

# 集水區科學管理資訊系統 (上)

◎李錦育 / 屏東科技大學水土保持系 教授

## 一、緒論

集水區乃由自然、經濟、人文和社會所組成的複雜系統，也是物質、能量和資訊的統一體系。目前是一個資訊時代，而這個世紀是以資訊資源的科學管理和充分利用為其特徵，資訊時代的集水區科學管理對資訊的蒐集、管理和分析提出更高的要求，表現出從以往傳統的定性分析發展到定量分析，由單一要素分析擴展到多變量的綜合分析；從靜態分析發展到動態分析研究，因此其涉及的因素不僅是多變的，而且是大量的；顯然傳統的人工方法已無法解決上述問題。

近幾年來，由於電腦科技軟、硬體技術的迅速發展，地理資訊系統及遙測航測處理技術的應用已逐步發展；對於複雜空間資訊的擷取、更新、輸入、貯存、檢索、運算及分析方面，提供了有效的處理能力。因此，我們在現有科技成就的基礎上，設計和開發具有集水區科學管理特色的區域資訊系統，將集水區內的各項資源和環境資訊按照空間分佈進行貯存管理，把大量單一分散的資料轉變為綜合的資訊資源，向使用者提

供靈活方面的查詢檢索、統計分析和製圖列表的基本資訊服務。在此基礎上，進行多因素的綜合分析、定量評估、多目標決策，為合理開發利用集水區的自然資源提供強而有力的工具，使集水區的管理建立在電腦化、區域分析和輔助決策的服務；此外，還可以週期性的遙感探測資料作為不斷更新的資料庫來源，實現對集水區自然資源管理開發措施及其效益在時間和空間的變化，進行動態的監測分析，瞭解其變化定律，能更加完善地建立集水區科學管理的理論架構（體系）。

## 二、集水區科學管理資訊系統的研發流程

集水區科學管理資訊系統的研發是一項涉及面廣、工作量大、思考性強的系統工程，為了獲取良好的效果，必須採用資訊系統的研發方法來加以建立；因此採用目前最普遍的生命週期法，如圖 1 所示的五個階段；亦即：可行性研究、系統分析、系統設計、系統實施、系統評估和維護。



圖1. 集水區科學管理資訊研發流程

### (一) 可行性研究

在系統研發項目確立前，對系統研發的必要性和可能性（技術、經濟和社會方面），由整個系統生命週期的角度進行分析和評估，為資訊系統的建立提供科學依據。由圖可瞭解，可行性研究包括明確任務、環境調查、提出方案和可行性分析幾個部分所組成，並透過充分的討論及修正，再進入系統分析的階段。

### (二) 系統分析

系統分析的目的是解決“做什麼”的問題，即提出新系統的邏輯模式，包括實地調查、流程分析、資料分析、功能分析、目標分析和系統定義等部分；同樣地需經過充分的討論與修正，再進入系統設計階段。

### (三) 系統設計

系統設計的主要目的，乃是解決“如何做”的問題，它是為實現系統分析階段提出的邏輯模式所作的各種技術考慮和設計，亦即提出系統的物理模式，主要包括系統模組結構設計、代碼設計、輸入輸出設計、資料庫、圖形庫設

計和模組設計；此外，亦需加以討論及修正後，再進入系統實施階段。

### (四) 系統實施

系統實施是真正解決“具體做”的問題，它是系統付諸實現的實踐階段，也是系統研發的重要階段。系統實施階段，是具體實現系統設計階段形成的物理模式，它主要包括準備軟、硬體、流程編制與調試、資料收集與準備和系統測試等。

### (五) 系統評估和維護

系統實施階段的完成，代表系統可以運行，在系統運行中，系統內、外環境的變化，各種人為及機器的因素影響，要求系統能夠適應這種變化，不斷地改善；因此，必須進行系統的維護，使系統具有永久的生命力，當系統不能滿足要求時，必須提出研發或修改新系統的要求；此外，對於研發的系統進行評估，也是不可或缺的過程；通過評估，檢查系統是否達到預期的目標及系統運行的可靠性、穩定性及實用性等。

上述五階段，即是集水區科學管理資訊系統由研發到完成的全部生命週

期，由此可見：資訊系統的研發是一項相當複雜的項目，必需用系統方法、系統工程的觀點來指導整個研發過程，才能研發出成功的資訊系統，以符合實際集水區科學管理管理的需要。

### 三、集水區科學管理資訊系統的可行性分析

可行性分析是研發系統的必要性及實現目標的可能性，從技術、經濟和社會因素方面進行分析，以確定研發資訊系統的可能性。

#### (一)必要性分析

鑒於現行集水區經營存在的問題，研擬出開發集水區科學管理資訊系統的設想，其主要作用乃在於：

1. 實現對集水區內資源與環境資訊的貯存、查詢及統計的電腦管理，以節省大量的人力、財力和物力。
2. 實現對集水區內資源和環境資訊的綜合分析，利於闡明各影響因素間的相互關係，從而合理評估各因素對自然、經濟和社會的影響。
3. 實現資訊共享的目的，因為資訊系統中的資訊均經過標準（規範）化處理，並統一管理，因此很容易達成資訊的共享。
4. 實現資訊的動態更新。資訊系統中的資訊可以隨時更新，可達及時性（real time）的效果。
5. 實現決策科學化。由各種已有的模式、方法，經過電腦的運算及分析，提供人們制訂出符合科學的決策。

綜上所述，研發集水區科學管理資訊系統是相當適切需要的。

#### (二)可行性分析

##### 1. 技術可行性

隨著電腦科技及地理資訊系統的普及化，各類資訊系統的研發以及空間關聯理論日趨成熟，加上已累積研發資訊系統的經驗和政府各研究部門的科技實力，對於研發集水區科學管理資訊系統的條件已臻成熟。

##### 2. 經濟可行性

就目前實際情形而言，對於研發資訊系統的主要費用乃在於購置硬體設備上，而目前硬體設備的價格，由於競爭者日眾，亦逐漸下降，因此利用現有設備並自行研發資訊系統，費用可大幅下降。而資訊系統的研發成功，投入運轉的經濟效益將十分可觀；因此，就經濟上而言，研發資訊系統是相當可行的。

##### 3. 社會可行性

近年來，由於基層水土保持單位迫切的需要，一般大眾也對資訊系統的重要性有充分的認知，在各級主管的大力支持下，已為資訊系統的研發創造了良好的環境。

綜上所述，從技術、經濟和社會因素的綜合考慮，研發集水區科學管理資訊系統是完全可行的。

### 四、集水區科學管理資訊系統的系統分析

系統分析的基本架構就是從系統觀點出發，通過對事物進行分析及歸納，

找出各種可行的方案，為系統設計提供依據；其任務是在明確系統目標的基礎上，開展對系統的深入調查、研究和分析，而後提出系統優化的重要步驟，它直接影響到系統設計的質量和實用性；因此，系統分析是一個十分關鍵的步驟。

### (一)結構系統分析 (Structured System Analysis)

結構系統分析乃利用一般系統工程分析方法和有關結構的概念，將其應用於資訊系統的設計，採用由上而下劃分模組，逐步求精的一種系統分析方法；此種結構化分析和設計的基本理念，包括下述各要點：

- 1.在研發資訊系統的各階段，都要貫穿系統的觀點。首先，從整體出發，考慮全部問題，在保證整體方案正確的條件下，按照由上而下，一層層地完成系統的研制，此為結構化理念的核心。
- 2.用結構化方法構架資訊系統的邏輯模式和物理模式，用此種方法研制的資訊系統，組成清晰、層次分明、容易調試和修改，是系統研制較為理想的工具。
- 3.結構化分析和設計的其他理念還包括：系統結構上的變化和功能上的改變，以及面對使用者的觀點等，這些都是衡量系統優劣的重要標準之一。

結構系統分析中，最主要的就是資料流程分析，它以邏輯的方式，表達系統的資料來源和走向，並提出系統中，各邏輯功能和聯結方式，可以使人們對系統的結構有一個清晰的認識。

### (二)資料流程分析

系統的資料流程反映出資料由蒐集、經過預備處理（整理），進入電腦系統，在系統中貯存、傳輸，並處理後，從系統中輸出的整個過程。進行資料流程分析最有力的工具是編製系統的資料流程圖（Data flow diagram）。它能圖形化地顯示出系統中資料的使用，表達資料在系統內部的邏輯流向。資料流程圖不僅使人們對整個系統的工作流程和組成有完整的概念，而且可對各種資料與處理過程間的相互關係有明確的瞭解。

由於集水區科學管理資訊系統涉及的資料內容、處理功能及應用問題的廣泛性和複雜性，需要用不同層次和不同詳細程度的資料流程圖，方能適當的描述資料流程的情形；這些層次主要包含一般資料流程圖（資料流程簡圖），廣義資料流程圖和系統資料流程圖三種。

#### 1.一般資料流程圖

一般資料流程圖是指任何一個資訊系統都具有的資料的輸入、處理和輸出的資料流程，利用它可以大致上瞭解資訊系統的全貌，瞭解資訊在資訊系統中的流動情形。圖2就是集水區科學管理資訊系統的一般資料流程圖。

#### 2.廣義資料流程圖

廣義資料流程圖是指除電腦系統外，還應包括各種資料的不斷蒐集、整理和更新資料，以確保電腦系統中資料的動態性。同時，還應包括電腦系統輸出結果的應用內容。因此，電腦系統只是此系統中的一個環節，而非全部。因此，廣義資料流程圖應包括系統資料，從資料來源、蒐集、整理進入電腦系



圖2. 集水區科學管理資訊系統資料流程概念圖

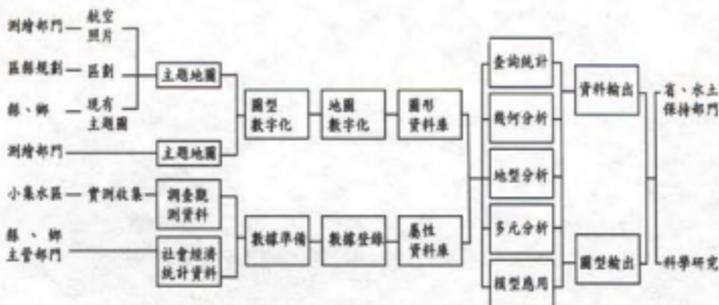


圖3. 集水區科學管理資訊系統一般資料流程圖

統，經過貯存、各種處理和輸出，一直到使用者應用的全部流動過程。而這種廣義資料流程圖具有比較粗略和宏觀的內容，是使用者比較關心的內容。圖3就是集水區科學管理資訊系統的廣義資料流程圖。

### 3.系統資料流程圖

系統資料流程圖主要在描述電腦資訊系統中，資料流動的情況，可以視為是廣義資料流程圖的局部放大或縮小；因此，系統資料流程圖將有助於詳細瞭解資料在資訊系統中的流動情況，同時它也是系統設計的依據。圖4是集水區科學管理資訊系統資料流程圖（邏輯結構圖）

## 五、集水區科學管理資訊系統的設計

集水區科學管理資訊系統的設計是整個資訊系統研發工作的核心，它的主要任務是將系統分析階段提出的系統邏輯模式轉化為相對應的物理模式，也就是把系統分析階段提出的

“做什麼”的問題縮小為“如何做”的問題；因此，集水區科學管理資訊系統的設計，正如工程設計一樣，它的優劣直接影響到系統的功能。

集水區科學管理資訊系統的設計採用最有效的模組化結構設計方法，即先把整個系統分解為若干模組（一個模組只執行一種功能），而後再將這些模組匯集起來組成一個整體，實現系統的功能。

### (一)集水區科學管理資訊系統的設計原則



圖4. 集水區科學管理資訊系統的邏輯結構

由於集水區科學管理資訊系統的設計，在該系統的研發中佔有重要的作用；因此，為使系統的設計，儘可能達到優化，就必需遵循一定的原則。

#### 1.系統性

系統將屬性資料管理子系統，圖形資料管理子系統及分析應用模式子系統有機的結合為一個整體，各種參數均可以相互進行傳輸。

#### 2.實用性

系統建立的最終目的是為生產實踐、科學研究教學服務，也就要求在系統的功能設計、資料的分類和規範等方面考慮實際情況的需要，以能夠滿足實際需要為原則，改變資訊貯存越多越好，具備功能越強越好的觀念。

#### 3.通用性

為使系統在較大範圍內能推廣應用，不受區域的限制，系統設計時所有的各種分析與應用模式的參數，均從參數文件中取得，以利於參數的修改。

#### 4.擴充性

在系統的設計中，採用模組化結構設計，它的特點是各模組的獨立性較強，模組的增加、減少或修改均對整個系統的影響很小，如此對於系統的改進及擴充相當方便，且使系統處於不斷完善的過程中。

### (二)集水區科學管理資訊系統的整體設計

集水區科學管理資訊系統的整體設計的主要任務是根據系統研發的目的來劃分系統的模組和確定系統的各組成成分，並說明它們在整個系統中的作用和相互關係，以及確定系統的軟、硬體設施。

### 1.系統的組成

集水區科學管理資訊系統，主要由五個子系統所組成：

- (1)集水區屬性資料管理子系統；
- (2)集水區圖形資料管理子系統；
- (3)集水區數位地形模式子系統；
- (4)集水區一般分析模式子系統；
- (5)集水區應用模式子系統。

系統的結構如圖5所示。



圖5. 集水區科學管理資訊系統結構圖

### 2.系統硬體配置

- 1.主機：IBM PC Pentium III系列或相容機型，內存640 KB以上；
- 2.硬碟：建議20 GB以上；
- 3.顯示卡：Color VGA；
- 4.滑鼠：光電式或機械式；
- 5.列印機：Laser Jet或Color Ink Jet；
- 6.數位板：精度在0.01mm以上

集水區科學管理資訊系統硬體配置，如圖6所示。



圖6. 集水區科學管理資訊系統硬體配置圖

### 3.系統設計語言

目前，各種電腦語言均有其優缺點，爲了吸取各高階語言的優點，採用混合語言編寫技術，茲以下述簡要說明系統設計所採用的優點及其特色：

#### 1.C++語言

C++是一個集編輯、編譯及執行於一體化的結構化語言，由於它具有結構性強、代碼清晰、圖形功能豐富、運算效率高及調試流程方便等優點而蔚爲風行。

#### 2.Visual Basic語言

Visual Basic語言是最近使用的一種高階語言，它具有簡單、易讀及易調試程序等優點而流行不衰，因此，採用Visual Basic c語言編制各模組間聯結及大部分決策方面的程序。

#### 3.ACCESS關聯性資料庫系統

ACCESS是目前流行且比較成熟的關聯性資料庫管理系統，它用一系列指令代替大量的編制程序，且具有貯存、查詢、統計及輸出各類關聯性表格的特點；採用ACCESS編寫屬性資料庫管理子系統。本系統是在Windows 95以上操作系統下所運行。

#### 4.資料結構

資料結構是指資料記錄的編排格式及資料間關係的描述。不同類型的資料，只按照一定資料結構進行組織，並將它對應到電腦儲存器中，才能進行存取、檢索、處理和分析，資料結構的好壞，直接影響到系統的效率、靈活性及通用性。因此，資料結構的設計是集水

區科學管理資訊系統設計中最關鍵，也是最基本的工作。

集水區科學管理資訊系統中，對於圖形資料採用網格和向量兩種資料結構。兩種資料結構各有其優劣，茲比較如下表：

資料結構項目	網格資料結構	向量資料結構
優點	1.資料結構簡單 2.空間資料分析較容易 3.利於與遙測資料配合應用和分析	1.精度高 2.貯存空間小 3.易於表達實體空間型態及相互關係
缺點	1.圖形資料量大 2.圖形解算精度差	1.資料結構複雜（含點、線、面） 2.對軟體要求相當高

爲了綜合以上兩種結構的優點，即保證高效率的空間資料及較高精度和多種輸入及輸出方式，本系統採用向量和網格資料並存表示和處理多種空間資料，並具有兩種資料格式轉換的功能，使系統具有較大的靈活性及適應性。

#### 5.系統功能

系統的功能，是使用者最關心，也是和整個系統的設計目標密切相關的。功能的多少及強弱直接影響到系統的價值，爲了表示系統內功能間的關係，採用由上而下的方法編制系統結構圖（如圖7所示）。由圖可知悉：本系統除了具有資料貯存、查詢、檢索、圖形運算、統計分析及圖形輸出外，尚有模式應用功能（土地利用規劃、土地資源評估及土壤沖蝕量預估），這些功能對於整個系統而言，是最爲重要的。

## 六、集水區屬性資料管理子系統

集水區屬性資料管理子系統爲貯

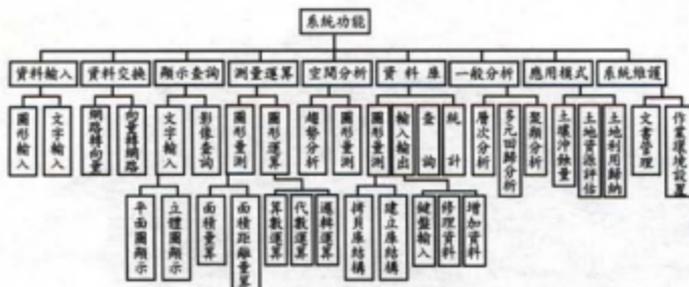


圖7. 集水區科學管理資訊系統功能結構圖

存、查詢、更新和統計集水區內的自然屬性和社會經濟情況而建立的一個關聯性資料庫。

### 1. 屬性資料的來源和類型

屬性資料管理子系統中，貯存怎樣的資料是在建立該子系統時，首先要解決的問題，貯存的資料類型將直接影響到子系統的使用價值。由於該子系統是直接為集水區科學管理提供服務；因此，根據集水區所具有的自然、社會經濟情況及集水區科學管理所涉及的因子加以考量，選取基本上能反應出集水區地形、地貌、土壤、植群、岩石、土壤沖蝕狀況、工程設施的分佈情況以及社會經濟情況等因素作為資料庫中的內容。

### 2. 編碼表

資料字典（編碼表）是建立屬性資料子系統中的一個重要內容，它是描述屬性資料管理子系統中，各資料屬性與組成的資料組合，資料字典為聯繫資料代碼和資料屬性的橋樑，它能方便使用者用資料代碼建立屬性資料庫，同時也利於屬性資料的輸出。

### 3. 屬性資料管理子系統的結構與功能

為滿足不同層次使用者的需求，本子系統不僅具有低層次的屬性資料貯存、查詢、檢索和統計的功能，而且還包括有資料更

新、資料庫與其他子系統進行資料傳輸的功能。使用者一方面可以任意擷取資料庫中的任何資料進行處理、製圖、分析、評估與決策，充分發揮資料庫中資料的價值；另一方面，經過圖形擷取得到的資料及分析、評估、決策模式運算的結果返回資料庫，以備其他模式使用或輸出，使資料庫由下而上的使用，發揮其功能（如圖8所示）。

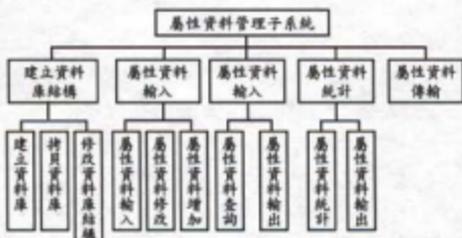


圖8. 屬性資料管理子系統功能結構圖

屬性資料管理子系統設計中，包括下述幾種功能：

#### (1) 建立資料庫結構

資料庫的具體型式，即為資料庫檔案，其過程，由兩部分所組成，即建立資料庫結構和鍵入資料。建立資料庫結

構，即定義資料庫中的欄位名稱、類型及其長度；同時對於具有相同資料庫結構的資料庫檔案或已建立的資料庫結構，能進行複製及更新或修改的功能。

#### (2) 屬性資料輸入

對於資料庫中，輸入屬性資料或對資料進行修改，或增加屬性資料。

#### (3) 屬性資料查詢

根據使用者所設定的條件，由資料庫中查詢出所需的記錄，並可將此結果以表格方式輸出。

#### (4) 屬性資料統計

根據使用者所設定的條件，對資料庫中的數字型態 (Numerical type) 進行統計分析可將結果輸出。

#### (5) 屬性資料傳輸

由資料庫中擷取任意屬性資料，產生統一的檔案格式，以供其他子系統使用。

#### 4. 屬性資料管理子系統的資料結構設計

本資料庫結構設計，根據小集水區 (野溪) 綜合治理立地 (生育地) 因子調查方法細則，並結合相關水土保持技術規範，建立以下的資料庫檔案。

##### (1) 集水區綜合治理立地因子資料庫

資料項目包括：集水區編號、區塊編號、地貌部位、土地利用現況、海拔、坡向、面積、母岩種類、土壤種類、土層厚度、植群組成、森林覆蓋率、沖蝕類型、程度、強度、面積及年平均沖蝕量。

##### (2) 集水區水土保持工程設施資料庫

資料項目包括：集水區編號、地塊編號、滯洪池數量及容積、埤塘數量及

容積、渠道總長、防砂壩、梯田等。

##### (3) 集水區林業、牧業措施現狀資料庫

資料項目包括：集水區編號、地塊編號、次生林樹種及面積、樹種平均高度、平均胸高直徑、鬱閉度、人工喬木林面積及樹種、林齡平均高度、胸高直徑、灌木林面積及樹種、覆蓋度、天然草地面積及草種、覆蓋度、改良草地面積、草種及覆蓋度、人工草地面積、草種及覆蓋度。

##### (4) 厚水區社會經濟資料庫

資料項目包括：年度、鄉名、村名、面積、戶數、人口、勞力、人口密度、平均每人佔耕地面積及總土地面積。

##### (5) 集水區河道主要特徵資料庫

資料項目包括：集水區編號、面積、河道密度及面積、河道特徵、平均溝深、寬度及長度、比降大小等。

##### (6) 集水區土地利用現狀資料庫

資料項目包括：鄉名、村名、面積、耕地、草地、園地、居民區、工礦、交通、水域特殊用地等。

##### (7) 集水區林業現狀資料庫

資料項目包括：鄉名、村名、用材林、保安林、經濟林、果園等。

##### (8) 集水區牧業現狀資料庫

資料項目包括：鄉名、村名、家禽、家畜、蜂、蠶等。

##### (9) 集水區副業現狀資料庫

資料項目包括：鄉名、村名、加工、編織、其他。

##### (10) 野溪分類資料庫

資料項目包括：鄉名、村名、野溪

編號、土石流、洪水災害、最大降雨量、河道縱坡、輸沙量、透水性、堵塞可能性、野溪類型、綜合指數等。

## 七、集水區圖形資料管理子系統

在集水區科學管理中，涉及到大量的主題圖形，如地形圖、土壤類型圖、植被圖、地質圖、土壤沖蝕程度、強度圖等，這些主題圖形各自從某一方面反映了集水區的自然特徵。以往採用人工處理這些圖形，費時費工且效率極低，更主要的是對圖形面積的估算、圖形的操作、圖形的套疊及運算等是相當困難的，而這些操作又是集水區科學管理中急需解決的問題。集水區圖形資料管理子系統的建立，就是利用電腦科技將圖形數化，使電腦處理後的圖形如同數值一般，以便於解決集水區科學管理中的各種問題。

### (一)圖形資料結構

圖形資料結構即是電腦貯存圖形資料的組織方式本系統有兩種類型，並具有資料格式相互轉換的功能。

1.向量資料結構  
向量資料結構是用一系列有序的平面座標點(X,Y)來表示圖形的基本之素點、線和多邊形，其具體型式如下：

#### (1)點狀要素

本系統用點狀要素表示村莊或特殊標記等，以(0,0)作為點結束的標誌。

#### (2)線狀要素

本系統用線狀要素表示鐵公路、河流、高壓線等，同樣以(0,0)表示線段結束的

標誌。

#### (3)多邊形要素

為本系統用得最普遍的圖形，亦以(0,0)為多邊形結束的標誌。

### 2.網格資料結構

網格資料結構就是用網格中的行、列交叉值來表示圖形要素，其值代表屬性。圖形資料主要來源出自各部門繪製的主題圖，主要包括：地形圖、土壤類型圖、地質圖、植被圖、土地利用現況圖等。

### (二)圖形資料管理子系統的結構與功能

圖形資料管理子系統由以下幾部分構成如圖9所示。

### (三)圖形資料管理子系統的構成

#### 1.圖形輸入

圖形輸入是圖形資料管理子系統中最基本的組成部分，它主要完成各種圖件的數化輸入、鍵盤輸入及掃描輸入；該部分包括以下幾個指令：

INPUT：點、及多邊形圖形的輸入，輸入的圖形檔以向量格式貯存。

EDIT：文件編輯器，可直接由鍵盤輸入網格資料。

INIT：初始化點、線及多邊形文件文件，為網格圖形分配行列空間。

#### 2.圖形變換

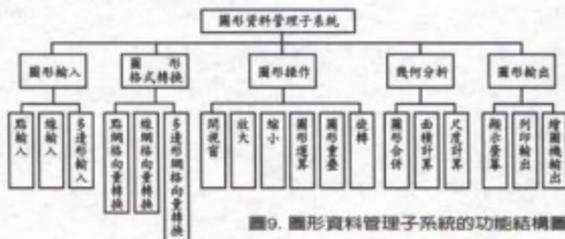


圖9. 圖形資料管理子系統的功能結構圖

主要是針對圖形貯存的兩種資料格式進行變換，該部分包括以幾個指令：

(1) 向量資料結構向網格資料結構轉換

POINTRAS：點向量圖形轉換為點網格圖形。

LINERAS：線向量圖形轉換為線網格圖形。

POLYRAS：多邊形向量圖形轉換為多邊形網格圖形。

(2) 網格資料結構向向量資料結構轉換

POINVEC：點網格圖形轉換為點向量圖形。

LINEVEC：線網格圖形轉換為線向量圖形。

POLYVEC：多邊形網格圖形轉換為多邊形向量圖形。

### 3. 圖形操作

圖形操作主要指對圖形的運算，包括以下幾個指令：

OVERLAY：兩幅網格圖形的重疊。

SCALAR：網格圖形與常數的。

TRANS：網格圖形的三角函數變換。

WINDOW：網格圖形的視窗。

EXPAND：網格圖形的放大。

CONTRACT：網格圖形的縮小。

CONECT：兩幅網格圖形的合併。

### 4. 幾何分析

幾何分析主要指對圖形完成一些諸如面積長度的量算及資訊擷取等操作：

EXTRACT：圖形資訊的擷取。

AREA：網格多邊形面積量算。

PERIM：網格多邊形周長量算。

DISTANCE：網格圖形兩點間距離量算。

### 5. 圖形輸出

圖形輸出由以下幾個指令所組成：

OUTSCR：在電腦螢幕上顯示網格圖形，並利用滑鼠在螢幕上描繪圖形。

PLOT：在螢幕上顯示向量圖形。

OUTRRN：從列表機之輸出網格圖形。

OUTPLOT：從繪圖機上輸出向量圖形。■

