

台灣污染源許可電子化與 物質流管制

張子敬、何舜琴、洪榮勳、李宜樺、詹淑然

行政院環境保護署副署長

行政院環境保護署廢棄物管理處處長

行政院環境保護署廢棄物管理處顧問

行政院環境保護署廢棄物管理處管制中心勾稽稽查組組長

行政院環境保護署廢棄物管理處管制中心勾稽組技士

摘 要

物質流管理為輔助物質永續利用之重要工具，透過工廠製程、使用原物料及產生廢棄物質之管理，可有效提升資源之利用率，降低能源損耗。廢棄物質產生量及流向為工廠之物質流管理重要之一環，未電子化之許可資料，亦產生污染源管制即時性之問題。不同許可證及管制資料分散於各處由不同環保單位管理，造成資料無法有效利用，決策單位欲了解國內污染源許可證核發污染排放量或相關資訊，需透過複雜的行政流程才可取得資料。

本研究協調署內多個業務處，協助各單位推動許可網路化作業，並以服務導向架構(SOA)整合多個異質性之系統。同時整合事業基線資料、污染源許可證、申報資料，提供完整污染源環境資料庫，進行物質流之勾稽，藉以輔導事業確認及修正資料並檢討許可制度，提升管制之成效，亦間接節省行政人事經費。

整合後之污染源環境資料庫亦提供物質流管理資料分析之來源。本文中並以一個案例說明，藉由本系統整合之資料庫分析許可申請資料並稽核事業是否有短漏報之情形，同時檢討現行許可資料之完整性作為未來改善之依據。

關鍵字：許可證、環境管理系統、單一窗口、污染源管理

一、前 言

為發展永續生活，物質流分析(Material Flow Analyze, MFA)一直以來受到各國之重視，藉由物質流分析了解人口與資源消耗及工業、經濟發展與能源損耗之關係⁽¹⁾，並評價其對環境形成之壓力⁽²⁾。同時透過這些資料，亦有助於發展再生



能源，零廢棄政策及降低資源浪費。Cristina S., et al.⁽³⁾透過指標找出西班牙工業區高資源消耗與低效率之公司，試圖將工業區轉變成生態工業園 (eco-industrial parks (EIP))。M. Wittmaier, et al.⁽⁴⁾於北德使用物質流分析及生命週期評價(Life cycle assessment, LCA) 應用於廢棄物管理以削減溫室氣體散發物。

然而這些評估結果仍要回歸進行有效之物質流管理(Material Flow Management, MFM)，物質流管理為輔助物質永續利用之重要工具，人類經濟活動產出之廢棄物質包含廢棄物、廢污水及排放至大氣之空氣污染物，其回收、再利用情形與最終處置方式皆為物質流管理中重要之一環。台灣於廢棄物流向管理已有相當成就^(5,6)，空氣污染物排放管制、水污染防治及毒性化學物質之管理亦於近年來分別建置管理系統^(7,8,9,10)管理工廠污染物排放量或排放濃度。

協助物質流評估須有大量的環境資料支援，美國於 2003 年即著手建置環境資料倉儲(U.S. Environment Protection Agency's Envirofacts Warehouse)，建立各界查詢資料之單一管道，解決各類環境資料庫由不同單位管理，資料取得不易之問題⁽¹¹⁾。台灣則早在 2000 年即開始規劃及建置環境資料庫，然而相同事業於不同系統，存在相同資料項目卻不同的資料內容(資料內容不一致)增加後端資料整合之困難度。而未統一之資料格式⁽¹²⁾及資料透明度不足，亦造成已建置之資料無法有效應用。

本研究以工廠物質流管理為尺度，藉由工廠物質流之管理，以期提升全國污染源及污染排放管理。並建置單一入口網站(空水廢毒管理資訊系統，EMS⁽¹³⁾)作為資料交換平台，分別與空、水、廢^(14,15)、毒環境管理系統整合，由前端資料共享機制達成環境資料整合之目的。空水廢毒管理資訊系統整併事業基線資料、納入許可證資料、定期申報資料⁽¹¹⁾，以作為物質流評估所需資料，提供決策支援。

空水廢毒管理資訊系統之建置，第一階段以整合各污染源環境管理系統與許可申請、審查單一窗口為目標，改善過去一份資料存於多個系統，造成資料間不一致之情形⁽¹⁶⁾，以及統一行政作業流程。第二階段則為透過跨污染源排放資料之勾稽比對及流向追蹤，提升污染管制效率。

二、研究方法

以半導體為例，工廠投入原物料製造產品及產生廢棄物之流程如圖 1 所示。工廠基本資料、製程流程圖、原物料、空氣污染防制設施、水污染處理設施皆屬基線資料。由於其資料型態不易變動，故又屬靜態資料。工廠於運作過程中，可能同時排放兩種以上污染物，空氣污染排放須申報排放氣體檢測資料，廢水排放

須申報污水排放資料、檢測資料，廢棄物須申報產生量及廢棄物流向，若製程有使用毒性化學物質須申報毒化物運作量。以上資料皆為工廠實際運作時產生之污染物，須定期申報，並會隨時間產生，屬於動態資料。環保機關以核發許可證方式管理污染排放量，以比對許可資料與申報資料確認污染物排放是否超過標準值，並不定時至工廠現場稽查，確認是否有違法情形。此類資料屬管制資料。

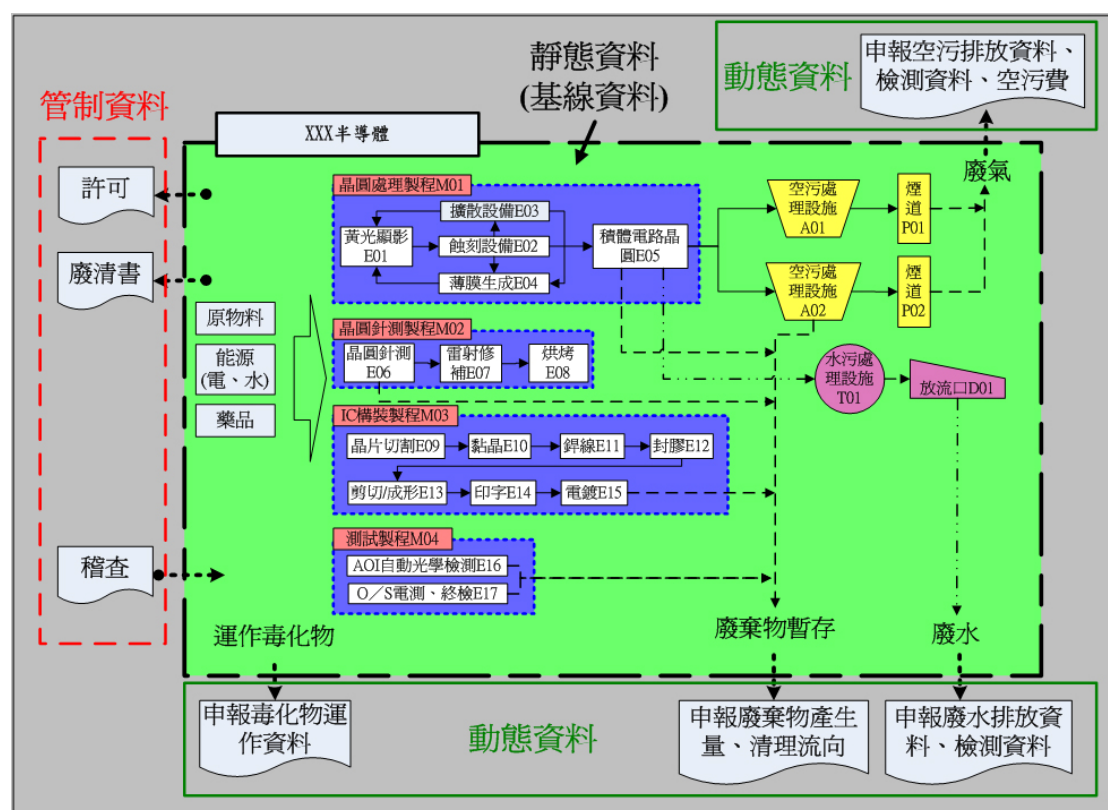


圖 1 工廠物質流示意圖

台灣以許可證制度核准事業污染物排放量及種類，並以定期申報、稽查追蹤管理污染源。但是部分許可申請作業方式採用書面申請、資料建置不完全，需耗費較多人力管理並衍生資料即時性與正確性之問題。我國政府推動電子化許可資料管理並整合環境管理系統，提供完整之事業製程資料、污染排放資料，建立物質流管理，同時提升污染物管理管制效益。環境資訊透明化與污染排放管制效率的提升，促使事業重視環境資訊管理⁽¹⁷⁾，也間接降低事業許可申請、申報之成本。

(一)推動許可證網路化申請作業

由於部分許可資料未電子化，無法快速提供資訊，也增加資料收集之成本。行政院環境保護署各處室重新檢討現行許可制度，修訂相關法規，制定線上申請、審查作業流程，推動許可證網路化申請作業。事業上網填寫許可



申請資料，搭配定期網路申報污染物排放及監測，建立污染源排放資料庫。許可證線上申請、審查亦減少各縣市審查機關審查標準之差異，並透過系統限制減少申請資料填寫錯誤，降低審查人員之負擔。

(二)整合環境管理系統

環境管理系統具有高度異質性之特性且儲存之資料型態複雜，且各污染源之法規及行政管理方式並不相同，空、水、廢、毒系統之整合，不但涉及資訊技術層面，亦涉及組織制度與作業流程之調整與協商。為整合多個已存在且具異質性之環境管理系統⁽¹⁶⁾，提供各類污染排放許可相關資料查詢、申請、管理服務之平台，並使各系統保有原服務功能及資料特性，空水廢毒管理資訊系統透過服務導向架構(Service Oriented Architecture, SOA)⁽¹⁸⁾，並透過標準 Web Services 技術平台進行溝通^(18,19)，完成應用程式快速整合之目的，提供即時且正確之資料分享⁽¹⁸⁾。圖 2 顯示空水廢毒管理資訊系統整合環境管理系統類型與整合架構。

1.排放污染源基線資料整合

以 MDM(Master Data Management)主資料管理的概念，將署內各業務處不同領域之 12 項許可之表單共通性資料簡化為 8 張共用表單，匯入現有空氣污染、水污染、廢棄物、毒化物與環境用藥管理等許可資料，建立事業的基線資料庫，宣導事業上網確認，確保資料之正確性。

2.整合列管資料建立回饋機制

整合事業於空、水、廢、毒列管狀況資料與許可證資料查詢。當事業運作情形有變動時，如停工、歇業，只要有其中一項污染源管理單位發現並解除其列管，事業列管狀況回饋至 EMS 系統，其他污染源管理單位可即時了解事業運作情形，並進行處置。

3.統一各類代碼及數值單位

將各類許可資料之製程代碼、產品原物料代碼及工業區代碼採聯集方式整合，並制定代碼對照表，增加便利性。並統一污染排放量之數值單位為重量單位，便於物質流向之勾稽比對。

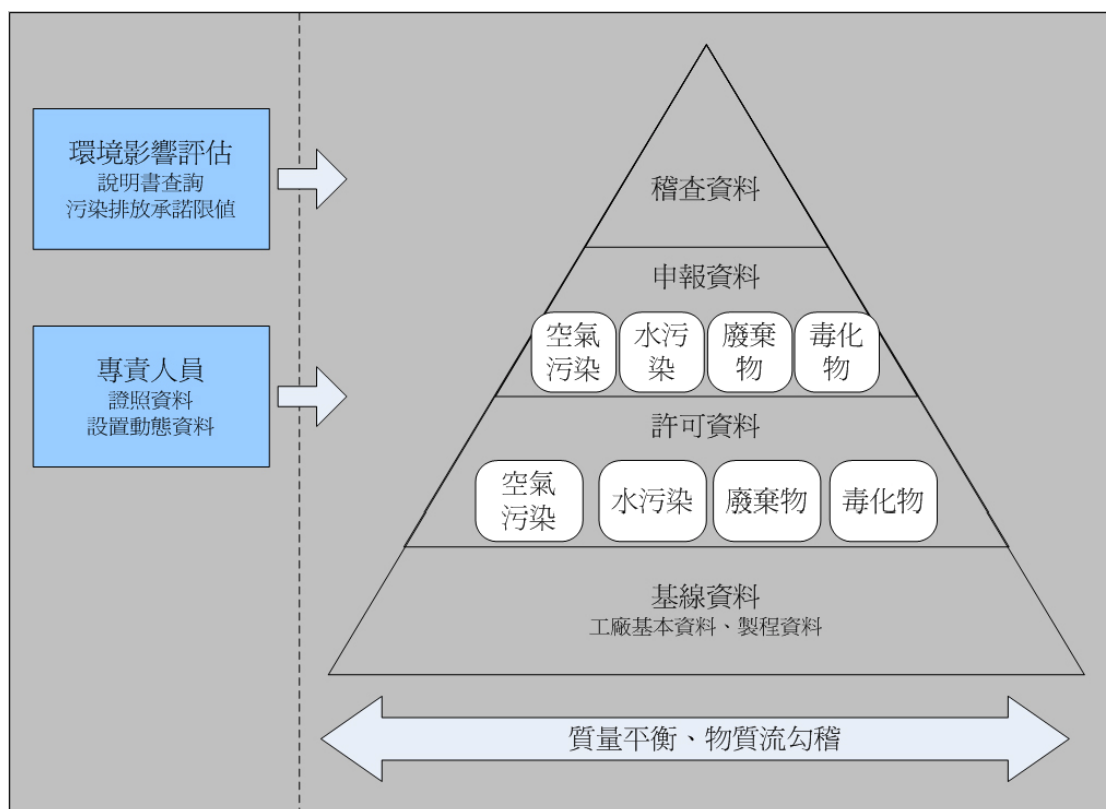


圖 2 空水廢毒管理資訊系統架構

4.帳號整合導入電子憑證

過去環保機關及事業須以不同帳號及密碼登入各系統，權限皆採分開管理。EMS 系統整合各系統之帳號，依業務性質及單位管理權限，以單一帳號、密碼即可登入 EMS 系統，並連線其他子系統。同時導入以自然人憑證登入驗證身分之機制，確保資訊安全。未來亦將推動無紙化申請作業，以電子簽章核發許可證。

5.許可單一窗口作業

本系統推動許可單一窗口作業^(20,21,22)，以服務為導向，依登入權限不同分別提供申請、管理、查詢、報告等整合服務。事業可直接於 EMS 系統查詢各類許可證資料及進行許可線上申請作業，環保機關亦可於本系統進行線上核發、審查作業與案件管理。

(三)物質流勾稽

為確實掌握工廠產生之廢棄物產出情形及事業是否確實申報，可利用事業申請之許可資料進行物質平衡之計算。工廠製造過程中之物質流向，可分



為投入、產出及生產過程中逸散物質。投入包括原物料、水、氣體，產出包括產品、廢棄物、廢污水、廢氣。投入物質之質量應等於產出與逸散物質質量總和。

以煉鋼廠為例，假設該廠僅有電弧爐煉鋼製程，其流程如圖 3 所示。僅考慮製造鋼胚之主要原物料，不考慮加熱程序所需之物燃料、助燃氣體以及冷卻用水等物質，則物質平衡式如下所示。

$$\sum Material - \sum Production - \sum Pollutant - \sum e = 0$$

$$\sum pollutant = \sum Waste + Dust + \sum (E_i^P * Con_i^P) + Sludge * (1 - Cw) + \sum (E_i^T * Con_i^T)$$

其中，

e = 逸散物質

E_i^P = 廢氣排放量

Con_i^P = 廢氣中各種污染物檢測濃度

E_i^T = 廢(污)水排放量

Con_i^T = 廢(污)水各種污染物檢測濃度

Cw = 含水率(%)

由於生產過程中逸散物質難以估算，在本研究中不納入計算。廢氣及廢水排放濃度皆以定期方式檢測，故排放至大氣與由管線排至廠外污水處理廠中所含污染物質質量皆以平均值計算，污泥之含水率亦以平均值計算。因此改以物質流控制差異率(E_c) 表示事業申報資料之完整性：

$$E_c = 1 - (\sum Production + \sum Pollutant) / \sum Material * 100\%$$

$$\sum pollutant = \sum Waste + Dust + \sum (E_i^P * Con_i^P) + Sludge * (1 - \overline{Cw}) + \sum (E_i^T * \overline{Con_i^T})$$

然而鋼鐵工廠之製程並非僅有電弧爐煉鋼製程，可能還有金屬軋造、型鋼製造、金屬表面處理酸洗、金屬表面研磨、金屬熱處理等程序。這些程序所產生之廢液(水)或廢氣，並未依製程種類申報，無法以單一製程進行物質流之計算。因此須以整廠之物質流進行計算。此外許可及申報資料皆以公噸作為重量單位，排放至大氣或廢(污)水管線之廢水中所含廢棄物質相對較少，易造成誤差。

三、結果與討論

(一) 環境管理系統整合成效

已完成受列管事業基線資料之整合，掌握事業即時且正確之資料。截至目前為止，列管屬二種污染源以上之事業已超過 1 萬家，占全國事業 1/8。整合完成之基線資料、許可證及稽查處分資料，除方便環保機關查詢與稽查、管制外，更可提供各部會、民意代表及學術界應用參考，共享整合資料庫資源。

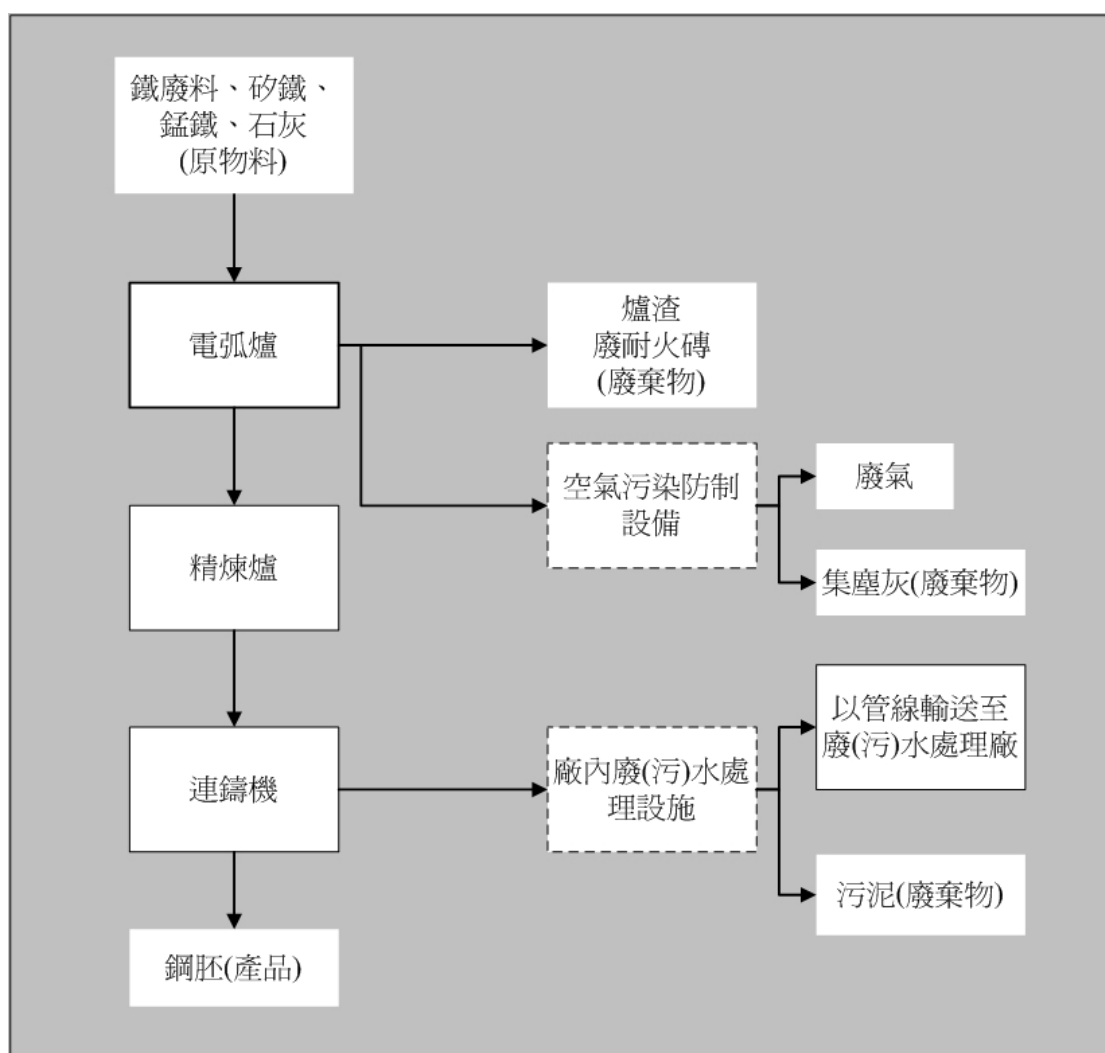


圖 3 電弧爐煉鋼製造程序

單一窗口辦理空氣污染、水污染、廢棄物、毒化物及環境用藥共有 12 項各類許可證申請或資料異動，減少事業單位洽公成本。受惠事業總計 71,300 家次(空氣污染 21,800 家、水污染 21,000 家、廢棄物 23,000 家、毒化物 5,500



家列管之事業)，約占台灣總事業家數之 80%，每年得以節省約 2,754 萬元經費。達成簡化行政流程、便利民眾申請、資源共享或分享之效益性。各類許可資料與基線資料之查詢、許可證到期通知或申報情形查詢亦協助事業管理許可證及申報資料，避免因違法而受罰。

使用本系統之環保單位包含台灣所有環保機關及審查機關，受惠人數已達 1,530 人。本系統除加速環保機關線上審查許可及大幅減少代輸入之文書鍵檔人力（每年節省約 3 千萬元以上的行政成本）外，整合性之服務功能亦提升管理者之工作效率。例如可直接查詢單一工廠之許可證資料、申報情形、稽查紀錄，突破以往需各自登入不同系統查詢之不便。系統亦提供各類管理、統計報表給管理單位查詢，如資料庫資料品質勾稽報表、工廠污染源排放物質流勾稽報表、管理單位績效管理報表。管理者由本系統快速查詢，即可即時了解轄區內事業環境管理運作情形。

(二)物質流勾稽

由於工廠生產製造產品所操作之製程參數不同，即使為相同製程或性質相近之行業別，其產出之產品品質與廢棄物之組成皆有差異。我國雖欲以行業或製程別計算產出因子，卻發現難以估算。故本研究以物質平衡為觀點，僅針對特殊製程進行物質流之勾稽，達到廢棄物流向之控管。電弧爐煉鋼過程產生之集塵灰及污泥屬製程有害事業廢棄物，故以電弧爐煉鋼製程為例，篩選製程中包含電弧爐煉鋼製程之工廠進行物質流之勾稽，確認是否有短漏報或未申報流向之情形。

造成物質流控制差異率大者之原因可能為申報資料有誤或為製程穩定度低造成較大之誤差以及逸散物質太高等原因。表 1 顯示具電弧爐煉鋼製程工廠物質流控制差異率(Ec)計算之結果，根據此結果再針對差異大者進行詳細資料之比對，若為短漏報之情形應要求事業立即將資料進行補正，若為製程穩定度問題或高逸散物質則可要求事業改善製程，降低環境污染。

表 1 具電弧爐煉鋼製程工廠之物質流控制差異率(Ec)

Industry	Ec
A	2.55 %
B	-1.92 %
C	-1.59 %
D	1.23 %
E	-2.36 %
F	4.29 %
G	-0.74 %
H	4.40 %
I	0.11 %
J	-6.51 %
K	5.10 %
L	-1.74 %
M	1.77 %
N	1.91 %
O	9.98 %
P	2.28 %
Q	2.53 %

(三)討論

完全的物質流管理所需資料型態，包括資料種類、格式、時間解析度，應先有明確之定義及目的才能建立相關的資料庫，更能確保資料之品質及有效性。然而為減少環境管理系統整合對事業及環保機關之衝擊，本研究整合方式皆以最小變動幅度為原則進行。於電弧爐煉鋼製程案例研究中即發現事業於空污許可及事業廢棄物清理計畫書中所填寫之製程代碼及名稱不同，造成資料比對之困難。空水廢毒管理資訊系統為建立整合性基線資料庫，各類代碼皆採用聯集方式整合，未能完全解決此問題。目前環保署正在制定新版代碼表，適用全國所有環境管理系統，未來配合新版代碼之改版作業，預期可解決此問題。

此外事業對於製程產出廢棄物分類認定之差異易造成資料比對困難，例如電爐煉鋼過程污染控制之集塵灰及污泥部分事業填寫於電弧爐煉鋼製造程序產出之廢棄物，有些事業則填寫於廢氣處理程序產生之廢棄物。又如產出之廢棄物以多種方式清除或處理時，如回收再利用、貯存、委託清運，重複填寫造成重複計算，須藉由人工方式排除。此類問題皆會影響物質流控制差異率計算之結果，建議由系統檢核之方式預先排除。

空水廢毒管理資訊系統雖整合多種污染物產出或排放資料，然而物質流管理之應用仍有限。建議以專案之方式研究物質流分析技術及相關應用，並建立決策支援相關資訊。於其他應用方面，有關溫室氣體減量、管制也可以利用空水廢毒管理資訊系統之許可、申報資料作為擬定解決對策之參考依據，提升環保署決策的品質與效率，成為污染預防決策之參考利器。



四、結論

過去不同污染源環境資料由署內各業務單位各自管理，部分資料仍為書面資料未電子化，不僅跨機關不易取得許可相關資料，大量儲存資料卻未善加分析利用形成資源浪費。許可證電子化管理與基線資料之整併開啓環境管理一個重要之里程碑，藉由推動環境管理整合促使各污染源排放許可證全面電子化，並透過單一窗口之平台提供跨機關管制之資料查詢，使資訊透明化，解決現行各環境資料庫資料不一致性之問題，亦可減少後端重複查核與收集資料之人力、物力。藉此簡化行政流程以便利民眾申請，並達成資源共享或分享之效益性。

整合性資料提供以物質平衡之方式分析及檢討現行污染源管理不完善處，提升管制成效。惟事業之製程皆有其獨特性，原物料消耗及廢棄物產出項目申報之完整程度及表單填寫方式皆會影響物質流計算方式，尚待改善。

空水廢毒管理資訊系統除整合多種污染物資料外，亦納入土地開發前之環境影響評估資料，環保機關於事業營運期間稽查告發處分資料，以及工廠關廠、歇業後土壤污染檢測資料。藉由本系統，對污染源所在地從搖籃到墳墓的環境管理，迫使事業更重視企業環境管理，朝向綠色生產之永續發展。本研究提供了環保領域一個嶄新的整合模式，期待藉助本研究將此成功經驗分享予其他國家。

致謝

本研究感謝行政院環境保護署空保處、水保處、廢管處及毒管處等各處室及相關單位的全力協助，從中央至地方，從源頭至管末管理中，所有協助本研究推動執行單位。本研究經由透過各單位協商討論與多方協助，才能得到今日的成果，並且順利推動「空水廢毒管理資訊系統」。

參考文獻

1. Junzo T., Keiko H., Naohiro G., Koichi F., 2008, A method for regional-scale material flow and decoupling analysis: A demonstration case study of Aichi prefecture, Japan, *Resources, Conservation and Recycling*, 52, 12, 1382-1390.
2. Jan K., Jan W., Tomas H., 2009, Analysis of regional material flows: The case of the Czech Republic, *Resources, Conservation and Recycling*, 53, 5, 243-254.
3. Cristina S., Xavier G., Teresa V., 2007, Material flow analysis adapted to an industrial area, *Journal of Cleaner Production* 15, 17, 1706-1715.
4. M. Wittmaier, S. Langer, B. Sawilla, 2009, Possibilities and limitations of life cycle assessment (LCA) in the development of waste utilization systems – Applied examples for a region in Northern Germany, *Waste Management*, 29, 5, 1732-1738.

5. Taiwan EPA. "Industrial Waste Disposal Vehicle Types Required to Install Real Time Tracking System", promulgated by Environmental Protection Administration, Executive Yuan, Taiwan, May 11, 2006.
6. Ching-Shi Yang, Soon-Ching Ho, 2007, e-Revolution and Mobilization of Waste Management in Taiwan, 100th Annual Conference of the Air & Waste Management Association.
7. 台灣行政院環境保護署, 固定空氣污染源管理資訊系統,
<http://airwww1.epa.gov.tw/login.asp>
8. 台灣行政院環境保護署, 水污染源管制資料管理系統,
<http://waterpollute.epa.gov.tw/program/Cover/Cover.asp>
9. 台灣行政院環境保護署, 毒性化學物質許可管理系統,
<http://flora2.epa.gov.tw/epa/>
10. 台灣行政院環境保護署, 毒性化學物質登記申報系統,
<http://flora2.epa.gov.tw/Toxicweb/>
11. 蔡鴻德、鄒倫、鄭婉儀, 「環境資料庫資料整合之規劃及應用」, 環境工程會刊, 15:1, 第 26~32 頁, 2004。
12. 余瑞芳、陳鶴文, 「環境資訊品質之規劃與管理」, 環境工程會刊, 15:1, 第 33~38 頁, 2004。
13. 台灣行政院環境保護署, 空水廢毒管理資訊系統, <http://ems.epa.gov.tw/>
14. 台灣行政院環境保護署, 全國事業廢棄物管制系統,
<http://waste1.epa.gov.tw/iwms/>
15. 台灣行政院環境保護署, 事業廢棄物管制資訊網,
<http://waste.epa.gov.tw/prog/IndexFrame.asp>
16. 朱雨其, 「環境資訊系統--現況與未來發展」, 工業污染防治期刊, 25:1, 第 91~113 頁, 2006。
17. 胡憲倫, 「提昇企業競爭力的利器--結合環境成本之環境管理資訊系統」, 化工資訊月刊, 14:5, 第 24~35 頁, 2000。
18. 彭光裕、呂紹誠、陳明聰, 「SOA 服務導向架構探討與應用」, 電信研究, 38:4, 第 545~563 頁, 2008。
19. 陳明聰、謝俊偉, 「Web Services Security 標準與應用研究」, 電信研究, 38:1, 第 21~36 頁, 2008。
20. 台灣, 行政院研考會, 「提升為民服務品之研究-單一窗口服務標準化暨應用電子化政府於無人窗口設置之原型設計(POD)」, 2000。
21. 台灣法規, 「推動行政院所屬各機關辦理民眾申辦案件電子化單一窗口作業計畫」, 2001。
22. 台灣法規, 「行政院所屬各級機關推動民眾申辦案件電子化單一窗口作業原則」, 2001。