

名詞解說專欄

吳 偉 特*

41、數值地型模式 (The Digital Terrain Model)

數值地型模式 (Digital Terrain Model) (簡稱 D T M) , 係指以高密度點位坐標值記錄的型式, 將地表起伏的形態, 以資訊轉換成數值形態的技術。

數值地型模式之作業, 係藉助於自動地形資料獲取之系統, 由航攝像片直接獲取所須資料, 並使用電腦以自動化之形態, 來完成地形計測之工作, 其工作成果快速、經濟, 並可達高精度之需求。

數值地型之理論, 係首先由美國麻省理工學院之 Miller (1958) 提出; 由於其用途具有多元性, 且發展潛力雄厚, 目前已被充分應用在土木工程之各項設計, 尤其是道路設計之應用, 已將近有二十幾年, 諸如路線之選擇, 縱橫斷面之繪圖, 土方挖方填方量之計算, 道路設計透視圖之製作等。

數值地型理論之發展與運用, 雖然最早係起因於製圖之自動化, 但目前已可廣泛地應用於各方面, 除最主要之地形圖製作與計測 (地表起伏顯示之等高線繪圖, 立體圖, 坡度分級圖, 航測製圖) , 與土木工程之道路設計外, 其他方面諸如土木工程之土壩、灌溉、排水、運河、防洪計劃、機場設計、災害研究、環境評估……; 政府管理方面之區域計劃、土地利用、綜合開發、土地稅收、人口調查及相關研究之統計應用等; 甚至可應用至汽車船艦設計之工業應用、整形外科、人體工學之醫學應用、巡弋飛彈地形導航之軍事地形情報供給等方面, 可見數值地

型理論之技術, 確實已被充份發揮到極致。

數值地型之基本原理, 係利用航測, 地面測量與現有地形圖之數化 (Digitizing) 處理, 或自動相關等掃描方式, 量取有限之地形點 (具有三度空間之座標 X、Y 與 Z 值) (圖一) , 經計算機內插處理後, 成為規則之加密網格, 各網格點上均具有個別之高程值 (Elevation) , 並將之儲存於計算機內, 以待資料取用時, 提供相關之應用。

因此, 一般數值地型模式之作業處理, 包括資料獲取、資料轉換、資料儲存與資料取用, 可如圖二所示; 其中除資料獲取可經由測量儀器 (航測或地測儀器) , 或座標讀取儀來進行外, 其餘各階段處理均配合計算機之軟體與硬體, 來加以執行。

資料獲取為最耗時與精力之階段, 一般可藉地面測量、斷面記錄器、聲納、地形圖等相關資料而得之; 轉換過程中所使用之數學模式, 包括函數模式與隨機模式, 其處理結構還包括參考點之選取, 以及相應之管理與算術運算等。

國內有關數值地形模式理論與技術之引進與運用, 始於民國七十年, 首先由農發會林務局航測所首開其端, 其後台灣大學與中央大學購入多項遙感探測 (Remote Sensing) 設備, 將航攝照片提升為衛星照片使用; 此外中正理工學院將數值地型應用於地形計測 (Geomorphometry) 之上, 以進一步探討數值地型之作業模式與應用層面。

* 國立台灣大學土木工程學系教授

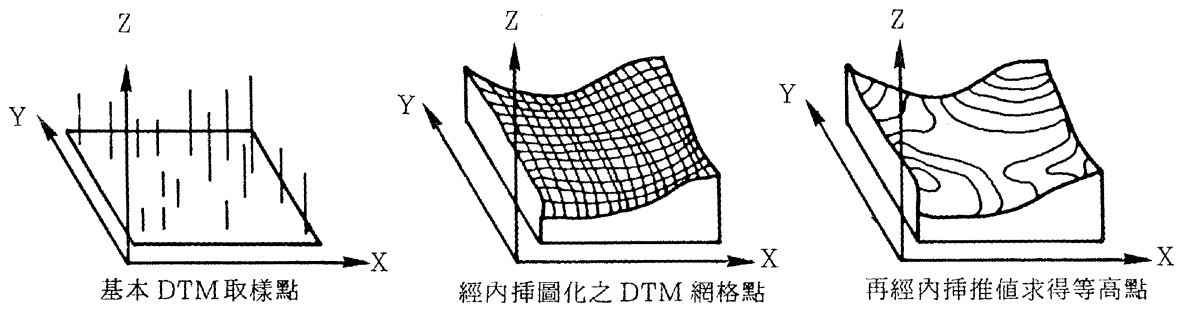


圖 1 數值地形模式示意圖 (取自石慶得, 1984)

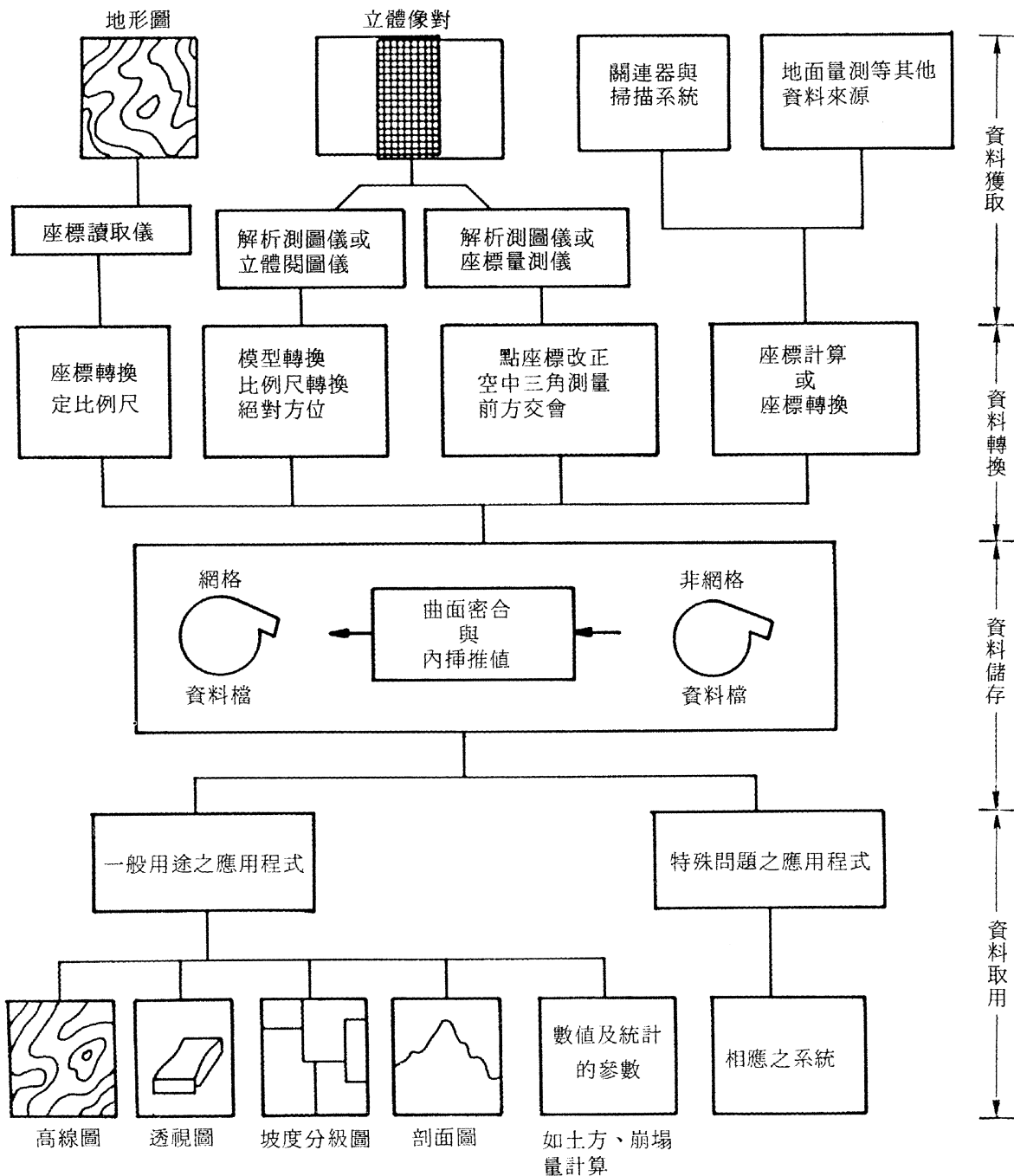


圖 2 數值地形模式之作業程序 (取自石慶得, 1984)

42、遙測(Romote Sensing)

遙測係為遙感探測之簡稱；一般指自遠距離利用感測器量測地球上各種物體反射與輻射之電磁波，此種量測之技術，即稱之為遙感探測。

由於地球上任何物體，均具有反射與輻射電磁波的能力，而且此種能量因物質材料而不同；因此若須辨別不同之物體，可依據其反射與輻射之特性，再利用適當之儀器加以截收並記錄此種能量，此即為遙測之基本原理。

遙測最大的特點，在於能獲得廣景覽要（Synoptic View）與重複涵蓋（Repetitive Coverape）之影像與非影像資料，適合於區域性問題的偵察探測與動態環境的觀察監視，因此對於天然資源與環境問題，屬於廣域性之初步探勘調查，遙測為經濟且效率高與適切之工具，已不容置疑並早已受到世界各先進國家之肯定。

我國自民國六十二年開始引進，自始用在全省農林資源調查、地質礦產能源調查、水資源調查、土地利用調查、海洋資源調查、環境調查與災害調查等項，並獲致各項具體成果；民國六十五年，經濟部特於農業委員會成立遙感探測技術發展策劃小組，綜合策劃審議與督導各單位遙測工作之推展。

國內各有關單位與相關之業務和需求，包括國科會（國際聯繫與人才培育），國防部（技術與行政支援），內政部（基本圖計劃），農委會（農林土地資源調查規劃），衛生署（環境污染調查），能源礦業研究所（能源礦業調查與一般應用研究），中央地質調查所（地質調查應用研究），中油公司（石油探勘），林業試驗所（林業調查），林務局（基本圖航測與農林資源調查），中央氣象局（氣象資料收集）與各大專院校（如台大、中大、成大、交大與興大之研究發展及人才培育）。

遙測技術應用於工程地質調查，始於1930年左右，其應用範圍包括路線及工址之評估

與選擇，骨材調查，水資源調查，活動斷層調查，地質災害調查等等；至於土木工程方面，則可運用於踏勘、調查、規劃與營建方面，可利用遙測影像之判釋技巧，來獲取快速，經濟與可靠之地質評估資料。

遙測工作在白天可測到物體之反射波與截收輻射波，在晚上僅能截收輻射波；物體反射或輻射之電磁波，為一連續性之波譜，依其波長不同可分為伽瑪射綫、X射綫、紫外綫、可見光、紅外綫、微波（含雷達波）與無綫電波等；而每一物體之反射與輻射能量之分佈皆不相同。

二十世紀初之航空照像（祇能記錄可見光部份），可謂最早之遙測技術，至1940年初才有紅外綫軟片出現，而到1950年代才有波長較長之熱紅外綫成像技術，至於側視雷達（SLAR）成像技術，則至1960年才出現。

現今遙測所常使用之成像方法，為多波段掃描，除可使用紫外綫，可見光至近紅外綫外，還可繼續延伸至遠紅外綫部份。

遙測影像可依航高的不同（或影像比例尺之不同），可大致分為：

- (1)衛星影像：比例尺範圍為1：1,000,000至1：250,000；可提供大區域之地形、地質、水系、植生及土地利用型態等資料；由衛星影像可研究整個山脈，劃定整個岩層分佈，與追蹤整條斷層之跡象。
- (2)高空航照：比例尺範圍為1：125,000；側視雷達影像亦屬高空航照，比例尺範圍為1：100,000至1：250,000；一般可提供資料進行候選土址或候選路綫，進行推薦與評估之用、
- (3)傳統航照：比例尺範圍為1：20,000；亦可降低航高得到比例尺大於1：5,000之航照資料；一般可提供比較詳細之地形與地質資料，並可做為野外調查前規劃之依據。

一般從遙測影響上可獲得之資料，包括區域性地形及水系，區域性岩性及其抗風化強度，區域性斷層系統及活動斷層，區域性

岩層斷裂情形，區域性褶皺情形，表層地質分佈，邊坡之穩定性，地下採礦遺跡等等。

工址或路綫之選擇，皆以儘量迴避具有地質危險潛能之地區；遙測影像雖無法正確地預測單獨之山崩事件，但對可能發生山崩

地帶之評估，則頗具功效；此外，經由遙測影像一般要比地面上之直接辨識，要更容易也清楚地看出斷層發生時所造成之地形特徵，諸如斷層崖，斷層溝，斷錯河，線型構造等等。

43、地形計測 (Geomorphometry)

「地形計測」係指計測有關地表形態的數與量，用以掌握地表特性與特徵之作業方法；地形計測之作業，雖然十分繁瑣，但其結果卻十分具體明確，並可針對不同地區間之比較，得到客觀的研判依據。

地形計測為主要記載地表形態的主要方法；近年來由於航空攝影，遙測技術的進步，皆為地形圖測制定量的工作，提供了相當可靠的依據，再加上電腦之發達與普遍，使得地形計測愈加提高其普遍與精確性。

此外，近年來無論土地利用，區域規劃，綜合開發計劃，災害研究，土地評價等，皆須要地面特徵的基本資料，而且在數量、速度與精度上之要求，都比以往不同，自從「數值地型理論」與技術引入在地形計測加入運用之後，無論在資料之獲取，儲存與取用方面，均能適切地提供自動化之需求。

尤其對於資料的獲取方面，更具有突破性之貢獻，地形計測作業資料的輸入，係以每一計測單位中最高值與最低值，為基本值

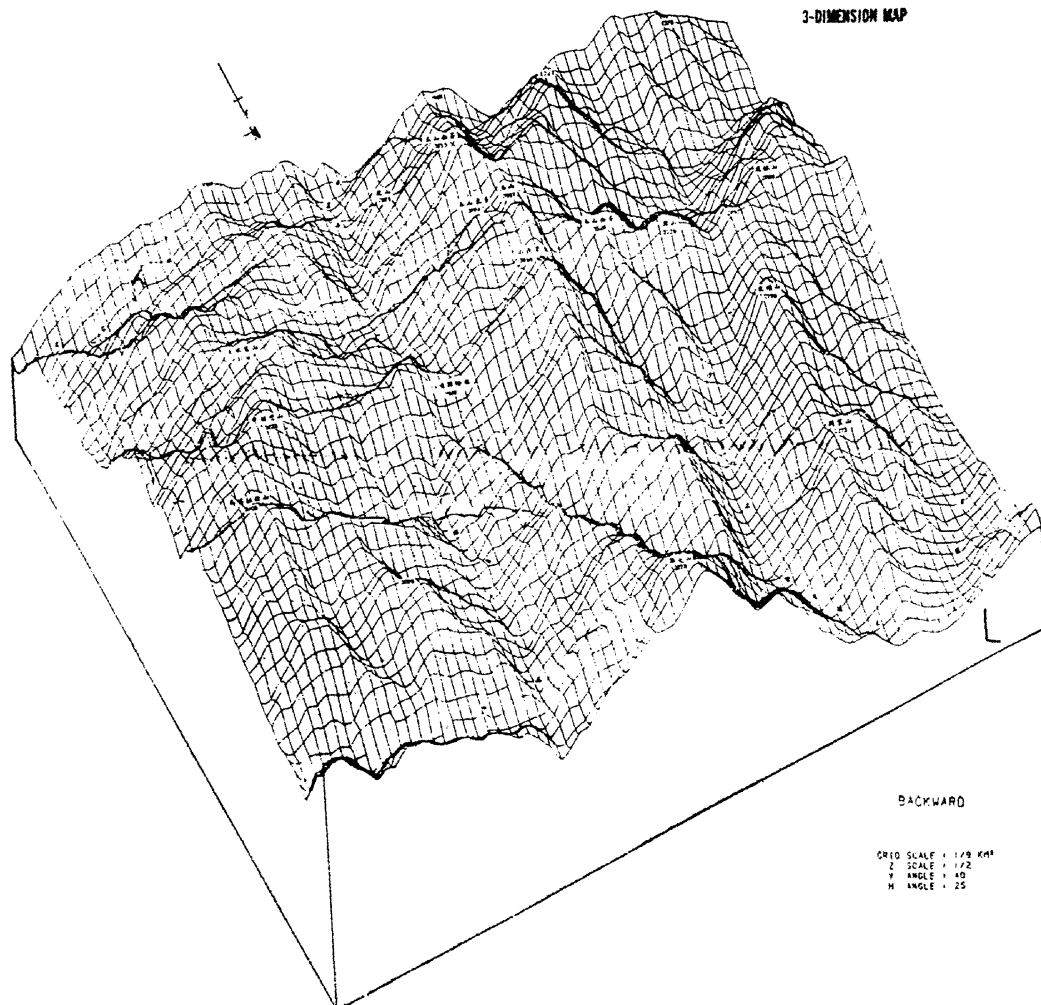


圖 3 玉山立體繪製實例 (取自石慶得, 1984)

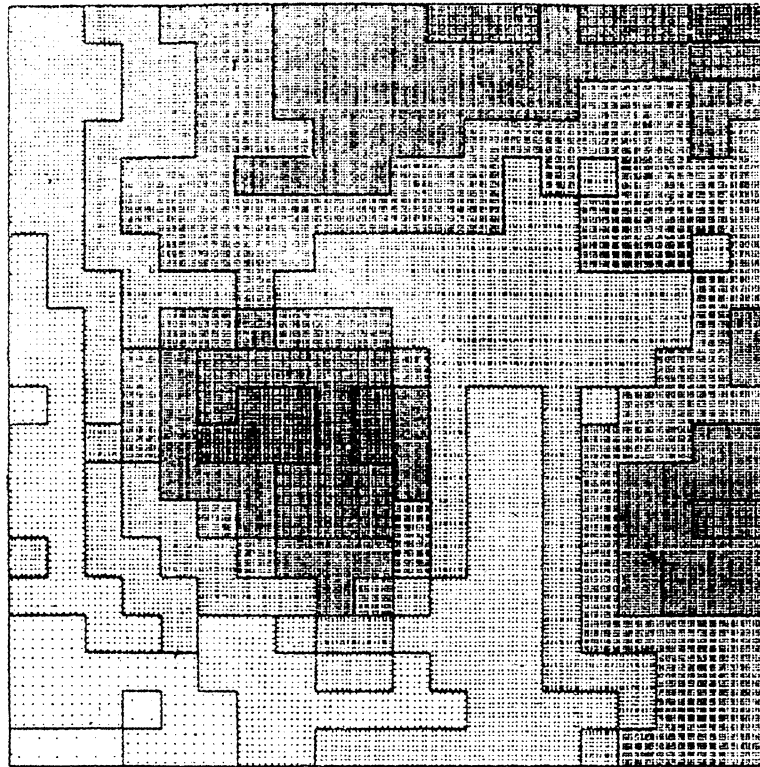


圖 4 紗帽山坡度圖繪製實例 (取自石慶得, 1984)

級數	坡度(%) 間距	次數	圖例
1	20 ⁺ -25	4	
2	25 ⁺ -30	16	
3	30 ⁺ -35	33	
4	35 ⁺ -40	63	
5	40 ⁺ -45	83	
6	45 ⁺ -50	100	
7	50 ⁺ -55	68	
8	55 ⁺ -60	24	
9	60 ⁺ -65	9	

搭配輸入儲存，並透過程式組合加以使用；資料採樣愈密則計劃結果愈為精密。

數值地型之地形計測模式作業方法，係利用自動測圖設備，對研究地區之正片像對，進行光學模型密集自動掃描，以得到網路規則型之資料分佈，其掃描密度每一平方公分中可掃描一萬個點位，故利用此種密集大量之掃描資料進行計測，實際上已幾乎可代表真正地面的起伏。

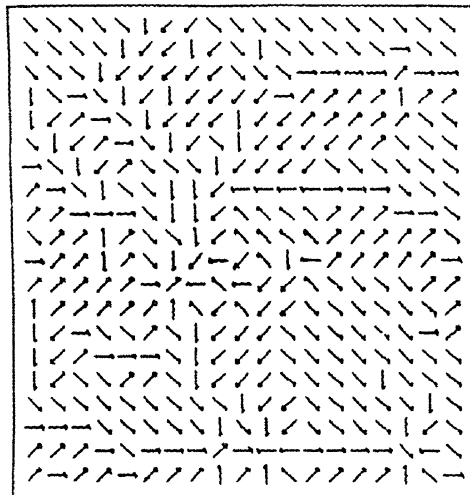


圖 5 坡向度繪製實例 (取自石慶得, 1984)

圖三為台灣玉山國家公園之地區立體圖，即為處理後之數值地型資料最直接之圖示方法；此圖可經交談式電腦程式指令，改變視角，視點與垂直放大率，並可抽取特定剖面線繪製地形剖面圖。

圖四為台灣紗帽山區之坡度密度圖，此為坡度計測除了以等值綫或點密度表示外，亦可用區域密度表示之結果；並可進一步繪製坡向圖(圖五)，此對於土地利用，區域規劃具有重要之用途。

參 考 文 獻

石慶得 (1984) "數值地型的原理與運用" 中國工程環境學會會刊, 工程環境第五期, pp. 49~60. 9月

鄭文哲 (1984) "我國遙測技術之發展概狀" 農委會遙感探測技術發展策劃小組, 遙感探測第4期, pp. 5~11. 10月

潘國樑 (1984) "遙測——工程地質之調查工具" 農委會遙感探測技術發展策劃小組, 遙感探測第4期, pp. 141~151. 10月

Miller, C. L. (1958) "The Digital Terrain Model-theory and Application" Photogrammetry Engineering.