

地盤下陷資訊系統之建立與應用
THE ESTABLISHMENT AND APPLICATION OF
GROUND SUBSIDENCE INFORMATION SYSTEM

謝瑩玲，詹世倍，陳良健，秦中天
Janet Y. L. Hsieh, Ama S. B. Jan, Liang-Chieh Chen and
Chung-Tien Chin

原著載於營建知訊第132期，
1993年9月，35-60頁

Reprinted from
Construction News No. 132
September 1993,
pp. 35-60

THE ESTABLISHMENT AND APPLICATION OF GROUND SUBSIDENCE INFORMATION SYSTEM

ABSTRACT

In recent years, the versatility of Geographic Information System (GIS) has been recognized and it has been utilized successfully in different applications. This paper is to present the approach and results of the application of GIS in the study of ground subsidence problem in Yuan-An, Kaohsiung county. With the combination of the soil property data, long term monitored results pertaining to the study of ground subsidence, and the concept of GIS, the Ground Subsidence Information System (GSIS) was established. Besides the merits of the other available GIS, this system was found extremely useful not only for the study of ground subsidence but also for the planning, design and construction of major engineering project.

地盤下陷資訊系統之建立與應用

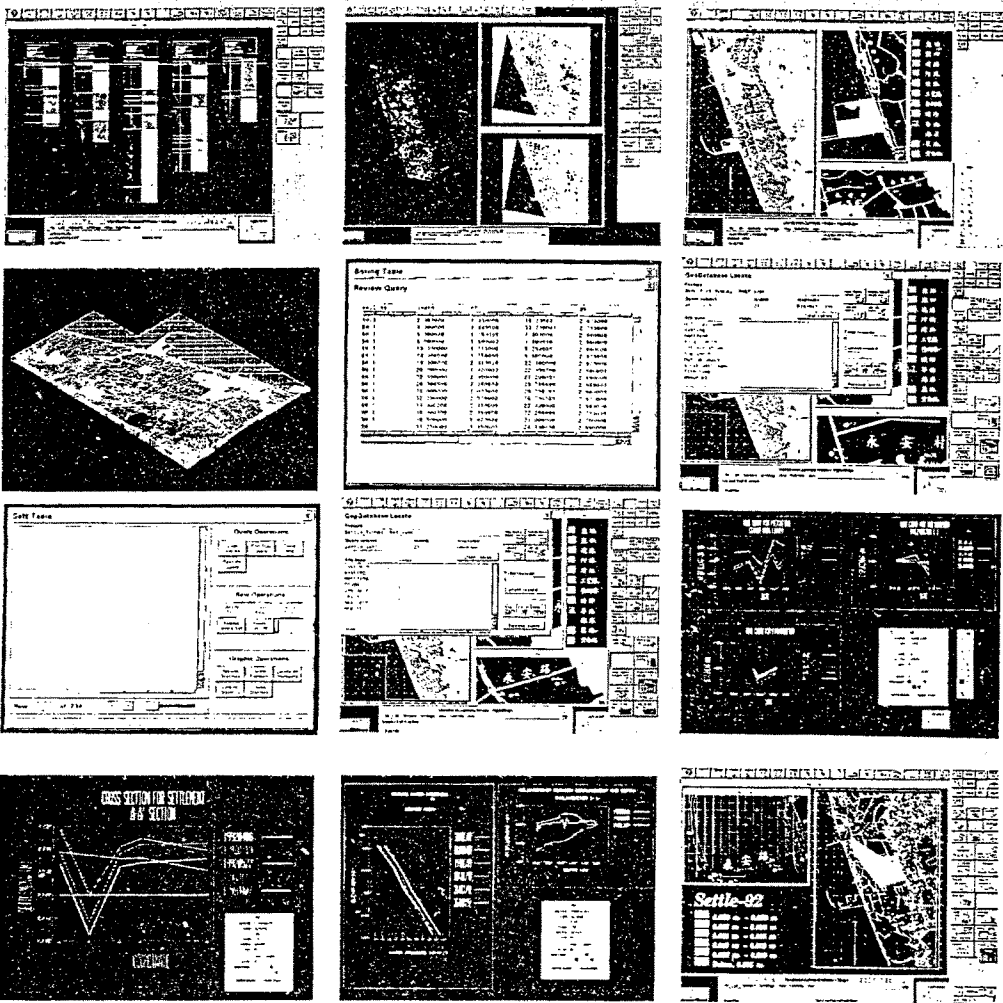
謝瑩玲 *詹世倍

陳良健 **秦中天

摘要

近幾年，隨著電腦技術的日新月異，錯綜複雜的大量地理資訊已進入利用資料

庫整合、管理的階段。空間解析，甚至將分析結果製成易懂清晰的立體地圖以做為



*亞新工程顧問公司大地工程二部工程師
**亞新工程顧問公司發展企劃部工程師

***國立中央大學遙測及太空研究中心教授
****亞新工程顧問公司計畫經理

製定不同目的或計劃實行前之決策支援系統——地理資訊系統 (Geographic Information System, 簡稱GIS), 其角色地位如旭日東昇, 逐漸廣泛應用於不同之領域。本文即針對台灣各地區地盤下陷之相關資料以高雄永安地區嘗試建立其“地盤下陷資訊系統”與應用, 整個過程、包括資料之種類、收集, 各類GIS系統功能之評估選定, 繼而進行資料規劃建檔與成果展示和處理, 最後並對於系統建立提出評估與應用說明。除此之外本系統之主要特色乃是國內首次將大地土壤資料與大地監測資料給予整合建立, 並與各種圖型資料包括最新科技之衛星影像充份結合, 而能隨時提供使用者最新之圖形與屬性資料。

另本系統之建立除說明GIS可應用完成“地盤下陷資訊系統”外, 更期以此為參考, 續而推廣至全國各地區, 以建立一完整“全國地盤下陷系統”而對於後續功能之研發, 期能結合專家系統 (Expert-System), 以達本文所述除發揮地盤下陷預警作用外, 進一步完成支援決策系統 (Decision Support System, DSS) 之最高功能。

一、前言

地理資訊 (Geographic Information System, 簡稱GIS) 為一套整合各項有關水土及自然與社會環境資源等基本資料之調查、蒐集、處理、運用與管理電腦化作業系統。透過共同的標準編碼、資料格式、網路組織系統及資料管理制度, 將散佈於各處之地理資料組合成地理資料庫, 並視需要提供各類使用者做多目標之利用; 以有效支援國家各項建設及環境之規

劃、利用、管理, 為國家基本建設規劃分析決策過程之重要輔助工具。

台灣地區近年來因超抽地下水及工程施工等因素, 許多濱海地方均發生顯著之地盤下陷, 下陷地區總面積達1,170平方公里, 約佔全省平原面積的11%。民國八十一年雲嘉地區甚至因而造成農田被海水浸泡幾長達一個月之災情; 民國八十二年高屏地區的林邊石化工業區亦曾因為地下水之鹽化, 無法取得工業用水, 被迫停工, 損失不貲。地盤下陷之研究乃刻不容緩。

有鑑上述, 行政院公共建設督導會報曾委託亞新工程顧問公司, 針對台灣各地區地盤下陷之相關資料, 以地理資訊系統為架構建立一套“地盤下陷資訊系統”, 並以高雄永安鄉為研究區。其資料檔在數值屬性方面包括土壤性質、鑽探資料、水壓力資料及相關地盤沉陷資料等, 而在圖形檔方面則包含土地分區使用、數值地形模型 (DTM)、地形圖及透過太空科技之衛星多譜影像圖等, 並結合已完成之地盤下陷資料庫, 建立一套完整之地盤下陷研究工具。

二、地理資訊系統之認識

1. 地理資訊系統定義與組成

一般地理資訊系統GIS係由資料庫、資料分析和結果提報等三項功能所組成。透過這些功能將位置等空間的相關資訊和其他屬性資料加以整合, 並進行特定目的之資料解析、檢索或變換等, 最後則以最佳視覺效果呈現於終端螢幕或列印紙上。除此之外它尚能進行模擬實驗, 隨時提供各項計畫制定所需之支援。簡而言之, 它為一結合圖形與屬性資料之數值化系統,

主要在儲存、分析、管理及展示空間資料。

地理資訊系統之組成，一般基本上包括地理資料庫、電腦軟／硬體及管理與使用等三部份，茲分別說明如下：

(一)地理資料庫

GIS通常配備二組不同類別之資料庫，即「空間資料庫」和「非空間資料庫」二種。「空間資料庫」所指的，係能提供現象發生當時特定位置相關訊息之資料庫，如以地圖為主的各種圖形其空間資料的座標位置，都利用電腦存檔紀錄於此。而「非空間資料」就是參考空間資料，再增製成特徵資料之屬性資料。具體而言，使用者可輕而易舉的從GIS中得到如表示設施點、鐵路或道路線、鄉市區或土地分區使用等點、線、面形成的空間資訊，並可與像設施名稱、道／鐵路之擁擠比例、鄉鎮市人口／面積等所謂非空間的屬性資料相互查詢。

(二)電腦軟／硬體

支持地理資料庫之建立及運用，須有適當之電腦軟／硬體工具。在硬體方面，基本上均須要具有各種圖形處理能力之電腦主機與圖形週邊設備。在軟體工作方面，除須具備各類基本圖形資料產生、維護及管理之共同功能外，應視應用需求之特性而選擇適用的軟體模組，並以能充分配合各大資料庫之資料標準格式以利共通及整合為原則。

(三)管理與使用

地理資訊系統之涵蓋單位，應包括政府各級機關及需要地理資料及應用地理資源之相關與研究單位。

2.地理資訊系統資料架構

一般地理資訊系統之地理資料庫，主

要由基本圖資料庫、自然環境與生態資料庫、社會經濟資料庫、土地資料庫、交通網路資料庫及公共設備資料庫等六大資料庫所組成。而各大資料庫之內容如下。

(一)基本圖資料庫

包括各比例尺之像片基本圖、航照圖、衛星影像圖及經光譜分析後之土地覆蓋自動化分類成果圖。各基本圖上之水系、交通網路、測量高程等圖形資料，可與相關屬性之資料相互配合。

(二)自然環境與生態資料庫

包含地質、土壤、地形、監測、水資源、環境污染現況等。

(三)社會經濟資料庫

可分為地圖資料及屬性資料。地圖資料包括行政界線圖、計畫分區圖、土地利用圖等；與其相配合的屬性資料則包含人口、產業、土地利用目的等基本資料。

(四)土地資料庫

主要提供地籍、地價、地用等資料，可做為政府公共工程規劃案的重要依據，並可從中了解各土地之使用現況。

(五)交通網路資料庫

建立全國客運、鐵路、航空站、港務局等相關交通資料。在各鄉鎮市區，則可建立客、貨運資料及路況資料。

(六)公共設備網路資料

包括電信、電力、自來水、瓦斯、下水道等公共設施資料。由於主管這些業務的機構眾多，各單位因業務需要，在其自有之軟、硬體系統中作資料建檔，常造成同一資料在不同機構重複被數化，形成資源之浪費。因此若能建立一標準資料格式，將這些資料加以整合，形成一資料網路系統，確保數化之資料能夠

互通，使能達到資料互通、資料共享之目標。

3. 地理資訊系統建立步驟

一般地理資訊系統其資料庫之建立，大致包括下列各步驟：

(一) 規劃分析

首先將資料種類調查清楚，加以特性分析、歸納，決定檔案的結構、欲包括的資料及涵蓋範圍。

(1) 資料分類編碼

彼此相聯屬的檔案可依其代碼相互溝通，而日後加添的資料亦可利用相同的編碼結構與已有的資料庫相結合。

(2) 規劃檔案

一般檔案可分為圖形檔及屬性檔，而屬性檔依附於圖形檔中，使用者可藉由圖形檔來查詢相關之屬性資料。

(二) 資料收集與處理

資料收集分為圖形與屬性資料，其中圖形資料來源有：航空測量、地面測量、遙感探測及現有圖籍；屬性資料則多為書面資料。

資料收集後須再調查其正確性，並對不同的比例尺或座標的圖形加以轉換，使之能相互對照、利用。資料輸入的方式亦因圖形與屬性資料而異，圖形資料可藉由光學掃描、影像輸入、磁性資料轉換及鍵盤輸入等方式進入資料庫中，而屬性資料則由鍵盤輸入及磁性資料轉換方式輸入於資料庫中。

(三) 資料編輯

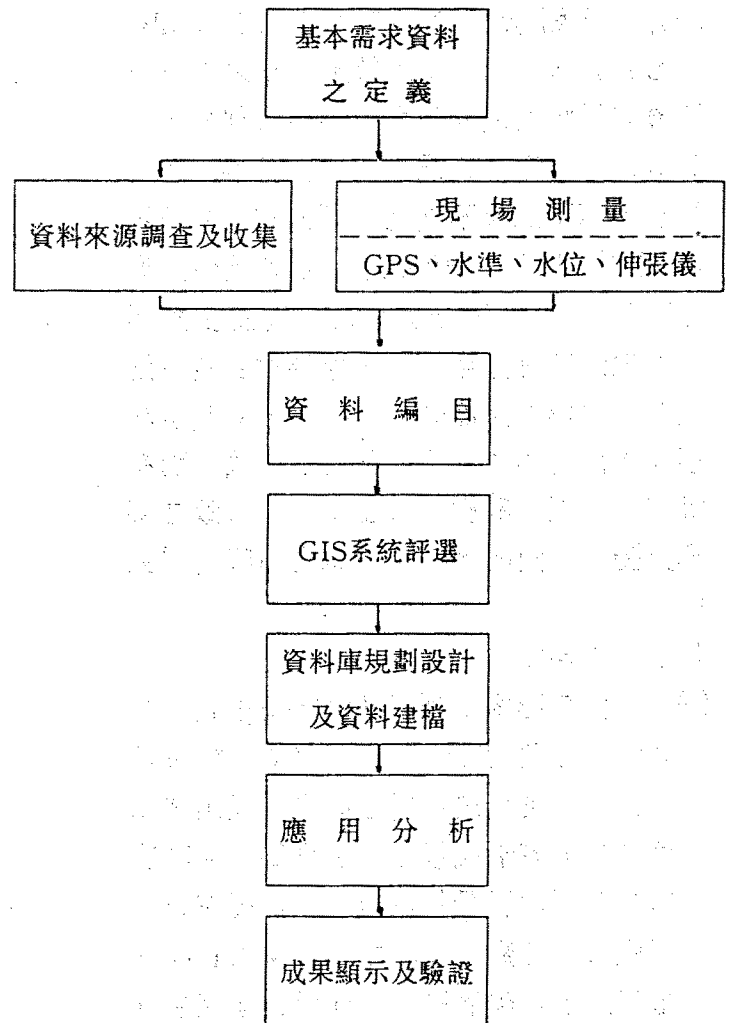
由已有之磁性資料輸入的圖形檔，須做圖幅資料的接合工作，而後將相關之屬性與圖形資料相連結，並可藉由其他圖形檔來檢查屬性的正確與否。如由人工數化輸入的土地分區使用圖檔及其屬

性，便可依據衛星影像圖及經光譜分析後之土地覆蓋自動化分類成果圖，來查其正確性。

(四) 資料管理與維護

資料庫完成後，應對儲存之資料做完整的說明及索引，方便日後查詢、更新之用。資料說明可記載該項資料的來源、輸入日期、涵蓋範圍等有關的基本資料，而資料索引則可查詢各項資料之聯屬關係。

整個地理資訊系統之建立流程列如圖一。



圖一 GIS工作項目流程圖

4. 地盤下陷資訊系統

由於目前已有許多應用效果良好的地理資訊系統模組，故本研究計畫以高雄縣永安鄉地區沈陷情形為研究對象，以地理資訊系統為架構建立一套“地盤下陷資訊系統”的雛型。將來更將擴大研究範圍，收集台灣各地區地盤下陷之相關資料，並結合各種圖形資料，成為完整的“台灣各地區地盤下陷資訊系統”，以做為未來各項重大公共工程建設的參考依據。

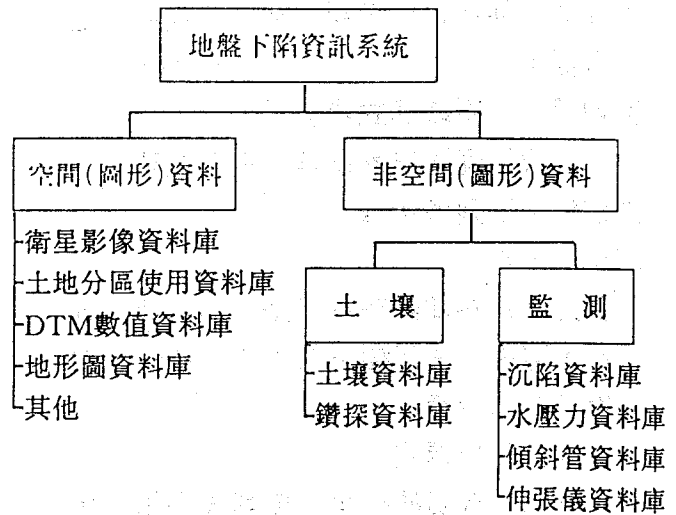
三、地盤下陷資訊系統之建立

本研究所採用之軟體設備為Intergraph所開發之MGE (The Modular GIS Environment) 系統，建立之地盤下陷資訊系統其資料庫可分為兩大部分，一為圖形資料庫，二為數值屬性資料庫。圖形資料庫下配合不同之來源方式，給予不同檔庫劃分，計有數值地形模型 (DTM)、土地分區使用、衛星多譜影像、地形圖等分類；而數值屬性資料庫則配合土壤與監測而分二大檔庫，監測資料檔庫下面則再依不同儀器功能型式，而有沉陷、水壓力等次檔庫產生。其大致之架構見圖二之說明。各資料庫之內容請詳見以下敘述。

1. 圖形資料庫

(一) 衛星多譜影像：利用遙測技術中之掃描系統 (法國SPOT衛星) 取像，經幾何校正，並套合於台灣地區目前通用之二度分帶橫麥卡脫投影座標系統上。其次對多譜影像以最新發展之類神經網路進行監督性分類，以萃取土地覆蓋資訊。最後將土地覆蓋影像經向量化後產生向量式圖檔。

(二) 數值地形模型 (DTM)：為一結構化



圖二 地盤下陷資料庫包含之資料類別

之數值地形資料，解析力為40公尺，而其中最簡單且最廣泛使用之結構為矩陣式 (或稱點陣式) 者。將所關切之區域以正方形為最小單元進行細分，每一單元 (又稱係元) 之高程予以儲存，再加上起點座標及網格尺寸之紀錄，任何座標點之高度均可自數值地形模型中予以恢復。數值地形模型之產生可藉由航空測量之方法使用解析製圖儀以等間隔作逐點掃描而產生，亦可由衛星影像或空照數化影像以自動化匹配之方式產生，此外，數化等高線圖經內插處理亦可產生。目前台灣地區85%以上之地區已由林務區農林航空測量所在農委會之支持下製作40m解析力之數值地形模型。此一資料由中央大學太空及遙測研究中心保存並供應國內之學術界或公營機構，為國家建設之基本資料。

(三) 1/5000及1/25000比例尺地形圖數化
1/5000及1/25000比例尺地形圖數化 (含公路、鐵路及水系) 及土地利用分區圖：利用林務區農林航空測量所的數值化土地利用資料做為資料來源。此資

料係利用比例尺1:5000像片基本圖經數化而成，原可分為104種不同的土地類別，經實地調查及衛星資料的判釋，將其歸納為17類（見表一）。

1/25000比例尺的地形圖數化資料則是參考1/25000比例尺地形圖，將已建好之1/5000的數化資料加以綜合而成。

2. 數值屬性資料庫

數值屬性資料來源主要為於研究區進行的鑽探及監測結果，依前述分為土壤與監測二大檔庫，各資料庫之說明如下：

(一) 土壤資料檔庫

配合不同需求與功能而再細分以下二個資料次檔庫：

(1) 鑽孔性質資料：包含各鑽孔之座標、編號、深度、鑽探日期及地表高程等資料。

(2) 土壤一般物理性質資料：包含土壤含水量、單位重、比重、液性限度、塑性限度之測定值、土壤粒徑分析值及不同類別之土層分佈狀況。

(二) 監測資料檔庫

依不同儀器之功能與型式而予細分以下不同之資料次檔庫：

(1) 沉陷點高程測量資料：包含各沉陷點編號、座標值、埋設日期、量測日期、原始高程及量測高程結果。

(2) 水壓計量測資料：包含埋設有水壓計之鑽孔編號、水壓計編號、地表高程、埋設深度、埋設日期、量測日期及壓力水位高程。

(3) 多點式伸張儀量測資料：包含伸張儀編號、地表高程、埋設深度、埋設日期、量測日期及沉陷量。

表一 土地分區使用有關代碼類別

類別	GIS 類別代號	農航所類別代號
1. 魚池	501	25, 53, 100, 93
2. 鹽田	502	27
3. 水田	531	46, 1, 7, 42, 2, 3, 4, 5, 41, 43, 51, 52, 54, 17, 77, 89
4. 旱田	532	6, 9, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 78, 90
5. 果園	533	47, 11, 42, 47, 55, 59, 63, 67, 71, 79, 83, 19, 95, 91
6. 道路	504	35, 88
7. 河流	505	24, 87, 26, 28, 29, 36
8. 建地	506	33, 76, 102, 94
9. 地區	507	32
10. 養蠶場	508	38
11. 堤防	509	40, 104
12. 草地	510	23, 45, 49, 57, 61, 65, 69, 73, 81, 85, 31, 99
13. 林地	511	21, 22, 44, 48, 56, 60, 64, 68, 72, 80, 84, 20, 98, 92, 96
14. 荒地	512	30, 46, 50, 58, 66, 62, 66, 70, 74, 82, 86, 75, 101
15. 墓地	513	103, 34
16. 海洋	514	97, 39
17. 空白地	515	37

(4)傾度儀觀測資料：包含埋設有傾度儀之鑽孔編號、傾度儀編號、量測日期及不同深度之位移量。

四、地盤下陷資料庫之建檔

本地盤下陷資料系統其資料庫建檔作業之主要程序如下：

1. 規劃分析

(一)歸納分析各種地理資料

地理資料圖形部份計有衛星多譜影像、地形圖、DTM及土地分區使用圖等，而數值屬性部份則計有土壤（土壤各項參數、分類）及監測（沉陷、水壓力等）資料。歸納各資料之特性並加以分析，以決定檔案結構及內容、所欲包括的資料及涵蓋範圍。

(二)資料分類編碼

分類編碼必須考慮將來應用層面及與相關資訊系統間的溝通，即資源共享關係，以決定何種分類及代碼結構。本研究分類編碼，圖形部份依內政部製定之編碼原則編定，而對數值屬性資料因內政部現階段對此資料（大地工程方面）尚未定案，故暫以一般市場之辨別方式編定。值得一提的是，本GIS系統對以後屬性編碼，經確定統一後之更改、換新等相當簡易方便。

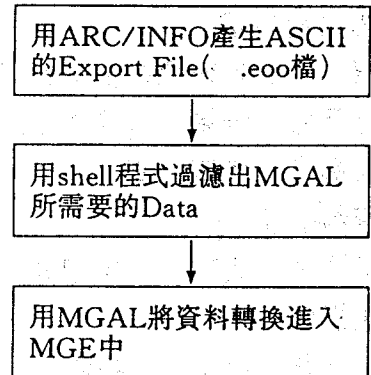
2. 資料收集與處理

資料收集分為圖形資料與屬性資料，屬性資料為一般書面資料，即歷次於本研究地區進行之地質土壤鑽探資料及各項監測量測資料，至於圖形資料一般則經下列途徑收集：

- (一)衛星影像偵測
- (二)現有圖籍資料
- (三)地面量測

(四)磁性資料

圖形資料乃透過國立中央大學太空及遙測中心所提供，並經資料轉換（ARC/INFO→Intergraph）而很方便的轉移至本系統內，對轉換後之圖形並進行嚴謹之整理及調查其正確性。有關轉換之流程如下說明：



目前基本圖形轉換是100%成功，中文部份因ARC/INFO在各電腦版本上採用的中文內碼不一，需先經過轉換程序轉成通用的Big-5碼，才能載入MGE系統中。

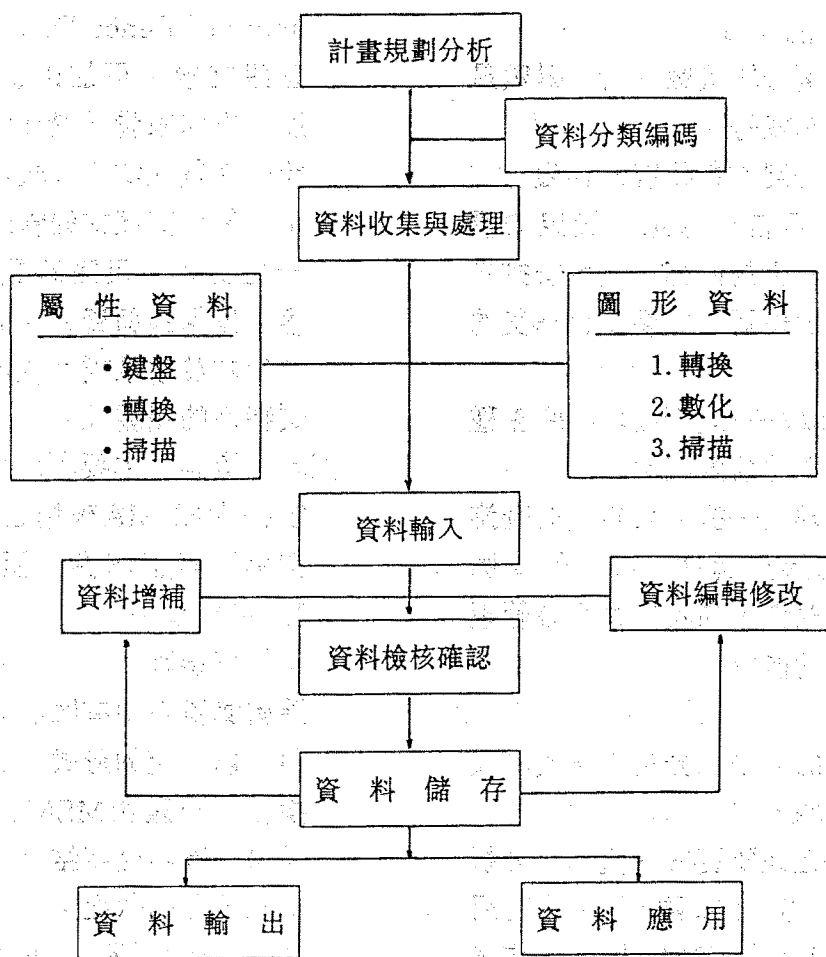
3. 資料輸入

一般資料輸入圖形部份計有人工數化、光學掃描、磁性資料轉換、遙測影像輸入、鍵盤輸入等，屬性資料輸入方式則計有鍵盤輸入、資料轉換等。本系統之圖形與屬性兩部份皆依資料轉換及鍵入（修改）二種情況分不同比例完成。

4. 資料編輯與修改

資料編輯與修改依以下之步驟進行：

- (一)將輸入之資料分別繪印或提供報表供人工檢核。
- (二)檢查圖形資料之相位圖並修改之。
- (三)剔除重複或多餘資料並增補遺漏者。
- (四)連結圖形屬性資料。
- (五)增加或修改地名註記。
- (六)圖幅資料之接合。



圖三 地盤下陷資料庫資料建立流程

5. 資料儲存

資料儲存首先須考慮的是資料庫系統必須有能力同時儲存、管理、表達地理圖形及屬性資料，而更主要的是維持空間及屬性之間的關連。本系統之資料儲存能力，依上述方法經多次測試其情況皆屬良好。

6. 資料輸出

資料輸出其結果必須以某種適當的型態表達，方能提供使用者使用，本地盤下陷資訊系統由於具備同時分析空間與屬性資料的能力，其結果除了能以一般表格報告來表達外，它還提供了自動繪圖的能

力，並透過如列表機、筆式繪圖機、靜電式繪圖機等迅速出圖完成輸出。對有關上述本計畫GIS之整個建立流程，以圖三表示說明。

五、地盤下陷資訊系統之資料展現及處理

資料庫建立後，利用Intergraph公司開發的整合環境ERMA，可執行許多研究分析工作，其中又可分為資料展現及資料處理兩大方面，茲分別說明如下：

1. 資料展現

所利用的模組為ERMAMGR及

ERMADBS，功能包括：

- (一)統計分析——例如變異數分析、變數最大、最小值之尋找等。
- (二)資料展現——可製作各種統計圖表。
- (三)報表製作——可自行選定已設定的欄位，作為報表輸出的內容，並可安排各欄位在報表上的位置，以製作出精美的報告。
- (四)文件資料存取——可迅速查閱各種ASCII格式之文件檔內容。
- (五)資料查詢、管理——提供表格式的查詢方式，可由圖形查屬性，或屬性查圖形，並可修改屬性，亦具備索引圖管理及檔案存取等功能。

2. 資料處理

因資料性質的不同，分為土壤資料及監測資料分別說明。

(一)土壤資料——在地質資料的處理、分析及製圖方面，主要以兩個應用模組MGLM及MGLA與ERMA搭配，作為地質研究工作的輔助工具。兩個模組共存相同的資料庫，對於各鑽探孔位的地質資料，可用MGLM來產生基本圖，而利用MGLA來作分析。

(1)地質基本圖的製作

利用MGLM在鑽探孔位及測站的功能來產生和管理基本圖。可直接由資料庫中讀取鑽探孔位資料，並繪製基本圖，即鑽探孔平面位置圖。只要選取不同的鑽探孔位屬性資料，便能產生不同屬性的基本圖。

(2)地質資料的分析

利用鑽孔柱狀圖、斷面圖等地質資料表現方式，來了解地底下的地質狀況，例如鑽孔路徑、鑽探孔位土壤變化紀錄、延伸方向、土層厚度等資訊。

柵欄圖(Fence Diagram)及立體斷面圖建立後，可加以旋轉，從不同的角度、方向來看一個地質模型，可對一複雜的地質區域，有較佳的認識。

由於使用交談式的管理，資料庫的資料一旦更動，可隨時更新產生各圖檔內容，確保最新資料。並且能自動抓取地質資料於顯示畫面上，可立即看出各地質特性的相關性。

(二)監測資料、主要利用MSM、MGLM模組搭配ERMA來繪出監測儀器平面配置圖、等值線圖、歷時曲線圖及其他XY軸曲線等。

(1)等值線圖

將監測資料中有關沉陷量及位移量的資料，以一定的形式做成報表，經格式轉換後，可藉由MSM模組繪出等值線，並可和基本圖相結合，以了解各地區沉陷及位移的狀況。

圖形資料庫中的數值地形模型(DTM)檔，亦可經MSM加以處理，以不規則三角網或網格式表現出，並可將平面的影像或圖檔覆蓋在數值地形模型上成為立體的影像或圖檔。

(2)歷時曲線及其他XY軸曲線

將監測資料做為一定形式的報表，利用ERMA整合環境中統計分析的模組，可繪出歷時曲線及其他可用X-Y軸表現的曲線。以上所有資料經處理後所展現之成果請詳見各附圖(見49~60頁)。

六、地盤下陷資訊系統之評估與應用

本研究所建立之地盤下陷資訊系統，對整個資料之整理，包括各種圖型及數值屬性資料，其大體之架構與功能皆已完

備。在此僅對執行成果作一扼要評估如下：

(一)有關地盤下陷資料庫建立後，配合實際日後大地工程應用情況，經測試後，其結果良好，例如：

(1)資料庫（土壤／監測）之資料可進行擷取、計算、分析等工作，此對重大大地工程進行規劃或設計，應能發揮其效益。

(2)資料庫（土壤／監測）之資料，可輕易透過強而有力之應用軟體模組，進行資料之圖示、模擬、預測等作業。

(二)本地盤下陷資訊系統經測試，能方便與其他國內地理資訊系統之資料庫如林務局農林航空測量製作之土地分區使用、數值地形模型及中央大學太空及遙測研究中心保存之衛星影像等進行資源共用與分享。

(三)本研究採用之軟體（Intergraph, MGE）與目前國內另一通用之地理資訊軟體（ESRI, ARC/INFO），其資料之轉移，經測試其轉換（Translation）結果，圖形部份無問題，屬性之文字部份因中文系統尚無法統一，故其轉換尚無法達100%。

(四)本研究採用之軟體（Intergraph, MGE）除滿足上述有關地盤下陷資料之問題外，亦可同時進行下列重大地理資料庫之建立：

(1)環境（保）工程——如氣象測站、環境污染監測、地下水水文研究（水流模式分析／污染物擴散分析）。

(2)地質工程——產生地質柱狀、剖面、欄柵等圖。並可處理平面、不整合面、斷層位置、流體面、基本圖等不同圖型，亦可結合資料收集、分析、

管理等工作。

本次研究建立了高雄永安地區之地盤下陷監測系統，日後可在全國各地區進行相同的鑽探、監測等作業，並收集其他相關資料以擴充本系統，進而發展成全國地盤下陷監測系統。

後續研究區域之選擇係以國家重大工程建設為前題，並考量區域地質特性而決定。國家重大工程建設與地盤下陷較有密切關係的項目計有：高速鐵路、南部國際機場、已開發及預定開發之海埔新生地、高速公路系統（北二高、中南二高、北宜和南橫等高速公路）以及六大都會區。另外由於活動斷層會加速地盤變動，故亦列為考慮因素。將上述各工程建設位址繪入陳惠芬1984年報告之沈陷區，得圖四及五，其中活動斷層係引用徐鐵良1991年之文獻。依此可歸納出六年國建重大工程位址中可能之下陷區，並將建議之後續地盤下陷研究區列於表二。

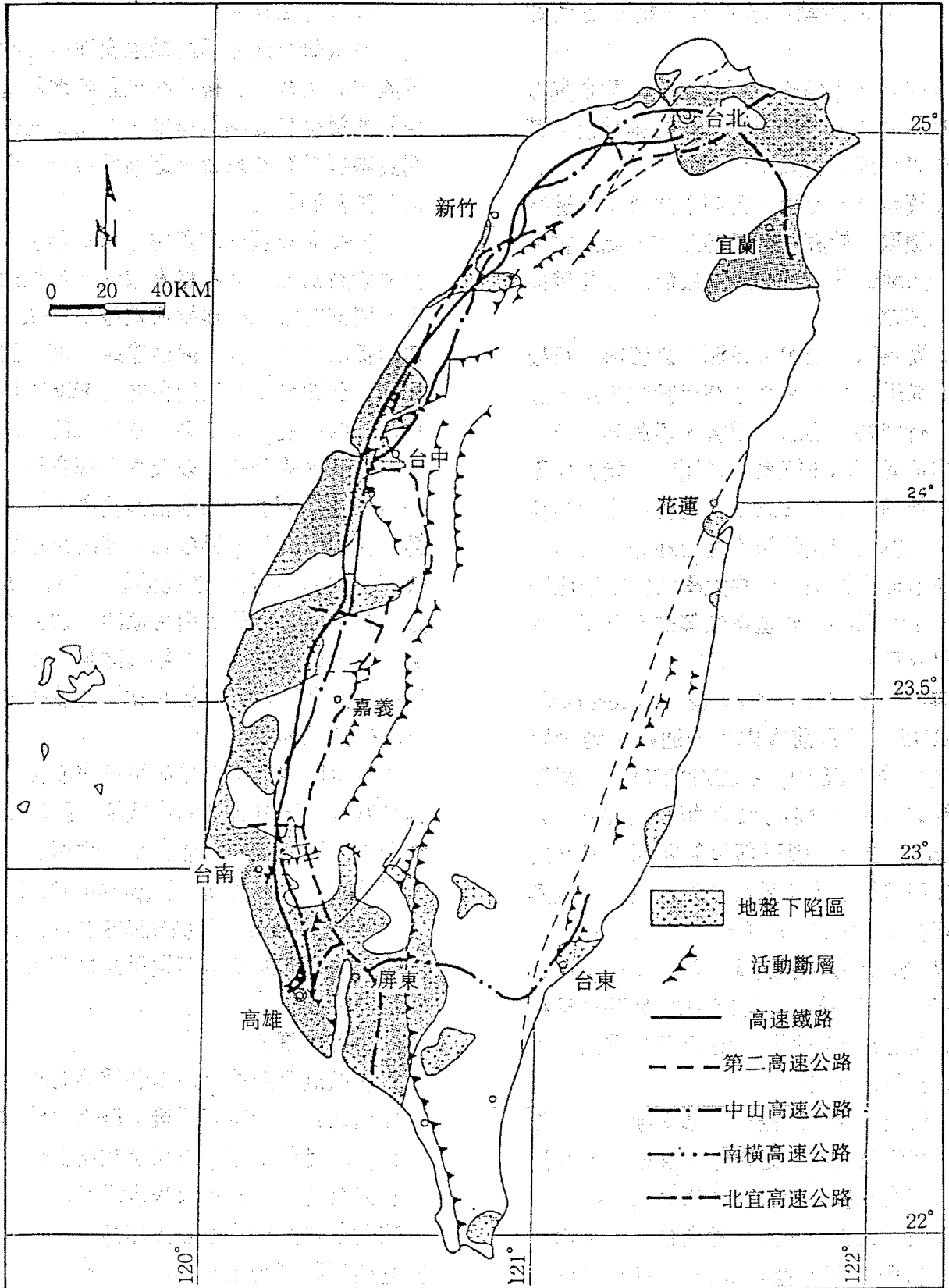
當全國地盤下陷監測系統完成後，以其為基礎，再結合各種模擬模式及專家系統介面，可建立一功能健全且應用廣大的空間決策支援系統（Spatial Decision Support System，簡稱SDSS）。茲將此一決策支援系統所能預期發揮之應用作一簡要說明：

1. 土地管制區分

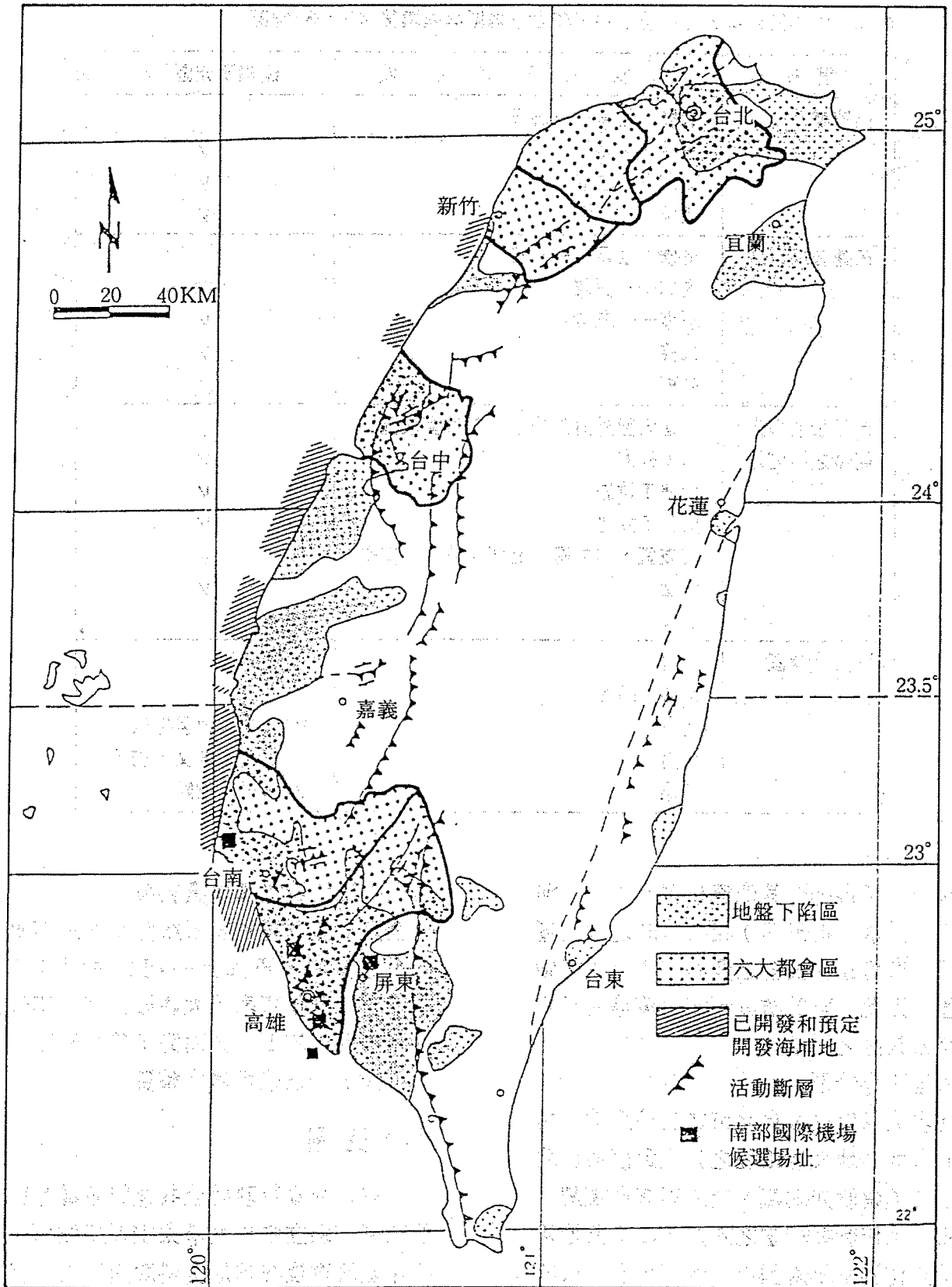
行政相關部門可方便以各種圖型資料庫經過比對、資料分析後了解土地整個前後使用變化情形，再結合監測資料（水壓／沉陷）之各項成果展示等，當可明確對土地進行管制區分作業。

2. 地盤下陷預警系統

透過全國地盤下陷監測系統資料庫可清楚了解全國各區域之沉陷與地下水壓力



圖四 高速公路系統、高速鐵路與地盤下陷區相關位置



圖五 六大都會區、已開發和預定開發海埔地、南部國際機場與地盤下陷之相關位置

表二 六年國建重大工程位址中可能之下陷區與建議後續工作研究區

工程建設	可能之下陷區域	建議研究區(✓)
高速鐵路	造橋、通霄——烏日 員林、虎尾 新市——左營 板橋	✓ ✓ ✓
高速公路系統	造橋、通霄——烏日 員林——虎尾 新市——左營 板橋 屏東	✓ ✓ ✓ ✓
已開發或預定開發之海埔地	觀音大園外海工業區、新竹實驗區、 通霄外海 彰濱工業區 離島工業區 鰲鼓區、布袋區、北門、曾文、安平 興達 永安	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓
六大都會區	台北 桃園、新竹 台中 台南 高雄	✓(板橋) ✓(台中火力發電廠) ✓(北門、曾文、安平) ✓(永平、彌陀)

狀況，若再配合其他資料庫（雨量、河川、洪水、地形等）相較其間之相位關係，則可建立安全之量測警戒值或行動值，因此，對於防災預警對策等問題可有較具體之貢獻。

3. 大地工程分區

此項成果以過去台北市之經驗為例，由於台北盆地大地工程之分區致使對台北市各項建設如地鐵、捷運等有關規劃、設計工作發揮相當之效益。以全國地盤下陷監測系統為基礎，並配合台北市的經驗，可將大地工程分區理念在其他地區推廣實施。

4. 公共工程建設基本資料庫

全國地盤下陷資訊系統完整的地下水及土壤資料，再加上長期之監測各項資料，對日後國家重大建設工程，不管初期規劃、施工、甚而完工後之影響，皆可提供一正確可靠完整資料。

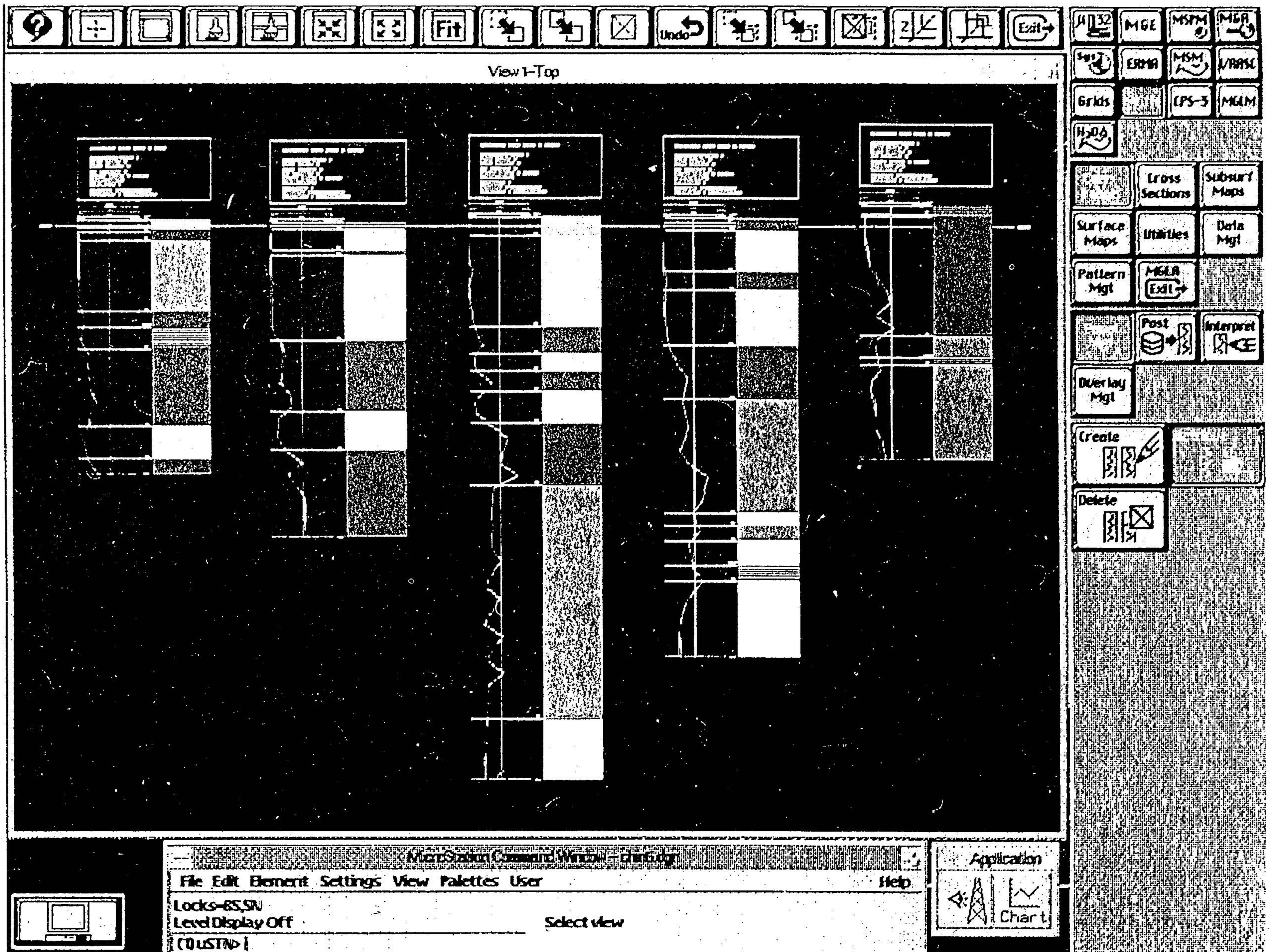
七、誌謝

本研究蒙行政院公共建設督導會報贊助經費、國立中央大學太空及遙測研究中心陳繼藩教授在圖形資料庫建立上之協助，及震嘉公司張瑞隆工程師與趙介三工程師在軟體應用上指導，方得以完成，特此

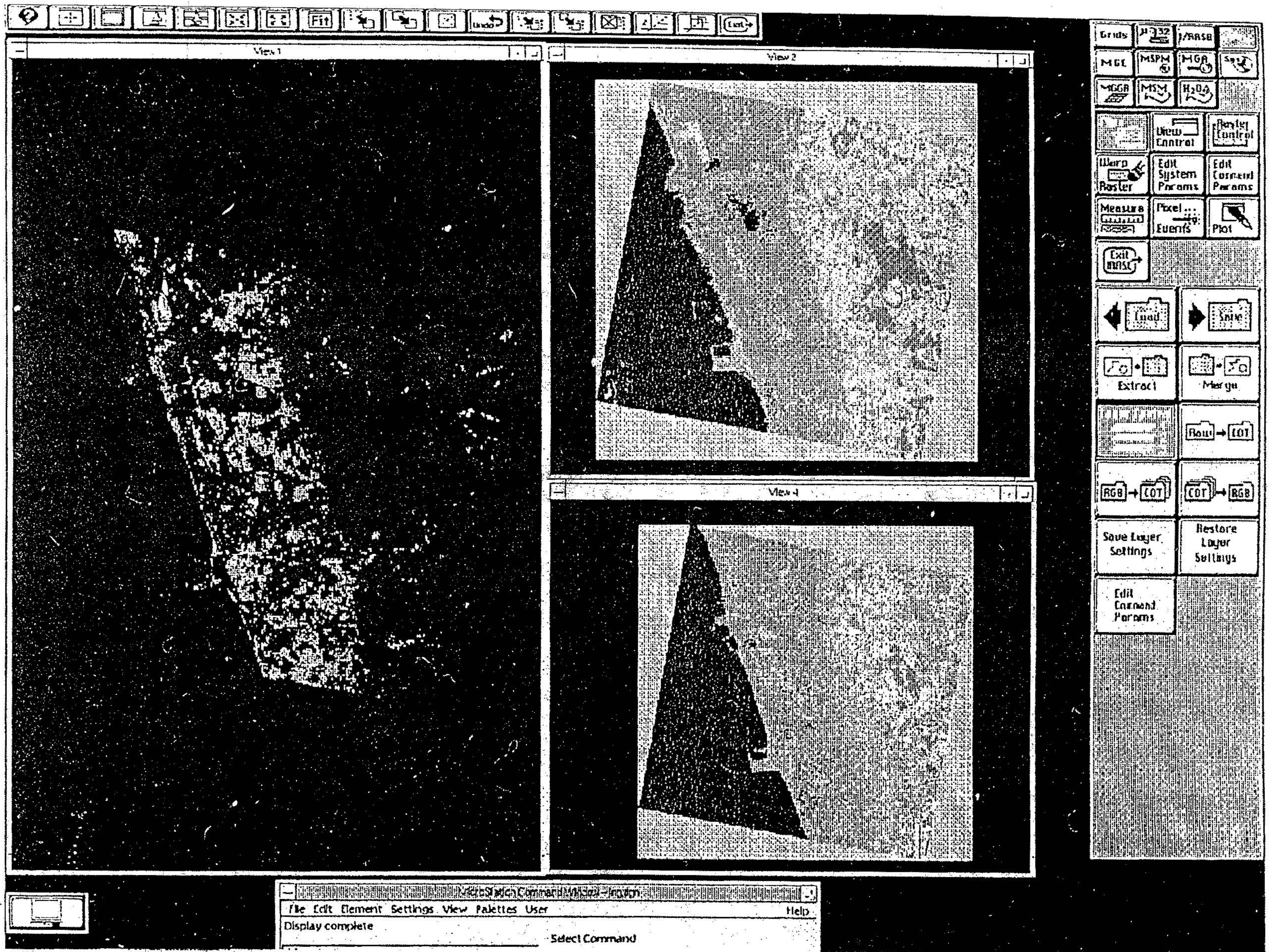
誌謝。

參考文獻

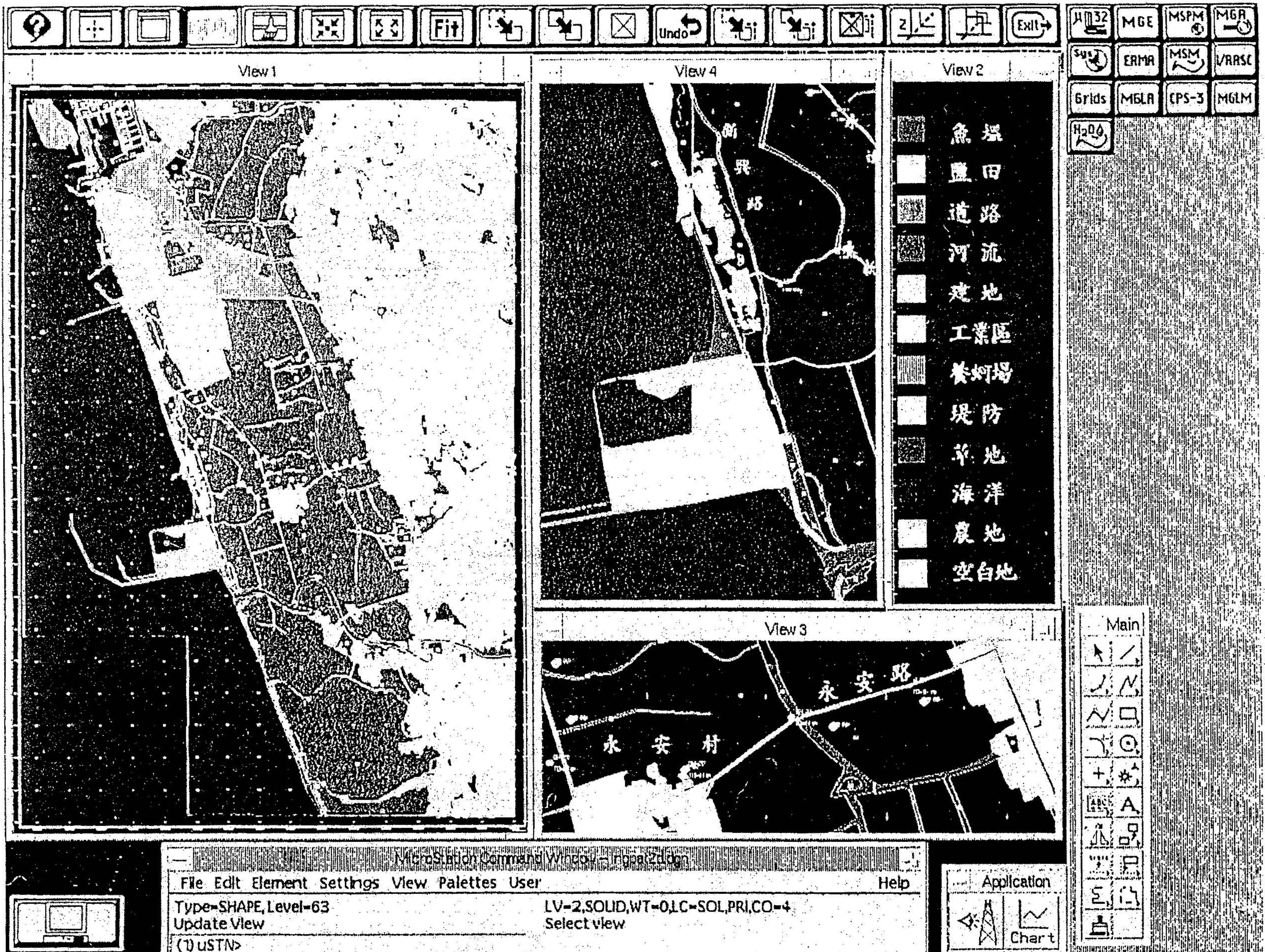
1. Chen, L. C. and Lee, L. H. (1990) "A systematic approach in digital mapping for SPOT satellite imagery", Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series D, Vol2, No. 1. pp.53-62.
2. 李良輝，陳良健（1990）“地形曲面模組之區域指定演算法”，第九屆測量學術及應用研討會，第301-310頁。
3. 賴明仁，彭森祥（1992）“「數化地形模型」資料使用之經驗”，第十一屆測量學術及應用研討會，第655-660頁。
4. 陳惠芬（1984）“從三角點檢測成果見到的台灣的地盤升降”，經濟部中央地質調查所特刊，第三號，第127-140頁。
5. 徐鐵良（1991）“地質與工程”，中國工程師學會，494頁。



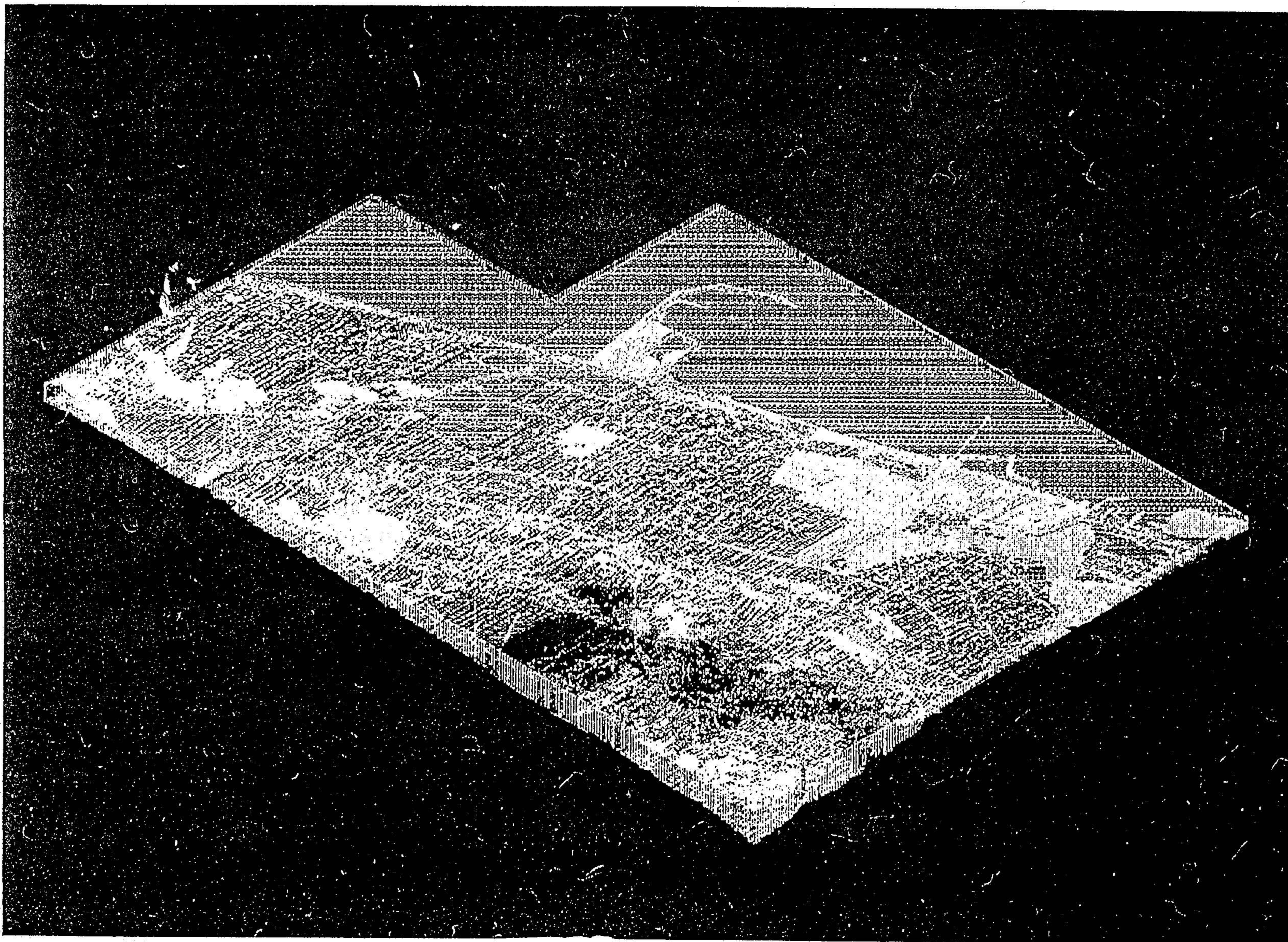
附圖一 土壤鑽探剖面圖 (參封面裏彩色圖示)



附圖二 衛星影像經處理與比較結果圖 (1986/1988) (參封面裏彩色圖示)



附圖三 土地分區使用數化成果圖 (參封面裏彩色圖示)



附圖四 D.T.M.數值轉換成果圖 (參封面裏彩色圖示)

Boring Table

Review Query

well_no	depth	rt	wn	gs
BH-1	2.000000	1.930000	18.200001	2.670000
BH-1	4.000000	1.840000	33.200001	2.730000
BH-1	6.000000	1.780000	7.800000	2.690000
BH-1	8.000000	1.590000	5.800000	2.660000
BH-1	10.000000	1.710000	5.200000	2.660000
BH-1	14.000000	1.750000	6.600000	2.670000
BH-1	18.000000	2.010000	22.400000	2.670000
BH-1	20.000000	1.920000	22.000000	2.680000
BH-1	22.000000	2.000000	21.200001	2.690000
BH-1	26.000000	2.060000	20.799999	2.680000
BH-1	30.000000	2.020000	20.200001	2.660000
BH-1	32.000000	2.070000	18.700001	2.670000
BH-1	34.000000	2.010000	22.400000	2.680000
BH-1	36.000000	2.050000	22.299999	2.700000
BH-1	38.500000	1.970000	23.000000	2.700000
BH-1	41.250000	1.950000	24.900000	2.690000

附圖五 土壤資料庫流覽(參封面裏彩色圖示)

GeoDatabase Locate

Feature: Over Post Symbol (POST_SYM)

Query subject: well_lith, mapname: basemap1.dgn, mslink: 21

Attribute Value:

Attribute	Value
official_name	
easting	
northing	
total_depth	
ref_elevation	
top_depth	
bottom_depth	
strat_unit_name	
lith_type	
descript	

Total records: 6

Current record: []

Legend (View 2):

- 魚塭
- 鹽田
- 道路
- 河流
- 空地
- 工業區
- 養蚵場
- 堤防
- 草地
- 海洋
- 農地
- 空白地

Map View (View 3): 永安村, S-59, BH-21, TD-1 m, BH-22, TD=4 Lm

MicroStation Command Window: ingpat2.dgn

File Edit Element Settings View Palettes User Help

Record 3 of 6 active

(1) USTN>

附圖六 鑽探平面圖與屬性相連關係圖 (參封面裏彩色圖示)

Sett Table



instlink	1
mapno	
instno_no	8-12
inst_el	21579440
inst_date	05/APR/92
map_date	05/APR/92
map_el	21579440
easting	167562.165000
northing	2527739.390000
z_date	18930406

Query Operations

Clear Values	Edit SQL Query	Table Info
Execute Query		

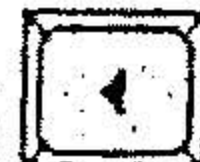
Row Operations

Modify Row	Insert Row	Delete Row
Review Query Set	Fields On/Off	Sort Fields

Graphic Operations

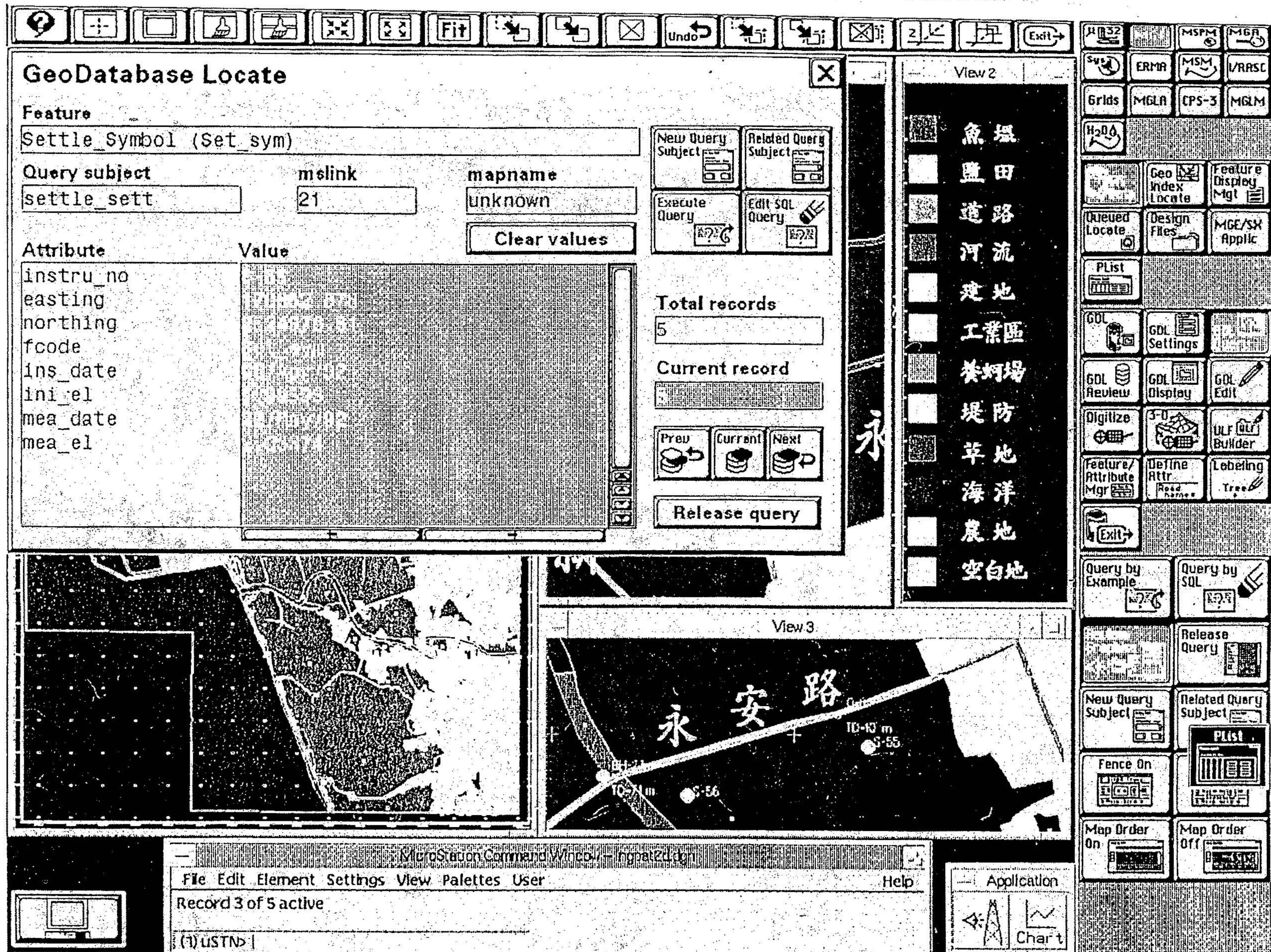
Review Graphics	Locate Element	Locate All Elements
Link to Graphics	Unlink Graphics	

Row of 234



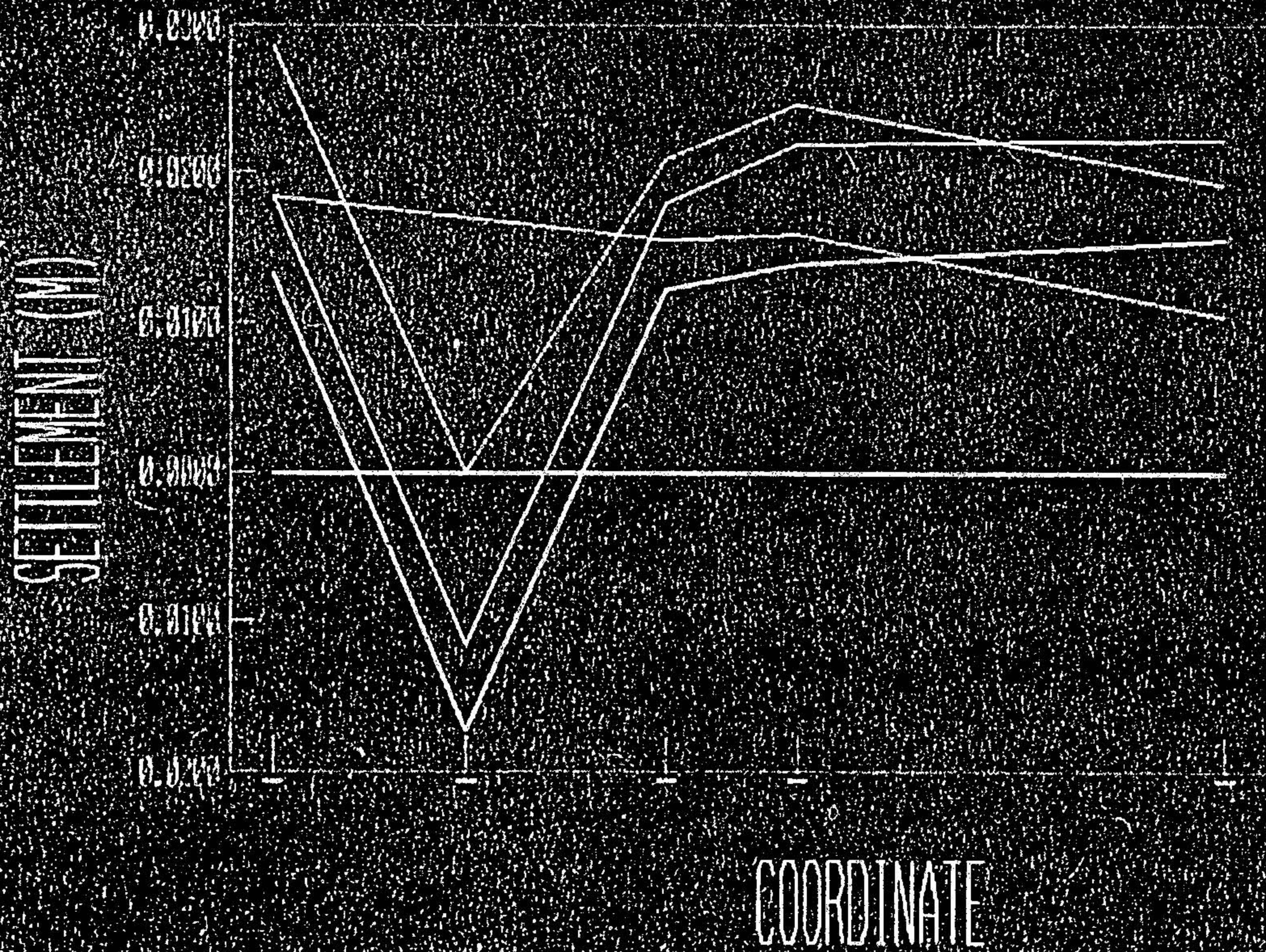
1

附圖七 監測資料庫內容 (參封底裏彩色圖示)



附圖八 監測儀器平面圖與屬性相連關係圖 (參封底裏彩色圖示)

CROSS SECTION FOR SETTLEMENT A-A' SECTION



19920406 _____
 19920419 _____
 19920522 _____
 19920617 _____
 19920740 _____

Chart

Data File:

X Scale:

Y Scale:

Y-Axis Pos:

Level:

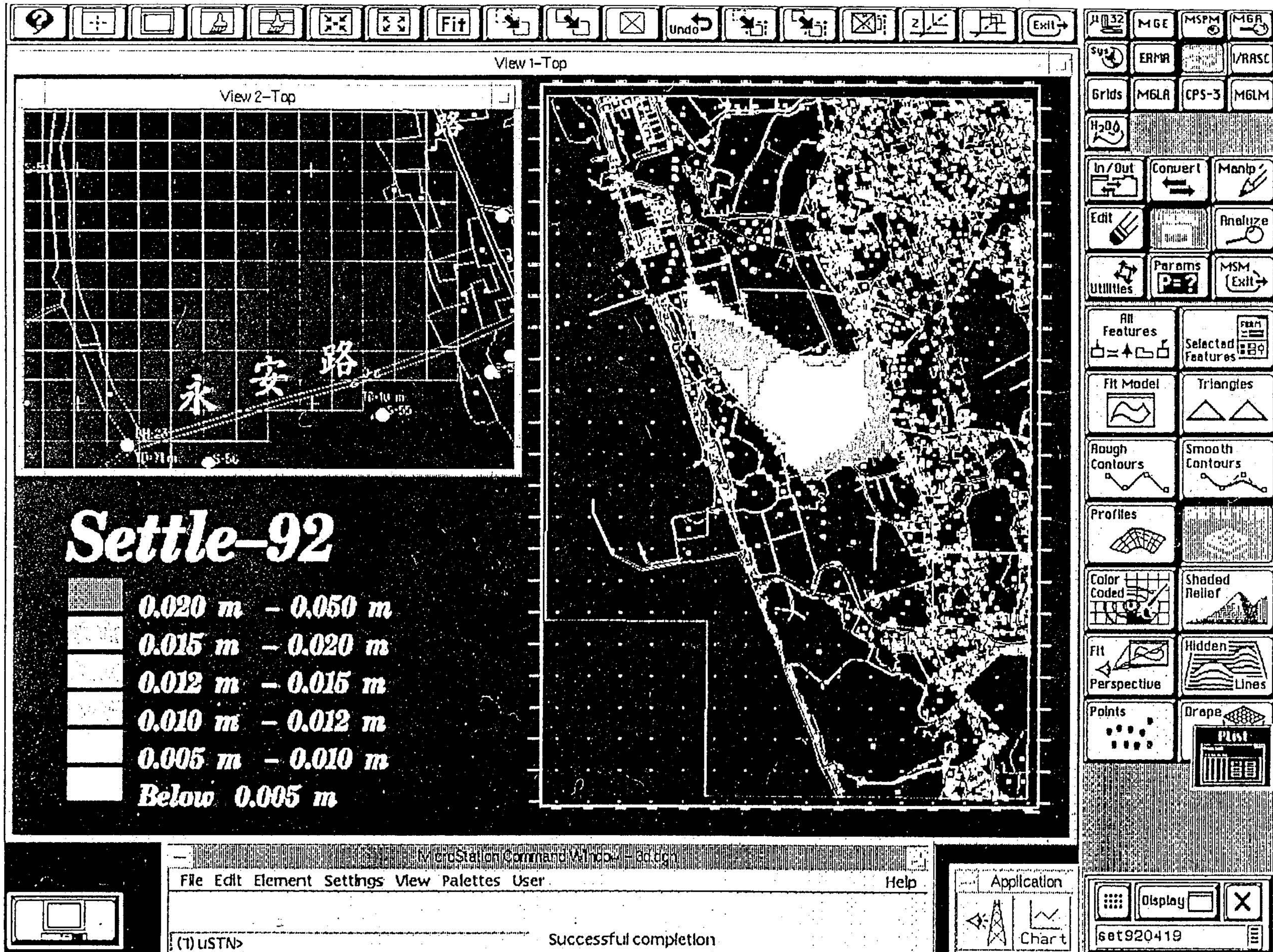
Color Weight

Border:

Lines color:

Define Scope Create Chart

附圖十 監測儀器橫斷面圖(參封底裏彩色圖示)



附圖十二 沈陷等高線圖 (色度) (參封底裏彩色圖示)