

# 地理資訊系統導論



李錫堤 鄭錦桐 廖啟雯 林書毅 編著

# 地理資訊系統導論

## Introduction to Geographic Information System

### 目錄

#### 一、GIS 概論

1.1 GIS 的定義.....	1-1
1.2 GIS 的基本架構.....	1-2
1.3 GIS 的主要功能.....	1-3
1.4 GIS 的相關領域.....	1-4
1.5 GIS 的發展歷史.....	1-5
1.6 常用的 GIS 軟體.....	1-6
1.7 GIS 的資料來源.....	1-11
1.8 GIS 的應用.....	1-12

#### 二、GIS 資料模型與資料結構

2.1 GIS 的資料特性.....	2-1
2.2 GIS 的資料模型.....	2-2
2.2.1 網格模型.....	2-2
2.2.2 向量模型.....	2-3
2.3 GIS 的資料結構.....	2-3
2.3.1 GIS 的資訊層次與檔案結構.....	2-3
2.3.2 網格式資料結構.....	2-4
2.3.3 向量式資料結構.....	2-4
2.3.4 網格式與向量式資料結構的比較.....	2-7
2.4 數值地形模型.....	2-8
2.4.1 規則網格(Regular Grid).....	2-8
2.4.2 不規則三角網(Triangulated Irregular Network, TIN).....	2-13
2.4.3 數值等高線(Digital Contour).....	2-13

### 三、GIS 資料的收集及資料輸入

3.1 GIS 資料的種類.....	3-1
3.1.1 圖面及圖檔資料.....	3-1
3.1.2 相片及數值影像.....	3-2
3.1.3 數據報告及檔案.....	3-2
3.2 GIS 資料的收集方法.....	3-3
3.2.1 現有資料.....	3-3
3.2.2 自行生產.....	3-3
3.2.3 資料轉換.....	3-3
3.3 影像輸入.....	3-4
3.3.1 影像掃描.....	3-4
3.3.2 影像登錄(registration) .....	3-5
3.4 地圖數化.....	3-7
3.4.1 數化儀數化.....	3-7
3.4.2 由掃描影像人工數化.....	3-8
3.4.3 由掃描影像自動及半自動數化.....	3-8
3.4.4 建立物件.....	3-8
3.4.5 建立屬性資料.....	3-9
3.5 數據輸入.....	3-9
3.5.1 數據資料種類.....	3-9
3.5.2 建立圖形物件及屬性.....	3-9
3.6 GIS 資料的品質.....	3-9
3.6.1 資料來源的種類.....	3-9
3.6.2 原圖的比例尺.....	3-10
3.6.3 數化成果的完整性.....	3-10
3.6.4 數化成果的誤差.....	3-11

### 四、GIS 資料處理

4.1 圖形資料處理.....	4-1
-----------------	-----

4.1.1 清圖與編修.....	4-1
4.1.2 物件化.....	4-1
4.1.3 物件編輯.....	4-2
4.1.4 糾正.....	4-3
4.1.5 登錄.....	4-3
4.1.6 接圖.....	4-4
4.1.7 概略化(Generalization).....	4-5
4.2 影像資料處理.....	4-6
4.2.1 幾何糾正.....	4-6
4.2.2 重新取樣.....	4-6
4.2.3 影像加強.....	4-7
4.2.4 影像登錄.....	4-7
4.2.5 影像接圖.....	4-8
4.3 屬性資料處理.....	4-8
4.3.1 屬性資料編修.....	4-8
4.3.2 地址對位.....	4-8

## 五、GIS 資料查詢及分析

5.1 查詢.....	5-1
5.1.1 SQL 簡介.....	5-1
5.1.2 空間查詢.....	5-2
5.1.3 屬性查詢.....	5-4
5.1.4 多重查詢.....	5-5
5.2 基本運算及統計.....	5-5
5.3 分類.....	5-6
5.4 疊合分析.....	5-7
5.5 環域分析.....	5-8
5.6 網路分析.....	5-8
5.7 坡度及坡向分析.....	5-10

5.8 等值線繪圖.....	5-12
5.9 水系分析.....	5-13
5.10 土方計算.....	5-14
5.11 視域分析.....	5-15
5.12 其他.....	5-15

## 六、GIS 資料的展示及輸出

6.1 GIS 資料輸出的種類.....	6-1
6.1.1 主題圖.....	6-1
6.1.2 統計圖表.....	6-1
6.1.3 視覺化展示.....	6-1
6.2 GIS 主題圖的繪製.....	6-1
6.2.1 基本概念.....	6-1
6.2.2 地圖投影.....	6-2
6.2.3 圖幅大小與比例尺.....	6-4
6.2.4 地圖註記.....	6-5
6.3 統計圖表輸出.....	6-6
6.3.1 長條圖(bar chart) .....	6-6
6.3.2 長方圖(histogram) .....	6-6
6.3.3 累積曲線圖(Cumulative curve) .....	6-6
6.3.4 圓形圖(Pie chart) .....	6-6
6.3.5 玫瑰圖(Rose diagram) .....	6-7
6.3.6 散布圖(Scatter plot) .....	6-7
6.4 GIS 資料的視覺化展現.....	6-8
6.4.1 投影.....	6-8
6.4.2 線畫透視.....	6-10
6.4.3 繪影(Shading) .....	6-10
6.4.4 立體影橡.....	6-15
6.4.5 貼圖(Draping) .....	6-17

6.4.6 虛擬實境.....	6-18
6.4.7 飛行模擬.....	6-21
6.5 GIS 資料輸出的硬體設備.....	6-22

## 七、GIS 資料管理

7.1 資料庫系統概要.....	7-1
7.1.1 概要.....	7-1
7.1.2 階層式資料庫模式.....	7-3
7.1.3 網路式資料庫模式.....	7-4
7.1.4 關聯式資料庫系統.....	7-4
7.2 資料庫系統架構.....	7-5
7.2.1 概要.....	7-5
7.2.2 關聯式資料庫的三層結構.....	7-6
7.2.3 分散式資料庫系統.....	7-6
7.2.4 主 / 從系統.....	7-7
7.2.5 主 / 從架構.....	7-8
7.2.6 物件導向資料庫.....	7-8
7.3 GIS 與資料庫系統.....	7-8
7.3.1 地理資料管理的目標.....	7-8
7.3.2 資料量與管理困難度.....	7-9
7.3.3 地理資訊資料管理策略.....	7-9
7.3.4 ESRI空間資料庫引擎(SDE) .....	7-11
7.3.5 ORACLE Spatial Data Option.....	7-12
7.3.6 使用特殊設計之資料庫.....	7-12
7.3.7 關聯式資料庫在GIS領域的問題.....	7-13
7.4 國內地理資訊系統資料庫發展現況.....	7-13
7.4.1 國土資訊系統自然環境基本資料庫.....	7-13
7.4.2 台大地理資訊研究中心.....	7-16
7.4.3 秋穀工程顧問公司.....	7-16

7.4.4 康訊科技公司.....	7-17
7.4.5 中大應地所地理資訊工作室.....	7-17
7.4.6 GIS與資料庫何去何從.....	7-17

## 八、地理資訊系統建置

8.1 地理資訊系統規劃.....	8-1
8.1.1 計畫需求分析.....	8-1
8.1.2 資料來源分析.....	8-1
8.1.3 軟體需求分析.....	8-1
8.1.4 硬體需求規劃.....	8-1
8.1.5 成本效益分析.....	8-1
8.1.6 系統規格設計.....	8-2
8.2 地理資訊系統建置程序.....	8-2
8.2.1 軟體及硬體採購.....	8-2
8.2.2 電腦及網路系統建置.....	8-2
8.2.3 地理資訊及資料庫系統建置.....	8-2
8.2.4 基本資料輸入及處理.....	8-2
8.2.5 系統測試.....	8-2
8.2.6 使用者界面開發.....	8-3
8.2.7 系統實作.....	8-3
8.3 地理資訊系統建置的非技術性考量因素.....	8-3
8.3.1 效益的考量.....	8-3
8.3.2 人才的考量.....	8-3
8.3.3 組織上的考量.....	8-3
8.3.4 能源的考量.....	8-4

## 九、GIS 的未來發展

9.1 我國國土資訊系統推動現況.....	9-1
9.2 分散式空間資料庫之建立.....	9-4

9.3 國內地理資訊系統推動瓶頸.....	9-8
9.4 網際網路上的地理資訊系統.....	9-9
9.5 三度及多度空間化的地理資訊系統.....	9-11

## **附錄：操作練習**



圖 目		頁碼
圖2.1	網格式及向量式之比較.....	2-2
圖2.2	網格模型示意圖(三角形、四角形、六角形).....	2-2
圖2.3	MapInfo的資訊層次與檔案結構.....	2-3
圖2.4	位相關係示意圖(一).....	2-5
圖2.5	位相關係示意圖(二).....	2-6
圖2.6	不規則三角網與規則網格之比較.....	2-13
圖2.7	草嶺地區以數值地形繪製之等高線.....	2-14
圖3.1	常見之圖面及圖檔資料.....	3-1
圖3.2	常見之影像資料.....	3-2
圖3.3	常見之數據資料.....	3-2
圖3.4	各種形式之掃描器.....	3-4
圖3.5	正射化處理前 後的航照影像.....	3-6
圖3.6	數化儀與數化板.....	3-7
圖4.1	CAD檔案登錄為GIS圖檔(以MapInfo為例).....	4-3
圖4.2	接圖示意圖.....	4-4
圖4.3	向量接圖(a)欲接合之圖層(b)接合建議情形(c)實際接合.....	4-4
圖4.4	概略化示意圖(a)原始向量圖檔(b)經概略化處理圖檔... ..	4-5
圖4.5	仿射轉換與重新取樣.....	4-6
圖4.6	影像登錄(以MapInfo為例).....	4-7
圖5.1	GIS中的SQL查詢界面(以MapInfo為例).....	5-2
圖5.2	點落於多邊形之SQL查詢範例.....	5-3
圖5.3	SQL查詢線落於多邊形範例.....	5-3
圖5.4	SQL查詢多邊形落於多邊形範例.....	5-4
圖5.5	字串查詢範例(查詢校名為『中山』之國小).....	5-5
圖5.6	地理資料的重分類及集成.....	5-6
圖5.7	疊合分析示意圖.....	5-7
圖5.8	各種環域示意圖.....	5-8
圖5.9	網路分析範例(貨運路線之統計分析與規劃).....	5-9

圖5.10 坡度圖範例.....	5-11
圖5.11 坡向圖範例.....	5-11
圖5.12 等高線之繪製原理.....	5-12
圖5.13 等值線繪圖範例(林口台地等高線地形圖).....	5-13
圖5.14 水系圖範例.....	5-14
圖5.15 林肯大郡開挖前後挖填方圖(a)挖方(b)填方.....	5-15
圖6.1 地圖投影三大家族(a)平面投影(b)柱狀投影(c)圓錐投影.....	6-2
圖6.2 蘭勃氏正形圓錐投影及其展開後之方格網.....	6-3
圖6.3 橫麥卡脫投影.....	6-4
圖6.4 長方圖範例.....	6-6
圖6.5 圓形圖範例.....	6-7
圖6.6 玫瑰圖範例.....	6-7
圖6.7 平行投影及透視投影示意圖.....	6-8
圖6.8 平行投影線畫透視圖.....	6-9
圖6.9 透視投影線畫透視圖.....	6-9
圖6.10 草嶺地區線畫三度空間透視圖(規則網格).....	6-10
圖6.11 草嶺地區彩繪圖.....	6-11
圖6.12 草嶺地區數值地形彩繪明暗圖.....	6-14
圖6.13 草嶺地區數值地形彩繪明暗透視圖.....	6-15
圖6.14 立體對原理示意圖.....	6-16
圖6.15 紅綠立體對製作原理示意圖.....	6-16
圖6.16 紅青立體對製作原理示意圖.....	6-17
圖6.17 彩色立體對製作原理示意圖.....	6-17
圖6.18 草嶺地區三維影像套疊範例.....	6-18
圖6.19 數值地形虛擬實境製作步驟示意圖.....	6-19
圖6.20 VRML語法.....	6-19
圖6.21 數值地形模型.....	6-20
圖6.22 DTM套疊衛星影像.....	6-20
圖6.23 DTM套疊航空照片.....	6-21

圖6.24	飛行模擬路徑設定示意圖.....	6-21
圖7.1	階層式資料庫模式.....	7-3
圖7.2	網路式資料庫模式.....	7-4
圖7.3	關聯式資料庫表格示意圖.....	7-5
圖7.4	資料庫系統架構示意圖.....	7-5
圖7.5	分散式資料庫模式示意圖.....	7-6
圖7.6	主/從系統的模式示意圖.....	7-7
圖7.7	資料量與管理困難度的關係.....	7-9
圖7.8	檔案系統與資料庫系統.....	7-10
圖7.9	資料庫管理系統.....	7-10
圖7.10	現有商用資料庫系統示意圖.....	7-11
圖7.11	ESRI空間資料庫引擎(SDE).....	7-12
圖9.1	空間資料庫之架構.....	9-2
圖9.2	WebGIS架構示意圖.....	9-3
圖9.3	VRML虛擬校園.....	9-4
圖9.4	3D-GIS 之虛擬場景.....	9-4
圖9.5	3D-GIS模擬地形.....	
圖9.6	3D-GIS模擬淹水場景.....	
圖9.7	VRML台灣地震資訊系統.....	
圖9.8	VRML飛行模擬系統.....	9-5

## 表 目

	頁碼
表2.1 IMG格式.....	2-9
表2.2 XYZ格式.....	2-10
表2.3 Z格式.....	2-11
表2.4 GRD格式.....	2-12
表3.1 我國基本圖容許誤差一覽表.....	3-10
表6.1 米制圖紙大小一覽表.....	6-5
表7.1 國土資訊系統資料範圍整理表.....	7-13
表7.2 邱毅工程顧問公司之資料庫.....	7-16

# 第一章 地理資訊系統概論

## 1.1 GIS 的定義

地理資訊系統 ( Geographic Information System , 簡稱 GIS ) 是一個綜合的學門 , 它並不是一個獨立的研究領域 , 而是資訊處理 (Information processing) 與其它利用到空間分析技術之各個不同領域間的共同基礎。其定義說明如下 :

1. GIS 是設計用來搜集、儲存、分析具有地理區位特性事物與現象的資訊系統。

— *Stan Aronoff (GIS: A Management Perspective)* —

2. GIS 是具有整合空間資訊及協助解決真實世界問題的決策支援系統。

— *David Cowen (University of South Carolina)* —

3. GIS 的主要目的是透過疊圖及空間分析功能 , 將原始地理資料轉變為能支援空間決策的資訊。

— *Phillip Parent and Richard Church* —

4. GIS 是設計用來有效的擷取、儲存、更新、處理、分析、及展示各種形式地理資訊的系統 , 包括電腦硬軟體、地理資料庫、及操作維護人員。

— *Understanding GIS (ESRI)* —

5. GIS 大多是高投資的大規模電腦作業系統 , 通常是由中央、省、及地方政府出資建造。主要的目的是協助行政主管有效的管理自然及人文資源。

— *Jean Muller (ITC, Netherlands)* —

6. GIS 是一組強大的工具 , 可以自實際世界中進行空間資料的收集、儲存、取用、轉換及顯示。

— *Burrough P. A.* —

7. GIS 是幫助吾人處理地理資料及空間決策的電腦系統 , 具備地理資料輸入、處理、管理、分析、及輸出的功能。

## 1.2 GIS 的基本架構

### 1. GIS 的組成要素

GIS 依其類別的不同，而有不同的要素。一般來說，主要有以下四種：

- (1) 地理資料庫
- (2) GIS 軟體
- (3) 電腦硬體設施
- (4) 組織管理及使用人員

### 2. GIS 軟體之主要功能

#### (1) 空間資料之數化與預處理

將蒐集到的空間資料輸入系統之中，在地理資訊應用系統的建置工作中，又稱為資料的轉換(conversion)。主要工作內容是將地圖、各種相關表格放入地理資訊系統資料庫中，以及和已有的、外購的各種資料加以整合。

#### (2) 空間資料之管理

以長遠的角度觀之，地理資訊系統最大的價值即在於整合眾多的資料庫，並將資料模型統一，而能清楚便捷的將資料加以管理。

#### (3) 空間資料之處理與分析

地理資訊系統的分析與處理工具可將資料轉化為具有支援決策功用的資訊，使得空間資料能發揮其最大效能。

#### (4) 空間資訊之展示

在資料展現的方面，地理資訊系統提供多種展示方面及多層面的考量，因此透過 GIS 展示功能將使得空間資料得以完整且符合使用者需求的方式來展現。

### 3. GIS 電腦硬體設施

GIS 的發展與電腦硬體的演進有非常密切的關係，隨著電腦硬體的進步，也帶動 GIS 技術的突飛猛進。針對一般 GIS 所常用的電腦硬體設施說明如下：

#### (1) 電腦主機

- ◆ 微電腦
- ◆ UNIX 工作站
- ◆ 大型主機
- (2) 資料輸入週邊設備
  - ◆ 座標數化儀(Digitizer)
  - ◆ 掃瞄儀(Scanner)
  - ◆ 鍵盤(Keyboard)
- (3) 資料輸出週邊設備
  - ◆ 針筆式繪圖機
  - ◆ 掃瞄式繪圖機
  - ◆ (彩色)印表機
  - ◆ 幻燈片製作機
- (4) 電腦網路設備
  - ◆ 區域網路
  - ◆ 廣域網路
- 4. GIS 組織管理及使用人員
  - (1) GIS 專家
    - ◆ 資料庫規劃管理
    - ◆ 應用系統開發
    - ◆ 使用者服務
  - (2) GIS 使用人員

## 1.3 GIS 的主要功能

### 1.3.1 GIS 與資訊整合

1. GIS 最大的優點在於其具備整合各類不同空間資料的能力。

— *DOE9(1987)* —

2. GIS 能整合資訊，提供決策訊息。GIS 提供的資訊整合能力，往往是其它的資訊系統想做而做不到的。

— *Dangermond(1989)* —

### 1.3.2 ESRI 所定義的 GIS 功能

ESRI (環境系統研究所, 為 Environmental Systems Research Institute 的簡稱) 乃是 J. Dangermond 於 1969 年所創立的。其首先使用的應用系統工具為網格的 GRID 系統, 至 1982 年推出 ARC/INFO, 由於 ESRI 在 ARC/INFO 的經營非常成功, 因此許多理念與設計, 幾乎成了業界的標準, 其所定義的 GIS 功能如下:

1. 空間查詢:

查詢圖面上任一地點的屬性資料。

2. 屬性查詢(條件查詢):

查詢符合特定條件的地點在那裡(區位查詢)。例如理想的住宅地、垃圾掩埋場、地下水井、火力發電廠等。

3. 變遷研究:

比較同一地點同一種地理特性在不同時間的變化。例如河流水質的變化、人口的變遷、土地利用的變化、地價的變化等。

4. 最佳路徑尋找:

任意兩點或數點之間找出最佳路途。例如消防隊及救護車等即時服務, 包裹運送路線規劃, 公車及垃圾車路線規劃。

5. 空間分布之分析:

例如犯罪地點、交通事故地點的集中情形, 癌症病患分布與環境污染之關係, 零售商店空間分布分析, 客戶資料空間分布分析。

6. 預測模擬:

例如工廠對環境品質的可能影響, 土地利用變化對水庫水質的可能影響方案評估。

### 1.4 GIS 的相關領域

GIS 所應用的領域很廣, 尤其與空間資料相關的學科, 均與 GIS 有關, 其相關領域如下:

1. 地理學



2. 測量學
3. 製圖學
4. 遙感探測
5. 衛星定位系統
6. 資訊系統
7. 資料庫
8. 地球科學
9. 其他

## 1.5 GIS 的發展歷史

GIS 的發展歷史與電腦的發展息息相關，自 1962 年 GIS 觀念被提出後，GIS 的學理與技術就不斷地進步。可分為 1960 年代、1970 年代、1980 年代及 1990 年代等四個階段，說明如下：

### 1.5.1 1960 年代 GIS 之發展

- 1962 年，Tomlinson 提出 GIS 之觀念。
- 1963 年，Urban and Regional Information Systems Association 成立。
- 1964 年，Canadian Geographic Information System 開始建立。
- 1964 年，IBM 推出 System 360 大型主機電腦。
- 1965 年，美國人口普查局推出 GBF/DIME 資料結構。
- 1967 年，美國紐約州建立 The New York Landuse and Natural Resources Information System。
- 1968 年，國際地理聯會成立地理資料調查及處理委員會。
- 1969 年，Minnesota 州建立 Minnesota Land Management Information System。
- 1969 年，Ian Mcharg 出版 "Design with Nature" 一書。

### 1.5.2 1970 年代 GIS 之發展

- 1970 年，IGU 在加拿大舉行第一屆地理資訊研討會。
- 1970 年初，DEC 推出 PDP/11 迷你系列電腦。

- 1973 年，Intergraph 及 Synercom 均推出自動繪圖系統。
- 1974 年，Autocarto 成為重要的 GIS 研討會。
- 1970 年中，哈佛大學設計學院成立電腦圖形處理實驗室。
- 1970 年代後期，GIS 軟體公司業務開始發展，如 ESRI, Synercom, Intergraph, Comarc, Computervision。

### 1.5.3 1980 年代 GIS 之發展

- 1981 年，ESRI 公司推出 ARC/INFO GIS 軟體，技術上有了突破性之進展。
- 1980 年代初期，PC 及圖形工作站開始發展。
- 1980 年代中期，全功能之 GIS 軟體相繼問世，如 Deltamap(現為 Genamap)、Geovision、System 9。
- 1986 年，GIS/LIS 研討會系列開始。
- 1980 年代後期，GIS 已推廣至地方政府。

### 1.5.4 1990 年代 GIS 之發展。

- 空間決策支援系統受到重視。
- 整合式 GIS 開發推動。

## 1.6 常用的 GIS 軟體

電腦軟體常隨著硬體的發展而演進，而 GIS 的發展更與軟體有密不可分的關係。GIS 專家針對不同的需求及應用範疇而發展出功能性相異的軟體，且也不斷地研發出新的 GIS 產品。常用的軟體說明如下：

### 1.6.1 整合性 GIS

1. Arc / Info：ARC/INFO 地理資訊軟體系統為美國 ESRI (Environmental System Research Institute)公司於 1982 年推出。全系統由兩大部份組成；ARC 系統負責圖形資料的處理，INFO 系統則負責屬性資料的管理。此系統歷經了 20

餘年的發展及演化，已變得相當複雜及完整。目前在 GIS 方面的產品包括：Arc / Info、ArcTools、ArcStorm、ArcExpress、Arc / Info network、Arcview、ArcCAD、PC Arc / Info、ArcData、ArcGIS 及 SDE 等。

2. GenaMap：由澳洲之 GENESYS 公司開發完成，以 UNIX 及 Windows NT 為作業系統，具有主/從架構，並採用關聯式資料庫之地理資訊系統。
3. InterGraph MGE：由 InterGraph 公司所發展之地理資訊系統軟體，1994 年已將其移至 Windows NT 平台發展。

### 1.6.2 桌上型 GIS

1. MapInfo：MapInfo 是由美國 MapInfo Corporation 所發展出建構在 Windows 作業系統中的桌上型地理資訊系統。MapInfo 本身具備完善的資料庫系統及強大的地圖及圖形展示功能，可作為空間資料分析的工具。除 MapInfo 本身所提供的許多 GIS 系統功能外，並可利用 Windows 作業系統中動態資料交換及物件連結與嵌入。美國的 MapInfo 公司自 1990 年推出 Desktop Mapping 的 GIS 工作軟體便不斷加強 MapInfo 的功能，其 1992 年推出 MapInfo2.0 版新增了 SQL 查詢語言，1993 年推出 MapInfo3.0 版，1994 年推出 MapInfo4.0，1996 年推出 MapInfo4.1 版，目前的版本已經為 MapInfo 6.5 版。
2. ArcView：ArcView 是 ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.) 1994 年推出的桌上型地理資訊系統，具有地圖資料和屬性資料建立、並可整合數值地圖、CAD 圖、掃描影像圖及遙測資料等圖層，進行修改及互動式查詢、各種統計分析與資料展示等功能，並且可在 PC、麥金塔及 UNIX 工作站各種不同的平台執行。此 Arc / Info 系統中的桌上型製圖與分析的軟體，特點是易學易用。

3. AutoCAD MAP：使用強大的資料整合和基本 GIS 分析能力，在 CAD 環境中結合建立、維護及傳達地圖繪製工具。AutoCAD MAP 的特點有：可處理由多張地圖組成的大型資料、可整合各式各樣的資料型別與圖形格式、可有多人存取及編輯地圖、包含功能強大的地圖製作與編輯工具及提供了精緻的地理資訊系統功能及空間分析能力。
4. WinGIS：一套由奧地利公司 1993 年開發的 GIS 軟體，具有位相關係(topology)、主/從架構。並可結合使用者現有之開發工具 VB、Delphi 加以開發應用系統。
5. ArcCAD：為一與 AutoCAD 結合的 GIS 軟體，利用 AutoCAD 的繪、修、製圖能力處理 ARC/INFO 的圖形資料。具有空間套疊(overlay)、分析聯集(union)、差集(identity)、交集(intersect)、分析統計資料庫與資料查詢等 GIS 功能。並可同時結合 ESRI 公司與 AutoDesk 公司所開發之應用軟體，如 ARC/INFO、ArcView、CADoverlay、LANDCAD、Images、3D 等。
6. SPANS：為 PCI Geomatics 公司發展的一套桌上型地理資訊系統。
7. GRASSLAND：為 Global Geomatics 公司所發展，為 GRASS GIS 之商業版本，與 GRASS 同具有分析及圖形處理能力。

### 1.6.3 本土化 GIS

1. GISKit++：此為資策會所主導研發的軟體，全中文化的操作環境及文件，完全由國內掌握技術。
2. TopoViewer：此為中央大學應用地質研究所地理資訊研究室所研發的一套配合 MapInfo 地理資訊系統使用下的數值地形模組，可大幅提升工作效率及品質，使用者能在 PC 的環境下方便且有效率地使用。

#### 1.6.4 3D GIS

1. 3D Mapps：這是一套三維圖形分析顯示軟體，可顯示坡度、坡向、日照及剖面分析。其特點有以下幾點：採用不規則三角網(TIN)之計算模式，亦可產生規則網格(Lattice)之模型、可內插等高線或其他等值線、可處理高程及非高程之量化資料、可計算兩點間之通視狀況以產生剖面圖、可展示多種形式的3D立體圖、可將2D向量圖形套疊在3D立體圖上並可調整不同視距、可接受多種資料輸入格式等功能。
2. ArcView 3D Analyst：為ESRI公司所發展三維地形分析模組，可製作、分析及展示三維地形模型，並提供不規則三角網(TIN)的編修。

#### 1.6.5 Virtual GIS

1. LandForm Gold：由墨西哥的Rapid Imaging Software所發展的一套Windows軟體，可將數值地形模型(DTM)製作成三維地形模型，並可套疊衛星映像、航空照片及設定飛行模擬路徑等功能。
2. 3DEM：一套利用SGI/Microsoft Open GL來製作三維地形及飛行模擬的軟體，並可製作紅綠立體影像，製作的影像可儲存成各種格式的影像檔。
3. CLRview：利用Silicon Graphic IRIS電腦真實圖形處理功能所設計出的3D視覺化程式；此程式可自CAD及GIS中取得地理圖形(DXF、TIN、DEM、Lattices、Arc/Info Coverages)及屬性(Arc/Info支點源資料)資料，以執行視覺化的處理。

### 1.6.6 WWW GIS

1. MapInfo ProServer：提供使用 Microsoft Visual Basic, Visual C++或 Delphi 開發 CGI 程式之環境，並支援 Microsoft OLE 連結功能。客戶端(Client)可採用 IExplore 3.0 或 Netscape 3.0 版本以上之瀏覽器上網使用，不須外掛程式。其系統採用影像式(Raster)方式展現成果，可避免圖檔被盜取的問題。
2. Autodesk MapGuide：此為商用的 GIS 軟體，為一套向量式地圖應用程式，可經由企業內的網路或網際網路著作、出版或發行詳盡的地圖。全套的 Autodesk MapGuide 包括：Autodesk MapGuide (插入式程式)、Autodesk MapGuide Author 及 Autodesk MapGuide Server。為了讓使用者能充分利用與地圖相關內容的價值，Autodesk MapGuide 整套產品將這項內容整合成標準的 HTML 文件。
3. Internet MapServer：ESRI 所發展之網際網路地理資訊系統。
4. WebBroker：由 InterGraph 公司所發展，可將地理資訊系統應用於網際網路之開發工具。

### 1.6.7 遙測與 GIS

1. Imagine：ERDAS 公司針對遙測(remote sensing)影像使用者的需求，發展了 ERDAS IMAGINE 影像處理系統，其主要功能包括：地表覆蓋分類、影像正射化、3D 立體模擬、視覺化模擬等，可提供使用者進行土地利用監測，環境監測及其他地表分析。
2. PCI：PCI Geomatics 公司發展，對於各項遙測資料提供了相關的分析、正射化、分類及製圖等功能的工具。
3. ERMapper：由澳洲 Earth Resource Mapping 公司所研發之遙測影像處理軟體，具有立體視覺化、編修 Arc/Info 圖層、影像分類，並可提供 129 種資料載入及傅立葉轉換等功能。

### 1.6.8 GPS 與 GIS

1. GPS-LINK：GPS 為全球定位系統(Global Position System)的簡稱，GPS-LINK 提供了將 GPS 接收的資料應用於 GIS 的功能，可接收各種格式的 GPS 資料。

### 1.6.9 特殊目的 GIS

1. Autodesk World：結合正統 GIS 能力和簡單快速的介面，使用者可以快速地存取、整合、分析及展示資料，全部都可在 Microsoft Office 環境中進行。Autodesk World 與一般傳統的 GIS 軟體最大的差異是，其可轉換傳統地理資訊系統到一個開放且富彈性的系統，以用來存取、整合及管理所有資料。此外能將電腦輔助設計、地理資訊系統、影像、屬性及多媒體檔案在單一的環境下作整合應用。

### 1.6.10 模組化 GIS

1. MapObjects：MapObjects 為 ESRI 公司所發展一種程式元件，可提供 GIS 應用系統研發人員發展符合其需求的應用系統或增加所需的功能。MapObjects 是一種 32 位元 OCX(OLE Control)介面元件，符合微軟 OLE(Objects Linking and Embedding)標準，提供程式研發人員在一般發展環境中(例如 Visual Basic、Delphi、Visual C++等)，發展其所需要之 GIS 應用程式，這些功能包括向量資料及影像資料顯示、連結資料庫以及空間資料分析與查詢等。
2. MapInfo MapX：為 MapInfo 公司所發展一種程式元件。可提供 GIS 應用系統研發人員發展符合其需求的應用系統或增加所需的功能。MapX 亦是一種 32 位元 OCX 介面元件，程式研發人員可在原本熟悉的發展環境下，發展其所需要之 GIS 應用程式。使用者亦可使用原本熟悉的應用軟體。

## 1.7 GIS 的資料來源

GIS 的資料來源主要有以下三種，第三章將有更詳細的說明：

1. 圖面及圖檔資料
2. 相片及數值影像
3. 數據報告及檔案

## 1.8 GIS 的應用

GIS 的應用範疇非常廣，在第九章將會更詳細說明，主要有以下領域：

1. 在農林漁牧上的應用
2. 在環境保護上之應用
3. 在自然資源管理上之應用
4. 在交通規劃上之應用
5. 在公共設施選址及管理上之應用
6. 在區域及都市規劃上之應用
7. 在私人企業選址上的應用
8. 其他領域之應用
  - (1) 公路選線
  - (2) 掩埋場選址
  - (3) 地籍管理
  - (4) 電子地圖
  - (5) 區域行銷
  - (6) 地形分析
  - (7) 地震資料分析
  - (8) 山崩潛感分析
  - (9) 災害成因相關分析
  - (10) 地層液化潛能分析
  - (11) 地震危害度分析
  - (12) 地震風險度分析



## 第二章 地理資料模型與資料結構

### 2.1 GIS 的資料特性

地理資訊系統所處理的資料，稱為地理資料，乃是指在本質上、內涵上、外觀上及地理位置（position）有關的資料。了解地理資料的組成是地理資訊系統極重要且極基本的工作，藉由將真實世界的地理資料加以分類，並進而歸納資料間的關係，再將這些資料以地理資料模型的方式來描述，則有助於地理資料的處理、分析、管理工作的進行。地理資料具有以下幾個特點：

#### 1. 地理位置

地理資料必定有其地理上的位置，故地理位置是每一筆地理資料的必要條件。地理位置是以地理座標來表示，例如：經緯度座標 (Latitude and Longitude) 或世界橫麥卡脫座標 (Universal Transverse Mercator, UTM) 等。在地理資訊系統中，必須要有一個大家都可以瞭解與運用的座標系統，而不論那一種座標系統，其本身都有精度上的限制，因此在不同精度的要求下，應該要運用不同的座標系統。

#### 2. 屬性

地理資料的實質內容即為該筆資料的屬性(attribute)，其是與位置無關的非空間資料 (non-spatial data)。例如：某一筆地震資料的發生時間、規模、深度等，或地籍屬性資料內的行政區、地號、地目、面積、所有人等資料。地理資料所對應的屬性值可再依其對空間資料的描述效果加以分類，可分為分類性(nominal)資料、有序性(ordinal)資料、間距性(interval)資料、比例性(ratio)資料等。

#### 3. 空間關連性

空間中的各個物件，彼此之間的關係。在傳統地圖中，這些資訊隱含在圖中，而在地理資訊系統中，則須特別加以記錄。

#### 4. 時間

地理資料產生的時間點或時段，對於資料運用時亦相當重要。

## 2.2 GIS 的資料模型

在地理資訊系統中，其資料模型基本上有網格式模型(raster model)及向量模型(vector model)兩種，其組成點、線、面的方式如下圖。

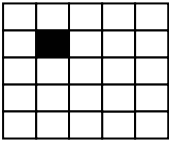
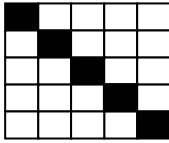
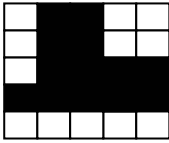

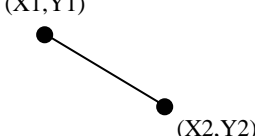
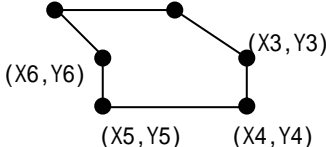
	點	線	面
網格式	含有該點的網格單元 	階梯形狀 	表現內部，外框隱含 
向量式	一對 (X, Y) 座標 	平滑直線 	表現外框，內部隱含 

圖 2.1 網格式及向量式之比較

### 2.2.1 網格式模型

網格式模型係將一地理區域切割成有限個規則網格，每一網格具有其代表性座標，並具有簡單屬性。例如一幅衛星影像通常即以網格式模型來表示每一像元的地面輻射值。

常用之網格式切割方式主要有三種，分別是四角、三角及六角網格式。其中四角網格式最廣泛被使用，其原因為四角網格式資料結構可以用遞迴式的方法進行切割，而仍保持其形狀與方向；實務上大部分輸出及輸入裝置在處理資料時本身即採用四角網格式座標。

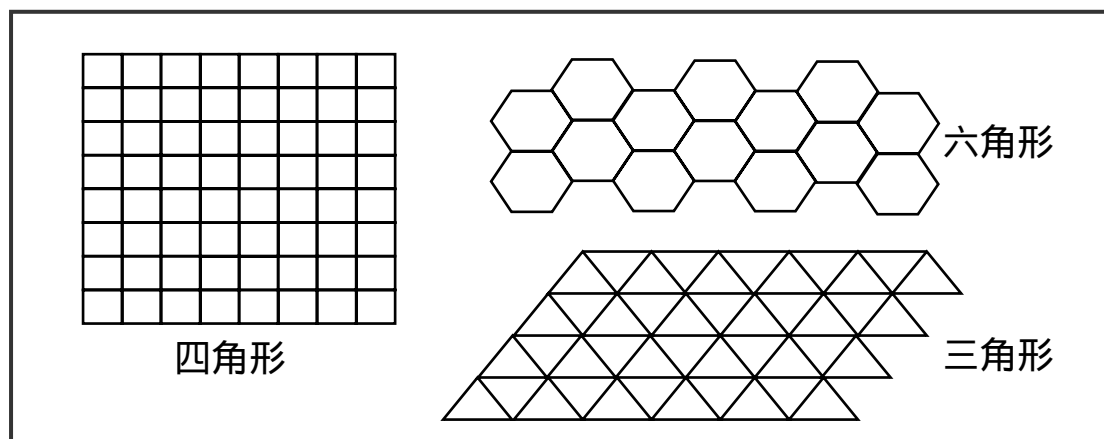


圖 2.2 網格式模型示意圖

## 2.2.2 向量模型

向量模型係以點、線及(或)多邊形來表示地理資料的位置與範圍，並以圖件相應的屬性來記載其內容。例如地震震央可以點來表示，公路可以線來表示，而行政區則可以多邊形來表示。

在向量資料格式中，地理資料均是以一系列的點座標來加以表示。因此線物件在空間資料庫中所記載的是各轉折點的座標值，而面物件則是記錄其邊上各轉角的座標。在向量式資料結構中，點、線、面均各代表一個均質的地理現象。相較於網格式資料格式，其特性是精度很高，而沒有資料概略化的問題。

## 2.3 GIS 的資料結構

### 2.3.1 GIS 的資訊層次與檔案結構

GIS 的資訊層次基本上可分為系統(system)、計畫(project)、圖幅(map)、圖層(layer)、及物件(object)等五個層次。物件通常係指向量模型中的點、線、或多邊形，每一物件包括其地理位置及屬性。圖層係由物件組成，圖層亦可以是一網格影像(raster image)。圖幅係由圖層組成，一幅主題圖可包含若干個圖層，並可同時擁有向量圖層及網格式圖層。一個計畫則可包括許多個圖層及不同的主題圖。

以 MapInfo 地理資訊系統為例，計畫係以工作區(work)表示，圖層係以表格檔(table)表示。其資訊層次及檔案結構可以圖 2.3 說明之。

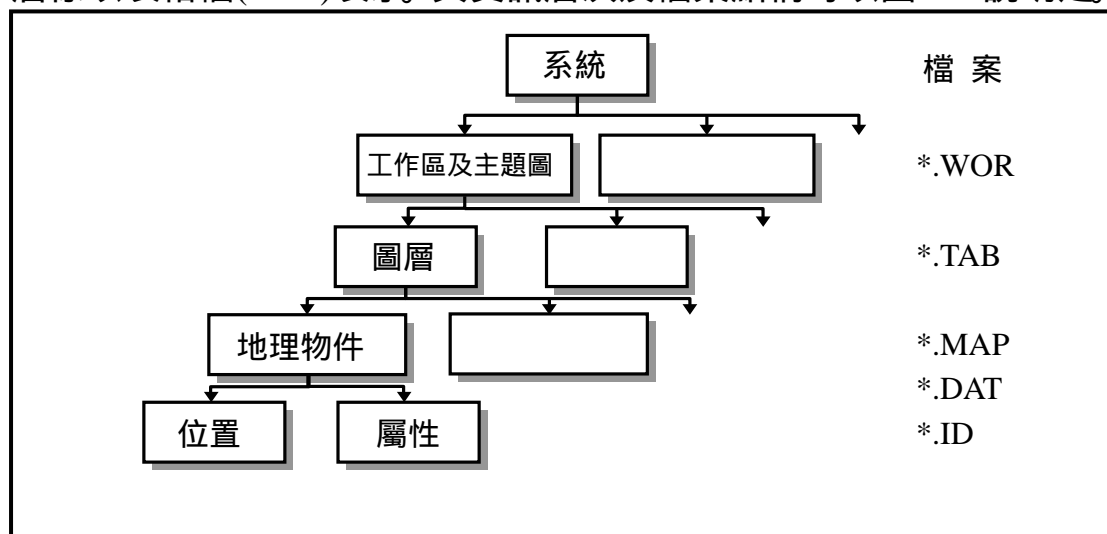


圖 2.3 MapInfo 的資訊層次與檔案結構

### 2.3.2 網格式資料結構

一個四角規則網格一般係以一個矩陣(matrix)來表示每一個網眼(cell)的值。例如一幅衛星影像的某一個波段通常即以一個矩陣來表示，而矩陣中每一個值即代表影像中某一網眼或像元的輻射值。

一個網格資料檔案通常可以分成兩大部份，第一部份為其檔頭部份(header)，記載了網格的行列數目、波段數、每一網眼所代表的地面空間大小、及基準點的地理座標等；第二部份為由一連串數字所形成的矩陣，每一個數字代表了其中一個網眼的屬性。每一網眼的地理座標並不需要記載，因其可由檔頭資料推算得知。

一般影像檔案通常亦為網格式資料結構，亦具有檔頭及檔身兩部份，只是缺少了地理座標及其他空間資訊的記載。在 MapInfo 地理資訊系統中，網格式資料結構係以一.tab 檔記載地理座標及其他空間資訊，其他資訊則直接採用一般影像檔案格式來記載。

### 2.3.3 向量式資料結構

在向量式資料格式中，地理資料（以點、線及面）均是以一系列的點座標來加以表示，因此在空間資料庫中所記載的「線」便是各個轉折點的座標值，而「面」則是記錄其邊上各個轉角的座標。其有幾種模式，說明如下：

1. 簡單結構(麵條式資料模式)：向量資料的存放是呈一系列一系列的座標值串列，因此又稱麵條式資料模式 (spaghetti data model)。此模式記錄了所有空間物件的位置，可便於瞭解各個點、線及面資料是由哪些點所組成的。
2. 雙獨立地圖編碼法(GBF/DIME)：GBF / DIME 全名為「地理基礎檔案或雙獨立地圖編碼法」(Geography Base File or Dual Independent Map Encoding)是美國戶口普查局設計來進行人口統計用的，其格式雖然與 GIS 內部資料結構及資料庫內部的存放方式不同，但它常用作不同系統間資料交換用的中介格式。在 GBF / DIME 中，每一條街道、河流、公路及行政區界線等，都以一系列的直線段來表示。一個 GBF / DIME 檔案是由數個區段記錄所組成的，所謂區段乃指一段街道或兩個節點作為端點的各種圖徵。

- 以位相整合的地理編碼及參照結構(TIGER)：這是美國戶口普查局和美國地質調查所合作建立所需的地圖，即後來的 TIGER (Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing) 檔案，TIGER 檔案將所有地理資訊分成三個單元：0-單元為圖徵的端點或交會點，1-單元為連接兩個 0-單元的線圖徵，2-單元為由一串 1-單元形成的最小面積。TIGER 結構相當複雜，當初設計的目的是作為應用系統的內部結構，內部各資料間的連結也很複雜。
- 位相關係：GIS 是針對輸入的地理資料進行分析與處理，為了加速分析與處理工作的進行，有許多空間資料間的關係可預先加以計算而儲存起來，這些關係便是位相關係。位相關係可以說是一種用來定義空間關連性的數學方法，一般儲存的位相關係包括：區域定義、連結性、鄰接性。位相關係可分別以圖 2.4 及圖 2.5 說明之。

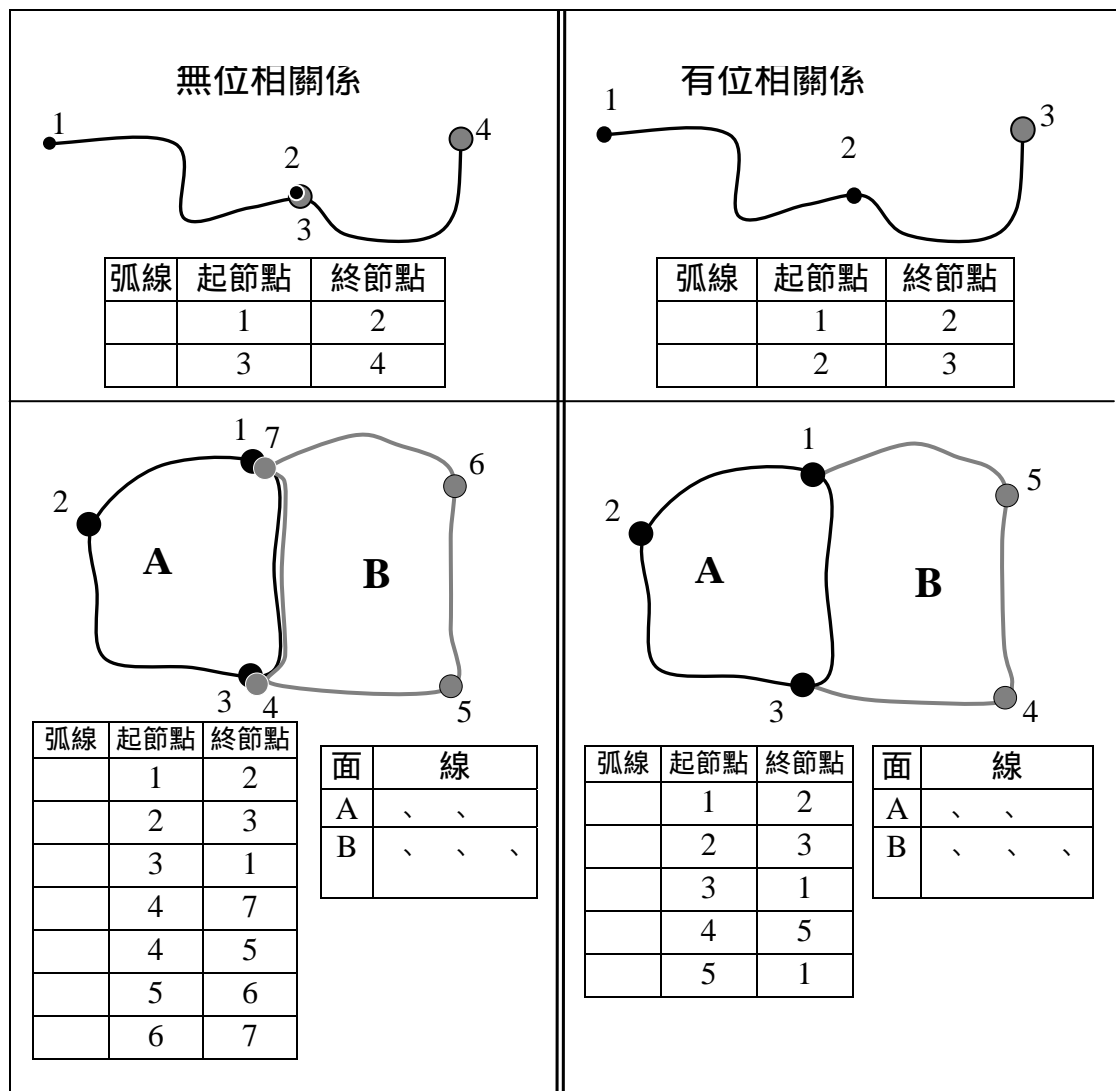
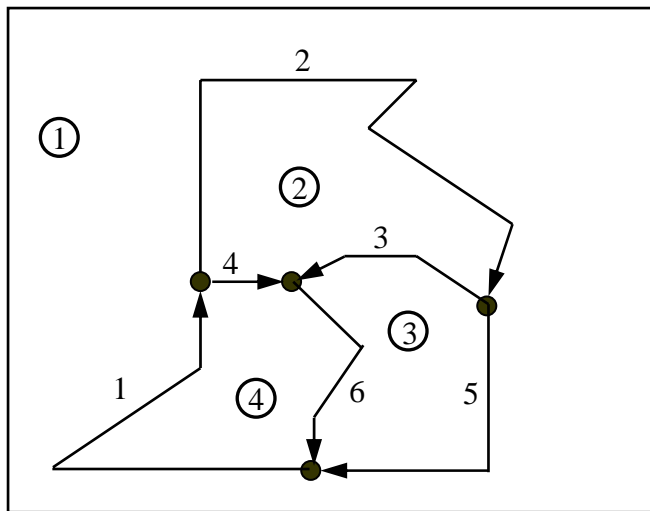


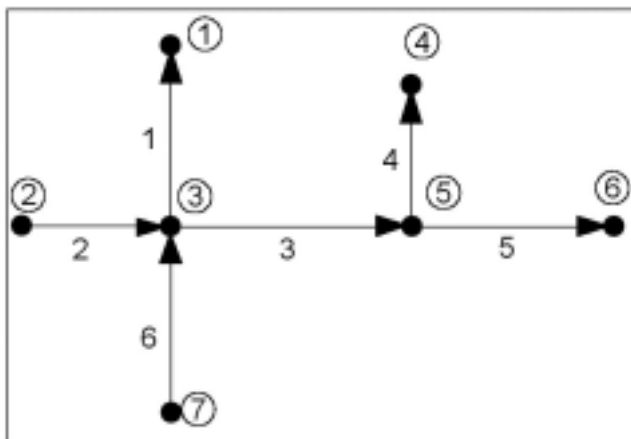
圖 2.4 位相關係示意圖 (一)



多邊形	周邊之弧
②	4, 2, 3
③	6, 3, 5
④	1, 4, 6

弧	左側多邊形	右側多邊形
1	1	4
2	1	2
3	3	2
4	2	4
5	1	3
6	3	4

(a)上圖可說明多邊形與弧線的位相關係,右上表為多邊形與其周邊之弧,右下表則為每一弧線之左側多邊形與右側多邊形。



路段	起節點	終節點
1	③	①
2	②	③
3	③	⑤
4	⑤	④
5	⑤	⑥
6	⑦	③

從節點 6 到節點 1 的路徑

路段	5	3	1
方向	—	—	+

“+”表正向,“—”表逆向

(b)利用一有 7 個節點的道路圖來說明位相關係,右表為各路段之起節點與終節點。下表則為從節點 6 到節點 1 的路徑,其組成的路段與方向

圖 2.5 位相關係示意圖(二)

物件觀念：檔案格式，以物件為導向的觀念設計。

### 2.3.4 網格式與向量式資料結構的比較

早期的 GIS 系統大多以網格資料為主，近年來則以向量式的系統較多，隨著遙測影像應用的興起，網格式系統亦受到相當的重視。此兩者各有擅長，依應用情況而定。現在一般的 GIS 系統大多二者兼備，只是主力重點各有不同。在選用某一種資料結構時，該資料結構能否適切地表現出所要處理的地理資料特性，應是最重要的考量。

**網格資料結構的優點如下：**

1. 適合許多常用的分析處理。
2. 資料結構簡單一致，不論點、線、或是面，在網格資料結構中，均一視同仁。因此，分析處理運算、資料儲存架構上，均可以一套通用，不需另外區分。
3. 計算量少。
4. 儲存空間固定（與空間資料之複雜與否無關）。
5. 可有效表示空間變動性。
6. 適合統計分析：使用網格式資料結構，我們可以很容易的進行統計各種土地利用區分、統計各種不同植物的林相分佈、以及分析災害受損面積等等。
7. 適合模型製作：由於前述的優點，使用網格式資料來建構一個系統模型以供分析，向量式資料相較，將是一件比較容易的工作。

**而網格式的缺點有：**

1. 由於有資料概略化的問題，因此，比較不適合精確度要求較高的業務運作單位。
2. 空間解析度低。
3. 初始儲存空間大（然而，如前所述，空間資料複雜與否，此一儲存空間均是固定的）。
4. 難表示位相資料（topology）。

5. 輸出品質無法與手繪相比。

#### **向量資料結構優點為：**

1. 適合精確度要求較高的業務運作。
2. 高空間解析度。
3. 初始儲存空間小。
4. 可有效表示位相資料。
5. 輸出品質近乎手繪。
6. 適合資料庫管理。
7. 適合製作地圖。

#### **其缺點則為：**

1. 分析工作較耗費時間。
2. 資料結構較複雜。
3. 計算量大（僅記錄點座標，要進行圖形是否相交之類的測試時，需相當大量的計算）。
4. 儲存空間差異大。
5. 無法有效表示空間變動性。

## **2.4 數值地形模型**

數值地形模型（Digital Terrain Model 簡稱 DTM）是數值化的方式，來表現地形三度空間的起伏變化情形。目前數值地形最常表現的方式有三種：分別是規則網格、不規則三角網及數值等高線。

### **2.4.1 規則網格(Regular Grid)**

#### **(1) IMG 格式**

目前，國家數值地形模型是以一種 EARDAS 影像檔的格式儲存：包括 400 位元組的檔頭(標準的 EDADAS 影像檔檔頭為 128 位元組)及隨後的高程值，其內容如表 2-1。



表 2-1 IMG 格式

79	68	65	48	58	91	48	44	48	93	57	55	50	51	45	51	45	48	48	51
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
32	169	4	0	128	160	42	0	32	169	4	0	144	149	42	0	248	178	4	0
128	160	42	0	148	178	4	0	144	149	42	0	40	0	0	0	71	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	68	100	251	29	68	127	42	28	68	35	251	27	68	31	69	29	68	236	49

在檔頭中重要的資訊如下：

- 61-64 位元組：左上角 X 座標
- 65-68 位元組：左上角 Y 座標
- 69-72 位元組：左下角 X 座標
- 73-76 位元組：左下角 Y 座標
- 77-80 位元組：右上角 X 座標
- 81-84 位元組：右上角 Y 座標
- 85-88 位元組：右下角 X 座標
- 89-92 位元組：右下角 Y 座標
- 93-96 位元組：網格大小（公尺）
- 97-100 位元組：Y 方向點數
- 101-104 位元組：X 方向點數

以上資料均以整數格式儲存，低位元組在前面。

在資訊欄中，高程資料係以四個位元組的實數格式儲存，並由北而南及由西而東順序排列。

## (2) XYZ 格式

數值地形模型按 X,Y,Z 座標值以文字檔的模式順序儲存，在此稱為 XYZ 格式，其內容如表 2-2。

表 2-2 XYZ 格式

308000.000	2790800.000	560.309
308040.000	2790800.000	535.270
308080.000	2790800.000	510.841
308120.000	2790800.000	480.732
308160.000	2790800.000	452.083
308200.000	2790800.000	429.247
308240.000	2790800.000	402.939
308280.000	2790800.000	384.199
308320.000	2790800.000	371.578
308360.000	2790800.000	355.438
308400.000	2790800.000	344.118
308440.000	2790800.000	344.837
308480.000	2790800.000	371.828
308520.000	2790800.000	379.006
308560.000	2790800.000	358.635
308600.000	2790800.000	327.255
308640.000	2790800.000	298.690
308680.000	2790800.000	278.062
308720.000	2790800.000	283.893
308760.000	2790800.000	290.968
308800.000	2790800.000	290.741

此種格式可方便不同系統間的檔案格式轉換，其缺點是檔案長度太大。

## (3) Z 格式

為改善檔案長度過大的問題，但仍保留資料轉換的方便性，國立中央大學應用地質研究所常採用所謂的「Z 格式」，其內容如表 2-3。其中，第一列 8 個參數分別為：X 方向點數，Y 方向點數，X 方向網格大小，Y 方向網格大小，左上角 X 座標，左上角 Y 座標，右下角 X 座標及右下角 Y 座標；其中，前兩個參數為整數，後六個參數為實數，以 FORTRAN 自由格式儲存。第二列以後為高程

值，每一列有 8 個高程值，以自由格式或 F10.3 格式儲存。  
資料存放係由南而北及由東而西順序排列。

表 2-3 Z 格式

63	71	40.	40.	308000.	2793600.	310520.	2790800.
560.309	535.270	510.841	480.732	452.083	429.247	402.939	384.199
371.578	355.438	344.118	344.837	371.828	379.006	358.635	327.255
298.690	278.062	283.893	290.968	290.741	306.115	282.083	257.385
249.097	244.053	209.892	190.236	189.905	180.163	177.628	171.242
169.591	170.742	172.914	165.771	161.335	161.483	160.229	147.357
133.848	126.896	118.656	116.690	110.357	112.507	109.660	111.176
105.167	86.425	77.207	78.802	69.996	62.635	45.523	36.853
36.200	36.674	36.229	36.053	33.710	34.027	34.041	234984
581.072	556.411	523.513	493.497	469.457	452.970	436.369	418.988
392.349	369.654	361.482	368.254	375.968	388.155	367.114	343.190
308.657	313.622	308.963	313.132	304.109	300.048	284.984	263.543
251.412	220.160	220.482	224.945	193.463	191.258	186.242	179.399
176.437	175.596	176.970	176.843	171.858	180.947	165.484	152.357
151.260	139.453	129.710	121.047	115.677	117.910	116.727	117.410
110.567	99.227	96.072	95.789	89.523	79.491	66.364	46.275
44.933	36.395	34.558	35.465	34.565	33.037	32.031	479087
573.920	551.204	522.151	494.392	470.617	445.065	426.807	410.581
390.779	369.603	383.325	391.602	387.115	380.669	363.185	335.770
319.472	334.706	331.170	300.072	279.243	266.545	269.270	249.249
230.777	237.703	248.217	221.853	218.262	205.579	194.091	189.865

#### (4) GRD 格式

Golden Software 公司出版的 Surfer 應用軟體使用 GRD 格式來儲存網格數值地形模型。包括 56 位元組的檔頭及隨後的高程值，其內容如表 2-4。

在檔頭中重要的資訊如下：

- 1- 4 位元組：識別符號'DSBB'
- 5- 6 位元組：X 方向點數，整數格式
- 7- 8 位元組：Y 方向點數，整數格式
- 9-16 位元組：最小 X 座標，倍準實數格式
- 17-24 位元組：最大 X 座標，倍準實數格式

25-32 位元組：最小 Y 座標，倍準實數格式

33-40 位元組：最大 Y 座標，倍準實數格式

41-48 位元組：最小 Z 座標，倍準實數格式

49-56 位元組：最大 Z 座標，倍準實數格式

在資訊欄中，高程資料係以四個位元組的實數格式儲存，並由南而北及由西而東順序排列。

表 2-4 GRD 格式

68	83	66	66	64	0	71	0	0	0	0	0	128	204	18	65	0	0	0	0
224	243	18	65	0	0	0	0	200	74	69	65	0	0	0	0	64	80	69	65
0	0	0	192	159	250	63	64	0	0	0	128	147	40	130	64	199	19	12	68
72	209	5	68	166	107	255	67	178	93	240	67	160	10	226	67	158	159	214	67
49	120	201	67	121	25	192	67	252	201	185	67	16	184	177	67	27	15	172	67
35	107	172	67	252	233	185	67	197	128	189	67	72	81	179	67	164	160	163	67
82	88	149	67	240	7	139	67	78	242	141	67	231	123	145	67	217	94	145	67
184	14	153	67	160	10	141	67	72	177	128	67	213	24	121	67	145	13	116	67
90	228	81	67	106	60	62	67	174	231	61	67	186	41	52	67	197	160	49	67
244	61	43	67	76	151	41	67	244	189	42	67	252	233	44	67	96	197	37	67
195	85	33	67	166	123	33	67	160	58	32	67	100	91	19	67	23	217	5	67
193	202	253	66	223	79	237	66	72	97	233	66	201	182	220	66	150	3	225	66
236	81	219	66	29	90	222	66	129	85	210	66	154	217	172	66	252	105	154	66
160	154	157	66	244	253	139	66	61	138	122	66	141	23	54	66	121	105	19	66
205	204	16	66	45	178	18	66	127	234	16	66	70	54	16	66	10	215	6	66
166	27	8	66	252	41	8	66	195	245	7	66	156	68	17	68	78	26	11	68
213	224	2	68	158	191	246	67	127	186	234	67	41	124	226	67	59	47	218	67
119	126	209	67	172	44	196	67	182	211	184	67	178	189	180	67	131	32	184	67
231	251	187	67	215	19	194	67	152	142	183	67	82	152	171	67	25	84	154	67
158	207	156	67	68	123	154	67	229	144	156	67	244	13	152	67	37	6	150	67
244	125	142	67	129	197	131	67	121	105	123	67	246	40	92	67	100	123	92	67

(5)資料轉換

針對上述四種不同資料格式，可運用下列九個電腦程式供進行格式轉換：

- (1) IMG2XYZ 將 IMG 格式轉為 XYZ 格式。
- (2) IMG2Z 將 IMG 格式轉為 Z 格式。
- (3) IMG2GRD 將 IMG 格式轉為 GRD 格式。
- (4) GRD2IMG 將 GRD 格式轉為 IMG 格式。
- (5) GRD2XYZ 將 GRD 格式轉為 XYZ 格式。

- |           |                  |
|-----------|------------------|
| (6) GRD2Z | 將 GRD 格式轉為 Z 格式。 |
| (7) Z2IMG | 將 Z 格式轉為 IMG 格式。 |
| (8) Z2XYZ | 將 Z 格式轉為 XYZ 格式。 |
| (9) Z2GRD | 將 Z 格式轉為 GRD 格式。 |

#### 2.4.2 不規則三角網(Triangulated Irregular Network, TIN)

這是一種以連續不規則的三角形，其組成如下圖，來代表連續的三度空間資料的資料結構。其解析度可隨空間資料的複雜不而有所不同，因此地形上的劇烈變化亦可以有效的表示。不規則三角網對於工程挖填方的計算、地形坡度 / 坡向的計算、視域分析、等高線的繪製、數位化地表模型的建構與展示等立體的分析處理功能，相當重要。

TIN 的主要缺點是建立三角形較費時，而且目前電腦的軟硬體設計都是較適合用來處理規則的網格式資料。比較不適合用來處理 TIN 這類不規則的向量式資料。然而，TIN 所建立的三角形資料在存放空間上，卻比網格式資料節省空間。

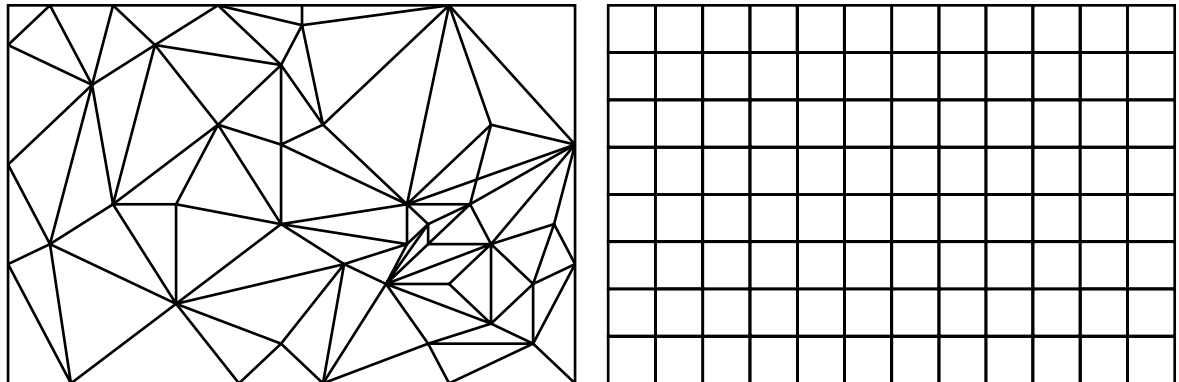


圖 2.6 不規則三角網(左)與規則網格(右)之比較

#### 2.4.3 數值等高線(Digital Contour)

將地形資料中相同高度的點連接起來，便成了數值等高線。這種表示法在現今的地形圖中很常見，在資料的展現上，亦具有很好的效果。由於等高線實際上只是地形視覺化展現的一種作法，要以數值化方式來表示地形時，並沒有一種很有效的作法。此外精確度無法很高，在 GIS 系統中，DTM 資料多半不會以數值地形等高線的形式來

加以表示，圖 2.7 為草嶺地區以數值地形繪製之等高線圖。

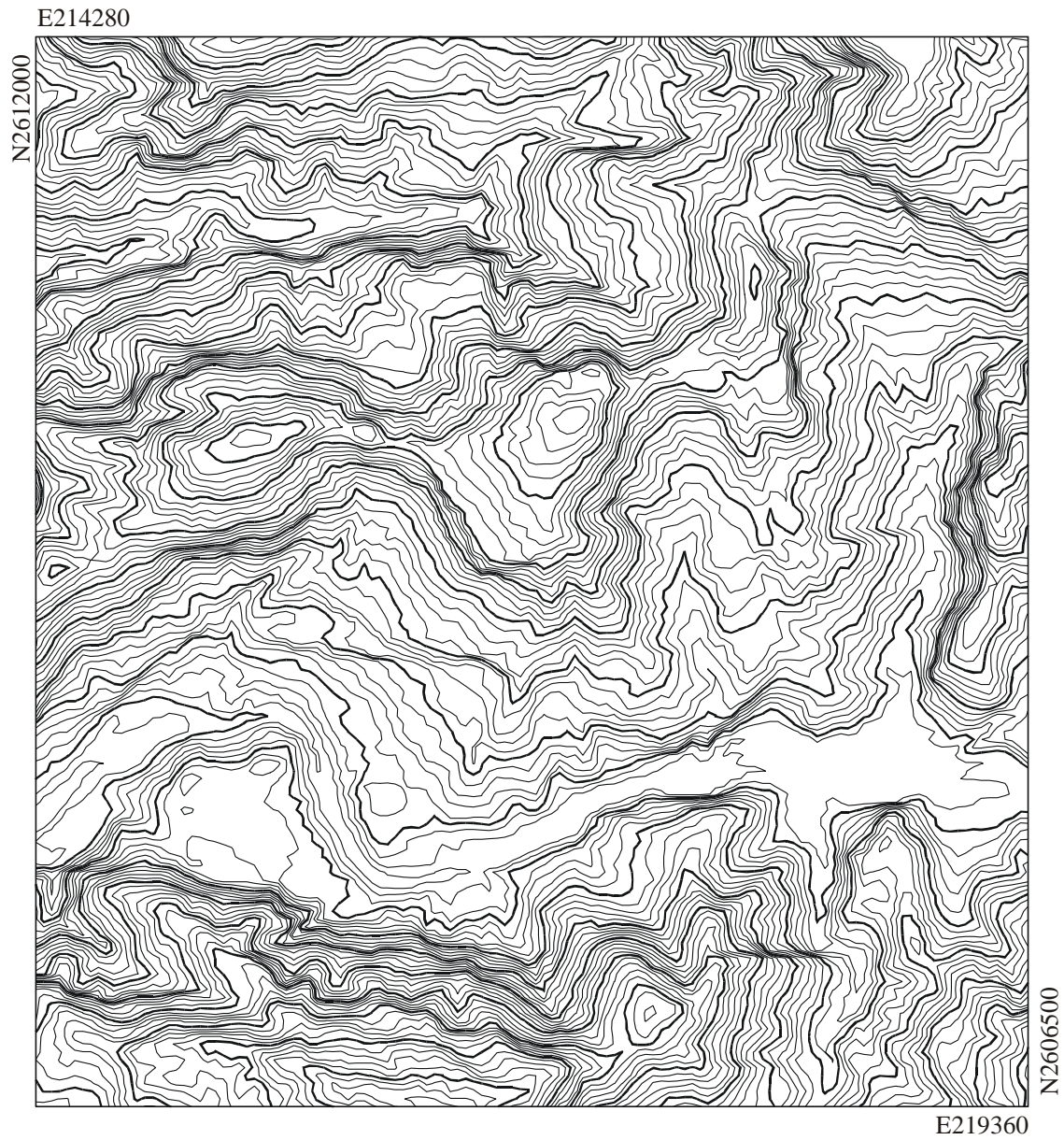


圖 2.7 草嶺地區以數值地形繪製之等高線

# 第三章 地理資料的收集及資料輸入

## 3.1 GIS 資料的種類

### 3.1.1 圖面及圖檔資料

例如：地形等高線圖、地質圖、坡度圖、土地利用圖、生態保育區分布圖、國家公園分布圖等(如圖 3.1)。

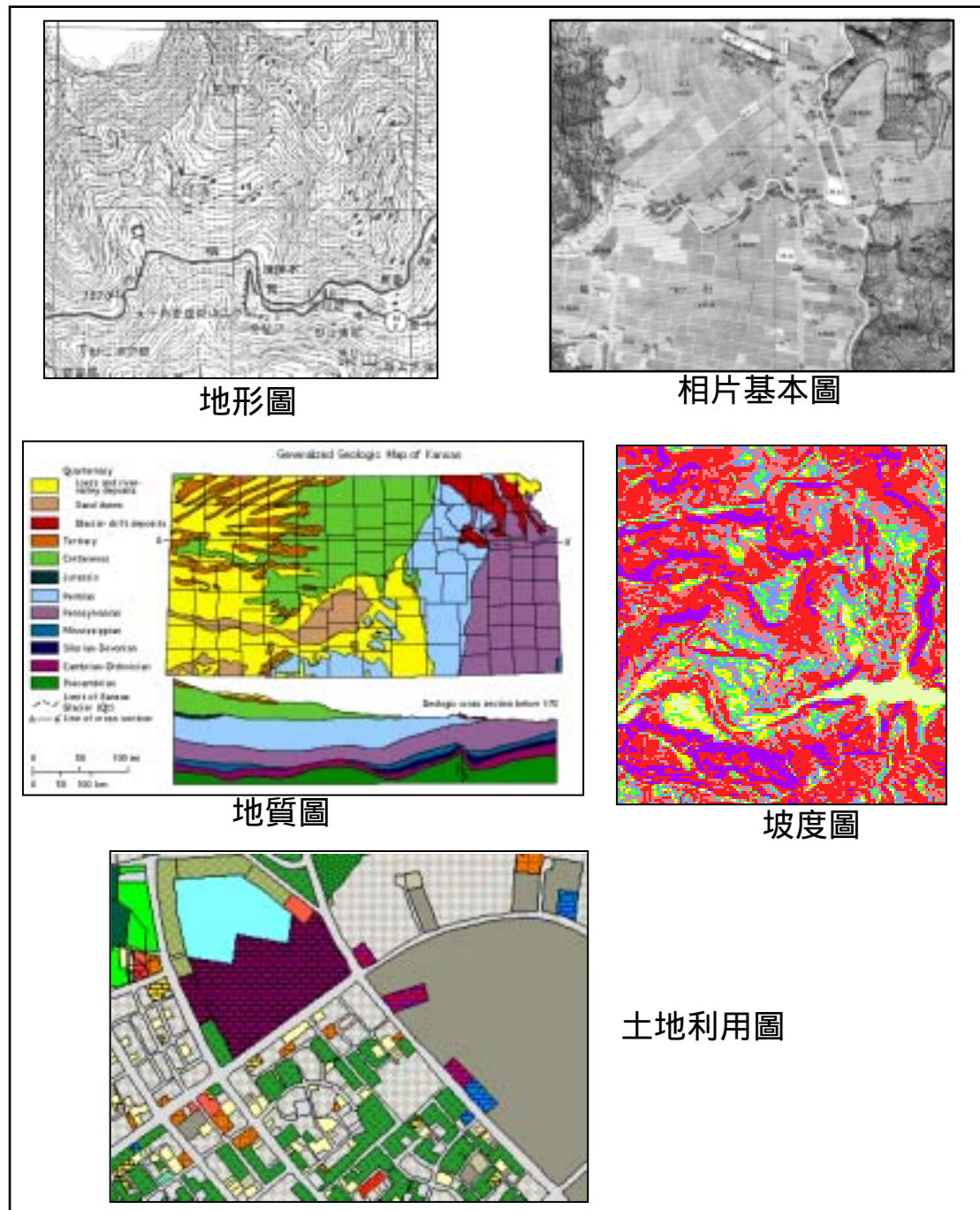


圖 3.1 常見之圖面及圖檔資料資料

### 3.1.2 相片及數值影像

例如：航空照片、衛星影像、經掃描後之地形圖及地質圖等(如圖 3.2)。

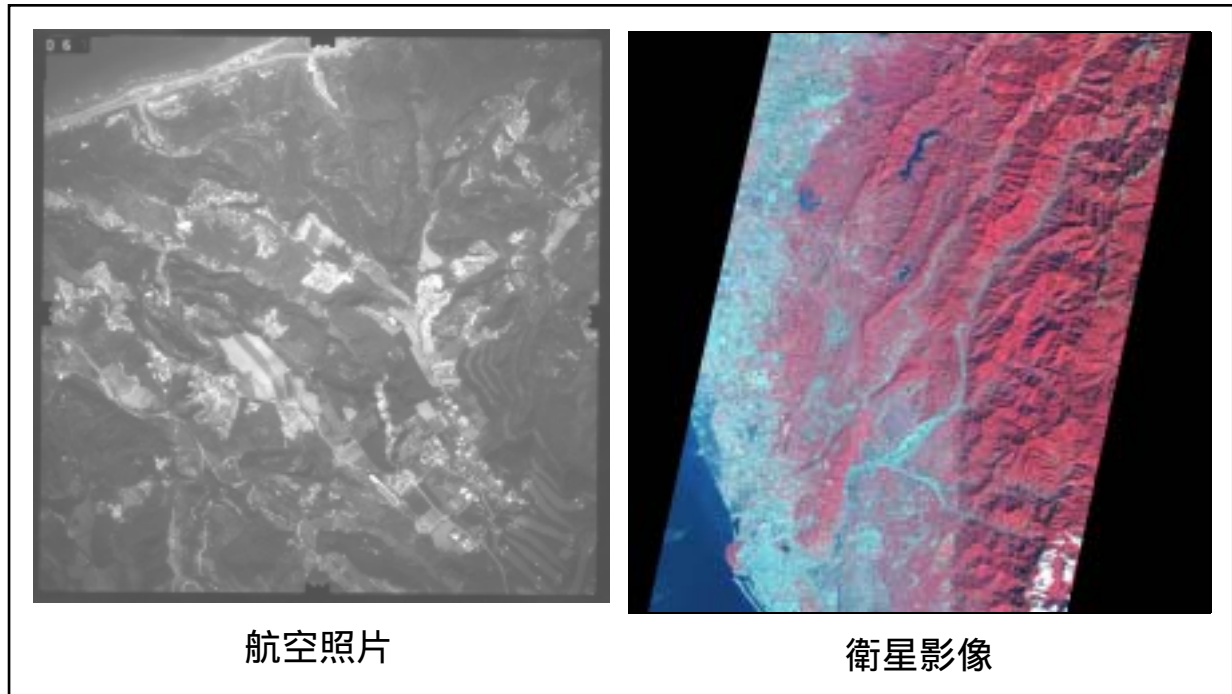


圖 3.2 常見之影像資料

### 3.1.3 數據報告及檔案

例如：人口資料、雨量資料、地震資料等(如圖 3.3)。

台灣地區1991年地震資料 (局部)							台灣地區 1999 年各氣象站月平均降雨量統計									
年	月	日	經度	緯度	深度	規模	地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月
1991	1	2	121.383	22.289	14.74	2.72	淡水	131.9	155.1	192.2	151.8	207.8	229.3	149.7	212.1	279.4
1991	1	3	120.67	23.079	6.92	2.86	鞍部	344.7	300.0	287.4	207.7	304.4	325.3	262.5	407.0	735.5
1991	1	5	120.778	22.816	38.3	2.82	臺北	91.8	137.5	184.4	152.6	233.3	281.9	233.1	268.5	325.4
1991	1	6	121.354	22.915	3.61	2.26	竹子湖	291.4	256.0	238.1	173.3	257.1	285.4	248.1	403.5	708.9
1991	1	7	121.299	23.041	25.81	2.1										
1991	1	7	121.257	22.843	15.66	2.54										
1991	1	7	120.646	23.245	24.01	2.74										

地震資料

雨量資料

圖 3.3 常見之數據資料



## 3.2 GIS 資料的來源

對於 GIS 使用者而言，資料來源是一項很重要的課題，一般來說資料的來源主要可分為三種類型，分別是：現有資料、自行生產及資料轉換。

### 3.2.1 現有資料

#### 1. 自行收集已公開的資料

資料需求者可以自行擬定資料蒐集計畫，以投入人力或是委託進行資料直接收集工作。自行收集的資料品質依所花費的人力、物力及進行的嚴謹度而定。

#### 2. 向外購買

此方法是向外尋找所需資料的來源，並以價購、申請或調用等方式取得運用。一般常見的資料提供單位主要為政府機關及私人企業。

#### 3. 資料交換

將本身所擁有的資料透過一定的管道進行交換，以彌補資料不足或取得困難的問題。

### 3.2.2 自行生產

包括：地圖數化、影像掃描及處理、數據資料鍵入等。

### 3.2.3 資料轉換

自行收集、向外購買、或經由資料交換得來的資料，在進入系統之前須轉換成系統能接受的格式，再行輸入。資料轉換可利用系統提供的轉換程式為之，例如：MapInfo 系統提供 ArcLink 及 Aimi 兩程式可轉換 ARC/INFO 圖檔；GenaLink 程式可轉換 Genamap 圖檔；MGELink 程式可轉換 Intergraph 的 MGE 圖檔。此外，MapInfo 系統亦可接受轉入(Import) AutoCAD DXF 圖形交換檔。其他資料則可自行設計程式轉換之。

## 3.3 影像輸入

### 3.3.1 影像掃描

#### 1. 掃描機的種類

- (1) 型式：滾筒式、平台式、掌上型等(如圖 3.4)。



圖 3.4 各種形式之掃描器

- (2) 尺寸：A4、A3、A2、A1、A0 等。
- (3) 色彩：彩色、灰階。

#### 2. 解析度

解析度所代表的是掃描器辨識資料的能力，通常以 DPI (Dots Per Inch)表示，DPI 指的是每吋內的點數(像元數)。

#### 3. 檔案類型

- (1) TIFF (Tag Image File Format)：Aldus Corporation, 1986 發表。延伸檔名為 .TIF。
- (2) BMP (Microsoft Windows Bitmap)：隨同 Microsoft 視窗系統發表。延伸檔名為 .BMP。
- (3) TGA (Truevision Graphic Adapter)：AT&T, 1984 發表。延伸檔名為 .TGA。
- (4) GIF (Graphic Interchange Format)：CompuServe, 1987, 1989 發表。延伸檔名為 .GIF。此為不失真壓縮檔，可還原成 256 色。

(5) JPEG(Joint Photographic Experts Group) : JPEG, 1987 發表。延伸檔名為 .JPG。

#### 4. 檔案儲存

為方便進一步處理，彩色影像應以全彩存檔，黑白影像應以灰階存檔。檔案亦不宜以失真壓縮方式(例如：JPEG) 儲存。

### 3.3.2 影像處理

影像處理的原則在於解析度高及層次分明，對於一般照片來說要求的項目在於解析度、明暗度及飽和度。欲輸入地理資訊系統的影像應做兩項必要之影像處理：

#### 1. 影像加強

為使影像顯得更為清晰，常對原始影像進行 RGB 三原色的調整，色彩飽合度及影像銳利度也常需要再做加強。目前在市面上，已有許多 Windows 系統上的影像處理軟體，可以幫助我們做這一方面的處理。其中，較適合的軟體包括 PhotoStyler 及 Photoshop 等。茲以 Photoshop 為例來說明影像加強與編修的過程及其應注意的要點。Adobe 公司出版的 Photoshop 除了提供了強大的影像編修功能外，尚具有基本影像加強及濾波處理的功能。它能接受 Tiff, Targa...等資料格式，具不同格式間的轉換功能。利用 Photoshop 主要為進行影像增強(Image enhancement)工作：

- (1) 利用 Levels/Curves correction 做影像的亮度值擴展。
- (2) 利用 Hue & Saturation 增加色彩的飽和度。
- (3) 適度的濾波 平滑濾波、銳化濾波、特殊濾波。

#### 2. 影像糾正：

使每一個像元皆有正確的地理座標，並按一定的地圖投影排列。一般掃描影像須進行仿射轉換(affine transformation)，航空照片須進行正射化(rectification)。說明如下：

### (1) 仿射轉換

當我們利用地理資訊系統的座標註冊功能(image registration)將一幅掃描地圖影像輸入成地理資訊圖層後，通常會發現影像並不完全方正，而有歪斜及變形的情形。此時須進行仿射轉換(affine transformation)，詳述於第四章。

### (2) 航照正射化

航空攝影時，若地形平坦且水平，而攝影軸又與鉛垂線重合，則所拍攝的航空照片即相當於該地形的地圖。然而，如果攝影軸傾斜，或地形有起伏時，則這些由於像片傾斜或地形起伏所造成的傾斜移位(tilt displacement)或高差移位(relief displacement)，將使航空照片上的像點位置偏離該點垂直投影至基準面時的位置，也就是該像點相對於其真正地圖的位置將有位移，因此，如果想利用航照做為座標控制良好的資料來源，則吾人必須將這些因為透視投影在像片上造成的幾何誤差改正，從而獲得正射投影的航空照片。圖 3.5 所示為正射化處理前與處理後的航照影像。

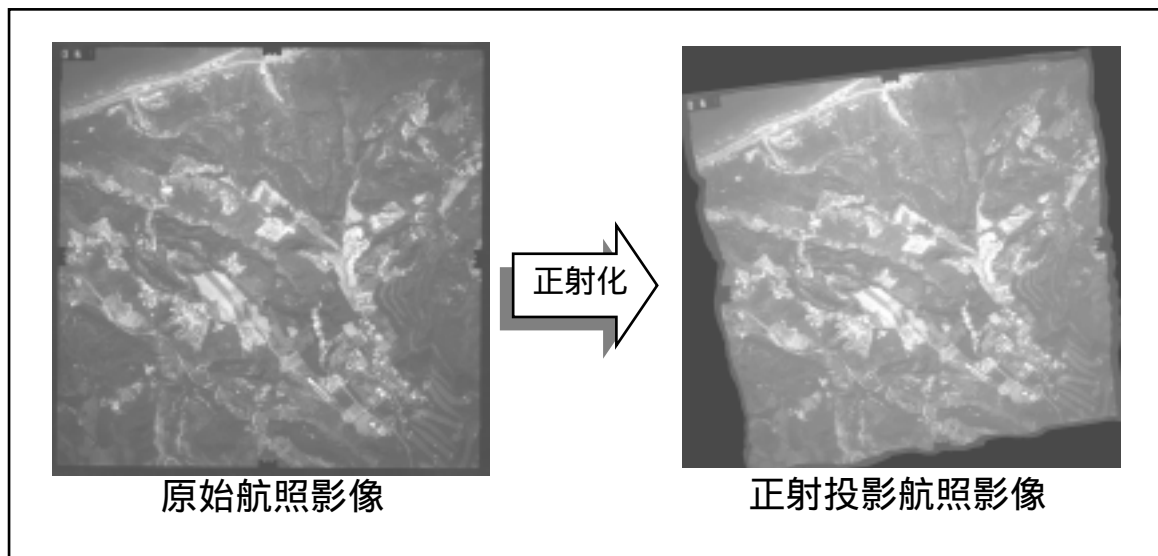


圖 3.5 正射化處理前、後的航照影像

## 3.4 地圖數化

### 3.4.1 數化儀數化

1. 數化儀(Digitizer)：數化儀主要的設備是數化平板及游標器。數化平板內部是由一組排列成矩陣分布的密集電路所組成，負責將從游標器輸入的訊號轉換成代表該位置的數位訊號，並傳回電腦，供進一步使用。較常見的數化儀多為 A0 或 A1 大小。市面上亦有一種較小型的數化工具稱之為數化板(Tablet)，如圖 3.6。



圖 3.6 數化儀與數化板

2. 數化軟體：
  - (1) PROCOMM：  
簡單的通訊傳輸工具，可將數位板產生的數位訊號，並傳回電腦。
  - (2) MapInfo：  
為 MapInfo 公司所推出之桌上型 GIS 軟體，可直接利用滑鼠在螢幕上進行數化工作。
  - (3) AutoCAD：  
乃 Autodesk 公司所推出之電腦繪圖工具軟體。
  - (4) 其他 CAD 及 GIS 軟體：
3. 座標控制：  
進行數化之前，須將地圖平放在數位板上，黏貼固定之。再選擇四個控制點(通常位於圖紙的四個角落)，分別在數位板及電腦內輸入控制點座標，並按原圖所示的地圖投影方法，選擇投影系

統，以產生正確的地理座標。

#### 4. 數化方法

數化方法一班可分為逐點數化、沿線數化及多邊形數化三種。

#### 5. 檔案儲存：

- (1) PROCOMM：存為座標之文字檔。
- (2) AutoCAD：存為 .DWG 檔。
- (3) MapInfo：存為 Table 檔。
- (4) 其他 CAD 及 GIS 軟體：存為各該軟體的圖檔。

### 3.4.2 由掃描影像人工數化

一幅地圖經掃描、處理及登錄後，即可在地理資訊系統中使用。欲進行數化工作時，首先開啟一空白圖層疊置其上，並指定此一空白圖層為可被編輯，即可將欲數化的圖形物件以滑鼠描繪在該空白圖層上。數化完成後，將其存為地理資訊圖檔即可。

### 3.4.3 由掃描影像自動及半自動數化

對於一幅清繪乾淨的向量圖檔，經掃描輸入系統後，吾人可以利用適當軟體，例如：AutoDesk 公司出版的 TRACER 程式，自動數化出向量化的線條，可進一步處理成點、線或多邊形物件。自動數化通常用來處理清繪過的簡單圖形。但即使是清繪過的圖形仍然難以達到百分之百的正確率。故亦有所謂的半自動數化的軟體出現。半自動數化的軟體基本上係以人工操作，逐線做自動數化，一直做到全部線段皆被正確地數化完成為止。

### 3.4.4 建立物件

#### 1. 點物件

數化時指定為點，即為點物件，無須進一步處理。

#### 2. 線物件

數化時指定為線，即為線物件，須注意物件間銜接點的重合問題。

若為路網系統，則須注意兩相交路線的交叉點，必須為物件端點。

### 3. 多邊形物件

數化時指定為線，相鄰的多邊形共用邊不須重覆數化，但須進一步處理成多邊形物件。

#### 3.4.5 建立屬性資料

在地理資訊系統中，每一個圖形物件都有其相對應的屬性資料。可在數化過程中逐一輸入，或圖形數化完成後再針對每一物件輸入。

## 3.5 數據輸入

### 3.5.1 數據資料種類

數字資料一般指按照一定格式分筆條列的文字檔。MapInfo 系統亦可接受 dBASE DBF、Lotus 1-2-3、Microsoft Excel 及 Microsoft Access Database 等檔案。

### 3.5.2 建立圖形物件及屬性

前述所輸入的資料的最前面兩個欄位必須是 X 及 Y 方向的座標值，以供後序建立圖形物件之用。MapInfo 系統在讀入符合規定的資料後，會根據最前面兩個欄位所記錄的座標值自動建立點物件，其餘欄位內的資料則歸入屬性部分。

## 3.6 GIS 資料的品質

地理資訊圖層的品質主要係受原始地圖的比例尺及資料來源的種類影響。其次則為數化的誤差。

### 3.6.1 資料來源的種類

資料來源的種類可分為原始資料、再生資料及研判資料等三種。原始資料的品質最佳，再生資料其次，研判資料的可靠性與精確度則視研判者的經驗而會有很大的變化。例如：地質圖中的地層位態是原

始資料，但地層界線及斷層位置則大多為研判資料。再生資料是指由原始資料計算或經數學轉換而得的，仍具有相當的可靠性。例如：由數值地形模型轉換而成的坡度圖即屬一種再生資料。

至於原始資料本身有多精確及多可靠，則與原圖的比例尺及測製單位的品質制度與信譽有關。

### 3.6.2 原圖的比例尺

地圖的比例尺大小代表了地圖的精確度。按內政部台灣地區基本圖測製管理規則第五條第二款的規定：圖上碎部地物平面移位誤差應小於圖上 0.5 公厘；第三款的規定：圖上等高線誤差應小等高線間隔的三分之一(平坦地區)或二分之一(丘陵及山地)，我國基本圖容許誤差如表 3.1。

表 3.1 我國基本圖容許誤差一覽表

比例尺	容許圖面誤差	容許高度誤差	
		平地	山區
五千分之一	2.5 公尺	1.7 公尺	2.5 公尺
一萬分之一	5.0 公尺	3.3 公尺	5.0 公尺
二萬五千分之一	12.5 公尺	3.3 公尺	5.0 公尺
五萬分之一	25 公尺	6.7 公尺	10 公尺

### 3.6.3 數化成果的完整性

數化完成之後，下列幾點需要進行檢查以確定其成果的完整性：

1. 銜接點是否密合。
2. 交叉點是否有結點。
3. 多邊形是否封閉。
4. 有無遺漏。



### 3.6.4 數化成果的誤差

數化誤差的來源包括：

1. 圖紙伸縮及變形。
2. 控制點不佳。
3. 投影系統選擇錯誤。
4. 數化儀游標點誤差。
5. 其他。

## 第四章 地理資料處理

### 4.1 圖形資料處理

#### 4.1.1 清圖與編修

清圖及編修的工作重點在於使圖形資料能完整、正確地在地理資訊系統中被運用。常見的項目如下：

##### 1. 節點密合情形

此為探討圖形資料在地理資訊系統中進行數化時，節點間是否能完全密合，可使用 BCHK.EXE 程式將數化之節點做檢查。

##### 2. 多邊形閉合情形

在數化時，需注意起始端之節點與終點端的節點是否能完全閉合成一多邊形。

##### 3. 交線有無節點

圖形數化時，對於兩條線段的交線是否存在節點。

##### 4. 數化有無重覆

圖形數化時需注意是否有重覆數化的情形，例如共用邊或共用點的數化時，應避免重覆數化。

##### 5. 數化有無遺漏

圖形數化是獲得地理資料最重要的方法之一，當數化有遺漏時，易使地理資料產生偏差或錯誤，因此數化時應注意是否有遺漏。

#### 4.1.2 物件化

圖形中的資料基本上可分為點、線及多邊形三種，而在地理資訊系統中，常用物件（object）的觀念來表現。說明如下：

##### 1. 點物件

點物件（point object）是利用符號來表現資料的單一位置，例如學校、車站及政府機關的位置等。

## 2. 線物件

線物件 ( line object ) 是利用有長度之線段 ( line ) 來表示資料的開放物件，亦包含折線 ( polyline ) 及弧線 ( arc ) 等，例如河川、道路及鐵路 等均可視為線物件。

## 3. 多邊形物件

多邊形物件就是面物件 ( Region Object )，為一個含有面積的封閉物件，包括多邊形、矩形及橢圓形 等，例如行政區、國家公園、湖泊及水庫等。多邊形物件常用 BSEG.EXE 及 BUILT.EXE 兩程式進行資料的處理。

### 4.1.3 物件編輯

地理資料的物件化是一個很重要的步驟，而當資料成為物件後，如何進行物件編輯，則影響資料的運用效率。常見的物件編輯包括以下四種：

#### 1. 物件組合

此為兩物件組合的概念，例如數化時將兩條分別數化的公路合併成一條公路。

#### 2. 物件分割

物件的分割則是把物件分割成更小的單元，例如將一道路分成小段，或將行政區分為更小的行政單元。

#### 3. 多邊形物件轉為線物件

在地理資訊系統中，多邊形物件可直接轉換成線物件，例如：一個行政區的多邊形物件可透過轉換而得出此行政區的邊界，可方便計算此邊界的長度。

#### 4. 閉合線物件轉為多邊形物件

此外，在地理資訊系統中閉合線物件亦可直接轉為多邊形物件，例如：由學校圍牆所組成的閉合線物件，可直接轉成代表學校建築面積的多邊形物件。

#### 4.1.4 糾正

對於任何未有地理座標控制的向量圖檔，我們可以在圖檔上找出若干個控制點，再以下列方程式建立地理座標系統與局部座標系統的轉換關係：

$$E=aX+bY+c$$

$$N=dX+eY+f \quad (4-1)$$

其中，E、N 為地理座標系統座標，X、Y 為局部座標系統座標，a b c d e f 為轉換參數。如此建立的關係，稱之為仿射轉換(affine transformation)。

#### 4.1.5 登錄

一般 CAD 圖檔多為局部座標系統而未具有地理座標。一 CAD 圖檔須使用其交換檔(DXF 檔)經由 import 的程序登錄之。在 import 過程中，系統會要求輸入原點 放大倍數及投影系統種類(如圖 4.1 )

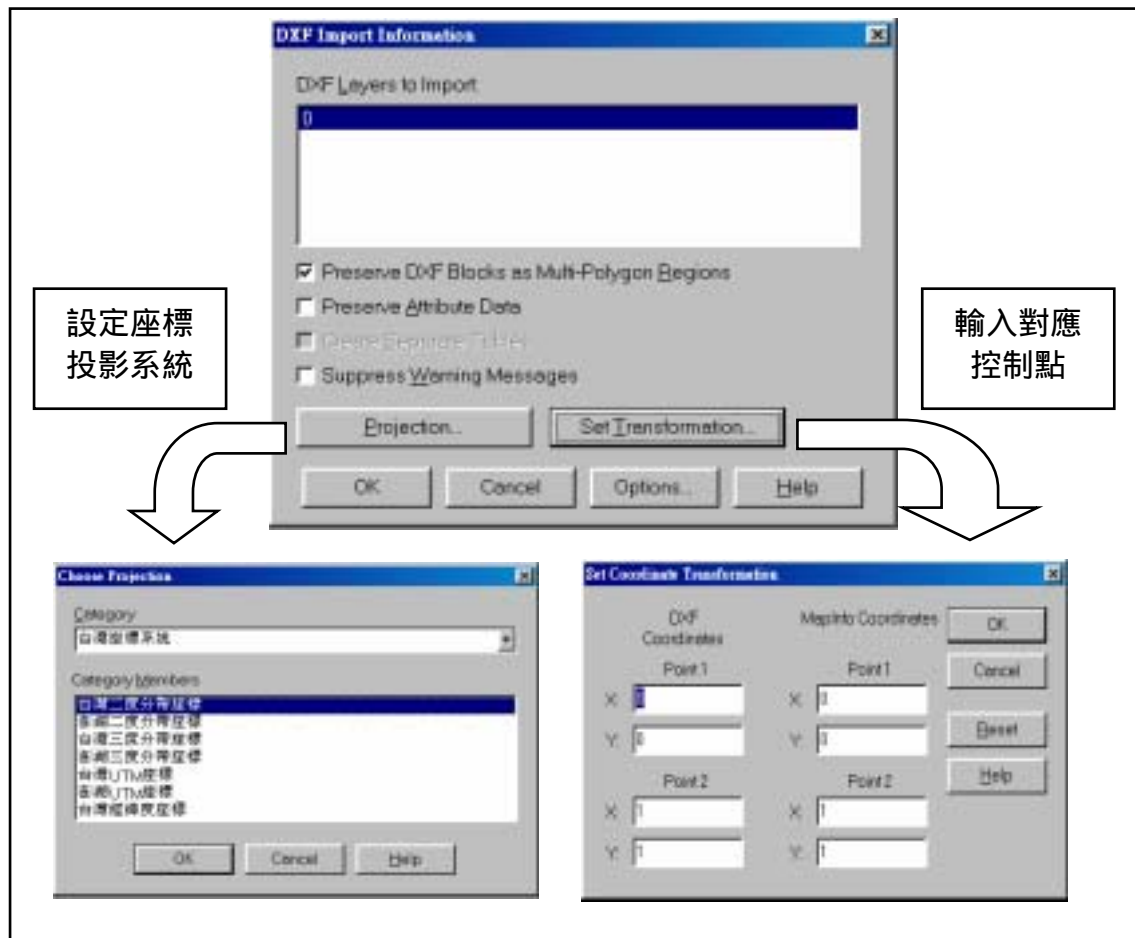


圖 4.1 CAD 檔案登錄為 GIS 圖檔(以 MapInfo 為例)

#### 4.1.6 接圖

GIS 所存放的地理資料，往往跨越紙面上的數張圖幅，因此使用前要將這些圖幅接合起來（圖 4.2）。由於不同圖幅在繪製或數化時常會有差異，因此接圖問題更為重要，其步驟包含兩個方面：

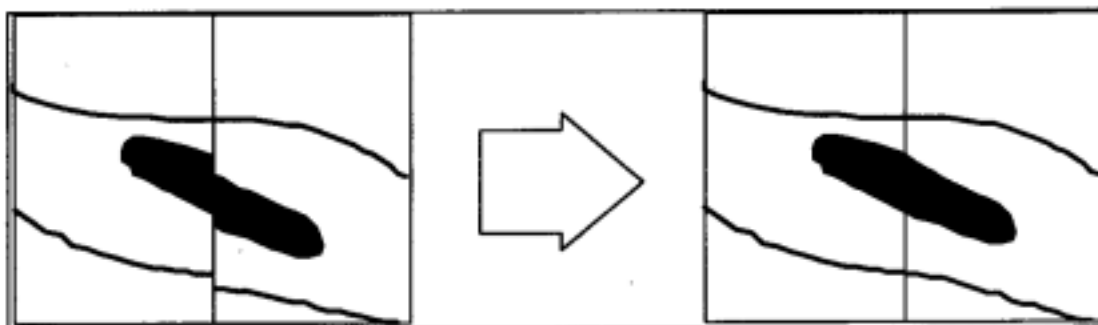


圖 4.2 接圖

1. 圖形銜接：例如向量接圖時，必須要進行各弧和各節點間的接合，可先選擇一基準圖層，作為圖層接合時的參考體，再依據基準圖層，修正本身的弧及節點，以便進行圖層的接合（圖 4.3）。

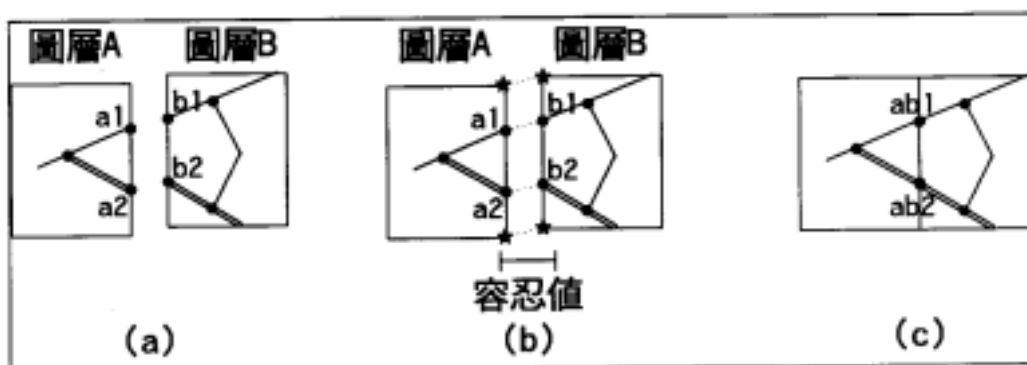


圖 4.3 向量接圖(a)欲接合之圖層(b)接合建議情形(c)實際接合

2. 物件整合：完成接圖後，屬性資料也要能夠接合，當屬性欄為一致時，MapInfo 會自動接合，若屬性欄位不一致時，則會選取交集部分接合。

#### 4.1.7 概略化 (Generalization)

「概略化」的處理就是：在實際應用中，為了要能清楚地表達小範圍的主題，或是為了系統效率上的考量，我們不能太強調個別資料的特殊性，而應加以綜合成比較普遍性的特性。或當所輸入的資料精確度相當高、比例尺相當大時，若需求並不需要這麼高的精確度時，為了節省儲存空間，並加快處理速度，也亦需對資料進行概略化的處理(如圖 4.4)。

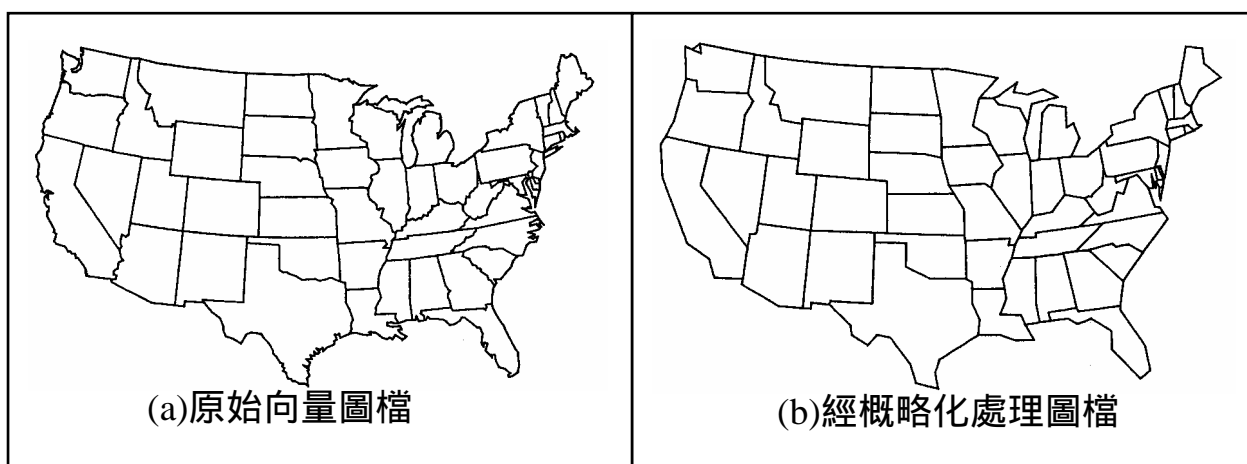


圖 4.4 概略化示意圖(a)原始向量圖檔(b)經概略化處理圖檔

##### 1. 概略化的需求

不同的應用有不同比例尺的需求，同樣的地圖往往因應不同需求，而產生不同比例尺的版本。此時大比例尺的資料便可成為生產小比例尺地圖的素材，但是會因為比例尺變小了，容納的資訊量會降低，資料便需要概略化。

##### 2. 概略化的進行原則

資料的概略化所涵蓋的層面應該包括空間資料及屬性資料。在對空間資料進行概略化時，到底要保留哪些空間元素是需要考量的原則。一般來說有兩點：一為空間元素彼此間的相對重要性，另一為空間元素和現在進行應用間的關連性。

##### 3. 刪除整個物件

刪除若干較次要的元素，而保留最基本的元素。方法有：僅保留某個面積以上的元素、將空間元素將以分類僅保留較重要的

類別、及將較不重要的元素均設為平均值。

#### 4. 刪減物件內部的座標點

將空間元素展現部分的座標點中，刪除較次要的點，而僅保留較為主要的點，其方法有：固定的每  $n$  個點保留一點，其餘  $n-1$  點刪除；隨機自  $n$  個點中選取一點保留，其餘  $n-1$  點刪除；採用 Douglas-Peucker 演算法，將線簡化，並將座標點刪除。

## 4.2 影像資料處理

### 4.2.1 幾何糾正

對於任何未有座標控制的影像，我們可以在影像上找出若干個特徵點，並利用大比例尺地形圖找出每一個特徵點的地面座標，最後再以式 4-1 建立地面座標與像元座標的轉換關係，如圖 4.5。

### 4.2.2 重新取樣

以仿射轉換求得六參數之後，RESAMP.EXE 程式利用此六參數求得地面上每一座標點在影像上的相應位置(影像座標)。當影像座標未恰好在某一像元上時，影像值以線性內插求得，如圖 4.5。

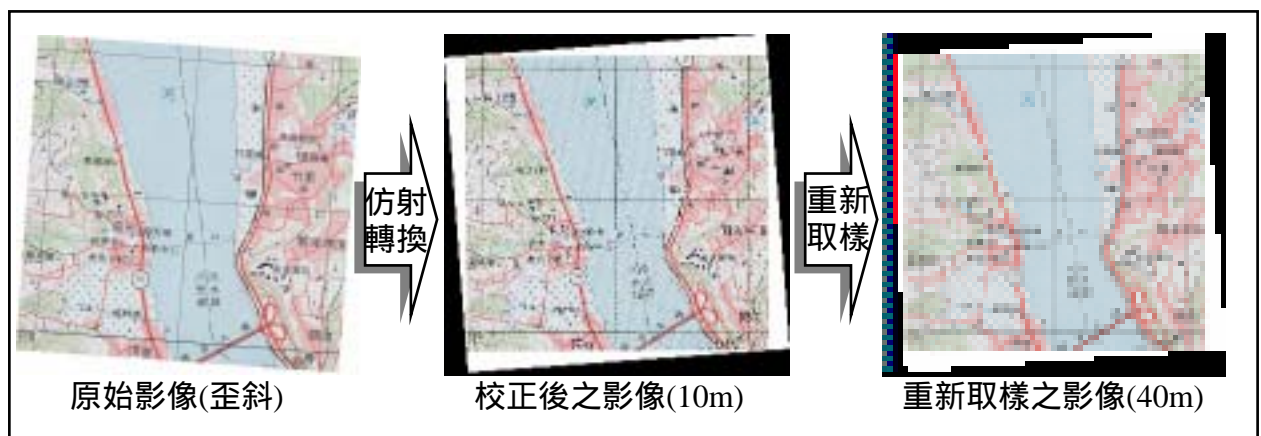


圖 4.5 仿射轉換與重新取樣

### 4.2.3 影像加強

一幅未經處理的影像其灰度值一般偏於某一較小範圍，且輪廓不甚清楚。在實務工作上我們可先顯示該幅影像每一個波段的統計長條圖(histogram)，並查看其灰度值分佈範圍。若灰度值分佈範圍太小，則我們可進行線性拉長(linear stretch)，使灰度值分佈盡量能涵蓋整個可能的灰度範圍。如此吾人即可獲得一幅亮度適中的影像。當影像輪廓不甚清楚時，吾人可考慮進行適當的濾波(filtering)工作，以濾除低頻雜訊，使影像更加銳利清晰。

上述工作，通常可以利用一般商用影像的處理軟體，例如：Photoshop 及 PhotoStyler 等來完成。

### 4.2.4 影像登錄

影像登錄(registration)乃是將影像輸入地理資訊系統的動作，此時 GIS 系統會即時要求輸入若干個控制點的地理座標及相對應的像元座標，並以此做為整幅影像的座標控制。經過登錄的影像，每一個像元在系統內皆被付與一固定的座標(圖 4.6)。

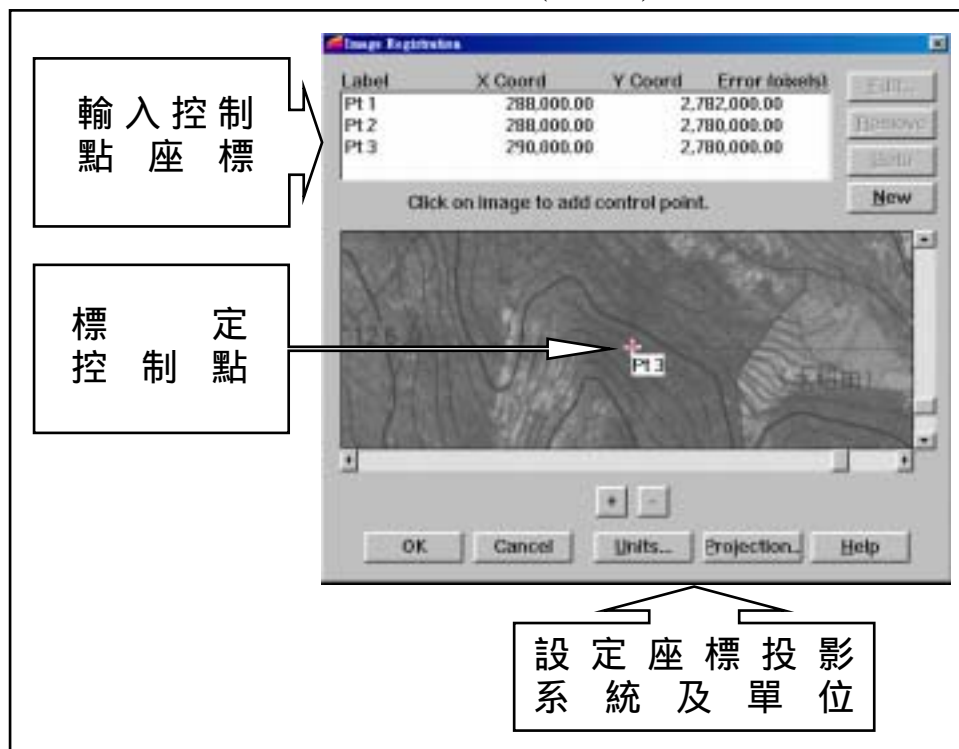


圖 4.6 影像登錄(以 MapInfo 為例)



#### 4.2.5 影像接圖

影像與圖形的差別在於：圖形常為小物件有屬性資料，影像通常為大物件無屬性資料，因此在影像接圖時要求的重點有兩個方面：座標相接，兩張影像地理座標要控制好；色調相接，影像相接時重疊的部分色調要取平均值。

### 4.3 屬性資料處理

#### 4.3.1 屬性資料編修

1. 欄位編修

更改欄位名稱、長度及變更前後順序等。

2. 資料編修

欄位內資料內容更動。

3. 欄位更新

欄位內整行資料更新；通常由新資料檔讀入或直接在系統內經屬性運算而得。

4. 屬性資料編修除了可直接在系統內進行外，亦可轉出至一般資料庫管理系統內進行。

#### 4.3.2 地址對位

地址對位(address matching)的目的在付予一般資料庫中的地址資料適當之地理座標，使現有大量的地址資料能加值成為空間資料，而能在地理資訊系統內應用。地址對位的主要工作內容在於門牌號碼的內插。地址對位工作之前須要輸入每一條路、街、巷、弄等道路兩側的起迄號碼，方能進行。因此吾人可以了解地址內插對位只是一權宜的方法，若能對於每一棟建築進行實際數化方能準確。

## 第五章 地理資料查詢及分析

### 5.1 查詢

#### 5.1.1 SQL 簡介

SQL(Structural Query Language)查詢語言是由IBM的研究中心在1970年代所發展，目前已經成為關連式查詢語言的標準。SQL查詢語言的概念是以表格(Table)為基礎進行查詢與運算的動作，並產生新的表格。一般的SQL查詢語言都會提供下列三種語法：

1. 資料定義語言 (Data Definition Language, DDL)：用來定義資料庫的綱要，如表格名稱，欄位資料形態等。
2. 資料操縱語言 (Data Manipulation Language, DML)：用來處理資料庫中的資料，譬如屬性的新增(Insert)，刪除>Delete)，修改(Update)及選擇>Select)。
3. 資料控制語言 (Data Control Language, DCL)：用來控制資料庫的使用權限與安全設定。

一般我們常用的資料查詢功能，就是使用資料操縱語言中的SELECT功能，舉個簡單的例子來說，若我們要從成績表中查出不及格的學生，可用：

```
SELECT 學號, 姓名, 成績 FROM 成績表 WHERE 成績 < 60
```

其中"學號"、"姓名"與"成績"屬於資料表格的欄位，而"成績表"則是資料表格的名稱。此語法的功能就是從(FROM)成績表中獲得不及格學生(以WHERE給定條件)的學號、姓名及成績。

SQL可為GIS提供方便而有效率的查詢功能。使用者僅需利用簡單的輸入及強而有力的選取語法，即可獲得所需的資料。SQL除了可做基本資料查詢外更可利用SQL來產生衍生欄位(Derived Columns)、資料整合(Aggregate Data)、以條件方式來分組或排序資料(Group By/Order By Column)及連結圖表檔(Join Table)，圖5.1即為GIS中的

SQL查詢視窗(以MapInfo為例)。

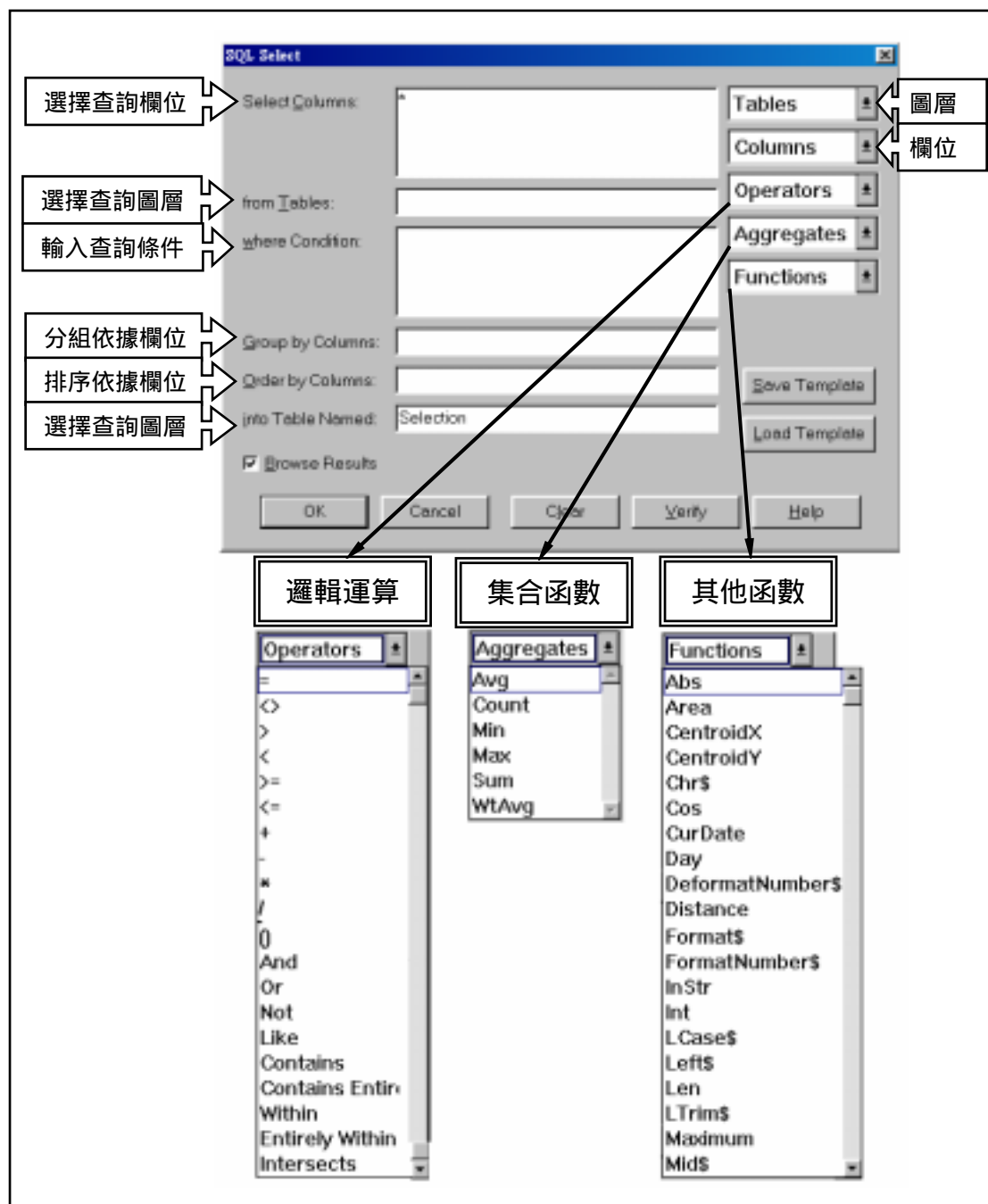


圖 5.1 GIS 中的 SQL 查詢界面 (以 MapInfo 為例)

### 5.1.2 空間查詢

在地理資訊系統內做空間查詢，一般可區分為「由空間查詢」及「由屬性查詢」兩大類：

## 1. 由空間查詢

(1) 點落於多邊形：例如查詢台北市松山區內的學校分布(圖 5.2)。

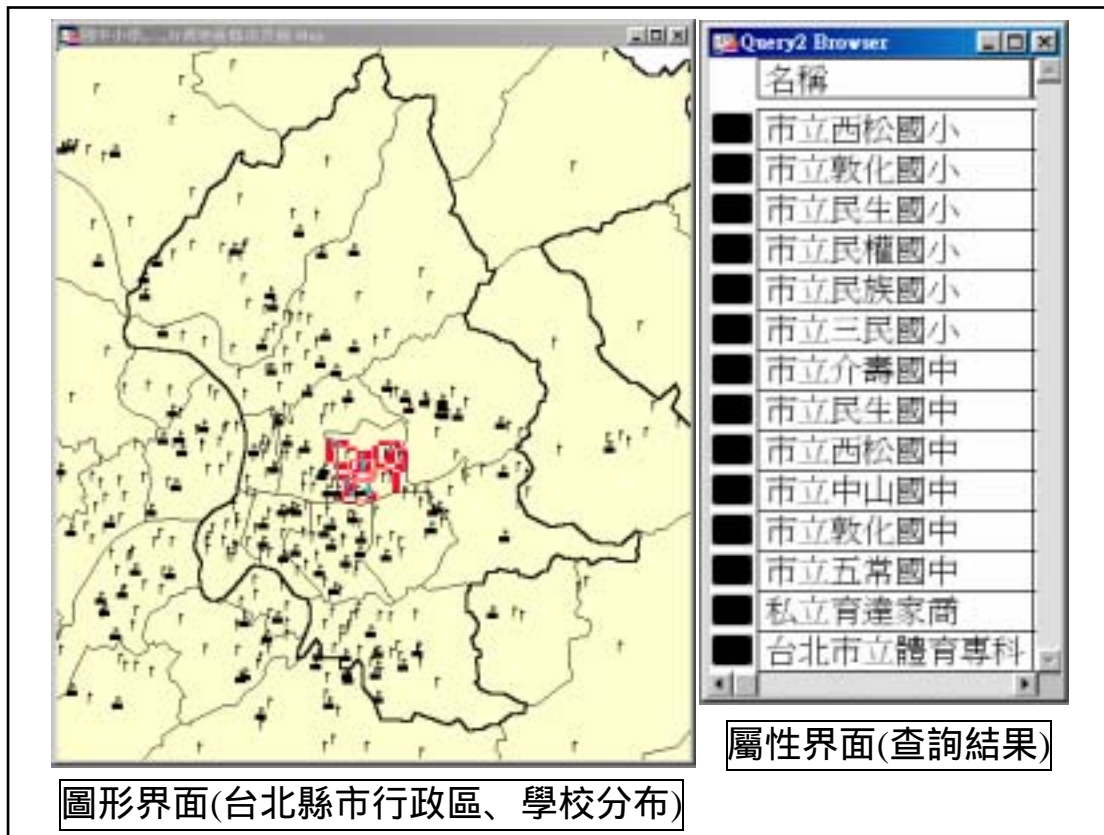


圖 5.2 點落於多邊形之 SQL 查詢範例(台北市松山區內的學校分布)

(2) 線落於多邊形：例如查詢嘉義縣內的活斷層分布(圖 5.3)。



圖 5.3 SQL 查詢線落於多邊形範例(嘉義縣內的活斷層分布)

- (3) 多邊形落於多邊形：例如查詢瑞里地震後等震度線 400gal 範圍內的崩場地分布(如圖 5.4)。

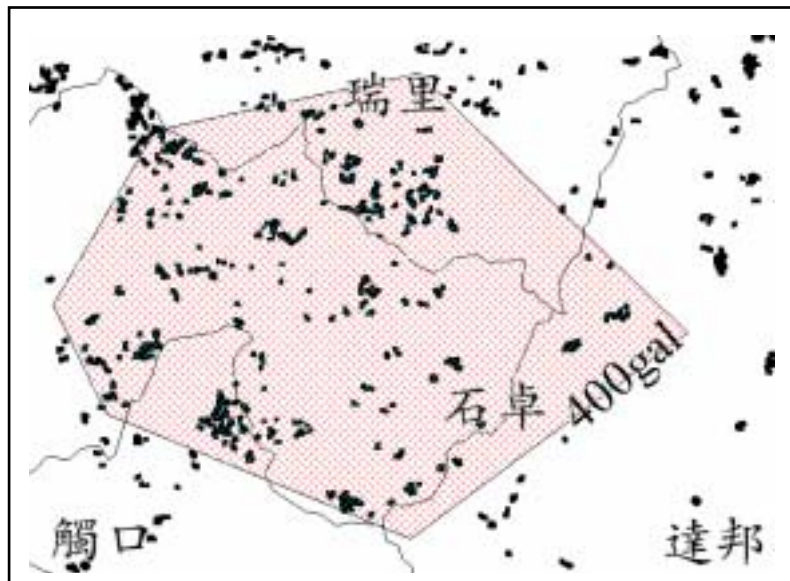


圖 5.4 SQL 查詢多邊形落於多邊形範例(瑞里地震後落於等震度線 400gal 範圍之崩場地)

## 2. 由屬性查詢

- (1) 由屬性查詢點：例如查詢中正國中的地理位置。
- (2) 由屬性查詢線：例如查詢梅山斷層的地理位置。
- (3) 由屬性查詢多邊形：例如查詢水上鄉的地理位置。

### 5.1.3 屬性查詢

屬性查詢一般亦可分別為「由空間查詢」及「由屬性查詢」兩類：

#### 1. 由空間查詢

- (1) 某一點的屬性：例如從地震圖層查詢某一地震的屬性內容。
- (2) 某一線的屬性：例如從活斷層圖層查詢某一斷層的屬性。
- (3) 某一多邊形的屬性：例如從人口分布圖層查詢某一鄉鎮的人口數。

## 2. 由屬性查詢

由字串查詢：例如查詢全臺灣以“中山”為校名的國小(圖 5.5)。

查詢條件：名稱 Like “%中山國小%”		
名稱	縣市	地址
市立中山國小	基隆市	中山區通仁街廿八號
市立中山國小	台北市	中山區恆安里民權東路1段69號
縣立中山國小	宜蘭縣	宜蘭市崇聖街四號
縣立中山國小	桃園縣	桃園市國際路一段一〇七〇號
縣立中山國小	新竹縣	竹東鎮雞林里二六一號
縣立中山國小	苗栗縣	苑裡鎮社寮里四鄰五一之一號
縣立中山國小	台中縣	東勢鎮東新里東蘭街一之一號
縣立中山國小	彰化縣	彰化市中山路二段678號
縣立中山國小	南投縣	名間鄉茨腳村名松路一段二九四號
縣立中山國小	雲林縣	西螺鎮廣福里新街路二號
縣立中山國小	嘉義縣	中埔鄉石弄村廿四號
縣立中山國小	高雄縣	鳳山市忠義里光復路一二〇巷一弄八號
市立中山國小	高雄市	雄峰路十八號
縣立中山國小	澎湖縣	馬公市案山里大案山廿五之六號

圖 5.5 字串查詢(校名為『中山』之國小)

### 5.1.4 多重查詢

設定多重的查詢條件，例如：瑞里地震後竹崎鄉的崩塌地且距離觸口斷層 500 公尺的崩坍地分布。

## 5.2 基本運算及統計

地理資訊系統提供的運算及統計功能如下：

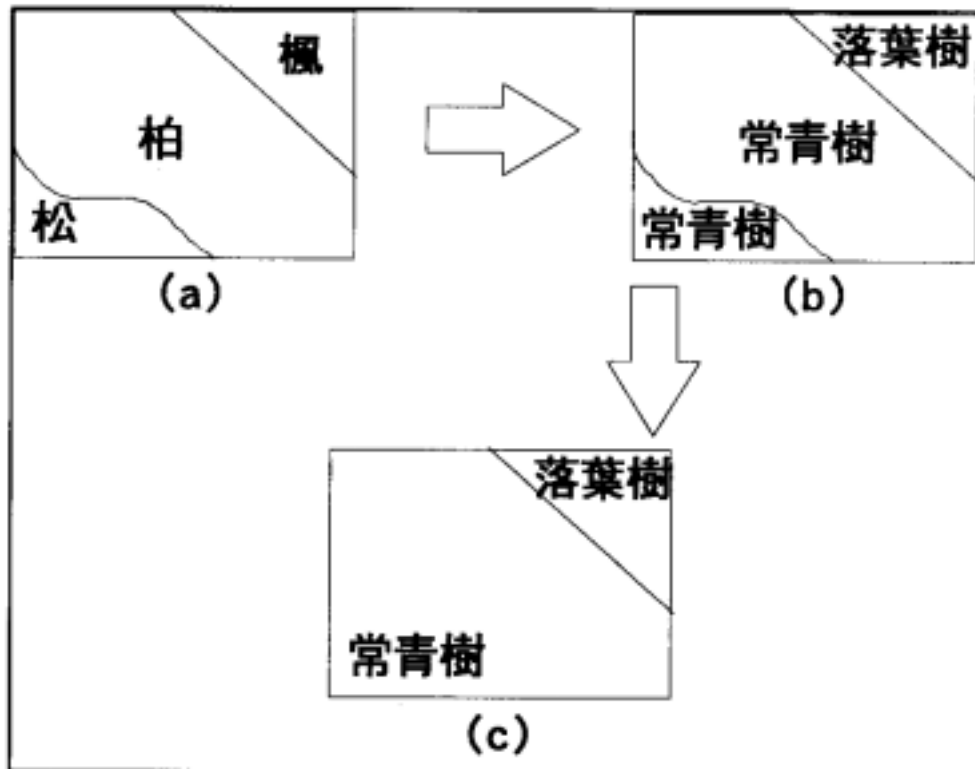
1. **加總**：例如屬性資料中，面積加總的運算。
2. **計數**：例如數量的計數，針對查詢結果作計數分析。
3. **平均及加權平均**：可求某數據資料的平均及其加權平均。
4. **最大值**：求出屬性資料中的最大值，例如某鄉鎮人口數最多者。
5. **最小值**：求出屬性資料中的最小值，例如某鄉鎮人口數最少者。
6. **多邊形面積**：計算多邊形的面積，例如可求出某鄉鎮的面積。
7. **多邊形周長**：計算多邊形的周長，例如可運用在計算某島嶼海岸

線長度。

8. **多邊形重心**：計算多邊形的重心。
9. **兩點間距離**：計算出兩點間的距離，例如可計算台北到高雄的直線距離。
10. **線長**：算出線長可運用在公路長度。
11. **交集**：例如求出多邊形及點的交點。
12. **聯集**：例如求出經銷據點的重疊範圍。

### 5.3 分類

所謂分類乃是由圖徵中，辨識出具相同性質的部份，加以歸類成一組運算（圖 5.6）。



5.6 地理資料的重分類及集成

#### 5.3.1 影像分類

1. 監督性分類(Supervised classification)。
2. 非督性分類(Unsupervised classification)。

上述工作，通常有專業軟體，例如：IDIMS、LAS、ERDAS、IMAGINE 及 MIPS 等來完成。

### 5.3.2 圖形物件分類

從圖形物件中辨識出具有共同性質的部分，加以歸類的一種運算。通常可由空間查詢及運算而得。

### 5.4 疊合分析

大部分的空間決策，均需要綜合數項空間資料方能進行。換言之，我們常須將數種不同主題的資料加以疊合，以得到所需的資料。也就是說，不同空間資料的疊合分析，便是空間資料整合的主要功能。這件工作以人工進行時，常因比例尺的不同，而困難重重。以GIS系統來處理，則容易許多。本節所討論的疊合運算，便是將兩張以上的圖形加以套疊，進行分析、處理。這些套疊的圖層間，可進行聯集、交集等等的運算。(圖 5.7)

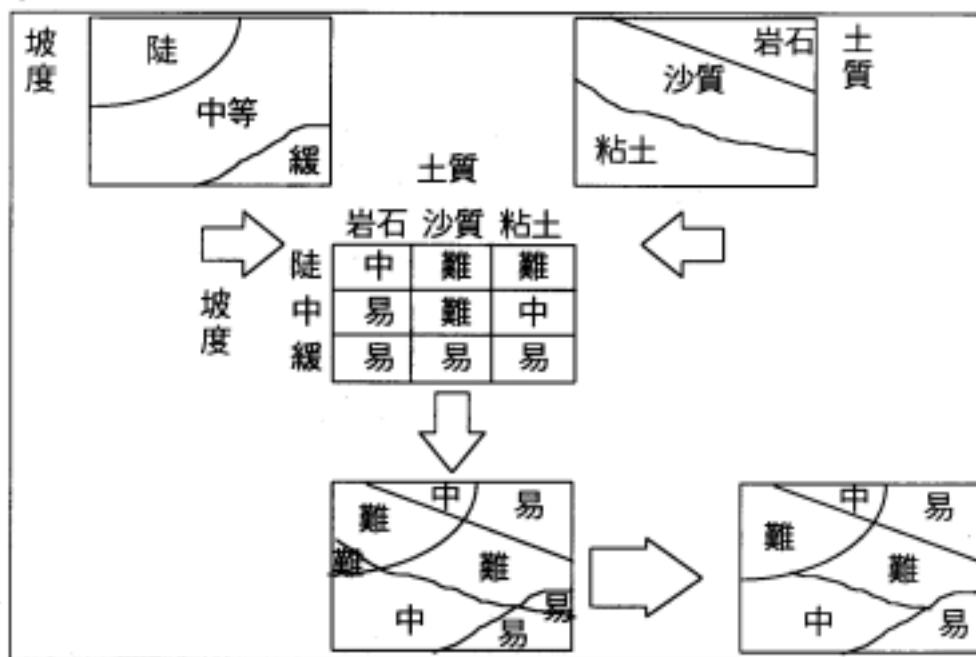


圖 5.7 疊合分析

在網格式系統中，要做疊合運算須先將兩個網格式圖層的格子大小一致化，方能進行分析。這種一致化的處理，通常即使用影像重新取樣技術。



## 5.5 環域分析

距離一空間物件某一指定距離內的區域，吾人稱之為環域 (Buffer)。GIS 提供的環域功能包括：點、線、面等三種運算(見圖 5.8)。

下列為常見的各種不同的環域分析需求：

1. 點環域：例如污染源對外的擴散區域；某經銷站的服務範圍。
2. 線環域：例如活斷層的禁建範圍；捷運沿線的噪音污染情況。
3. 面環域：例如部隊營區警戒區域劃定；機場禁止飼養鴿子的範圍。
4. 變化環域：在不同的區段有不同的影響範圍時，須以變化環域方能符合需求。

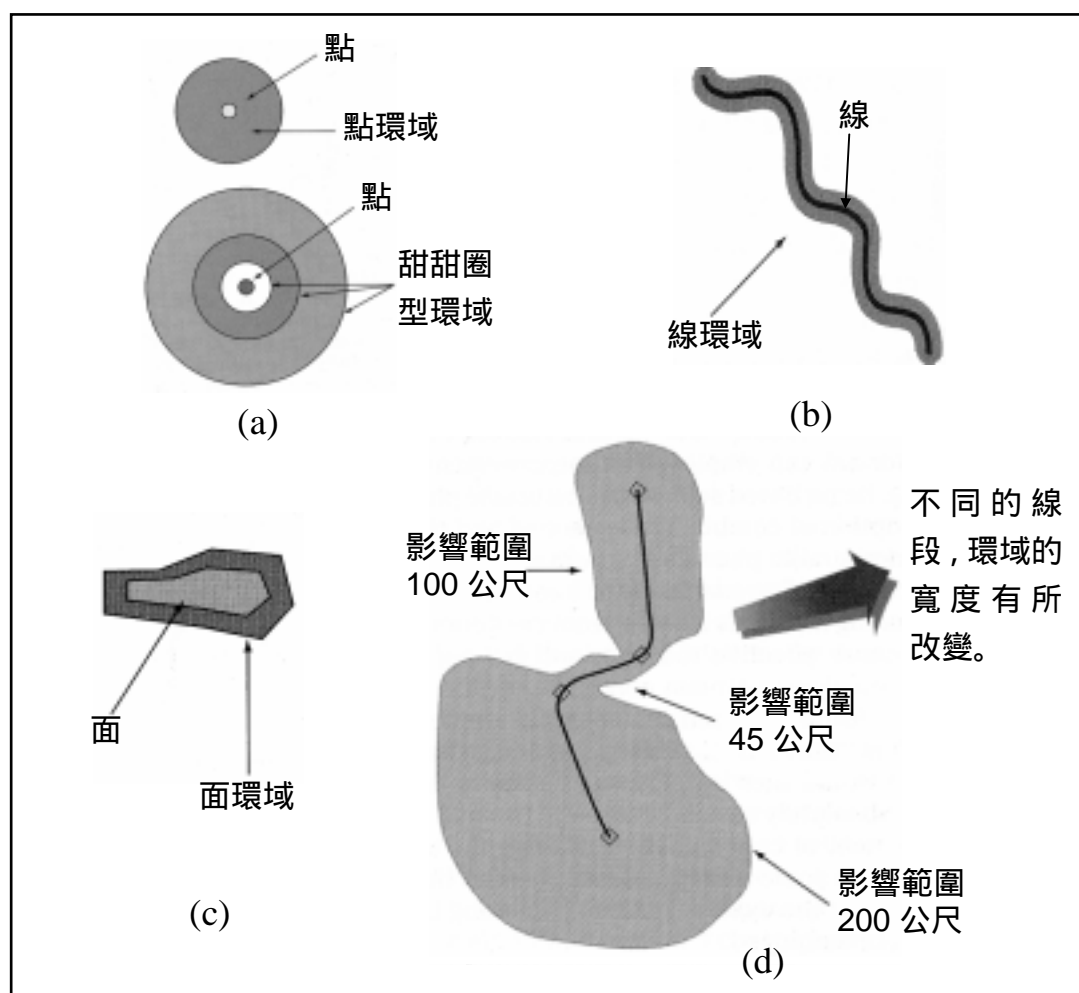


圖 5.8 各種環域示意圖(a)點環域(b)線環域(c)面環域(d)變化環域

## 5.6 網路分析

網路(Network)的種類包括道路、管線、水系等。在數學模型上，

一個網路可以視為由多個節點(node)以及一個或多個區段所組成。網路分析的目的，是要根據某些指定的判斷準則，來求得資源流通成效最佳化的解（圖 5.9 即為網路分析的一個範例）。

GIS 中的網路分析一般常見的應用可分為三大類：

1. 路徑的最佳化：例如消防救護車的派遣，公車、校車的路線規劃等，而最佳化的定義往往因人而異，路徑最短、時間最短、運輸成本最省等等。
2. 網路負載的預估：例如交通承載量預估、洪峰預估等。目標在於事先根據各項資料預估出網路各區段的負載高峰，以謀求因應之道，或進行進一步的分析處理。
3. 資源的配置：例如消防隊配置、警察巡邏勤務分派等。目標在於合理的選定資源集散地，以及這些集散地的影響範圍。每一資源集散地都有其供給能量之上限，服務區域亦有其需求規模，所提供之服務亦有其成本，因此，資源的配置基本上是由供給量、需求量及供需成本三者的綜合考量。

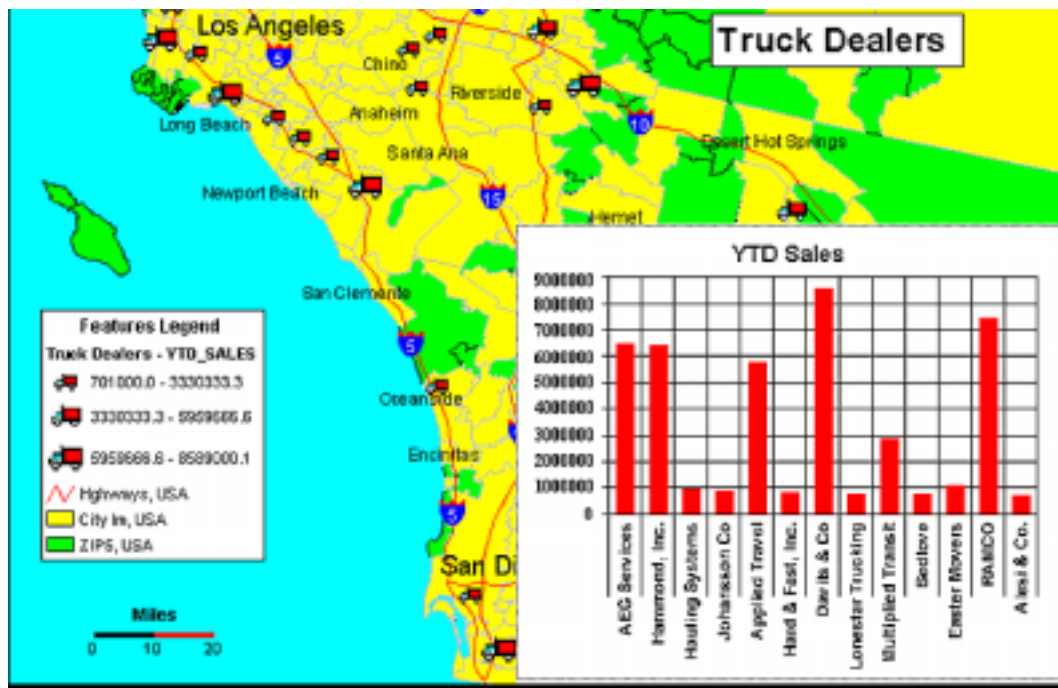


圖 5.9 網路分析範例（貨運路線之統計分析與規劃）

## 5.7 坡度及坡向分析

地形高度資料的一次即為微分坡度與坡向。對於任意一點而言，其斜率可以向量表示為：

$$\nabla f = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

此向量的大小為：

$$\text{mag}(\nabla f) = \sqrt{\left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2\right]}$$

對網格化資料而言，上式可簡化為：

$$\text{mag}(\nabla f) = \sqrt{[(z_5 - z_6)^2 - (z_5 - z_8)^2]} \quad \text{或}$$

$$\text{mag}(\nabla f) = \sqrt{[(z_5 - z_9)^2 - (z_6 - z_8)^2]} \quad \text{或}$$

$$\text{mag}(\nabla f) = \sqrt{[(z_4 - z_6)^2 - (z_2 - z_8)^2]} \quad \text{或}$$

$$\text{mag}(\nabla f) = \sqrt{[(z_1 - z_9)^2 - (z_3 - z_7)^2]}$$

或其他的形式表示。其中，Z為網格點，其相對位置如下：

$$\begin{array}{cccccc} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \\ \cdot & Z_1 & Z_2 & Z_3 & \cdot & \\ \cdot & Z_4 & Z_5 & Z_6 & \cdot & \\ \cdot & Z_7 & Z_8 & Z_9 & \cdot & \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \end{array}$$

此向量與X 軸正方向的夾角 為：

$$= \tan^{-1} \left[ \frac{\frac{\partial f}{\partial y}}{\frac{\partial f}{\partial x}} \right]$$

其方位角則為：

$$= 90^\circ - \quad , \quad \frac{\partial f}{\partial x} \geq 0$$

$$= 270^\circ - \quad , \quad \frac{\partial f}{\partial x} < 0$$

上述， 即為坡向， $\text{mag}(\nabla f)$ 則為坡度。

由上述式子發展之坡度及坡向分析程式，執行完畢後產生坡度及坡向兩個影像檔案（圖 5.10 及圖 5.11）。

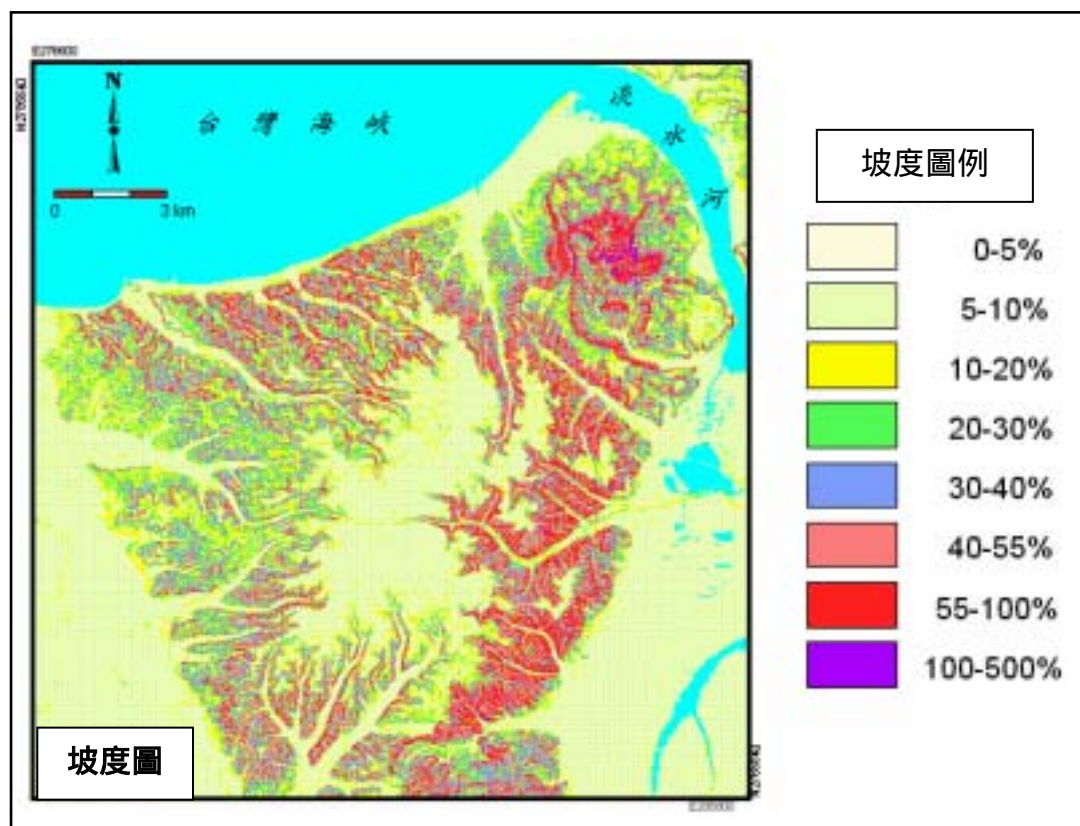


圖 5.10 坡度圖範例(林口台地)

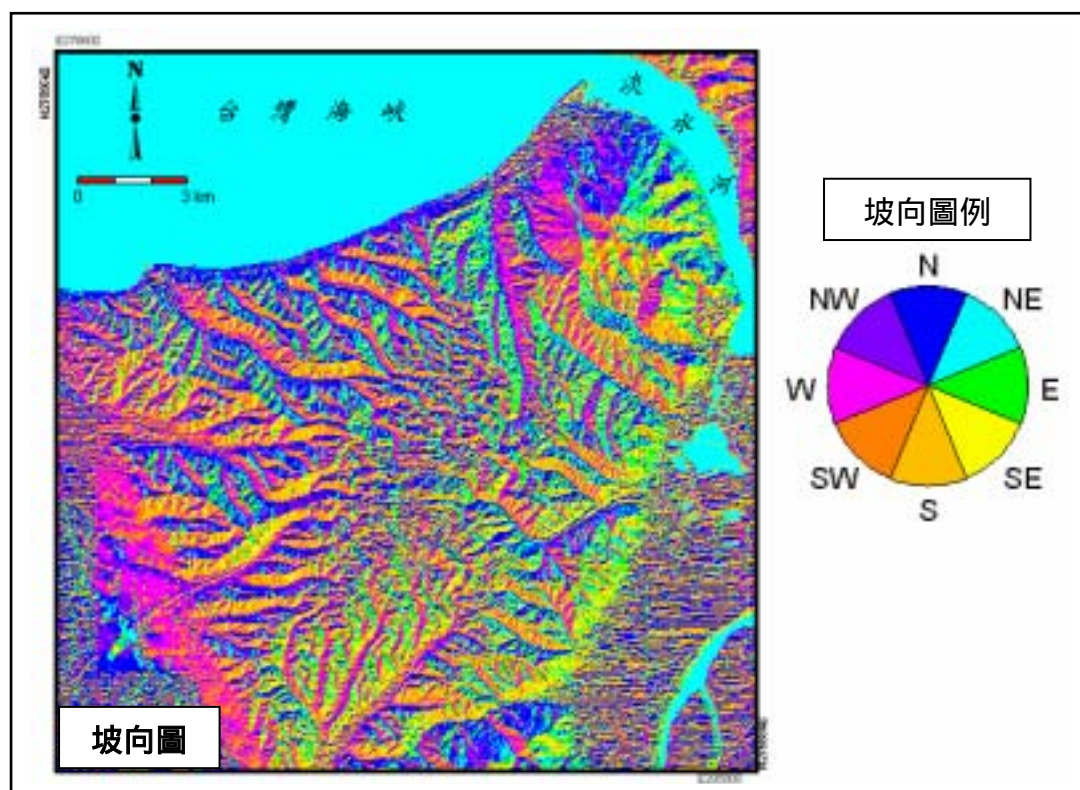


圖 5.11 坡向圖範例(林口台地)

## 5.8 等值線繪圖

網格數值地形資料繪製等高線的原理如圖 5.12。

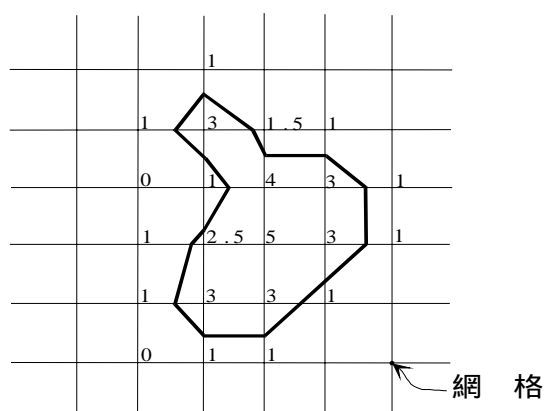


圖 5.12 等高線之繪製原理  
(標示數字為計數值，等高線為 2.0)

首先，依網格的順序逐一檢查各網格的四個周邊，若所要繪製的等高線的值落在其中的兩個邊，則以線性內插法求出等高線與兩個邊的交點作標，並直接定義一個線段；若等高線的值同時落在一網格的四個邊上，同樣以線性內插法求出等高線在四個邊上的位置，並分別連接最近的兩個點，定義兩個線段。等高線不可能僅落於網格的一邊，也不可能同時落在一網格的三邊上。當全部網格都檢查完成後，每一條等高線須再經過排序，將等值的線段依序排列。最後，並可對等高線做均勻化(Smoothing)處理，再送往繪圖機製圖。

為繪製高品質的等高線圖，在進行上述工作之前，亦可先考慮對數值地形資料做曲面內插，使成為較密網格的資料再進行等高線內插，如此一來可獲得精密度更高且更為圓滑的等高線，圖 5.13 即為等值線繪圖之範例。

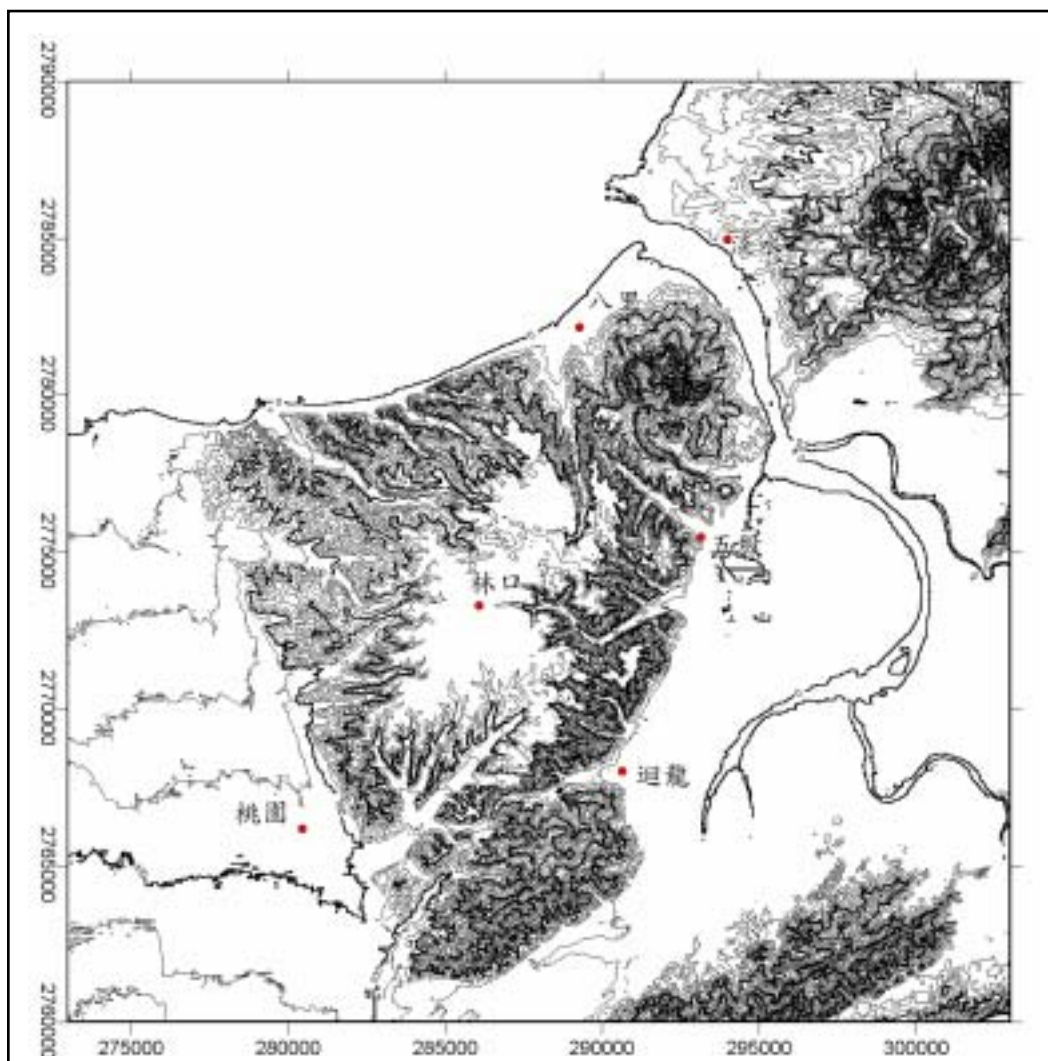


圖 5.13 等值線繪圖範例(林口台地等高線地形圖)

因為數值地形資料偶而會有雜訊或誤差較大的高程值，故在繪製等高線前或做曲面內插前，可針對資料做濾波的工作。常用的濾波方法是中間值濾波 (Median filter)。

## 5.9 水系分析

網格數值地形以模擬降雨的方法即可以得到水系圖。此方法的流程如下：

1. 準備一個與網格數值地形一樣大小的空白計數檔案，
2. 任一網格點上所降下的雨水將往低處流，所流過的網格點均在計數檔案上計數，一直流到邊界為止，
3. 前述模擬降雨可依序降在每一個網格點上，再往低處

- 流，並紀錄到計數檔案上，
4. 模擬降雨完成後，河流的愈下游會在計數檔案上記錄下愈多的次數。
  5. 按計數次數分級，並給予顏色，最後再將此計數檔轉為影像檔，即為水系圖(如圖5.14)。



圖 5.14 水系圖範例(林口台地)

## 5.10 土方計算

土方計算土木工程中常進行的工作，所要計算的是剷平或填滿一個崎嶇不平地區所需的土方體積，計算所的結果可幫助預估工程的成本，利用兩不同時期之數值地形相減可得，圖 5.15 為林肯大郡開發前後挖填方圖。

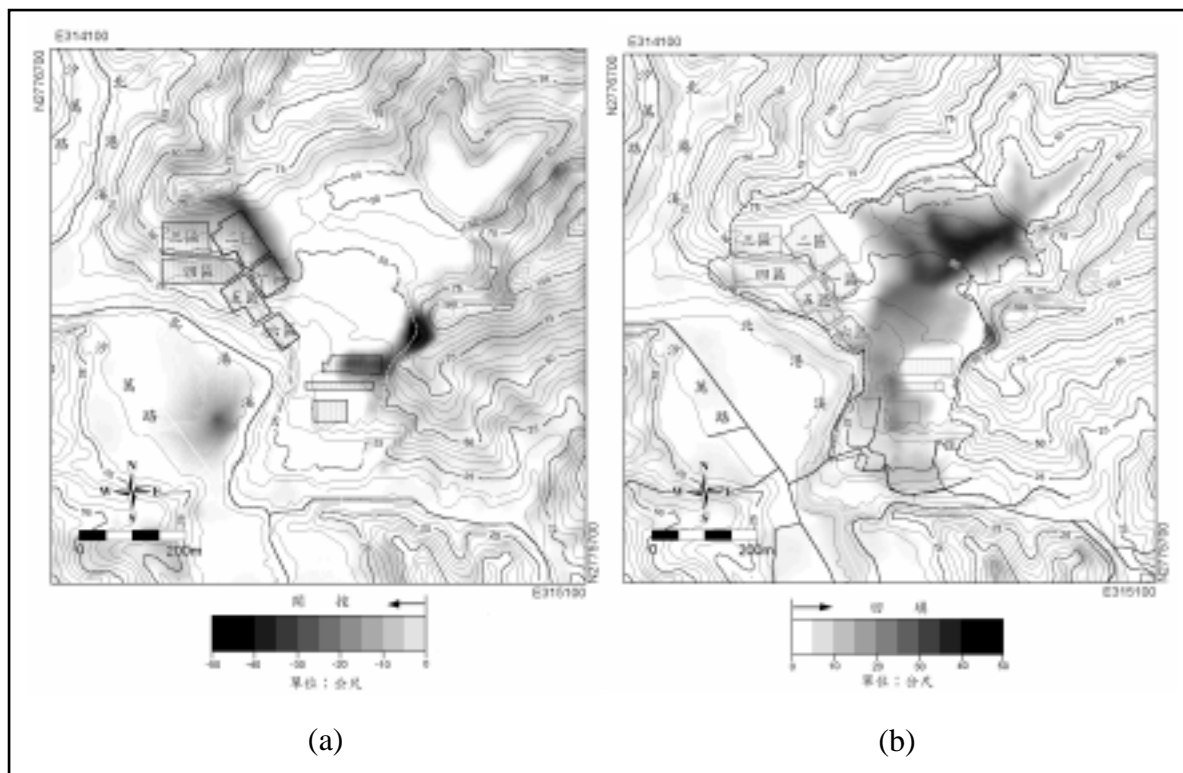


圖 5.15 林肯大郡開挖前後挖填方圖(a)挖方(b)填方

## 5.11 視域分析

所謂的視域，乃是指由一觀測點進行觀測時，所能觀察到的區域。在視域分析中，我們希望能找出在指定的幾個觀測點或區域進行觀測時，所無法觀測的區域。此一分析對於雷達站、微波站的設置或景觀的設計等應用上非常重要。

## 5.12 其他

此外，尚有照度分析、水庫容量計算等各方面的應用。



## 第六章 地理資料的展示及輸出

### 6.1 GIS 資料輸出的種類

地理資料經處理及分析後，所得的結果可以主題圖(thematic map)、統計圖表及視覺化展示(visualization)等方式來表現。

#### 6.1.1 主題圖

地圖可以用來表現各種不同的地理資料。當我們以地圖的方式來表現特定的地理資料屬性時，這一幅地圖又稱為一幅主題圖。

主題圖可以簡單地分為三種型態：點主題圖、線主題圖及面主題圖，通常視我們的需求來製作不同的主題圖。

#### 6.1.2 統計圖表

地理資訊系統中的統計圖表功能與傳統的管理資訊系統(MIS)中的統計圖表功能非常類似。常用的統計圖表包括長條圖(bar chart)、長方圖(histogram)、累積曲線圖(cumulative curve)、圓形圖(pie chart)、玫瑰圖(rose diagram)及散布圖(scatter plot)等。

#### 6.1.3 視覺化展示

對於一些原始的地理資料，我們要如何的加以展現，才能看出其效果，或突顯出其特徵？近年來，在相關的領域上多以視覺化展示來達成此目的。尤其是以三度空間的立體展現，更受到青睞。

### 6.2 GIS 主題圖的繪製

#### 6.2.1 基本概念

一張地圖所表現的資料與屬性資料有關時，我們稱該幅地圖為主題圖。主題圖可以由點、線、或多邊形構成。我們可以使用各種不同的形狀、大小、顏色、樣式(pattern)等等的符號來表示不同的屬性。例如：人口分布圖、醫院分布圖、道路分布圖等，均為主題圖。主題圖的表現基本上仍是一幅地圖的形式，它必須具備一般地圖的一些基

本要件，包括：投影、座標系統、指北針、比例尺、及圖例說明等。

設計一幅主題圖首先須決定主題及圖幅的大小與比例尺，並選擇適當的投影方法與座標系統。接著決定主題的表現方法，包括：圖例的設計、版面的安排、背景的選擇及其他註記說明等。

### 6.2.2 地圖投影

地圖投影係將分布在地球表面不同經緯度上的圖形物件轉劃在一張平面上的繪圖方法。因為地球為一橢球體，如何能將地球表面的圖形物件轉變成一張平面，而在其上各部分的面積、距離、方向等度量仍能保有其原有比例，不致有顯著之歪曲或變形的情形，成為地圖投影方法之主要探討問題，如圖 6.1 地圖投影主要可分為三大類。

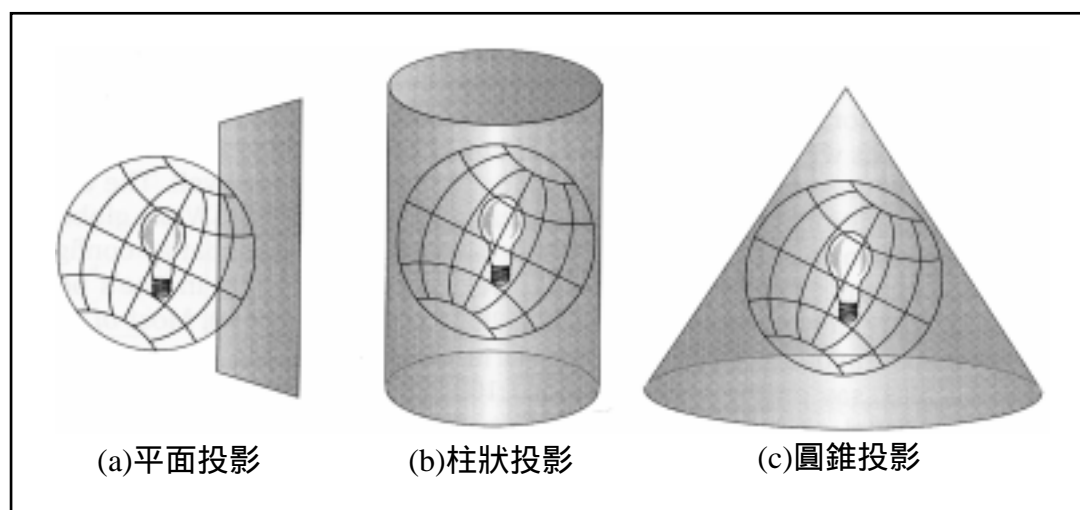


圖 6.1 地圖投影三大家族(a)平面投影(b)柱狀投影(c)圓錐投影

我國自清末創辦測量以來，即仿日本辦法採用多面體投影，測繪地圖。至民國 25 年起，改用蘭勃氏正形圓錐投影法(Lambert conformal conic projection)測製地圖(圖 6.2)。

正形圓錐法之製圖在中緯度地區變形最小，在遠離標準圈以外之地區不適用此法投影，因產生之變形過著。通常是以距上、下標準圈各  $1/6$  處為限。沿此範圍切除圓錐之上頂與下邊，然後剖開攤平，即成正形地圖。到二次大戰之後，美國倡議以高士克呂格投影(Grauss-Kruges Projection)亦稱橫麥卡脫投影(Transverse Mercator

Projection)為國際通用地圖投影。至民國 39 年，因中美合作測圖，我國聯勤測量署所測繪地圖遂亦一律改用橫麥卡脫投影。

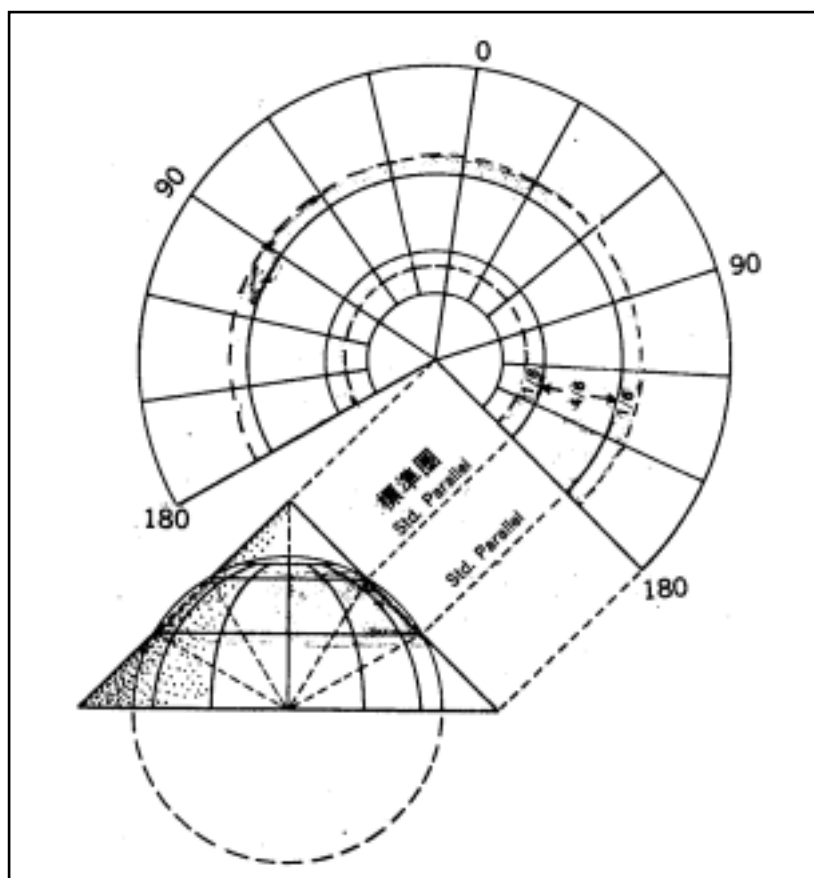


圖 6.2 蘭勃氏正形圓錐投影極其展開後之方格網

橫麥卡脫投影（圖 6.3）為一種橫置之圓柱投影，柱軸與地球軸互相垂直，柱體切於地球表面某一子午線（此與麥卡脫投影之切於地球赤道者不同），故子午線在球面上之長度相等，赤道及中央子午線在圖上皆成直線。若圓柱以地球南北極為軸而旋轉，則可與在赤道上各子午線逐一接觸，使各經緯線皆互正交，故為正形投影（conformal projection）之一種。此種投影不同於蘭勃氏投影者是以經度為分帶（蘭勃氏投影就緯度分帶），展開後其座標縱橫方向並不若蘭勃氏投影有太過傾斜之病，是其優點。但此項投影之子午線之尺度比率，愈近高緯度變形愈大，因此不適用於高緯度與兩極兩區。所以橫麥卡脫投影只限用於南北緯各 80 度以內之地方。兩極地區另用極區輻射投影法製圖（pole stereographic projection）。

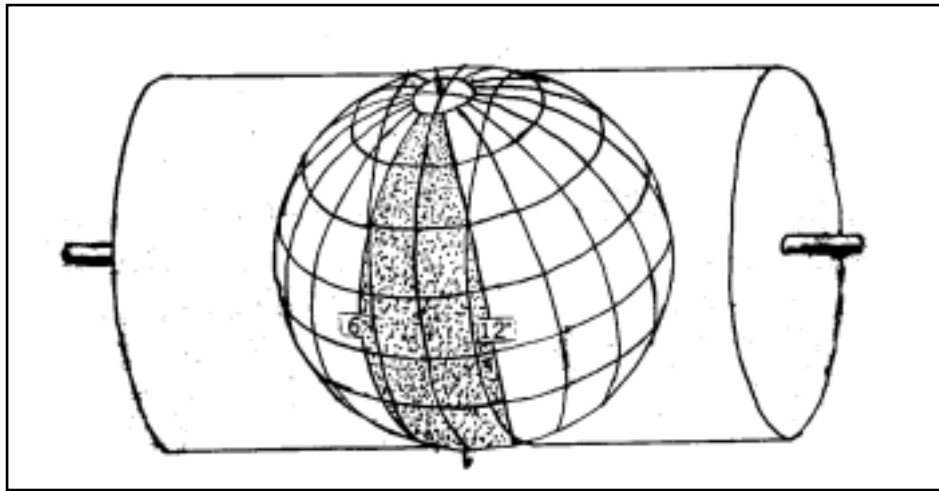


圖 6.3 橫麥卡脫投影

橫麥卡脫投影是以經度為分帶，常用者又可區分為：二度分帶、三度分帶、及六度分帶等三種。其中六度分帶又被稱為統一橫麥卡脫投影 ( Universal Transverse Mercator Projection , 縮寫 UTM ) , 為一般軍用地圖最常使用的一種投影方法。

台灣本島橫向跨幅共計兩度(120 度至 122 度) , 故我們的基本圖投影係採用二度分帶 , 其中央經線是 121 度。澎湖地區採用另一個二度分帶 , 其中央經線是 119 度。

二度分帶的 E 座標值 , 在中央經線處為 250000 , 單位是公尺。二度分帶的 N 座標值 , 自赤道起算至該點的距離 , 單位亦為公尺。

### 6.2.3 圖幅大小與比例尺

主題圖欲展示的內容及其範圍 , 必須選擇適當的圖幅大小與比例尺 , 使能清楚表現製圖範圍內之主題。一般而言 , 當資料精度較佳及內容較豐富時 , 可選擇較大比例尺及較大圖幅製圖。反之 , 當資料精度較低或內容不夠豐富時 , 則可選擇較小比例尺及較小圖幅製圖。

米制(metric)圖紙大小一般分為 A0、A1、A2、A3、A4、A5 等六種 , 其尺寸如表 6.1。

表 6.1 米制圖紙大小一覽表

尺寸	A0	A1	A2	A3	A4	A5
寬度(mm)	840	594	420	297	210	148
高度(mm)	1188	840	594	420	297	210

除米制外，國內亦常使用 Letter 紙張，其大小是 8.5×11 吋，合 216×254 mm。

國內常用的比例尺大小一般為：一百萬分之一、五萬分之一、二萬五分之一、一萬分之一、五千分之一、二千五分之一、一千分之一、五百分之一、二百分之一、一百分之一及五分之一等。

製圖前，除須選擇圖紙大小及比例尺外，亦須考慮邊緣留空白的大小。

#### 6.2.4 地圖註記

為使使用者得以有效而正確的利用圖面上的資訊，一幅地圖除了圖面上的資訊外，必須提供其他相關的資訊如下：

1. 指北針(及磁偏角)。
2. 比例尺：比例尺代表在圖面上的一段線性距離，和該距離在地表上的真正長度的比例。
3. 投影方法：地圖投影乃是將地球表面的經緯線體系，以有系統的方式轉變到平面上的方法。
4. 座標線及座標值。
5. 圖例及說明：提供本圖幅所使用的各項符號的說明，以供用圖人參考。
6. 標題：用以表達有關地圖的主題或區域資訊，應力求簡明，一般放在圖幅上方的正中央。
7. 出版年份。
8. 出版單位(及出版者)

## 6.3 統計圖表輸出

統計圖能快速地獲取因耗時調查而得到的摘要式或綜合性資料，藉由產生有效的統計圖表的輸出，將更有助於成果的展現及溝通，這部分的功能，相當類似於管理資訊系統的功能。

### 6.3.1 長條圖(bar chart)

主要運用於展現不同類別屬性間的差異程度。依其長條採用直向或橫向再區分為直條圖及橫條圖。

### 6.3.2 長方圖(histogram)

表現單一屬性的不同分類的分布情形，因此可用於觀察某一屬性在不同可能值間的分配情形(圖 6.4)。

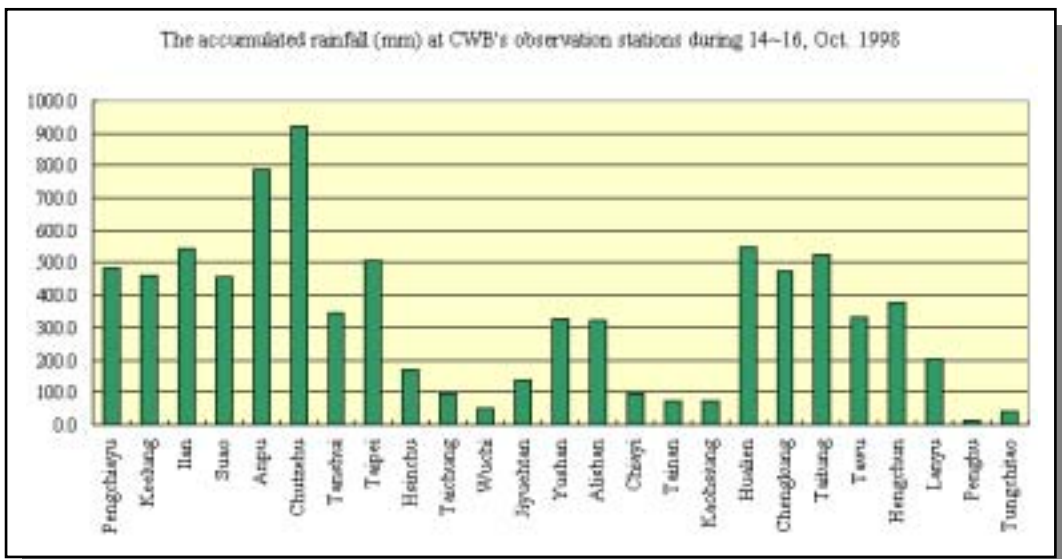


圖 6.4 長方圖範例

### 6.3.3 累積曲線圖(Cumulative curve)

將屬性資料所統計的項目以累積曲線來展現，可方便看出其變化情形。

### 6.3.4 圓形圖(Pie chart)

適合用來表現不同資料在整體中所佔的比例，亦可以文字在旁加註(圖 6.5)。

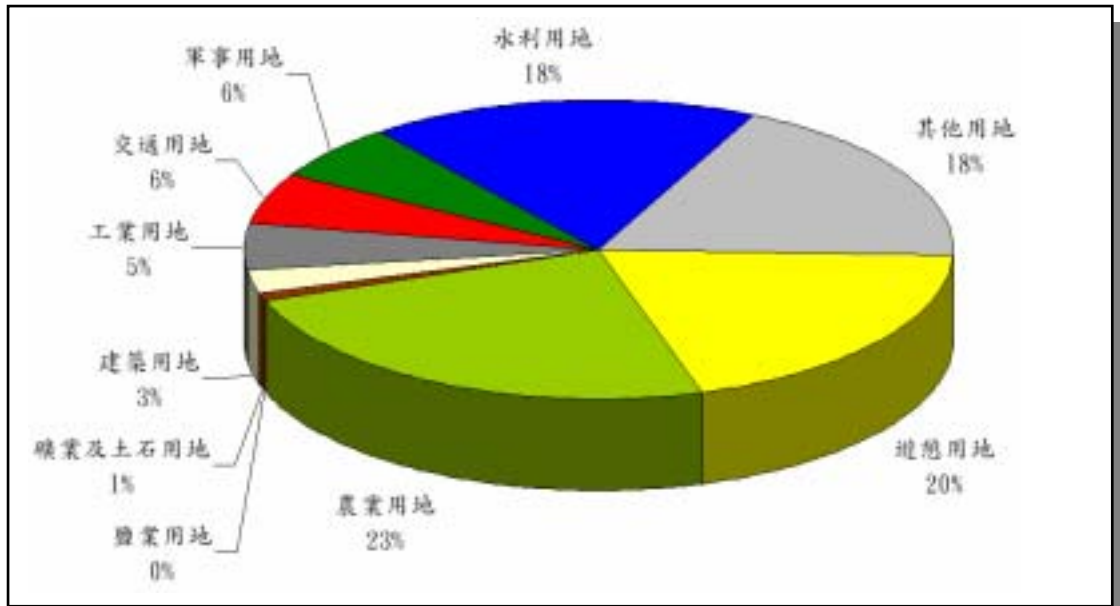


圖 6.5 圓形圖範例

### 6.3.5 玫瑰圖(Rose diagram)

將一圓形等分成若干單位，視其資料的數量做統計，而呈現資料個數變化情形(圖 6.6)。

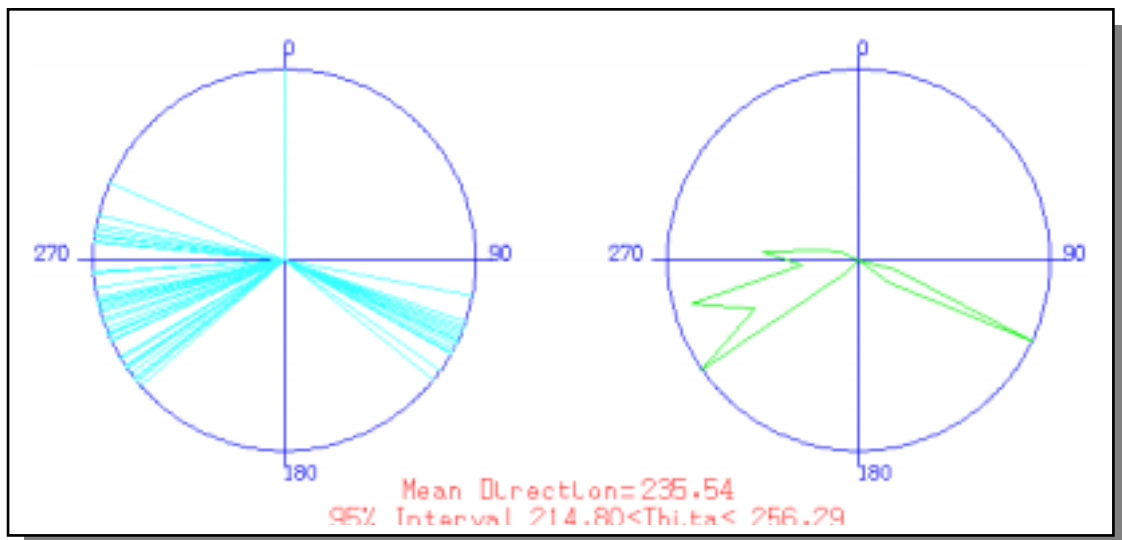


圖 6.6 玫瑰圖範例

### 6.3.6 散布圖(Scatter plot)

可表現不同屬性間行為的差異性，由於把各個直點加以個別展現，因此可以看出彼此之間的關係。

## 6.4 GIS 資料的視覺化展現

### 6.4.1 投影

地理資料的展示，不論是螢幕或是圖紙的輸出，都是屬於平面的展現，若想像這個二維展現媒體（或稱顯示平面）是一部照相機上的底片，真實空間中的物件必須投影至此照相機的底片上，而成為二維影像。一般常見的投影方式有平行投影及透視投影（圖 6.7）。

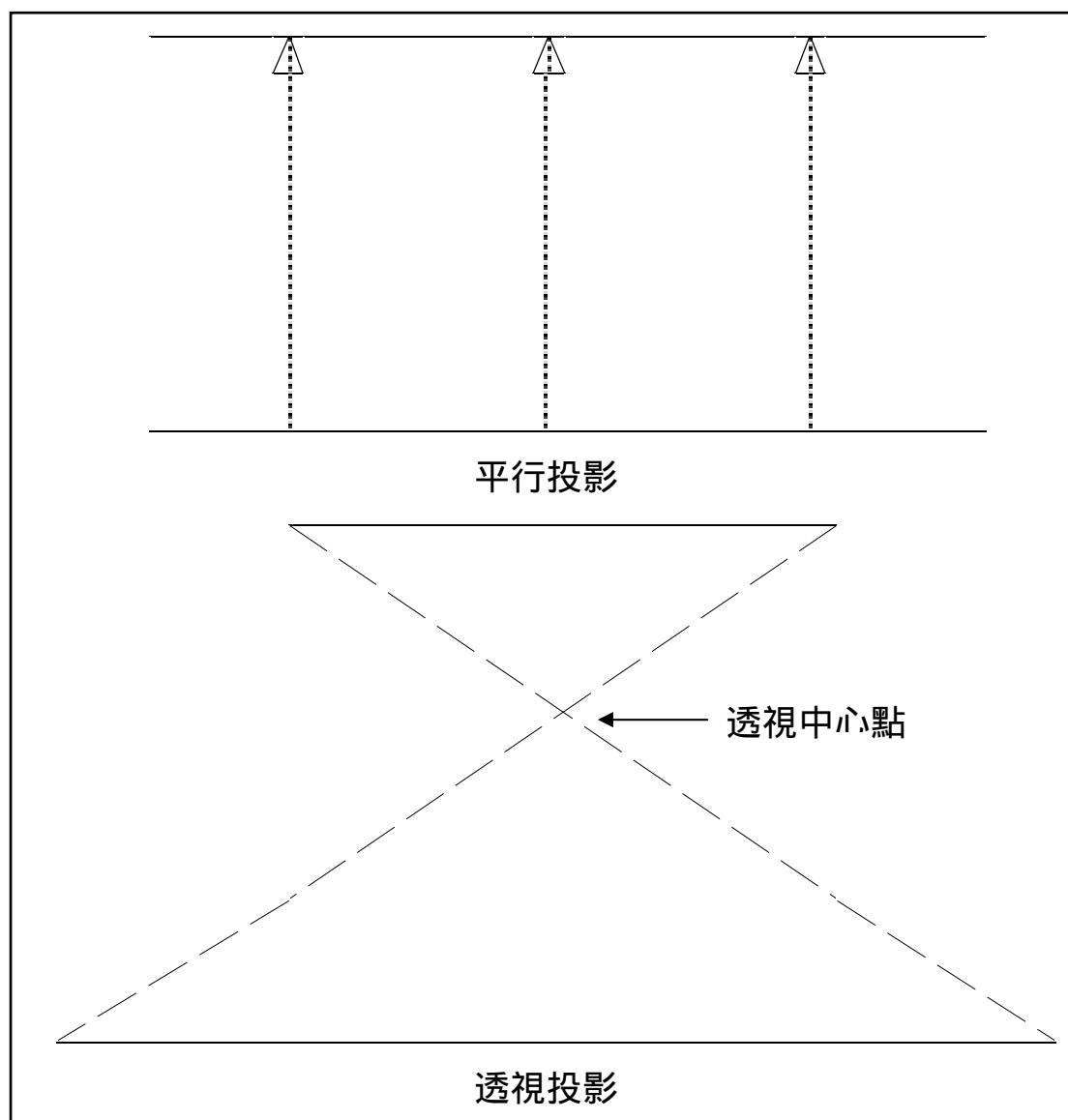


圖 6.7 平行投影及透視投影示意圖

1. 平行投影 (parallel projection): 將三度空間資料的各個點經過彼此平行的線，而投影至顯示平面上去。此投影法一般使用於工程圖的繪製（圖 6.8）。



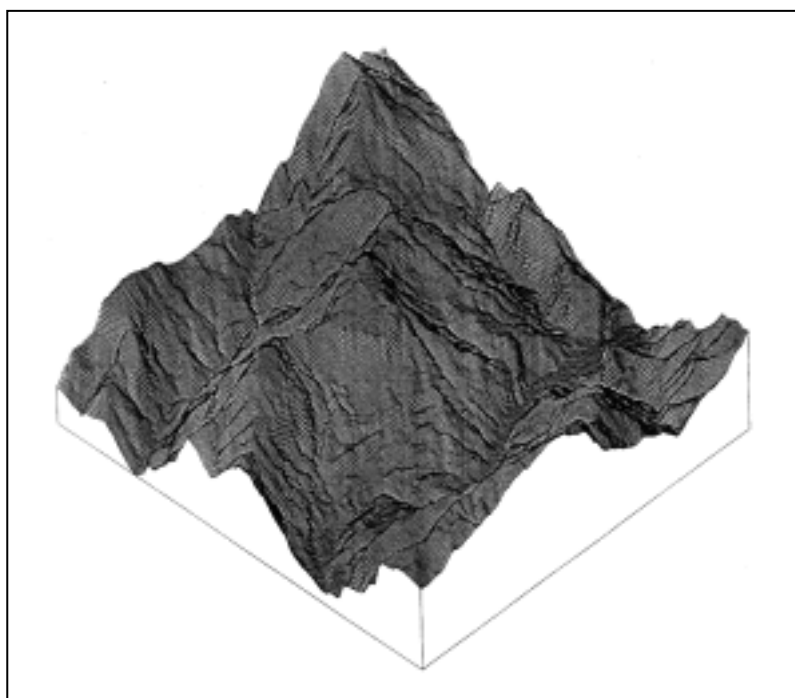


圖 6.8 平行投影線畫透視圖

2. 透視投影 (perspective projection) : 將三度空間資料的各個點，透過一些由同一個收斂點 (converging point) 射出的線，而投影到顯示平面去的方法。在這投影法中，距離顯示平面較遠的物體將顯得較小，而距離較近者，則會顯得比較大，此特性和我們眼睛所觀察的結果相同，因此較具有真實感 (圖 6.9)。

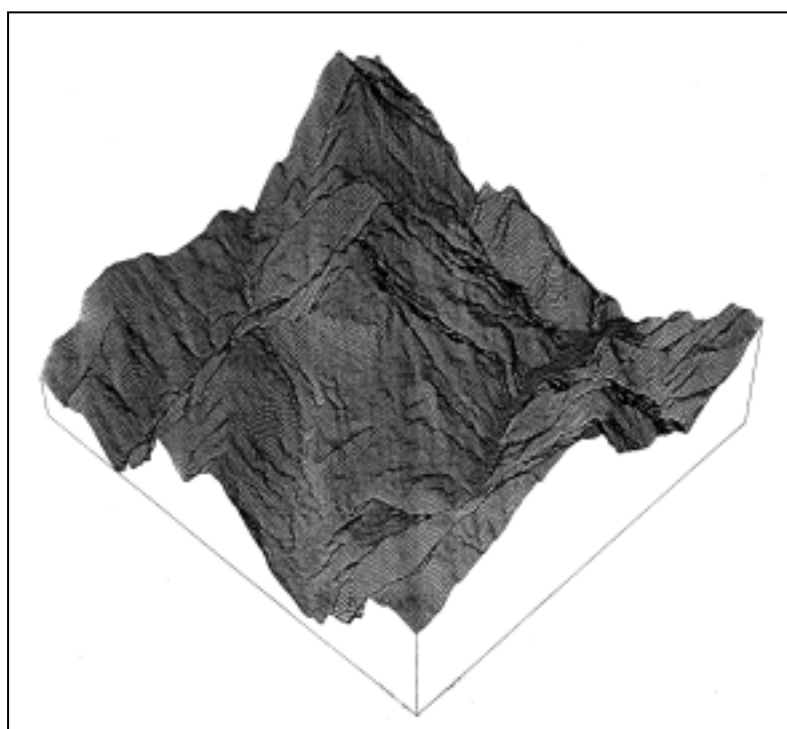


圖 6.9 透視投影線畫透視圖

### 6.4.2 線畫透視

線畫三度空間透視圖(圖 6.10)基本的繪圖原理就是剖面圖的投影。首先,先選擇一個觀看角度,再按觀看方向做透視投影,將線條投影在一個與觀看方向垂直的視野上,即為三度空間的透視圖。在電腦處理的技術上有兩個重點,一為投影,另一為消除隱藏線處理。

1. 規則網格線畫透視。
2. 三角網線畫透視。
3. 等高線線畫透視。

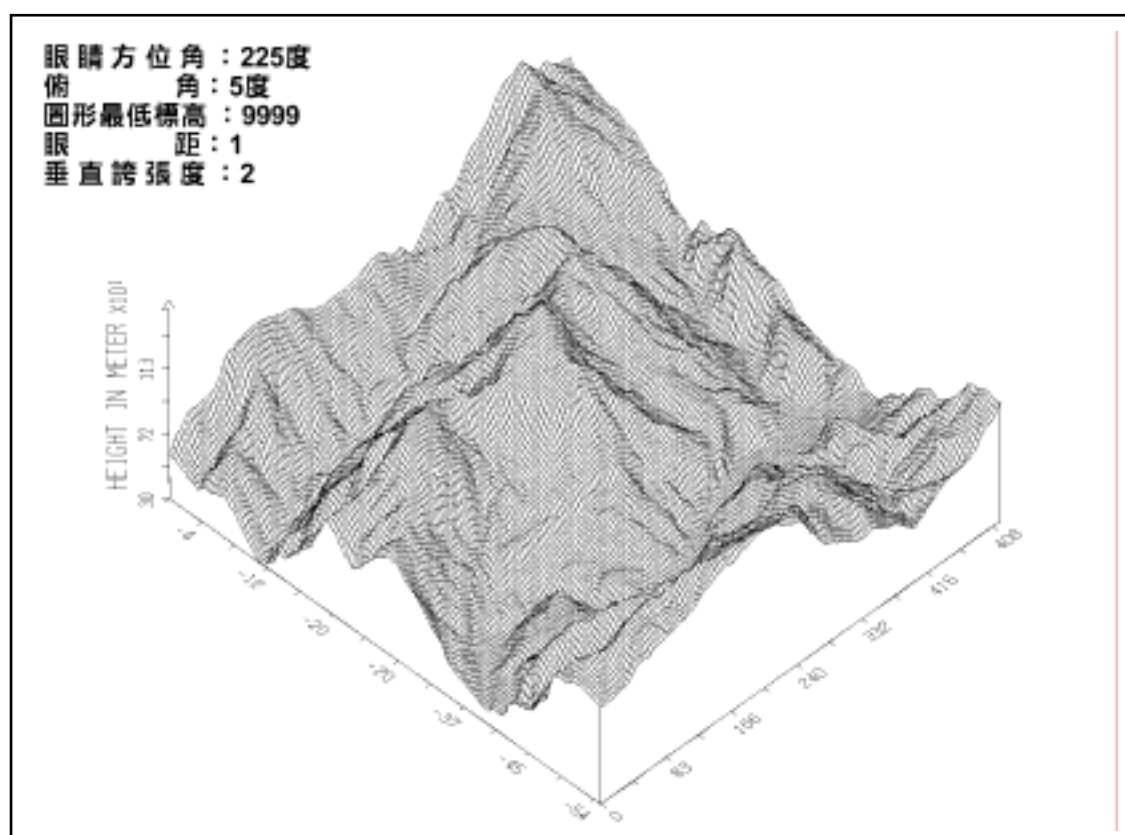


圖 6.10 草嶺地區線畫三度空間透視圖(規則網格)

### 6.4.3 繪影(Shading)

為了使資料展現的效果更具真實感,吾人需要考慮物體在不同光源照射下的外觀,亦即需要進行表面繪影的工作,就是 GIS 中所指的光影分析,此乃是分析光線投射在立體表面上的效果。而對於一個表面起伏的物體,吾人可利用入射光線所造成的明暗效果來加強它的影像對比。對於代表地形起伏的數值地形模型而言,也是可以利用明暗

效果來加強它的立體感。此外被投影的表面不一定是地表，任何可以表現立體效果的資料均可以進行分析。

1. 灰階圖。
2. 灰階明暗圖。
3. 灰階明暗透視圖。
4. 彩繪圖

彩繪圖製圖前我們須先決定高程值與顏色值之間的轉換關係。例如：我們可以綠色代表標高 0 公尺，以黃色代表標高 250 公尺，以紅色代表標高 5000 公尺，其間再以線性內插來製造出顏色隨著高程變化而漸變的效果；水域或無資料處可以水藍色表示。

在彩繪圖的繪製上，顏色的分配設計非常重要。一個良好的設計，不但使成果能忠實的表現地形的高低起伏，並能使成果更具真實感和美感。（圖 6.11）。

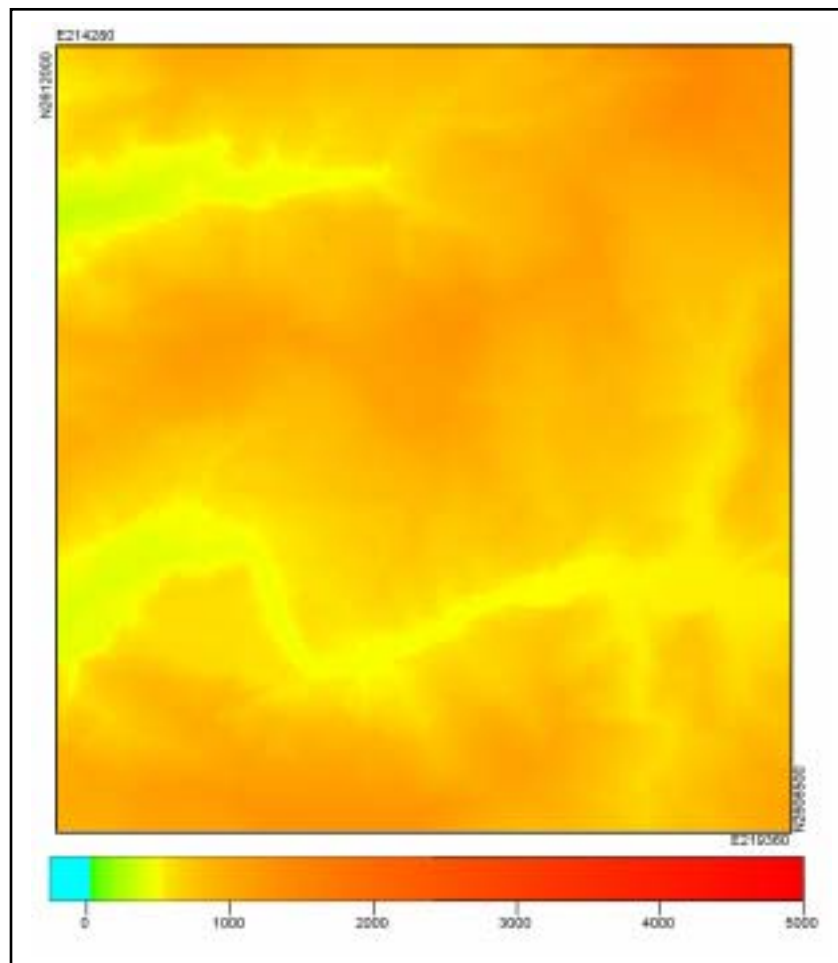


圖 6.11 草嶺地區彩繪圖

## 5. 彩繪明暗圖

在真實的世界裡，對於一個表面起伏的物體，我們可以利用入射光線所造成的明暗效果來加強它的影像對比。對於代表地形起伏的數值地形模型而言，我們也可以利用明暗效果來加強它的立體感。

物體表面的明亮度(Illumination)係由散射(Diffuse)、鏡面反射(Specular component)及背景亮度(Ambient term)三者組合而成。對於崎嶇不平的地球表面而言，鏡面反射一項是不重要的，而背景亮度則是個常數，故地表的明暗度主要是散射一項的貢獻。許多學者認為，在處理地表的明暗度問題時，僅考慮散射一項即可(Weible and Heller, 1991; Zhon, 1992)。而對於散射問題，吾人可使用蘭勃氏定律(Lambert's law)來處理，即地表的反射光強度與特定點的切面位態直接相關。

其次利用蘭勃氏定律來做每一像元明暗度的調配，也就是利用反射光強度  $I$  與入射角  $\theta$  的餘弦成正比例關係來給予像元的亮度值，其關係式如下：

$$I = I_0 k \cos \theta \dots\dots\dots (6.1)$$

其中， $I_0$  是光源強度， $k$  是物體表面的反射係數。入射角  $\theta$  的餘弦又可以單位向量  $\mathbf{n}$  及  $\mathbf{i}$  的點積來表示，即：

$$I = I_0 k (\mathbf{n} \cdot \mathbf{i}) \dots\dots\dots (6.2)$$

入射角  $\theta$  及單位向量  $\mathbf{n}$  及  $\mathbf{i}$  的關係請參考圖 5-1；其中， $\mathbf{n}$  為通過地表面上任意一點 P 切面上的法向量， $\mathbf{i}$  為從 P 點指向光源的單位向量，與入射光向量方向正好相反。由上兩式可知，若  $\theta$  角為 0 度，則反射光最強。反之，若  $\theta$  角等於 90 度，則反射光強度為零。若  $\theta$  角大於 90 度，則為背光情形。

在繪製數值地形彩繪明暗圖時，吾人僅須考慮反射率  $R$  即可，故(6.2)式又可簡化為：

$$R = \mathbf{n} \cdot \mathbf{i} \dots\dots\dots(6.3)$$

其中， $R = I / (I_0 k)$ 。在實際製圖流程上，吾人僅須將代表高程的顏色值( $I_R, I_G, I_B$ )乘以反射率  $R$  即所得。即彩繪明暗圖任一點的顏色值( $J_R, J_G, J_B$ )為：

$$(J_R, J_G, J_B) = (I_R R, I_G R, I_B R) \dots\dots\dots(6.4)$$

在彩繪明暗圖的應用上，吾人通常假定單一光源即可獲得良好效果。但如為模擬真實的地形與地貌時，則通常還須考慮背景亮度及陰影效果(Zhou, 1992)，尤其是對於地形陡峻的山區而言，陰影常為一種明顯的現象。不過，在地質應用上陰影將使影像變黑而喪失了該處的寶貴資訊，故並不適合採用。背景亮度的考慮倒可使背光面不致全黑，值得參酌採用。

### 切面單位法向量的取得

關於任意一點切面單位法向量  $\mathbf{n}$  的取得，吾人可以在該點分別在  $x$  方向及在  $y$  方向對地形面  $f(x,y)$  做偏微分，取得斜率  $\partial f / \partial x$  及  $\partial f / \partial y$ ，則此一切面在  $x$  正方向及  $y$  正方向上的單位切向量  $\mathbf{v}_x$  與  $\mathbf{v}_y$  分別為：

$$\mathbf{v}_x = \langle 1, 0, \partial f / \partial x \rangle$$

$$\mathbf{v}_y = \langle 0, 1, \partial f / \partial y \rangle \dots\dots\dots(6.5)$$

切面法向量  $\mathbf{N}$  為：

$$\mathbf{N} = \mathbf{v}_x \times \mathbf{v}_y = \langle -\partial f / \partial x, -\partial f / \partial y, 1 \rangle \dots\dots\dots(6.6)$$

切面單位法向量  $\mathbf{n}$  則為：

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{N}}{|\mathbf{N}|} \dots\dots\dots(6.7)$$

圖 6.12 即為草嶺地區數值地形彩繪明暗圖

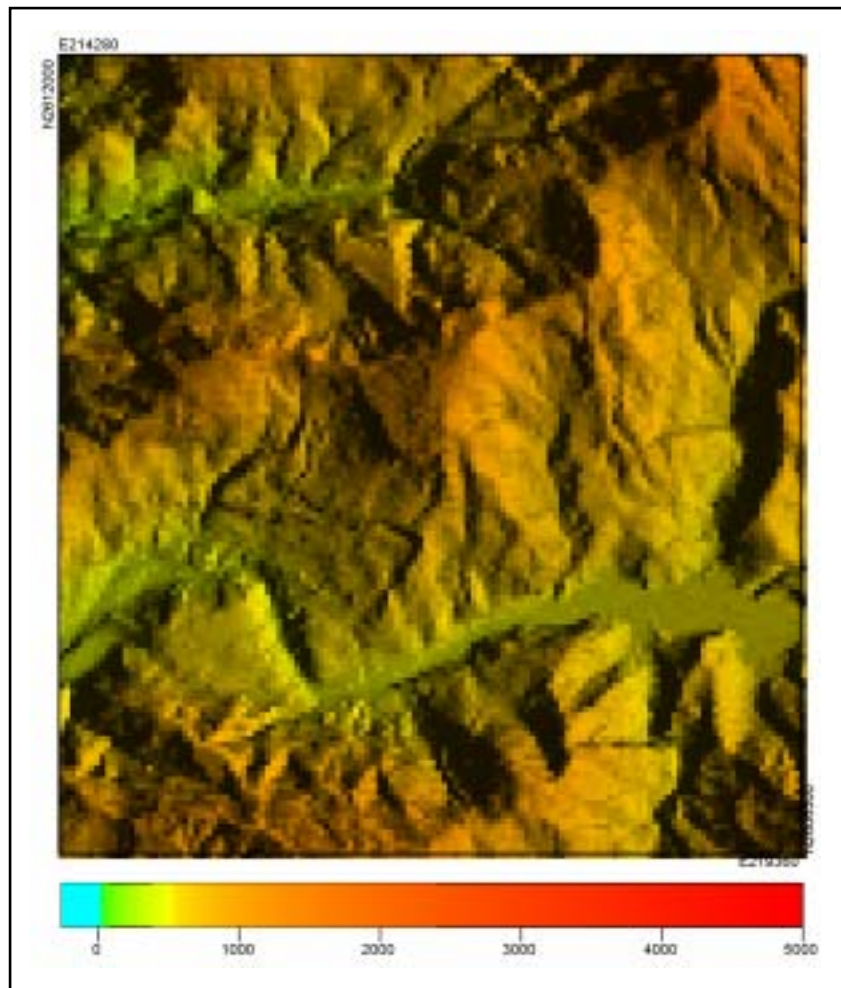


圖 6.12 草嶺地區數值地形彩繪明暗圖

## 6. 彩繪明暗透視圖

彩繪明暗透視圖的透視原理與線畫三度空間透視圖的透視原理相同。所不同的是前者必須在畫網格的同時，按該網格的平均高度在網格上塗上經明暗處理的顏色。本軟體提供繪製地形面的彩繪明暗透視圖功能，圖 6.13 為草嶺地區數值地形彩繪明暗透視圖。

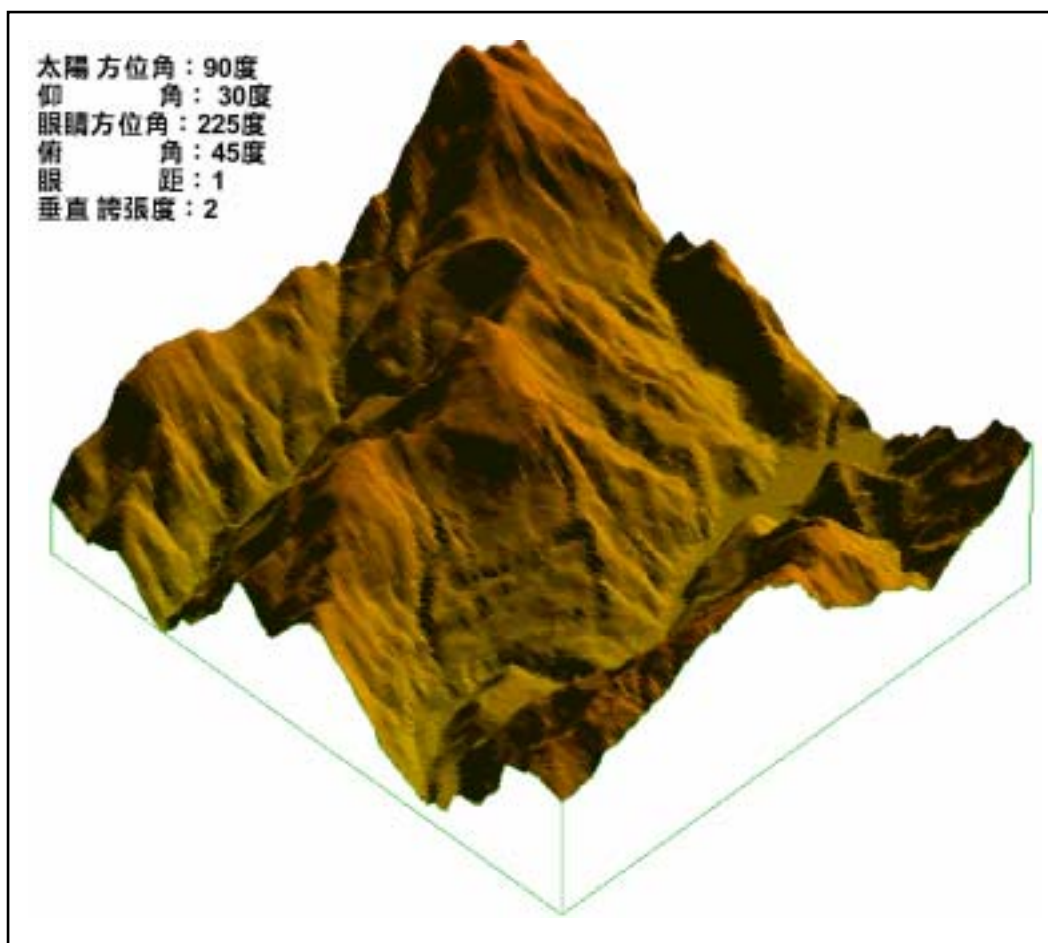


圖 6.13 草嶺地區數值地形彩繪明暗透視圖

#### 6.4.4 立體影像

立體感幾乎是每個人天生都具有的能力，而這種立體感產生的原因乃是因為人的雙眼位置有些微差距，注視物體時眼球自動旋轉改變視線，隨物體空間分布產生不同之交會，使人能分辨物體的遠近。

接著所要介紹的立體影像技術是依據「雙像立體觀察」的模式，就是所謂的「人工立體成像」。在拍攝同一個景物時利用不同的視角來拍攝的兩張照片，一眼觀看其中一張的某點，另一眼觀看另一張的同一景物，經過大腦融合影像便可產生立體感，立體影像可更方便觀察各種地形的型態，也可運用於地形地貌變化的觀察研究。其原理如圖 6.14。

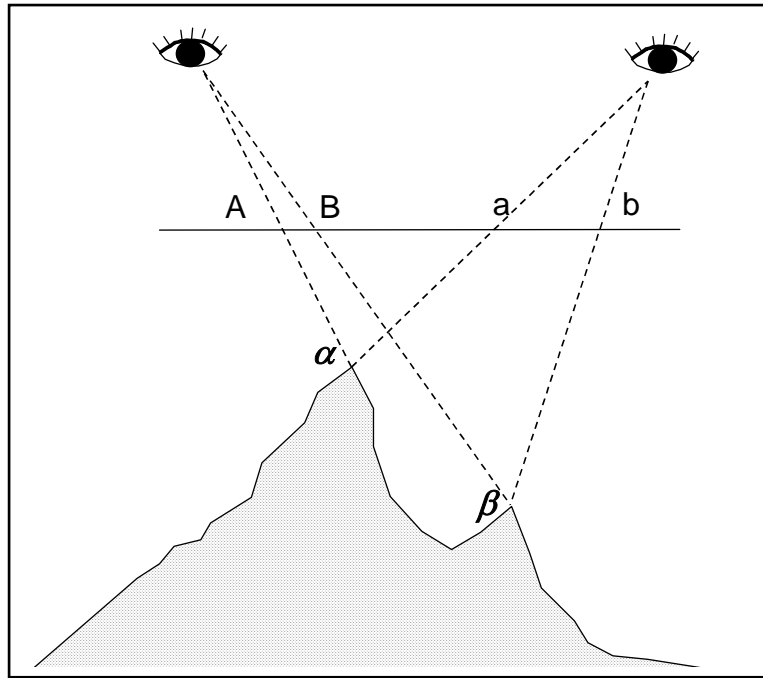


圖6.14 立體對原理示意圖

1. 紅綠立體對：紅綠立體對的立體觀察技術是配合電腦圖形功能所發展出一項成果，其立體影像製作的原理是由 RGB 三原色來套色疊合，產生合成的紅綠立體像對（圖 6.15）。觀察者透過紅綠眼鏡觀察時，左眼能看到紅色的左像，右眼能看到綠色的右像，於是產生雙像感，原來於平面上的地形起伏便能浮現在眼前。

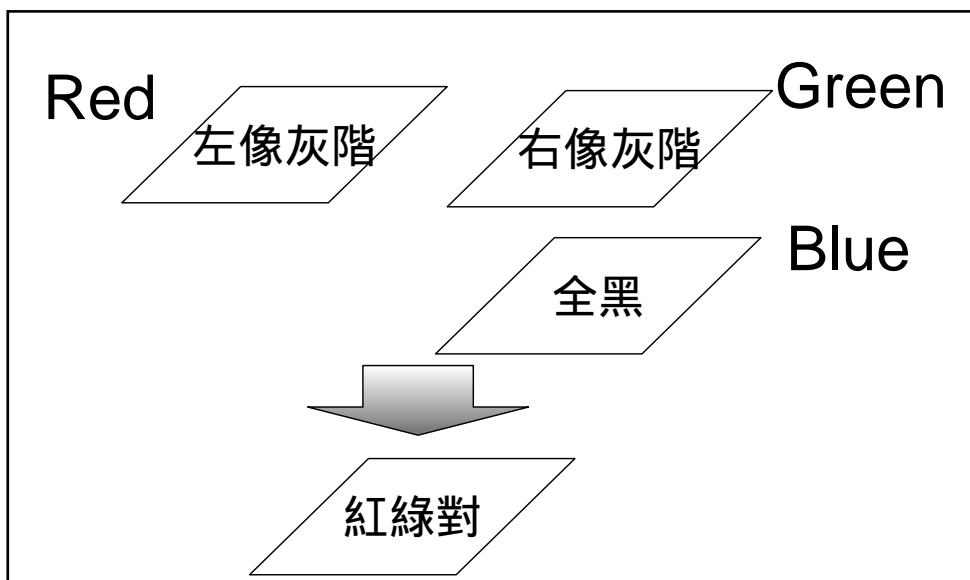


圖 6.15 紅綠立體對製作原理

2. 紅青立體對：紅青立體對與紅綠立體對的原理及製作過程相仿，兩者不同之處在於立體影像合成過程中藍色色版是以右像套入



(圖 6.16), 其立體效果更為明顯。

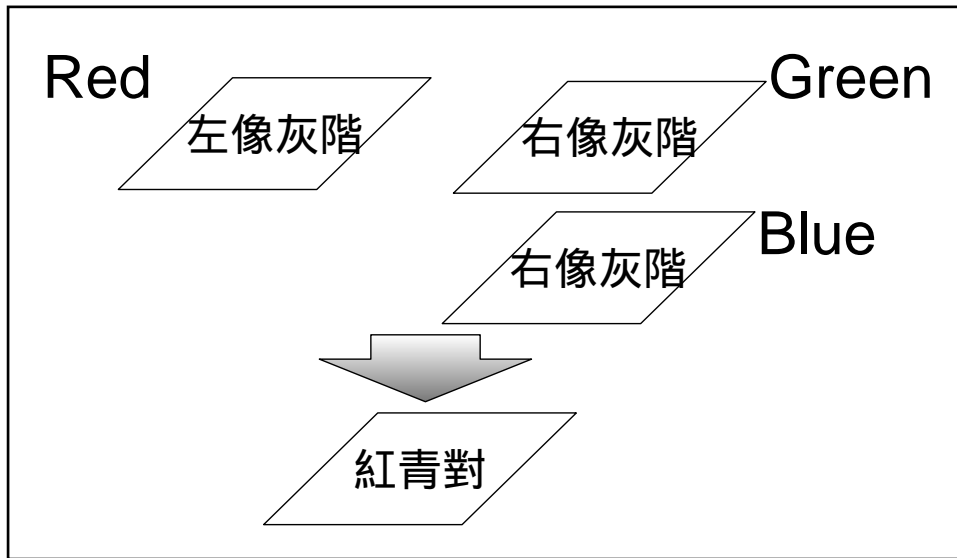


圖6.16 紅青立體對製作原理

3. 彩色立體對: 彩色立體對的製作與原理與以上兩者相似(圖 6.17), 為其所選用的影像為彩色的。

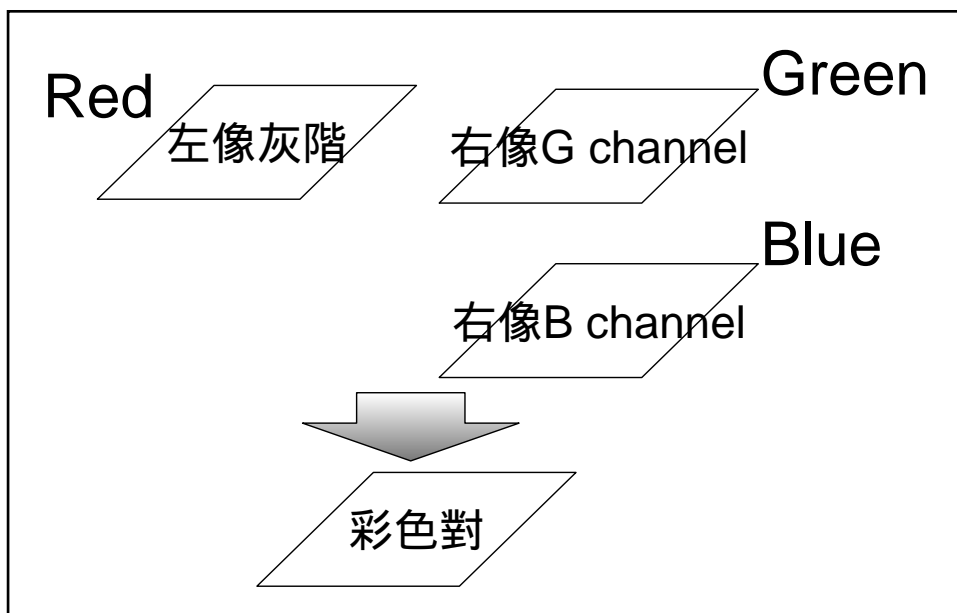


圖6.17 彩色立體對製作原理

#### 6.4.5 貼圖(Drapping)

除了立體效果外, 亦可進行貼圖處理。所謂貼圖乃是將一張平面的圖想向成具彈性與伸縮性的橡皮面, 加以貼在立體的模型上, 然後在用光影分析來觀測它。一般是以數值地形 (DTM) 為基礎, 貼上

其他的影像或地圖檔案。

1. DTM 套疊衛星影像 (圖 6.18)。

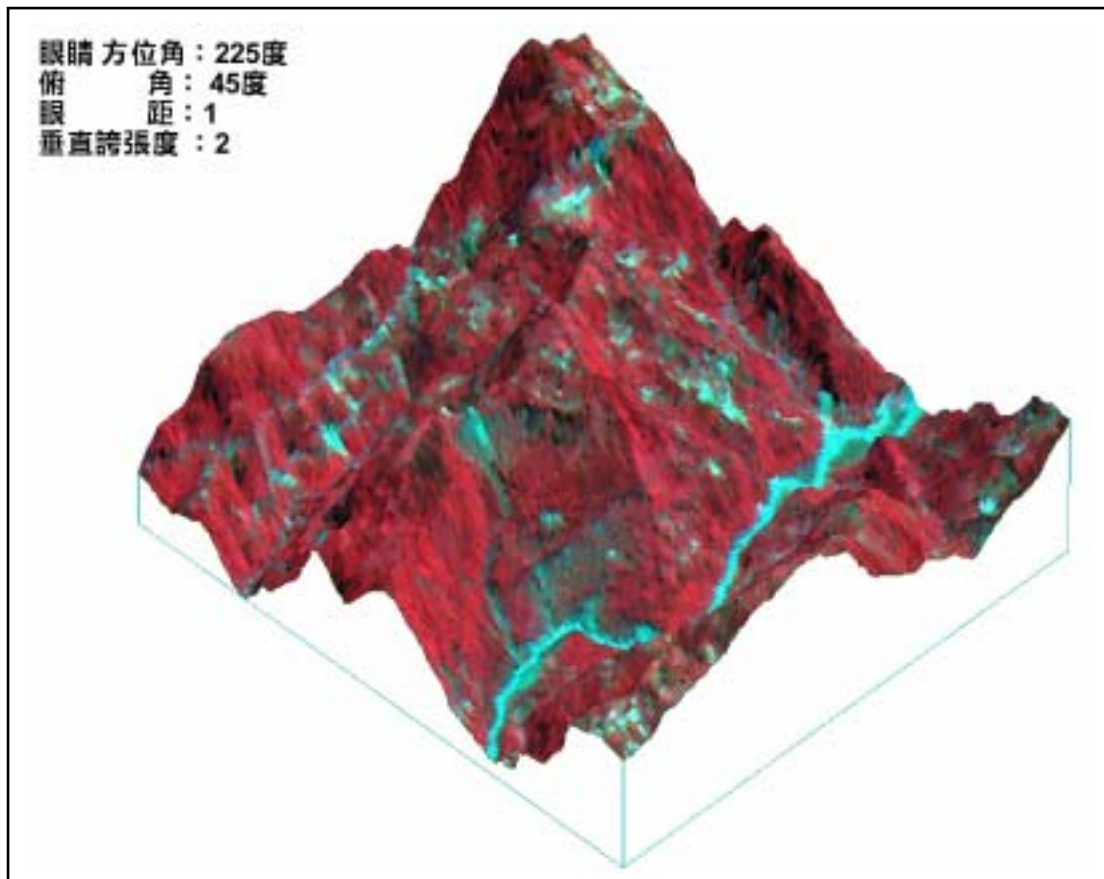


圖 6.18 草嶺地區三維影像套疊範例(套疊 SPOT 衛星影像)

2. DTM 套疊航空照片。
3. DTM 套疊地質圖。
4. DTM 套疊一般地圖。
5. DTM 套疊影像及線物件。

#### 6.4.6 虛擬實境

VRML(Virtual Reality Modeling Language) 是近幾年在 WWW(World Wide Web)上興起的一項虛擬實境技術。將虛擬實境應用於數值地形之步驟如圖 6.19。

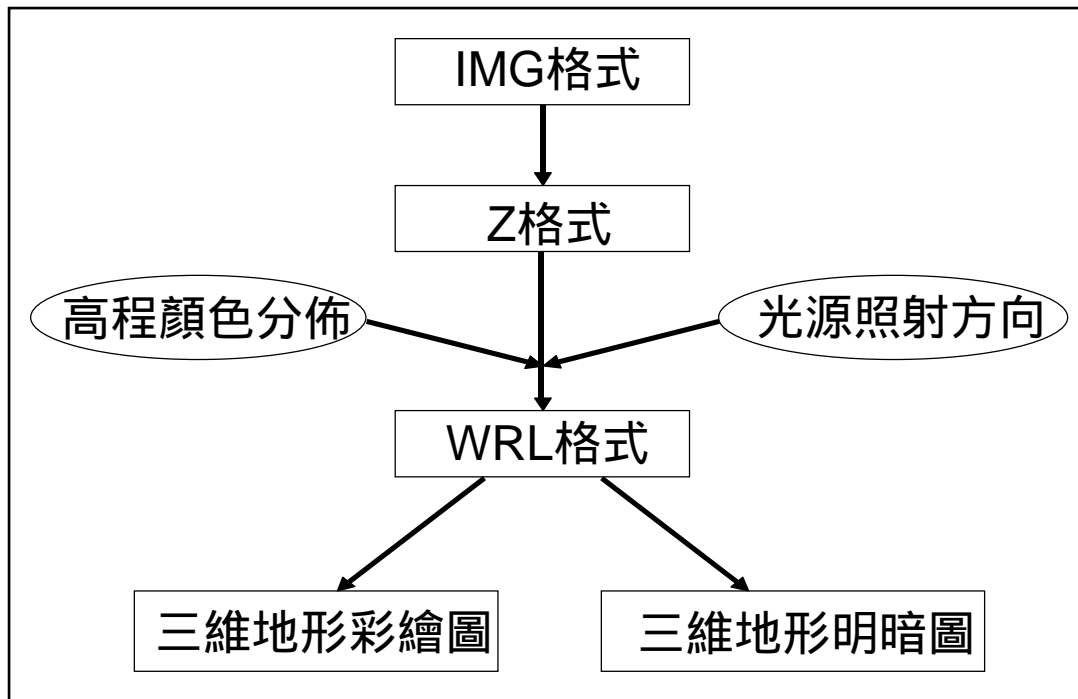


圖6.19 數值地形虛擬實境製作步驟

VRML 屬於一種敘述式的網路語言(圖 6.20)。其特性在於簡單易懂、編輯容易，並且能和全球資訊網(WWW)密切接合，方便使用者端藉由網際網路瀏覽器來檢視由 VRML 所製做出來的成果。更重要的是，藉由 VRML 所製做出的虛擬實境場景不僅可具有動態的效果，更提供了和使用者互動的功能。

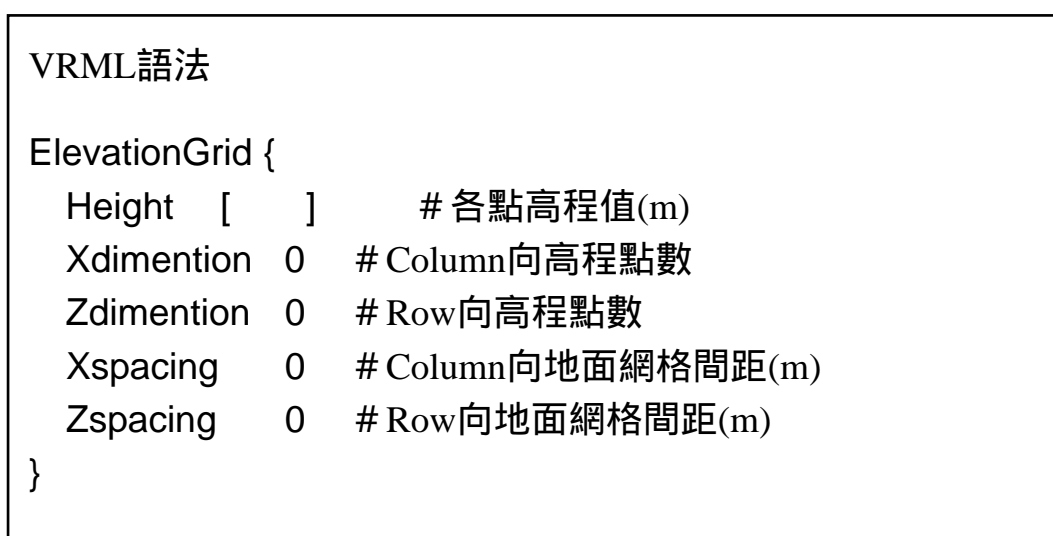


圖6.20 VRML語法

而 VRML 應用可製作出以下之地形模型：

1. 一般數值地形模型 (圖 6.21)。

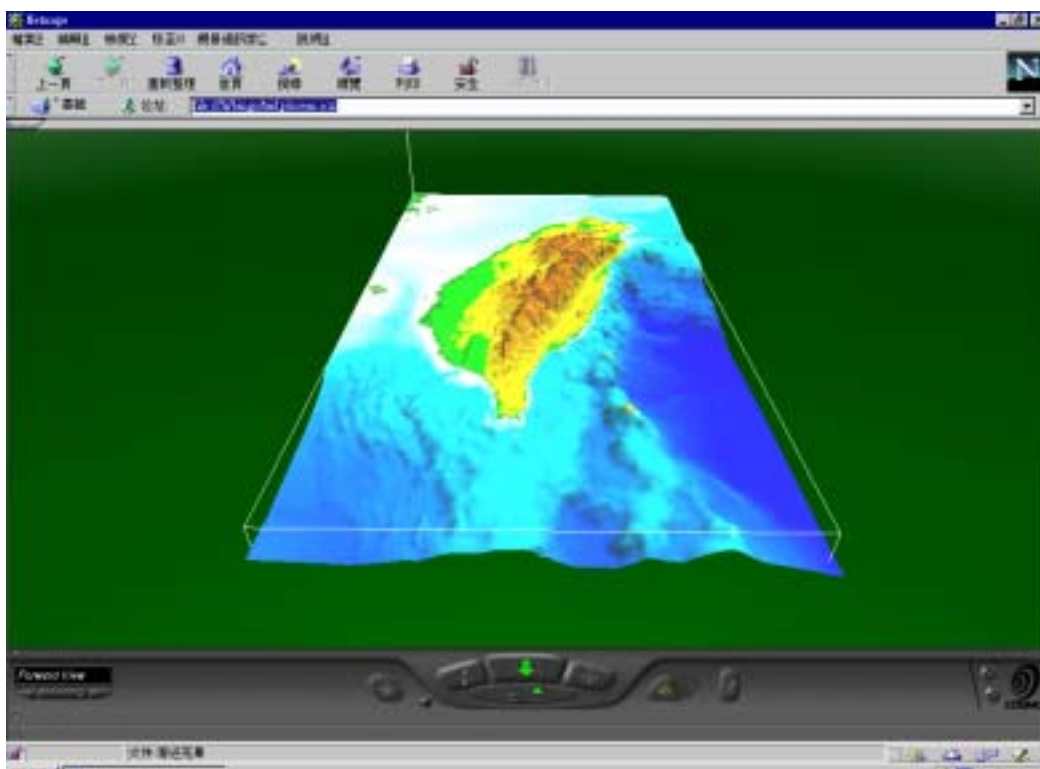


圖 6.21 數值地形模型

2. 彩繪數值地形模型。

3. DTM 套疊衛星影像 (圖 6.22)。

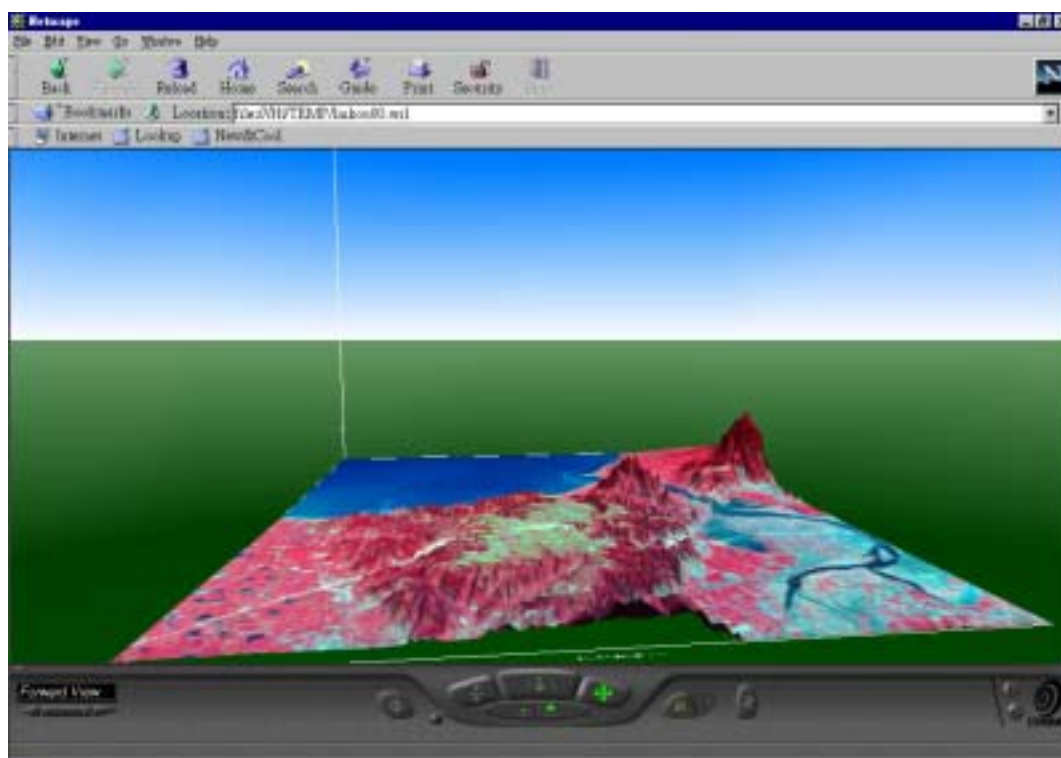


圖 6.22 DTM 套疊衛星影像

#### 4. DTM 套疊航空照片 (圖 6.23)

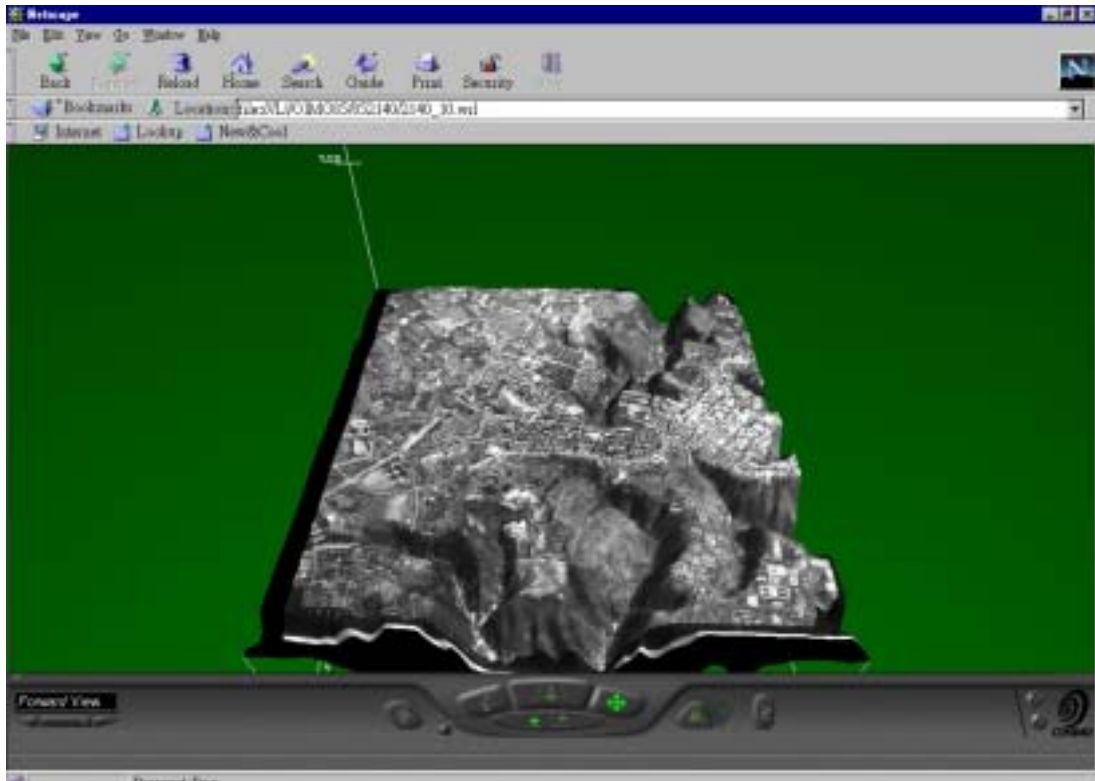


圖 6.23 DTM 套疊航空照片

### 6.4.7 飛行模擬

#### 1. 在虛擬實境中進行飛行模擬 (圖 6.24)

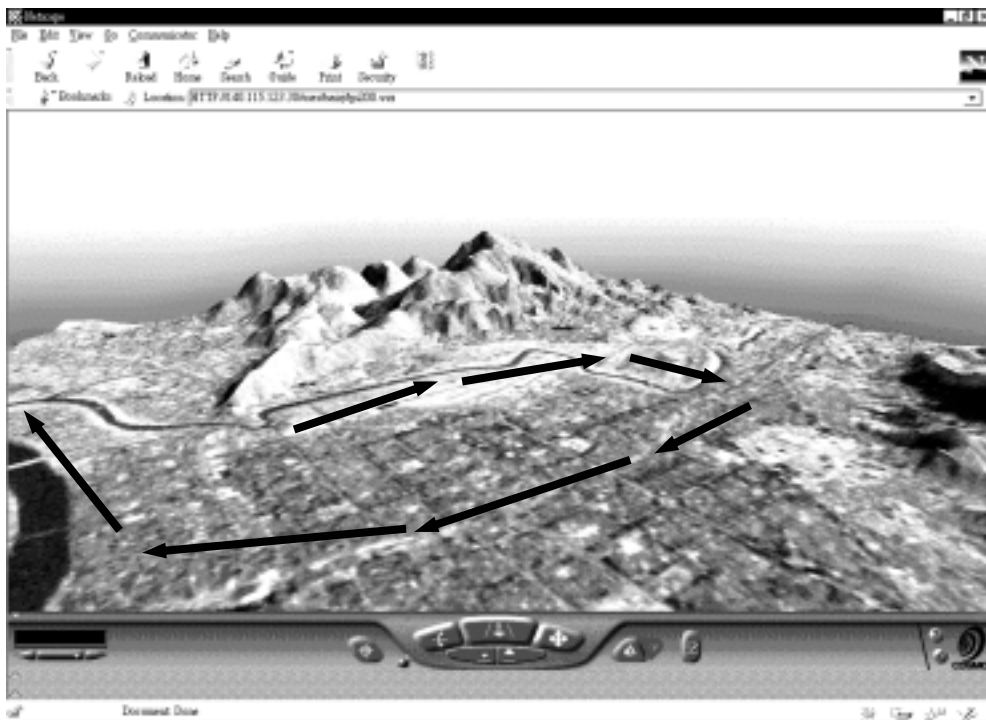


圖6.24 飛行模擬路徑設定示意

2. 航線及張角設計。
3. 利用貼圖軟體進行飛行模擬。
4. 直接使用飛行模擬軟體。

## **6.5 GIS 資料輸出的硬體設備**

1. 印表機。
2. 繪圖機。
3. 幻燈片製作機。
4. 錄影機。
5. 軟式拷貝裝置。

# 第七章 地理資料管理

## 7.1 資料庫系統概要

### 7.1.1 概要

#### 1. 何謂資料庫系統

- (1) 電腦化的資料保存系統
- (2) 電子化的檔案櫃 - 儲存電腦化資料檔的處所

#### 2. 資料庫系統的目的

- (1) 維護資訊
- (2) 依需要擷取資訊

#### 3. 資料庫系統的四個要素

- (1) 資料(Data)：資料庫中的資料是整合的(integrated)，也是共用的(shared)。

- 整合性：資料庫可以視為一些相異的資料檔在去除重複部份後的統合。
- 共用性：每一個使用者都可以存取同一份資料，並且可以用在不同用途上。

- (2) 硬體(Hardware)

- 用來存放資料的儲存體(磁碟機)及相關輸入/輸出裝置、控制裝置、輸入/輸出通道(I/O Channel)。
- 用來執行資料庫系統軟體的處理器及主記憶體。

- (3) 軟體(Software)

- 實際資料庫和使用者之間是一個軟體界面，一般通稱資料管理系統(Database Management System，簡稱 DBMS)。
- 使用者對資料庫的存取請求都由 DBMS 來處理，使得使用者不須知道硬體層面上的細節，只需要了解較高層的運算功能(SQL 查詢語言)。

- (4) 使用者(User)

- 程式設計師(Application Programmer):負責撰寫使用者資料庫的應用程式 (可擷取資料、插入新資訊、刪除或修改現有資訊)。
- 終端使用者(End User):透過程式設計師撰寫的應用程式或者 DBMS 本身提供的界面來存取資料庫。
- 資料庫管理員(Database Administrator):其工作為建立資料庫,並以技術達成資料管理決策,並控制資料庫運作的效率及提供其他的技術服務。

#### 4. 資料庫系統的功能

- (1) 增加新的(空的)檔案到資料庫中。
- (2) 將資料插入到現有檔案中。
- (3) 從現有檔案中擷取資料。
- (4) 刪除現存檔案中的資料。
- (5) 除去舊檔(空檔案或有資料的檔案)。

#### 5. 為什麼使用資料庫

- (1) 簡潔:不需要大量紙張。
- (2) 迅速:存取及修改資料的速度遠快於人工,可迅速回答查詢。
- (3) 節省人力:免除了用人工記錄檔案的大部分工作。
- (4) 即時性:可以立即得到當時最正確的資料。
- (5) 應用程式開發不再需要關心資料存放的結構及存取過程,達成資料獨立。

#### 6. 資料庫系統的演進

- (1) 較早:
  - 反轉串列(Inverted List)  
例如: CA-DATACOM/DB。
  - 階層式(Hierarchic)  
例如: IMS。
  - 網路式(Network)  
例如: CA - IDMS/DB。



(2) 關聯式(1970末期-1980早期)：

- Microsoft SQL Server。
- IBM DB2。
- ORACLE Informix。
- INGRES。
- SYBASE SQL Server。
- Rdb/VMS(DEC)。

(3) 後關聯式系統：

- 演繹式(Deductive DBMS)。
- 專家(Expert DBMS)。
- 可擴展式(Extendable DBMS)。
- 物件導向(Object-Oriented DBMS)。
- 語意(Semantic DBMS)。
- 共通關連性(Universal Relation DBMS)。

### 7.1.2 階層式資料庫模式

1. 階層式資料庫模式（圖 7.1）依循 IBM 在 1968 年推出的 IMS(Information Management System)的做法形成。

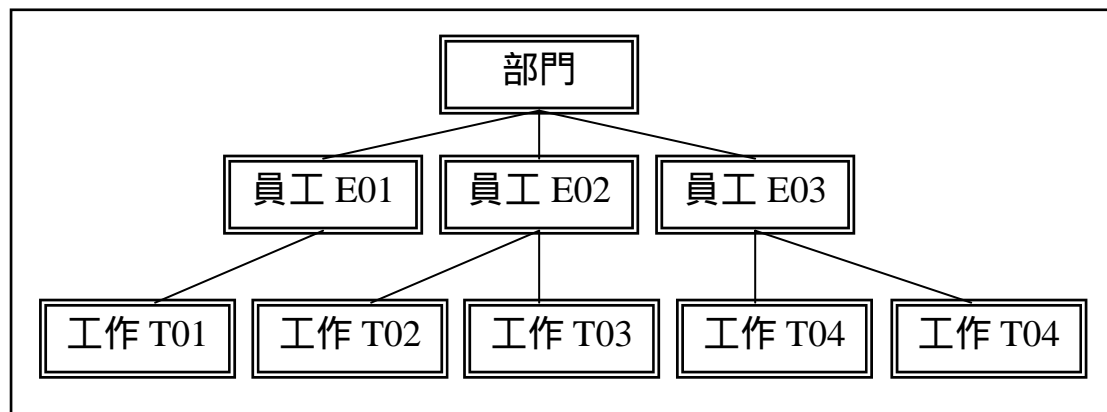


圖 7.1 階層式資料庫模式

2. 資料的結構是以樹狀結構(tree)來管理的，各個實體間的關係是由樹的結構來加以反映。
3. 在各個記錄中，有一個欄位被指定為鍵值(key)欄位，整個樹狀結

構就以此鍵值來整理。每個記錄可以有一個父節點，無或數個子節點。

4. 易於了解及更新，當查詢存取動作是遵循樹狀結構進行時資料效率高。
5. 當查詢不遵循樹狀結構時，效率相當的差，而且資料的關連性已經硬性架構在樹狀結構下，彈性小。

### 7.1.3 網路式資料庫模式

1. 網路式資料庫模式（圖7.2）基本元件是一個個的集合(set)，各個集合則由一個擁有者(owner)及數個成員(members)所組成。這些成員藉著連結系統和擁有者連結，最後一個成員的指標指回擁有者，形成一個循環式連結串列(circular linked list)。

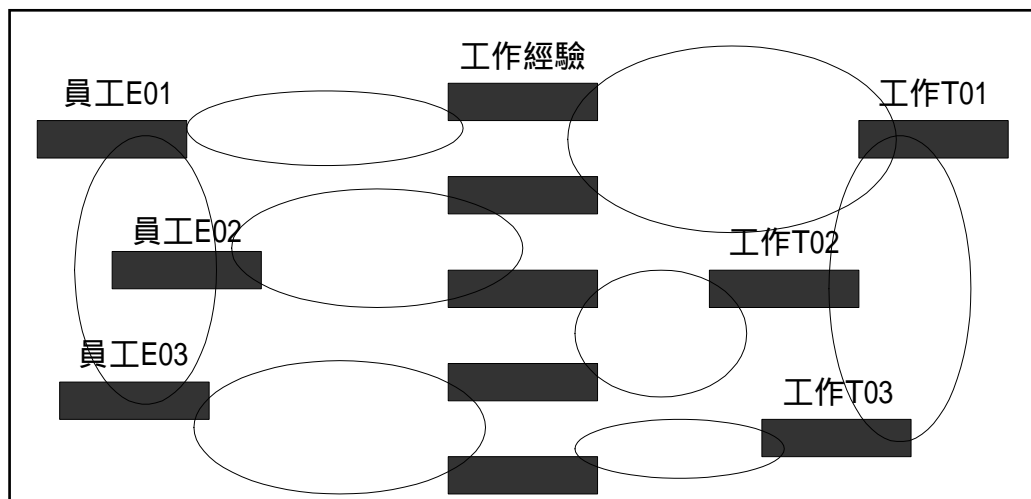


圖 7.2 網路式資料庫模式

2. 不同的集合間可以互為擁有者或是成員，形成相當複雜的網路。

### 7.1.4 關聯式資料庫系統

1. 關聯式資料庫所存的均是一個個表格，每個表格均對應到一個真實世界世界的實體。
2. 表格的直行代表每個實體資料的欄位，而橫列則是一筆筆資料，也就是記錄(record或tuple)（圖7.3）。



圖 7.3 關聯式資料庫表格示意圖

3. 關聯式資料庫與前述兩種資料庫的不同在於各個實體間的關係也是用表格來表示。
4. 在關聯式系統中使用者看到的資料都是表格，使用者可使用的運算都是從舊的表中產生新的表。
5. 1970年代末期以來，資料庫的發展以關聯式為主。

## 7.2 資料庫系統架構

### 7.2.1 概要

資料庫系統架構，基本上分為：內層 (Internal Level)、概念層 (Conceptual Level)、外層 (External Level)三部份 (圖 7.4)。

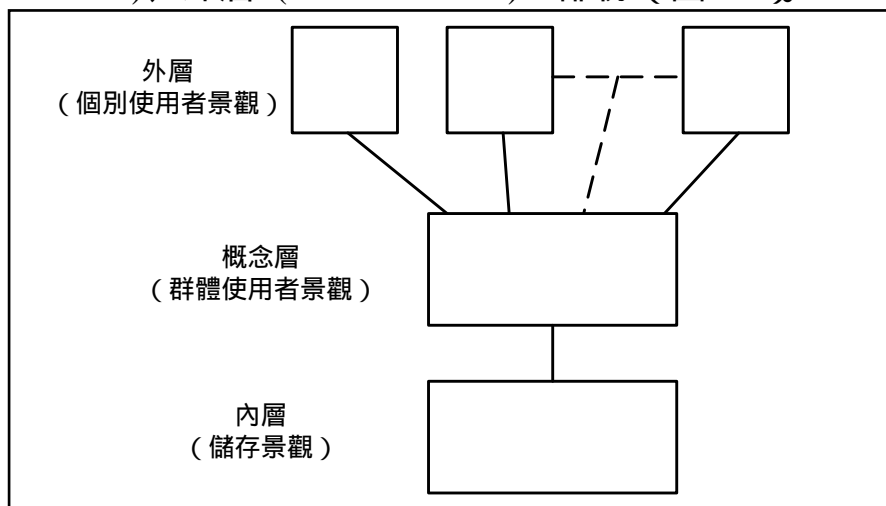


圖 7.4 資料庫系統架構

1. 資料庫外層是個別使用者的景觀，而概念層是群體使用的景觀。
2. 可能存在多個外部景觀，但是只會有一個概念景觀，也只會有一個內部景觀。
3. 外部景觀為資料庫某一部份的抽象代表，而概念景觀則是整個資料庫的抽象代表，內部景觀則表示整個實際儲存的資料庫。

### 7.2.2 關聯式資料庫的三層結構

1. 概念層為關聯式，所有實體看起來都是關聯式表格，所有運算也是關聯式運算。
2. 外部景觀通常也為關聯式（或接近關聯式）。
3. 內層非關聯式，因為本層所儲存的物件不是關聯式表格，而是儲存記錄、指標、索引等低階資料。

### 7.2.3 分散式資料庫系統

1. 由一些網點(site)組成，每個網點經由某種通訊網路接在一起。
2. 每個網點本身就是一個資料庫系統網點（圖7.5）。

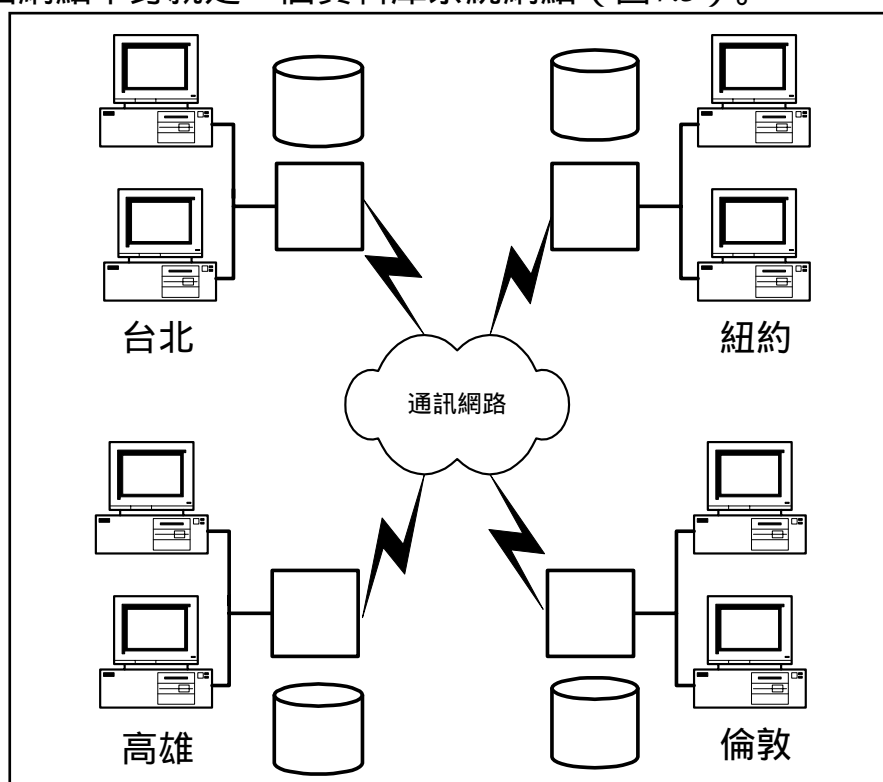


圖 7.5 分散式資料庫模式示意圖

3. 任何網點的使用者都可以存取網路上任何地方的資料，彷彿資料就存放在使用者所在的網點一樣。
4. 每個網點有它自己的區域資料庫、使用者、DBMS軟體，使用者在該網點上的運算與一般單獨網點無異。
5. 分散式資料系統可以視為各區域網點DBMS之間的夥伴關係。
6. 使用分散式資料庫乃因使用者為分散的，資料也就分散於各處。
7. 分散式資料庫系統的基本要求須讓使用者覺得它像非分散式。
8. 分散式系統與只提供遠地資料存取的系統有所不同，遠地資料存取系統(Remote Data Access System)中，使用者必須知道資料是遠地的，且需要額外的手續方能取用遠地資料。
9. 真正的分散式資料庫會將這些步驟隱藏起來。

#### 7.2.4 主 / 從系統

主 / 從系統 (圖7.6) 可以視為分散式系統的一個特例。

1. 有些網點是客戶網點，有些則為伺服器網點
2. 所有資料都儲存在伺服器網點
3. 所有應用程式都在客戶網點上執行
4. 網路之間有縫隙

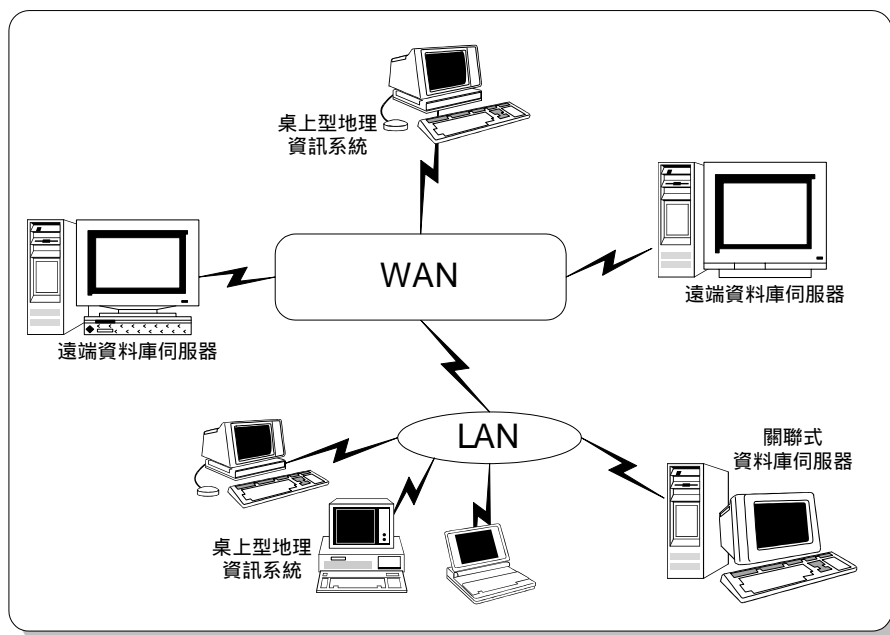


圖 7.6 主 / 從系統的模式

### 7.2.5主 / 從架構

一個資料庫系統可視為有兩個部份的結構

1. 伺服器端 ( Server or Backend )。
2. 客戶端 ( Client or Frontend )。

### 7.2.6物件導向資料庫

1. 近年來電腦科技的突飛猛進，使得傳統關聯式資料庫單純處理文字的情況有了改變，各種聲音、影像、動畫等複雜結構的資料亟需整合入資料庫管理系統內。
2. 要以關聯式資料庫設計現今常需要複雜物件與大量存取的資料庫應用系統，不但不易，且效能不佳，因此將物件導向技術結合資料庫的做法開始被大家所研究。
3. 由於物件導向資料庫支援使用者自定資料形態 (user-defined type)，並且對於這些結構都以一致的方式存取，相當適合GIS此類需要大量使用圖形或樹狀結構系統。
4. 對於物件導向技術與資料庫結合的做法大致分成兩種：
  - (1) 從儲存體格是到資料庫管理與查詢界面均以物件導向觀念為核心，成為物件導向資料庫管理系統(OODBMS)。
  - (2) 擴充目前關聯式資料庫管理系統，除了原有發展界面外，亦有物件導向發展的環境與界面，但儲存體仍為關聯式資料庫，稱為物件關聯式資料庫管理系統(ORDBMS)。

## 7.3 GIS 與資料庫系統

### 7.3.1地理資料管理的目標

1. 建立一個理想的GIS資料庫界面，讓GIS的輸入、輸出、分析以及處理的工具程式，進行GIS資料庫的存取。
2. 對於GIS的空間資料結構，做一妥善規劃與設計，以提高GIS空間資料存取之效率。
3. 連結多個不同的關聯式資料庫管理系統，以便應用程式可以容易

的建立和存取GIS的屬性資料庫。

4. 建立並維護空間資料庫以及屬性資料間的連結關係，以支援各式工具及應用程式的需求。

### 7.3.2 資料量與管理困難度

整體資料量增多時，空間的資料處理困難度就會增加（圖 7.7）。

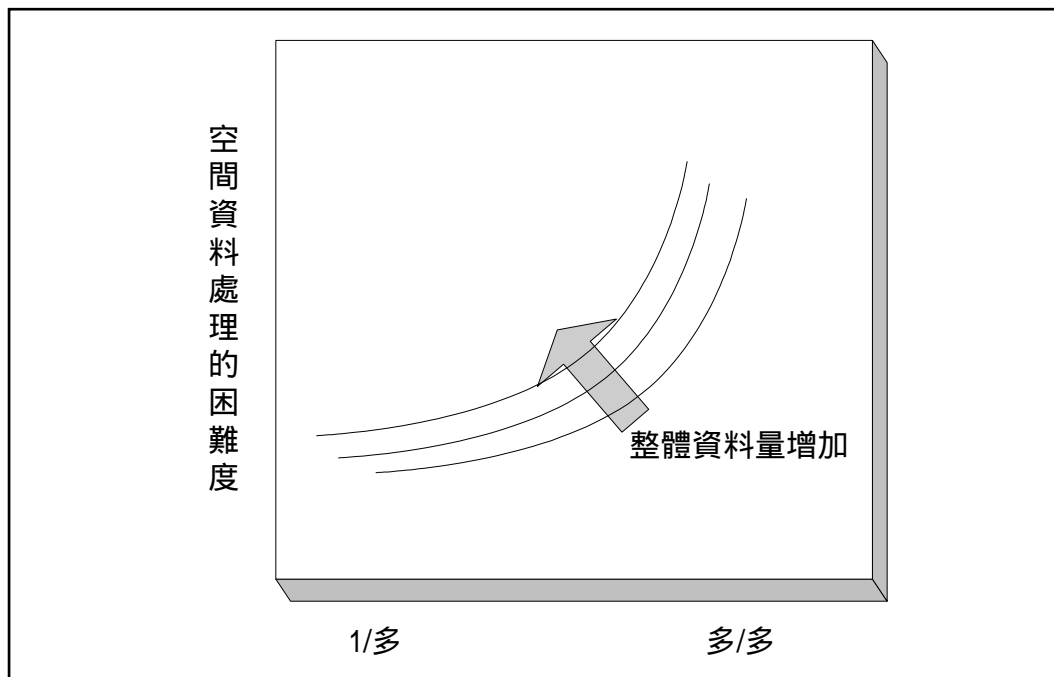


圖 7.7 資料量與管理困難度的關係

### 7.3.3 地理資訊資料管理策略

#### 1. 使用檔案系統

- (1) 使用專屬檔案處理方法，並針對不同應用程式提供資料管理的服務。
- (2) 資料管理工作必須靠應用系統完成，複雜度增加。
- (3) 每一套應用程式必須重複開發資料管理系統。
- (4) 資料結構彈性差，牽一髮動全身。
- (5) 資料安全及保存性差，容易損失。

## 2. 併用檔案系統與資料庫系統 (圖7.8)

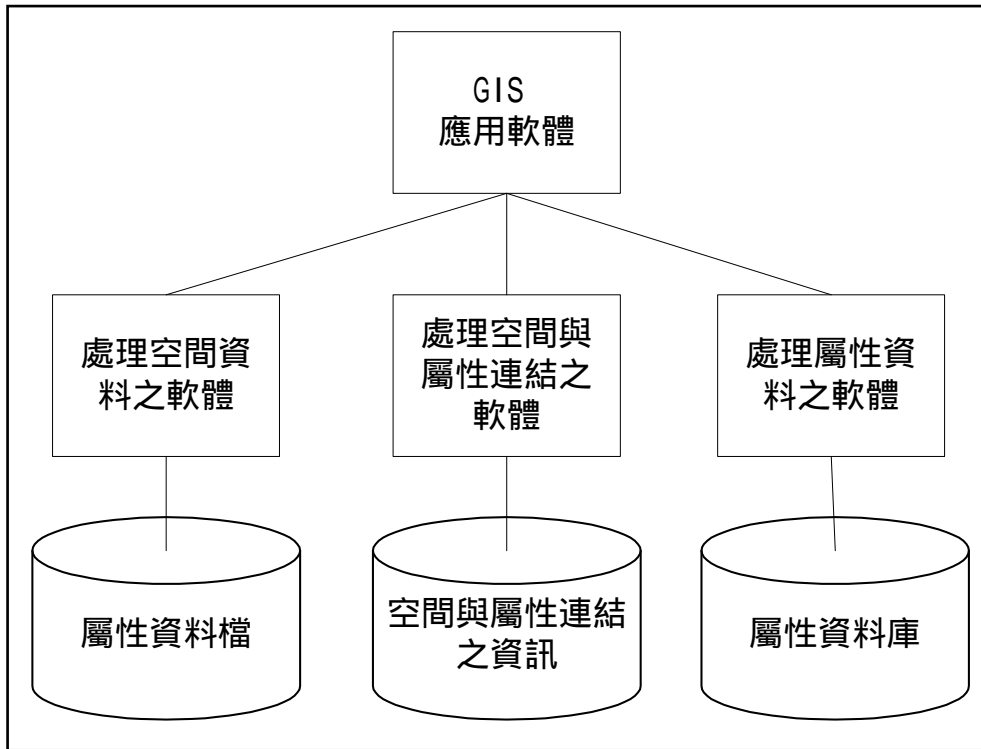


圖 7.8 檔案系統與資料庫系統

- (1) 利用商用的DBMS (圖7.9) 來管理屬性資料，自行開發特殊的軟體使用檔案系統管理空間資料。需要屬性資料時再利用這些DBMS的查詢語言來存取。

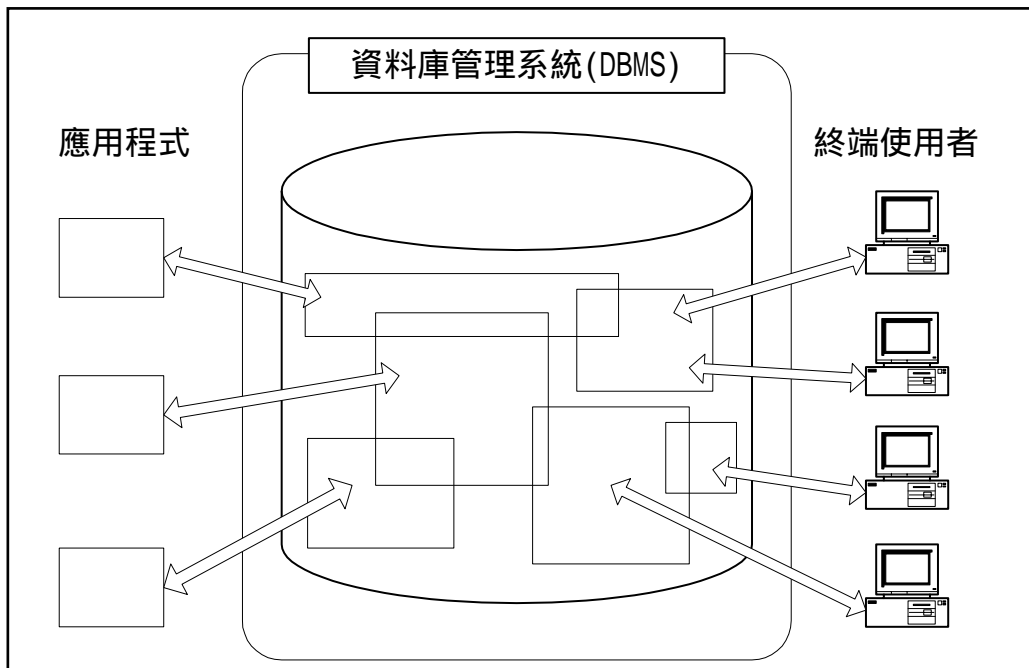


圖 7.9 資料庫管理系統



(2)在資料安全及管理方面透過商用系統較有保障，而空間資料透過特別的檔案系統做處理及查詢，效率較高。

(3)資料整合性難以維持，因為空間資料的處理較屬性資料費時。

再者，資料交換性亦差，在網路化、分散化的腳步也較困難。

### 3. 使用現有商用資料庫系統（圖7.10）

(1)以商用DBMS作為GIS系統的核心，針對GIS的需求將此資料庫加入許多擴充的功能，以便能同時使用空間資料及屬性資料。

(2)以此架構在發展的資料庫管理系統廠商包括ESRI的Spatial Database Engine(SDE)及Oracle的Multi-Dimension Extension。

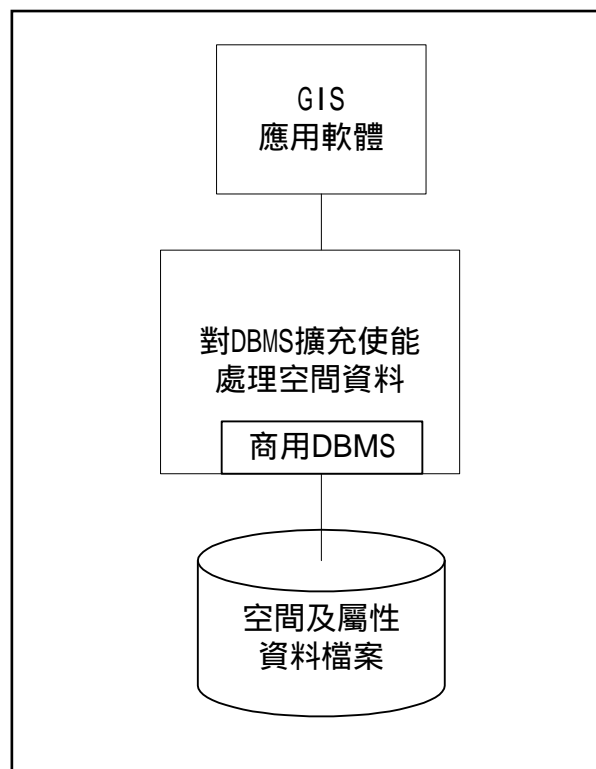


圖 7.10 現有商用資料庫系統示意圖

#### 7.3.4 ESRI空間資料庫引擎(SDE)

1. 使用者的應用程式透過SDE提供的API和SDE伺服器端相連結，後者透過RDBMS界面模組來和商用RDBMS相連。

2. RDBMS模組並未限定於特定的系統，因此大部分的RDBMS均可適用。

3. 使用者可利用SQL語言進行所有的查詢與檢索。

4. SDE採用主從式架構（圖7.11）。

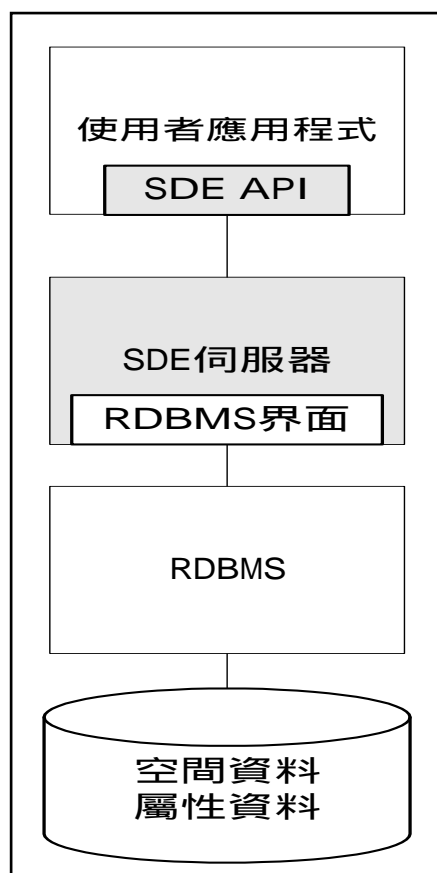


圖 7.11 ESRI 空間資料庫引擎(SDE)

### 7.3.5 ORACLE Spatial Data Option

1. 架構在 Oracle7 DBMS 之上。
2. 在同一個資料庫內有效的儲存、存取及管理各種不同形態的空間資料，並且改善此類具有大量空間資料資料庫的運作效率。
3. 與 ESRI SDE 架構類似，均採用Helical Hyperspatial CODE (HHCODE)。這是新的工業標準規格，能將二維或以上的資料編碼儲存在資料庫中。
4. 提供SQL與PL/SQL延伸語言做HHCODE運算及查詢。

### 7.3.6使用特殊設計之資料庫

例如利用物件導向資料庫(Object-Oriented Database Management System, OODBMS)來提供專門給GIS使用的資料庫，如SYSTEM9採用

擴充的EMPRESS DBMS，TIGRIS使用訂製的DBMS。

### 7.3.7關聯式資料庫在GIS領域的問題

1. 空間資料為不定長度，無法以固定長度之單一記錄加以處理。若將座標點、線或多邊形的各個點座標存成一系列的記錄，在存取上會遇到效率上的問題。
2. 現階段的SQL查詢語言對於地理資訊的處理尚未周全。
3. 網格式與向量式地理資訊系統混用的情形越來越多，對於這類型的地理資訊系統，關聯式資料庫的能力有待加強。

## 7.4 國內地理資訊系統資料庫發展現況

### 7.4.1國土資訊系統自然環境基本資料庫

國土資訊系統自然環境基本資料庫分組如下：（表7.1）

1. 第一大類：自然環境。
2. 第二大類：自然資源與生態資料。
3. 第三大類：環境品質資料庫。
4. 第四大類：社會經濟資料庫。
5. 第五大類：土地基本資料庫。
6. 第六大類：區域及都市計畫資料庫。
7. 第七大類：交通網路資料庫。
8. 第八大類：公共設施管線資料庫。
9. 第九大類：國家基本圖資料庫。

表 7.1 國土資訊系統資料範圍整理表

資料名稱	資料內容
自然環境基本資料	自然環境基本資料 包括土壤、地質、地形、氣象、水文及水資源等資料
自然資源與生態資料	自然資源 包括航照遙測資料、農業資源、林業資源、漁業資源、畜產資源、礦產資源及綠資源等資料。

	<p>生態資料 包括陸域動物生態、陸域植物生態、海域動物生態、海域植物生態、濕地動物生態、濕地植物生態、自然保留區、自然保護區及其他保護區資料。</p>
環境品質資料	<p>環境品質資料 包括空氣品質、水質、土壤污染、噪音振動、金屬原子能游離輻射、環境衛生、毒性化學物質、廢棄物、環境戕壞及污染防治等資料。</p>
社會經濟資料	<p>人口資料 包括人口數、人口動態、經濟特徵、婚姻狀況、教育程度及戶口普查等資料。</p> <p>教育文化資料 包括學校教育、傳播及休閒娛樂資料。</p> <p>衛生資料 包括生命統計、醫療設施人力及及衛生經費等資料。</p> <p>國民經濟資料 包括收支及經營等資料</p> <p>農林漁牧資料 包括農業生產、農產運銷價格、生產成本、農業土地農業勞動及農林漁牧普查資料。</p> <p>工商及服務資料 包括製造業、營造業、商業登記、工商及服務業普查等資料。</p> <p>財政金融資料 包括財政、金融及物價等資料。</p> <p>住宅資料 包括住宅營造、住宅供給、住宅使用、住宅普查及住宅市場等資料。</p> <p>觀光遊憩資料 包括觀光設施、觀光統計及活動時間等資料。</p>
土地基本資料	<p>地政資料 包括測量、登記、地價、地權及地用等資料。</p>
區域及都市計畫資	<p>都市計畫資料</p>

料	<p>包括土地使用及土地調查等資料。</p> <p>區域計畫資料 包括土地使用及土地調查等資料。</p>
交通網路資料	<p>公路系統資料 包括高速公路設施、一般公路設施、高速公路交通管理、一般公路交通管理、高速公路養護及一般公路養護等資料。</p> <p>運量系統資料 包括公路客運、公路貨運、鐵路客運及捷運客運等資料。</p> <p>鐵路系統資料 包括鐵路交通管理、鐵路設施、高速鐵路設施、高速鐵路交通管理及高速鐵路養護等資料。</p> <p>都市運輸系統 包括都市運輸設施、都市交通事故及都市交通量等資料。</p>
公共設施管線資料	<p>電信管線資料 包括電話系統及資訊系統等資料。</p> <p>電力管線資料 包括配電系統、輸電系統、路燈系統及號誌燈系統等資料。</p> <p>自來水管線資料 包括供水系統及取水系統等資料。</p> <p>下水道管線系統 包括污水系統及雨水系統等資料</p> <p>瓦斯管線資料 包括供氣系統等資料</p> <p>水利設施資料 包括灌溉系統及排水系統。</p> <p>輸油管線及輸氣管線系統 包括輸油系統及輸氣系統等資料。</p>

	綜合管線設施系統 包括共同管溝系統、綜合管理規劃及綜合管線調查等資料。
基本地形圖資料	基本地形圖資料 包括測量控制點、行政界線、建物、交通系統、水系、公共事業網路、植被/覆蓋、地貌、數值地形模型、圖幅整飾及註記等資料。

#### 7.4.2 台大地理資訊研究中心

台大地理資訊研究中心提供圖層如下：

1. 台灣地區小比例尺主題圖資料庫(四萬至廿五萬)。
2. 台灣地區小比例尺主題圖資料庫(四萬至廿五萬)。
3. 海岸地區資料庫。
4. 台灣地區村里行政界線。
5. 宜蘭地區資料庫。
6. 南港-坪頂地質資料庫(南宜快速公路)。
7. 南橫地區資料庫。
8. 基隆河流域環境資料庫。
9. 淡水河流域資料庫。
10. 翡翠水庫集水區資料庫。
11. 台灣省國土利用現況調查數化資料。

#### 7.4.3 邱毅工程顧問公司

表 2 邱毅工程顧問公司之資料庫

I. 文數字資料庫	II. 圖形資料庫
台灣地區人口資料庫	交通建設
台灣地區就業人口資料庫	觀光遊憩
台灣地區車輛持有資料庫	都市土地使用分區
其他調查資料	非都市都市土地使用分區
	其他

#### 7.4.4 康訊科技公司

1. 桌上型地理資訊系統。
2. MAPINFO 1/25000影像地圖檢索系統。
3. 康訊電子地圖系列產品。
  - (1) MapInfo版。
  - (2) Excel版。
4. 代售內政部數值基本圖。

#### 7.4.5 中大應地所地理資訊工作室

1. 資料
  - (1) 全國40公尺網格數值地形。
  - (2) 台北盆地鑽井地質及物性資料分散式資料庫。
  - (3) 台灣地震目錄資料。
  - (4) 台灣地質資料文獻目錄。
  - (5) 台灣地質圖目錄。
2. 資料庫架構。
3. 本研究室採用之MapInfo地理資訊系統具有特殊檔案系統，可利用MapInfo提供的SQL語言可以做空間資料與屬性資料處理工作。
4. MapInfo地理資訊系統可以與RDBMS做連結，所採用的方法是透過ODBC作為溝通管道。本研究室採用Microsoft SQL Server作為RDBMS軟體，利用ODBC驅動程式可以抓取資料。

#### 7.4.6 GIS與資料庫何去何從

1. SDE及SDO架構之資料庫。
2. 物件導向資料庫。
3. 分散式資料庫。
  - (1) ODBC。
  - (2) WWW。

## 第八章 地理資訊系統建置

### 8.1 地理資訊系統規劃

#### 8.1.1 計畫需求分析

##### 1. 計畫目標訂定

擬定明確的計畫目標，形諸文件並取得管理階層及用戶的支持。

##### 2. 用戶需求分析

- (1) 瞭解現行的作業程序及實際運作情形。
- (2) 瞭解現行的作業程序可藉由GIS進行自動化的程度。
- (3) 瞭解用戶作業習慣及對自動化的接受程度。
- (4) GIS作業自動化之工作效率分析。

#### 8.1.2 資料來源分析

1. 外購。
2. 按原有過程人工數化。
3. 按原有過程自動化產生。

#### 8.1.3 軟體需求分析

1. 外購軟體種類及數量。
2. 自行發展分析工具。
3. 自行發展使用者介面。

#### 8.1.4 硬體需求規劃

1. 主機種類及數量。
2. 周邊設備種類及數量。
3. 網路設備種類。

#### 8.1.5 成本效益分析

1. GIS自動化之成本分析。
2. GIS自動化之效益分析。



### **8.1.6 系統規格設計**

訂定系統規格。軟體方面包括：作業系統、地理資訊系統、資料庫管理系統、影像處理及其它配合軟體的種類等。硬體方面包括：伺服器主機、使用者電腦、網路系統及各種周邊設備等。

## **8.2 地理資訊系統建置程序**

### **8.2.1 軟體及硬體採購**

在建置地理資訊系統的程序上，選購適合的軟硬體是非常重要的，一般來說 GIS 所使用的硬體設備，基本上和其他資訊系統沒有太大的差異，主機和其他大容量的儲存設施都是必須的。而終端設備才是真正差異最大的，例如：數化儀、掃描器、繪圖機等。

### **8.2.2 電腦及網路系統建置**

網路的形成是有若干電腦系統希望能同時在一起工作，一起執行，亦可以達成資源共享的目的。遠端的系統要進行溝通就必須要依靠電腦通訊的功能。

### **8.2.3 地理資訊及資料庫系統建置**

在電腦及網路系統架設完成之後，接下來的工作為地理資訊及資料庫系統建置。根據需求進行軟體架構的建立，包括模組架構及資料結構。

### **8.2.4 基本資料輸入及處理**

對於整個作業流程中，有哪些部份會用到空間資料、如何應用、精確度的要求、格式及資料量均需加以考量。

### **8.2.5 系統測試**

系統測試的重點包括了系統安裝、功能測試、效率測試及可靠度測試。

## 8.2.6 使用者界面開發

依照設計規格，進行使用者界面的開發。只有開發者對於使用者的真正需求有深入的了解，方能開發出適合的界面，否則即使功能完備，仍將落入乏人問津的窘境。

## 8.2.7 系統實作

此階段是實際將前面評比所選擇的廠商提供的系統建置起來，步驟包括：實作計畫、簽約、驗收測試及運轉。

# 8.3 地理資訊系統建置的非技術性考量因素

## 8.3.1 效益的考量

### 1. 直接效益：是否可提高工作效益？

由傳統製圖直接自動化一般效益可提高約3倍，最高可達20倍。由CAD轉為GIS的效益較不明顯，但就長期發展而言，可逐漸提高資料庫使用及地理座標控制上的方便性，進而提昇整體效益。一般計畫亦可利用GIS的分析功能而提昇工作效益。

### 2. 間接效益：

(1) 是否能藉由建立了自動化方法及流程而簡化了管理的程序及提高管理效率？

(2) 是否能藉由由於建立了資料庫而確保了資料品質及資料的一致性？

## 8.3.2 人才的考量

1. 是否有經驗豐富的經理人才？

2. 是否有具GIS實務經驗的工程師？

## 8.3.3 組織上的考量

1. 是否有良好的組織架構？

2. 是否有權責分明的工作分配？

3. 是否實施品管制度？

#### **8.3.4 資源的考量**

1. 系統及周邊軟硬體的支援是否穩定？
2. 所須資料是否大部份可以順利外購取得？
3. 是否有足夠的人力可以進行其餘資料的數化工作？

# 第九章 地理資訊系統的未來發展

## 9.1 我國國土資訊系統推動現況

### 9.1.1 背景說明

國土資訊系統是指全國性的地理資訊系統，是將土地的地上及地下之圖形（地籍、地形、都市計畫圖）及屬性（文字、符號）資料儲存在電腦資料庫中，當某一單位（政府或民間機構）因業務需要，再將該需求所要的資料（我們稱之為主題資料，例如門牌位置、交通路網、地質、公共管線、地價、水資源等）加以套疊，並以簡單有效的方式，來擷取、儲存、處理、分析及顯示的資訊系統。這系統，可供業務上查詢、管理、規劃及決策分析之用（例如道路挖掘管制、水資源管理、土地開發、交通動線規劃等），將成為政府及民間不可或缺的重要決策資訊。長久以來，國土資訊之基礎資料十分缺乏，即使少數政府機關基於其業務需求自行發展建置，但成果大都分散於政府各級機構，資料交流共享不易，往往影響政府施政之品質，而資料重覆建檔，亦造成資源浪費。

為提高決策品質及行政效率，以國土資訊系統之推動來整合全國之地理空間分布資料，促成政府各部門資料的共享與資料的多目標使用乃勢在必行，於是有計畫、有效率的推動國土資訊系統的共識於焉生，在分工合作的規劃原則之下，民國七九年內政部經協調成立「國土資訊系統推動小組」及九大資料庫分組等各級推動組織，正式開始推動工作。

### 9.1.2 推動組織架構

國土資訊系統推動的三大組成因子為：

1. 相關業務組織（國土資訊推動小組及綜合作業分組等）
2. 數值資料庫（九大資料庫）
3. 標準制度

依據上述精神建立之推動組織架構分工如下

1. 國土資訊系統推動小組（內政部召集）
2. 綜合作業分組（內政部資訊中心召集）
3. 標準制度分組（行政院研考會召集）
4. 網路規劃分組（中華電信數據通信分公司召集）
5. 九大資料庫分組
  - (1) 自然環境基本資料庫分組（經濟部資訊中心召集）

- (2) 自然資源與生態資料庫分組（行政院農委會召集）
- (3) 環境品質資料庫分組（行政院環保署召集）
- (4) 社會經濟資料庫分組（行政院主計處召集）
- (5) 交通網路資料庫分組（交通部管理資訊中心召集）
- (6) 土地基本資料庫分組（內政部地政司召集）
- (7) 區域及都市計畫資料庫分組  
（內政部營建署綜合計畫組召集）
- (8) 公共管線資料庫分組  
（內政部營建署公共工程組召集）
- (9) 基本地形圖資料庫分組（內政部地政司召集）

#### 6. 省市地理資訊系統推動組織

- (1) 台灣省地理資訊系統推動小組  
（台灣省政府地政處召集）
- (2) 高雄市地理資訊系統推動小組  
（高雄市政府地政處召集）
- (3) 台北市資訊化推動委員會下設地理資訊系統推動小組  
（台北市政府資訊中心召集）

### 9.1.3 推動現況 – 以自然環境基本資料庫為例

「自然環境基本資料庫分組」發展過程的前三年(民國 81-83年)，主要由經濟部資訊中心與委託執行單位推動完成資料維護、交換、查詢與永續性使用等相關系統，主要包括 (1)「需求規劃作業系統」，(2)「空間資料管理規範」，(3)「資料庫建置細部規劃」，及(4)「資料庫共享環境試辦計畫」等四大項，有了這些完整的資料庫標準化及管理化之發展，才奠定了後來各項資料庫建檔、擴充及衍生應用等寶貴資料得以完成並供大家共享。民國 84 年起至今近五年的時間，大都真正的依據當初規劃的格式構想，建立了臺灣地區自然環境的相關資料，較完整的資料庫有下列幾項：

1. 民國 84 年 6 月完成之「臺灣東部礦床基本資料庫」及各種礦產分佈圖。
2. 民國 85 年 2 月完成之「水資源電子地圖資料庫輔助系統」及「地質探勘資料庫系統」。
3. 民國 86 年 6 月完成之「地質探勘資料庫系統」之資料擴充及衍生應用專案，及「石材資料庫及多媒體展示系統」等。
4. 民國 86 年 9 月完成之「土壤調查資料庫系統」及部分資料庫

之建置專案。

5. 民國 87 年 6 月完成之「水資源調配資料庫 - 公共給水」數化建檔，建立臺灣北部、中部及部份南部地區之輸配水幹管圖籍資料，其它地區之圖籍資料亦預計於民國 88 年 6 月完成。
6. 民國 88 年 6 月可完成之「土壤調查資料庫系統及全部資料」及其衍生應用之建置資料，主要包括「氣象資料庫」、「作物生長條件資料庫」及由此三者所整合產生的「作物適栽等級分析模組」，並已在全臺灣四個縣市作不同作物適栽等級分析結果之修正與驗證工作。
7. 民國 88 年 6 月可完成相關資料庫的「資料共享網站」，主要資料庫項目包括「工程地質探勘資料庫」及「水資源調配 - 公共給水」等兩項。未來亦將推動「土壤資料庫」、「作物適栽等級資料庫」及「氣象資料庫」相關之「資料共享網站」建置工作。

相關參考資料：

國土資訊系統網站	<a href="http://ngis.moi.gov.tw/">http://ngis.moi.gov.tw/</a>
國土資訊系統通訊	<a href="http://ngis.moi.gov.tw/doc/news.htm">http://ngis.moi.gov.tw/doc/news.htm</a>
資料建置情形	<a href="http://ngis.moi.gov.tw/database/國土資料建置一覽表_890308%20(1).htm">http://ngis.moi.gov.tw/database/國土資料建置一覽表 890308%20(1).htm</a>
	<a href="http://ngis.moi.gov.tw/doc/news/30/p2.htm">http://ngis.moi.gov.tw/doc/news/30/p2.htm</a>

#### 9.1.4 都市地理資訊系統發展方向

都市地理資訊系統的建置可以分為：

1. 資料庫的建置
2. 應用系統的開發
3. 基本資料庫包括：
  - (1) 1/1000 數值地形圖
  - (2) 1/500 地籍圖
  - (3) 1/1000 現行都市計畫圖
  - (4) 門牌號碼
  - (5) 公共管管線資料

台北市較集中於工務、都市發展、捷運等方面。高雄市則以地政為核心，向工務、警勤、民政、市長行程支援等應用延伸，將來預計進一步擴大至工商登記、觀光、救災、交通、醫療、社會福利等方面。

台中市的應用系統較少，但是分佈也較平均，遍及工務、地政、交通、消防、民政等部門。其他縣市則亦以開發工務方面的應用系統為主。

在應用系統的開發方面，目前各縣市政府大多採用一般的套裝軟體為核心，配合 VB 或者 Delphi 等軟體開發界面程式。主要的作業環境為 Windows 95、98、NT，並視資料及業務之不同，分別採單機作業、網際網路(internet)、或者內部網路(intranet)等不同模式。

一般而言，目前地理資訊系統最主要的功能還是在於資料的查詢以及協助常規式的管理業務，如土地使用分區證明、建築管理、管線申挖、道路管理等。最近高雄市政府地政處開始率先嚐試建構業際網路(extranet)，以電子閘門的方式，結合不同縣市的地政事務所、銀行、戶役政電子閘門、及政府電子憑證管理中心，讓民眾可以上網進行跨縣市的申辦地政案件、繳納規費、查驗資料、傳輸資料等。預料此種業際網路的模式將會被各單位所大量採用，以有效提升整體都市的經營效率。

參考網址：

台北市多目標地理資訊系統

<http://addr.tcg.gov.tw/>

高雄市建物門牌查詢系統

<http://address.kcg.gov.tw/default.htm>

## 9.2 分散式空間資料庫之建立

### 9.2.1 OpenGIS 簡介

自 1970 年代開始，拜測量技術日臻成熟及現代資訊科技普及，各國相關機構或組織對地理資料(geographic data、geo data)的依賴性愈來愈高，例如：衛生下水道埋設路線、都市計畫、軍事部署、航空氣象 等等，無不有地理資料的存在；而由空中攝影、遙感探測、全球定位系統、數位化測量方法、乃至人手一機的行動電話(Mobile)所產生許許多多的資料及資訊，都藉由地理資訊系統(Geographic Information System)加以收集、彙整、過濾、分析，以提供上述機構或組織人員研判進而決策。

GIS 近年來大幅地在各地方、機構使用的結果，使得各單位所發展的 GIS 無法相容於其他單位的 GIS 系統，各自的 GIS 系統所產生的特有資料(proprietary data)或資訊僅只在相同架構下的硬體 作業系

統甚至軟體平台才可以使用及處理，而即使 GIS 系統供應商可以提供資料軟體將其資料轉成其他軟體可以讀取的資料格式(SDTS 或 NTF)，但在轉換過程中產生資料漏失(lost)與轉換錯誤的情形時常發生，不僅造成資料重覆建置、資源的浪費，也更讓 GIS 管理人員與使用者管理上、使用上困擾不已。

目前空間資料流通處理上的困難包括

1. 單位間使用異質(heterogeneous)地理資訊處理環境，如不同硬體平台、地理資訊系統軟體、空間屬性資料格式；資料間之轉換需要三種以上軟體進行，且此種轉換可能會有資料遺失之慮
2. 同性質單位間使用同質(homogeneous)地理資訊處理環境，如相同硬體平台、地理資訊系統軟體，惟資料蒐集、儲存與處理方式因單位不同因而需求不同
3. 單位間之隔閡，如使用不同參考系統(reference system)、資料提供方式之不同(CDROM、WWW、 )。

有鑑於 GIS 「戰國時代」的混亂情形日益嚴重，資料紊亂及轉換成本高居不下（美國政府一年花費四 億美金在資料轉換上），1994 年由數個軟體廠商、政府組織、民間團體齊聚一堂，成立了一個名為「開放式 GIS 協會」(Open GIS Consortium)機構，期望能夠將地理空間資料及地理資訊軟體資源完全整合，並且透過全球資訊基礎建設(網際網路、開放式協定)可以廣泛地使用跨軟硬體平台、商業的地理資訊系統。

OGC 有五大目標：

1. 促進跨平台地理資訊處理軟體(interoperable geoprocessing)的使用，使之遍佈所有的資訊科技市場。
2. 能讓跨平台地理資訊處理技術與商業性的資訊科技標準同步。
3. 地理資訊產品供應商和地理資訊使用者共同發展可跨平台的軟體介面。
4. 希望能將各政府、研究機構、民間團體等組織全部納入。
5. 提供合作發展專案的聚會場所。

目前，OGC 已有美洲、亞洲、歐洲、澳洲二 六個國家，共有超過二百個政府組織、學術研究機構、軟體製造商、系統整合業者



等等加入共同參與 OpenGIS 標準制定的行列，使 OGC 所建議的標準可以立即被相關的廠商及機構採用。(OGC 的網址：<http://www.opengis.org>)

開放式地理資訊系統規格基本上為軟體規格(specification)，用來為存取與處理空間資料提供一個分散式資料處理軟體架構的規格；該軟體架構包括：

1. 開放式地理資料模式(Open Geodata Model)：利用共用的數學或概念方式描述地球與地球現象，並配合物件導向或傳統程式語言之發展，建立通用空間資料描述與處理語言。
2. 開放式地理資訊服務模式(OpenGIS Services)：本服務模式包括定義於開放式地理資料模式空間資料之存取與處理以及提供不同使用者、不同軟硬體環境、不同空間資料定義下之資料交換、管理、運算、呈現與共享處理機制。
3. 利用開放式空間資料模式與開放式地理資訊服務模式提供有效、最佳化與自動化地處理不同地理特徵定義間之轉換機構。

Open GIS 協會規劃開放式地理資訊系統規格以整合軟硬體廠商、系統整合者、學術研究單位、資料提供單位、使用者，並以通訊科技與主從式(包括分散式)處理為環境基礎。目前分散式處理平台(DCP)包括 Object Management Object 之 Common Object Request Broker (CORBA)、微軟之 Object Linking and Embedding/Common Object Model (OLE/COM)、Open Software Foundation (OSF) 之 Distributed Computing Environment (DCE)以及 SunSoft 之 JAVA 等。

軟體業者(含地理資訊系統、資料庫、決策支援系統、視覺處理介面)開發「Plug and Play」式地理資訊處理介面模組，以利於資訊系統之建立。資訊系統之建立則由系統整合業者進行大型應用系統開發或依使用者需求(如物流、環境影響評估、都市發展、智慧型運輸系統、教育、 )建置特定用途地理資訊系統。運算環境則朝向網路運算(networking computing)以及組合式軟體(component ware)方式。Open GIS 協會規劃開放式地理資訊系統規格之時，同時參與國際標準協會 ISO TC/211 技術委員會，希望藉以將開放式地理資訊系統規格標準化。

雖然 OGC 所制定的 OpenGIS 介面並非強制性，但因其嚴謹及通用性，與國際標準組織(ISO：International Standard Organization)的理念一致，ISO 有關地理空間資料相關標準也皆參考 OpenGIS 的規格，

加上 OGC 的成員許多大部份為 GIS 相關的業者(Oracle、Informix、IBM、Intergraph 等)，勢必成為未來開發與使用地理資訊的標準，值得國內政府機構、研究團體及系統開發人員注意以趕上世界的潮流趨勢。

## 9.2.2 資料庫管理系統與地理資訊系統的結合

為了處理大量的地理資訊資料，人們過去常將地理資訊系統的屬性資料儲存在資料庫管理系統內，而將地理資訊圖層放在個人電腦中進行處理，而地理資訊圖層與資料庫管理系統中的屬性資料則可經由關連鍵值運算進行連結。隨著空間資訊科技的演進與分散式地理資訊系統的需求，新一代的地理資訊系統開始嘗試直接將地理資訊圖層儲存在商用的資料庫管理系統中，其優點是在於圖層可以方便的管理、搜尋、使用及更新，亦可透過網路科技達到分散式空間資料庫的要求。在這一方面的代表性產品包括 MapInfo SpatialWare、ESRI ArcSDE 等。

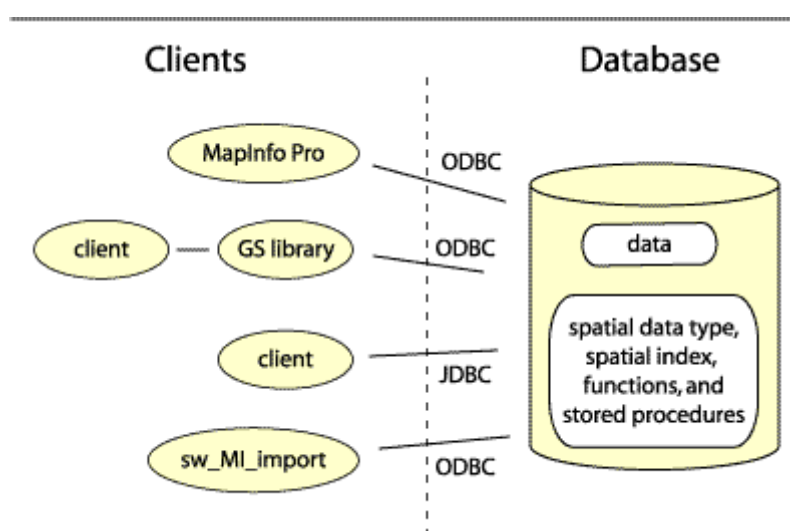


圖 9.1 空間資料庫之架構

MapInfo SpatialWare 是透過資料庫內擴充的儲存程序加以執行，這樣能快速適應現有的應用程式，以利用資料庫的新空間功能。地理資訊系統可透過 SQL 和 ODBC 的方式連接到資料庫，這樣做能讓資料庫管理系統很快速而經濟的增加空間資料管理功能。啟用空間資料功能所必須具備的三種要素包括：空間資料類型 - 可定義資料結構和儲存機制、空間索引 - 可提供自訂索引結構來處理空間資料、以及可擴充 SQL 介面到資料的空間運算子。

### 1. 空間資料類型

傳統資料類型（如字元、整數、浮點和日期等），並沒有提供必要的資料結構可以儲存空間資訊。空間資料需要更複雜的資料類型來代表可由各種簡單或複雜幾何原型組成的二維物件。SpatialWare 提供必要的資料結構，將這種幾何資訊儲存在資料庫中。此項資訊可用來代表真實世界的特徵，例如：點特徵的建築物和設備位置，線性特徵的道路和電源線，以及區域特徵的政治區和湖泊。

## 2. 空間索引

空間索引必須確保資料庫空間查詢的效能。SpatialWare 利用「範圍樹」（R-Tree）索引進行空間查詢功能。沒有索引的話，查詢（資料庫）引擎必須從數百萬筆記錄中循序搜尋，花費不合理的時間量，導致查詢結果無用。SpatialWare 的 R-Tree 將滿足索引屬性所需的精力降至最低。

## 3. 空間運算子

SQL 是用來在資料庫中從表格查詢資訊的語言。使用者可以透過 ODBC 連線，從查詢分析器或應用程式提出查詢。如此便可形成一個查詢陳述式，將由資料庫引擎用於查詢表格中的記錄並傳回特定的資訊。標準運算子可執行如加、減、總和、字串操作和日期之間時間之類的操作。SpatialWare 提供 SQL 的擴充，能讓操作在空間資料類型上執行。就好比您可能限制查詢陳述式搜尋年紀超過三歲的客戶，空間功能讓您查詢位於特定區域內的客戶有哪些人之類的問題。

## 9.3 國內地理資訊系統推動瓶頸

GIS 之推動瓶頸有下列幾項：

1. 資料的建立
2. 資料品質
3. 座標轉換
4. 清繪技術
5. 技術培養
6. 人力不足
7. 經費不足
8. 系統的學習
9. 電腦概念薄弱
10. 系統指令繁覆

## 9.4 網際網路上的地理資訊系統

GIS 自 1980 年快速普及以來，不斷地依需要及科技發展而與各類新技術加以整合，例如多媒體（MM）、超媒體（HM）、專家系統（ES）、決策支援系統（DSS）、全球定位系統（GPS）及遙測（RS）皆不斷地與 GIS 在不同部分加以整合與互補。目前亦有將 GIS、RS 及 GPS 合稱三“S”系統者，更有人提出將 ES、DSS、GIS、RS 與 GPS 合稱五“S”系統者。整合成了 GIS 系統在發展過程中的一大特色，這主要是因 GIS 是處理二度及以上空間資訊的系統，故其本性分多元亦很容易與處理相同資訊之系統加以整合，以增加雙方之功能。在目前網路通訊發達的時代，各類資訊皆儘可能地想要在網路上傳遞或流通。當然 GIS 亦不例外，尤其是在國內大力推動之國土資訊系統（NGIS）是以空間資料生產分享互惠，及流通為推動工作之主軸線。其資訊流通量將十分龐大，一方面會提供全國資訊網路基礎建設（NII）大量的流通內容，一方面會使此 NII 高速網路承載量設計要極速擴大。

在目前網路通訊上，以網際網路（Internet）上的全球資訊網（World Wide Web, WWW）最流行且易用，每天增加上網節點數最快。網路通訊及資料流通，已有漸漸取代部分傳統通訊及資料流通之勢，其快速與廉價之特性，造成其不可擋的優勢。WWW 則因有世界性標準協定，且是以易學好用之超媒體為基礎，將更豐富之多媒體資訊，以關係加以連接，而更接近人類的閱讀習慣，故造成空前的流行。一般多媒體資訊只要經由簡易的格式加以編輯成為 HTML 檔，便可以透過 WWW 伺服器（如 Netscape）來傳送資訊至世界各地，而讀者亦只需一 WWW 瀏覽器，便可獲取來自世界各地的免費資訊，未來的世界將是資訊更開放，資訊流通空前的龐大。在大多數狀況下，資訊精準選用詮釋及利用的能力，要比取得資料要更形重要。如何在這方便有力之 WWW 資訊載台上，加上資訊查詢過濾及協助資訊使用之工具，或快速產生更多 WWW 型式的超媒體資訊，則是網路發展上的重大任務。

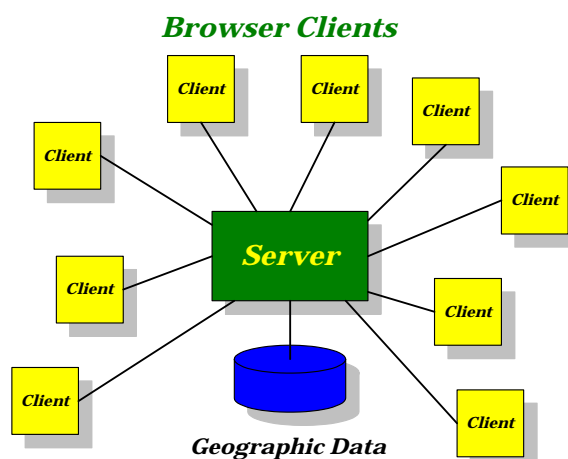


圖 9.2 WebGIS 架構示意圖

拜網際網路及通訊的蓬勃發展之賜，網路科技已由桌上型程式至 Client/Server 系統，進化到多層次應用程式的架構，借助管理資訊系統 MIS 先進的資料管理能力及網路強大的存取資料方式，GIS 已走向網頁瀏覽器的介面處理能力、分散式資料儲存體、ASP(Application Service Provider)的三層式應用程式架構。換句話說，透過網路，使用者可整合本機、遠端伺服器、他端伺服器的空間資料在本機的瀏覽器上做一呈現，並透過 XML 的技術，大大的減少尋找圖資，處理圖資的時間。

用戶端介面是廣泛被接受的瀏覽器(IE 或 Netscape)軟體。而 GIS 的操作介面可以是 Java 的介面，也可以是 HTML 的介面，由架站的伺服器端管理員開放的服務型態而定。客戶端執行 Java Applet 的介面對應著伺服器端向量式資料傳遞的服務，若執行 HTML 的介面，對應的是伺服器端影像式的資料傳遞。瀏覽器若使用向量式傳輸及 java 介面，則須安裝 JRE(Java Runtime Environment)的程式在用戶端，肇因於 Java 的介面是用 Sun Java SDK 開發的，目前仍未有瀏覽器內含 Java2 的 API 機制。另一種選擇在瀏覽器用戶若延用影像式伺服器則傳回 JPEG 的圖像，無須安裝額外程式。

Web Server 須具備 Java Servlet Engine，Java Servlet 比 CGI 效能高、啟動時間快、Servlet 間內部通訊易、安全性高。透過 Applet 與 Servlet 成對的使用，可提供資料流的壓縮及加密。Application Server 負責將 GIS 的工具列運作在瀏覽器上，工具列是以 Java Applet 和 Servlet 製作的，以延伸瀏覽器及伺服器的功能。

目前提供網際網路地理資訊系統 ( Internet GIS ) 軟體之供應商，主要包含下列三個：

1. ESRI: IMS 產品系列( Internet Map Server )包含 ArcIMS、ArcView IMS、MapObjects IMS、及 RouteMap IMS。  
網址：http://www.esri.com/software/internetmaps/ims.htm
2. AutoDesk : AutoDesk MapGuide , 包含伺服器 ( Server ) 端及使用者端 ( Client ) 在使用者部分之看圖器 ( Viewer ) 為插入元件 ( Plug-in ) 形式軟體，為免費提供。  
網址：http://www.mapguide.com
3. MapInfo: 其產品為 MapXtreme , 主要分為 Windows NT 版與 Java 版。Windows NT 版之核心為 MapX 技術，而 Java 版之核心為 MapJ 技術與 Servlet 技術。  
網址：http://www.mapinfo.com

除了伺服器端軟體之提供者外，目前在網際網路上亦有不少互動程式上線 ( On-line ) 之地圖查詢提供者，包含：

1. Xerox 公司 <http://pubweb.parc.xerox.com>
2. 雅虎網站 <http://maps.yahoo.com/>
3. MapQuest <http://www.mapquest.com>
4. 美國人口普查局 <http://tiger.census.gov>
5. Earth Viewer <http://www.fourmilab.ch/earthview/vplanet.html>
6. Badger <http://badger.parl.com>
7. 氣象圖 <http://www.accuweather.com>
8. Mapblast <http://www.mapblast.com/mapblast/start.html>
9. 友邁地圖服務網 <http://www.urmap.com.tw>

## 9.5 三度及多度空間化的地理資訊系統

GIS 資料在 1998 年開始結合業界之 VRML 格式，將自 GIS 軟體中產生的 3D 資料轉換為 VRML 得以在網路上瀏覽。惟當時之目的僅為發布這些 3D 資料，亦即僅為展示性質，在 GIS 軟體中能做到的 3D 查詢與資料分析仍無法在網際網路上進行，其原因在於轉換成 VRML 格式之後，原有物件間的獨立性被破壞殆盡，也就是說表面上看起來各個物件仍是獨立的個體，其實在其資料結構上是視為一個物件，也正因為這項原因，使得每個空間物件與資料庫的連結關係同時消失。

為了能夠真正實現網際網路 3D-GIS 的概念，讓在網路上的空間物件能夠成為獨立的個體，同時能夠擁有物件本身的屬性資料，Scott A.Carson 於 1998 年以 CAD 資料為基礎，將校園平面圖立體化，並藉由 VRML 的 Anchor node 記錄每個立體物件的屬性，這是類似 GIS 資料直接轉換成 3D 場景之實作。

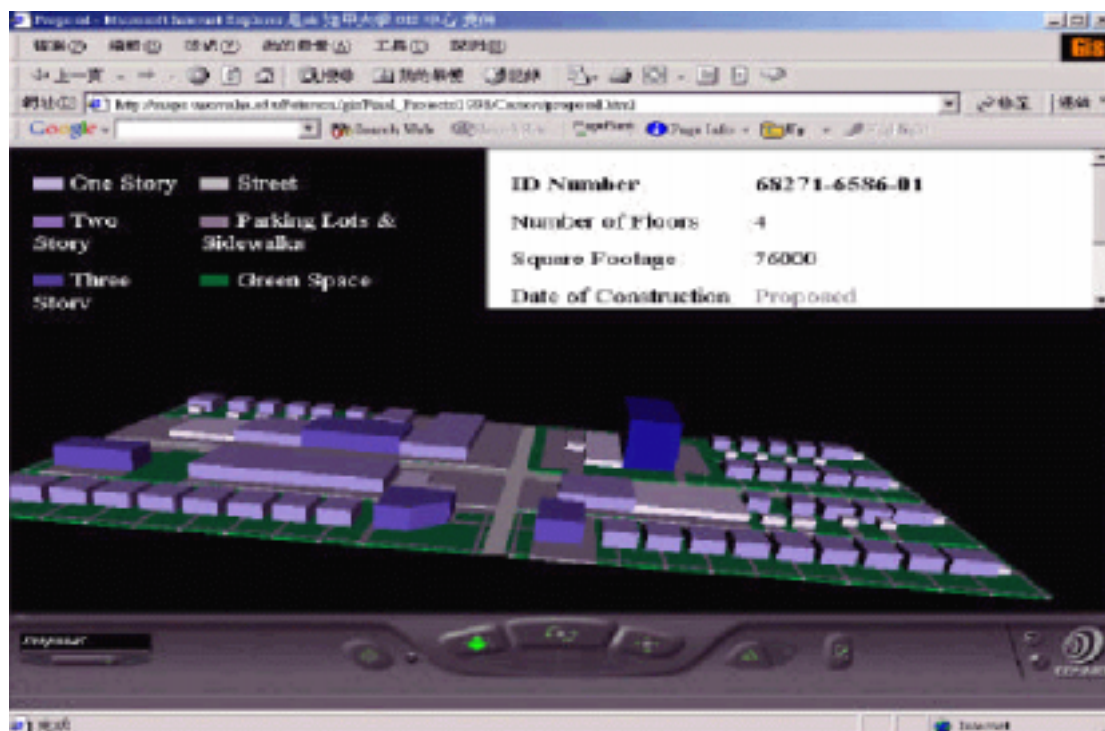


圖 9.3 VRML 虛擬校園

3D GIS 在網際網路上的發展，最常見的應用就是虛擬城市 (Virtual City)，但對於類似大規模場景的建立，以目前的技術發展而言，仍有幾些的瓶頸仍有待突破：

#### 1. 資料量問題

建立類似虛擬城市這種大規模場景，首先必須面對的頭號問題就是資料量問題，以目前的 VRML 架構而言，並沒有加入如 GIS 般強而效率的空間管理及索引架構，因此 VRML 瀏覽器必須將所有的資料全部讀到客端電腦的記憶體中，當使用者瀏覽時，VRML 瀏覽器必須重新對於全部資料重新進行運算後，才能將圖形顯示到畫面上，所以當資料量稍大時，將很明顯的影響到整體的執行效率。

#### 2. 資料表達度

目前傳統的 2D GIS 於多邊形物件的描述僅於平面座標 (X 及 Y 座標)，空間物體的 Z 值不僅無法描述，同時對於物體

的立面資料(如建築物的立面形狀、屋頂形式等)亦難以定義，因此，目前的 3D GIS 大部份以巨觀的角度來產生場景，對於原始空間物件的表達度仍然不足，所以如果要以微觀的角度來建立空間物體，仍需要利用人工方式建立。

針對目前網際網路 3D-GIS 發展所遭遇之瓶頸有下列解決辦法：

1. 建立場景切割及轉換演算法，降低資料量

對於大規模場景的建置，如果能夠將龐大場景進行合理的切割成幾個小場景，並依據使用者之移動路線行下一個場景的載入，或者建立良好的空間管理索引機制，僅將需要顯示及計算在範圍內的資料，都是有效解決大場景的方法。

2. 結合 GIS 及 CAD，建立微觀空間物件

一般而言，GIS 對於空間的描述僅止於平面(X,Y)座標或者物件高程值(Z)，對於物體的立面資料通常難以表達，因此目前業界在物件構形(如建築物外觀)時，通常用 CAD 資料做為資料格式。但 GIS 相對於 CAD 而言，GIS 在處理屬性資料及空間資料能力上有較佳的表現，故如果能夠整合 GIS 及 CAD 資料，以 GIS 資料為骨幹，以 CAD 資料為其支葉，將能夠更完整的呈現出物體的原貌。舉例而言，當 GIS 與 CAD 資料整合之後，以 2D GIS 資料做為基地，利用 CAD 資料將建築物所有的立面資料(如建物本體、屋簷、門窗及屋頂形狀等)建立在基地上，因此，產生出來的建物外觀就能夠更接近真實，同時亦可以保留原有的建物之屬性。





圖 9.4 3D-GIS 之虛擬場景

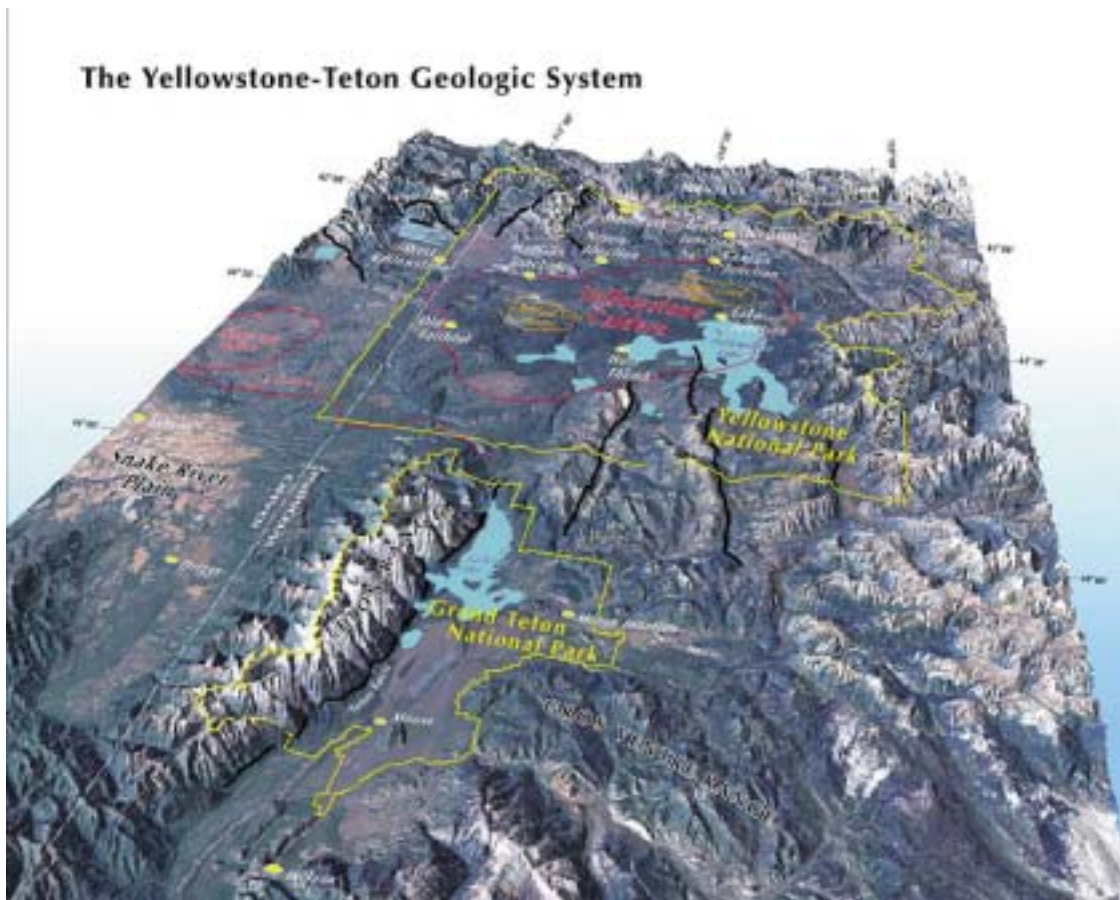


圖 9.5 3D-GIS 模擬地形

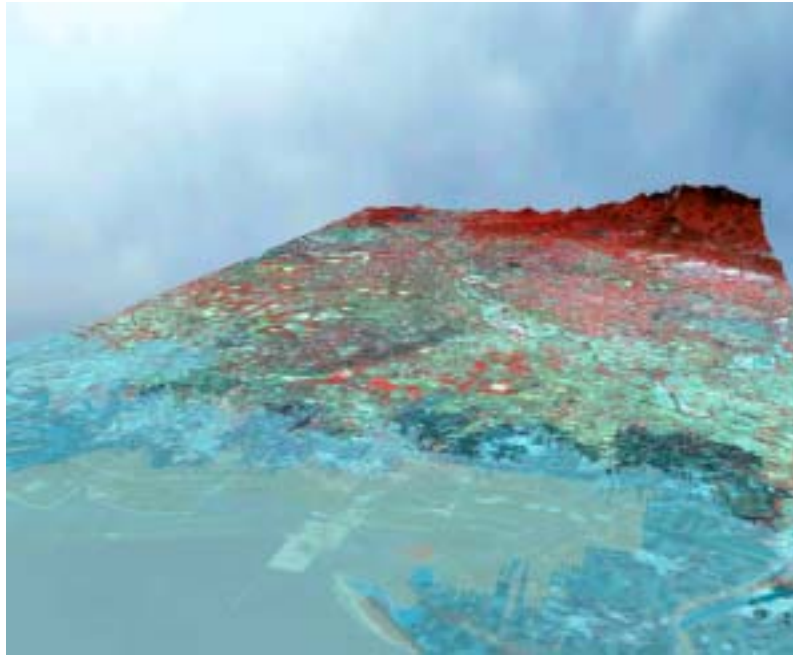


圖 9.6 3D-GIS 模擬淹水場景

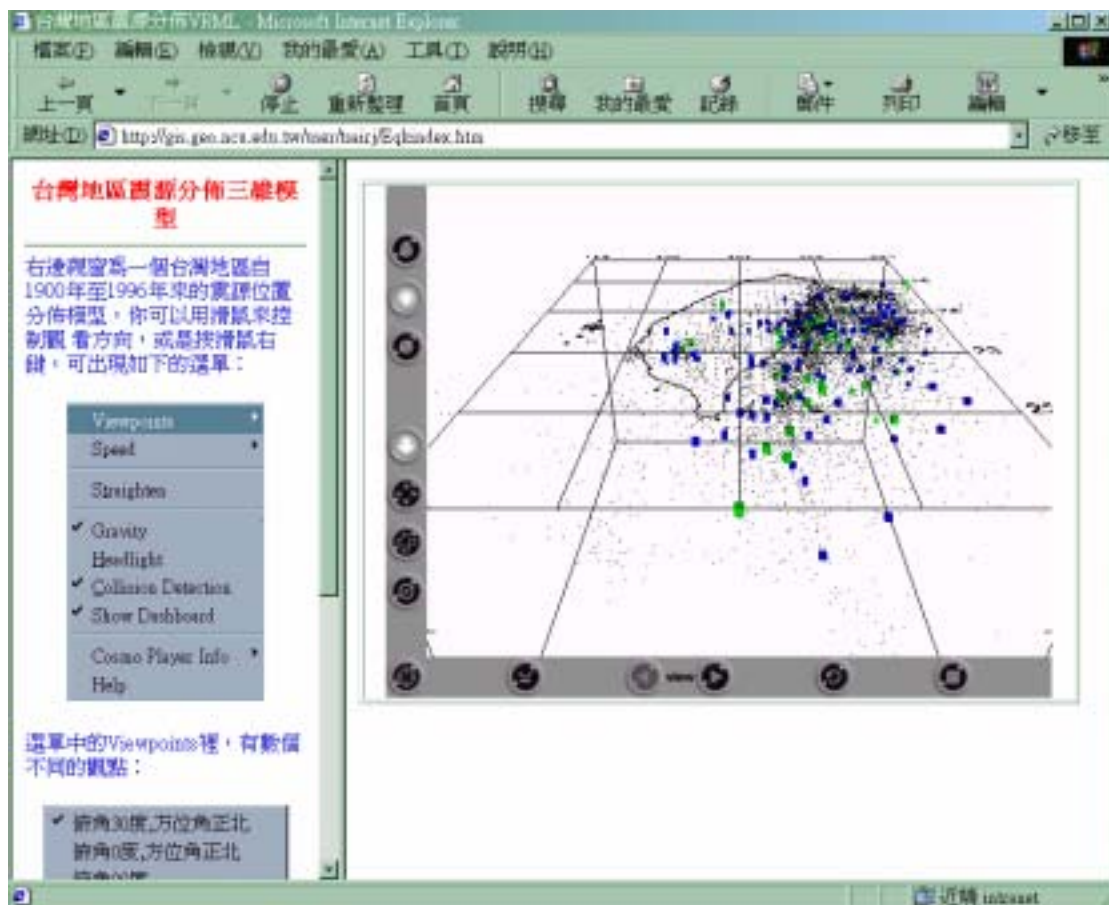


圖 9.7 VRML 台灣地震資訊系統



圖 9.8 VRML 飛行模擬系統

## 附錄：

### 一、MapInfo 地理資訊系統簡介

#### 1. MapInfo 版本簡介

DOS -> Windows

MapInfo 2.0: SQL Query, GeoCoding

MapInfo 3.0: Thematic Map, Raster Image

MapInfo 4.0, 4.1: Win95, ODBC

MapInfo 4.5: Line Style, Tools

MapInfo 5.0: Shading Thematic, Legend

MapInfo 6.0: 3D map, Hotlink, 支援 Access2000 及 Oracle 8.X

#### 2. MapInfo 5.0 版的特徵

可以開啟: MapInfo, Dbase, ASCII, Lotus, Excel, Raster Image, Access

提供地圖視窗, 屬性視窗, 出圖視窗

可執行簡單到複雜的SQL查詢

提供豐富圖形編修功能

可利用 MapBasic, VB, VC 開發模組

提供其他地理資訊系統檔案轉換功能提供各種類型的主題圖

製作功能

#### 3. MapInfo 的基本架構及功能

使用者介面

空間資料分析

空間資料處理

資料管理

資料顯示

架構於Windows環境, 提供DDE與OLE功能, 可與其他程式共同合作

## 二、操作練習

### 練習一 MapInfo 地理資訊系統安裝及基本操作

#### 1.1 MapInfo 地理資訊系統安裝

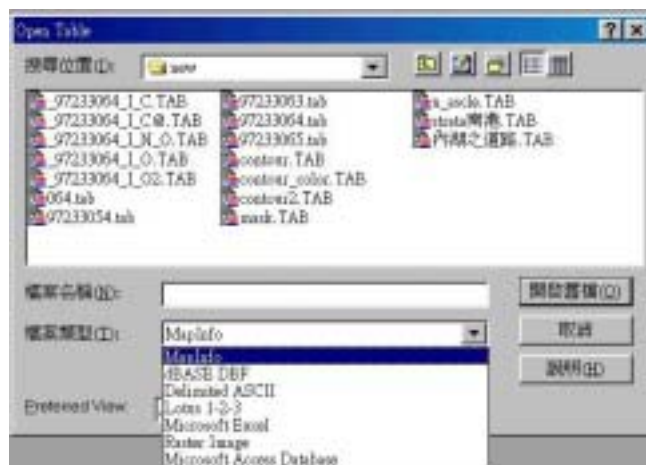
利用FTP將MapInfo下載，直接選取setup.exe安裝即可。由於MapInfo本身之投影選項中並無台灣二度分帶座標，必須將Mapinfow.prj 換成所提供之 Mapinfow.prj。

#### 1.2 MapInfo 地理資訊系統基本操作

##### 1.2.1 開啟 MapInfo 圖檔

(1)選擇檔案 > 開啟舊檔。

系統顯示“開啟舊檔對話框”如下：



(2)選擇檔案類型。

(3)指定欲開啟圖檔的路徑及名稱。

(4)開啟舊檔。

MapInfo可開啟的檔案類型包括：MapInfo、dBASE DBF、Delimited ASC、Lotus1-2-3、Microsoft Excel、Raster Image。

## 1.2.2 儲存 MapInfo 圖檔

### 練習二 MapInfo 圖層操作

#### 2.1 圖層操作

#### 2.2 物件編修

#### 2.3 屬性工具操作

#### 2.4 屬性視窗操作

#### 2.5 工作區存取

#### 2.6 資料轉入及轉出

### 練習三 一般影像輸入

#### 3.1 影像掃瞄

#### 3.2 影像加強

#### 3.3 影像糾正

#### 3.4 影像登錄

### 練習四 一般地圖數化

#### 4.1 地圖數化

#### 4.2 清圖

### 練習五 數據資料輸入

#### 5.1 數據資料輸入

#### 5.2 建立 GIS 圖層

### 練習六 SQL 與空間資料查詢

### 練習七 MapInfo 統計及出圖視窗操作

#### 7.1 統計視窗操作

7.2 出圖視窗操作

7.3 出圖視窗編輯

7.4 列印設定

7.5 儲存視窗影像