

集水區經營管理資訊系統

■李錦育／國立屏東技術學院水土保持技術系副教授

一、前言

集水區是一個地形及水文單位，含有土壤、植生及水資源等等，集水區經營管理，往往先要蒐集各種基本資料，以及繪製圖籍，以往在製圖方面，多用手繪，一旦整合或分析起來，非但費工費時，而且難以周全。現在全世界的趨勢，將此類繪圖及資料建檔工作交由電腦及地理資訊系統（Geographic Information System，簡稱 GIS）來處理，十分便捷；而且在儲存、整合、分析、更新、以及檢覆方面，極為靈活及方便。

此方面技術，雖然已經發展有年，但在實際推行方面，普遍地遇有下列問題：

1. 如何使 GIS 與集水區經營實際業務連接起來？

懂得業務人員不懂 GIS，懂得 GIS，又不諳集水區經營之業務需要。

2. 如何使 GIS 的應用普遍化？如果受資金及技術所限，此類技術只侷限於少數幾個人應用，則工作永遠難以開展。

3. 如何使 GIS 在集水區現場紮根？集水區工作，現在大家都著重基層規劃、分層負責，因此在現場第一線，要有此種設備及技術，才能及時應用。

地理資訊系統是一項結合現代電腦科技、電腦製圖、遙測技術、資料管理系統及地理空間資料分析之自然資源經營管理工具，其在集水區經營上，可解決較複雜的多目標經營問題。對於地理資訊系統的應用潛力，我國政府及學術單位雖然在多年前便已積極進行可行性研究

；但在林業經營上之應用則處於啓蒙階段，其主要原因乃在於第一、二次森林資源調查時，其調查目標並未考慮建立森林地理資訊系統，因此缺乏可有效利用之資料庫，第三次森林資源調查業已調查完畢，而其調查目的已涵蓋了森林地理資訊系統之建立（林務局，1990），故可預見，地理資訊系統將於集水區經營決策系統中扮演著極為重要之角色。國內雖然對於森林地理系統架構已有初步成果；但乃以提供林木經營管理決策資訊為主，因集水區經營管理之目標與林木經營有所區別，因此經營管理所需之資訊架構亦有所差異，需加以研究。

本文之主要目的乃在探討集水區經營管理資訊系統中資料庫之結構與內容，並尋找最適當的程序

與方法以蒐集資料及建立資訊系統架構，並探討集水區經營管理資訊系統將來應用時必需研究之課題。

二地理資訊系統之定義及其基本概

念
地理資訊系統（簡稱為 GIS），其定義可分為兩個層面，其一較著重於技術層面，認為 GIS 為一對真實世界(Real world)之空間資料進行蒐集 (Co

llecting)、儲存(Storing)、擷取(Retrieving)、轉換 (Transforming) 與展示 (Displaying) 之有效工具組合，其基本概念可如圖 1 所示。

另一種定義則以問題解決 (Problem solving)

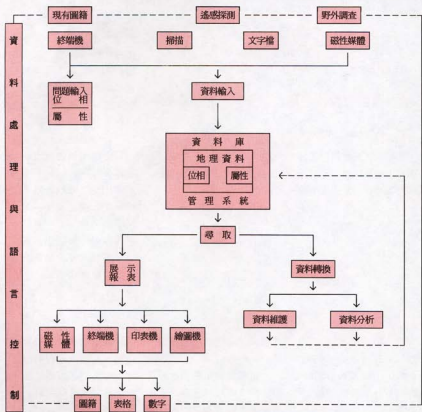


圖 1 以技術為導向之地理資訊系統 (Burrough, 1984)

為導向，將GIS定義為應用具有空間性 (Spatial) 之資料來解決具地理性 (Geographical) 問題之系統，其基本概念可依圖 2 示之。



圖 2 以問題解決為導向之地理資訊系統 (Goodchild, 1985)

三集水區經營管理所需之資訊

(一) 集水區經營之生態系理念

欲探討集水區經營管理所需之資訊，首先應對生態系之組成架構加以瞭解，Tansley (1935)，曾對生態系之組成提出如 之組成架構。



圖 3 生態系組成架構 (Tansley, 1935)

圖 3 中生態系組成分子雖然可分為植物、動物、氣候、土壤但四者間關係密不可分，而其中植物之組成分子，常被一般生態學者視為主體而進行與

其他因子間之關係性研究。

而環境因子對植物分布之影響，可劃分為許多層次，不同層次之因子，可導致不同尺幅之植群變

異，而不同層次之因子間，常有某種秩序的相關性存在。故可測定之環境因子雖多，但可抽出少數幾個代表性之因子。Kellman (1982) 曾將環境因子劃分為七個不同層次之影響層次如圖 4。

圖 4 中高層次之因子，如海拔高、地質、區域降雨及土地型等，控制了植群大幅度變異，如林相 (Physiognomy) 及主要組成植物等變化，低層次之因子包括土壤之化學、物理性質、土壤水、大氣濕度、局部降水及風等因子，則影響到植物社會組成之細微變異，而居於中層次之因子之地形位置及方位，此二因子上受高層次因子之影響，而本身則產生許多局部環境之差異，故可解釋大部分植物分布之地方性變化。

(二) 集水區生態系與經營管理的關係

就集水區之經營管理理念，為達成經營目標，將集水區之「經營者」、「資源」、「利用者」三者間之關係定位在互動關係上，故如將集水區之生

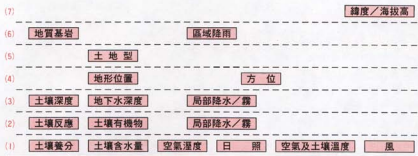


圖 4 環境層級系統觀念示意圖 (Kellman, 1982)

生態理念與其經營管理 林集水區生態系資訊與經
 念相結合，則可研擬出森 營管理間之關係 (如圖 5)。

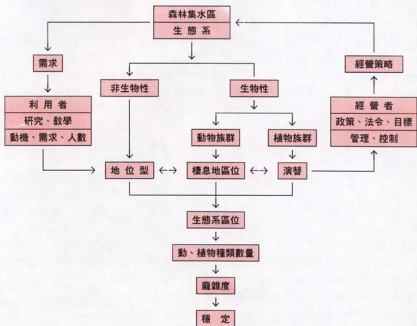


圖 5 森林集水區生態系與經營管理之關係

(三) 集水區經營管理需要什麼資料？

我們先來看看治理一個集水區需要些什麼資料？當然，由於目的不同（為防止泥砂、增加生產、減少水災等等）所需資料，也有質量上的區別；但一般而言，我們需要三類資料：

第一類：土地及植生資料 (Bio-physical data)

包括土壤、地質、坡度、地形、植生覆蓋、土地利用、集水區及子區界線、行政區域等，屬於所謂“基本資料”。

第二類：水文資料 (Hydrologic data)

包括雨量、逕流、洪峰、沖蝕、泥砂等。這類是治理集水區特別要資料。將來可以作效益分析的基礎。

第三類：社會經濟及管理資料 (Socio-Economic and Managerial data)

包括居民或農民資源、能力、意向、收入、就業狀況、公共設施、管理機構、以及推廣及政府獎勵需要等，這類是治理方面不可或缺的所謂“人文

資料”。

四 地理資訊系統可以做些什麼？

接下來讓我們看看，針對上述三大類資料，究竟電腦及 GIS 可以做些什麼？

1. 第一類（土地植生基本資料）：

對於這類資料，應用電腦及 GIS 可以便捷地完成下列工作：

- (1) 製作各種主題圖及獲取各種統計數字，諸如土壤、地質、植生覆蓋、坡度、方位、立體地形、以及水系、道路、行政區域等。
- (2) 重疊、整合、演化或發展成各種新圖及數字。諸如土地等級分類、土地超限或限利用現況、敏感或潛在沖蝕地區認知、道路選線等等。

上述圖面暨資料，可以應明 ARC/INFO, ERDAS 產生。現有一軟體 IDRISI，在一般 PC 即可使用；此軟體現在由聯合國在全世界發展中國家推行中，

應用上甚為簡易方便。

2. 第二類（水文泥砂資料）：

這一類資料，對集水區治理而言，非常重要。但在發展中國家，因觀測設備及人力有限，一般均感缺乏。現在趨向是利用 GIS 及各種模式，來估測水文、沖蝕、泥砂、污染變化。這是一種嶄新技術，常常假設一種狀況，和現實相比；或假設數種狀況，比較何種適合能用。例如假設在集水區砍伐 20%、35%、50% 森林，比較水文變化；或擴大農地，看其對泥砂影響等，作為研擬政策或規劃土地利用參考。

此類技術，近年來在台灣已有很好的開始，在農業委員會贊助下，不少大學及試驗機關已在應用。台灣大學地理系、森林系，中興大學土木系及水保系，以及屏東技術學院森林系及水保系等已應用 GIS 配合 HEC-1、AgNPS、USLE 及 Smart 等估測洪峰、土壤沖蝕及泥砂移動等，已經頗有成績。由於這類模式，源自歐美，

環境不同，在引用時，最重要是檢定其適應性及可靠性。如果，將來能修正或確定其可靠性，則對集水區治理方面，大有裨助。

3. 第三類（人文及管理資料）：

人文及管理資料是工作的成敗所繫。全世界現在都注意及此。往往一個很好的計劃，徒有經費及技術，不能付諸實施，乃“人的因素”並未考慮在內。尤其現在是民主時代，凡事不能祇靠一紙政令，對集水區內居民及農民的社會、經濟、傳統、習俗等等，必須深入瞭解，才有對症下藥。在執行上，甚多集水區工作，要靠農民實施，諸如水土保持、私有地造林、污染防治等等，必須研究農民能力、意向、及其需要，才能釐訂工作計劃。

利用電腦及 GIS 軟體為 ARC/INFO，可使圖面及資料 (Database) 連接起來。如在顯示農場位置，同時可以獲得農民及農場各種儲存資料，也可以將資料綜合、區別、或加

以分析。例如要知道那些農民工作進度不如理想、年齡已超過 60 歲，或者人力不足，需要加強輔導等，均可一目了然，比起翻閱報表及帳冊，快捷得多；而且此種資料檔一旦建立，以後可以繼續應用，也可迅速轉移，或補充修正。

(五) 地理資訊系統對集水區經營之監測及評估有何幫助？

監測及評估 (簡稱 M & E)，為推行任何作計劃所需。集水區經營方面，以往常常忽略，使工作不能及時改進，或所得結果及教訓，不能裨益後者，現在依靠電腦及 GIS，監測及評估工作，可以事半功倍，茲舉例如下：

1. 一旦建立了圖面及基本的人文資料，如上所述，可以靈活選擇、分類、歸納、整合與列報，對集水區工作經常進度的監測，以及定期的評估，幫助甚大。
2. 集水區經營工作，往往要明瞭區內土地利用及植生覆蓋情形，研究其趨向是好是壞；如果將

不同年份此類主題圖加以分析及比較，可以很快得到結果。

3. 在評估時，往往要計算經濟效益，利用 Excel 計算益本比、回收率等，可以很快得到結果。其另一優點是改動任何數字，可以機動得出結果，不必花費很多時間，從頭開始複算。Excel 也可用作一般工作進度記錄及分析之用。
4. 集水區治理水文及泥砂方面變化及功效，可以用 GIS 配合相關模式來演算，包括預期及實測結果比較及分析，評估計劃之成功與否等。
5. 應用專家系統 (Expert System) 將先進經驗及知識以問題方式納入電腦，用時只要簽覆顯示器上各項問題，可以得到相關資料，作為工作推行之參考。

(六) 集水區經營管理所需之資訊

由圖 5 可將集水區經營管理所需之資訊，依其性質歸類如表 1。

表 1 集水區經營管理所需之資訊 (仿陳朝圳, 1993)

種類	構成因子	調查項目
自然因子	地形資訊	海拔高、坡度、坡向
	土壤資訊	土壤類型、土壤深度、土壤密度、土壤水分
	氣候資訊	雨量、溫度、濕度、日照
	植物族群資訊	植物種類、株數、胸徑、覆蓋度
	動物族群資訊	動物種類、數量、分布情形
人文因子	林地區劃資訊	土地利用、道路、行政界、森林區劃、水系
	政策、社會資訊	保護及其他施業計畫、社會需求

四 集水區經營管理 資訊蒐集方式

集水區之資源以非林木經營為導向，故其調查與林木資源調查有所區別，林木資源調查其目的在於詳細調查地質、土壤、林型、材積、生長、枯死等，以為建造經濟林之參考，故非使用空中照片及地面樣區調查不可；但針對集水區經營之資源調查

，除對保育對象之林木必須實施每木調查外，對於生態系而言，則僅需調查植物覆蓋、保育狀況、保安功能、土地潛能、地形、坡度、坡向等即可；故為節省人力、物力及考慮資料比對與更新，使用遙測數據，有其必要。故以表 1 之集水區經營管理所需資訊，其資訊蒐集方式可考慮利用遙測、航測、

表 2 集水區經營管理資訊之型式與來源
(仿陳朝圳, 1993)

種類	構成因子	資料型式	調查項目
自然因子	地形資訊	圖形、影像	地形圖、航空照片
	土壤資訊	圖形、表格	土壤圖、地面樣區
	氣候資訊	圖形、表格	氣候圖、氣象站
	植物族群資訊	圖形、影像	航空照片、大地衛星、地面樣區
	動物族群資訊	圖形、影像	航空照片、大地衛星、地面樣區
人文因子	林地區劃資訊	圖形	各類區劃圖
	政策、社會資訊	表格	問卷調查

地面樣區調查方法取得，其中遙測技術因其成本低廉，且可獲得高頻度之重覆性資料，為獲取大量概括性資訊之最佳方法，但如欲求得精度較高之資料時，航測技術乃被普遍使用，而地面樣區調查則僅在遙測、航測無法達成之部分地面詳細資料之獲取始被使用。而三種資訊取得方式，必須以精確度、經費及資訊之應用需求等原則下進行合理的配合，故所謂多段式取樣調查模式有其必要。

(一) 資料型式與資料來源

集水區經營管理資訊來源由資源調查而得，但因其資訊不同，來源亦異，各項資料之型式及來源列如表 2。

圖 6 中包括三種不同型式之資料

1. 圖形資料

所謂圖形資料，係指將現有圖籍以數位板或掃描機進行圖形相關位置之點、線數化；另由航測所，以立體解析測圖儀直接錄製之數位地形模型 (DTM)



圖 6 資料庫之建立流程 (陳朝圳, 1993)

亦為圖形資料型式，可供地形分析之用。

2. 影像資料

影像資料包括航空照片及大地衛星資料，航空照片可藉由解析測圖儀而直接取得圖形資料，亦可利用人工方式進行判釋而取得表格式資料，另亦可藉由掃描機將其影像轉變為不同灰度值之網格式 (Raster) 資料。而大地衛星資料則經由大地衛星多譜掃描器所測之數值，係地面覆蓋物之光譜反射值，屬像點式之數值資料。

3. 表格式資料

表格式資料係指經由地面調查所得之資料或各

種屬性資料，以統計表格方式輸入之者。

(二) 多段式取樣調查

大地衛星資訊可應用於集水區經營調查，但因其一景 (Scene) 覆蓋面積廣大，若擬分析地面資源狀況，除大地衛星資訊外，尚需以航空照片及地面資料輔助之，此種整合遙測、航測及地面調查之取樣設計稱之為多段取樣調查 (Stephen, 1985)。

多段取樣調查於實施時，係先將衛星影像進行分類，再區劃成較大面積之若干取樣單位群團，而圖所示係已由若干取樣集團中所選出之某一集團其樣區於各不同層次中之選樣過程。此種調查方式，

可使調查工作分別集中於少數之集團地區內，在一集團中再調查各樣區，此種調查方式可縮短來往跋涉之時間及距離，因而省時省力，且對於以天然林為主要構成之集水區，此種調查方法與簡單逐機取樣法比較將可減低樣區間之變異，而降低取樣誤差。

五 集水區經營管理資訊系統

集水區經營管理所需之資訊，其資料型態包括向量式 (Vector) 圖形資料、網格式 (Raster) 影像資料及表格式 (Tabular) 之統計資料，這些資料在集水區經營管理上，為求得快速的資料儲存、

處理及分析應用，傳統的製圖系統或土地資料的管理方法，因其資料含量有限，且資料無法作有效的分析，亦無資料更新之能力，實無法應付現代資訊的需求。地理資訊系統為處理地理空間繁雜資料而設計的一套資訊管理系統，在集水區經營管理上可提供強有力的資料管理及分析能力，為當前極具潛力的資源經營管理工具，而對地理資訊建立而言，須先由系統的定位來討論軟硬體的組成進而完成整體性之資訊系統架構。

(一) 集水區經營資訊系統之定位

Smith & Prisley 於 1987 年在森林資源資訊系統架構研究中，曾提出森林資源資訊系統可依管理區域及內涵分為全國性 (Country wide) 森林地理資訊系統、全域性 (Division) 森林地理資訊系統、區域性 (Region) 森林地理資訊系統及地區性 (Area) 森林地理資訊系統，而各層次系統之作業目的、作業功能列如

3。

表 3 森林地理資訊系統之層級作業方式
(仿 Smith & Prisley, 1987)

區域區分	管理單位	硬體設備	作業目的	作業功能
全國性系統	農委會	迷你型主機	全國性分析以提供林業政策制定時之參考	資料匯整、查詢、分析
全域性系統	林務局	迷你型主機	全域性分析以提供經營計畫編訂時之參考	資料匯整、查詢、分析、繪圖
區域性系統	林管處	工作站 個人電腦	區域性分析以供經營計畫執行時之參考	資料檢核、查詢、分析、統計、繪圖
地區性系統	工作站	個人電腦	供現場管理查詢之用	資料建檔、檢核、查詢、統計、繪圖

集水區經營管理為自然資源管理之一支，但因集水區經營著重於階段性的經營管理方式，必須定期進行野外調查及資料收集，故為求符合效率與成本之要求，地區性的地理資訊系統將需優先設立，以求集水區經營管理之科學化。由 可知地區性資訊系統其作業目的在於提供現場管理查詢之用，其作業功能必需具備資料建檔、檢核、查詢、統計分析及繪圖，而硬體應以個人電腦架構較合乎經濟原則。

(二) 集水區經營管理資訊系統之軟硬體組合

因集水區經營管理資

訊系統其資料包括圖形、影像及統計文書資料故其軟、硬體架構必須考慮三種不同屬性資料之輸入、處理、輸出，同時考慮設備成本及將來能與較高層次系統相配合為原則。

無論用何種軟、硬體，在應用上主要條件如下：

- A. 要有可靠原始資料輸入，否則圖表雖美觀，沒有用處，所謂“垃圾人，垃圾出”。
- B. 確實地將資料數化，通常要花不少時間及人力，但以後應用上可以受益匪淺。
- C. 要有適當技術準則。如土地分等準則如何建立、潛在崩塌地如何認定等等，要先有可靠技

術，再給電腦適當指令。

1. 硬體設備

一般地理資訊系統之基本硬體設備如圖 7 所示。

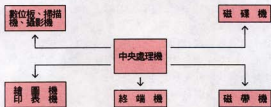


圖 7 地理資訊系統主要硬體設備組成 (Burrough, 1987)

圖 7 中之中央處理機用於處理數學或邏輯運算，磁碟機與磁帶機用於儲存資料與程式，數位板用於將圖籍轉換成數位形式以輸入電腦，掃描機及攝影機則提供影像數化之輸入，繪圖機、列表機及螢幕則用於展示資料處理成果。

2. 軟體系統

一般地理資訊系統之軟體系統由五個基本系統組成如圖 8 所示

由圖 8 可知一個理想的地理資訊系統必須具備如下之條件：

(1) 具備地圖資料數化及編

輯之功能。

(2) 具有屬性資料輸入及管理之功能。

(3) 具有圖籍製作、處理及分析之能力。

(4) 具有圖籍資料庫管理之能力。

(5) 具統計分析之能力。

(6) 能與遙測資料接合。

雖然國內外目前開發之地理資訊系統軟體種類非常多，但要具備上述所有條件之軟體並不多，而地理資訊系統的功能日趨

複雜，相對的軟體系統程式也越來越龐大，因此要由學術機關或政府部門自行開發設計，已不合經濟效益，而研究單位則應於現有而較理想的地理資訊系統上發展模式庫以加強該系統於資源經營上的利用。孫、張 (1988) 曾對目前之地理資訊系統進行評估，結果認為 ESRI、INTERGRAPH、SYNERCOM、GEOBASED 及 DELTASYSTEMS 等五家軟體公司所開發之地理資訊軟體，其功能較為完整，而其中以 ESRI 的 ARC/INFO 系統最為完整。

3. 集水區經營管理資訊系統軟硬體組合

由集水區經營資訊系

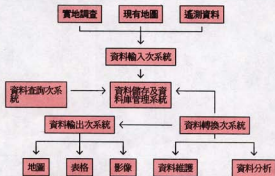


圖 8 地理資訊系統主要軟體組合 (Burrough, 1987)

統之定位分析及一般地理資訊系統軟硬體評估結果，本文擬架構之集水區經營管理資訊系統軟硬體組合如圖 9。

由圖 9 之集水區經營管理資訊系統軟硬體組合中大略可分為三個次系統與一個主系統。

(1) PC ARC/INFO 地理資訊系統

PC ARC/INFO 是圖形系統 (ARC) 及關聯式資料庫管理系統 (INFO) 的組合名稱，其基本的空間資料型態可分為點、線、多邊形三種，PC ARC/INFO 不僅能處理向量式資料，亦能處理像點式資料，此軟體程式主要以 FORTRAN 語言

寫成，其提供了巨集指令，使用者可依需要，自行設計巨集程式去完成經營上所需之資訊。

(2) 文書及統計資料處理次系統

文書及統計資料處理次系統主要以常用的統計軟體如 SAS、BMDP、SPSS 及文書資料編輯軟體如 DBASE、LOTUS、PE2 等軟體所構成。此系統可進行文書及統計資料的預先處理，以供 PC ARC/INFO 地理資訊系統之使用。

(3) 圖形處理次系統

本次系統係以輔助繪圖軟體如 AutoCAD，數值地形軟體如 GWN 等軟體架構之，因 PC ARC/INFO 可

接受 AUTOCAD 及 GWN 的圖形檔，因此本次系統可供分散圖形輸入作業，以節省建檔時間。

(4) 影像處理次系統

本次系統以影像處理軟體如 IPS、TARGA、MIPS 等軟體所構成，此次系統可進行衛星數位影像如 SPOT 衛星影像的各種事前處理以供 PC ARC/INFO 地理資訊系統使用。

4. 集水區經營管理資訊系統架構

由上述之集水區經營管理所需資訊、資料蒐集方式及資訊系統軟硬體架構研擬，吾人可將其整合

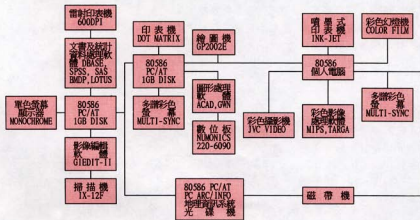


圖 9 集水區經營管理資訊系統之軟硬體組合 (仿陳朝坤, 1993)

而成「集水區經營資訊系統」(Information System for Watershed Management)，其基本架構示如圖10。

六 集水區經營資訊

系統今後應研究之課題

地理資訊系統的觀念由1960年崛起後，因電腦科技之發展及電腦設備成本的降低，再加上環境

資源利用的多元化，藉助於地理空間資料來進行資源規劃日趨殷切，因此三十幾年在專家、學者努力之下，全面整合性的地理資訊系統已達成熟階段。集水區經營管理

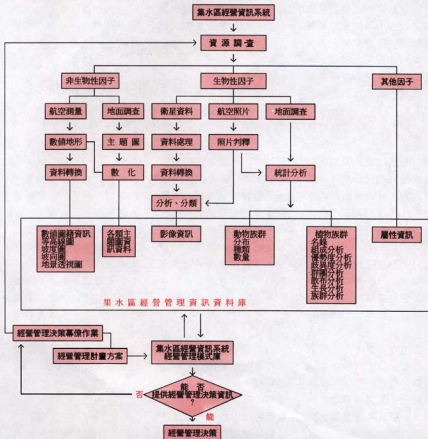


圖10 集水區經營資訊系統架構 (仿陳朝坤, 1993)

除需要整個生態系的基本資訊外，對於生態環境的監測有其重要性，因此如何應用資訊系統來達成此項目的，為今後必須研究的課題。在集水區經營管理資訊系統中，遙測資訊因其具備有快速更新資料之能力，對於生態環境監測將扮演重要角色，而對於此方向之研究，吾人認為可分兩方面來進行：

(一) 遙測資訊與地形資訊的整合

有關向量式資料與網格式資料的整合技術，雖然已有部分學者進行研究如 Keith (1985)，但比較有系統的將其整合技術融合於 GIS 中者，以 David (1988) 所提出之 SPO T 影像與地形資訊於 GIS 中之整合較具代表性，該研究已將其整合架構擬研如圖 11。

由圖 11 之各次系統流程可知，將來可藉由 GIS 的資料庫與新的衛星資料來進行 GIS 資料庫的更新，而達成自然保護區監測之目的。

(二) 模式庫的建立

由圖 11 可知，集水區經營管理資訊系統應包括資料庫與模式庫，其中模式庫係由多數數學模式所構成，而對這些數學模式係利用資料庫之資料，以統計的方法將問題公式化

十幾年來在專家、學者努力之下，整合性的地理資訊系統已達成熟階段，而國內在近十年來，GIS 之發展已由推動期漸漸轉型為實用期；而在集水區經營管理方面已日趨廣泛，包括集水區水文分析之應用，通用土壤沖蝕公式

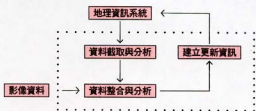


圖 11 遙測技術與地理資訊之結合 (David, 1988)

(Problem formulation) 以數學公式來描述或模擬生態系的複雜情況，而其中動植物族群分佈及植群演替模式的建立，將是集水區經營管理決策資訊所必需研究之課題。

(三) 台灣 GIS 研究現況及今後努力之方向

地理資訊系統的觀念由 1960 年崛起後，因電腦科技之發展及電腦設備成本的降低，再加上環境資源利用的多元化，藉助於地理空間資料來進行資源規劃日趨殷切，因此三

(USLE) 之應用及農業非點源污染模式 (AgNPS) 在水庫集水區之應用等。

台灣目前在 GIS 之研究，已具相當良好基礎，農委會的倡助功勞很大。尤其在學術研究及 GIS 發展上，各有關大學的成果及方向，亦可與歐美媲美。在 GIS 實際應用及集水區現場作業方面，則有待加強。

1. 各機關分工合作方面：

(1) 對第一類基本資料之建立，各主管業

務機構（水土保持局、林務局等等）應迅速配合其他機構（農航所、糧食局等等）及業務需要，訂立遠程目標及分年計劃，按期實施。

- (2) 對第二類水文資料，各主管業務機構應配合各大學、試驗所、以及水資源機構等進行試驗研究，改進或建立有用模式，作為水文及泥砂預測及評估之用。
- (3) 對第三類人文及管理資料，各主管業務機構應協助及責成各分支機構（包括集水區管理局）直接建立資料檔，作為經常監測及定期評估之用。
- (4) 農委會應繼續支助各機關達成上述目標。

2. 水土保持局方面：

- (1) 水土保持局對今後 GIS 工作推行，應擬訂一明確政策、決定優先程序，作

更積極及有計畫開展。

- (2) 局內應設一高層領導小組，協調各組室及分支機構進行此方面工作。
- (3) 鑒於此方面專業人員缺乏，應由農業委員會倡導設立一獨立技術指導小組，協助水土保持局及有關機構推行此方面工作。
- (4) 對集水區經營而言，此類工作之推行，應注重基層規劃及實地作業著手；建議先選擇一、二集水區試行，檢討成果後，逐漸推及全省。
- (5) 為達到普遍應用目的，將來應採用個人電腦及價廉物美軟體為原則。
- (6) 此方面的基本訓練，要大大加強，務使主要業務及現場技術人員均能對 GIS 運用自如。

七 結 論

本文係以文獻分析法探討集水區經營管理資訊

系統中資料庫之結構與內容，尋找最適當的程序與方法以蒐集資料，由系統定位及軟硬體架構研擬建立集水區經營資訊系統，共說明集水區經營管理資訊系統將來應用時必需研討之問題，其結果分述如下：

(一) 集水區經營管理所必需之資訊包括向量式之數位地形資訊，網格式的遙測影像資訊，及表格式的屬性資料。而資料之蒐集方式應以多段式取樣進行。

(二) 集水區經營管理資訊系統應以地區性系統為主，為考慮經濟原則、資料之處理能力及其他軟體的配合性，建議以個人電腦配合 PC ARC/INFO 架構之，而整體的集水區經營管理資訊系統架構已於文中提出。

(三) 集水區經營管理因具階段性，著重於生態環境的監測，故今後應研究之主要問題包括遙測模式與地形資訊之整合及集水區經營管理模式的建立。

※參考文獻省略，請逕洽作者詢問。
