

環境資訊系統—現況與未來發展

朱雨其*

摘 要

環境保護工作的推展，首要在環境現況資訊的掌握，而這些資訊不應只限於狹義的環境品質資料，更應該包括生態保育、甚至社經人文方面的資料，如此才能提供環保政策與法規研訂工作完整的支援。我國環境基本法施行後，對環境資訊系統之作用，提出原則性規範。本文首先定義環境資訊系統，並說明環境資訊系統之分類與特性。其次，就環保署環境資訊系統之運用現況提出說明，並對執行面之困難進行剖析探究。另對現行環境資料蒐集及管理面所衍生的相關問題，提出系統性的描述與說明。概要性介紹環保署近期重要資訊發展計畫之內容成果，包括環境資料庫計畫及具有跨機關資訊整合效益之環境水質監測資訊整合系統。針對企業部門之環境管理資訊系統，本文從系統整合觀點說明若干子系統之功能及其對企業部門所能提供之效益。再者，從公部門角度就制度面、技術面及應用面等，提出環境資訊系統未來發展方向，並嘗試釐清資訊公開課題與環境資訊系統之本質及關聯。

【關鍵字】環境資訊系統、環境資料庫、資料整合

*行政院環境保護署環境監測及資訊處 副處長

一、前言

環境保護工作錯綜複雜，從日常生活的垃圾處理到全球大氣環境的變遷都是環保工作的範疇。面對如此多樣化與繁複的工作，資訊科技已然是不可或缺的工具。環境保護工作的推展，首要在環境現況資訊的掌握，而這些資訊不應只限於狹義的環境品質資料如空氣污染、水質污染等資料，更應該包括生態保育、甚至社經人文方面的資料，如此才能提供環保政策與法規研訂工作完整的支援。廣義性的環境相關資料，均散置在各業務主管機關如經濟部、農委會、主計處等。往昔由於網路與資料庫連結技術及網路頻寬等限制，想要在線上擷取或查詢這些資料，並不容易。網際網路與資料庫技術之運用日趨成熟，以網際網路為主軸的多元化資訊時代已然成形，在可預見的將來，所有的個人裝置均將與網路連結，而所有的資訊服務也將透過網路遂行。當然，公部門的政務管理工作及對人民所提供的服務，更不能自外於這波潮流。

我國「環境基本法」於 2002 年底完成立法，環境基本法之定位猶如環境保護領域的憲法，對政府及國民提供通盤性與原則性的規範。該法第十五條規定：

各級政府對於轄區內之自然、社會及人文環境狀況，應予蒐集、調查及評估，建立環境資訊系統，並供查詢。

前項環境資訊，應定期公開。

這是「環境資訊系統」首次見於我國法令。由此可見，環境基本法已體認「環境資訊」之蒐集、建立對環保工作推動的重要性，同時也考量到國民「知」的權利。但什麼是「環境資訊系統」？它可有明確的範圍？系統的內容應含括哪些主題？這些問題必須加以適切地定義及規範，各級政府及全體國民方能有所依循。

本文第二節將由內容、功能及目的等面向定義環境資訊系統，以明確標定其範圍。第三節將環境資訊系統分類，並探討環境資訊系統之特性。第四節針對環保署目前資訊應用現況，作概括性介紹，包括幾個主要資訊系統之概要說明及該署近期重要資訊發展計畫描述。第五節說明企業環境資訊系統應具備之功能及其效益。第六節從公部門立場就制度面、技術面及應用面說明環境資訊系統未來發展方向，第七節結論。

二、環境資訊系統

環境資訊系統目前尚未有完整或一致性的定義，不論是電腦科學領域或是環境科學領域均尚未明確地定義這個名詞，或將其視為一門學域。依現有相關文獻的論述，大體將環境資訊系統界定為：用於環境管理、環境科學研究等與環境保護相關的資訊系統(環境保護領域為主要觀點的說法)；或是將其認定是一種管理資訊系統(management information systems, MIS)，用來管理與環境相關的資料(資訊科技領域為主要觀點的說法)。我們認為這兩種說法都屬於片面實證經驗的描述，只能掌握環境資訊系統部分涵義，對環境資訊系統確切的本質－內容、功能、目的等未能有效標定。

2.1 何謂環境

你或許常常聽到這類的對話：「台北○○區附近的居家環境很不錯」、「這個社區的治安環境不太好」、「這些年國內外的經濟環境很不好」、「台南七股附近的濕地是適合黑面琵鷺棲息的環境」，以及「台灣的教育環境很……」等。這些話裡都有「環境(environment)」這個詞，究竟什麼是環境呢？以上這些對話的環境指的是同一件事嗎？看看《辭海》對環境的解說：

環境：謂在生物周圍之一切事物，能貽生物以若干影響者^[1]。

《辭海》的解釋顯然是一種「概括式」的描述，這種方式雖可廣泛地將各種情況納入，但並不容易在實際作業面獲得支持--特別是公部門的法令執行會產生一定程度的困難。再看看 The New Webster's International Encyclopedia 的說法^[2]：

Environment: total of affecting or influencing circumstance surrounding an organism's growth and development. Temperature, other people, and food supply are some of the components of a person's environment. A flower's environment includes soil, animals that feed on it, and sunlight.

這個說法似乎側重自然環境，周延性有待商榷。若要完整明確地定義環境一詞，同時又能兼顧實際作業面的可行性，並不容易。倘無法對環境作適切的定義或是標定其範圍，則後續有關環境資訊系統的討論，將難以聚焦。

對環境的保護或是管理工作，大體上都牽涉公權力的執行。是以公部門如何界定環境，將是關鍵性因素，唯有形之於法令條文的定義，在公權力執行時才具有效力。我國環境保護法制作業自 1987 年行政院環境保護署成立後，雖有大幅進展，但對於環境一詞之定義，卻是在 2002 年環境基本法立法通過後，才有較明確的定義。環境基本法第二條對環境的定義如下：

本法所稱環境，係指影響人類生存與發展之各種天然資源及經過人為影響之自然因素總稱，包括陽光、空氣、水、土壤、陸地、礦產、森林、野生生物、景觀及遊憩、社會經濟、文化、人文史蹟、自然遺蹟及自然生態系統等。

環境基本法的定義，可以視作是兼採「概括式」與「列舉式」的立法體例。條文中指稱的各項環境物件(environmental objects)，如陽光、空氣、自然生態系統等，可以概分成「自然環境」與「人為環境」二大類。這些環境物件可以進一步擴充，並不限定於法條文所列舉者，例如河川、湖泊、動物等都屬於自然環境的物件，而工廠、醫院等，則是人為環境的物件。如此一來，我們可以在實際作業面對環境採行管理工作。例如：檢測河川湖泊的水質，進而採行水質保護措施；調查動物的數量及分布情形，採行合宜的保育措施；建立工廠基本資料，管制其排放污染行為。

當然，有些環境基本法中列舉之項目究竟屬不屬於環境範疇？其所對應的資訊系統是否可稱作是環境資訊系統？仁智互見，但基於環境基本法之定義可使環境資訊系統之範圍保持彈性，有助於其規劃設計階段的範疇界定及需求分析。

2.2 環境資訊系統定義

我們從內容、功能、目的等三個面向，對環境資訊系統作以下的定義：

環境資訊系統是一種以電腦科技為基礎的人機整合系統，經由適當的作業程序，處理與環境相關的資料，藉以支援人類掌握環境訊息、進而保護環境及管理環境的所有活動。

從內容面向看，環境資訊系統應至少包含電腦硬體、電腦軟體、人員、及資料等四個元素。一般來說，電腦硬體包括各式主機系統、伺服器、端末設備、各式週邊設施及網路通訊設備等。電腦軟體則包括系統軟體及應用軟體。人員則可概分成系統開發管理人員及系統使用者二大類。資料則以環境相關的資料為主。但為了使

環境資料能更清晰地呈現，也必須考量納入一些與環境資料非直接相關的資料，例如：爲了充分掌握工廠污染排放行爲，其相關製程及原料等資料也可能成爲系統的資料來源。

所謂功能，指的是環境資訊系統作哪些事。環境資訊系統是用來記錄、分類、組織、管理、及解釋環境資料，使得環境資料成爲具有意義的資訊。從字面上看，上述這些工作大體都可以運用資訊科技達成。但任何資訊系統在處理資料時，必須搭配合宜的作業程序及制度，才能有效地彰顯功能；環境資訊系統更是如此。舉例來說，目前各種水體(海洋、河川、湖泊.....)的水質檢測工作，分別由不同的機關執行，如果不能就相關作業程序、資料標準等訂定共同遵行的制度規範，則其資料之管理勢必發生困難，甚而影響環境資訊系統的功能。是以環境資訊系統之運作，並非單靠資訊科技，必須佐以適切之作業程序，方能克竟事功。

從目的來看，環境資訊系統係用以支援人類瞭解環境、保護環境、及管理環境的所有活動。例如：公部門利用環境資訊系統掌握環境現況，制訂政策以推行業務。而一般國民可藉由環境資訊系統瞭解日常生活所需之訊息。

由以上說明，可知環境資訊系統並不是單一個系統，或只是存在政府環保部門的一組資訊系統。它是一個總稱，廣義來說，所有用以支援環境管理活動的資訊系統都可以稱作環境資訊系統。舉例來說，學術研究機構以電腦所發展的「空氣品質擴散模式」是一種環境資訊系統，地方政府爲列管其境內之污染設施所建置的資訊系統也是一種環境資訊系統。

三、環境資訊系統的分類與特性

3.1 環境資訊系統的分類

1. 協助管理工作之環境資訊系統

廣義來說，各級環保機關爲了掌握其轄區內之各種污染設施，所建置各種管理性資訊系統；或是針對其轄區之環境物件，進行監測、調查等所建置之資訊系統，都屬於管理性的環境資訊系統。例如工廠排放污染物資料檔、環保機關要求工廠上網申報的資訊系統、空氣品質、水體水質、噪音監測等資料管理

96 環境資訊系統－現況與未來發展

系統，甚或是環保機關的網站系統等。

這類系統運用電腦蒐集、處理及儲存各式環境資料，同時搭配適當的作業程序及標準制度，是最廣泛、最基礎性的環境資訊系統。通常必須有設計完善的人機界面，需要大量的資料儲存設施及通訊網路設施。在處理功能方面，除了資料蒐集、組織、轉換、儲存等基本功能外，也要提供查詢、報表、繪圖等輸出性功能。

2. 支援決策之環境資訊系統

決策支援系統(decision support systems, DSS)已是資訊科技應用上相當成熟之領域。決策支援系統的實施關鍵在於完善的基本資料庫、資訊處理系統及對決策問題作明確完整的描述能力。在環境管理領域，相關決策行為所牽涉之層面及因素極為龐雜，同時常有不確定條件，是以不能單從學理面或技術面考量。

環境決策支援系統可以視為是環境資訊系統的高階應用形式，是在環境管理資訊系統基礎上，佐以各類資料分析工具軟體，將資料作進一步的整合、分析，以發現大量環境資料中所存有的訊息或知識，作為人們面臨環境管理決策問題時的輔助工具，以期提高決策的效率和科學性。例如：垃圾車清運最佳路線規劃系統、垃圾掩埋場選址決策支援系統等都屬於這類系統。其次，由於國民對環境意識日益高漲，民眾在購置房產時，或有需要對其標的物的環境條件先作評估，以作為購屋決策參考。是以政府有必要建置完善之環境資料庫及相關之資訊系統，這類系統之部分功能亦可視為環境決策支援系統之一環。

3. 模擬環境問題之環境資訊系統

運用電腦資訊科技模擬真實世界的環境現象，已有相當歷史。其主要作用係以電腦建立數值模型，研究環境物件或其過程各個變數間的相互關係。模型的主要用途，是對問題進行分析。模型建立後，有計畫地變動輸入參數，來模擬外界擾動或人為過程，以觀察回應情況。也可以通過改變模型的結構或參數，來預先模擬各種人為設施對環境可能產生的變化及影響。這類環境資訊系統通常有下列特性：(1)需有較高規格運算能力之硬體設備及特殊性軟體工具，(2)高

度依賴專業領域知識(domain knowledge)，(3)使用者有侷限性。目前廣泛應用於環境科學及工程領域，如：大氣中污染物擴散模式、水體中污染物擴散模型、活性污泥過程模型、沉澱池二維流場模型等。

由於環境資訊系統大多由公部門負責建置及應用，是以對現行政府部門在環境相關議題方面之業務權責分工，有必要先作說明。若以環境基本法第二條所定義的環境而言，就其列舉項目中之環保目前除環境保護機關外，自然保育工作係由農業機關主管(行政院農業委員會)，水業務的負責機關更是複雜(包括經濟部水利署、行政院農業委員會、行政院環境保護署等)。

就公部門目前所推動之重大資訊計畫中，與環境資訊系統關係較密切者係「國土資訊系統」。此項系統係由內政部於 1990 年間開始推動，根據內政部對「國土資訊系統」的定義如下^[3]：

國土資訊系統乃是結合全國各種具有空間分布特性之地理資料，以分工合作方式達到資料共享與多目標應用之整合性分散式地理資訊系統。

國土資訊系統分為 9 大資料庫分組，分別由各業務主管機關負責資料庫建置及維護工作。由以上定義可知，國土資訊系統基本上係著重地理資料的建置與分享，其現階段計畫成果中較為顯著者有：基本地形圖數化、地籍資料數化等工作。就系統屬性來看，國土資訊系統也是一種環境資訊系統。但環境資訊系統所涵括的範圍較國土資訊系統寬廣，除了空間地理資料外，環境資訊系統同時重視環境物件的屬性資料－特別是具有時間序列效應的監測性資料。

3.2 環境資訊系統的特性

相較其它領域的資訊系統，環境資訊系統有下列特性：

1. 環境資訊系統所處理的資料量大，資料型態複雜

環境資料有很多是長期性的觀測資料，例如空氣品質資料、水質監測資料等，長年累積的資料量具有相當規模。近年來觀測技術的多元化，使得環境資料的蒐集更加便捷。例如：目前以衛星等遙測工具所拍攝的地球影像資料，其每天所產生的資料量動輒以 Tera (10^{12} bytes) 為計算單位，經年累積之資料量極為可觀。其次，環境資料的型態極為多元，從文字、數字到圖形、影像、及聲

98 環境資訊系統－現況與未來發展

音等多媒體資料，都是環境資料存在的型態。

2.環境資訊系統的管理具有分散性

環境資料的蒐集、儲存及管理等工作，通常分散在各級政府部門、學術研究機構，或是私人企業，是以管理上與傳統集中式的資訊系統有所不同。這種特性使得環境資訊系統在對標準作業程序與相關制度的需求，至為殷切。

3.環境資訊系統具有高度異質性(heterogeneous)

包括硬體平台、軟體規格、及資料管理模式的異質性。各系統所使用的電腦硬體其廠牌、技術不盡相同。同一種環境資料在不同組織間可能用不同的名稱、不同的資料模式、不同的資料格式、及不同的表現方式處理。例如：相同的水質檢測項目(如：溶氧)，其資料小數點要計至幾位？若低於偵測極限時，要如何表現？在不同的系統可能有不同的作法。

4.環境資料通常具有時間－空間(spatio-temporal)相關性

對環境物件所為之監測、調查是長期性的工作，其資料具有時間序列效應，通常經過長期累積才能彰顯其效益。空間分布是環境資料最主要的特性，從基本地形圖、電子地圖、到衛星遙測影像資料，都屬於空間性資料。同時，時間資料與空間資料的交互作用也是環境資訊系統，例如空氣污染物擴散的時間與範圍、海洋遭受油污染時之影響範圍及時間歷程等，都必須有效整合時間與空間資料。

5.環境資料通常是動態的，具有不確定性

不論是自然環境或是人為環境，都會隨時間而產生變化，這些變化的結果，可能來自人為加工或是自然演化。是以環境資料是不斷在變化，其過程是動態的。人類必須藉由週期性的主動觀察，才能掌握環境變化的過程與結果。

6.環境資料的品質掌控較為困難

環境資料的生產過程較為複雜，例如：水質資料必須經過採樣、檢驗、分析等程序才能得到，其間任何環節都可能影響到資料之品質。其次，環境資料之量測單位也容易造成資料品質難以掌控，以空間資料來說，不同的座標系統、不同的比例尺，其呈現之意義即完全相異。有的污染物量測值以 ppb 為單位，

有的以 ppm 為單位，在資料蒐集及處理過程中稍有不慎，即產生錯誤。

四、環保署資訊應用現況

圖 1 是環保署整體網路作業環境。期於資訊安全考量，所有對一般大眾提供服務的資訊設施置放於服務區，包括環保署全球資訊網所提供之所有資訊服務。環保署之附屬機關(檢驗所、訓練所)、外埠單位(環境督察總隊及其所屬北、中、南三區大隊)及空氣品質自動監測站等定點設施，透過虛擬私有網路(virtual private network, VPN)與署本部連結。這種作法可以藉由署本部之資通安全設施提供適度保護，大幅降低附屬機關及監測站等相互連線時曝露在網際網路環境之風險，環保署是目前少數建構 VPN 之政府機關。內部網路則提供環保署內部各項行政資訊管理系統之主要作業平台，包括公文管理、會計管理等。

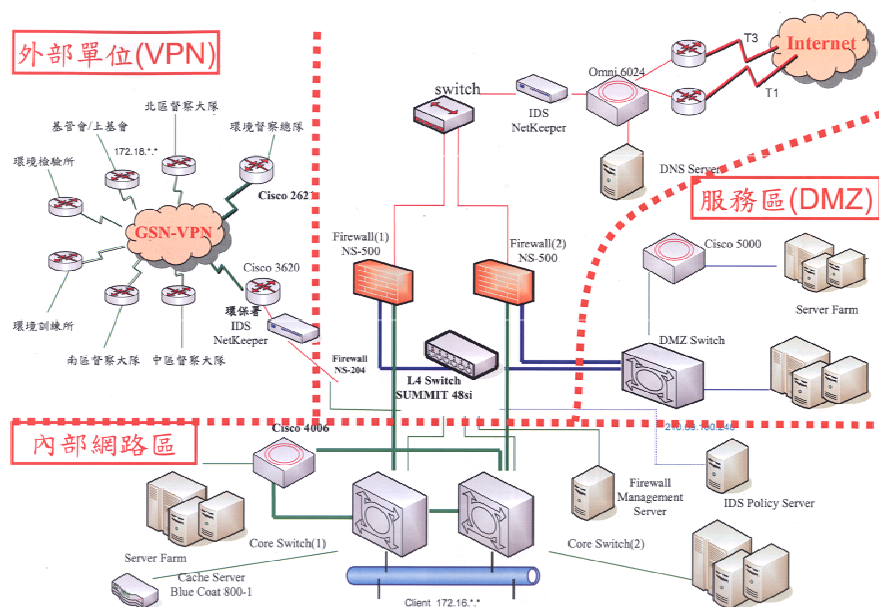


圖 1 環保署資訊網路連結示意圖

基於法令規定，部分業務單位要求污染源利用網路即時申報業務相關資料，如事業廢棄物之排出、清運及處理。由於具有時效性，其相關主機系統由業務單位委託中華電信網路服務代管。另有部分業務因具有長期委外之歷史背景，如機車定檢業務，其主機軟硬體及網路等資訊作業設施，係由受委辦機構負責操作管理。

4.1 主要資訊系統概況

根據 3.1 節對環境資訊系統之分類，本節擬就環保署現行協助環境管理工作之資訊系統中，列舉重要數項略作說明。同時我們也探討這些系統在功能面及應用面可能存在之窘境與挑戰。

4.1.1 空氣品質監測資料管理系統

環保署於全國各地設有 76 處空氣品質自動監測站，每小時由測站傳回監測資料，經過彙整運算後，即時將空氣品質資料上網。圖 2 描述本系統之整體運作架構，除了測站儀器設施之建置外，整體系統可分為測站端「資料傳輸」與中心端「資料處理」二大模組。

1. 資料傳輸模組之功能係將監測儀器所量測的資料準確無誤且即時地傳回環保署。每個測站設置一部資料伺服器，統籌資料蒐集工作，各儀器透過可程式邏輯控制單元(SoftPLC)與伺服器連結，資料伺服器除了蒐集資料外，也負責暫存一定時間之原始監測資料值，當網路連結發生故障而未能即時傳回資料時，軟體系統會定時判斷網路狀態，適時重傳資料。

測站本身構成一個獨立之乙太網路環境(Ethernet)，藉由政府骨幹網路與環保署連結，整體網路在前述之 VPN 環境下運作。配合防火牆等資訊安全管制措施，我們採行 XML+Web services 方式作為測站端與中心端資料傳輸格式與協定。為確保資料品質，測料傳輸模組在傳回資料前，先初步過濾有疑義之資料，並加以註記，以便傳回中心進行資料確認(data validation)。

2. 資料處理模組之功能包括了資料確認、資料運算、資料儲存、資料發布及後續之資料應用分析等。當監測資料傳回中心端時，資料接收及前處理系統對資料進行一系列之 QA/QC 作業，包括單一測項之資料合理性判斷，及鄰近測站彼此間資料合理性判斷，確認過後之資料再匯入空氣品質資料庫。資料查詢及展

示系統則將儲存於資料庫之資料依使用者需求，透過適當介面，提供資訊服務。所有關於測站儀器維修及檢校工作紀錄，則由測站資料管理系統負責處理，確保監測設施維運資料之完整性。空氣品質資料系統主要負責對資料進行管理性工作，包括週期性統計表報及資料備份等。

隨著空氣品質監測項目多元化，本系統所要處理之資料量快速增長，且資料型態日趨複雜，是以系統軟硬體之配置必須更加彈性靈活。再者，累積大量資料後，如何有效運用這些資料進一步分析，或是利用資料探勘(data mining)技術，發掘潛藏之有用訊息，應是本系統亟待發展的課題。

4.1.2 列管污染源管理及申報業務系統

針對列管污染源以電腦建檔管理之作法，在環保署行之有年。目前環保署各主管單位對其所負責業務中有關污染源之管理，大都建置有資訊系統。例如，空保處有「固定空氣污染源管理資訊系統」^[4]，毒管處有「毒性化學物質網路申報系統」^[5]，廢管處有「事業廢棄物申報系統」^[6]；其它林林總總類似之資訊系統合計約有十餘項。這些資訊系統大體上係因應各單位業務需要，由各業務單位併同較大規模之委辦計畫中執行，通常各自獨立作業，隨管理制度之差異及更迭，資訊系統之作業模式各有不同，是以資訊系統所能發揮之效益，因著法令規範及制度設計有所差異。

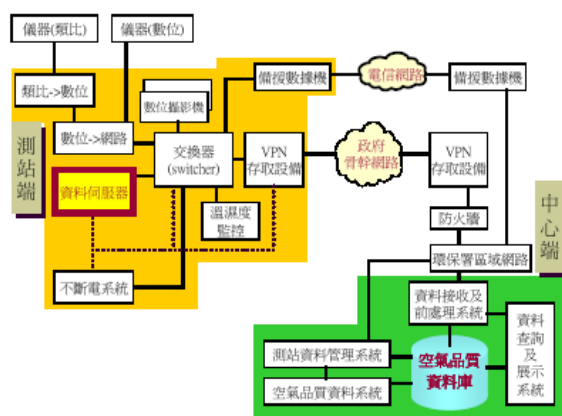


圖 2 空氣品質監測資料管理系統架構圖

一般來說，這類系統之使用者限定在環保機關與被列管之污染源(工廠、學校、醫院等)，至於由這類資訊系統所蒐集之資訊，例如工廠申報的污染物排放量、廢棄物產生量、甚或是工廠內儲存有那些毒性化學物質等，這些資訊應否公開給一般民眾查閱，則仁智互見，各有立場，屬於「資訊公開」政策面之課題，牽涉層面甚廣，不在本文討論範疇。惟以晚近有論者屢將上述課題混淆。

由於同一家工廠可能分別產生空氣、水、廢棄物之污染，所以它在環保機關的資訊系統可能存在二份以上基本資料。久而久之，這些個別獨立的系統形成一種「煙囪式」的作業環境，各系統間資料重複建置、資料格式及內容不一致、彼此間不能分享資料，使用上極為不便，特別是當高階主管或是專家學者欲進行整體性之資料分析或尋求決策面支援時，上述各單項管理性資訊系統即無法提供整合性之支援。

4.2 近期重要資訊發展計畫

4.2.1 環境資料庫計畫

2001 年 12 月行政院核定環保署執行「環境品質監測站網汰換計畫」，其中核列「建置環境資料庫」項目，自 2002 年至 2005 年以 4 年期程推動。圖 3 是環境資料庫現行工作架構。環境資料庫之資料來源包括各級政府及學術研究機構等所蒐集之環境相關資料，透過資料交換及傳送機制，與環保署現有之資訊系統進行整合處理，而後匯入整合性環境資料庫，在此同時，對匯入資料庫之資料物件(可能是一份報告電子檔、或是 Excel 資料等)建立其詮釋資料(metadata)。是以資料儲存之結構，包括了實體資料及其對應之詮釋資料，在此架構下提供各式應用服務，包括資料查詢、展示及分析等。

環境資料庫計畫目前主要成果摘要說明如下^[7]：

- 1.發展環境資料詮釋資料標準，制訂「環境資訊資源蒐集管理作業要點」。藉由上述二項措施，目前環保署所有委辦計畫之成果資料於結案時均上傳至環境資料庫，有效解決以往常發生委辦計畫結束後卻找不著成果報告的情形，並提昇了計畫成果之共享效益。

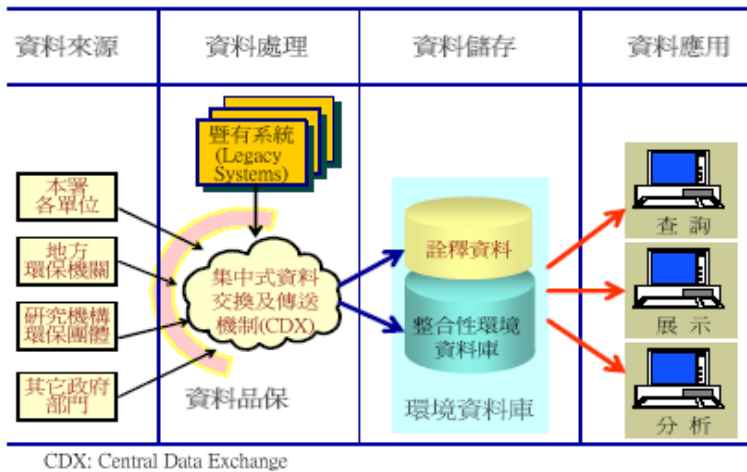


圖 3 環境資料整合作業示意圖

- 2.初步整合空、水、廢、毒等各列管污染源管理資料，4.1.2 節所敘述的「煙囪式」現象，透過環境資料庫查詢介面，已獲得改善。例如使用者可以查詢某家工廠究竟被那些單位列管，以及其歷次稽查處分紀錄等。惟現行資料整合屬於後端式(back-ended)作法，一旦前端資料來源的格式或相關制度改變時(很不幸，這種情況相當頻繁)，這種整合方式就發生困難。
- 3.完成地方環境資料建置，以網頁方式記錄全國 23 縣市之環境相關基本資料。本項工作囿於各縣市所蒐集環境資料之完備程度不一，後續資料更新維護等工作尚待設計相關配套措施。
- 4.建立環境詞彙標準，本項工作主要係將 GEMET^[8]中譯，其中有 500 筆已正式編輯成冊發行。由於我國公部門對環境事務之分工與歐盟有相當差異，有些環境詞語之定義是否合宜由環保署發布，尚有疑義，是以本項工作日後成果之呈現，尚待進一步研商。
- 5.整合各項環境品質監測資訊，例如空氣品質監測資料、水質監測資料及噪音監測資料等，可透由環境資料庫查詢歷年測值變化情形，同時各種測值之定義及檢測方法、有那些機構可以執行類似檢測工作等資訊亦可透由單一介面查詢。

104 環境資訊系統－現況與未來發展

其中有關水質監測資料之整合尚涉及跨機關資料交換共享等課題，4.2.2 節將針對進行之「環境水質監測資訊整合系統」作說明。

6. 建立地理圖資管理系統，目前已建置 1/5,000 比例尺相片基本圖及電子地圖等共用性圖層，同時對環境相關設施圖層之數化工作在質與量方面亦大幅增長，包括全國垃圾掩埋場之面形資料(以往僅有點狀資料，解析度不佳)、噪音管制區面形資料等。
7. 發展居家環境資料服務系統；結合上述地理圖資及其它屬性資料，以民眾之需求為觀點，開發網頁式查詢介面，提供民眾以圖查文，或以文查圖方式，掌握其居家週遭之環境基本資料。

整體而言，環境資料庫計畫在 4 年推動過程中，就制度規劃、標準建立、系統開發及資料蒐集整合方面，已奠定基礎，惟對於系統推廣、資料品質保證、資料更新維護及資料加值應用方面，尚有發展空間。

4.2.2 環境水質監測資訊整合系統

全國性水質監測作業統一由環保署統籌辦理，監測水體包括河川、水庫、地下水、海域及近岸休憩海域等類。此外，其他機關亦分就其職掌進行不同目的之水質監測作業。惟各機關因應不同目的之水質監測數據，卻因缺乏持續的資料維護或一致性的規劃，而使部分資料生產重複、資料格式不相容、資料品質、精度不一致等現象，減損了資料的應用及共享價值，亦浪費國家監測資源。因此，如何有效整合現有各機關所生產的水質、水量相關資料，並結合空間分布資料，快速提供決策資訊已為水質監測整合之努力方向。

環境水質監測資訊整合工作將藉由「資訊管理」、「網際傳輸」以及「WEB GIS(網際網路地理資訊系統)」的技術，達成整合各機關水質水文監測資訊，架構資訊交流平臺，強化水質監測數據品質控管，提升品質效率與正確性等目標。

鑑於各機關的水質或相關的水文資料須有統一格式才能進行後續加值應用及傳輸共享，同時考慮各機關水質、水文的資料架構及自主性、水文監測站資料數化工作，數化之水質監測點連同本署部分超過 1,200 點，詳如表 1。

表 1 水質監測資料整合機關

機關	監測站類別	監測站數	監測項目
環保署	五類水體水質	1,293	24
經濟部水利署	流量	94	1
高雄市環保局	河川水質	12	21
台北市環保局	河川水質	15	23
省自來水公司	淨水廠	269	33

未來將陸續整合國內各項水環境相關資訊，如水庫管理局、港務局、環境影響評估水質監測相關資訊等，提供全國完整的水環境資訊。其次，整合水環境專案調查資訊，除水質、水文等水環境資訊，各機關或學界所執行水體底質、生物相等調查資訊之整合亦為未來努力重點。

五、企業部門之環境管理資訊系統

企業運用資訊科技協助營運及管理工作已有相當時日，不論規模大小之公司，目前大都建置有資訊系統，而且絕大部分都能與網路連結，用以協助業務推展。這些資訊系統對企業之財務管理、營運銷售，生產管理，甚至是整體之商業經營模式(business model)影響深遠。但是，企業從事生產過程中，加諸於環境之各種行為，例如廢氣、廢水之排放、廢棄物之排出，貫穿整個產品生命週期，包括產品開發、生產、銷售乃至售後服務等各個不同面向，是以「環境管理」實係企業經營過程之重要組成部分。惟長久以來，大多數企業均認為對環境管理的相關支出所費不貲，而且未能對企業營運有直接效益，只是為了符合法規而不得不然的投資，咸少有企業思考結合資訊科技以提昇環境管理作業，或是將環境管理與公司整體治理融合以提昇經營績效。近年來，由於環保意識的覺醒，多數企業已經感受到各種有形無形的力量，包括了國際間對於品質與環境之標準(例如 ISO 9000 與 14000)，以及民眾對於綠色生產與產品的期望等。這些需求使得企業的經營與作為必須認真看待環境管理的問題，促使企業必須重新評估其管理環境相關活動與資訊的方式。

企業部門－特別是製造性企業－除了生產、原料、財務等這類營運性資料外，每個企業也都有關於排放與許可等環境資料，以及勞工安全、健康與衛生等工業安全資料。這些資料涉及相關法規執行與符合(regulation enforcement and compliance)課題，其處理程序通常相當繁雜，而資料的儲存可能個別以文字檔、試算表或簡單的格式化資料庫來管理與維護，甚或只有紙本資料，基於這種作業方式的侷限性，很容易導致環境相關資料的錯誤、延遲或漏失，也可能造成因為錯失申報時效而導致巨額罰鍰，更別提運用環境相關資料為整體企業營運策略提供即時且正確的支援。

具有競爭力的企業已經體認到為了因應環境保護趨勢並作最佳的利用，環境資料一定要被有效的管理、儲存與追蹤，才能有效協助企業改善經營的策略。是以現代化企業必須要有一個可靠且完善的環境管理資訊系統，並且將其與企業其它的資訊系統相互連結整合，構成一個企業管理資訊系統，如此才能有效統合企業經營完整的資訊流。

企業所建構的環境管理資訊系統與公部門之環境資訊系統在本質與目的上是相同的，只是範圍與內容稍有差異。大體而言，環境管理資訊系統必須透過規劃與執行整合性的解決方案，有效率並且正確的追蹤環境資料；系統範圍則依企業需求而定，可以只涵蓋某些部門、廠區、分支機構，或是涵蓋整個企業集團。一個好的環境管理資訊系統不僅整合各種不同的資料，並可預先或適時提醒管理者必要的資訊。透由資訊與網路技術協助，企業之環境部門、廠房或是經理人員可以將環境管理資訊系統視作一種支援性工具，用以更有效率地執行各種需要高度分析能力之營運決策。

圖 4 說明企業環境管理資訊系統結構形式，作為企業管理資訊系統之一環，環境管理資訊系統與企業其它資訊系統存有大量資料交換及整合之需求，同時應以模組化方式建構系統，並至少包括以下子系統：

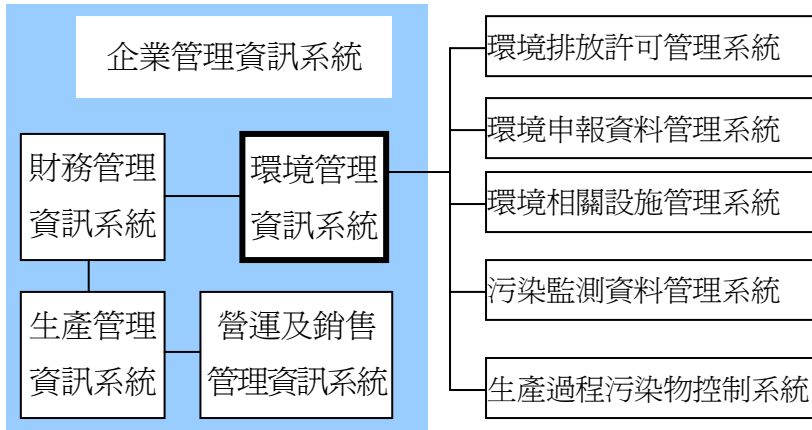


圖 4 企業環境管理資訊系統結構形式示意圖

- 1.環境排放許可管理系統：負責管理環保機關所許可之排放行為資料，包括空氣污染物、廢水之排放許可，廢棄物清理計畫書資料等各項許可範圍及有效期限等資料。
- 2.環境申報資料管理系統：負責各項法規所規定之排污申報，包括空、水、廢、毒各項管制污染物排放之定期申報。由於環保機關已逐漸將各項申報工作改以網路申報方式，本系統在技術面及功能面應配合環保機關相關規定辦理，以降低資料轉換或重新鍵入之成本。倘運作程序成熟，本系統亦可與前項許可管理系統適度整合，以充分利用資訊及網路科技，提昇整體作業效能。
- 3.環境相關設施管理系統：負責企業特有之環保設施管理及運作，例如各項自動監測設施連線運轉，各類污染防治設備操作維護紀錄等。
- 4.污染監測資料管理系統：負責企業本身排污情形及廠區周遭環境品質之監測數據管理，包括監測資料之蒐集、處理、儲存及分析應用。
- 5.生產過程污染物控制系統：負責生產過程中污染物產生情況，產生原因及產生合理量之管理等資訊化工作。

在系統設計方面，環境管理資訊系統應提供具可擴充性之軟體結構，以滿足各種不同系統運作模式的需求；提供各種格式轉換功能、各種圖表輸出及統計分析功

能；具備友善之操作介面及完善之線上輔助功能等系統特質。我們認為企業之環境管理資訊系統應能發揮以下之效益，並藉由其它營運管理系統之整合，促使企業將環境管理納為生產過程之重要工作項目。

- (1)協助企業管理其環境相關資料，並支援企業作出對環境友善之決策；
- (2)協助辨識、追蹤與評估企業之環境成本，將公司環境相關之投資與效益作完整呈現；
- (3)評估企業生產與服務績效之生態效益指標，協助企業改善環境績效。

六、未來發展方向雛議

政府組織再造法案刻在立法院進行審議，環保署可能併同其它環境生態管理機關－包括國土規劃、水利、礦業、林務、氣象、生態保育、水土保持、國家公園、核能管制等，成立「環境資源部」。環境資源部對環境保護工作的定位將從現行環保署以污染防治為主的軸向，逐漸轉化為更積極、主動地環境與資源保育軸向。倘環境資源部順利依現行規劃方向成立後，有關環境資訊系統之發展或另有局面，包括公部門、研究機構甚或是私人企業都可能受到一定程度之影響。但有些基本的方向，不論將來組織如何更迭，都必須及早因應並有效掌握。

其次，環境資訊系統近年來雖有若干成果，但由於資訊及通訊科技展快速，加上民眾對環境的關注日益增加，環境資訊系統仍有長足之發展與改善空間。本節擬從公部門角度就制度、技術、及應用等三個面向加以探討。

6.1 制度面課題

資訊技術能否獲得最大的成果與效益，不單是軟體、硬體或是網路的功能課題，有很多是與制度面息息相關。當前公部門推行電子化業務，多習慣從技術角度思考，甚或期待以技術手段解決制度面問題，以致常有緣木求魚之困境。以下是針對環境資訊系統未來在制度方面的一些思考與想法：

1.確立環境資訊管理組織之定位與功能

美國環保署自 1997 年整併各業務單位之資訊業務，成立環境資訊處 (Office of Environmental Information, OEI)，統籌該署資訊作業，成效卓著^[9]。

例如該署之 Toxic Release Inventory (TRI) 計畫即由毒物管理部門移至環境資訊處統籌負責(包含人員、經費)，並由該處主導。同時各類申報性資料及列管污染資料之整合也透過 EnviroFact 計畫有效加以整合^[10]。我國囿於組織之立法體例及制度設計等因素，短期內要達類似美國環保署之組織功能與規模並不容易，但為因應環境資源部之成立，宜及早規劃環境資訊管理組織及相關制度，包括人員、定位、預算及功能等課題，否則以環境資源部日後業務之龐雜，倘未能有效統合資訊管理作業，則對環境資源保育業務之推展恐有負面影響。

2. 統合有關環境資料管理之法制作業

針對環境資料之蒐集、整理、運用等課題，目前多散見各單項管理法規；例如空污法規定空氣品質資料之監測，土污法規定地下水之監測及資料蒐集，而各項污染源之申報作業之規定則又「各有其主」，在這種情況下，即便資訊技術再怎麼發達，網路再怎麼便捷，環境資訊之蒐集及運用都無法克竟事功。對於各種環境物件(空氣、水、土壤.....)之監測與資料蒐集運用等課題，究竟宜採何種法制作業模式加以規範(個別法規各自規範，或是制訂統籌性之法令規章)，容或各有見解，但終究要面對。

3. 積極建立環境資訊標準

包括資料格式、資料代碼、及資料語意(semantic)等，都必須加以規範，如此各系統間才能分享資料。但這並不意味制訂標準後所有的系統必須放棄其自主性(autonomy)，各系統其實仍可以保有其原有作業方式，但是必須增設資料匯出模組，當進行資料整合或是資料分享時，必須匯出符合標準之資料。當然，標準規範建立後，新建置之資訊系統即理應遵守所制訂之環境資訊標準。

6.2 技術面課題

對環保工作而言，其所需求的資訊資源除了傳統性的文數字型態的報表文件外，更需要能整合空間圖形資料、模擬程式，甚或是專家系統、人工智慧等特殊性的資訊技術，而這些技術或是應用系統需要有一個功能強大、資料完整及正確的環境資料庫系統支援。

1. 資料整合、互通(interoperability)及分享技術

110 環境資訊系統－現況與未來發展

這是最迫切的課題。現階段如 XML、Web service，資料倉儲等技術如何有效並充分應用在環境資訊系統，並搭配上述制度面及標準化工作，尚待努力。

2. 資料視覺化(data visualization)技術

環境資訊系統對空間地理資訊之需求勿庸置疑，現行的地理資訊系統套裝工具軟體在網際網路環境似過於「肥大笨拙」，而大部分的應用系統又設計成只有受過訓練的專家級使用者才能使用，對環境資訊的擴散並未有助益。其實，一般使用者的需求，並不一定要用地理資訊系統工具，或許妥善運用 JAVA 等語言開發程式，在網路環境將環境資料快速地轉換成圖表等視覺化展示方式，反而是較務實的作法。

3. 資料品質管控自動化技術

這裡所提的資料品質與實驗室資料 QA/QC 有若干區隔。假設採樣及實驗等完全符合標準作業程序，可是資料在輸入時，或是整合到資料庫時發生錯誤，則前功盡棄。又若資料庫中之資料明顯不合理，例如台北市的工廠卻有高雄市的位置座標，這種情形似可以軟體適度防範及處理。當然，資料品質不容易有客觀標準，但解決資料品質課題宜由不同層面加以克服，制度面與技術面的設計很重要，但如何確保實際從事資料蒐集、檢測的工作人員在工作上落實(工作紀律之養成)似乎更為重要。

6.2 應用面課題

資訊系統之最主要的目標是要尋求關鍵性的應用(killer applications)，也就是說系統要讓使用者感受到「不可或缺」的效益。

1. 針對一般民眾，環境資料應能普及、簡明易懂，讓全民能掌握生活周遭之環境狀況。

2. 針對專業人員，環境資料應能提供加值之效益，以協助其執行工作。

提到環境資訊系統或其應用，「環境資訊公開」課題就很容易被附著上來。我們仔細思考，這二者其實有本質性之差異。一般而言，公部門執行環境保護工作有 2 項主要手段：管制手段(command-and-control)與經濟手段(economic instruments)。近來有論者倡議加上資訊手段(information approach)，其意旨係透過各種媒體，將

環境行為主體(例如工廠、醫院)-之有關資訊公布,透過社區和市場的作用,使環境行為主體產生改善其環境行為的壓力,從而達到環境保護的目的^[11]。是以環境資訊公開是一種手段或方法,而環境資訊系統是達成環境資訊公開的一項工具(運用網路公布),同時,還有其它工具可以達成環境資訊公開,例如報章、電視等媒體。就環保工作領域而言,目前有關環境品質監測資料、統計資料、甚至各類議題之公聽會資料均已上網公開,尚待討論的是環保機關所持有的企業環境行為資料(各種申報排放資料)是否合宜公開?應如何公開?可有配套措施等政策性課題,而這些與環境資訊系統未有直接相關。倘將二者混淆,則反使資訊公開之本質及原則失焦,恐非識者所樂見。

七、結 論

運用資訊科技協助環保業務推展,已然是世界性的趨勢。事實上,以目前資訊科技之發展,現存的資訊技術已遠超出絕大部分的應用需求。「徒法不足以自行」,就現階段環境資訊系統之發展而言,其重點與目標應該不是技術上的突破,而是應用上的創新;更重要的是制度上如何調整配合,也就是業務流程與服務的一種再工程(re-engineering)。

綜合以上各節所述,本文歸納說明以下各點:

- 1.定義環境資訊系統,並說明環境資訊系統之分類與特性。
- 2.就環保署環境資訊系統之運用現況提出說明,並對執行面之困難進行剖析探究。特別是針對現行環境資料蒐集及管理面所衍生的相關問題,提出系統性的描述與說明。
- 3.概要說明環保署近期重要資訊發展計畫之內容成果,包括環境資料庫計畫與具有跨機關資訊整合效益的環境水質監測資訊整合系統。
- 4.提出企業環境管理資訊系統結構形式,並說明各項子系統之功能。
- 5.從公部門立場就制度面、技術面及應用面提出環境資訊系統未來發展方向,並釐清資訊公開課題與環境資訊系統之本質及關聯。

環境資訊系統應非公部門獨力所能造就,學術研究機構、環保團體及公私企業

等，就環境保護領域所為之各種調查研究，都可能彼此相互融合。特別是公私企業對環境之行爲，若能經由 ISO 14000 環境管理系統與環境資訊系統充分結合。再者，隨著社會民主發展，人民對環境品質之要求的日益提昇，如何善用環境資訊系統，協助環保業務推展，協助保護地球資源，應是當前公私部門共同努力的方向與目標。

八、參考文獻

- 1.辭海，中華書局，台北，(1981), p. 3009。
- 2.The New Webster's International Encyclopedia, Trident Press, FL, U.S.A. (1996), p. 360.
- 3.內政部國土資訊系統網頁(<http://ngis.moi.gov.tw/>)。
- 4.<http://airwww3.epa.gov.tw/ernet/em-rp-index.htm>。
- 5.<http://flora2.epa.gov.tw/index.asp>。
- 6.http://waste.epa.gov.tw/prog/Ctrl_Page.asp。
- 7.環境資料庫網址(<http://edb.epa.gov.tw>)。
- 8.歐洲環境總署(European Environmental Agency) 網頁(<http://www.eea.eu.int/>)。
- 9.美國環保署網站(<http://www.epa.gov/oei>)
- 10.美國環保署環境資訊處 Mr. Rick Martin and Mr. Robin Gonzalez 2005 年二月來台訪問會談紀要。
- 11.陳大緯等，「企業環境行爲信息公開的研究和實踐」，環境信息技術與應用，pp.403 - 422 (2001)
- 12.行政院環境保護署環境品質諮詢委員會第 137 次委員會報告資料，2005。
- 13.孫水裕、王孝武，環境信息系統，化學工業出版社，北京，2004。
- 14.王橋、徐富春主編，環境信息技術與應用，化學工業出版社，北京，2001。
- 15.Aiken. P., “Meeting today’s data management challenges,” Business Intelligence, 4:2, 2004.

- 16.Guñther, O., Environmental information systems, Springer-Verlag, Germany, 1998.
- 17.Richards, D., B. Allenby, and W. Compton, Information systems and the environment, National Academy Press, USA, 2001.
- 18.Somani, A., D. Choy, and J. C. Klewein, “Bringing together content and data management systems: challenges and opportunities,” IBM Systems Journal, 41:4, pp. 686-696, 2002.
- 19.Tibor, T. and I. Feldman, Implementing ISO 14000, Irwin Professional Publishing, USA, 1997.
- 20.USEPA, “Enterprise architecture policy,” Order No. 2120.2, 2005.
- 21.USEPA, EPA Strategic information plan: a framework for the future, 2002.
- 22.USEPA, INTO ACTION: Enterprise architecture status report, 2004.

註：本文內容純屬作者個人見解之論述，不代表作者任職機構之立場。