庫之資料報表、基本圖及地質/地層分佈圖。

(5) MGI (MGE Image)

為影像處理分析模組，可接受 SPOT 或 LANDSAT 衛星影像資料、掃描儀掃描之影像檔或一般灰階影像資料。在影像處理上除提供影像資料與向量資料套合 (Overlap) 外，尚有影像分類、邊緣線偵測、明亮度調整、輻射糾正等功能，並能將分析結果向量化處理。

(6) MGA (MGE Analyst)

為 MGE 系統中處理空間相位 (phase) 分析及運算之模組。

- 建立相位檔案：由圖形資料中依圖素、屬性及座標建立相位關係及相位間之重疊運算。
- 建立相位分析檔：透過相位檔案及屬性資料，經由空間運算元產生相位分析檔。
- 輸出展示：將相位分析結果展示於監視器、報表或圖檔。

4.2.3 MGE 之特點

- (1) 軟體模組涵蓋範圍相當廣泛，尚有大地、地質、環保、水文、交通等。
- (2) 各模組之內容不但包含向量式、圖點式、網格式、物件導向式等，亦涵蓋測量計算及影像分析，使用者皆可依據其作業需求選擇及搭配所需之模組。
- (3) 採用圖型使用者介面操作，簡單易學。
- (4) 第一套直接採用 SQL (Structured Query Language) 指令及使用標準關聯式資料庫之 GIS 系統。

(5) 對資料之輸入、更新、設計及分析顯示功能較其它 GIS 系統強大。

本系統所採用之硬體設備包括 Intergraph 公司之工作站及個人電腦，工作站主要為執行 GIS 各軟體模組時之用，個人電腦則為進行資料之輸入、編輯與檢視等作業。

目前的電腦軟/硬體發展一日千里，尤其是個人電腦的進步，不論是資料或圖形之處理、分析之功能已日益強大，並且在價格上亦相當的合理。因此個人電腦在 GIS 系統中所扮演的角色亦日益重要。為達到真正資源共享之目的，本系統之電腦網路除上述之設備外，正籌畫增設一新的網路，並加強各項硬體設備。其構想即為了使工作站與個人電腦的功能均能完全發揮，並使各部門均能享受到資訊系統的資源。

本系統之資料庫係採用 Oracle 系統，為一主從 (Client-Server) 架構之資料庫，當伺服器端 (Server，工作站) 及客戶端 (Client，個人電腦) 均安裝其所屬之通訊協定軟體後，客戶端即可透過 SQL 指令查詢或擷取伺服器端中 GIS 資料庫之資料，網路連接示意圖請參閱圖十一。依照此一概念，可以在個人電腦上發展各部門所使用之專業應用軟體，透過上述之方式取得使用者所需的資料加以應用。因此透過此一電腦網路配合個人電腦專屬之應用程式又形成 GIS 之子系統，如此可將整個大地資訊系統的功能真正發揮出來。

以現今電腦軟體之發展觀之，視窗化軟體 (Softwares for Windows) 的易學易用及不同視窗化軟體間資料可相互傳遞等優點，將成為未來發展之主要趨勢。而一些撰寫視窗化軟體的程式語言 (如：Visual Basic、Visual C . . .) 及視窗化之資料庫 (Oracle for Windows、FoxPro . . .) 均支援上述之電腦連線方式，因此在個人電腦上發展各部門相關之子系統程式已屬必然。亦唯有透過此一方式，才能真正達到資料流通及資源共享之目標。

5. 大地資訊系統之建立程序

5.1 規劃分析

(1) 歸納分析各種地理資料

本系統中所採用之圖形與屬性資料已列於資料庫架構中，而新增部份之資料將會對其所代表之意義及其特性加以分析，以決定檔案結構及內容，和其欲連結之資料及涵蓋內容，並決定各資料庫間之關聯性。

(2) 資料分類編碼

在進行資料編碼時必需考慮將來應用層面及相關資訊系統間的溝通，才能決定其分類準則及代碼結構。本系統為考慮日後與國土資訊系統間之資料流通，因此在圖形資料分類及編碼上將依照內政部製定之編碼原則，屬性資料方面則收集國土資訊系統之相關資料。但值得一提的是，本系統之屬性編碼在變更上是相當簡便的，在屬性資料編碼原則統一之後，亦能將編碼快速地更新。

5.2 資料收集與處理

資料收集分為圖形與屬性資料，屬性資料為一般書面資料，除原先地盤下陷資訊系統所收集之資料外，將過濾亞新公司歷年來進行各項計畫所有之資料，包含土壤、鑽探、監測、施工等各項紀錄以作為屬性資料之來源。

圖形資料之來源則可經由下列方式取得：

- 衛星影像偵測
- 現有圖籍資料
- 現場量測
- 其它來源

由於圖形資料可能產生於不同系統，因此圖形資料轉換之正確性必須加以考慮。以目前國內所常用之另一套地理資訊軟體 ARC/INFO 與本系統所採用者其間之轉換而言，圖形部份轉

換成功率達100%，但在中文字型部份則因中文內碼不統一，使得轉換上需先轉換成通用之BIG-5內碼再載入本系統中。而另一常用之繪圖軟體AutoCad所產生之圖形資料，目前亦能輕易地轉入本系統中，但中文字型的問題仍舊存在。

5.3 資料輸入

圖形資料輸入部份計有以人工數化、光學掃描、磁性資料轉換、影像輸入等，屬性資料則有人工輸入及磁性資料轉換。所有的資料將依據計畫所訂定之目標建立完成。

5.4 資料編輯與修改

資料的編輯與修改依照以下之步驟進行：

- 將輸入之資料分別繪印或提供報表作人工檢核。
- 檢查圖形資料之位相圖並加以修改。
- 剔除重覆或多餘資料並增補遺漏者。
- 連結圖形與屬性資料。
- 增加或修改地名註記。
- 圖幅資料之接合。

5.5 資料儲存

資料儲存首先考慮的是資料庫系統必須具備有儲存、管理、表達地理圖形及屬性資料，並且須維持空間資料與屬性資料間連結。本系統在此部份維持地盤下陷資訊系統之儲存方式，對資料之儲存情況經測試後令人滿意。

5.6 資料輸出

資料的輸出必須以適當之型態加以展現，方能將資訊完整表達並提供給使用者使用。在地盤下陷資訊系統中，已藉由GIS系統所提供之功能製作出同時將空間與屬性資料結合展現的結果，同時將其結果以自訂報表格式輸出，或從各式繪圖機、印表機將結果輸出。系統建立程序如圖十二所示。

6. 大地資訊系統發展目標與應用方向

6.1 發展目標

大地資訊系統之基礎來自於地盤下陷資訊系統，再增加資料庫之內容將其應用範圍擴大至大地工程範疇。因大地工程所涵蓋之範圍相當廣泛，因此擬定了系統建立之近程目標與遠程目標。

6.1.1 近程目標

• 地盤下陷資訊系統後續研究

地盤下陷資訊系統原先以高雄永安地區作為研究案例，目前已證實地理資訊系統應用於地盤下陷分析之可行性，並具有相當程度的發展性。因此未來的發展重點應將此一資訊系統推廣至在臺灣西濱地區具有地盤下陷問題潛能之地區，以防止地盤下陷發生；或應用於已發生地盤下陷問題之地區，協助研擬改善方案，避免下陷問題繼續惡化。

• 建立大地資訊系統之初步架構

以台北捷運工程作為系統建立之案例，圖十三所示為捷運系統初期路網圖。在捷運工程中大地工程扮演著相當重要的角色，其所涵蓋之範圍亦適合本系統所考慮者。在規劃中預計完成之項目有：

- 建立捷運路網附近之土壤、鑽探資料庫，產生沿線之土層剖面圖、松山層各次層等高線圖、立體柵狀圖。
- 將目前之大地監測資料庫轉入本系統中，建立各種監測儀器資料觀測報表、歷時曲線及常用圖型，繪製沉陷區等高線、地下水位等高線、承載層等高線等。
- 建立施工狀況資料庫，將施工紀錄及特殊事件等資料建立在資料庫中，可與監測儀器資料庫連結，當

使用監測資料時可以配合施工狀況資料庫一起使用，讓使用者能在瞭解各種施工狀況下，更能掌握監測資料所代表之意義，以瞭解施工因素對大地工程分析所造成之影響

- 建立大台北地區大地工程性質分區圖。此部份工作在淡水河西岸部份尚未完成，擬在近程目標中建立部份區域之分區，圖十四所示為計畫中之區域，探討分區原則，作為大台北地區大地工程性質分區之基準。

6.1.2 遠程目標

- 完成大台北地區大地工程性質分區工作，並將此一觀念推廣至其它都會區。
- 將大地資訊系統應用於各種公共工程之中，藉由系統所擁有完整之屬性資料庫與分析模式，提供公共工程在規劃、設計及施工等各階段所需之基本資料。
- 將系統中之地盤下陷資訊子系統擴增為全國性之預警系統，並將此一子系統應用於其它領域，如：水汙染、交通規劃等，並將各子系統之開發交由相關部門研發，再由小組進行系統性整合作業及系統維護，如圖十五所示，將大地資訊系統之功能發展成功能性齊備之空間決策支援系統。

6.2 應用方向

- 在初期系統架構完成後，將系統應用於相關部門以瞭解系統在實際運作時對決策所產生之效益，如：在規劃時所提供之基本資料，在設計時所提供之整體性資料，並彙整各使用單位之建議，作為系統修正方向時之依據。
- 系統完成後開始推展至各部門，分別建立相關子系統，如環保部負責開發有關環境資訊子系統、運土

部負責發展運輸系統相關之子系統等，使各部門能減少耗費人力於資料搜集、整理及比對上，提高作業效率之外，並藉由系統所提供之整體或特定目的之資訊提昇其專業研判與評估。

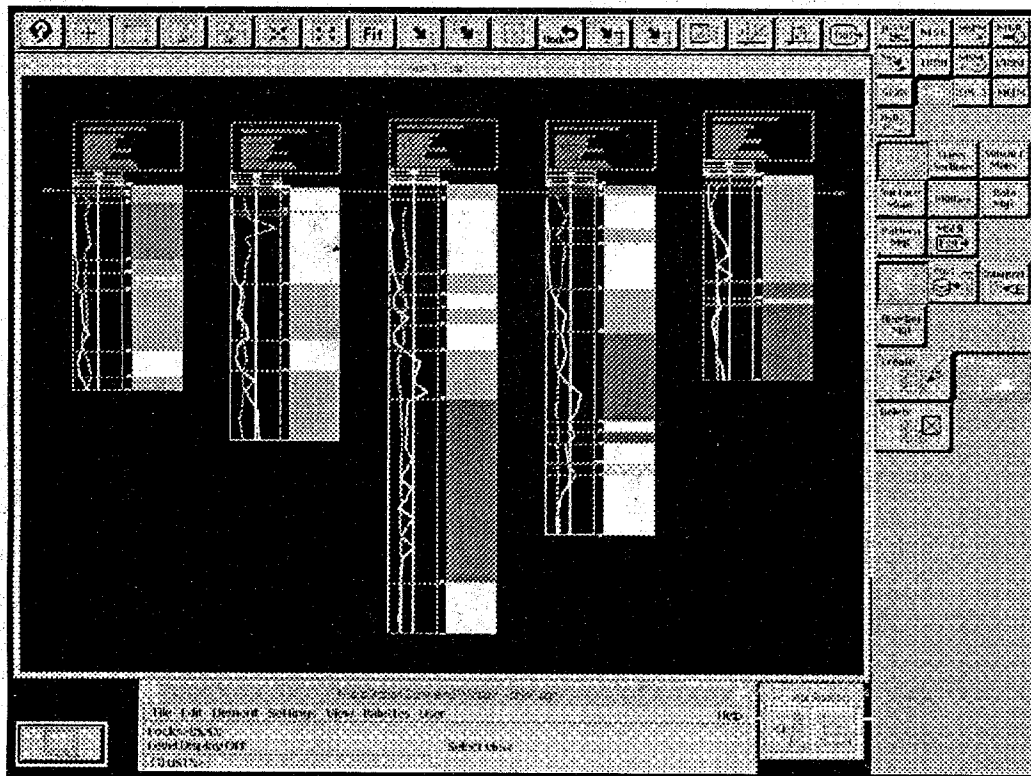
7. 結論

隨著電腦軟/硬體之快速發展，地理資訊系統所能提供之整合性服務，不論是整體性之決策資訊或是專業性之研判意見，均能完成系統規劃時所設定之目標，同時亦因其強大的資源整合功能，使用者僅需藉由系統介面即可依照不同程度的需求快速取得所有相關資訊，不僅避免耗費大量人時於資料搜集整理及比對上，亦可透過系統結合圖形與屬性資料輕易的獲得整體性之瞭解，因此預估在未來數年內地理資訊系統將在決策支援系統中扮演重要之角色。

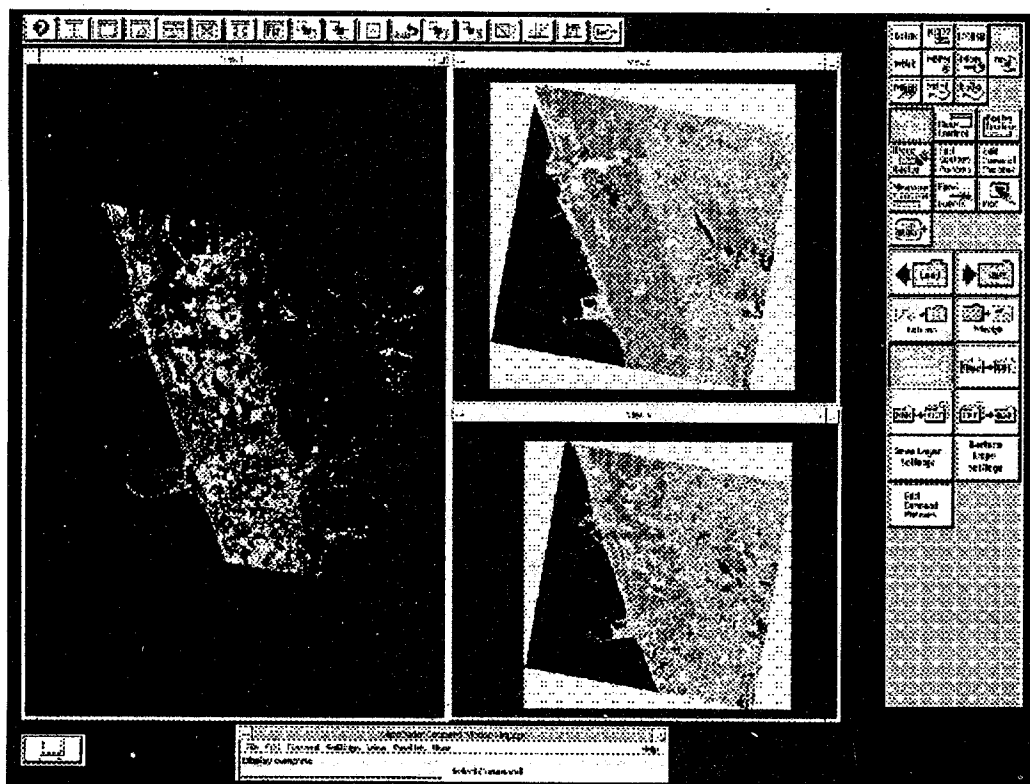
由於大地工程的複雜性與不確定因素，以往均倚重經驗豐富之工程師或使用高安全係數的方式來防範工地事故的發生。大地資訊系統的建立的目的是在於利用龐大的資料庫及各種模擬分析的結果來解決此一問題。並且未來的發展趨勢將會是將各個子資訊系統相互連線支援，形成全方位功能的大型整合式資訊系統，屆時各單位所開發之地理資訊系統將不再是獨立存在，此時地理資訊系統所扮演之決策支援系統才能真正發揮。

8. 參考文獻

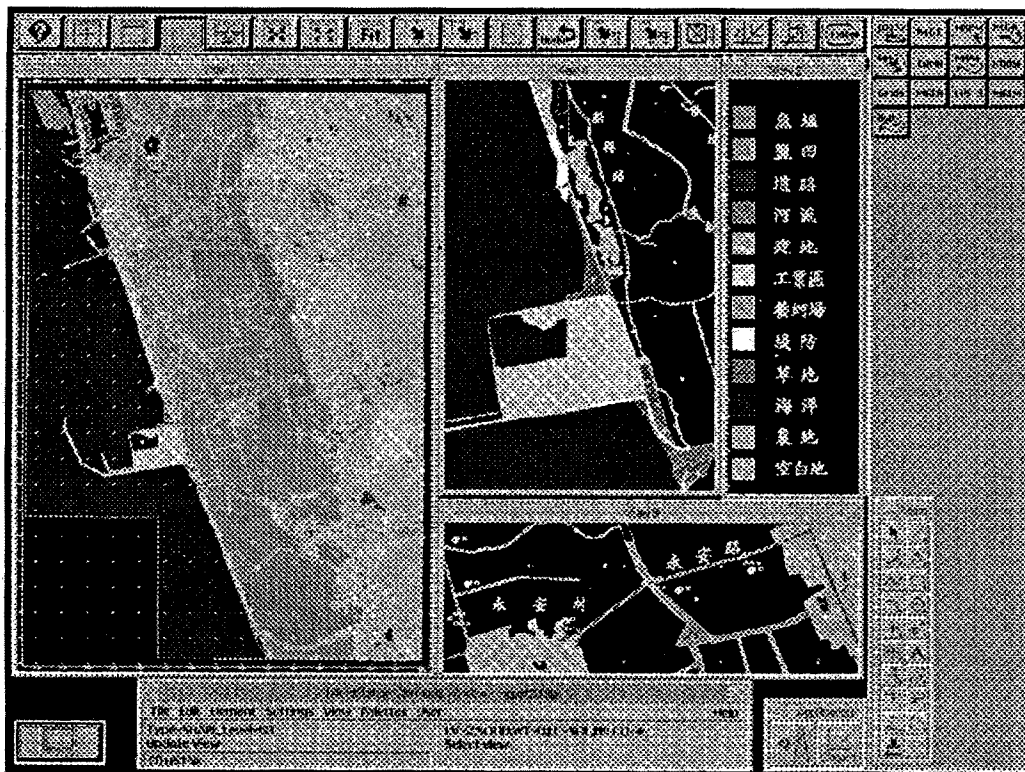
- (1) 建立地理資訊系統可行性之研究，高雄市政府七十九年度研究報告，高雄市土地測量大隊，民國79年6月。
- (2) Multipurpose Geographic Information System : An Overview of Recent Trends In Developed Countries，多目標地理資訊系統研討會，張康聰，民國77年1月。
- (3) GIS World，Vol. 7，1994。
- (4) 國土資訊系統整體規劃及地理資料目錄編製之研究，台灣大學地理學研究所，民國80年6月。
- (5) 台灣各地區地盤下陷研究(二)計畫成果報告，亞新工程顧問公司，民國82年6月。



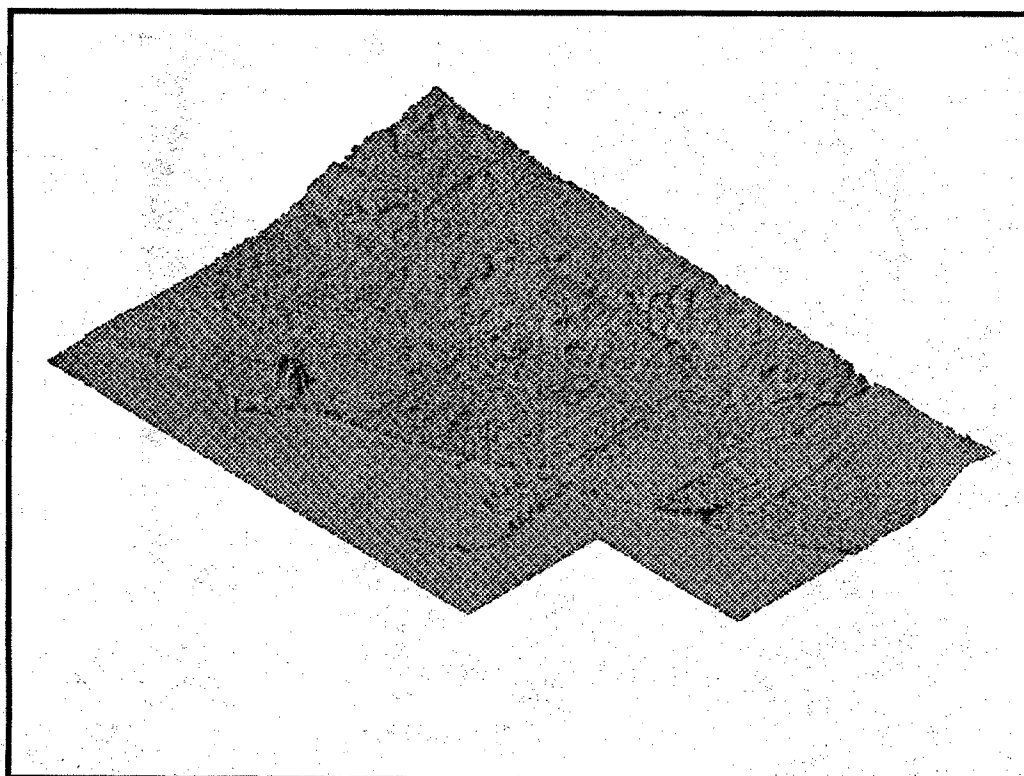
圖一、土壤鑽探剖面圖



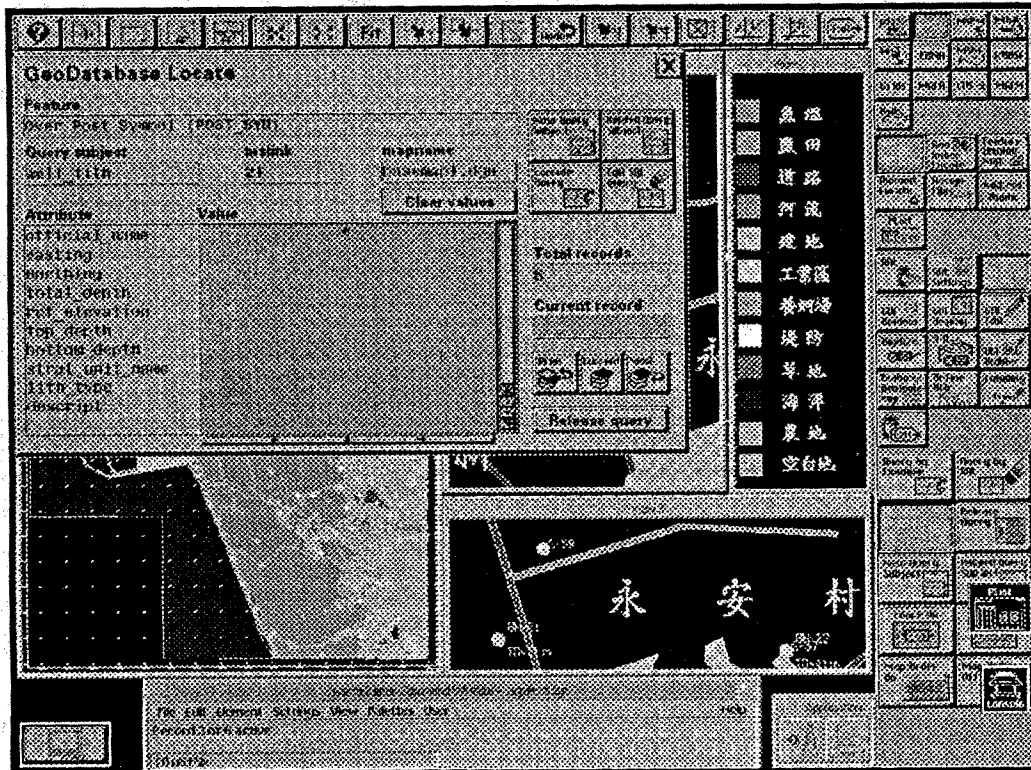
圖二、衛星影像經處理後比較結果圖 (1986/1988)



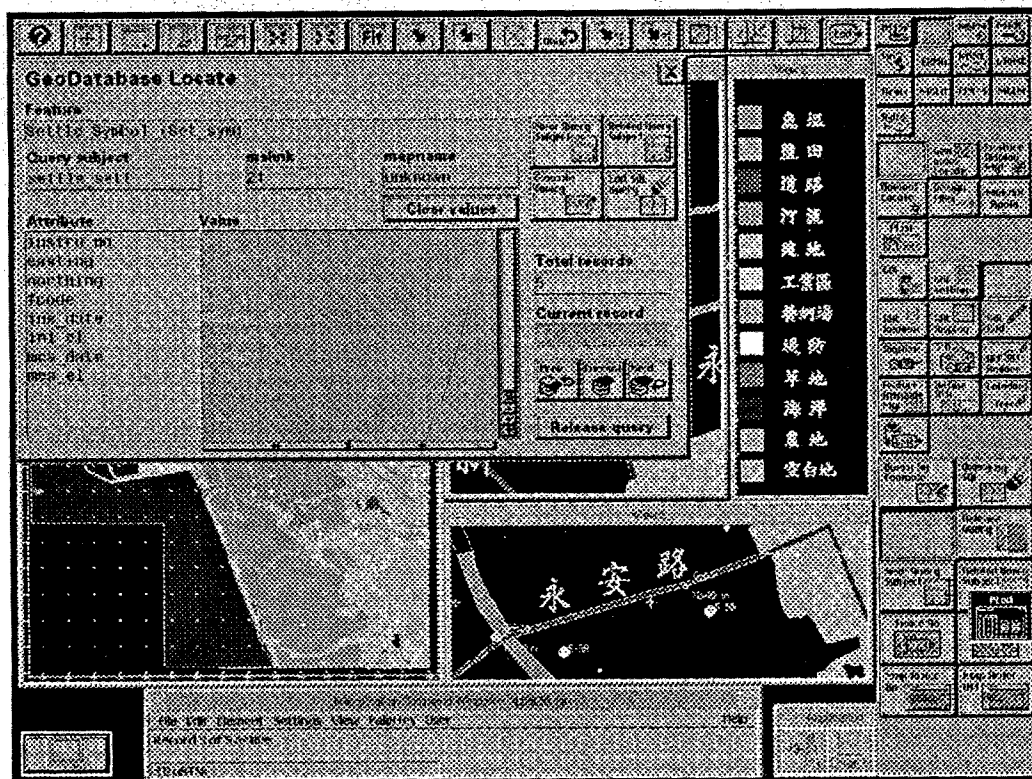
圖三、土地分區使用數化成果圖



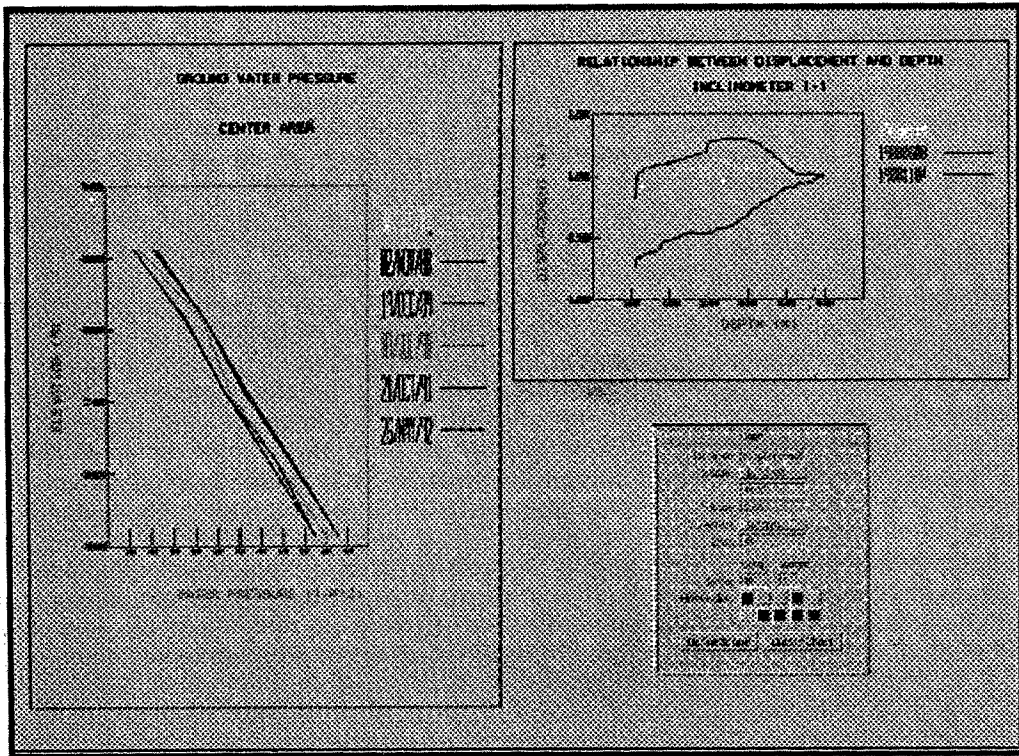
圖四、DTM 數值地形模型成果圖



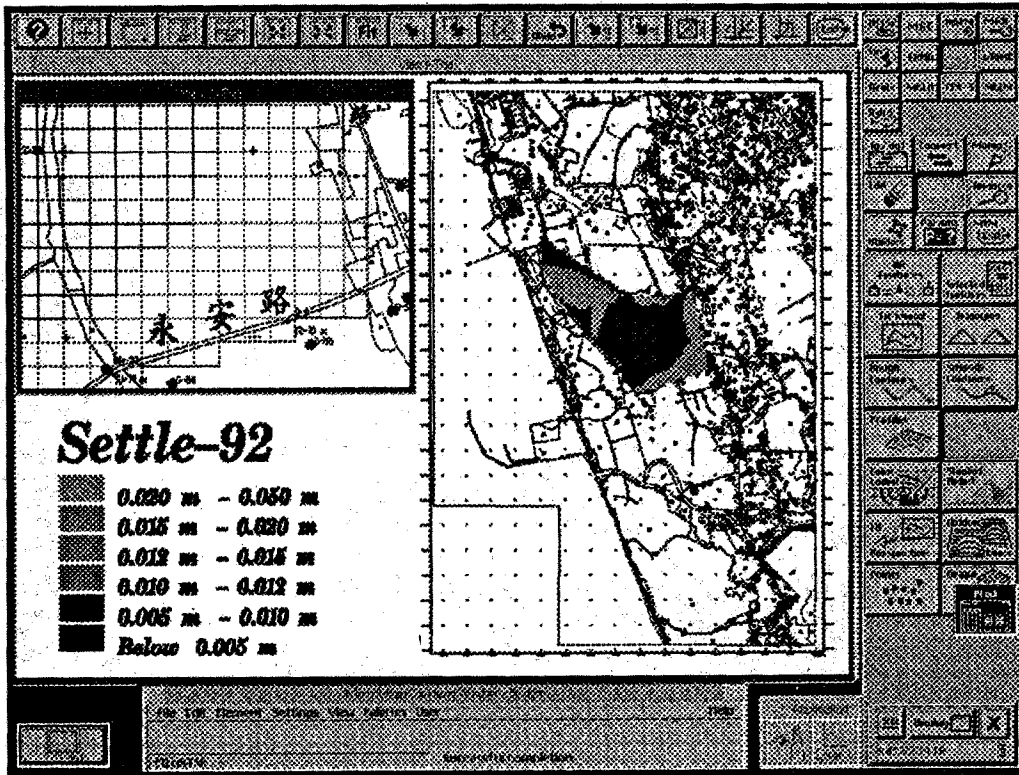
圖五、鑽探平面圖與屬性資料相連關係圖



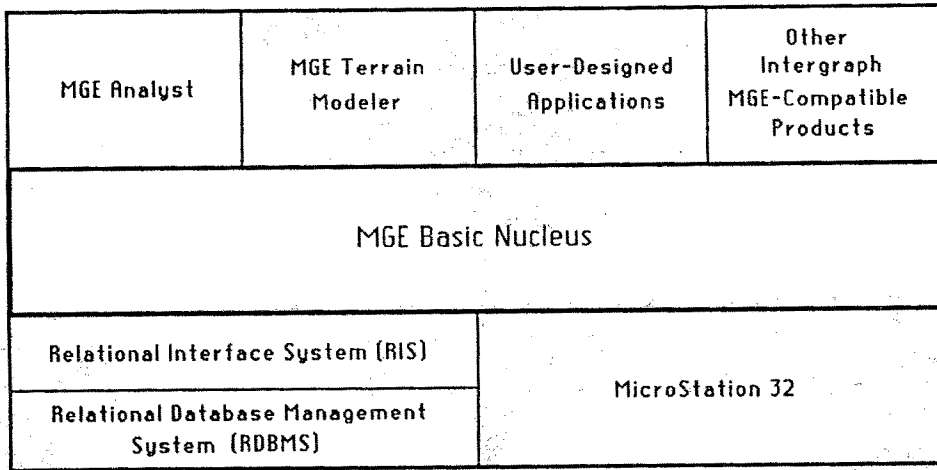
圖六、監測儀器平面圖與屬性資料相連關係圖



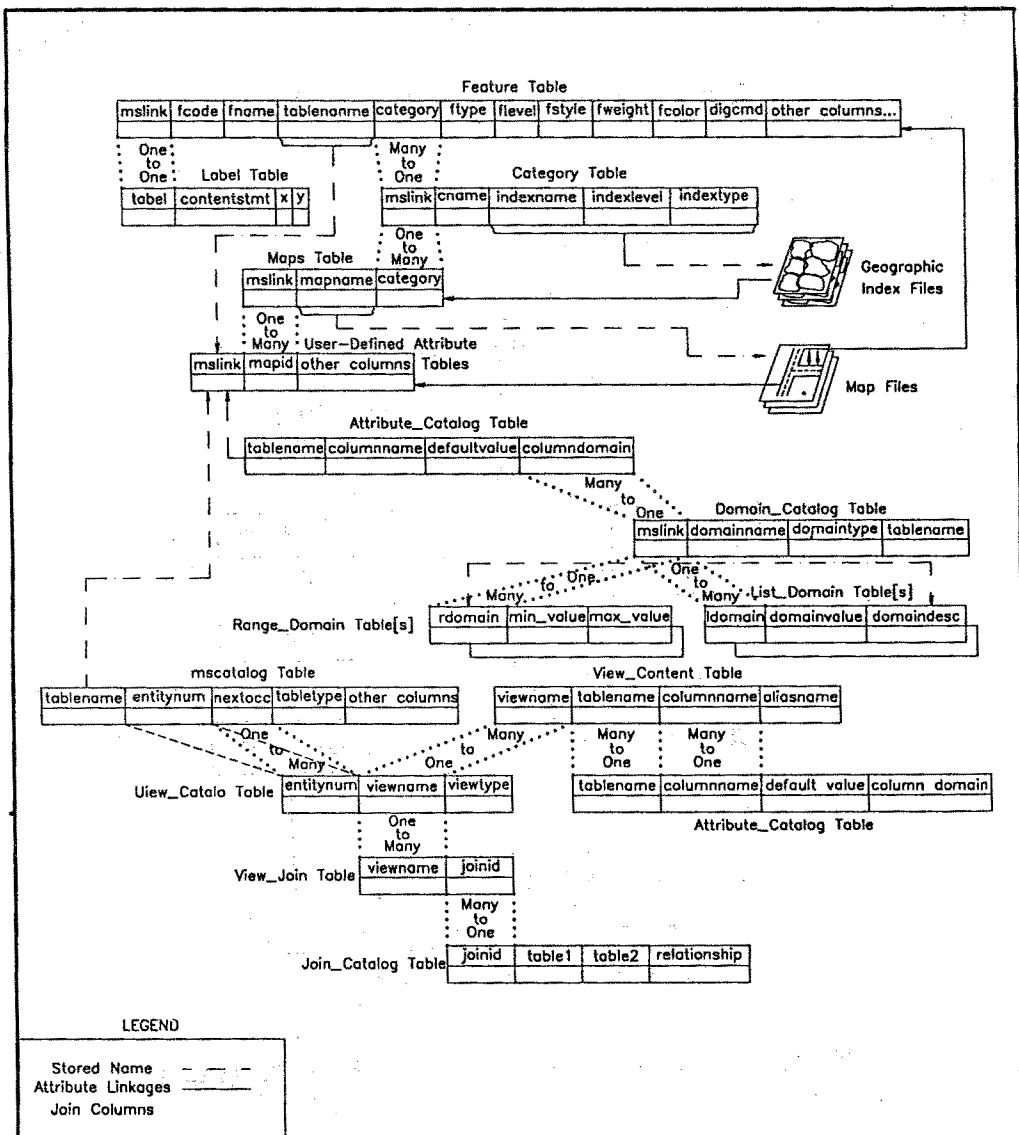
圖七、監測儀器觀測結果對深度變化圖



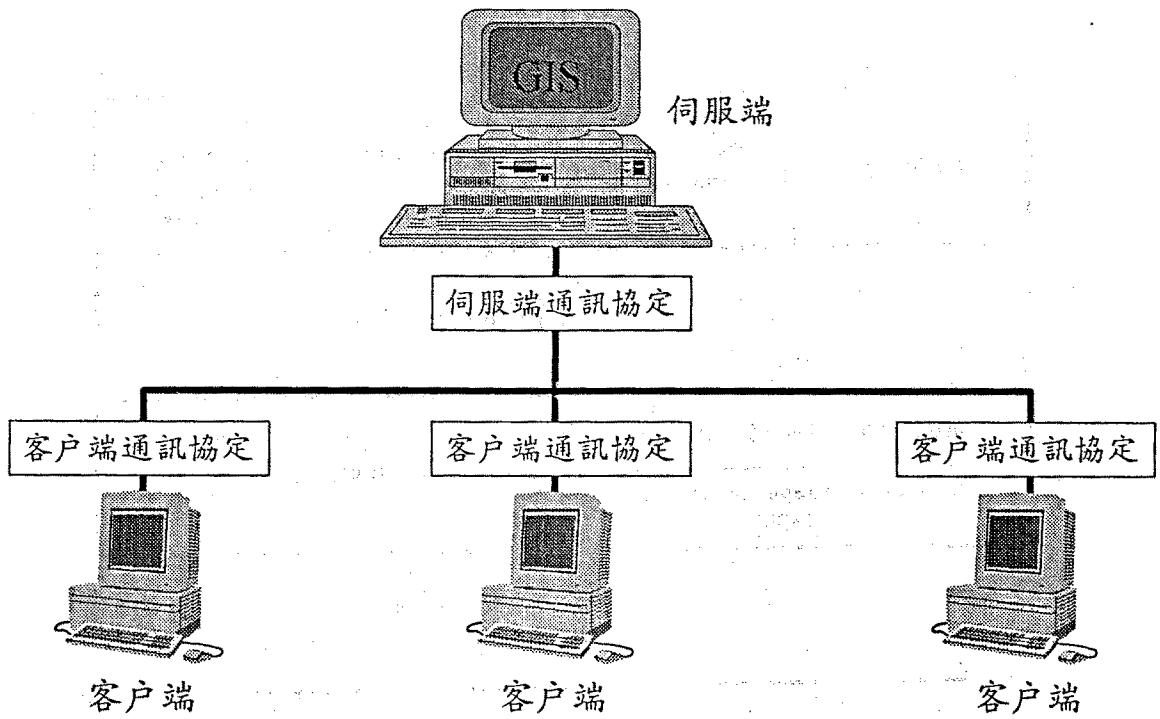
圖八、沉陷等量線圖



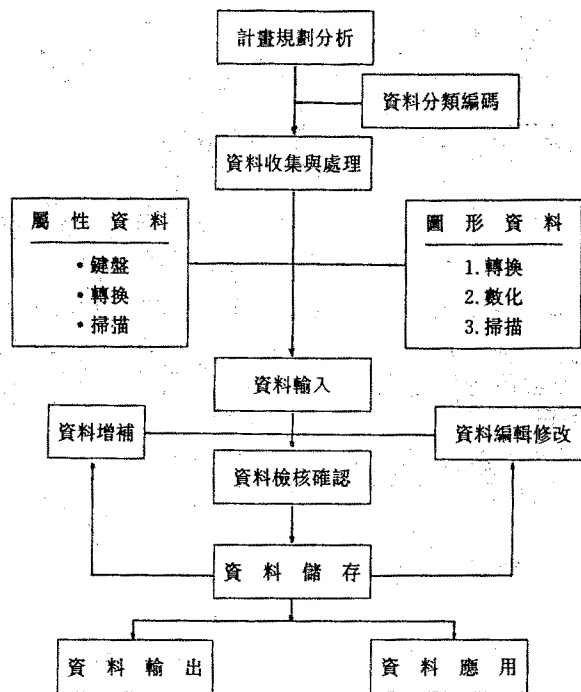
圖九、MGE 系統架構圖



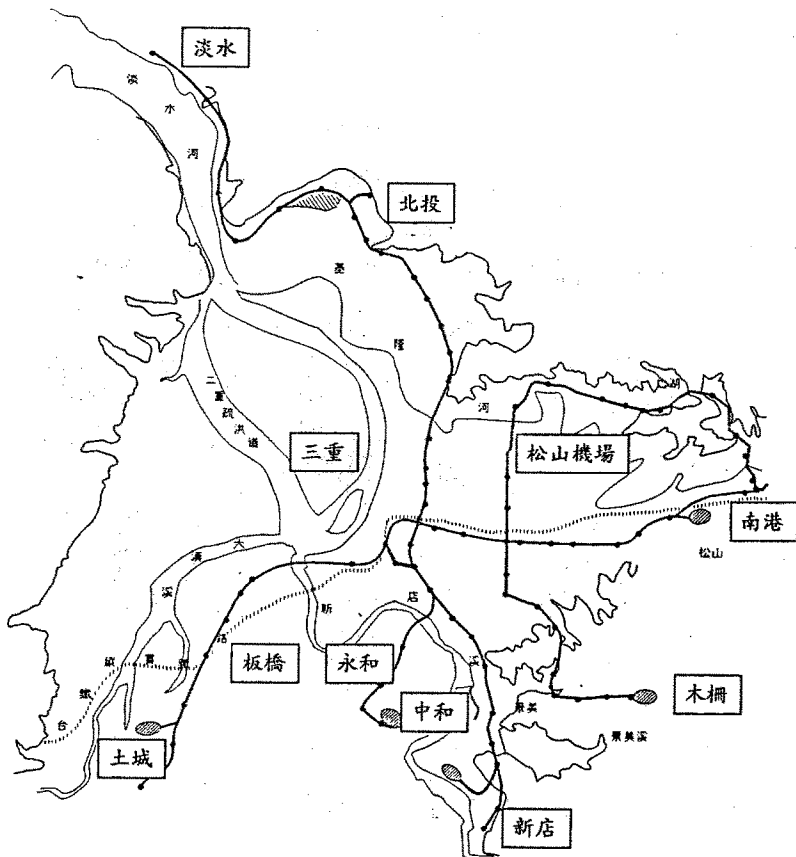
圖十、資料庫連結關係圖



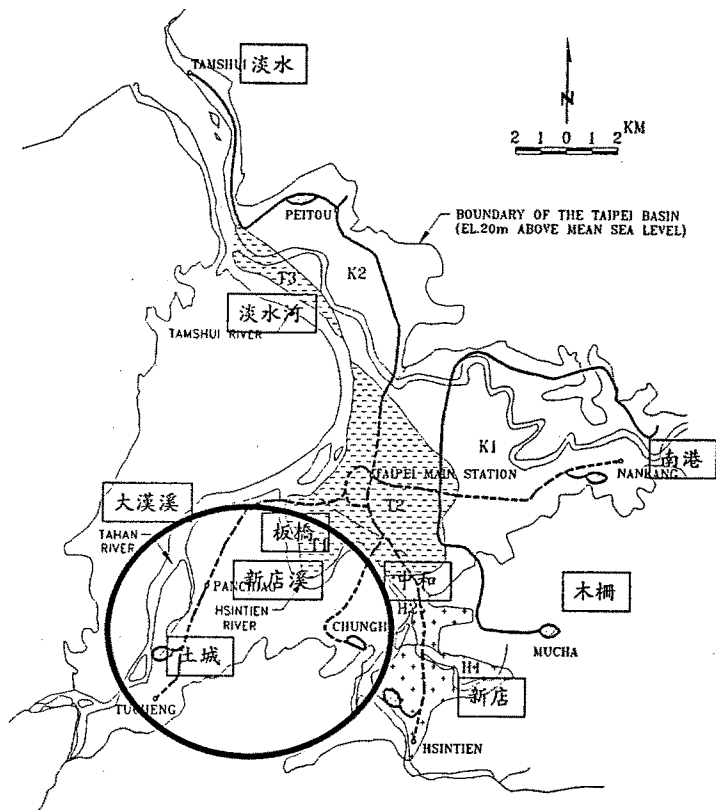
圖十一、電腦網路連結示意圖



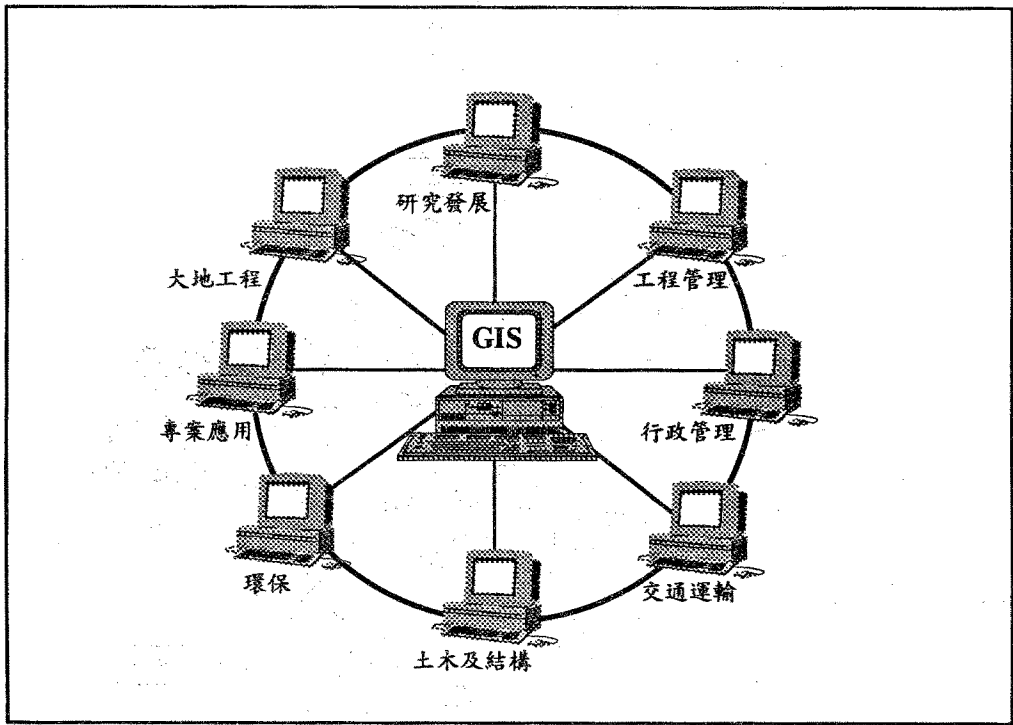
圖十二、大地資訊系統資料庫建立流程圖



圖十三、台北市捷運系統初期路網圖



圖十四、計畫以GIS建立大地工程性質分區之區域



圖十五、未來各部門應用大地資訊系統與子系統之示意圖