

## 台灣省土壤污染資訊管理系統之建立

### Development of Information Management System for Soil Pollution in Taiwan

國立台灣大學農業工程學系教授

國立台灣大學農業工程學系研究助理

台灣省政府環境保護處處長

張尊國

曾潔明

李公哲

Tsun-Kuo Chang

Kit-Ming Tsang

Kung-Cheh Li

台灣省政府環境保護處科長

魏昇堂

Sheng-Tang Wei

台灣省政府環境保護處技正

蕭添印

Tian-Yinn Hsiao

台灣省政府環境保護處股長

洪義昌

Yih-Chang Horng

台灣省政府環境保護處技正

陳台輝

Tai-Hwe Chen

#### 摘要

本研究將土壤污染相關之空間及屬性資料蒐集並電腦化，進而利用地理資訊系統建構完成一個土壤污染資訊管理系統。傳統上，土壤污染相關調查資料記載方式冗長且不易明瞭其空間分佈關係，資料擷取費時，更新修改困難。而本研究所發展之系統有效整合了各種空間及屬性資料，資料之輸入、儲存、擷取、分析均能有效完成，提供土壤污染問題從業人員一個有利之工具。

關鍵詞：土壤污染，地理資訊系統。

#### ABSTRACT

The techniques of GIS was employed to create an information support system which store the geographically referenced data for solving problems encountered in soil pollution protection management. Conventional methods used to assess the data of soil pollution surveys are time consuming, difficult to update and repetitive. This soil pollution protection management system can provide a means for merging spatial and attribute data into

computerized data base systems; therefore allowing input, storage, retrieval and analysis of data. It offers a powerful tool for researchers to study the soil pollution problems.

Keywords : Soil pollution, Geographic information system.

## 前 言

土壤重金属污染調查方式由民國 72 年之 1600 公頃大樣區網格調查起，將全省之農地做了一次完整的概況調查涵蓋面積達 116 萬公頃同時針對該次之調查結果，將土壤中重金屬含量程度分為五級，當大樣區之調查結果為第四級或第五級時，再將大樣區劃分為十六個中樣區，即 100 公頃網格進行詳細之調查，當中樣區仍呈現第四或五級時再將中樣區劃分為 4 個小樣區進行，即 25 公頃網格調查，又當小樣區仍呈現第五級時，再將小樣區劃分 25 個以 1 公頃小網格進行細密調查，各地方環保局依此方式進行旨在徹底掌握全省土壤之實際污染狀況。目前調查工作尚進行中，但累積之資料量已經非常驚人，再加上調查資料有其時空特性僅以書面資料輔以簡單對照圖之傳統資料形式，甚難一窺目前污染情形之全貌，更難追蹤歷年污染之變化情況。對於土壤污染防治工作所投注之人力、物力所獲得之寶貴資料，未能資訊化充分加以利用，殊為可惜。土壤污染防治工作，現況調查僅為其中之一部份，如何能將相關資訊加以有效之整合，循序漸進，建立資訊管理系統，將監測、追蹤、控制、與預警連成一體，提升土壤污染防治工作績效，實為當前重要工作之一。

## 環保單位地理資訊系統發展之概況

環保資訊大多具有空間性，而其空間意義往往能帶給分析者更多、更好的分析結果。例如環境品質狀況分佈、污染源分佈、附近環境的狀況等，由其空間相關性往往可以輔助分析者選擇更適當的方案。地理資訊系統正是處理空間資訊的利器，在地理資訊系統中所儲存的空間資料除具有與一般資訊系統相同的屬性資料外，同時也記錄其空間位置，因此可依其屬性及空間的雙重特性及關聯性而處理分析，並以圖形及文、數字的

方式同時展示，得到一般資訊系統難以表達的空間意義。因此，將地理資訊系統應用於環保領域已漸成趨勢。

環保行政單位欲在人力以及經費有限狀況下能充份而迅速掌握各種環保資訊，分析相關環保問題，以制定妥善的防治對策，提升環境保護工作之執行效率及成效，於七十七年即開始致力環保資訊系統之發展，由整體規劃、整體設計循序發展環境保護作業支援資訊系統，並針對各級環保機關執行之環保業務項目分析其所需之資料與業務功能需求，規劃出五十三項功能，分為七項：環境品質監測網規劃設置、環境品質監測、環境品質研判分析、污染防治策略制訂、污染防治措施執行、環境影響評估、陳情及糾紛處理，規劃完成系統架構示意圖如圖 1 所示 [1] 。

有關土壤污染防治資訊系統為環保署整體資訊系統發展計畫中之一環，亦為土壤污染防治策略及執行方法項目中推動之重要工作要項，並於七十八年起委託中興大學規劃評估各種 GIS 電腦軟硬體之配備，建議全國土壤污染防治資訊系統的工作方法與步驟，及整合國土基本資料和其他污染資訊系統之應用架構 [2][3]，其後又委託衛適密公司繼續規劃土壤污染之資訊系統 [4]，台灣省政府環保處亦委託台大農工系發展土壤污染資訊管理系統 [5] 。



圖 1. 環保地理資訊系統架構示意圖

## 系統構建

### 1. 系統架構

資訊系統為利用電腦強大之記憶與運算功能，使得以往繁複的資料及計算步驟能透過電腦快速與精確的處理，提高效率，於資料處理過程中整合人、機器與作物方法，以實現一個特定功能的組合。本文探討之系統即建構在 ARC/INFO 上，整合歷年土壤重金屬調查資料、污染源、水圳、道路、農田等土地利用資料，發展成為具有查詢、搜尋、統計分析及資料管理等功能之土壤污染資訊管理系統，整體架構如圖 2 所示。

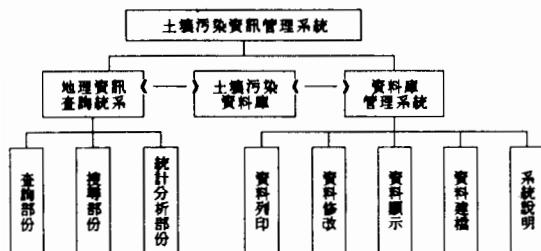


圖 2. 土壤污染資訊管理系統架構圖

### 2. 資料庫建立

目前國內之環境相關資料分屬於各級政府機關、事業單位、學術、研究機構。資料之種類、格式、儲存方式等格式不一。故有待各級相關主管機關投資人力、物力逐步建立，以落實環境資料庫之建立。為建立土壤污染資訊管理之資料庫，除土壤重金屬含量調查資料之外，所有相關之資料，包括道路、天然河系、行政界線、點污染源與土地利用狀況，皆為資料庫之基本元素，因此各類資料必須一一建立圖層資料，基於各業務單位有其職掌，及 GIS 之資料互通共享原則，各資料及圖層儘可能取自主管單位，本研究再加以格式轉化後整合。收集或建立之資料庫內容包括土壤重金屬含量調查網格、工廠位置圖、土地利用圖檔、鄉鎮界、道路、天然水系等圖層，如表 1 所列。茲就各類資料的建立方式分述如下：

#### A. 基本圖檔製作

數化 1/5000 航照圖時，包括鄉鎮界、道路、天然河系及污染源如工廠等四種圖素，在查詢系統中作為背景圖層，便於使用者對查詢區域地理環境之瞭解，此外尚可增加研判時之參考資料。其中，污染源為點資料，屬性資料檔中含工廠名

稱、業別資料，可作為預警模式中可能污染源搜尋之參考。其建立方法如下：

- (1) 道路、天然河系與行政界線等資料，以林務局農林航測所出版之全省 1/5000 像片基本圖清繪後數化，並將相鄰之圖幅加以連接。
- (2) 污染源工廠位置，除以 1/5000 航照圖上所標示之工廠直接數化外，及地方環保單位現地調查所補列之工廠，則以座標輸入或以現地調查圖數化其位置。其製作流程如圖 3 所示。

表 1. 圖層資料庫一覽表

圖層名稱	屬性資料項目	比例尺	資料來源
天然水系圖	水系編號	1/5000	農航所
土壤調查 網格圖 (重金屬含量)	採樣點編號 各項調查數據 及八種金屬 分級	1/5000	環保署 及環保處
土地利用圖	土地利用項目	1/5000	農航所
工廠分佈圖	工廠名稱 工廠類別	1/5000	農航所 及環保處
行政界線圖	鄉鎮代號	1/5000	農航所
道路圖一	重要道路	1/5000	農航所
道路圖二	次要道路	1/5000	農航所

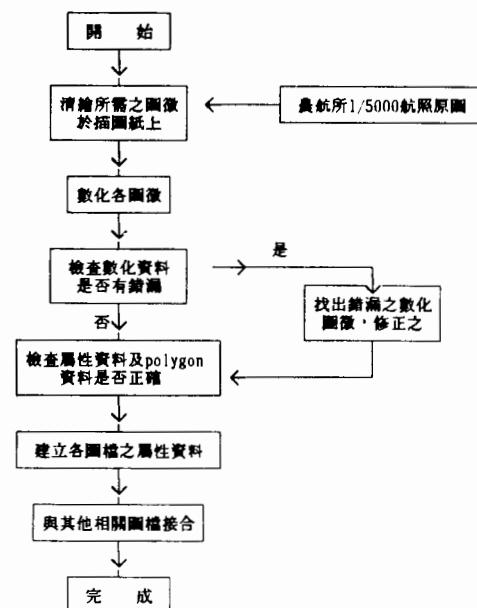


圖 3. 基本圖檔之製作流程圖

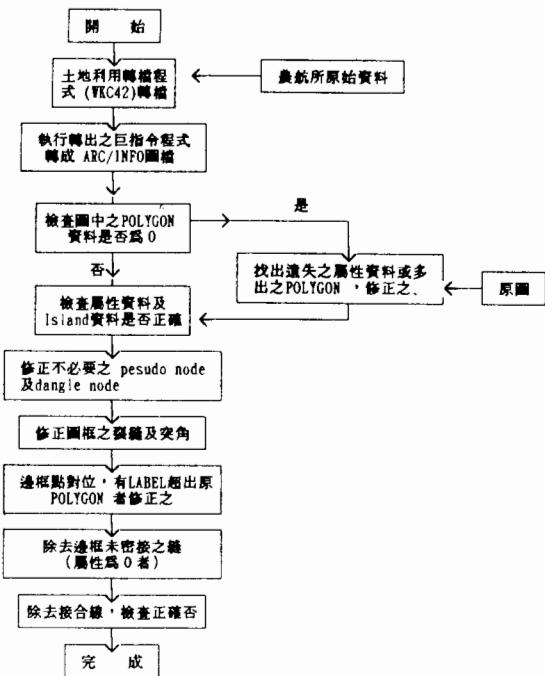


圖 4. 土地利用圖檔之製作流程圖

## B. 土地利用圖檔製作

將取自農林航測所磁帶上之數化資料切割為單一圖幅，大小範圍與 1/5000 像片基本圖相同，經轉換為 PC 格式，再以轉換程式 (WKC42. exe) 產生 PC ARC/INFO 可執行之巨集指令，執行後產生之圖層經與原始圖幅比對修正後方可使用，轉換修正流程見圖 4。農林航測所擁有全省平地部分共 3200 餘幅之數化檔案，提供本研究最基礎性之背景資料，土地利用分類方式多達 90 餘類，經整合後與土壤污染有關之分類簡化為農地、建地、河川、水圳、道路等五類別。

## C. 土壤重金屬含量資料檔製作

土壤污染資料，依調查資料，按特定之格式建立，並建立調查網格圖層，再將土壤污染調查資料套入網格之中，使圖面查詢時，能直接顯示各區之污染現況。另一方面，則利用 dBASE 套裝軟體，發展調查資料之電腦化檔案管理系統，使各類資料除圖面之展示查詢外，亦可查詢一般之數字資料，可同時供管理單位分析歷年之污染變化及分佈情況。

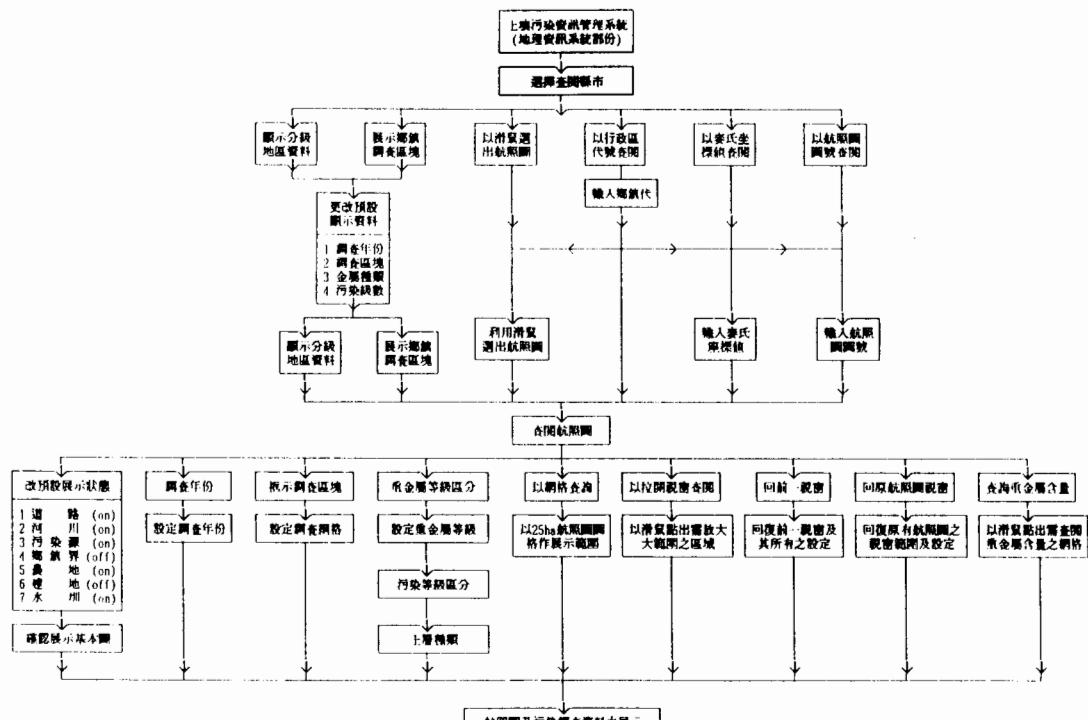


圖 5. 土壤污染資訊管理系統功能圖

## 系統功能

建構在 GIS 上所發展出之資訊系統，是否能被使用者接受，其本身操作之難易將是關鍵因素，目前的 GIS 軟體，雖具有強大的分析、展示、查詢等功能，但使用者卻面臨著使用不易之困擾，因此如何發展完善的使用者界面為成敗關鍵。

本系統設計理念首重將使用者觀點完成於設計中，並落實本土化中文作業環境，及預留擴充空間，充分利用 ARC/INFO 所具有之強大功能，將各種空間資料作各種形式之疊合、轉換、分割、鄰域、網格等運作 [6]，而使得各相關資料整合為一新的資料庫，可依各種設定狀況作相關空間之分析。基本功能有下列六項：

- (1) 選定資料層：用於選擇資料層並指定作用，可將資料視為背景或可查詢之資料。
- (2) 選屬性項目：選擇對應於查詢資料所需的資料項目，只有被選中的項目才能輸出。
- (3) 放大：放大某一小區域，以便查看細部資料分佈情形。
- (4) 特定放大：特定放大某一些多邊形或線條所涵蓋區域，例如可放大某一縣界所涵蓋地區。
- (5) 全視：恢復至最大圖幅的範圍，可了解整體分佈狀況。
- (6) 查詢：查詢又分為五種查詢，分別如下：
  - (A) 定點查詢：查詢單一空間單元的屬性，如某一測站的屬性。
  - (B) 範圍查詢：查詢落於某一矩形區內所有之屬性資料。
  - (C) 條件查詢：查詢合乎條件的資料及其分佈狀況。
  - (D) 繪圖查詢：以不同符號代表不同屬性，查詢其空間分佈狀況。
  - (E) 檔案查詢：直接查詢某一檔案之內容。

目前完成設計系統功能如圖 5 所示，各種功能之展示圖例（假設資料）如圖 6 至圖 11 所示。

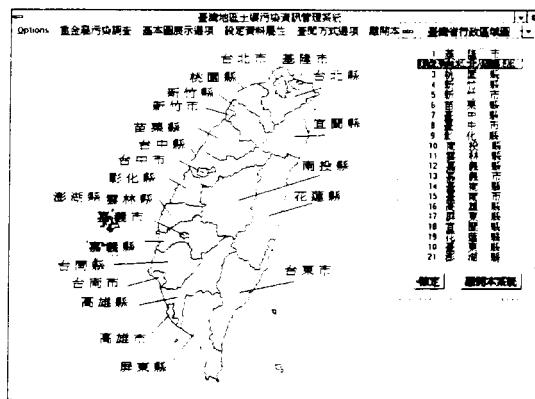


圖 6. 系統涵蓋範圖區域圖例

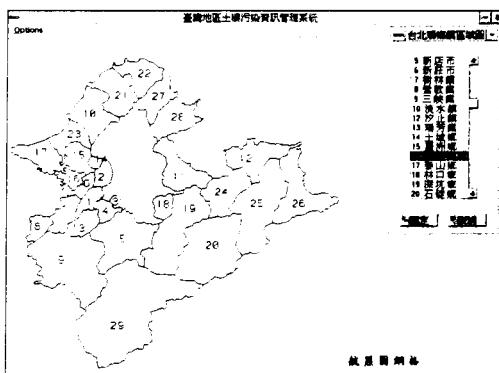


圖 7. 行政區界限、航照圖網格及採樣區域網格圖例

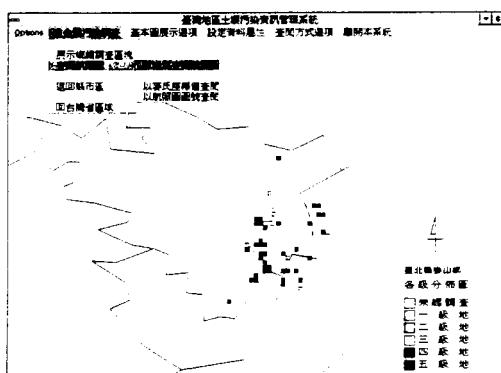


圖 8. 以鄉鎮調查區塊方式查詢採樣結果及含量等級分佈圖例

## 五、結論

1. 經由地理資訊系統之協助，可有效地將土壤污染管理之相關資料整合，進而發展為土壤污染資訊管理系統，將監測、追蹤、管理、規劃等工作有系統之緊密結合，並將工作執行之成果有效表達。
2. 空間數化圖層資料缺乏是所有發展 GIS 運用常遭遇之瓶頸，本系統利用農林航測所之土地利用數化檔案轉換成 ARC/INFO 系統所需格式，作為底圖再套疊污染源、河川、水圳、道路、行政界、調查網格等圖層，有效運用現有資源，大幅減輕數化工作量，並在短期內即突破此一瓶頸。
3. 由於有效利用現有之各種資料庫檔案，本研究發展之土壤污染資訊管理系統，並不需要龐大經費即能展現完整及強大之功能，大幅提升相關業務單位對管轄工作之掌控。
4. 發展之系統完全以使用者觀點為主，使用者不需記憶複雜的指令，不必依賴操作手冊，亦不必具備操作 GIS 技術，即可使用，由於便於使用，將更能發揮本系統之功能。
5. 若能結合更多相關資訊如灌溉系統、灌溉水質、土壤性質、土壤生產力、地籍、地號等，以擴充本系統功能，即可達到對土壤污染事件之及時掌控及預警之功能。

## 六、誌謝

本研究蒙行政院環保署、農林航測所、台大城鄉所提供資料及協助始得以順利完成，謹此誌謝。部分內容曾發表於第六屆環境規劃與管理研討會。

## 七、參考文獻

1. 蔣慧珍，「行政院環境保護署地理資訊系統發展之概況」，地理資訊通訊，第三卷，第四期，台北(1993)。
2. 林正銤，「台灣地區土壤污染防治資訊網路之規劃設計」，行政院環保署研究報告，EPA-79-004-06-048，台北(1990)。
3. 林正銤，「台灣地區土壤污染防治資訊系統建

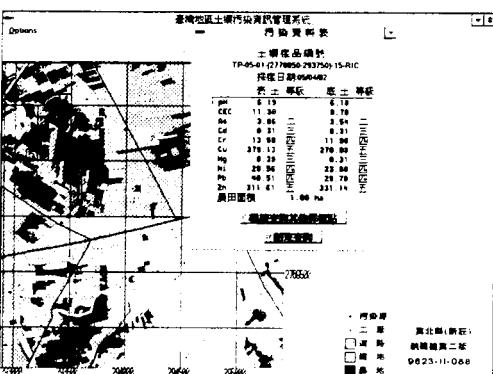


圖 10. 重金屬含量資料配合土地利用資料查詢圖例

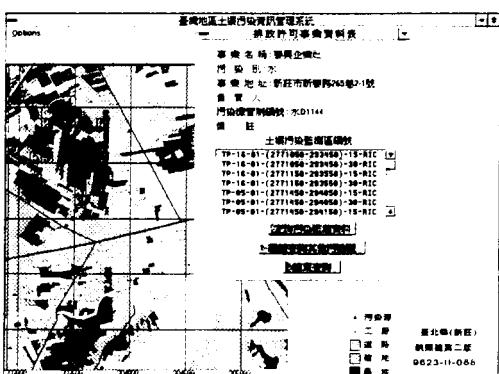


圖 11. 污染源列管資料查詢圖例

立」，行政院環保署研究報告，EPA-80-004-06-048，台北(1991)。

4.衛適密廢物減量科技有限公司，「台灣地區土壤污染防治系統規劃及土壤污染物管制標準研訂，第二冊規劃及建立土壤污染防治資訊管理系統」，EPA-82-H105-09-05，台北(1993)。

5.張尊國，「土壤污染資訊管理系統之建立」，

台灣省政府環保處委託計畫報告，台北(1993)。

5. ESPI, Understanding GIS, ESRI USA (1990)。

收稿日期：民國 84 年 12 月 20 日

修正日期：民國 85 年 4 月 5 日

接受日期：民國 85 年 4 月 15 日

---

(上接第 40 頁)

- 13, pp. 1-31(1991).
10. J. C. Ferreri, and M. A. Ventura, "On The Accuracy of Boundary Fitted Finite Difference Calculations", Int. J. For Numerical Method for Fluids, Vol.4, pp359-375, 1984.
11. B. F. Armaly, F. Durst, J. C. F. Pereial, and B. Schonung, "Experimental and Theoretical Investigation of Backward-Facing Step Flow", *J. Fluid Mech.*, Vol. 127, pp473-496, 1983.
12. Sang-Wook Kim, "A Fine Grid Finite Element Computation of Two-Dimensional High Reynolds Number Flows", *Computer and Fluids*, Vol. 16, pp429-444, 1988.
13. R. E. Hayes, K. Nandakumar, and H. Nasr-E1-Din, "Steady Laminar Flow in a 90 Degree Planar Branch", *Computer and Fluids*, Vol. 17, pp537-553, 1989.
14. D. Lee, and J. J. Chiu, "Computation of Physiological Bifurcation Flow Using a Patched Grid", *Computer and Fluids*, Vol. 21, pp519-535, 1992.
15. Braza M., P. Chassaing And H. HaMinh, "Numerical Study And Physical Analysis Of The Pressure And Velocity Field In The Near Wake Of A Circular Cylinder", *J. Fluid Mech.*, Vol. 150, pp80-129, 1985.
16. R. Franke, W. Rodi, and Schonung, "Numerical Calculation of Laminar Vortex Shedding Flow Pass Cylinder", *J. Wind Eng. and Industrial Aerodynamics*, Vol. 35, pp237-257, 1990.

收稿日期：民國 84 年 5 月 20 日

接受日期：民國 85 年 1 月 9 日