

環境地理資訊系統的發展與推動策略

The Strategy for the Development of Environmental Geographic Information Systems

陳熙灝 Howard S. H. Chen* 朱雨其 Yu-Chi Chu** 惠 龍 Lung Huei***

摘 要

本文主要討論環境地理資訊系統的發展策略，並針對系統的生命週期與資料品質等相關課題加以探討。發展策略中包括了資料生產、規範標準、遙測資料的整合、應用系統開發、運作管理維護等主題。我們將傳統瀑布式模型的系統生命週期加以調整，以配合地理資訊系統發展之特性。由於資料品質攸關整體系統的成敗，資料的正確性、完整性、一致性及可能的控制方法，在文中亦被討論。文末並提出二項資訊技術，探討其結合到環境地理資訊系統之可行性。

Abstract

The purpose of this paper is to discuss the strategy for the development of environmental geographic information systems, EGIS. The discussion focuses on five topics including data generation, standards, integration of remote sensing, application system development, operation and maintenance. The life cycle of the system and the data quality are also explored. We extended the conventional "water-fall" life cycle model to meet the characteristic of geographic information systems. Since the data quality is a critical factor in the geographic information systems, we also highlight the quality control approach for the correctness, completeness and consistency of data. Finally, two future directions in information technology for the EGIS are proposed.

關鍵詞：環境保護、地理資訊系統、策略、生命週期、資料品質

Keywords: Environmental protection, geographic information system, strategy, life cycle, data quality.

* 行政院環境保護署 處長

** 行政院環境保護署 科長

*** 行政院環境保護署 設計師

一、緒論

資訊科技近幾年來在協助環境保護業務的推展上提供了極大的助益；透過電腦軟硬體設備及通訊技術，使得大量的環境資料得以作適當的管理與分析。

環境保護工作的目標在於提供人們良好的生活品質，是以對環境空間資訊的掌握乃成為環保工作推行上的一項重要課題。環保署自民國八十年起開始引用地理資訊系統技術協助業務的推展，並負責國土資訊系統環境品質資料庫分組的召集與策劃工作。目前在空間資料蒐集建檔及應用系統開發方面已具若干成果。發展環境地理資訊系統是整體環保資訊系統的一環[1]；利用地理資訊系統空間資訊的分析及圖形與文數字共同展示的能力，整合環保單位分年建立的資料，將可有效支援環境管理策略的制定，進而改善國家整體的環境品質。本文擬針對現階段環境地理資訊的發展的策略及相關課題加以探討。本文結構如下：第二章討論環境地理資訊系統發展策略，第三章探討系統生命週期與資料品質，第四章則討論與未來資訊技術的結合，第五章作結論。

二、發展策略之研訂

§ 2-1 多元性的資料生產與整合

資料生產是地理資訊系統的基本要件之一，對環境地理資訊的發展，我們將由各個不同的方向來生產與整合資料，整個資料庫除了傳統的屬性與圖形資料，尚包括影像與遙測的資料，其架構如圖一，我們擬採取下列措施來達到目標：

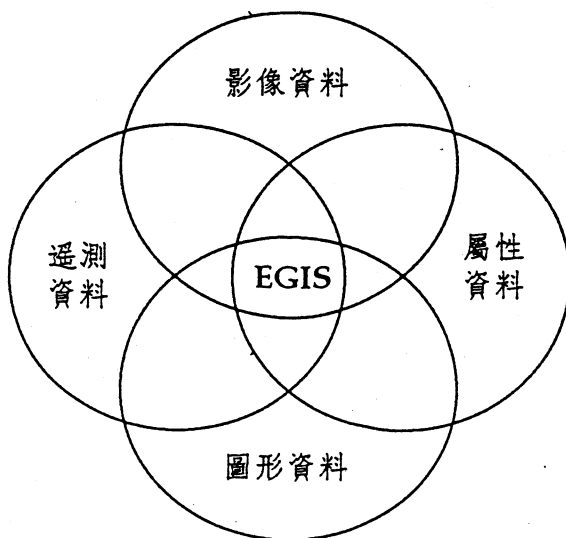
- 健全資料蒐集系統，加強自動監測資料之供給，建立資料更新之作業制度。
- 結合GPS衛星定位系統，快速取得污染源之位置座標。
- 配合國家太空計畫，加入中央大學之衛星遙測實驗室(SRSL)定期取得遙測資料，透過電腦處理、掌握環境變遷。
- 與外部資料生產單位，維持供需關係。

§ 2-2 建立環境地理資訊系統標準

環保機關建置與應用地理資訊系統，應該參考一致性的標準。這些標準包括軟硬體、資料及其它地理資訊系統構成元件，以期能增進資料的共享，及系統的彈性化。環境地理資訊系統的標準將架構在國土資訊系統的標準之下，對於環境保護領域內一些

特性將額外訂出其相關的標準。在空間性質的標準上，將著重於以下的項目：

- 數化空間性資料的結構
- 資料的定義及其特性
- 資料交換的格式
- 資料品質



圖一：環境地理資料構成

近年來電腦軟硬體架構漸漸趨向開放性標準，為了使各級環保單位在運用上可以有更多的選擇。某些情況下，這些標準將扮演一種導引(guidance)的角色，而不是一強制性的規定[2]。其次，我們也考慮研訂一種教育訓練的導引模式，希望能以最經濟而有效的方式將地理資訊系統的知識及應用模式在環保機關廣為傳布。

§ 2-3 結合遙測影像資料：

在環保業務的推展上，對環境現況及其變遷情形之掌握，是一項十分重要的資訊。利用對遙測資料的判釋，來作前述的環境監測，在國外先進國家已行之有年。國內目前較常用的遙測判釋資料有航空照片及衛星影像資料，基於時效上的考量，我們特別著重在衛星影像資料的引用，我們擬採取下列措施，來有效運用遙測資料：

- 將遙測資料視為是整體資訊系統中的一部份，並積極與現有地理資訊系統作整合。
- 研訂遙測資料運用導引，推廣各級環保單位能廣為運用。

- 加強判釋人力之培訓，特別著重於環境變遷之偵測，污染辨識及影像處理技術之提昇。
- 持續蒐集歷年資料，針對環境保護之標的，逐步建立遙測影像資料庫。

§ 2-4 任務導向的應用系統

環境地理資訊應用系統的發展，必須與環保業務的應用目的相契合。環保業務錯綜繁複，從環境影響評估到污染源列管，從廢棄物清除到飲用水管理，各項工作的性質或有差異，但目標一致。環境地理資訊系統要能夠支援各個性質的推展，我們擬採取下列的推動措施：

- 積極協助署內各單位建立其應用地理資訊系統之作業模式，結合各業務處施政措施積極開發各項應用系統。依細部業務模式，建立自動化較高之環保資訊應用模式。
- 提供圖籍資料的使用環境，定期出版各式環保相關之主題圖，期能激發潛在需求。
- 輔導省市縣政府環保單位建立其自身之環境資訊系統。
- 將發展判斷多而複雜之模式列為遠程目標，逐步發展專家系統配合地理資訊系統，以完成業務模式之需求。例如，污染擴散模式，防災模式等。

§ 2-5 運作管理與維護

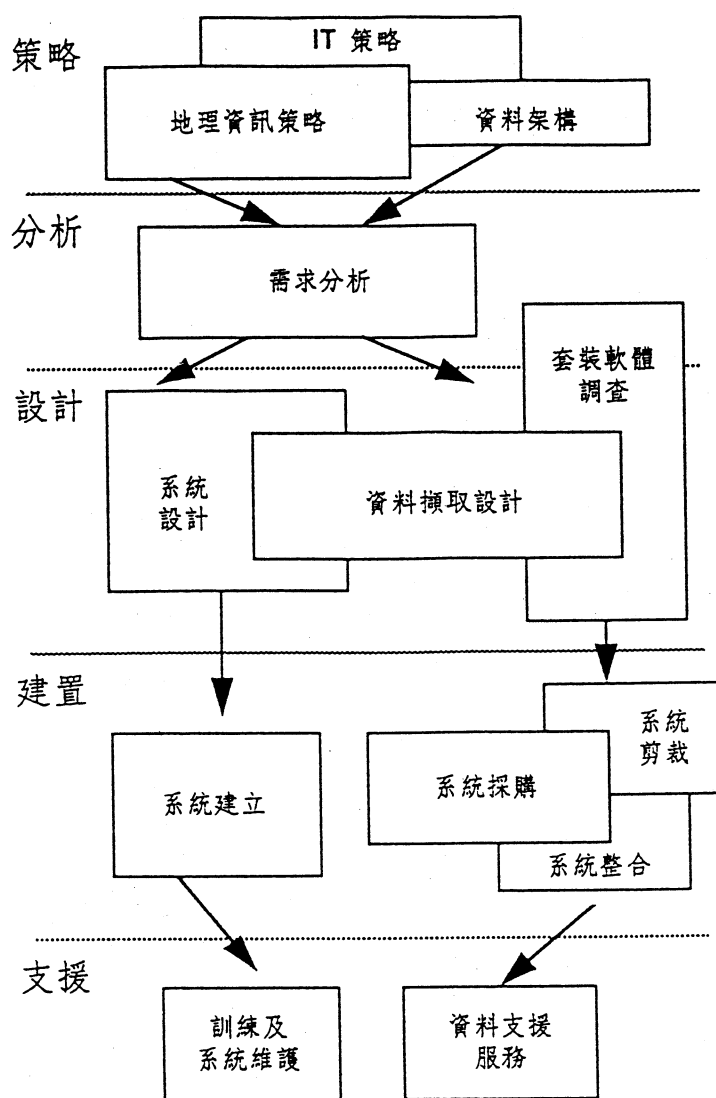
任何資訊系統在建置完成後，接續的運作管理與維護，才是系統成敗的關鍵。就資訊系統的生命週期來看，維護的成本通常超過50% [6]。是以如何妥善的運轉環境地理資訊系統，使其能落實於環保業務上，是一項重要的課題。以下是我們擬採取的一些措施：

- 加強內部與外部網路功能，與其它單位透由數據線路傳輸資料，減少資料交換之耗時。
- 積極充實資料內容，大量及固定性之數化建檔工作委外作業，持續性辦理資料更新，保持系統活力。
- 協助署內各單位操作系統，同時訓練內部人員使用系統，對地方有關人員加強地理資訊系統之訓練。技術性人員送國內外學術機構輪訓，提昇技術層次。
- 發覺問題及研究新運用方向，積極引進新觀念與技術。

三、系統生命週期與資料品質

§ 3-1 環境地理資訊系統的生命週期

傳統的資訊系統生命週期，多採用瀑布式模式(water-fall model)，它通常包括了需求分析、規格擬定、設計、程式製作、測試與維護等發展階段。針對地理資訊系統在應用上的特性，我們將傳統的瀑布式模式作了一些調整，如圖二，其各個階段描述如下：



圖二：環境地理資訊系統生命週期

1．策略：包括組織中資訊技術的策略、地理資訊的策略、資料架構；研訂出整合性的發展策略。在研訂過程中，要能與組織內外整體的資訊政策相契合。

2．分析：主要重點是需求分析，在分析時應該掌握真正的需求是什麼，而不是系統功能達到什麼。對需求作明確的定義將有助於瞭解使用者對系統的期望及系統真正的範圍(scope)。

3．設計：系統的設計階段要確定整個系統的架構及各個模組的功能定義。包括了資料的擷取設計及規劃。在這個階段通常可以一個雛型(prototype)來初步驗證系統的功能。

4．建置：在建置階段將完成程式的編撰，測試及資料灌錄等工作。假設購置套裝軟體，則必需針對系統作剪裁調整及整合的工作。

5．支援：包括了軟體與資料的維護更新，在這個階段要配合健全的管理作業制度及持續的教育訓練，才能事竟全功。

§ 3-2 資料品質控制

任何資訊系統的最終目的乃是要提供人們正確而有用的資訊，地理資訊系統也不例外。經驗上，地理資訊系統在資料蒐集的成本通常都超50%以上[5]，假設這些資料在處理的過程中沒有加以良好的品質控制，則所產生的資訊其可信度便值得存疑。一般而言，在地理資訊系統的範疇內討論資料品質有二個主題，一是地圖本身的品質，另一是資訊化的品質，本文僅針對後者作討論。我們嚐試從軟體工程的角度來探討資料的正確性(correctness)，完整性(completeness)與一致性(consistency)。

資料的正確性，指在資料庫的圖形與屬性資料要能夠正確的表達真實世界，例如圖形檔中的一個點，其屬性資料標示為污水排放口，但實際上是一根煙囪，這就是明顯的資料不正確。此外，由於正確性還涉及到時間的因素(timeline)，某一項資料在某一時間點是正確的，但在現在的時間點可能變得不正確。所以在對資料作正確性的驗證時，需要設定一個時間點，因為真實世界是持續在變動的。通常正確性的驗證需要相當的人力與時間，但可以結合一些自動化的作法，例如將已存在資料檔與新建立之資料作勾稽比對，以減少驗證的時間。

資料的完整性，係指在資料轉換過程中是否遺漏了某些訊息，例如數化原圖上本來有200個重要地標，但只輸入了175個，則發生資料不完整的情形。由於真實世界是持續變動的，資料完整性的驗證只能與轉換建檔時的原始圖籍與紀錄作比對，而不能

與真實世界作比對，而且在驗證時，要先設定若干準則(criteria)，否則將無法掌握整個驗證或確認的成本。

資料的一致性，通常是存在不同資料庫之間的一種衝突問題。即使在同一組織內，同一資料項目基於某些因素，可能同時存在二個資料庫內，但假設資料庫的交易管理無法控制得宜，則很容易發生資料不一致的情況。資料一致性的驗證，有賴於組織內部資料庫管理策略能作有效的控制；基本上，有一些問題可以透過適當的軟體技術來克服。

四、未來資訊技術的結合

§ 4-1 多資料庫(multidatabase)的整合技術：

愈來愈多的企業機構，政府部門及學術單位已經將他們日常所管理的資料加以電腦化，這些電腦化的結果通常都包括了資料庫系統，於是如何快速，有效地分享彼此資料庫中的資訊，便成為重要的課題。一般而言，環境問題錯綜複雜，對於廣泛層面的資訊需求更是殷切，是以宜有適當的措施滿足此需求。

多資料庫系統是一種特殊的分散式系統，它允許使用者很容易的取得不同區域性資料庫中的資訊。多資料庫系統與分散式資料庫系統最大的不同在於它允許各區域性資料庫擁有完全的自主性(site autonomy)。我們認為國土資訊系統可以一種異質性(heterogeneous)多資料庫的環境，各個分組之內又形成另一個多資料庫系統。目前多資料庫系統尚存在許多問題待克服，例如各資料庫之間綱要衝突(schema conflict)、交易管理(transaction management)及並時控制(concurrency control)等等，但目前已有一些模式，如Global Schema Multidatabase, Federated Database的研究成果日趨成熟[4]，我們認為未來結合多資料庫的技術來協助國土資訊共享是值得探討的方向。

§ 4-2 模糊集理論的應用

模糊集(Fuzzy set)理論係由Zadeh氏於1965所提出，倡議以模糊邏輯來替代傳統中二值邏輯[7]，目前正廣泛地被應用在電腦科學及自動控制等領域。在地理資訊系統中通常是以一條線來嚴謹的區隔二個不同性質的分類，例如地質、土壤等等，但是在真實世界中顯然不是如此的嚴謹，而模糊集理論似乎可以提供一種較接近真實世界的表示方式。藉由空間實體隸屬度(membership grade)的方式，Burrough氏曾依據模糊理論來推導土壤的分類[3]。除了在分類上的應用，模糊理論對決策制訂亦可以有相當的輔助

[8]。我們認為未來模糊理論不僅在遙測影像判釋、污染源分佈的偵測等應用上可以與地理資訊系統結合，甚至可能應用在決策支援的領域。

五、結論

本文提出發展環境地理資訊系統的一些策略並探討相關課題。環保工作是整合性科技性的工作，環保單位在現今的行政組織架構下，必須發揮既分工又合作的精神，在資料流通及處理程序上能有效整合得到充份的資訊，方能制定並執行有效的工作。

在推動環境地理資訊系統的過程中，業務單位與資訊單位要能相互了解與密切合作，使環境地理資訊系統的功能與環保工作密切結合；並整合各級環保單位資訊發展的方向及其地理資訊系統發展計畫，使環境地理資訊系統得以由中央至地方都可完全順利運作，以發揮全面性的功效。環境地理資訊系統的建置在直接效益上，包括人力的精簡、資料處理時間的減少及資源運用效率的提高等等，而其獲得的間接效益，包括環境品質的有效改善、各項方案中數據的科學化以及公信力的提昇等等，則非金錢所能衡量。

參考文獻

- [1] 行政院環境保護署，環境保護資訊系統規劃，1991.
- [2] USEPA, Geographic Information Systems Guideline Document, 1989.
- [3] Burrough, P. A., "Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation," J. of Soil Science, vol. 40, pp. 477-492, 1989.
- [4] Harson, A. R. and M. W. Bright, "Multidatabase system: an advanced concept in handling distributed data," Advances in Computers, vol. 32, pp. 150-195, 1991.
- [5] Montgomery, G. E. and H. C. Hchuch, GIS Data Conversion Handbook, GIS world Inc., 1993.
- [6] Pressman, R. S., Software Engineering: A Practitioner's Approach, 3/e., McGraw-hill, 1992.
- [7] Zadeh, L. A., "Fuzzy sets," Information and Control, vol. 8, pp. 338-353, 1965.
- [8] Zimmermann, H. J., Fuzzy Set Theory and Its Applications, 2/e., Kluwa Academic Publishers, 1991.