

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別： 訓練)

美國專案訓練出國報告書

出國人 服務機關： 陳獻桐、郭寶育、陳駿祥、蘇茂生、
職 稱： 徐仲禮、張文興、林健三、陳文祥、
姓 名： 姜樹成、梁煒成、陳姮琪、沈秀茹、
魏銘杰、黃志強、何佳仁

出國地點： 美國

出國期間： 民國九十年六月十五日至七月二日

報告日期： 民國九十年九月

行政院研考會/省(市)研考會
編號欄

IS/c09005063

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：美國專案訓練

頁數：50 頁含附件：☐是☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

環境保護署環境保護人員訓練所/

何佳仁/(03)4020789

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱：

陳獻桐等十五人(詳如內文名冊)

出國類別：1. 訓練

出國期間：九十年六月十五日至七月二日 出國地區：美國

報告日期：九十年九月

分類號/目：I5 化學與環境科學

內容摘要：面臨科技與經濟的發展，環境污染問題日趨複雜，如何有效改善生活環境，致力於環保政策確實執行，使環境污染問題防患於未然，即成為各級環保機關刻不容緩並積極推動的首要任務，本所九十年度國外訓練班於美國賓州辦理美國專案訓練，期間自九十年六月十五日至七月二日，參訓學員有縣市環保局局長、業務主管及主辦人員共十五人，赴美國賓州大學研習，並參訪美國環保機構及觀摩各先進之污水處理廠、廢棄物處理廠(場)、垃圾資源回收廠等環保設施。本次訓練著重於當前國內環保問題之實務研討及環保政策之執行工作，可助於國內環保業務之借鏡與參考。

目 錄

壹、前言	1
貳、美國專案訓練班參訓人員名冊	2
參、美國專案訓練課程表	4
肆、專題內容紀要	5
專題一、美國空氣品質政策	5
專題二、美國超級基金計畫及相關措施	13
專題三、美國都市廢污水處理實務—Southwest 污水處理 廠實例.....	16
專題四、流域管理暨點源及非點源	23
專題五、美國廢棄資源回收及後續處理處置方式	27
專題六、美國空氣污染防制—臭氧行動計畫及移動污染源 管理.....	36
專題七、美國集水區管理	45
伍、建議	50

壹、前言

我國工商業蓬勃發展、經濟快速成長，一方面國民生活水準日漸提高，另一方面所造成之環境污染問題卻更為複雜，而今民眾環保意識普遍覺醒，對於環境品質之要求日漸嚴格，所以如何致力於各項環保政策確實執行，使環境污染問題防患於未然，即成為各級環保機關刻不容緩並應積極推動之首要任務，本次訓練於美國賓州辦理美國專案訓練，期間自九十年六月十五日至七月二日，參訓學員有縣市環保局局長、業務主管或主辦人員共十五人。

本次美國專案訓練課程主要就各先進之環保設施現場如：污水處理廠、廢棄物處理廠、堆肥場、及垃圾資源回收廠等實地觀摩，並就相關環保議題由具實務專家與學員做雙向研討及經驗分享；此外，針對美國有害事業廢棄物管理與處置、空氣品質控制與管理、流域水質管理、環境永續發展等議題，與美國環保署與州政府環保機關及非政府組織與私人企業對談，參訪環保機構或組織有：USEPA Region III Office、Mid-Atlantic Regional Air Management Association、City of Philadelphia Water Department、Chesapeake Bay Program Office、Delaware Solid Waste Authority 等；本次訓練行程為更深入了解美國法規之現況，特地拜會美環保署第三區總部，舉辦一場全天的實務座談，美國代表出席踴躍多達十八位，會中雙方熱烈討論、意見充分交流，使本次環保訓練工作更具前瞻性與國際觀。

貳、美國專案訓練參訓人員名冊

	服務單位	姓名	職稱
1	南投縣政府環境保護局 Environmental Protection Bureau, Nantou County	陳獻桐 Chen Shien-Tohng	局長 Director General
2	台南縣環保局 Environmental Protection Bureau, Tainan County	郭寶育 Kuo Pao-Yu	秘書 Secretary
3	嘉義市環保局 Environmental Protection Bureau, Chia Yi City	陳駿祥 Chen Chun-Hsiang	課長 Section Chief
4	屏東縣環保局 Environmental Protection Bureau, Pingtung County	蘇茂生 Su Maw-Sheng	課長 Section Chief
5	高雄市政府環保局 Department of Environmental Protection, Kaohsiung Municipal Governmental	徐仲禮 Hsu Chung-Li	股長 Branch Chief
6	台北縣政府環保局 Environmental Protection Bureau, Taipei County	張文興 Chang Wen-Shing	課長 Section Chief
7	台南市環境保護局 Environmental Protection Bu	林健三 Lin Jan-Sun	技士 Specialist

8	彰化縣環保局 Environmental Protection Bureau, Changhua County	陳文祥 Chen Wen-Hsiang	稽查員 Inspector
9	台中縣環保局 Environmental Protection Bureau, Taichung County	姜樹成 Chiang Shu-Cheng	技士 Specialist
10	台中市環保局 Environmental Protection Bureau, Taichung City	梁煒成 Liang Wei-Cheng	技士 Specialist
11	基隆市環保局 Environmental Protection Bureau, Keelung City	陳烜琪 Chen Heng-Chi	稽查員 Inspector
12	雲林縣環保局 Environmental Protection Bureau, Yunlin County	沈秀茹 Shen Show-Ru	稽查員 Inspector
13	環保署中部辦公室 Environmental Protection Administration, Central Taiwan Division	魏銘杰 Wei Ming-Chieh	技佐 Assistant Specialist
14	花蓮縣環保局 Environmental Protection Bureau, Hualien Bureau	黃志強 Huang Chin-Chiang	技士 Specialist
15	環保署訓練所 National Institute of Environmental Training, EPA	何佳仁 Ho Chia-Jen	組員 Specialist

參、美國專案訓練課程表

日 期	課 (行) 程 內 容
6/15 (五)~16 (六)	台灣→美國賓州
6/17 (日)	資料整理，課程準備
6/18 (一)	開訓／訓練課程介紹 賓州大學講座：Wen K. Shieh, Ph.D. Yachi Tsao, Ph. D. Candidate
6/19 (二)	美國空氣品質政策 巴爾的摩垃圾資源回收廠處理實務 拜會中大西洋地區空氣管理協會 (MARAMA)
6/20 (三)	專題討論：美國超級基金計畫及相關措施
6/21 (四)	美國都市廢污水處理實務研討 觀摩 Southwest Water Pollution Control Plant 處理設施及操作流程
6/22 (五)	學員分組報告
6/23 (六)	資料討論
6/24 (日)	費城、紐約參訪
6/25 (一)	美國流域管理、有毒污染、點源及非點源控制 拜會美國馬里蘭州 Chesapeake Bay Program Office
6/26 (二)	廢棄物焚化處理、廢油回收之實務 參訪美國馬里蘭州 Ogden Martin Systems of Montgomery, Inc.，拜會美國德拉瓦州 Solid Waste Authority
6/27 (三)	資源回收再利用、堆肥處理之現場操作流程 參訪 Jones Crossroads Landfill、Annapolis
6/28 (四)	美國集水區管理及空氣污染管制情形 美國環保署第三區總部環保實務座談會
6/29 (五)	分組報告／資料整理 結訓
6/30 (六)	美國賓州→台灣
7/1 (日)~7/2 (一)	台灣

肆、專題內容紀要

專題一、美國空氣品質政策（郭寶育、陳文祥）

（一）前言：

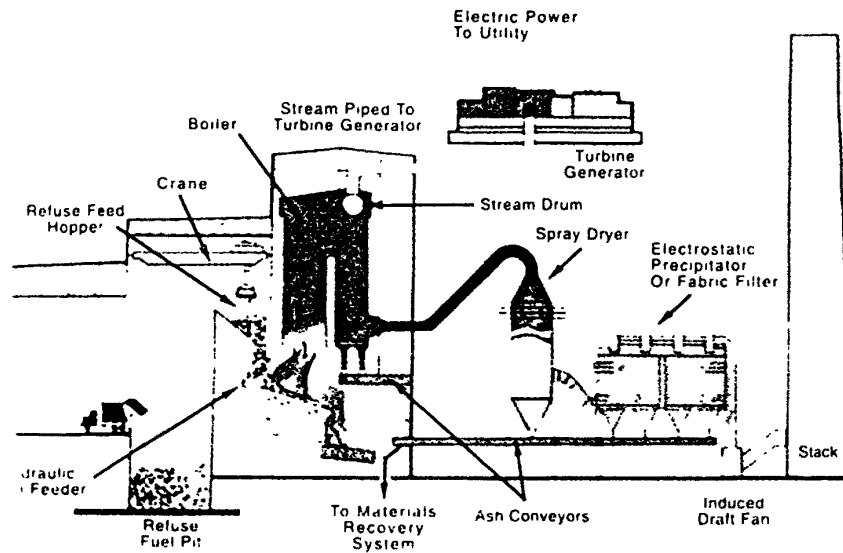
在地狹人稠的台灣，環境污染一直是我們所切身關切的，其中尤其以具有遠距污染傳輸特性之空氣污染問題，因為空氣污染常常牽連數個臨近地區，嚴重者甚至波及臨近國家，因而造成在污染防制工作上的極大困擾，除此之外，各個區域的經濟發展、整體規劃、法令的內容以及個別的地方事務考量，均阻礙空氣總量管制或空氣品質管理之效。所以環保署正積極推動的台灣各項空氣品質管制區計畫，雖然台灣環保政策在執行上也面對同樣的問題，而各縣市地方政府則分別以該地轄區污染排放量、污染管制或空氣品質管理計畫、等等，同時並邀集學者專家參與協助，共同擬訂完善可行之空氣污染防制行動方針，以確保維護各縣市之空氣品質。

（二）參訪地點：

巴爾的摩垃圾資源回收廠（Baltimore Refuse Energy Systems Company），由該廠資深工程師實地講授廢棄物減量、回收及後續處理處置之流程，並參觀整廠硬體設備，流程如附圖。

Baltimore RESCO

Refuse Energy Systems Company



Recycling Your Trash Into Energy



(三) 實務研討：

本研討會於巴爾的摩 (National Aquarium) 辦理，由 Mid-Atlantic Regional Air Management Association (以下簡稱 MARAMA) 執行長 Susan S.G. Wierman 主持，我駐美經濟文化代表處邵驥副組長親自出席，並由馬里蘭州環保部組長 Justin C. Hsu 說明該州環保部之工作目標及組織如下：

The Department's 15-fold goals :

- 1 - Ensure that the Air is Safe to Breathe
- 2 - Ensure that Marylanders are not Exposed to Unnecessary Levels of Radiation
- 3 - Ensure Safe Drinking Water
- 4 - Reduce the Threat to Public Health from the Presence of Hazardous Waste and Hazardous Materials in the Environment
- 5 - Ensure that Water is Clean and Safe for Harvesting of Fish and Shellfish
- 6 - Improve and Protect Maryland's Water Quality
- 7 - Ensure Adequate Protection and Restoration of Maryland's Wetland Resources
- 8 - Protect and Maintain Maryland's Natural Resource Land Base and Encourage Smart Growth and Community Revitalization
- 9 - Prevent Pollution and Increase Compliance Assistance
- 10 - Support and Promote Agency Diversity
- 11 - Improve Regulatory Customer Services Through Regulatory Reform and Permit Streamlining
- 12 - Maximize Human Resources
- 13 - Utilize Information Technology to Optimize and Enhance Environmental and Administrative Operations
- 14 - Assure Public Participation and Stakeholder Involvement
- 15 - Improve the Budget Process, Fiscal Management and Accountability

DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT

Governor Parris N. Glendening

Jane T. Nishida
Secretary
(410) 631-3084

Merrilyn Zawmon
Deputy Secretary
(410) 631-3086

M. Rosawin Sweeney
Counsel
(410) 631-3063

Environmental Crimes Unit
Howard P. Nicholson
(410) 631-3025

Fair Practices
(410) 631-3059

Policy Coordination
Denise Ferguson-Southard
(410) 631-4187

Audit Services (410) 631-3083

Budget (410) 631-4155

Communications (410) 631-3003

Environmental Permits Service Center (410) 631-3772

Legislation (410) 631-3445

Smart Growth & Environmental Restoration (410) 631-4187

Administrative & Employee
Services
Allen P. Jensen
(410) 631-3116

Central Services
Michael F. Gallagher
(410) 631-3080

Fiscal Services
Thomas French
(410) 631-3139

Library Services
Elta R. Lyles
(410) 631-3818

Personnel Services
Mary Sue Baker
(410) 631-3100

Safety Services & Facilities
Management
Barbara Rogers
(410) 631-3174

Air & Radiation Management
Ann Marie DeBlase
(410) 631-3255

Air Monitoring & Data
Management
Edward L. Carter
(410) 631-3280

Air Quality Compliance
B. Frank Courtright
(410) 631-3220

Air Quality Permits
Karen G. Irons
(410) 631-3230

Air Quality Planning
George S. Abum
(410) 631-3245

Asbestos & Industrial Hygiene
Frank D. Whitehead
(410) 631-3200

Mobile Sources Control
Ronald E. Lipinski
(410) 631-3270

Radiological Health
Roland G. Fletcher
(410) 631-3300

Technical & Regulatory Services
Vacancy
(410) 631-3680

Computer Modeling
James George
(410) 631-3902

Environmental Health
& Risk Assessment
Richard A. Eskin
(410) 631-3906

Environmental Planning & Analysis
George H. Harman
(410) 631-3856

Field Operations
Alan J. Williams
(410) 631-3994

Information Management
& Technology
Gregory A. McKibbin
(410) 631-3114

Waste Management
Richard W. Collins
(410) 631-3304

Environmental Restoration
& Redevelopment
Karl F. Kalbacher
(410) 631-3437

Hazardous Waste
Harold L. Dye, Jr.
(410) 631-3343

Lead Poisoning Prevention
Alvin L. Bowles
(410) 631-3441

Oil Control
Michael P. Butler
(410) 631-3442

Planning, Recycling & Outreach
Regina Rochez
(410) 631-3314

Solid Waste
Barry J. Schmidt
(410) 631-3318

Water Management
Robert S. Summers
(410) 631-3567

Compliance Policy
& Management
Jack Bowen
(410) 631-3532

Mining
C. Edmon Larrimore
(410) 631-8055

Nonpoint-Source
L. Kenneth Pensyl III
(410) 631-3543

Operational Services
& Administration
Pamela A. Wright
(410) 631-3151

Wastewater Permits
James Dieter
(410) 631-3599

Water Quality Infrastructure
(410) 631-3574

Water Supply
Saeid Kasraei
(410) 631-3702

Wetlands & Waterways
Gary T. Setzer
(410) 631-8091

（四）中大西洋地區空氣管理協會（MARAMA）：

該會成立於 1990 年二月二十六日，所屬會員結合該州及地方環保單位之非營利性組織，藉由該協會的彈性運作，使政府各部門間得以合作或協調空氣品質之相關問題，也就是以民間的志願性組織來推動政府空氣污染管制的工作。該協會是為各州推派代表共同參與所組成，包括：德拉瓦州、馬里蘭州、紐澤西州、北卡州、賓州、維吉尼亞地區、西維吉尼亞、哥倫比亞特區及地方包括費城、Allegheny 縣所組成，其經費來源由美國環保署提供，並依所執行的特別贊助計畫核撥，但其相關決議及計畫則由各代表會員執行，委員會主席及相關職位由各州輪替。在中大西洋地區空氣品質改善問題一直是地方政府、州政府、甚至是聯邦政府相關環保法令中非常重要的一部分，因為事關大眾健康及空氣污染所衍生的問題，現代空氣污染問題通常包括長距離空氣污染物質傳送、小型及大型空氣污染源衝擊、以及污染物質在空氣中合成及反應，而這些問題實在不是一個單獨州或地方所能改善或控制的，所以，藉由 MARAMA 協會之運作，使民眾所必須共同面對的空氣污染及改善的工作，凝聚群體共識，達成較有效的管制及管理策略，讓各區域不同困擾問題所造成的歧見，交由 MARAMA 居間協調緩衝，得以解決各自在公眾健康或經濟發展上的困境，以達到各區域民眾生活品質、環境保護及經濟共同發展的較為有利之發展。

MARAMA 之主要任務為提昇所屬會員的環保技術和環境管理能力，同時加強協助會員間的合作，降低美國中大西洋地區的空气污染狀況。MARAMA 之工作目標，包括：

1. 訓練，藉由教育訓練增進會員政府部門職員的空氣污染控制技術及知識。
2. 計畫執行，幫助政府成員之發展並分享相關資訊，且藉由出版品及合約分享共有的利益。
3. 合作：藉由會議及立場一致的陳述，增加會員之間的溝

通、諒解及相互的支持。

MARAMA 最重要的成就首推中大西洋地區各會員政府部門對其協調結果的重視，陸續簽署多項跨區域的空氣污染改善方案，並訂定空氣污染改善期程，該組織大力推展空氣污染物監測工作、空氣污染即時報導及預測、空氣污染物資料分析、揮發性有機污染物特性報告、區域污染協調、空氣污染教育宣導及管理技術訓練工作，以一個非營利性的民間協會的確是非常不容易的工作，而且專職員工不超過五位，卻有成功傲人的環保工作績效。

MARAMA 對於地表臭氧問題之改善具有領導作用，該協會研究報告指出：地表臭氧並不是直接由汽機車或工廠直接排出之空氣污染物，臭氧的生成是由氮氧化物（NO_x）以及揮發性有機物（VOC），在適當的氣候條件（陽光照射強烈或有熱源的情形，所以地表臭氧濃度偏高通常發生於夏季時間）下生成的衍生性污染物，地表臭氧含量增加將導致呼吸系統的嚴重破壞，也會造成視力受損，尤其是對於戶外工作者、老年人及小孩傷害甚大，因此，對於人體健康造成極大威脅，在臭氧濃度過高地區甚至必須限制人們的戶外活動，以免造成嚴重傷害。而且對於植物的生長阻礙、藝術品的侵蝕破壞、建築物外牆剝損，對於臭氧的問題每年必須耗費大量金錢、人力去修復或防制。臭氧的生成其中氮氧化物是由燃燒行為或汽機車排放所生成，而揮發性有機物則來自於化學溶劑揮發、汽油揮發及塗裝行業使用，在美國東北部地區是工業發展的重鎮，現化的工廠設備、煉油廠、發電廠及石化廠等林立，空氣污染情形嚴重，而人口的密集，各種交通工具使用頻繁，交通網路密佈，更提供了相對的區域污染排放量，因此，大量的臭氧生成前趨物質（NO_x、VOC）加上適當的氣象條件，造成美國東北部地區臭氧問題嚴重；為減少臭氧的生成，唯一的方式就是減少臭氧生成前趨物質的產生，但這並不容易，因為減少 NO_x 的產生相對的必須減

少工業的產值而勢必影響經濟發展，對於追求高度經濟成就的美國東北部地區而言，所受的阻力是相當大，雖然美國環保署訂定了相關的空氣污染管制措施，但是以官方立場及期程執行，並不能滿足民眾對空氣污染改善的殷切期盼，該組織以民間的力量介入，從而進行各州 NO_x、VOC 的排放量之分配、削減污染物之比例、驗證美國環保署污染排放模式、協調各州間的空氣污染物傳輸的衝突、介入各州執行污染削減工作的教育宣導及訓練，最後由該協會所屬會員各州及城市首長簽署共同聲明及承諾，以確實執行及認同其協調之各項會議結論，真正落實地表臭氧問題改善的決心，以民眾的認知與自覺督促政府及相關單位改善並提昇生活品質，而且在該協會之網頁提供美國東北地區即時地表臭氧分布圖，更是展現 MARAMA 於環保工作上之積極作為。

（五）結論：

在我國目前正積極推動多項空氣污染管制工作，雖然民間對相關計畫如空氣污染總量管制、空氣品質管制區的劃定等有很高的期望，但在全民共識不夠、相關資訊傳送緩慢、民眾對於相關知識不足及執行欠缺民眾的直接參與等問題，在環保工作之推動無法盡如人意，以美國民間團體的熱烈參與並監督政府執行計畫的決心，是值得我們學習的，這畢竟比示威抗議更能直接且有效的達成民眾的期許，並藉由參與構築了永續發展的動力，而就政府而言，也應能放下身段接受來自民間的批評與監督共同為我們美好的家園努力。

同樣是關心所生存的這片土地，在台灣民間環保團體如雨後春筍般的快速成立，為台灣的生態、環保注入一股新生的生命，也讓大眾所關心的環保議題得以廣泛的討論，但或許是初始階段的凝聚共識，各環保團體之間在理念執行或工作經驗上並不相同，但也因如此民間的力量還有更廣闊的發展空間，在政府的立場上，應能妥為善用民間力量，積極投

入輔導民間社團，讓民間監督及支持的力量，能更有效的投入於環保及生態的保護工作上，進而讓全民有共識，使得環保意識的種籽，在我們的身邊萌芽茁壯，能讓環保工作真正落實在日常生活中，形成一股永續發展的力量。



學員長陳獻桐局長致贈紀念錦旗

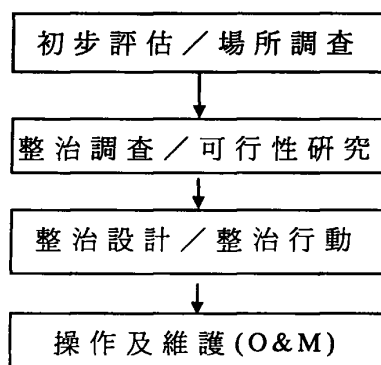
專題二、美國超級基金計畫及相關措施（林健三、姜樹成）

（一）超級基金移除計畫之內容：

美國最重要有關有害廢棄物之法規包括資源保育暨回收法 (RCRA)，對新出現及未來之危害物質提供管理方法。全面性環境損壞賠償責任法(CERCLA)，討論以前所發生之錯誤，提供清除惰性和遺害危害廢棄物之位址，本次專題討論針對已受污染場址之清除技術作一探討，即著重於 CERCLA 法之內容說明。

CERCLA法：1986年CERCLA法被修訂為超級基金修正和重新授權法(superfund Amendments and Reauthorization Act, SARA)，超級基金移除計畫之內容簡要說明如下：

1. 清除程序(removal process)：可被採用於任何場址，只要場址會立即威脅至人體健康或環境，例如發生溢油和火災，或當廢棄物非法傾棄而被發現時。其程序包括：
 - (1) 初步評估(preliminary assessment)
 - (2) 場地調查(field investigation)
 - (3) 移除行動(removal action)
2. 補救程序(remedial process)：若無立即威脅生命之較複雜和廣泛之問題，則以補救程序處理。其程序簡要說明如下表所示：



- (1)初步評估／場所調查(Preliminary Assessment/Site Investigation)：利用風險評估之觀念提出具有潛在危險性之場址。
- (2)整治調查／可行性研究(Remedial Investigation/Feasibility Study)：決定對場址作特定之補救行動。整治調查內容包括對場址特定污染物問題之資料收集、環境及公共衛生之風險。可行性研究則針對整治調查之資料來確定評估和選擇清除之替代方法。
- (3)整治設計／整治行動(Remedial Design/Remedial Action)：清除工作之設計及執行。
- (4)操作及維護(Operation and Maintenance)：清除設備之正常運轉及維護。

(二) 復育技術之分類：

受石化原料、石化污泥及有機化學品污染之土壤或地下水，常見之復育技術如下表：

復育技術	原地復育(In-situ)	1.土壤蒸氣萃取法(Soil vapor extration, SVE)
		2.生物透氣法(Bioventing, BV)
		3.原地空氣噴入法(In situ air sparging, IAS)
		4.生物吸收法(Bioslurping, BSL)
		5.漿糊相生物復育法(Slurry - phase bioremediation)
		6.自然衰減法(Natural attenuation)
	非原地復育(Ex-situ)	1.生物堆置及生物烘堆法(Biopiles and biovaults)
		2.土地處分法(Land farming)

生物復育技術之分類：生物復育技術對來自下列兩大類污染物經證實有良好之去除效果。

1. 來自於汽油、煤油、柴油、動力油和原油之石化碳氫化合物。

2. 來自於汽油及商業溶劑之單一芳香族混合物(如苯、甲苯、乙苯、二甲苯等)。

(三) 綜上所述：

美國超級基金成立已久且成效頗佳，故其財源籌措、運作管理、監督及有關土壤(含地下水污染整治技術之開發等相關作業，均可作為台灣各縣市環保機關在土壤及地下水污染整治工作之依據，並提供承辦人員辦理整治事宜之重要參考。



九十年度國外訓練班全體人員合照

專題三、美國都市廢污水處理實務—Southwest 污水處理廠 實例（徐仲禮、沈秀茹）

（一）前言：

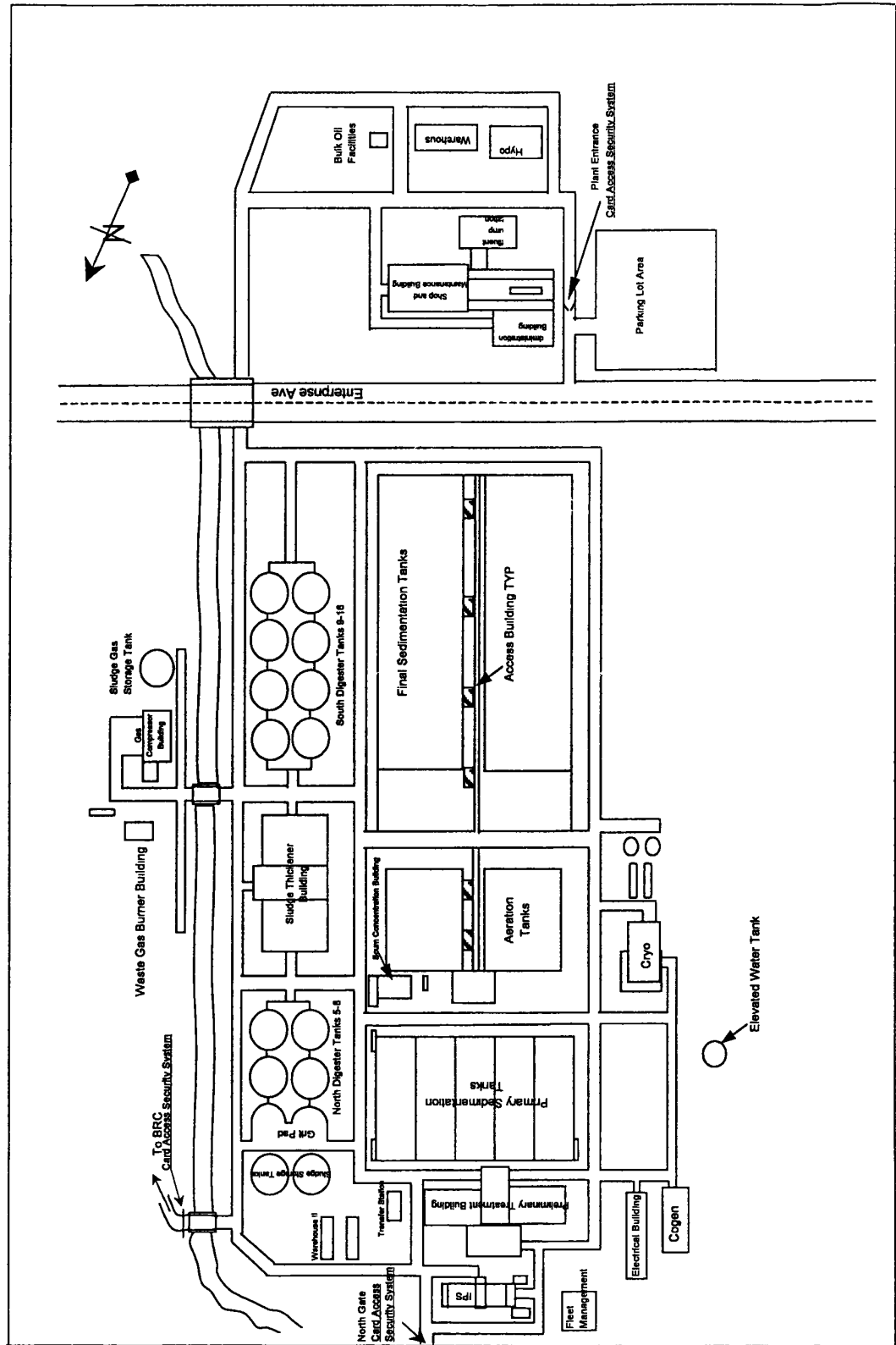
都市污水處理設施（包括下水道之施設）為先進國家之現代化指標，美國在污水處理經驗卓著，處理成效實為世界之翹首，國內各縣市政府均有意大幅度建設都市污水處理，本次訓練參觀美國費城都市污水處理廠，為理論與技術結合之實用課程。

（二）觀摩重點：

本次專案訓練課程於費城水資局〈CITY OF PHILADELPHIA WATER DEPARTMENT〉所屬之西南污水處理廠（SOUTHWEST WATER POLLUTION CONTROL PLANT）實務操作與研討，學習環境管理之資訊運用技術，該污水廠約建於1978年間，完工操作至今已十七年餘載，設立目的為處理費城地區之家庭污水，污水處理量為每日200萬加侖，後來因污水廠處理容量仍有餘力，遂接受費城地區之部分工業區廢水進廠處理，以該廠目前處理設施操作情形看來，整廠之污水處理功能成效良好。西南污水處理廠建廠初期僅為初級處理，後因為廢水排放法令規定趨於嚴格，後來該廠即再增設二級生物處理，目前該廠之每日廢水處理容量為兩百萬加侖〈200MGD〉，污水處理流程如附圖。

SOUTHWEST WATER POLLUTION CONTROL PLANT
OPERATION AND MAINTENANCE

CITY OF PHILADELPHIA
WATER DEPARTMENT



污水處理流程第一項單元為污水收集之抽水站，共設有三座抽水機，其中，抽水機係採螺旋式〈SCREW PUMP〉，將由下水道收集的污水抽送之污水廠內；平時使用兩座，若遇大雨時，則三座全開使用，換言之，該廠進流污水係採雨、污水合流處理。

污水由抽水機抽送導入流量堰後，即以定量方式進入攔污柵〈BAR SCREEN〉攔除污水中之飄浮污物，該廠之攔污柵攔除去污物使用履帶式自動收集，一共有六座攔污柵。因為污水廠進流採合流方式〈雨、污水共流〉處理，故攔污柵後之處理單元設有為沉砂池〈GRIT TANK〉，該廠之沉砂池較特別之處係於污水進流時設置進流，流向緩衝板，藉以導正污水流動方向。本次參觀當時恰有一座沉砂池正於檢修中，依據沉砂池池底砂泥沉澱狀況，沉砂效果十分良好。

污水經沉砂後便流進混凝池，依該廠專案工程師現場解說，該混凝單元並非通用教科書中所提之化學混凝程序，僅為單純曝氣循環之混凝處理，亦即該單元並未加入任何化學藥劑供作混凝使用，僅靠緩慢曝氣產生膠凝作用，此單元因為適逢檢修中，故污水繞流流入下一處理單元初沉池。

污水流入初沉池後，上層之浮渣經過刮除收集後，直接以掩埋處置，池底之有機污泥則排至污泥處理單元，污泥處理單元包括污泥濃縮及污泥消化等單元，污水經初沉池後即進入生物曝氣池。

該廠較特殊之處理單元為生物曝氣池，此處理單元共設有十座，全部採純氧曝氣，池頂並加蓋密閉，係為避免因為使用純氧曝氣時有爆炸之虞。污水廠之純氧供應係於廠區現場製造使用，產生之氧氣濃度約為 90%，依據資訊控管中心之氧氣濃度資料顯示，曝氣池之放流水中氧氣濃度約為 30%，亦即約有 60% 氧量在曝氣池中消耗。依據工程師說明資料結果，生物曝氣池之水力流停留時間約為 5 小時，曝氣池進流之生化需氧量約為 220mg/L，曝氣池之生物懸浮固體

物約為 1500 mg/L，經換算結果可知其食微比 (F/M RATIO) 約為 0.74day^{-1} ，相較於傳統式活性污泥之二級生物處理之食微比 (一般約為 0.2 至 0.4day^{-1} 之間) 高出甚多，換言之，以純氧供應微生物分解污水中之有機物質，對於提高生物處理之效能有相當助益。

生物處理後之處理單元為終沉池，依據工程師說明資料，其放流水之生化需氧量低於 10mg/L，亦即有機物之去除效率達 95% (相當於進流水之生化需氧量為 220mg/L)，可知該廠污水處理效能卓著，實屬運作成功的一大型污水處理廠。

污泥處理單元包括污泥濃縮及污泥消化兩部分，其中污泥處理時之上層高濃度有機污水返送至前端污水處理單元，再循環處理，污泥處理後之剩餘污泥則抽送至污泥貯存槽貯存待運。

SOUTHWEST WATER POLLUTION CONTROL PLANT 運轉操作資料彙整如下：

1. 目標服務人口：100 萬人。
2. 污水處理容量：200 萬加侖/每日。
3. 廠區面積：110 英畝。
4. 污水廠年度預算：110 萬元 US DOLLAR/每年，其中人事費約佔 40~50%；電力支出約佔 15%。
5. 沼氣發電量：1000 萬千瓦，其中廠區使用 700 至 800 萬千瓦。
6. 放流水有效餘氯限值：0.2PPM。

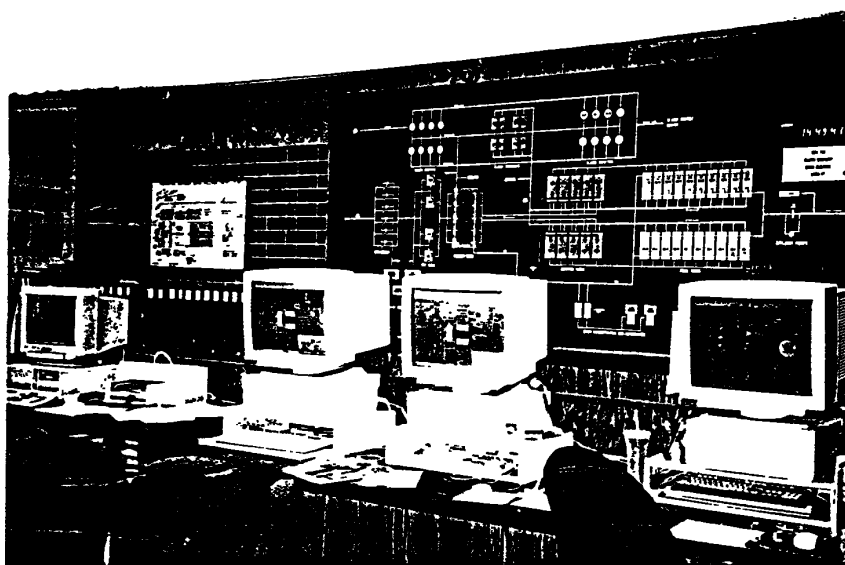
(四) 結論：

本污水處理廠最值得稱許之處在於全面使用電腦自動化控制，廠方於各處理單元共設置數千個自動感應器，感應器數據全部納入電腦管理，因此，中央控制室即可管理全廠各處理單元之運作，例如，由電腦螢幕中可操控放流水中之消毒劑加藥量，以利符合放流水中之殘存餘氯量；或可由消化

槽感應器傳回之消化槽槽內之消化溫度，作為控制污泥消化程序之用。該污水處理廠已採行全面電腦化控制之程序，人力已由七年前之上百名員工，精減至二十多人，電腦化管理成績斐然，實可作為台灣地區污水處理廠改善之最佳典範。



污水廠實務觀摩〈一〉



污水廠實務觀摩〈二〉

專題四、流域管理暨點源及非點源（陳駿祥、魏銘杰）

（一）Chesapeake Bay 介紹：

Chesapeake Bay 是美國最大海灣位於東海岸，由冰河融化後所形成，灣內水深相當淺平均約 3 公尺左右，流域面積 64,000 平方英哩，海岸線長達 11,860 英哩，涵蓋紐約州、賓州、馬里蘭州、德拉瓦州、維吉尼亞州部分面積和華盛頓特區，流域人口約一千五百萬人，動植物種類超過三千六百種以上，海灣內水質由於受到流域內點源及非點源污染物排入，污染長達 10-15 年，流域範圍附圖。

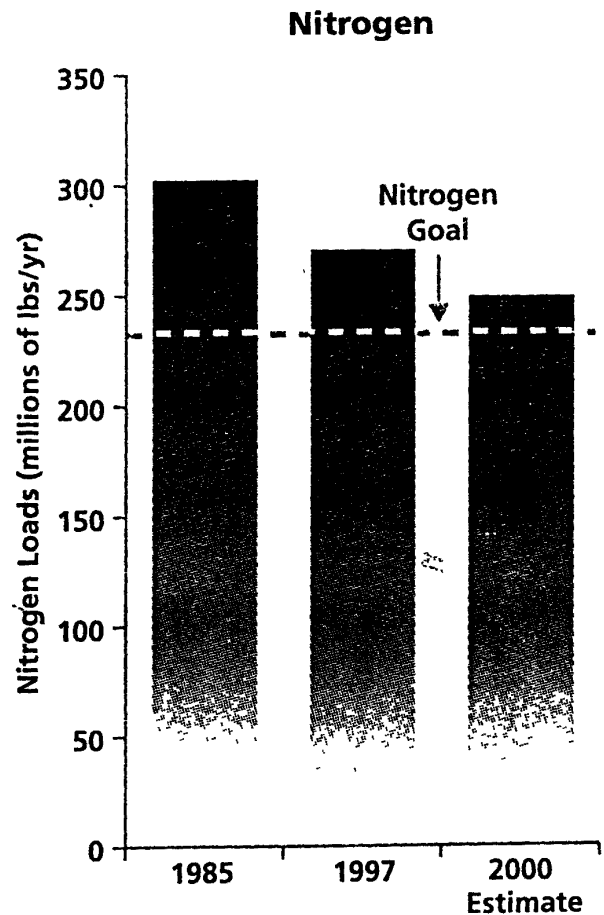
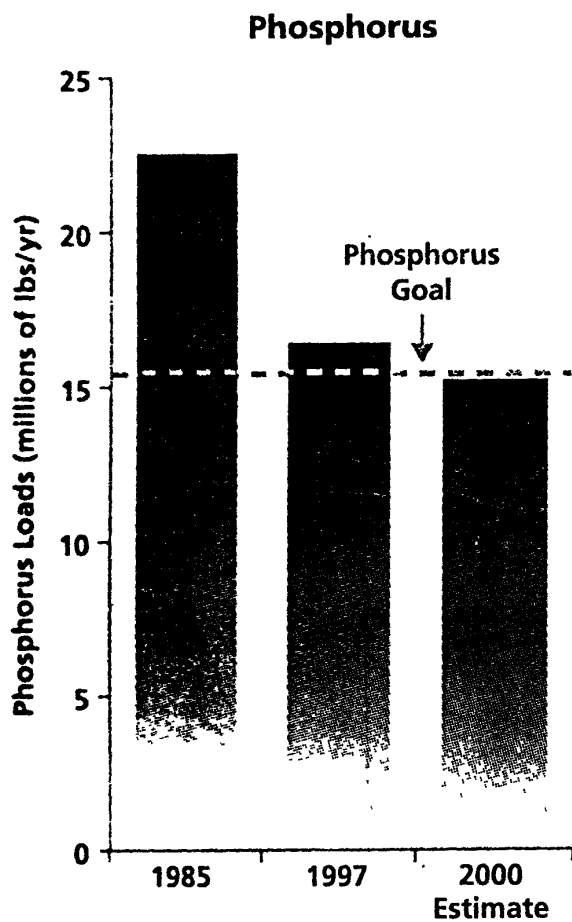


（二）內容：

1. 現況：緣自賓州等四州資助經費展開 Chesapeake Bay 研究計畫（1983-1987 年），並陸續簽訂第一次協議（1983 年）及第二次協議（1987 年）等一連串行動以合作關係所進行污染改善行動，設定 2000 年以氮、磷去除 40% 為首要改

善目標(1985年之基準)，目前磷已達成40%去除率目標、氮31%去除率尚未完全達成目標，Chesapeake Bay水質已較以往明顯改善，2000年6月28日新簽訂Chesapeake 2000協議，將作為主導未來十年復育與保護策略。

2. 組織：位於馬里蘭州 Annapolis 之 Chesapeake Bay 計畫辦公室主要功能係與民間、政府、工業界等單位做好溝通協調工作，其主要成員來自聯邦政府相關單位代表，工作人員約 50 人，特色在於以專責機關整合各政府部門權責之效能，本次訓練赴辦公室觀摩，教育宣導編印之樣式、內容非常精彩豐富，尤其重視針對兒童環保教育更為用心，著色畫冊、貼紙、故事書等，應有盡有，並提供各種有關流域之研究報告或資料供參。
3. 過程：排入 Chesapeake Bay 氮污染源來自非點源佔 57%、點源佔 22%、空氣沉降佔 21%；磷污染源來自非點源佔 66%、點源佔 25%、空氣佔 9%，因此非點源污染佔最大部分，有關氮、磷削減策略如下：
 - (1) 磷部分：磷削減達成目標歸功於透過立法禁止使用含磷清潔劑後，使水質含磷之污染有很大改善。
 - (2) 氮部分：透過協商方式鼓勵自願性於污水處理廠設置生物去氮設施，目前有關市鎮污水處理廠已有 265 座加入未來願意增設生物去氮設施，預計 2005 年佔排放流量 65% 經生物去氮設施處理後排放，預定至 2010 年可達 80%，據表示有些污水處理廠設置生物去氮設施去除效率不錯，未來將朝更高排放水質努力；非點源透過最佳管理操作 (Best Management Practices) 減少非點源氮之產生，整體而言，雖然人口持續增加，惟氮源之排放量却逐年下降，顯示氮排放已受到有效控制，如附圖。



**TOTAL NUTRIENT POLLUTION DELIVERED TO
THE BAY FROM ALL BAY TRIBUTARIES
(MD, PA, VA, DC)**

4. 濕地保育工作皆由民間團體主動認購保育地，以避免受到過度開發，對於保有 Chesapeake Bay 原有風貌有正面效果，其他諸如毒性物質減少、空氣污染、景觀維護亦有不錯努力成果。

（三）逐步完成目標：

1. 增加下水道污水處理廠去氮設施。
2. 建立新森林緩衝帶。
3. 完成農地水質計畫。
4. 改進都市暴雨逕流管理。
5. 擴大恢復溼地與牡蠣復育工作。

未來十年粗估將再投入約 85 億美元進行各項保護與復育工作，朝向更潔淨之改善目標，期使 Chesapeake Bay 恢復充滿生機的原貌。

（四）結論：

1. Chesapeake Bay 計畫辦公室主要成員來自聯邦政府相關部門，有效整合各行政單位資源並確立改善目標之優先順序，目標明確並依設定目標逐步達成，避免各部門步調不一之缺失。
2. 教育宣導工作推動落實，以兒童為閱讀對象，設計兒童教育宣導手冊、貼紙、文具等，除教育下一代認識及保護 Chesapeake Bay 外，並由家長陪讀過程達到教育民眾之效果。
3. 民眾熱心參與環保工作，除業者守法性高外，民間力量具有重大影響力，為推動保護 Chesapeake Bay 計畫成功之主要因素。

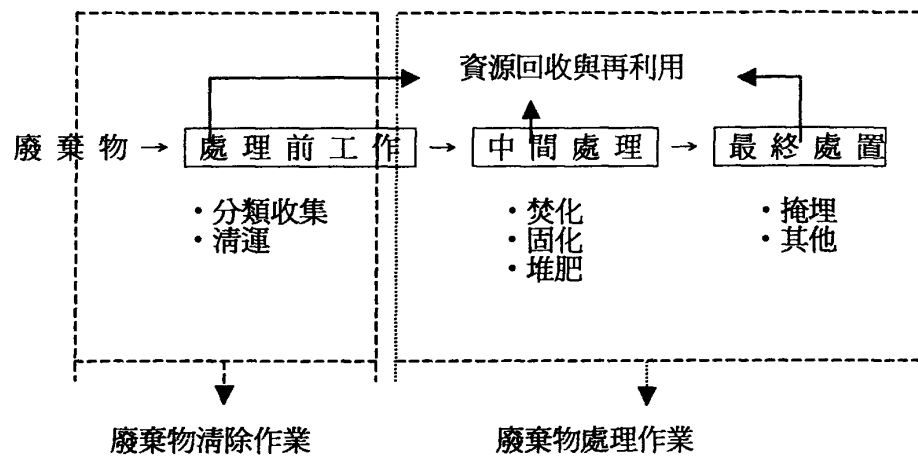
註：Chesapeake Bay 網址：<http://www.chesapeakebay.net>

專題五、美國廢棄資源回收及後續處理處置方式 (蘇茂生、陳姮琪)

(一) 前言：

美國 1965 年前並無專職的廢棄物管理系統，大部分處理固體廢棄物的方法為棄置在野外並放火焚燒，在都市化程度越來越高後，才開始注意焚燒的處理方法對健康及環境所造成之傷害。因此，美國國會於 1965 年通過之「廢棄物清理法」，及 1976 年通過 RCRA 之法（資源保護及回收法）中即對一般性固體廢棄物和有害廢棄物的管理進行規範與定義，至此美國始建立一完整的固體廢棄物處理制度。美國廢棄物最著名的因而造成危害的污染事件是：1978 年愛河（Love Canal）事件，進而發展建立了針對預防及清除這一類廢棄物所可能產生之任何危害的 - 超級基金（Superfund）。有鑑於此，在 1980 年美國 EPA 通過一項 CERCLA 法（對廣泛性環境反應應做相對性的補償義務法）在全美各地目前已成立超過 1200 個 Superfund，用以預防因為廢棄物而可能造成的危害。現今台灣每人每天的生活廢棄物量約 1.1 公斤，而其中大部分的廢棄物均為無害性（有害性廢棄物大部分均在製造業中才會有產生），然而應如何將固體廢棄物處理流程變得更流暢、更無害於人類及地球環境，則是各個國家均在努力的目標。目前的固體廢棄物大部分是以下列三種之處理方式：1.回收、2.焚化、3.掩埋。以 1996 年的一份資料來看，日本以採焚化方式為主，約占總廢棄物量 62%；美國採掩埋方式占總處理量約 60%；而主要使用掩埋方式處理的英國則約占總廢棄物量的 90%。另大部份先進國家已將資源回收再利用列為垃圾前處理的首要工作項目之一。

(二) 內容：一般固體廢棄物的處理方式，以下就收集、運送、焚化處理與掩埋場實際之管理流程分別說明：



1. 收集：

垃圾的收集依據人口稠密度、廢棄物產生量、交通動線之順暢與否及市民之作息時間等為考量之因素。如此，方可達到方便市民及有助於維持市容之清潔的雙重目的。

2. 運送：

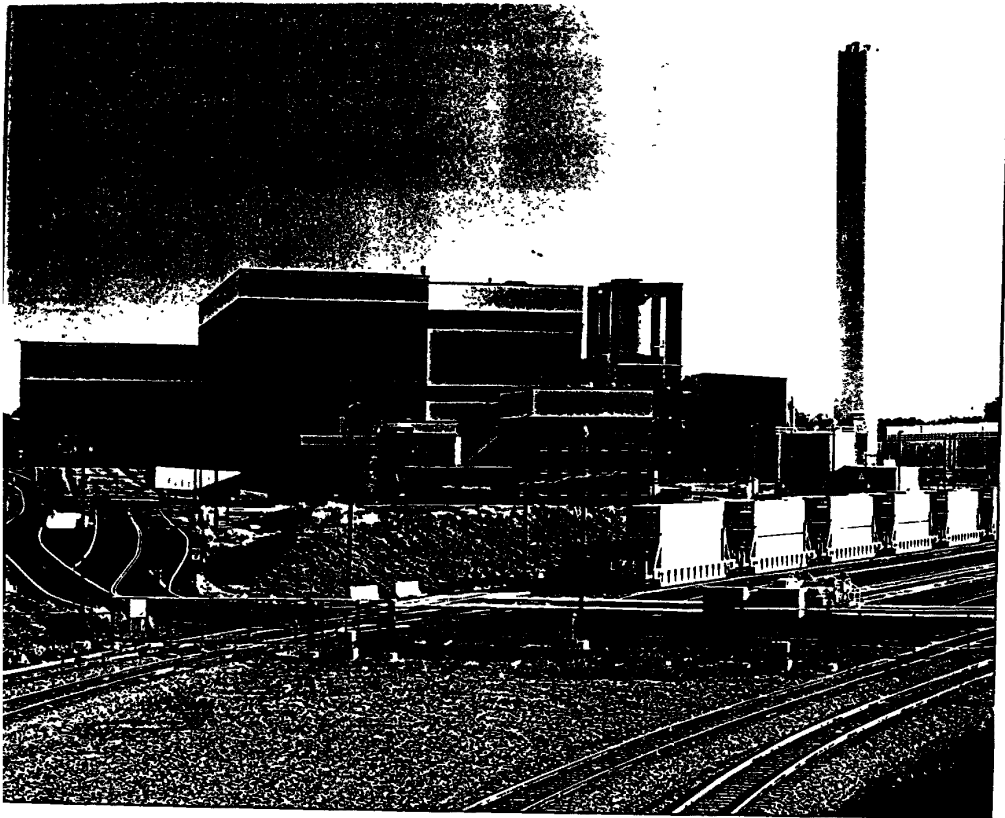
清運車輛分類收集或包裝完成後，依事前行程的規劃，將廢棄物加以暫存或運往廢棄物中間處理廠處理，或是清運至掩埋場作最終處置(其路程較遠者，可以貨櫃轉運)。而收集垃圾過程中之清潔車所流出的污水，容易污染道路方面，則使用掃街專用之灑水車，以去除臭味和清潔路面。

3. 焚化處理：

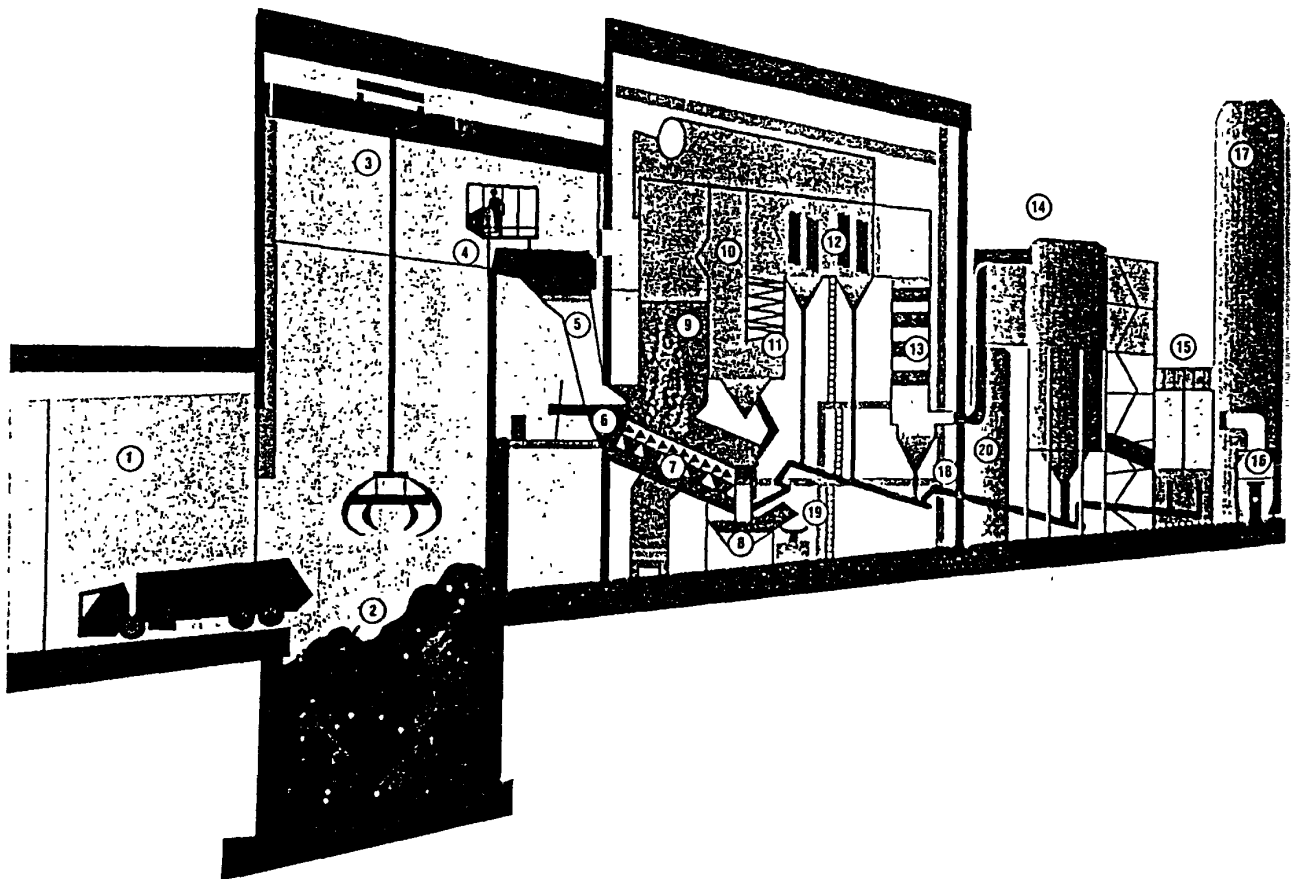
(1) 美國馬里蘭州之 Montgomery County 資源回收焚化廠之簡介(如附圖)：

- 啟用日期：1995 年 8 月。
- 佔地面積：34.9 英畝。
- 設計處理量：1800 噸/日。
- 預計使用年限：20 年。
- 熱能回收量：63MW (汽電共生方式發電)。

- 處理流程：（如附圖）。
- 美國土地面積大，故該廠除以垃圾車、壓縮式垃圾清運外，非常特別地另外使用火車運轉垃圾進場焚化。（如附圖）。
- 廠內焚化處理後產生之飛灰與灰渣混合以後，送至廠外加工處理，其中以融化玻璃化處理亦可再利用。
- 該廠已營運七年，機具操作效率如新廠一般，可以其保養維修之工作得宜。

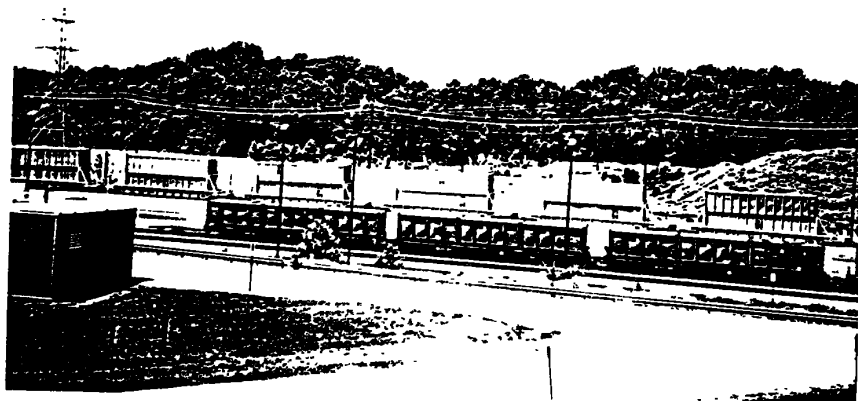
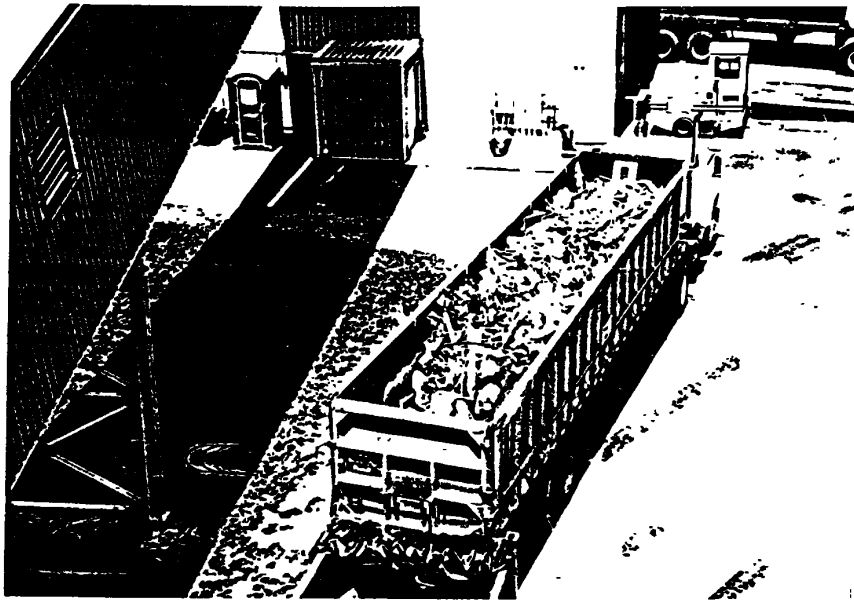


Montgomery County
資源回收焚化廠



1. Tipping Floor
2. Refuse Pit
3. Grapple Feed Crane
4. Crane Operator Station
5. Feed Chute
6. Hydraulic Ram
7. MARTIN Stoker Grate
8. MARTIN Ash Discharger
9. Furnace
10. Boiler Section
11. Convection Zone
12. Superheater
13. Economizer
14. Dry Gas Scrubbers
15. Fabric Filter Baghouses/Electrostatic Precipitators
16. Induced Draft Air Fan
17. Stack
18. Fly Ash Handling System
19. Ash Residue Conveyor System
20. Lime Silo

垃圾處理流程



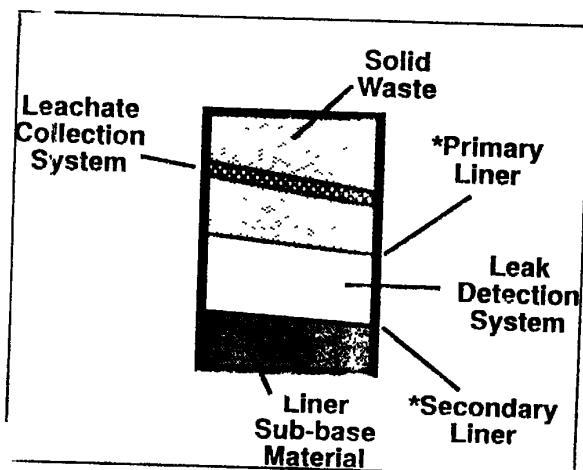
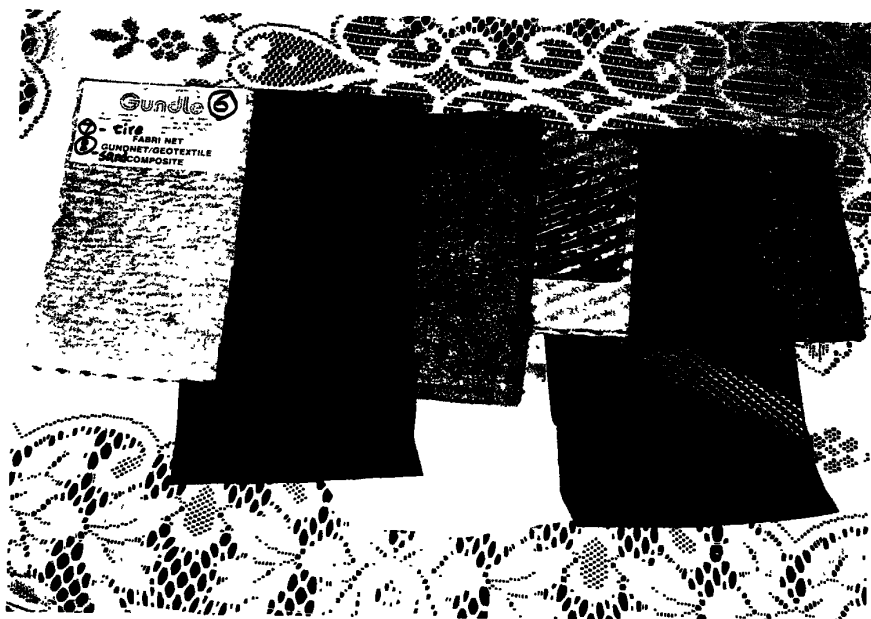
美國幅員遼闊
垃圾廠利用火車運輸

(2) 台灣目前因未全面強制實施垃圾分類及資源回收作業，致產生許多焚化操作處理上之問題。若廢棄物進焚化廠前，事先將垃圾分類為可燃與非可燃性，則可減少傷害焚化爐體，而增加其使用年限。另外，頗受爭議垃圾是醫療院所的感染性醫療廢棄物，因在焚化過程中可能會產生有害性的氣體，影響人、畜、生物等健康問題。

4. 掩埋場：經過分類的有機垃圾較適合用掩埋方式處理，因藉由微生物將垃圾中之有機物質加以分解，使其體積減少而趨於穩定。雖說掩埋場是最方便垃圾處理法，但若對於將掩埋的固體廢棄物做適當的管理，則不但可以延長掩埋場的使用年限、且對於封閉以後的掩埋場之規劃和市民安全使用時則更有保障。

(1) 美國德拉瓦州西南部由民間機構 Delaware Solid Waste Authority 設計、規劃、建造而成 Jones Crossroads Landfill，簡介如下：

- 啟用日期 1984 年 9 月。
- 佔地面積 572 英畝。
- 滲出水處理部分加熱使其蒸發，其他部分則送返處理廠，故該廠不需另外設置污水處理設施。
- 不透水布之鋪設：該廠掩埋場底部鋪設八層透水或不透水不同材質之布料（如圖），於最上層覆蓋絞碎橡膠（輪胎），其作用在於預防不透水布不小心破損而發生滲水現象，可避免污染地下水之虞。

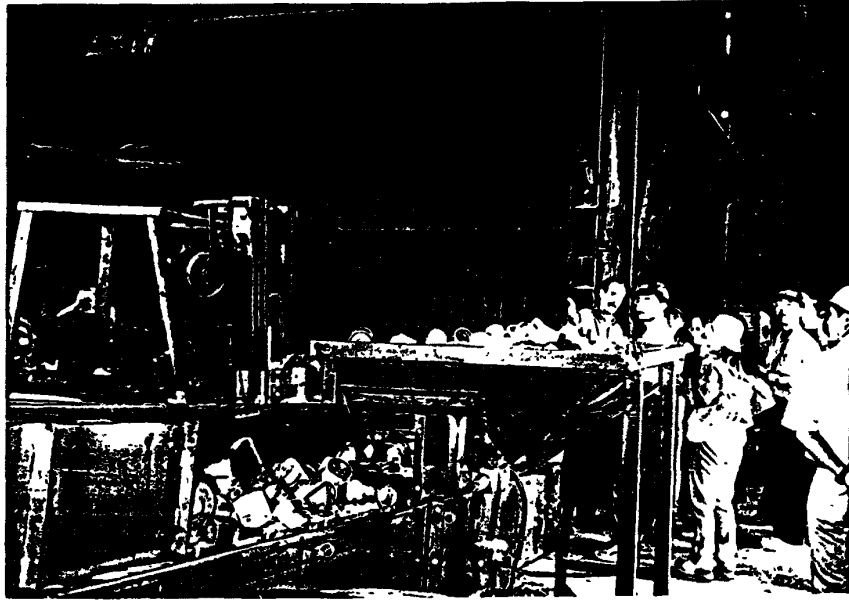


掩埋場

(2) 該廠之興建、營運之設計皆以高於政府法規標準，加上操作管理完善，雖工作人員僅 10 人，現場操作 7 人，行政管理 3 人，而該廠之建築物規定整齊美觀且無臭味逸散。

(四) 結論：

1. 掩埋場之操作應依技術規範確實執行，尤其通氣管之維護與每日覆土和滲出水之處理等均不可忽視，如此方能減少環境污染及附近居民抗爭。
2. 設備效益之發揮除靠正常之操作外，亦需要有完善的維修與保養，方可充分與持續的發揮原設計功能。此次參觀垃圾焚化廠，一座已使用七年另外一座已使用 17 年雖廠內已屬老舊且為舊的工程技術，但在工程人員細心維修下仍保持良好的機械性能實為不易。現今台灣焚化爐均為先進之設備與技術，希望各縣市的焚化爐均能重視維修與保養，使幾年後甚至 20 年後我們的垃圾焚化爐尚可達滿意的操作結果(良好的機械效率)。
3. 台灣目前各縣市政府積極推動垃圾分類及資源回收的工作，以台北市率先推動專用垃圾袋，輔以相關法令及罰則，以達到垃圾強制分類的目的，市民均已對垃圾分類和資源回收有相當的認識，且成效十分良好！台灣其他許多縣市亦陸續實施「垃圾不落地」及「資源回收」的垃圾收集方法，不但能降低固體廢棄物量，亦降低處理廢棄物的經費，也能使可再使用的資源不會被浪費或丟棄，使未來的台灣環境可以更清潔、更環保。



美國 Delaware 〈德拉瓦州〉 Recycling Center 之廢氣油料
〈如：壓擠機油濾清器內之機油等〉之回收再利用



Annapolis 〈馬里蘭州〉以回收樹葉、樹枝、草等園藝廢棄物，
進行堆肥處理作業，堆肥處理完成後，可做為園藝所需之肥料。

專題六、美國空氣污染防治—臭氧行動計畫及移動污染源管理（張文興）

（一）前言：

美國清淨空氣法（Clean Air Act）在 1990 年修訂管制六種主要空氣污染物，以使空氣品質達到國家標準，並針對未符合空氣品質地區訂定改善計畫，劃定聯邦及州政府之管制責任，加強固定污染源、移動污染源、有毒空氣污染物及臭氧等各種管制措施，維持空氣品質符合法令標準，而空氣清淨協會係一民間團體，扮演監督角色並提倡環保概念及教育民眾，讓民眾有機會共同參與環境保護工作。

（二）交通阻塞及蔓延產生之空氣污染問題：

在美國有 65%至 85%汽車使用者在交通尖峰時段單獨一人，駕車進出商業區，因此交通擁擠問題更為惡化，如何改變民眾駕駛之習慣及抑制交通阻塞時間，是減少空氣污染量排放之重要因素。抑制交通阻塞及蔓延課題，如：徵收高稅金、高停車費或者鼓勵搭乘大眾運輸系統，均可有效達成抑制污染之成果。雖然減少交通工具使用里程數（即減少空氣污染物排放量），實非易事，有賴聯邦政府、州及地方政府共同合作，而且抑制的結果將呈現於未來，也許是 20 年至 50 年的期程。

因此長遠規劃移動污染源之空氣污染物排放減量政策，除了降低交通工具本身空氣污染物排放量外，並應發展零排放交通工具及高效率低污染大眾運輸系統，民眾搭乘公共交通工具若很方便，就有可能減少汽車使用頻率，則可降低空氣污染物之排放量。

（三）有毒空氣污染物管制：

針對有毒空氣污染物之定義為：空氣污染物能被合理的預期產生增加死亡率或增加嚴重不可回復或不能回復的疾病。在 1970 年美國清淨空氣法，針對有毒空氣污染物係建立在一廣大安全邊界標準，1970 年至 1990 年，美國環保署針對 7 種污染物完成 22 種標準。而在 1980 年代聯邦政府鼓勵州及地方政府發展有毒空氣污染物管制法規，然卻是缺乏進展的。

1990 年清淨空氣法修訂列出 188 種有毒空氣污染物，就主要污染源列出管制時程，其管制有二步驟，即技術基礎（最大可行控制技術）與風險基礎管制（剩餘風險）。其並訂定市區內有毒空氣污染物管制策略、特別研究電力利用、汞、從油及天然氣中萃取硫化氫、廢水處理廠、石油焦製造、有毒空氣污染物的的大氣沉降、意外排放的防範規定及移動污染源管制法規。

目前的執行情形，自 1992 年起已完成 45 種最大可行控制技術標準，其涵蓋超過 80 種污染源，在 2002 年前將附帶增加 62 種的最大可行控制技術標準，其涵蓋超過 90 種污染源。就剩餘風險工作項目，發起 11 項風險評估工作，並定義 33 種市區內的有毒空氣污染物，且在 2009 年前定義 29 種區域市區污染源管制法令。

發起國家有毒空氣污染物評估工作，其主要工作項目為改善監測網路、國家的篩選評估工作及地區的風險評估工作，而國家的篩選評估工作包括有排放清單清查、環境空氣品質模式、暴露評估及風險評估。

從煤及燃燒石油之火力電廠其排放的汞及其他有毒空氣污染物，將在 2004 年被管制，針對意外排放有毒空氣污染物及可燃物質將被管制及防範。另針對移動污染源將訂定 21 種有毒空氣污染物，並且在 2004 年前將進行更多評估及制定管制法令。

（四）美國德拉威州流域地區規劃委員會之任務及臭氧行動計畫：

德拉威州流域地區規劃委員會之主要工作任務為：就土地利用扮演著諮詢角色及針對該地區管制聯邦交通運輸基金。

臭氧行動計畫之內容為臭氧預報超過聯邦排放標準時，鼓勵污染源自動減少排放量，以避免空氣品質趨於惡化及達到符合國家環境空氣品質標準。臭氧行動計畫內容有：每日臭氧預報提供給媒體。當臭氧被預報超過標準，即宣布為臭氧行動日。政府要求大眾自願參與以下各項行動，從 1996 年夏天開始實施。有效執行月份在夏季 5 月至 9 月份。在臭氧行動日時，自願參與者必須配合減少開車，儘量使用大眾運輸系統，若必須要開車，則使用車況良好之車輛，避免快速啟動及避開阻塞路段，若要加油，則等到黃昏時再加油，加油量不宜過滿，取消不必要之旅遊活動，以減低空氣污染排放量。其他可配合項目如烤肉時減少使用液體點火器、減少使用油性塗料改用水性塗料、暫緩使用如割草機之小引擎及暫緩使用噴灑農藥。

（五）清淨空氣協會：

清淨空氣協會成立在 1967 年，在沒有清淨空氣協會之前，地區的空气品質是惡化到令人擔憂的程度，清淨空氣協會扮演著挽回有害驅勢的重要角色。清淨空氣協會之組成成員有律師、政策分析家及社區團體的發起人，其工作任務如下列說明：

1. 清淨空氣。
2. 乾淨能源：如風力或太陽能。
3. 有益的運輸工具：如大眾運輸工具、腳踏車、低排放量交通工具、電聯車等。

4.減廢及回收。

5.室內空氣品質。

清淨空氣協會有三項對抗空氣污染及保護大眾健康之策略：監督政府：協會律師扮演著政府監督者之角色，以確定環境保護法令被正確執行。提倡環保：協會幹部與市民及地方團體合作保護空氣品質。公眾教育：協會政策分析家製作時事專欄、事實欄及說明書等，以說明主要空氣品質目標，並提供專家至學校及社區團體演講。該協會係採會員制之民間團體，其擔任著監督政府之角色並協助提倡環保及公眾教育，讓民眾共同參與環境保護工作，實值得國人學習。

（六）清淨空氣法：

美國清淨空氣法在 1990 修訂，其修訂目標係為了達到及維護國家環境空氣品質，其管理的空氣污染物項目以一氧化碳（Carbon Monoxide）、二氧化氮（Nitrogen Dioxide）、臭氧（Ozone）、二氧化硫（Sulfur Dioxide）、粒狀污染物（Particulate Matter）及鉛（Lead）等六種污染物為主要管制項目，美國環保署訂定國家空氣品質標準，要求各州政府必須監測各項污染物，並針對未符合空氣品質標準之地區，稱之為：未達區域（Nonattainment areas）。在美國環保署之管制下，1970 年至 1996 年，各項污染物排放量之變化，除了氮氧化物（NO_x）沒有降低外，其他污染物之排放量均有降低，而氮氧化物之增加排放量為 8%，其將促使臭氧之產生，而其主要來源為燃煤火力發電廠。在未達空氣品質區域，美國環保署批准州政府提出之改善計畫（SIP，State Implementation Plans）以改善空氣品質，若州政府不為執行，將由環保署強制執行聯邦改善計畫（FIP）。而所有州政府改善計畫均需舉辦公聽會及一段時期之評論後，方提送美國環保署批准。美國環保署針對電廠氮氧化物之管制措施，係發佈一項規定，要求 22 州從事減少地區的氮氧化物排放，藉以達到減少臭氧

流佈，以達到州政府的改善計畫。

（七）移動污染源：

在 1970 清淨空氣法開始出現交通工具空氣污染物排放標準，1977 年增訂排放標準，1990 年修正移動污染源管制標準，朝向更嚴格管制標準，其新增重點為管制汽油及柴油燃料、管制非道路引擎污染及選擇大眾運輸系統。

加州在 1964 年要求管制 1966 年以後出產的汽車，美國國會要求管制 1968 年以後所有出產的汽車，1970 年清淨空氣法要求減少 90% 的自動排放，及 1975 年的汽車必須達到 0.41g/miCO 的排放標準，1976 年的汽車必須達到 0.4g/miCO。

1971 年汽車之蒸發排放標準被第一次提出，1972 年 EGR 閥被第一次運用在汽車上，1975 年觸媒轉化被第一次運用在汽車上，1977 年美國國會要求延緩實施 HC、CO 及 Nox 排放標準。1985 年美國環保署批准 1991 年柴油動力引擎排放標準，1990 年並增加限制柴油燃料之硫含量，1991 年再加緊 HC 及 Nox 之排放標準，1998 年汽車製造業及州政府自願同意更嚴格加緊 1999 年及 2001 年之 HC、CO 及 Nox 排放標準。1999 年美國環保署再頒布 2004 年更嚴格之 HC、CO 及 Nox 排放標準，而 2000 年美國環保署則再頒布 2007 年針對重柴油車輛更嚴格之 PM 及 Nox 排放標準。

（八）賓州空氣污染情形：

賓州的空氣污染源有固定污染源（如電廠及工業），移動污染源（如汽車、卡車）、小的商業活動、消費型溶劑等、地區污染源及藉由迎風傳送之污染。

賓州 60% 電力能源係來自燃煤電廠，氮氧化物在台灣所有污染源之產生量為 486,000 噸/年，而在賓州的煤，產生氮氧化物量為 204,000 噸/年，硫氧化物在台灣所有污染源之產

生量為 374,000 噸/年，而在賓州的煤，產生硫氧化物量為 924,000 噸/年。賓州的煤其汞產生量係全美國最高，在 1998 年全美國二座最差的燃煤電廠在賓州，其每年產出的二氧化碳為 1.08 百萬噸。在賓州的空氣污染問題有酸雨、煙霧及汞問題，其管制策略在氮氧化物方面，將藉由預算經費控制原則，以降低燃燒溫度減少其產生量。針對汽車產生之氮氧化物及揮發性有機物，將藉由改善使用較乾淨車輛，以達到減少其排放量。針對氮氧化物及硫氧化物方面，將強制使用低硫燃燒，以減少其產生量。惟針對二氧化碳之排放量，美國政府目前並未立法管制。

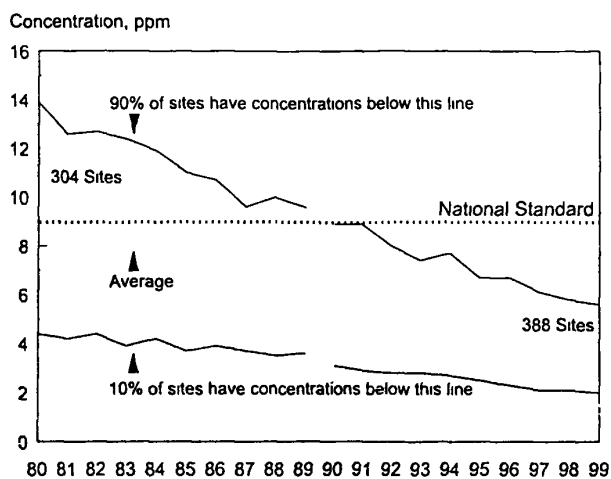
（九）結論：

美國空氣污染管制發展過程，早期民間團體的積極參與環境保護工作，進而產生一股推動力，促使美國政府針對其空氣污染管制進行立法，明定各項空氣污染物管制時程及策略，從聯邦政府、州政府以至地方政府，分層負責管制，展現極有效率之管理工作，維護良好空氣品質。



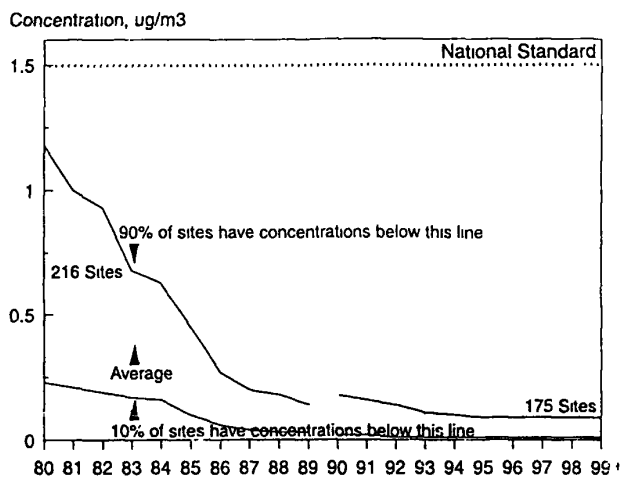
USEPA Region III 座談會

CO Air Quality, 1980–1999
(Based on Annual 2nd Maximum 8-hour Average)



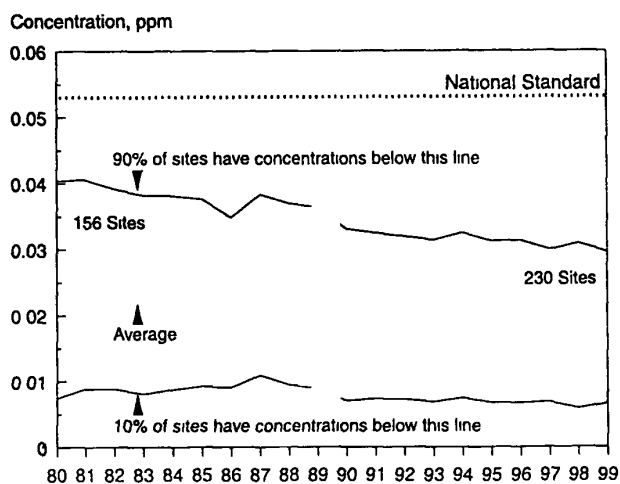
1980–99: 57% decrease
1990–99: 36% decrease

Lead Air Quality, 1980–1999
(Based on Annual Maximum Quarterly Average)



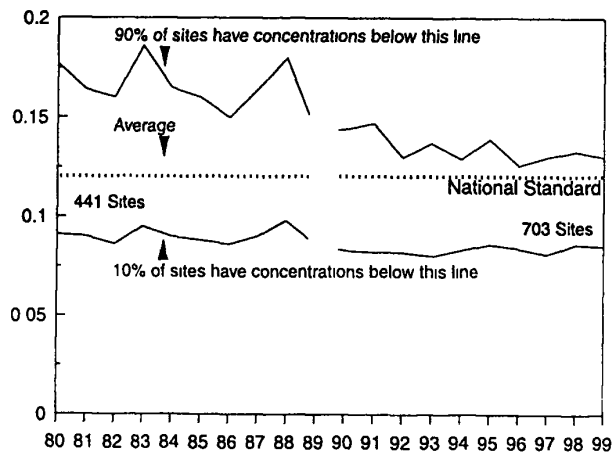
1980–99: 94% decrease
1990–99: 60% decrease

NO₂ Air Quality, 1980–1999
(Based on Annual Arithmetic Average)



1980–99: 25% decrease
1990–99: 10% decrease

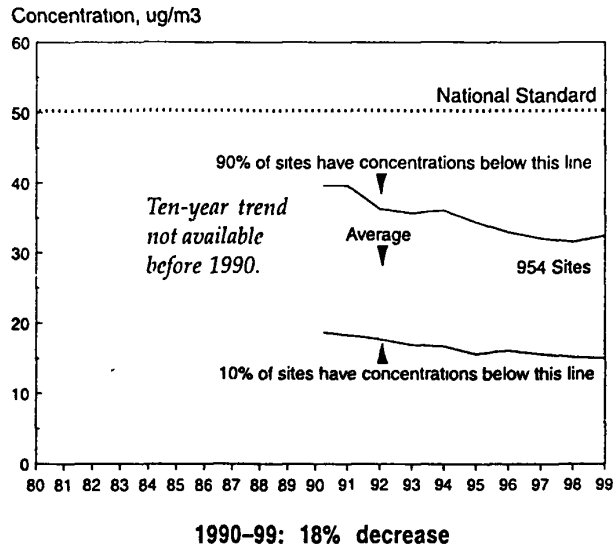
Ozone Air Quality, 1980–1999
(Based on Annual 2nd Daily 1-Hour Maximum)



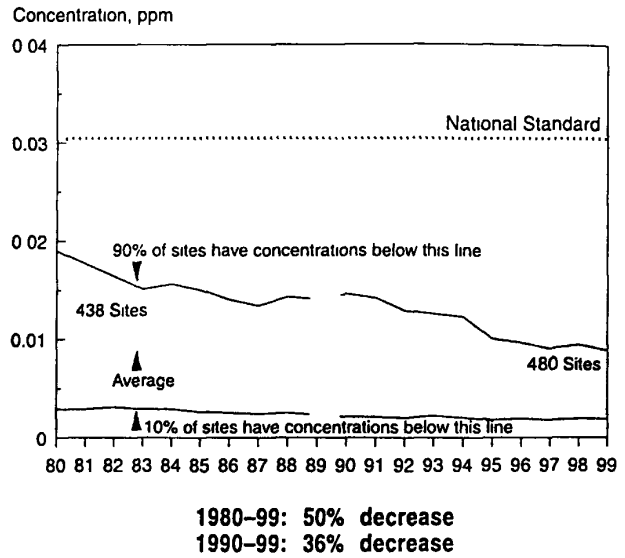
1980–99: 20% decrease
1990–99: 4% decrease

六種空氣主要污染物遞減變化之一

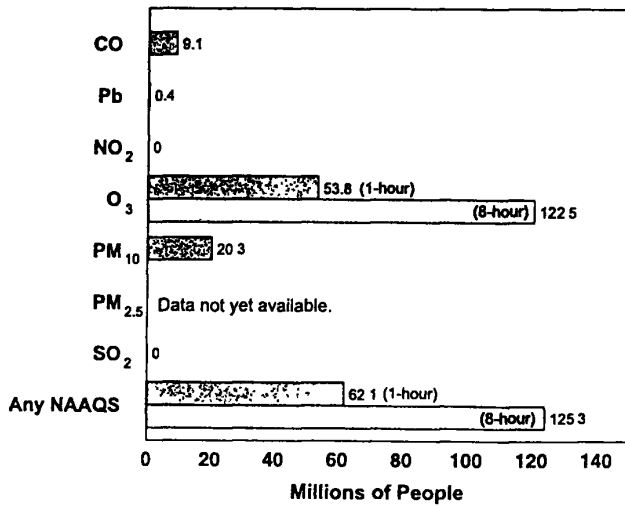
PM₁₀ Air Quality, 1980–1999
(Based on Annual Arithmetic Mean)



SO₂ Air Quality, 1980–1999
(Based on Annual Arithmetic Mean)



Number of People Living in Counties with Air Quality Concentrations Above the Level of the NAAQS in 1999



Percent Change in Air Quality
1980–1999 1990–1999

	1980–1999	1990–1999
CO	-57	-36
Pb	-94	-60
NO ₂	-25	-10
O ₃ 1-hr	-20	-4
8-hr	-12	no change
PM ₁₀	—	-18
SO ₂	-50	-36

六種空氣主要污染物遞減變化之二



美國專家演講



現場實務研討

專題七、美國集水區管理（黃志強）

（一）集水區管理：

1. 集水區（Watershed）：排水至一特定水體所包括之所有土地稱之。
2. 集水區管理：對於水資源之整體利用計畫。
3. 集水區管理之目的：傳統的點污染源管理減輕許多污染問題，然而在許多水體中仍有水質惡化之情形，而非點源之污染逕流是造成水質惡化之主要原因，因此，一個更廣泛的處理受污染之逕流是必須的。

（二）集水區之管理原則：

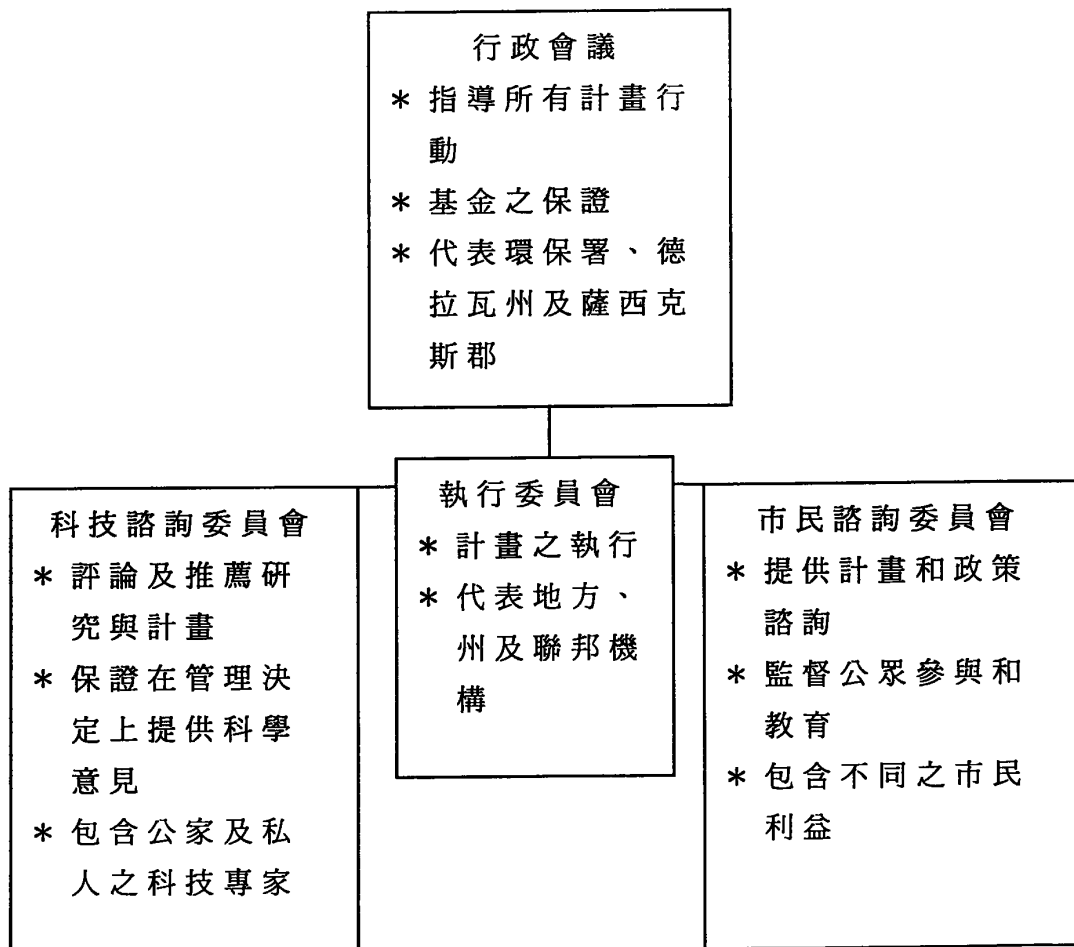
1. 以環境為目標，結合經濟、社會和文化成為一整體。
2. 整個流域範圍以生態為基礎，並不是以政治區域為界。
3. 整個行動方案是以資源分享和集水區目標之通識瞭解為基礎。

（三）德拉瓦州內灣綜合保育及管理計畫之摘要：

德拉瓦州內灣及其包含之集水區，自從 1969 年起即被當作研究之主題。而從 1988 年起基於聯邦水資源清潔法及管理，美國環保署將內灣列為國家海灣計畫之一部分。由於這一個海灣計畫之助力，德拉瓦州內灣綜合保育及管理計畫已準備好全力執行。一個結合市民、保育團體及政府機構組成之內灣管理會議，為了德拉瓦州內灣之未來，已經致力於研究內灣之環境問題並提出最立即之行動方案達六年之久。目前最優先面對的就是內灣營養物（氮、磷）富集與棲息地消失問題，也是綜合保育及管理計畫（CCMP）之管理會議所從事之工作。而 CCMP 就是為了拯救內灣，而找出其問題及提出解決問題方案之計畫。超過二百位委員會之成員及資源

專家提出構想和技術資訊，另外在 CCMP 發展的每一階段，接近三百位市民參加這項工作和公眾會議，使得公眾之意見得以獲得。

內灣管理會議



1. 自然環境的描述：德拉瓦州內灣包含位於德拉瓦州東南部之薩西克斯（Sussex）郡三個互相連結的水體—Rehoboth Bay、Indian Bay、Little Assawoman Bay。這個內灣及其支流之面積約為 32 平方英里，而其集水區面積約為 300 平

方英里。淨水經由地下水、地表逕流及其支流進入內灣。內灣是很淺的地方，有三到八呎的一般低水深度而且有大約三呎的漲落範圍。一些有趣的跡象顯示內灣已越來越淺。這是由於部份之沈殿物在退潮期間使水位看起來更降低了。在只有平均三呎深之任何系統，任何的變化皆能有戲劇性的效果。

2. 問題與解決方案：

(1) 內灣綜合保育及管理計畫確認下列各項優先環境的問題：營養物超量—優養化--太多氮和磷進入內灣的結果。這些營養物能引起細微的植物和藻類過度生長，進而耗盡氧而且遮住日光，將剝奪魚和其他重要的活資源生存之所需。內灣集水區棲息地的消失，包括水域變淺、淤積，過去和現在土地擾動之行為，例如築堤、用挖泥機疏浚和回填，並且朝陸地和森林的大廣闊地面發展。近幾十年來，內灣水中的草已消失和超過 20% 的潮間溼地被破壞。

(2) 解決方案：有效地減少營養的輸入和棲息地消失，這個行動計劃的組合已被執行。每一個 CCMP 行動計劃獨自地採取將會幫助解決環境的問題；一起推行，那將會造成比較好的水質而且增加水生動物在內灣中的生活。許多行動計劃將循序繼續推行。

3. 農業的行動計劃：保護計劃正在位於集水區內的每個農場推行，以減少營養物和沉積物進入內灣。以下為確保這計畫繼續進行之必要條件：

- * 繼續保護計劃經過 Sussex 保護區域。
- * 發展營養物的利用或分配。
- * 種植樹木以形成植物性的緩衝帶。
- * 繼續提高追蹤保護計劃與實施良好的管理訓練。
- * 加強研究營養物的移動與家禽棲息處之間的關係。

4. 工業的、市政系統行動計劃：從工業廢水和市鎮污水處理廠減少營養物的排出而且減少來自腐敗的系統滲流一個污染控制策略將會被推行，而且社區廢水問題將會被解決。各項行動即將展開：
 - * 執行營養物減少之污染控制策略。
 - * 創新及既存的技術發展專屬的污水處理設施。
5. 土地利用行動計劃：新的土地利用包括計劃確定地方性的土地利用和發展與 CCMP 的環境目標一致。這個行動計畫的大綱為：
 - * 審閱和實行 Sussex 海岸的土地利用計畫。
 - * 需要環境的敏感發展。
6. 棲息地保護行動計劃：綜合保育及管理計畫提出一個綜合的計劃保護棲息地。這個行動計畫包含七個大綱：
 - * 創造一個資源保護區域管理計畫。
 - * 發展 Sussex 郡棲息地保護條例。
 - * 建立內灣水資源利用綜合計畫。
 - * 建立海岸線之建築物—倒退線。
 - * 擴大公眾土地之獲得、保護和通路。
 - * 推廣天然的替代品來築堤。
 - * 審閱、編纂內灣疏浚計畫使其最新。

(四) 結論：

自從 CCMP 開始執行以來，已有效完成許多環保工作。如農地營養物管理和資金投資在肥料管理結構上，對於遍及內灣集水區之農地，已經有效的減少營養物輸入。例如，自從 1990 年起，在集水區內超過 52,000 英畝之農地上，農民與薩西克斯保育區計畫者合作準備和完成保育和營養物管理計畫。而這一切行動皆是農業上之自願行為，並將持續進行，促進內灣水體之改善。

(五) 展望未來：

綜合保育及管理計畫之發展已通知，要全力完成這個計畫將耗時十年；同樣地，在集水區地下水資源中由於氮素的累積造成巨大負荷，且將依不同比率進入港灣及其支流，而要改善此一水質，也必須耗費十年。因此不論是 Chesapeake Bay 計畫或是 Delaware Inland Bays 計畫，它們初期皆以一、二個目標為方向，不會好高騖遠，待有初步成果後，才慢慢擴及其他污染整治及生態保育之各項議題；並且在整個計畫的結構上包含政府機構、專家學者及民間團體或個人，能充分反映民意，在計畫的執行上，收事半功倍之效。綜觀國內，對於集水區及流域之管理，其權限皆劃分為許多單位，事權未能統一，致使行政作業形成多頭馬車，遭致一事無成之缺失；台灣環保機關應針對本土環保情況，仿倣美國成立一個集水區或流域管理委員會，以求事權一統，才能真正有效徹底地解決環保問題。



賓州大學 Wen K. Shieh, Ph.D 講座與學員合影

伍、建議

- 一、各縣市焚化爐陸續完工運轉，對於台灣垃圾處理貢獻很大，但實際運作時發現：焚化爐與部分鄉鎮垃圾清運距離過長，徒使垃圾運輸成本增加，且垃圾車於收集、運送過程易散落垃圾，因而沿途製造二次污染，應可參照美國現行作法，設置垃圾轉運站，以有效解決垃圾清運問題。
- 二、Southwest Water Pollution Control 污水處理廠採用整廠電腦自動化控制，各項處理單元分別設置自動感應器，接收數據傳送電腦管理，中央控制室中工作人員輪班駐守，全廠經由電腦執行操控、監測，其處理運作極為準確，國內都市污水處理廠可配合電腦自動操控，以符合人力精簡原則。
- 三、台灣環保事件常因示威或抗爭活動過於激烈，結果卻使政府與人民呈現對立的緊張狀態，本次訓練拜訪中大西洋地區空氣管理協會（MARAMA），深刻體會到非營利性的民間協會在環保政策協調過程的重要性，環保政策應由政府妥善規劃，輔以民間組織的良性運作，則大大提高民眾配合的意願，未來台灣非營利性的民間協會，在環境保護工作之推動與協調之過程，應可參酌使政府與民眾均可受惠的雙贏局面。
- 四、美國德拉瓦州西南部掩埋場（Jones Crossroads Landfill），該場底部鋪設八層各種不同材質之不透水材料，最上層再覆蓋絞碎廢輪胎，目的在於預防掩埋場不慎破損而污染地下水，應可參酌此設計管理觀念。