

海洋溢漏油污染及化學品洩漏應變－日本訓練之行

心之模型場地操作，油污染皆使用重油，演習如同實戰，學員實際操作，可學得實戰經驗，可免一旦油污染發生不知所措之情況發生，我國應可效法設置相同設備；至於海上溢漏油回收實作則乘船出海，布放攔油索圍堵溢漏油並以 F O I L E X T D S - 2 0 0（堰式汲油器）回收，並噴灑油分散劑，學員們上船後皆顯得精神奕奕，神采飛揚，獲得教官很高的評價。

緊急應變計畫之內容，其包含可能發生狀況之預測及各種狀況發生時所應採取之對策，及對媒體的發言技巧與內容訓練，教官還特別提出其教戰守則，如採訪地點應由自己選擇、3 秒內回答問題（以免記者私自剪接）、預測問題並預作解答等，很具參考性。

國際上對於危險及有毒物質（HNS）海上溢漏處置之協議預計明（2005）年將執行，屆時將可建立國際共同合作應變體系。一般之危險及有毒物質就有二百多種，對於其溢漏之應變方式因性質不同而互異，故要採取適當的應變方式，應對各種危險及有毒物質的特性完全瞭解，該中心明年將要出書詳盡說明各種危險及有毒物質的特性，該中心已答應要給我國數本參考，相信有很大的助益。對於 HNS 溢漏之防除方法，基本上有流出防止、危險範圍設定、液體與氣體擴散防止、回收、暫時貯存保管、最後處理等。此外，該中心也計畫在明年開有關 HNS 溢漏之緊急應變訓練課程，屆時我國可再度派員前往受訓。

課程總結，係依緊急應變計畫實地編組操演，於岸邊漏油情況，緊急使用各型攔油索、作業船、汲油器、臨時貯油槽、錨、重錘、可燃性氣體檢測器等設施進行溢漏油之防除，將士用命，迅速達成教官交代之任務，操作後進行檢討，教官講評我團於二十五分鐘完成，而日本受訓人員平均於四十分鐘完成，我團獲得輝煌的勝利。

在本次訓練期間，學員們都很感謝鄭處長自出國前即開始提供東京的地鐵圖，在日本受訓期間，替學員蒐集各種市區旅遊行程資訊，下課後還親自率領學員前往橫濱、東京最具文化、科技氣息之景點參觀，使學員們在匆促的訓練課程中，除專業知識技能收獲頗豐外，尚能體驗日本之精華，而有不虛此行之感。此外，鄭處長、張副總局長、王局長三人於操作課程時皆與學員一起參與，同甘共苦，尤令人感佩。

（環訓所 賴銜仁）

半導體產業之空氣污染排放係數

半導體產業對於台灣經濟發展有莫大貢獻，依「半導體製造業空氣污染管制及排放標準」，半導體製造業指從事包括積體電路晶圓製造(IC wafer production)、晶圓封裝(wafer package)、磊晶(epitaxial)、光罩製造(photo-mask production)、導線架製造(wire frame production)...等製程。在半導體 IC 製程中，由於大量使用揮發性高之溶劑及強酸，進行清洗 IC 表面蝕刻作業，致產生之空氣污染物包括揮發性有機物(VOCs)、無機酸及其他有害氣體。揮發性有機物部分，如異丙醇、丙酮、丙烯等；無機酸方面，如氫氟酸(HF)、硫酸(H₂SO₄)、鹽酸(HCl)。其主要使用濕式洗滌技術來處理無機酸氣體的排放，藉由液相與氣相接觸，使氣相中的某些成份因溶解而轉移至液相，經質量傳送以及化學反應等現象將污染物質氧化、中和或形成非揮發性的產物，以達到分離的效果。

世界上主要生產半導體的國家中，僅有台灣與美國針對這類的行業進行管制。現行管制半導體業污染物的排放量，要求無機酸類（如 HF、HNO₃、HCl）在空污防制設備中，排放削減率應達到 95%以上，或是工廠總排放量需小於 0.6 kg/hr，H₂SO₄ 排放量則需小於 0.1 kg/hr，或是符合防制設備的操作條件與設計規範。由於沒有適合的連續監測系統可偵測無機酸廢氣的排放濃度，僅能由監測溼式洗滌塔氣體、液體流量及 pH 值來瞭解污染物成分。此方式使用含鐵氟龍(Teflon)的多孔金屬濾材來收集所有微粒，再經過塗敷碳酸鈉與檸檬酸化學藥劑的第二層濾材來吸收酸、鹼氣體，最後將濾材加入去離子水後用離子色層分析法分析。排放量估算可由下式得：

$$\text{每月排放量(kg/month)} = \text{實際濃度(g/Nm}^3\text{)} \times 10^{-3} \text{ kg/g} \\ \times \text{平均氣體排放量(Nm}^3\text{/hr)} \times 24\text{(hr)} \times \text{每月工作天數}$$

空氣污染物平均排放量可由每單位產量或消耗量得到。排放係數(Ef)由下式所得：

$$E_f = ME / P$$

ME：每單位周期污染物排放量(例如：kg/day)

P：每單位周期使用量(例如：L/day)

估計方式依下列步驟：

- 1.收集每月化學藥品使用量。
- 2.分析使用總量與原排放量的關係。
- 3.由每個半導體工廠估計排放係數。
- 4.將藥品使用量及排放量做線性回歸。

將此三種無機酸排放係數(HF、HCl、H₂SO₄)使用上述方法估計量測。分析結果顯示，當化學藥品使用量增加，排放量也相對增加，所得排放係數 HF 為 0.0075 kg/L；HCl 為 0.0096 kg/L；H₂SO₄ 為 0.0016 kg/L。在大多數半導體製程中，排放出的無機酸氣體以 HF 最為常見。

而一般半導體製造業工廠規模相當大，其單一工廠之空氣污染物(含揮發性有機物及無機酸)排放量高達每年數百萬噸，因此可能逸散大量的空氣污染物，其逸散之空氣污染物將可能危害區域性空氣品質，不容忽視。依推估的排放係數來估計，其隨煙道氣所排出之排放量相當大，若再經酸雨或大氣酸性沉降而落至地面，不但對於地面上的建築物及農作物產生危害，亦對附近居民健康造成相當大的影響。

因此對半導體製造業者而言，減少空氣污染物之排放可提升製程內外之空氣品質，對製程良率有正面影響。未來，排放係數估計可應用在許多方面，如：空氣品質模式分析、控制方式改善、來源審查等，以其達成空氣品質管理及改善的目標。

(教務組 廖呈祥)

【參考資料】

- 1.行政院環境保護署“半導體製造業空氣污染管制及排放標準”。
- 2.蔡春進、黃俊超、簡弘民、陳姿名“填充式濕式洗滌塔處理高科技產業低濃度無機酸鹼廢氣之研究”，國立交通大學環境工程所。
- 3.Chein,H.M.；Chen,T.M.；Aggarwal,S.；Tsai,C.J.；Huang,C.C.“Inorganic Acid Emission Factors of Semiconductor Manufacturing processes”J. Air & Waste Manage. Assoc.(2004)

綠色能源-生質能轉換技術

當全球環境趨勢朝向更永續的生產方法、廢棄物減量、降低汽車污染、原始林保育、分散式發電及溫室氣體排放減量時，現代生質能在此環境及社會原動力上，扮演了一個重要角色。

在已開發國家及開發中國家均可利用生質能產生具環境友善之電能，其僅產生極微量溫室氣體甚至不排放溫室氣體。目前其環境效益及經濟分析均已相當清楚，而其社會效益部分，則尚需進一步瞭解。

使用生質能的經濟效益，與使用煤、天然氣或石油等較便宜的能源相比，並不特別明顯。在全球再生能源的推動上，例如能源作物、運輸工具用的生質燃料、小型分散式發電廠等，均尚需政府獎勵補助。而生質能計畫範圍相當廣，從簡易的露天燃燒，到具商業運轉可產生 10 萬瓩熱及電能的發電廠的有機廢棄物的生物發酵步驟均是，而藉由各項技術，可將生質能轉換為有用能源。

目前已開發之生質能轉換技術包括氣化技術 (gasification)、熱分解技術

(pyrolysis)、木質纖維素 (ligno-cellulose) 水解技術等，利用這些改良的生質能轉換技術，可解決部分有關環境衝擊的問題。未來只要確保這些技術可行，且開發中國家可負擔得起這些技術成本，即可提供一個更健康、更舒適的生活環境。近期商業化的生質能技術發展，以朝向森林工業為重，包括生質能汽電共生、燃煤鍋爐的輔助燃料及所謂的生質能氣化燃燒循環機組 (Biomass Gasification Combined Cycle units) 等。將好的技術與具社會經濟的潛力，加上具輔助燃料的可能性，即可提供最低風險與最低成本的产品。所有案例均顯示，隨著計畫的執行，總投資額持續下降。例如投資一座利用木材直接高壓氣化燃燒循環產生 2 萬至 3 萬瓩的能源廠，5 年前投資額為美金 2,000 元/瓩，到 2030 年時，可降至美金 1,100 元/瓩；營運費用 (包括燃料費) 由美金 3.98 分/度電降到 3.12 分/度電。

以往能源計畫主要基於投資的經濟報酬率，而今，許多能源公司在考量三底線 (triple bottom line) 原則下，開始注重社會與環境議題。生質能的環境效益，除了降低溫室氣體排放外，尚包括降低污染物的排放、善加利用有限的資源、改善生物多樣性及保護自然棲息地與地貌。此外，降低廢棄物進行掩埋處理的需求，亦為生質能的另一項效益。

投資再生能源技術可創造工作機會、改善社會福利，對整體經濟具相當效益。就社會面而言，生質能計畫提供了新的工作、技術傳遞、引進新的技術、提供新的教育與訓練機會，同時也降低了都市的聚集性。對於亟於保存其文化特色的原住民或土著而言，使用小型分散式的生質能發電，更具意義，其保有了獨立與自尊的感覺。

就長期來看，永續發展與氣候變遷息息相關，要達永續發展主要關鍵在於發展新的、小型的、分散式發電，例如發展燃料電池、微渦輪發電機及使用於生質柴油的內燃機等。雖然整合生質能發電技術與其他分散式能源，可提升發電技術，然

而對環境衝擊的效益而言，假如處置不當，反而不夠明顯。例如設計不良的小型木材氣化廠，假如處理不當，會導致致癌物的產生。就整體而言，小型生質能深具成為分散式發電系統的燃料潛力，同時也可能成為綠色氫能的主要來源。

在廢棄物轉換為能源的計畫中，利用有機廢棄物做為生質能來源，則毋需再負擔這些有機廢棄物的處理處置費用，例如廢棄物掩埋場的沼氣計畫、汽電共生廠計畫等都是現有的案例。然而農場或鄉村區的動物廢棄物轉換為能源的過程，則受其處理方法與氣體產生的規模大小的影響。由現有的商轉案例發現，當產製生質能廢棄物時，其收集、運送至集中處理廠的費用非常高。

由於目前生質能商轉的風險仍然相當高，因此，不管是種植短期輪作作物以生產運輸用生質柴油、或設置小型分散式生質發電設施，均需政府的補助，以提供足夠的獎勵誘因，鼓勵投資者設置。未來一旦燃料電池技術發展純熟及商業化時，無疑的，生質能將是氫能的來源，其發展亦將無可限量。

為解決上述問題，可分為幾方面來進行。在技術研發方面，政府協助其進入環保科技園區進行研發工作，藉由政府與技術研發公司合作，採用產業升級條例模式，使此技術獲致進一步發展。在市場健全方面，發展出來的技術再採用技術移轉方式，大量化生產模具設備來建立其市場供應面。而在市場需求面，透過政府的行政管制與經濟誘因並行，先在農業縣市推展，除推動其回收機制外，並加強回收補貼措施，妥善規劃清運系統及路線，使廢棄物產生者願意配合，如此市場供需一一建立，將可有效解決生質能轉換技術實際運用之困難。而此技術一旦運轉成熟，有大部分之生物性廢棄物將被回收再利用，對垃圾的減量將大有助益。

（林淑芳）

（本文摘譯自再生能源世界 2004 年 1 月-2 月第 7 期第 1 號【Renewable Energy World January-February 2004 Volume 7】）

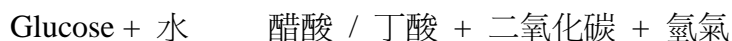
廚餘回收再利用處理之技術

環保署將要推動的三年行動計畫中之「全分類零廢棄」行動方案，其具體的措施共有六項，其中包含『針對廚餘、巨大垃圾及不可燃垃圾予以有效分類、回收、處理及再利用』，其對應的子計畫即是廚餘清運與回收再利用計畫，建立廚餘再利用模式及開拓廚餘再利用通路等，以提升廚餘回收量，預計 93 年底廚餘回收量達每日 900 公噸並逐年增加。廚餘的有效回收不但可減少垃圾量，對環境負荷的降低亦有實質上的助益。

廚餘回收再利用的計畫主要是建立廚餘回收再利用模式與開拓再利用的通路，然這整個通路鏈(網)最重要的廚餘如何清運、處理及將來的出處，其中最關鍵的程序當屬廚餘的處理過程(亦即回收再利用技術)，因為處理的方式關係到清運點設置的地點與多寡、處理後產物將來的出處，亦牽動了民眾對廚餘回收體系的信心，及整個回收市場是否能健全運作，進而影響到整個計畫的成敗。由於廚餘成分 90% 為生物可分解(揮發性)固體(VS)，而其濕度亦高達 80%，因此常因生物分解(腐敗)而在清運或收集過程中產生臭味及污水滲漏，已往在還沒有回收前都是併垃圾送進焚化爐焚化或進掩埋場掩埋處置，過程中往往孳生蚊蠅、產生有害性氣體、污染地下水源。因此，鄰近國家—韓國—於訂於 2005 年後不再將廚餘以掩埋方式處置，而我國亦從去年初開始進行廚餘回收之宣導與系統的建立，依目前的作法，係將熟垃圾與生垃圾分別處置與再利用，然其回收再利用的技術似乎以堆肥方式或將熟廚餘養豬方式居多，然以台灣目前的環境現況與民眾的期望而言，堆肥或餵豬方式似乎不該是主要的方式，姑且不論民眾接受度，就整個肥料市場或養豬業的供需而言，市場的運作量顯然不足以因應廚餘產生量，因此，有必要尋求另一種更有效、可行的回收再利用技術，以解決廚餘回收處理的問題。

目前，有一種廚餘回收再利用的處理技術係利用二階段生物分解將廚餘儘量轉化具高度能源與經濟價值的氫氣與甲烷，殘餘成分則成堆肥。由於回收的氫氣與甲烷的後續利用價值明顯增高，如回收率高且量大，則將其轉變成燃料出售，不但利潤高，對目前地球的溫室效應將因石化燃料的減少使用，可獲致部分的改善，再者，對於建立回收再利用市場頗為有利。整個技術的理論架構厭氧發酵的反應程序：

微生物



氫氣產生發酵反應(如圖示)：包含四座滲漏床反應槽(leaching-bed reactors)，四座反應槽係以批次方式輪流進行廚餘受納，構成所謂連續性批次反應；回收的廚餘

先行破碎，放入反應槽中與含有篩選出來的厭氧性微生之污泥混合，每槽受納廚餘後分成四個反應階段，並從甲烷化反應槽之上層液回流入滲漏床反應槽中；第一階段快速反應階段為期 2 天，上層液的流入率為 4.5/天，這階段微生物將快速分解廚餘，此時揮發性有機酸產生量達到最高約 3200mg COD/L，而氫氣產生量亦最高約 35 L/d，而 pH 值從原來的 6.5 降至最低約在 5.5 左右；第二階段為緩慢反應階段，為期 2 天，上層液流入率為 2.3/天，此時揮發性有機酸產生量亦高約 2900mg COD/L，氫氣約 26 L/d，pH 值回升至 6.5 左右；第三階段為穩定段，為期 2 天，此時揮發性有機酸及氫氣產生量遞減，而 pH 值上升至 7.0 左右，至此廚餘中有機物成分 大都已發酵轉化，殘餘之固體物已屬穩定化產物；第四階段為後處理段，為期 2 天，即將殘留固體物經重力脫水後，再以送風方式風乾成堆肥。而在前三階段中均會從反應槽得滲漏床中流出滲漏液，均收至貯存池再進流至甲烷化反應槽中做處理，而產生的氫氣則經由導管回收。整個氫氣產生發酵反應約 8 天。

甲烷化反應(如圖示)：係以向上流式厭氧性活性污泥槽(upflow anaerobic sludge blanket, UASB)進行，由滲漏床反應槽所產生之滲漏液回收導流至 UASB 中處理，槽內污泥之微生物種與滲漏床反應槽內的菌種相同，水力停留時間為 0.57 天。此槽所進行的是厭氧反應產生甲烷，每天約產生 1.75 m³/ m³.day，甲烷可經由導管回收，而上層液導流至發酵反應槽中再進行處理。

此二階段生物處理單元看似分開，實際運作上則是相互連結。此技術有幾項操作要點：(1)菌種：係取自污水處理廠中初沉池的污泥，經過 15 分鐘的加熱僅剩微生物孢子，篩取孢子後再加以活化馴養而成。(2)滲漏床反應槽之有機負荷為 11.9 kg VS/m³.day，UASB 有機負荷為 5.4 kg COD/ m³.day。(3)操作溫度約維持在 37°C。(4)單位體積處理量為 519 kg/m³。(4)操作的 pH 應維持在 7.4 以下。(5)抑制性因子的控制：此技術本質上均在厭氧反應上進行，故廚餘中蛋白質成分內的 N 會還原成氨氮(NH₃-N)，當氨氮濃度超過 3000ppm 時會使 pH 上升超過 7.4 而對反應有抑制作用；另廚餘中含有大量的鹽分，其中鈉離子濃度如超過 3500ppm 以上亦會有抑制作用，而在整個反應中氨氮與鈉離子濃度均不斷累積，解決方式即偵測出濃度達整個反應忍耐濃度限值時之時間，超果此時間則放流水(上層液或滲漏液)均需加以稀釋後再導入反應槽中。

此技術約可去除 72.5%的 VS，而去除的 VS 中可形成 28.2%的氫氣與 69.9%的甲烷，回收的氫氣與甲烷可作為燃料使用。第二，反應後殘留的固體物為堆肥產物相同，可直接用做肥料施作。第三，雖然分成二個部分進行，然整體來說是相當穩定、順暢且聯貫的操作方式，無額外產生的麻煩。第四，滲漏床反應槽無須事前馴養即可直接進行反應。綜上，此技術雖屬實驗方式進行，然所採用的原料卻係日常生活之廚餘，並非實驗室組合物，如再經實廠試驗找出實廠操作上之操作因子，應非常適合用在廚餘回收再利用之處理過程上，其反應後的產物如氫氣、甲烷不但有其市場的經濟性，殘留固體物亦可做為肥料，且過程中並不會像堆肥過程中產生額外的麻煩(如臭味、孳生蚊蠅..)，免除民眾可能抗爭的困擾，

再者，就技術層面上而言並不難，可因應台灣本地之廚餘特性加以實廠運作。就業者來說，因產生的產品具高經濟價值，成本回收應可加快，在政府大力推行廚餘回收制度下，廚餘來源應不虞短缺，在原料無憂、投資成本回收無虞下，此廚餘回收再利用的市場當可健全發展，廚餘回收之工作才能有效地推廣。(李金靖)

本文、圖摘譯自： *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 54, pp242-249, Feb. 2004

公文製作之要領

公文即公務員處理公務所製作之文書之謂也，即凡機關與機關間或機關與人民團體間或機關與人民間，彼此為處理與公務有關之事務往返之文書，以及機關內部間通行之公務文書及公文以外而與公務有關文書之總稱。

公文製作其品質應講究的是好（無瑕疵、無疏、漏、舛、錯、無負面）、快（把握時效、如期完成）、合（符合行文之目的及期望）。公文應如何製作，始能符合公文品質三要求呢？謹就本人於公文製作之經驗及心得，抒表如下，分享同為公務人員的您，在公文製作領域內，有多一層思索之空間，共同為提昇公文品質，略盡棉薄之力。

製作公文之要領，雖不一而足，惟其仍有一定之途徑可循，除具服務熱忱、大公無私、服從團結、任勞任怨、依法行政之基本態度外，舉其要者：

一、 專業知能：知能為處理一切事務之基石，所謂工欲善其事，必先利其器，而公務人員處事之工具無他，即本分內所職掌業務之專業知識及執行能力，唯有對所職掌領域之事務，諸如職掌、法令規章、作業流程、處事應對技巧及專業知識.....等，深入博閱，不斷的精研訓練，充實新知，對分內事務，瞭若指掌，全面掌握，不僅應知其然且應知所以然，從容應對，處理得脈絡分明、有條不紊、面面俱到。

二、 文書收辦時應確實點收：點收時應注意是否屬於權責範圍？附件是否齊全？有無有價證券或貴重物品？時效有無逾期？簽收時註明收辦年、月、日、時之時間，以明責任。

三、 文書處理應本著隨到隨辦、隨辦隨送，不得積壓。且從擬辦、陳判、會簽（稿）、繕打、校正、發文歸檔流程中，均能確實掌握其動向，適時作適當之處理與因應，以確保公文於時限內處理結案。

四、 公文製作之結構應依制式格式撰寫：

（一） 令：不分段，惟動詞應一律在前，例：訂定「空氣污染防治法施行細則」。

（二） 函：應按「主旨」、「說明」、「辦法」三段式撰寫，若案情簡單，可用「主旨」一段完成者，勿硬性分割為二段或三段，「說明」、「辦法」均可因事、因案之情況而加以活用。

（三） 公告：應按「主旨」、「依據」、「公告事項」三段撰寫。

（四） 簽：按「主旨」、「說明」、「擬辦」三段式辦理，案情簡單，可使用便條紙分段或分條列式簽擬。

五、 公文製作應簡、淺、明、確、一致、完整：

（一） 簡：簡單扼要、不重複敘述。

（二） 淺：易懂、不深澀，避免使用艱深、費解之詞句。

（三） 明：詞意清晰、通曉。

（四） 確：期望、目的、內容應確定不含混、不模稜兩可。

（五） 一致：同一案情處理方式不可前後矛盾。

(六) 完整：力求周詳、具體、適切可行、案件齊全。

六、 公文製作涉及需說明部分，宜按起、承、轉、合之段落分段說明：

(一) 起：開端、來源、依據。

(二) 承：事實、理由或承接上文處理經過情形加以申述。

(三) 轉：轉折。正、反兩面之立論、比較，尤其是簽，其簽處意見有數個方案時，應將各方案之優劣、利弊、得失，加以申述。

(四) 合：結論。科員政治、承辦人員於撰擬公文時，除非經評析兩個方案，其優劣、利弊、得失均甚難取捨定論，採兩案併陳方式外，餘均應下結論後陳核，即採○○案為當或為宜，不應以如何之處？請核示或僅簽具方案，而不下結論。

七、 揣摩對意：公文製作之內容、詞句，應存有揣摩對方（受文者）可能之反映與感受，應儘量避免給予對方負面借題發揮或反擊之空間，且對可能反映或反擊均有足以應付之對策及合理化之事證或論述，不致於遭反擊時束手無策。

八、 公文製作有關計畫案或規劃案之擬訂，其思考評析邏輯，應分人、事、時、地、物、如何運作、推動或執行，六大層面詳予評析：

(一) 人：應先確定由何單位或何人承辦？其執行辦理能力是否足夠？若人力不足時，有那些人力可予調度支援？整個執行團隊，單位與單位間、人與人相處間是否默契和諧？如何指揮監督？等等。

(二) 事：是否於法有據（法源）？是否屬於權責範圍？達成之目標若何？為達成此一目標所涉及相關事務有那些？如何為事擇人？如何分工？如何協同？如何連繫？如何管制？遇到阻力或障礙時如何排除？如何應變？等等。

(三) 時：規劃之期程若何？（長程、中程、短程或即程）何時運作（辦理）較為便捷、經濟有效？各階段任務達成之時間？作業時程管制表、運作時間有無與其他重大事務撞期？運作時程中可能發生之阻力或障礙？等等。

(四) 地：地點選擇是否便捷、適中、安全、符合規劃案之需求？空間、設備是否足夠？所需物資是否可就地採買或支援？如需膳宿時有無住宿房間及餐廳？如果分數個地點辦理時，其連繫、互通管道是否快速、便捷、暢通？等等。

(五) 物：所需經費若干？經費來自何處？年度經費是否足夠？所需動用之設備資源那些？現有設備是否足夠？若經費、設備不足或欠缺時如何周轉調度？本機關內部其他單位是否可予支援？物資於計畫結束後如何應用？等等。

(六) 如何運作：就是怎麼辦？用什麼方法辦？才能經濟、有效且快速的達成所訂之目標。其行動方案若何？分支計畫若何？諸如人事安排、責任分工、地點擇定、時程控管、預算執行、稽核、管考、定期或不定期檢討評析、風險評估、應變措施、行政資源運用等，均應有周全詳實之計畫，且計畫、執行、考核及評析檢討，必須能環環相扣、緊密結合，始能奏其功也！

總之，公務人員製作公文時，應具有適法性、可行性、明確性、一致性、快速性、經濟性、有效性、周延性、整體性及後續處理、發展便利性。如何至之？唯有專心專業、認真負責、誠心誠意，為國為民服務，只要多一分專業，就有多一分成就；多一點用心，就少一點差錯。本此心態，其所製作之公文，皆能面面俱到，

無懈可擊，當是一個稱職、有效率且快樂的公務人員。
(江世顯)

土壤污染整治及復育－荷蘭訓練之行

今年四月十二日深夜我們一行十三人整裝遠赴鬱金香的故鄉－荷蘭，接受為期十三天的「土壤污染整治及復育訓練班」，荷蘭位於歐洲北部四季分明國家，領土與台灣地區相近約為我國 1.1 倍，荷蘭人口約有一千三百萬人，全國面積約有三分之一位於海平面以下，因此在歐洲各國之中其土壤污染整治工作占有一席之地，挹注大量人力、物力與經費，此次環訓所透過荷蘭貿易暨投資辦事處協助，與荷蘭應用科學研究院(相當我國工業技術研究院)共同舉辦此次訓練課程，學習荷蘭土壤及地下水污染整治最新技術與實務，荷蘭於 1975 年左右發現其傳統產業如乾洗業、石油業等產生土壤及地下水污染嚴重問題，加上 1980 年發現一批興建於曾埋有害廢棄物之掩埋場的房子，影響居民健康甚鉅，並且在全國陸續爆發土壤及地下水污染事件，土壤及地下水污染問題逐漸受到重視並著手整治，終於在 1983 年訂定土壤污染防治與整治相關法令。初期荷蘭在整治土壤污染場址的策略以符合管制標準為目標，經清查荷蘭全國境內約有六十萬個土壤污染場址，其中約有六萬個場址有需要優先處理的急迫性，據統計整治這些場址處理費用約需一億五千萬歐元(1 歐元=40 元新台幣)，預估需費時三十年才能整治完成。由於污染場址整治費用龐大，為避免預算排擠及有效運用資源，目前荷蘭在土壤污染場址整治策略，以功能為取向，視污染場址在整治後土地利用用途及價值，係導入風險評估，測定污染場址對人體健康、生態系統及地下水等的影響，來決定污染場址整治程度。主要的成本效益評估分為：正面評估土壤及地下水整治完成後對環境及人民保護程度...等；在負面評估方面則考量人力、物力及財力等消耗程度，將待整治污染場址分為非常嚴重者和低研究者，前者要在這一代整治，又區分為非常緊急(從現在到 4 年內整治完成)和次緊急(4~20 年內整治完成)，後者則無急迫性留至下一代整治。目前優先整治污染程度嚴重非常緊急者，由開發商提出完整整治計畫並負擔大部分整治費用，另由政府補助約 30%之整治經費，在這些優先處理之污染場址整治期間或完成後，並持續監控污染場址土壤及地下水污染現況，預估導入風險評估策略後，污染場址整治成本可降低 35-50% 以上，從 1990 年左右污染場址以傳統整治方法處理費用約 100(歐元/公噸土壤)，至 2000 年以功能取向導入風險評估的現地整治方法，處理費用降為 10(歐元/公噸土壤)，例如位於荷蘭的 Akzo Nobel 是一個主要產鹽及氯氣、氫氧化鈉等化學副產品工廠，其中有一廠區過去生產目前禁用的含氯殺蟲劑，嚴重污染該廠區土壤及地下水，從 1990 年開始試圖運用傳統方法整治土壤及地下水，如何清潔淨化土壤，規劃費用達 800 萬歐元，於 2000 年時導入風險評估策略，利用微生物就地分解並在污染場址上同時加蓋運輸碼頭，將污染物密封於運輸碼頭下，在嚴密監控下確保污染控制場址內污染物不會擴散，預估成本只需花費 30 萬歐元，是一個結合整治及土地利用的環保與經濟並重最佳實例。另有荷蘭應用科學研究院主導建置土壤及地下水污染防治網站，供歐盟間共同討論及諮詢平台，必要時並提供付費之技術支援，分享其研究成果，避免重複研究浪費資源，重蹈美國已

發生之污染場址整治費用黑洞歷史(美國目前亦於 1995 年以後逐漸修正其土壤污染整治策略導入風險評估節省整治成本)。

目前我國亦相當重視土壤及地下水污染之整治與管理工作，除民國 89 年 2 月 2 日公布實施「土壤及地下水污染整治法」，目前我國已公告 1373 筆地號的控制場址，面積約為 336.51 公頃，同時全面清查全國 172 處 2080 座大型儲槽及陸續調查全台加油站油品地下儲槽，是否有土壤及地下水污染現況存在，若確認為污染場址對其採取必要措施，避免污染源擴散，並依據我國「土壤及地下水污染整治法」之規定進行污染場址控制及整治，土壤及地下水污染防治及整治的領域，是上世紀末才受各國重視新領域，學習歐、美先進國家在這方面領域及整治新技術，結合他國不同經驗所累積成果作為參考，避免踏上過去發生土壤及地下水污染場址整治費用黑洞的歷史。(曾伯昌)

土污班全體學員與荷蘭應用科技研究機構主管合影

環保訓練 Q&A

一、Q：我在 90 年有參加甲級廢棄物處理員訓練班，但經補考後能未全數及格，今年再次繳費參加，請問那年及格科目仍有效嗎？

A：參訓不及格重新報名參訓者，其成績以重新參訓考試成績計算，原成績不予保留，參訓前請詳閱報名簡章。

二、Q：請問專責人員原申請設置之公司變更名稱(排放許可證辦理公司名稱變更)，專責人員是否需要行文申請撤銷原設置公司改申請設置為新公司之專責人員？

A：依據「環境保護專責單位或人員設置及管理辦法」第十三條規定，專責單位或人員設置內容有異動時，負責人應於事實發生後十五日內，向原申請機關申請變更，如僅排放許可證辦理公司名稱變更，應無涉及人員異動問題。

三、Q：我是任職於某公司的環安人員，大學商科畢業，我有乙級勞工安全衛生管理員證照，但我不是理、工、農、醫科畢業，這樣有乙級勞安證照可以報考乙級廢水嗎？

A：台端為大學商科畢業，需具二年以上水污染防治法管制之事業，從事廢水處理及操作工作經驗並有證明文件者，始得報名參訓乙級廢水處理專責人員訓練，乙級勞安證照非關廢水處理經驗。

四、Q：請問乙級空污及廢水報考之第一項條件：公立或私立專科以上之理、工、農、醫或同等學歷，以我本身所有的五專資訊管理及大學部資訊管理系之證書是否符合其同等學歷報考資格？工作證明文件除了在職證明外，還需要哪些相關文件呢？

A：1.台端五專資訊管理科及大學資訊管理系畢業如屬商科或管理學院，則非屬專科以上理、工、農、醫系畢業，如屬「環境保護專責單位或人員設置及管理辦法」第四條第二款之高工、高農、高水產三類職業學校畢業者，應具有一年以上水污法或空污法管制之事業或場所之廢水處理或空氣污染管制及操作實務工作經驗之證明文件；如屬同辦法第四條第三款之高中、或上述三類以外之高級職業學校畢業者，應具有二年以上廢水處理或空氣污染防治及操作實務工作經驗之證明文件.....始得報名參加乙級廢水或乙級空污專責人員之「訓練」，而非「報考」。
2.出具前項工作經驗證明之事業或場所必須具有工廠登記證及廢水排放許可證或空污之操作許可證。

五、Q：本公司的污水處理設施委託專業環境工程業代操作，因污水量達 100CMD 以上，依規定需設置乙級廢水專責人員，專責人員亦由代操作單位提供，為辦理設置時環保局要求此人勞健保必須加入本公司，但遭公司會計及法務部門否決，

認有違法之虞？請問是否有規定專責人員一定要加入本公司勞健保？或可由代操作單位提供即可？地方政府如此要求是否合理？

A：1.台端公司如似工業區污水處理廠以全廠委託營運機構營運管理之方式，則依「環境保護專責單位或人員設置及管理辦法」第十二條第一項規定，得由營運機構派駐具資格之人員設置為專責人員，則該專責人員勞健保自然加保於營運機構。

2.查貴公司並非由營運機構整廠營運，自應依法由公司本身員工設置擔任為廢水處理專責人員，勞健保自然投保於貴公司並無疑義；專責人員如確由代操作公司提供設置，應已違反規定，並涉使公務人員登載不實事項於公文書之罪嫌。

六、Q：本社區原建 600 多戶，近日接獲某環保公司建議本社區要設置專責人員，以免受罰，請問本社區現住戶僅 200 多戶，是否要依環境保護專責單位或人員設置及辦法第十二條第二項規定 500 戶以上要設乙級專責人員？

A：貴社區之污水處理設施究屬水污法之建築物污水處理設施或社區專用污水下水道系統，應先釐清。如社區在都市計畫範圍內，起造建築物，如當地無公共污水下水道系統可接納污水時，無關住戶數多寡，依「建築技術規則」規定，所興建之污水處理設施，即為水污法所稱之建築物污水處理設施，依規定無需設置廢污水處理專責單位或人員；如屬區域計畫之非都市土地改變使用為住宅社區，依規定需申請開發許可，即為「下水道法」所稱開發新社區，依「下水道法施行細則」第四條所規定之新開發社區可容納 500 人以上居住或總興建 100 住戶以上之社區，應由開發者興建該社區專用下水道，貴社區如屬後者，始合依水污法應設置專責單位或人員之適用。

可同時去除多種空氣污染物的溼式電漿技術

李灝銘

博士後研究員、國立中央大學環境工程研究所

空氣污染的種類繁多，常見者包括酸性氣體（氮氧化物、硫氧化物、氯化氫、氫氟酸）、揮發性有機物、無機臭味氣體、重金屬（如汞）、及粒狀物等；傳統的空氣污染控制技術大多僅能針對某特定污染物進行處理，因此當氣流中含有多種污染物時（大部分現實情況就是如此），往往必須安裝多套空氣污染控制設備。因此，若有一種技術可以同時去除上述污染物，則該設備將具有縮小土地面積、節省設備費用、甚至降低操作成本等優點。這一個理想中的技術，筆者知道一個，就是「溼式電漿技術」，其英文為 **Combined Plasma Scrubbing**，我們常稱之為 **CPS**。溼式電漿技術具備：(1)溼式洗滌法的氣體吸收與粒狀物收集功能，又具備(2)電漿技術的高氧化能力。上述兩技術的整合，可將適用處理對象大幅擴增（參見表 1），以下略做說明：酸性氣體中的硫氧化物、氯化氫及氫氟酸水溶性高，可以利用溼式法去除，電漿技術可將二氧化硫(SO₂)氧化成水溶性更高的三氧化硫(SO₃)或是硫酸(H₂SO₄)，有助於二氧化硫的去除。酸性氣體中的氮氧化物 NO_x（包括一氧化氮 NO 與二氧化氮 NO₂），煙道氣中主要以一氧化氮為主（超過九成），然而一氧化氮的水溶性很低，因此溼式法對於氮氧化物的去除效果不彰；藉由電漿技術可先將一氧化氮氧化成水溶性較高的二氧化氮或(亞)硝酸(HNO_x)，則可提升氮氧化物被後續溼式洗滌法去除的效能。對於重金屬的情況雷同，以汞為例，汞在氣相中有一定比例是以元素態(Hg₀)存在，然而其水溶性遠低於氧化態汞(Hg₂₊)；因此藉由電漿先將其氧化，即可有效提升溼式洗滌對汞的捕集效果。至於揮發性有機物與無機臭味氣體，水溶性較佳的物質可直接被溼式洗滌設備吸收，其他水溶性不高的物質則可經由電漿直接氧化成較無害的二氧化碳(CO₂)。粒狀物(Particulate Matters, PMs)在溼式洗滌法中的去除效果有限，電漿的存在可生成負離子，有助於小顆粒的凝聚成長（粒徑變大），進而促進粒狀物在溼式洗滌法的去除效率。讀者亦可參見圖 1—溼式電漿技術同時去除多污染物的機制—應可獲得較清楚的瞭解。

表 1：溼式電漿技術對各污染物的去除效能

空氣污染控制技術 空氣污染物	溼式洗滌	電漿技術	溼式電漿技術
酸性氣體：硫氧化物、氯化氫、氫 氟酸	+++	+	++++
酸性氣體：氮氧化物	+	+++	+++
揮發性有機物	+	+++	++++

無機臭味氣體	++	++	+++
重金屬（如汞等）	+	++	+++
粒狀物	++	+	+++

說明：++++ 具加成性
+++ 好
++ 部份
+ 差

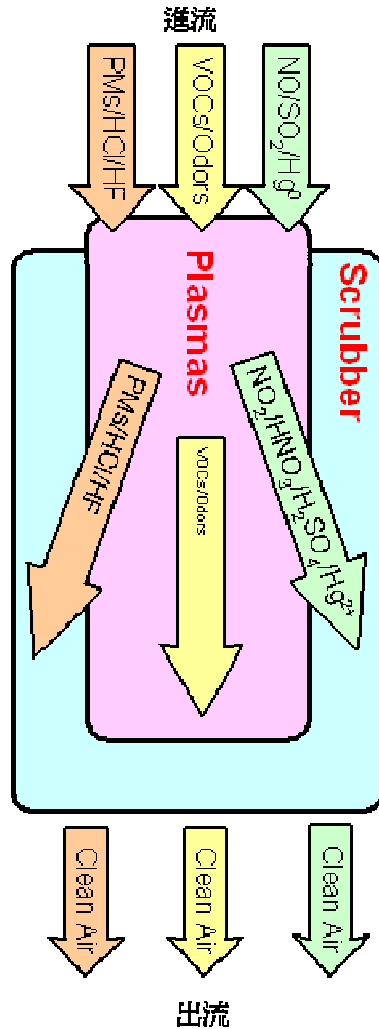


圖 1：溼式電漿技術同時去除多污染物示意

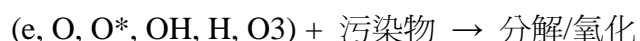
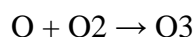
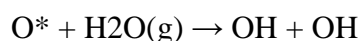
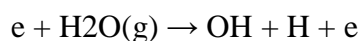
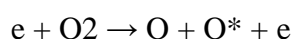
以上說明了溼式電漿可以同時去除多種空氣污染物，大部分的讀者應該很清楚何謂溼式洗滌，但或許有部份讀者不甚清楚何謂「電漿」，以下略做說明。其實現代人每天一定會接觸到電漿，只是大部分的人不清楚那就是電漿罷了，例如日光燈。日光燈的發光原理是在兩電極間施加一高電壓，高電壓誘引一個高電場，身處其間的電子受電場吸引而加速運動，移動過程中能量隨之增加，電子在移動過程中會與氣體分子碰撞並將能量傳遞給氣體分子，電子的速度減慢，但電子又受電場吸引而加速→碰撞減速→加速→減速，一直反覆進行上述反應。一旦電子

的速度夠快（能量夠大），與氣體分子碰撞時可能將氣體游離： $e + A \rightarrow A^+ + e + e$ ，換言之碰撞後系統中又多出一個電子，因此隨著碰撞的不斷發生，系統中的電子數目持續快速增加，此時系統中存在大量電子的環境便稱之為電漿狀態（亦稱為物質氣/液/固態之外的第四態）。

一旦電子與氣體分子發生游離反應，其他相關反應也同時進行中，如解離反應 $e + AB \rightarrow A + B + e$ ；激發 $e + A \rightarrow A^* + e$ ；結合反應 $e + A \rightarrow A^-$ 等。其中，當粒子由激發態 A^* 回到基本態時便會放出光 $A^* \rightarrow A + h\nu$ (光)，即是日光燈的發光原理。

電漿系統中的電子平均能量約 5 eV（eV=電子伏特，1 eV 接近 10,000°C 的能量），而一般污染物的化學鍵能約 3~5 eV，因此可被電子所破壞分解。

除了電子的直接碰撞分解之外，電子亦會與空氣中的氧氣與水氣碰撞生成化學活性非常活躍的氧原子(O)、氫氧自由基(OH)、及臭氧(O₃)，這些活性物種可快速與氣態污染物發生氧化反應，達到污染物氧化/破壞/去除之目的。



目前的溼式電漿系統可分為兩類，第一種為電漿與溼式法分開一段距離，電漿置於前、溼式洗滌接續其後；第二類則直接將兩者整合在一起。就空間的利用率而言，後者的節省較佳。圖 1 即為同心圓溼式電漿反應器的簡單示意，兩個同心圓，內圓為放電極，外圓接地；液體由上方流入，沿外管的內壁流下；氣流由上而下，先經電漿區再進入洗滌區。此外尚有多種設計，例如類似旋風洗滌塔或文氏洗滌塔的設計等。類似技術在美國已進行實廠規模的測試，對象為 156 MW 的燃煤鍋爐廢氣，處理流量近 3,000 Nm³/min，設計處理的空氣污染物包括二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)、汞(Hg)、及細微粒(PM_{2.5})；據該公司所呈現的報告顯示，初步測試結果為二氧化硫=98%、氮氧化物=90%、汞=80~90%，就上述結果而言成效顯著。

以台灣的現狀分析，土地面積狹小，空間利用率是一個非常重要的考量因子，未來的空氣污染防治技術與設備朝向多污染物同步去除將是個值得發展且正確的方向，而溼式電漿技術為諸技術中的候選人之一，值得大家密切留意。