

九十二年度環保專責人員分區座談會順利完成

本年度環保專責人員座談會於 9/23、9/26 及 9/30 日分別於國立台中圖書館中興堂、高雄市政府勞工育樂中心大禮堂及台北市政府親子劇場辦理，三場次共計約 1,400 人次參與盛會，現場並分送九月份編印最新版之空污防制、毒化物管理、水污染防治、廢棄物管理，及資源回收再利用等五冊法規。會中除環保相關單位主管與專業技術人員面對面溝通外，對環保專責技術人員於執行環保污染防治工作所遭遇之疑難問題，除當場答復外，並將意見交由相關單位作成書面答復，以利環保專責人員業務執行，其興革意見亦留供環保政策之參考。（研設組）

優良環保專責人員選拔第二階段複選即將展開

環保署為鼓勵環保專責人員致力於工作崗位，加強其執行業務之成效，並協助其任職機構落實環境保護工作，特訂頒「優良環境保護專責人員獎選拔要點」，選拔並表揚優良在職環境保護專責人員。本屆將選拔十名優良環保專責人員，將分「公營企業」、「教育研究與行政機構」、「大型企業」及「中小型企業」四類，受推薦報名優良環保專責人員者共計四十一人，經由專家學者組成之評選委員會評選結果，從眾多優秀的參選者中，挑選出其中十五人進入第二階段複選，複選過程將由評選委員組成現場查訪小組，實際到各廠（場）參訪，以瞭解受推薦參選人員實際從事專責工作情形及貢獻。預計於十一月左右，完成現場查訪，並於十一月底或十二月初召開複選會議，決定今年入選人員名單。入選者預計於明年初由本署公開表揚，並頒發獎章及獎牌，以鼓勵其推動環保工作之努力。（研設組）

環保專責人員設置辦法中「無學歷」條款的探討

自環保署於八十四年六月廿一日將原各自於空、水、毒法規中規定之辦法整合為「環境保護專責單位或人員設置管理辦法」，其中於甲、乙級專責人員參訓及取證資格條款，因遷就事業場所從事污染防治業務人員具備環保本科系學歷尚不普遍，而分別訂定了僅由事業推薦而無學歷限制的條款。八年多來雖曾六次檢討修訂該辦法，無學歷條款仍續保留至今。然時空環境已大有轉變，專科以上學校年年培育環保本科系所畢業人才近千，如何導引投入職場？確有從實務面上來探討其存廢的必要。

依環訓所建置之環保專責人員合格證書領證及設置資料，自八十四年六月起以無學歷條款取證及設置情形統計如下表所示。由表中即可清楚看出，依無學歷條款領證及設置人數占同時期領證及設置總數之比例均甚低，且再進一步分析取證且設置者任職之事業時，不乏如中油、亞洲化學、南亞、國喬、長春石化等大廠家，且同時另有其他人員設置擔任專責工作，顯示其設置為附帶而聊備一格之作用而已。

由上述分析可知，在事業中因員工未具學歷條件而需採取推薦方式參訓的情形，應屬極特殊之個案，事實上依辦法第四條第一項第五款乙級人員資格條件中，已訂有針對前述特殊行業予以公告後之個案處理設計；另一方面，環保署在依法公告列管事業時，也時有實務需要修正列管門檻的前例。故與其在環保專責人員設置辦法中訂定惠而不實的條款規定，貶抑證照的價值，且影響訓練效果，不如採針對個案調整輔導列管方式，更能符合業者需要。（教務組）

證照類別	級別	取證人數	設置人數	總取證人數	取證人數比例	總設置家數	設置比例
空	甲	3	2	3439	0.09%	4072	0.25%
	乙	9	8	11834	<0.01%		
水	甲	3	3	4880	<0.01%	6402	0.22%
	乙	16	11	7766	<0.01%		
毒	甲	26	10	2499	1.04%	1344	2.15%
	乙	38	19	5320	0.71%		

淺談生態工法－改善河川水體水質

國內近來推廣之生態社區藉由綠建築、綠營建及生態工法等理念與技術達到生物多樣性、生態綠化、省能、廢棄物減量、資源再生、雨污水回收再利用、透水保水等效果，創造符合生態理念之生活環境。

針對水質及水體品質之提昇，下水道建設是為減低生活污水污染衝擊不可或缺的一環，惟其建設涉及經費、用地取得等限制因子，短期間人工溼地等生態工法施作，藉以減低污染衝擊、提升河川水質、循環再利用水資源，應屬綠色環保之可行替代方案。近來國內在幾條大型主要河川，陸續考量規劃設計使用高灘地漫地流、階梯曝氣、礫間過濾及人工溼地等水質自然淨化生態工法藉以改善水質，在規劃時應注意其原水水質，並且仔細設計調整各工法之污染負荷，避免經設計後之水質處理單元，僅止於沉澱功能。若不審慎規劃設計，超負荷設計之結果，將使原先預期之綠地及提供生態棲地之目標，不僅無法達成，反而使其構築地成為蚊蠅滋生之髒亂點。因而，各生態工法預期處理水質之評析、水文構造、水力及污染負荷皆為重要之初始設計考量因子。

設計前應調查欲提昇流域或其主流之污染源污染產生量、削減量、污染流達量等水質相關背景參數。水質分析項目至少包括溶氧、生化需氧量、懸浮固體物、氨氮、總氮，及總磷等。水質分析應涵蓋枯豐水期各一次。水質監測站位置應至少包含生態工法設置所在處上下游及重要污染流達所在。此外，亦同時調查流量、流速、水深、河寬斷面等水文參數。在綜合評析生態工法技術可行性、預期水質提昇程度是否可達河川水體水質用途、工地取得難易、成本效益、維護管理及相關行政配合程度後，確立其細部設計。

筆者最近在造訪荷蘭時，對荷國以人工濕地提昇水體品質、營造親水環境之成效印象深刻。濕地最重要構成條件為其水文、水質等因子，人工濕地具有提昇水質淨化（polish）之功能。一般而言係為含土壤及砂石、水生植物、微生物及其他棲息動物構成之生態環境，而水為濕地不可或缺的組成因子，良好水力構築之人工濕地乃兼具物理、化學及生物處理功能。

人工溼地除傳統污染有機物質去除外，亦可使氮、磷及大腸菌等營養鹽及致病菌有效去除。一般用於提昇二級生物處理後之水質，在氮去除方面可達 80~90%，磷可達 60~70%，而糞便大腸菌可達 99.99% 之去除率。溼地有如海綿一般有緩衝水質污染衝擊之功能，良好水力、水文設計構築之人工溼地可提昇保水淨水之功能。

通常人工濕地不需機械及動力設施與電力能源之輸入，技術需求及操作維護簡易，亦可提供生態棲息地。具有省能源、低成本之綠色環保技術、屬生態工法與水質淨化之程序。人工溼地運用於水質提昇關鍵之設計因子為其水力、水文設計、適當之水深、停留時間、水力負荷為重要之考量。濕地生長之水生生物亦有助於污染物之去除，一般而言如水蠟燭等露出水面之植物有利於氧氣之傳輸，對於耗氧有機物之分解有助益。然而針對有難分解有機物及重金屬累積之虞之人工

溼地中水生植物，必須定期作收割處置(harvesting)，以避免污染物質分解返回水中。附圖為荷蘭隨處可見，位於社區邊兼具水質淨化及營造親水空間之人工濕地。
(國立高雄第一科技大學 葉琮裕助理教授)



有機廢棄物高速生物處理技術簡介

環境保護產業為經濟發展後始積極開始之產業，故生物技術應用在環境保護上亦為近代之事。生物技術的涵蓋層面非常廣泛。廣義而言，是指利用生物程序、生物細胞、代謝產物，以製造產品或改良傳統製程，提升人類生活素質之科學技術。就技術層面而言，生物技術包括最早的傳統釀造技術、發酵技術及近年來所發展的新生物技術，如組織培養、細胞融合、遺傳工程、DNA 重組等。就應用層面而言，生物技術可應用於醫藥、農藥、食品、環保、海洋、化工等產業。

由於環境品質的日益惡化，地球環境問題也日漸受到大眾的關切。全世界均已體認必須加緊腳步解決污染以改善環境。採用生物技術解決環境問題，以扭轉此一局面，是許多可能的行動方案之一，亦為最具未來性之方法。

近年來，生物技術在環保的應用已有許多成功的例子，包括安全性較高的微生物生物製劑的開發，利用微生物去除環境中的毒性物質與重金屬之生物復育，以及偵測病原微生物的基因探針等。在處理有機廢棄物方面，堆肥好氧發酵為目前最普遍之生物技術應用；相對而言，厭氧技術因為其初設及技術的門檻較高，所以有機廢棄物以厭氧發酵處理的比例較低。

機蔬果殘渣、廚餘之高速生物消化處理作業，即於廢棄物經配比並將其置於最有利之生物生長環境中，使其對有機廢棄物產生快速之發酵分解作用，而高醇厭氧發酵系統即是扮演微生物分類培養控制之技術，將有機廢棄物之發酵分解時間控制在四至六天內，並分解成優良的有機肥份，其技術特點包含：

- 系統控制採全自動化，使所有操作程序得以穩定控制。
- 妥善選擇及規劃處理系統，可配合有機廢棄物產量調整設計。
- 因屬厭氧發酵，故採全密閉式設計，從入料開始調節配比、粗碎、輸送、溫控、發酵、脫臭、攪拌、加熱全程密閉自動化控制，促進有機肥料品質之穩定。

生物轉化之於廢棄物處理，其目的是將廢棄物中有機成分轉換為穩定之產物。都市廢棄物通常足夠供應化學異營微生物之營養以利轉化為穩定之堆肥，都市廢棄物應用生物轉化的方法大體可分為好氧轉化與厭氧轉化及水解發酵等方法，這些生物轉化需前處理將粒徑減小，分離有機物或其他雜質，且需要維持生物系統之動態平衡，並限制極低濃度之重金屬、氨、硫化物及其他有毒物質等之存在，以免毒害微生物的情況發生。

果菜殘渣之厭氧分解是由許多種厭氧生物一起作用將有機成分轉化成安定最終產物。首先有生物專司將有機聚合物及脂肪水解成基本物質，如脂肪酸、單醣、胺基酸等物質。第二群厭氧生物將第一群厭氧生物之產物發酵為中間產物如有機酸，常是醋酸。這類作用之微生物稱為酸化菌(acidogens)或酸形成者(acidformer)。第三群微生物將由前步驟形成之氫及醋酸轉化成甲烷氣及二氧化碳。

果菜殘渣厭氧發酵處理，係於四到六日的時間之內，將廢棄物中各種易造成公害的成分加以分解，由生物消化中碳：氮：磷比例可高至 100：100：1，極適合與

多種有機廢棄物調配進行，分解成外觀及氣味較佳之高養份有機固肥及液肥。發酵製程中，厭氧發酵製程因菌種的厭氧特性，故原料自進入處理設備至產品產出，其中間過程均於密閉空間中進行，故一般發酵過程中最易產生的臭味將不存在，另液體部分亦全數成爲產品之一環，無廢水產生，自身產生的甲烷氣體足以供給全廠用電需求，爲潔淨之能源，故厭氧發酵處理製程爲所有廢棄物處理程序中對環境影響最小的一種。

厭氧發酵製程之基礎產品包含固態有機肥料、液態有機肥料及甲烷氣等項。市面上高價的健康食品常標榜內含可抗癌、防老化的抗氧化劑，依台灣中央研究院與工業技術研究院的研究報告顯示，蔬果廢棄物經厭氧發酵後之固渣含有高量抗氧化物質，可以發展出有機美容及抗癌食品等產品。將有機蔬菜廢棄物的固渣部分經離心、冷凍、乾燥處理後，在水相萃取物、甲醇萃取物及正己烷萃取物中，含有大量抗氧化物來源的成分如 porphyrin、花青素、類黃酮素、多酚類、單寧等，這些物質的含量遠高於未經厭氧發酵處理前的新鮮蔬果廢棄物，顯示厭氧發酵處理後有濃縮作用，濃縮倍數低則數倍，高則超過三百倍，固渣物質可能主要來自蔬果廢棄物的濃縮作用，其次則來自厭氧菌的生化轉換物質。因此，將原有處理技術規劃與生物醫學工程相結合，將使產品推向更高的生物技術層次，增加市場獨占能力及投資收益。

高速厭氧發酵處理有機廢棄物在歐美及日本等國家的應用，主要以產出有機肥料爲主，透過高價的有機肥生產，除減少化學肥料應用，降低土地傷害外，更能使有機廢棄物得到妥善處理，進一步進入生物系中循環使用，國內的應用雖然尚未實際開展，但與生物科技技術的結合共同開發新的產品，如進一步研發出高抗氧化劑等，將使其未來發展更具前景。

探討資源回收議題的人，都了解廢棄物其實只是時空錯置的資源，亦即只要找到對廢棄物具有需求的地方，廢棄物即可發揮其資源價值。廢紙、廢鐵鋁即是目前最佳的案例。然而廢棄物的資源化，應避免在找到其具經濟價值位置前，以「資源化」爲理由，投入大量的行政資源或新能源，將其由廢棄物變成另一種型態的廢棄物，則失去資源化的意義。(張晏玲)

漫談風力發電潛在之問題及改善方式

位於台塑麥寮六輕廠區的台朔重工，為台灣最早的民間商轉風力發電廠，其風力發電採用丹麥機組，計有四部額定發電量各 600 瓩之風力機組，然此一民間商轉之風力發電示範廠，自民 89 年 12 月 1 日運轉開始至 90 年 11 月底止一年之運轉效益，經台塑公司發表的報告顯示，其發電量不僅與傳統火力發電廠無法比擬，且在國內除秋冬季之東北季風具較高之穩定性外，在夏季經常無法達到風力機運轉所須之最低 4m/sec 之風速，使風力發電的供電不穩定性極高。風力發電在台灣的發展，似乎尚未開始，即遇上了很大的瓶頸。

由於現有礦藏資源的有限與人類生活欲望與能源需求的無限，至使開發新能源具有其迫切的需要，故風力發電在能源需求與環境發展課題上均有其必要性。但涉及風力實際利用時，許多初次聽到風力發電的人，會有「風又不穩定怎麼供電?」「台灣適合嗎?要蓋在哪裡?」「風機會不會很吵?鳥不會被絞進去嗎?颱風怎麼辦?」等等各種疑慮。這些疑問確實是風能開發時必須面對的課題，只是隨著投入研發的資源及累積成果的增加，許多疑慮已獲致一定程度的解決，而使風力發電在國外已能達成商業運轉，雖許多課題仍存在改善空間，但就如同貝爾在發明電話的時候，應該也想像不到現在手機滿街跑的盛況一樣，風力發電與其他潔淨能源相較於傳統能源的枯竭狀況，具有更大的未來性。

風力發電是再生能源的一種，目前在風力發電使用的國家以丹麥，荷蘭，德國及美國等國家使用較多。而如以電力使用配比來看，丹麥的風力發電約占全國電力消耗量的百分之八為最大。

丹麥從一九八八到一九九八年十年之間，其經濟成長率約百分之二十五，但是其能源消耗並沒有增加，而二氧化碳排放量竟減少百分之十。究其原因，主要是其大力推動能源節約及利用再生能源。其再生能源的電力使用量占百分之十一，其中風力發電占百分之七十，即風力發電占電力使用量約百分之八。

丹麥的國家特性與我國相類似，是一海島型國家，丹麥的土地面積約四萬三千平方公里，僅比台灣稍大一些，人口為五百二十萬人，約台灣的四分之一。雖風力發電現況確實有其先天上的限制，如發電成本可能較高，發電品質較不穩定，可能無法全天候供電，噪音問題等，惟丹麥的風力發電量確能夠發展如此成功。台灣地區地面風場年平均風速，達到秒速五至六公尺以上的強風區域超過二、〇〇〇平方公里，風力潛能約四、〇〇〇MW，如考慮人文及地物因素，保守估計，台灣地區至少有一、〇〇〇MW 以上陸上風能潛能可供開發。而海上風能潛力方面，據估計，在台灣西海岸約有二、〇〇〇MW 以上發展潛力，合計台灣約有三、〇〇〇MW 的裝置容量。而如未來在風力發電技術的大幅進步，將有助於裝置容量之增加。所以風力發電在我國確實有其發展的潛力，但也面臨了風力穩定性、鳥擊、人為破壞、用地取得及景觀噪音等環境問題。

依據氣象資料顯示，台灣西部一帶的海岸，風資源極為良好。季風氣候區的台灣，風力資源較之中緯度大陸氣候的歐洲不但毫不遜色，風力資源與開發條件反而優

渥許多。若將地表粗糙度的影響納入考慮，參照數個長期觀測的數據顯示，在許多地區年滿負載小時數可達 2500--2600 小時，這樣的風力條件幾乎是歐洲國家（如德國）的兩倍。

台灣位於季風帶，風速每秒 2.7 公尺以上的地方，到處可找到，但如以風力變化而言，台灣地區以東北季風為盛，主要風能集中於冬季，而夏季用電尖峰用電期的風能反而較低，在風能開發上雖優於丹麥等歐洲風能利用先進之國家，但利用上卻相對不足。歐洲國家冬季用電為高峰，故風力提供其季節上用電增加之需要，故台灣風能開發利用將與其他電力使用之關連性更高，政策推動上亦更為複雜。

但我們相信台灣沿海蘊含了極為豐富的風力資源，又兼具其他發展優勢，實為風場設置的絕佳地點，如能及時予以開發，善用台灣得天獨厚的風力資源，並適當地予以應用，對於用電吃緊、跳電頻傳的我們，則可不用仰賴外國進口能源來解決用電危機。

台灣風力應用的另一個問題是颱風。歷年有多少次颱風侵襲台灣？以何時最多？根據民國前 15 年（1897）至民國 85 年（1996）這 100 年的資料，一共有 348 次颱風侵襲臺灣（中央氣象局統計資料），其中以八月最多，次為七月及九月，所以每年七、八、九三個月為颱風侵襲臺灣最多的時期。

由於風力的不穩定，造成風力發電量同時具有不穩定性，無法當作基載，故以目前而言，風力僅作為輔助性能源，可以節省部分傳統能源之消費。風力發電另一個引發人們關切的議題，是在於其標榜潔淨能源有利環境發展的同時，是否扮演著鳥類殺手的角色？風力電場的存在帶給鳥類生態多大的浩劫？特別是台灣地處重要的候鳥遷徙路線上，這樣的議題是必然要被重視的。

鳥類棲地與台灣主要風場具有極高的重疊性，風場的開發將使鳥類生態改變嗎？風力發電對於鳥類生態環境的影響，決定了風力發電是否能被認定為對生態有益之替代能源方案，世界主要發展風力發電之國家，亦長期進行研究與調查。當然，站在環境保護的觀點，我們不能忽視任何一個數據所帶的意義，風機不是造成鳥類死亡的主因，但架設風機對鳥類而言，還是帶來了生存上的風險，所以即便是極微的影響，我們仍應設法將危害降至更低或消除危害。最為直接及降低風險的方法，即是總體規劃上預留候鳥遷徙「航道」及設定棲地限制開發區。

目前台灣地區已劃定各項自然保留區、野生動物保護區等生態保護地區，依前述研究，限定濕地及含鳥類棲地在內之保護區及其周邊 250 公尺(或更大)為限制風力開發區，即可有效避免鳥類生態受風力機之影響。

風力開發其他受重視的問題，還包括風機運轉時的噪音問題，以及風機設置對自然景觀的影響必須予以考量。

由於風力發電是十分年輕的產業，與其談論台灣風力發電產業發展之路的阻力與障礙，不如說，再生能源的「前途」雖然可期，但這條道路尚未浮現，亟需政府制訂有前瞻性的能源政策加以扶持。法律與制度環境的穩定支持，對於新產業而言攸關生死，意義十分重大。風力發電所涉及的，不只是電力部門，也不只是在

解決缺電問題，而更涉及環境保護、電業結構的改革、新工業技術、經濟結構等各層面。各種問題要更多的投入與溝通，才能得到更為完善的發展機會。(林維洲)

辦公大樓上班族之健康危害～病態建築物症候群

近年來由於經濟進步及社會結構的改變，使得人們的生活方式和居住環境品質產生相當大的改變。人類待在室內環境（包括居家環境、辦公室或其他建築物內）的時間多超過 80%，而某些人體疾病（例如過敏性疾病）被發現與不良的室內空氣品質有關。1970 年代開始，歐美國家陸續發現從事新建或重新改建建築物工作的工作者，出現所謂的「病態建築物症候群」，因此室內環境的空氣品質及其可能造成的人體健康影響，便成爲日後受到重視的環境衛生課題。

所謂的「病態建築物症候群」，並不是一種疾病，有學者建議以「呼吸道炎症和全身性徵候（Airway Inflammation and Systemic Symptoms）」一詞替代，通常是辦公大樓員工對室內工作環境的一種身心反應，屬於慢性、非特異性且不舒服的症候群。病態建築物症候群的症狀，包括眼睛不適（乾燥、刺激及癢）、鼻塞、流鼻水、咳嗽、喉嚨不適（乾燥、刺激、癢及痛）、呼吸短促、胸部不適（胸悶及胸痛）、皮膚不適（乾燥、刺激及癢）、頭痛、嗜睡、疲倦與精神無法集中；上述症狀在使用中央空調系統建築大樓中的工作者經常可見，一般在員工下班之後（特別是週末或假日）該症狀會明顯的減輕或消失。

病態建築物症候群的發生不僅會降低辦公大樓員工的工作效率，無形中也會增加許多的工作成本。一般而言，病態建築物症候群症狀盛行率爲 10%~70%，有研究指出，辦公大樓員工經常會抱怨嗜睡、鼻塞、喉嚨乾燥、頭痛及眼睛癢，且女性的症狀盛行率明顯高於男性。截至目前爲止，造成病態建築物症候群的真正原因仍然不十分清楚，可能的原因包括物理性因子、化學性因子、生物性因子和社會因子等多重致病原，而與病態建築物症候群症狀有明顯相關的因素分別如下：

(一)個人因素：辦公大樓的工作者本身如有過敏或氣喘等病史，則容易出現病態大樓症候群症狀。另外長期使用電腦的員工，或本身爲女性工作者，均爲病態建築物症候群的高危險群。

(二)社會心理因素：工作類別對於工作壓力的產生及工作滿意度有直接的影響。通常工作壓力愈大或對工作愈不滿意者，較容易抱怨病態建築物症候群症狀的發生。

(三)通風量：通風狀況和二氧化碳濃度經常被用以評估室內環境是否令人感覺舒適的指標，其中良好的通風狀況可有效降低辦公大樓員工產生病態建築物症候群症狀。依照美國加熱、冷凍及空調工程協會所認定的標準，認爲每人每分鐘應有二十立方呎的換氣量才算適當，且室內環境空氣中的二氧化碳濃度應低於 1,000 ppm。

(四)揮發性有機化合物：工作環境中揮發性有機物的來源，包括香煙、油、黏膠、化學藥品、傢俱、影印機、列表機等，這些來源產生的揮發性有機物質，明顯與辦公大樓員工病態建築物症候群症狀的發生有關。由於各辦公環境室內的空氣調節狀況不同，也會影響揮發性有機物質在室內環境的分佈，造成人體發生不同程

度的病態建築物症候群症狀。

(五)作場所可能會出現潮濕的問題，如霉味、可見黴斑、滲漏水或積淹水情形，這與建築物的屋齡、清掃頻率或使用的通風系統均有相關。

(六)生物性氣膠：生物氣膠是指空氣中具備生物特性之粒狀或液狀物質，例如病人飛沫中所含的病毒及細菌等。由於臺灣位居潮濕的亞熱帶地區，極利於生物氣膠的生長與繁殖，研究指出生物氣膠與病態建築物症候群的發生亦有相關，往往會造成呼吸道的感染及過敏現象，為辦公室工作人員缺席或勞動力下降的主要原因，因此室內生物氣膠對於人體健康的影響實在不容忽視。

由於國人經濟水準的提升，具有中央空調系統的辦公大樓到處可見，在室內環境中使用的建築材料與裝潢設計不僅有更新的機會，同時使用含有揮發性有機物質之產品的機會也不斷增加，外加上臺灣溫暖潮濕的環境，微生物十分容易孳生，因此身為辦公族的您，是否因病態建築物症候群的問題而感到困擾呢？為了有效的減低室內環境的工作者抱怨病態建築物症候群症狀的機會，以下有幾點建議可提供個人防範病態建築物症候群的發生：

(一)保持個人的心情愉快，適時的舒解身心壓力。

(二)辦公大樓的通風系統應定期加以檢修、維護和保養，以確保室內環境具有充足的通風量與良好的空氣品質。

(三)辦公大樓應減少不必要的裝潢：例如黏貼壁紙及地毯所使用的黏膠會釋放出有害的揮發性有機物質，可能造成人體產生不良的健康影響。另外地毯不易清理，往往成為微生物生長與繁殖的最佳溫床，間接影響室內的空氣品質。

(四)辦公室內應儘量使用不會造成人體健康影響的產品：除非必要應避免使用含有異味化學物質或會刺激眼睛及呼吸道的產品，例如香煙、含苯膠水、黏膠、簽字筆、白板筆、修正液等，此外經常需要使用的影印機應設置在一個獨立空間，列表機也須放置在通風良好的地方。

(五)辦公室中如出現霉味、可見黴斑、滲漏水或積淹水的情形，除了可利用除濕機降低環境中的濕度之外，亦應儘速找出滲漏水的原因並予以解決，以避免細菌及黴菌等微生物在室內生長。

對於任何一個職場的工作者而言，實在有必要瞭解自身所處的工作環境中可能存在的各種危險因子，以便進一步的控制及預防，提供自己一個舒適且安全的工作環境。臺灣地區屬於海島型氣候，一年四季多處於高溫高濕的狀態，非常適合生物氣膠的生長和繁殖，外加上現代化辦公大樓的結構與特性，以及辦公室員工的工作需要與習慣，使得室內環境空氣品質的維護不易，因此人人應在享受工作的快樂之餘，多多關心自己周遭的工作環境，以確保身心健康。(長庚大學呼吸照護學系 萬國華助理教授)

低氮氧化物燃燒技術：再燃燒 (Reburn) 技術介紹

由於工業的快速發展及交通運輸量的激增，氮氧化物排放量亦逐年增加；氮氧化物($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)會導致酸沈降、增加地表臭氧濃度及衍生光化學煙霧等環境問題，也促使先進國家紛紛制定更嚴苛的氮氧化物排放標準。典型中小型燃油鍋爐排放之氮氧化物濃度約為 250~400 ppm，與國內現行的氮氧化物排放標準比較，氮氧化物必須減量 40~60% 方能符合國內法規。另一方面，隨著國外如美國、日本、西德較嚴格法令($\text{NO}_x < 100 \text{ ppm}$)之逐步推動，預期國內將在來年內頒訂更嚴苛的氮氧化物排放標準。目前政府主張無核家園，再者非燃料替代性能源當前仍不具商業競爭力，因此國內電能仍必須倚重天然氣、汽電共生及燃煤等燃燒程序，而氮氧化物為燃燒過程的必然產物，因此氮氧化物的減量著實必要。理想的氮氧化物控制方法是透過燃燒技術改良，例如藉由減少助燃空氣、降低爐內溫度、降低容積負荷、降低空氣預熱溫度、使用含氮量低及理論燃燒溫度低的燃料、使用小容量燃器、降低燃燒器額定壓差、降低爐內壓力、增加噴霧蒸汽、或增加廢氣循環量，以達到降低氮氧化物排放的效果。表 1 整理了燃煤鍋爐可行的脫硝技術，其中以再燃燒法(reburn)、選擇性非觸媒還原法(SNCR)及選擇性觸媒還原法(SCR)三者的效果較佳，其中僅有再燃燒法為燃燒修正法，無須添加劑逸散問題，亦無二次污染之疑慮。

「再燃燒」機制是以 Myerson 於 1957 年所提出的 CH 碎分子(fragments)會與 NO 反應為基礎，當時稱之為「爐中脫硝法(in-furnace NO_x reduction)」或「階段燃料注入法(staged fuel injection)」，此一機制提出後獲得廣泛迴響，並持續被研究超過十年以上。至於「再燃燒」一詞，則是由 Wendt 等人所提出，當時的研究所添加的二次燃料(reburn fuel)包括甲烷(CH_4)及氨氣(NH_3)。此一源自美國的構想卻被日本公司發揚光大，如日本的三菱重工(Mitsubishi Heavy Industries Ltd.)及 Ishikawajima-Harima 重工(Takahashi et al., 1981; Miyame et al., 1985)，其中 MACT 技術(Mitsubishi Advanced Combustion Technology)為將再燃燒概念應用在實際鍋爐的首例，該技術宣稱不論二次燃料為何、亦不論初始 NO_x 濃度為何， NO_x 去除率均可達 50% 以上。上述發現令美國環保署(U.S. EPA)及美國石油研究院(Gas Research Institute, GRI)感到震撼，並重新燃起他們對「再燃燒」的興趣，於是兩單位積極投入相當多人力與經費，以美國本土所產的燃料作為二次燃料，進行許多大規模的鍋爐模廠試驗(pilot scale testing)。同一時期，美國國內亦有相關研究同時在進行，如適用於煤燃燒的再燃燒法、適用於精煉廠加熱製程(refinery process heater)的氣體再燃燒法、適用於水泥窯(cement kiln)的氣體再燃燒法、及適用於套裝鍋爐(package boiler)的再燃燒技術等。

「再燃燒法」為燃燒程序修改除硝技術之一，其原理乃利用碳氫化合物在高溫下分解的碳氫自由基 CH_i ($i=0\sim 3$) 自由基經由連鎖反應將 NO 還原成無害的 N_2 。其機制可將爐體分成三個區域作一說明(參見圖 1)：主燃區(primary zone)、再燃區(reburn zone)、及燃盡區(burnout zone)。在主燃區注入低過剩空氣與主燃料(約

80~85%之總燃料，可為煤、天然氣、及油等)；下游再注入二次燃料(約 10~20%之總燃料)以形成微缺氧(fuel rich, 富燃料比)環境，形成所謂的再燃區，於此區域中二次燃料在微缺氧的高溫環境下裂解產生大量 CHi 自由基，這些自由基與上游主燃燒區所生成的氮氧化物反應，最終將氮氧化物還原成氮氣達到減量的效果。再燃區上方須設計通氣孔，以注入過剩的燃燒空氣，形成所謂的燃盡區，確保爐膛內未燃物完全燃燒。

再燃燒法應用於既存大型鍋爐時具有下列優點：(1)脫硝效率高、(2)無二次污染問題、(3)主設備安裝工期短對生產線影響小、(4)可與 SNCR 結合使用；因此再燃燒法對大型鍋爐而言是值得提倡的脫硝技術。對既存的中小型鍋爐而言，欲安裝再燃燒法必須注意下列限制：(1)既存鍋爐之爐體不一定能符合再燃燒法所需之停留時間及溫度需求、(2)初設費成本太高、(3)控制複雜、(4)對負載變化大之鍋爐效果較差、(5)安裝時必須在鍋爐周遭安裝許多配件及附屬設備，意即需有額外的土地空間。

整體而言，再燃燒法適用於各種燃料的鍋爐，且可與其他氮氧化物控制技術併同使用，為一有效的氮氧化物減量技術(DeNO_x>50%)。對於新鍋爐而言是可行且值得採用的低污染燃燒技術，對於既存鍋爐的應用則以中大型鍋爐較為可行。

(國立中央大學環境工程研究所 李灝銘、吳非霖、張木彬)

表 1: 液態燃料 NO_x 可行控制技術

項目	液態燃料型式				NO _x 去除率 (%)	典型去除率 (%)	煙囪成本 (NT\$/kW)	操作成本
	層流式	切齒式	旋風式	流床式或流化床				
低 NO _x 燃燒爐(LNB)	可				30-50%	35	350	可忽略
火上加空燃(OFA)	可	可		可	15-35%	25	180	可忽略
低 NO _x 燃燒器+火上加空燃(LNB+OFA)	可				45-65%	50	340	可忽略
空氣成再燃燒法(Atmospheric Gas Reforming)	可	可	可		60-70%	60	360	總體削減率達45%
燃料燃燒法(Fuel Reforming)	可	可	可		30-60%	35	400	可忽略
選擇性非催化還原法(Selective Non-Catalytic Reduction)	可	可	可	可	30-60%	50	230	19,500 元/年
選擇性催化還原法(Selective Catalytic Reduction)	可	可	可		60-90%	80	1,350	19,500 元/年
煙道處理法(Flue Gas Treatment)				可	30-60%	30	240	30,000 元/年
低 NO _x 燃燒器+火上加空燃+選擇性非催化還原法(LNB+OFA+SNCR)	可				60-75%	70	790	19,500 元/年
燃料燃燒法+選擇性非催化還原法(Fuel Reforming+SNCR)	可	可	可		65-80%	75	1050	19,500 元/年

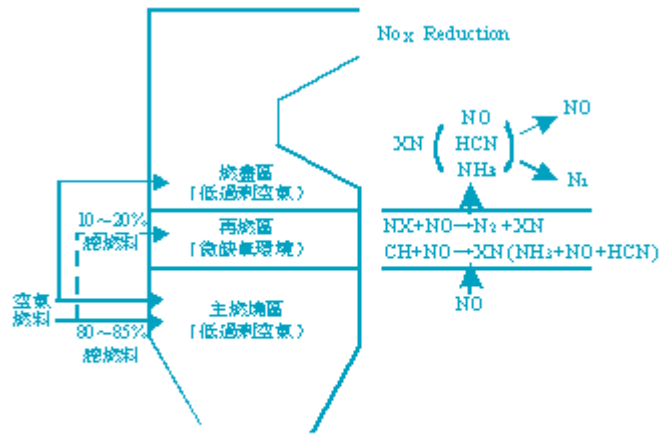


圖1：鍋爐再燃燒技術示意

廢水處理新技術：非熱電漿廢液處理介紹

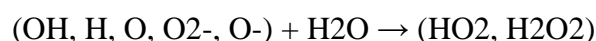
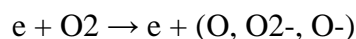
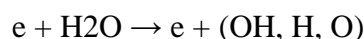
近年來隨著高科技產業的蓬勃發展，造就了傲人的經濟奇蹟以及高科技產業的發展基礎，但在此背後，各產業所使的化學原料、毒性化學物質及有機溶劑更是與日俱增。目前工業上的去除放流水中有害化學物質的方法有很多，例如：臭氧、活性碳吸附、及高級氧化法等。對於有機物去除而言，高級氧化程序為一理想的選擇，如 OH、O、O₃ 及 H₂O₂ 皆具有高氧化力，尤其是 OH 自由基，在淨水、殺菌及降解有機物都扮演很重要的角色。

非熱電漿(nonthermal plasmas, NTPs)為高級氧化技術之一，屬於一新穎的環境工程技術，於 1990 年後陸續被成功應用在空氣污染物的破壞與控制，高去除效率為其特點。目前非熱電漿已朝向液相氧化處理邁進，不僅非熱電漿找尋到更寬廣的應用空間，也為廢水處理技術提供一個全新的替代選擇，此一技術已被廣泛的研究用於工業上的去除有害化學物質及食品業之殺菌。本文即介紹此一新技術，以饗讀者。

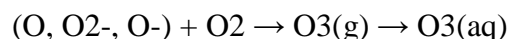
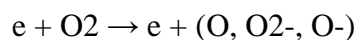
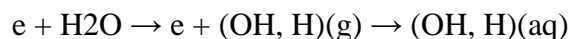
非熱電漿技術處理廢液設備如圖 1 所示，在以「點對面」的放電設備為例，溶液在設備中進行循環處理並利用溫度控制設備對進入處理器的溶液冷卻以避免迴流溶液溫度漸漸上升，針狀電極及平面電極均為不鏽鋼材質，且在針狀電極處可加入氣體參與反應。

目前的電極形式可分為兩大類，第一類的兩個電極均置於液相中，另一類的兩個電極則分處於氣、液相中。

液相反應：



氣相反應：



非熱電漿其原理乃在兩電極間施加高電壓誘使放電，放電過程產生的高能電子與溶液分子碰撞產生自由基，部份自由基尚可生成臭氧，而電子、自由基及臭氧均具備高氧化能力，一旦與污染物接觸，就可將其氧化或分解，達到淨化之目的。以有機物去除為例，在水中，放電中的高能電子與氧氣或水分子碰撞可產生 O 原子與 OH 自由基，O 原子與水反應生成更多 OH 自由基，而高氧化能力的 OH 自由基可將有機化合物氧化，最後形成 CO₂(g)。此外，O 原子與氧氣反應生成臭氧(O₃)，O₃ 可直接氧化有機化合物；或間接生成其他自由基再與有機化合物反應，如臭氧與水反應會生成 OH、HO₂、O、O⁻、及 O₂⁻，這些高反應性化

合物可有效地破壞有機污染物。

食品業方面，已有研究利用高電壓在液體中產生電場，使微生物不活性化，以取代傳統的加熱殺菌法。而微生物去活性有二個主要機制：

(a)電擊穿(electrical breakdown)：提出了微生物細胞膜被電擊穿的機制，細胞膜被考慮成爲充滿介電質的電容器並帶有膜電位差，當外界的施加電場愈大，其膜電位差愈大，電位差愈大將致細胞膜被壓縮。當壓縮力夠大細胞膜將破裂，如果破裂孔洞小，則細胞膜可自行修補回復，但如果電場太大或暴露時間過長將使孔洞太大無法回復，以致細胞被破壞。

(b)電穿孔(electroporation)：當細胞暴露於高電壓電場，細胞膜的蛋白質及脂雙層將呈現不穩定現象，導致細胞膜可讓小分子物質通過，及高電場增加了細胞膜的可滲透性因小分子的滲透，而使細胞膜膨脹，最後成爲去活化的細胞。

影響此設備操作效率之因子如下：

(1)電極型式：目前爲止，多種放電電極的型式已被試驗過，如點對點、點對面、面對面、圓桿對圓桿及金屬網對圓桿等。有研究指出金屬網對圓桿的電極型式其去除有機物的效率最佳。

(2)電壓：目前研究中所使用的電壓大多爲 15~50 kV 之間，一穩定高壓的提供，有助於放電情況的產生，從過去的研究中發現，對於某一些化合物或微生物而言，在相同的放電時間下，較高的電壓對於去除效率，有明顯的幫助。

(3)曝氣：目前所使用的氣體大多爲 O₂、Ar、N₂ 和 Air。比較沒有曝氣和曝氣，以 O₂ 的情況下，達到相同去除率所需的時間，O₂ 約爲沒有曝氣情況下的一半左右。其原因可能在曝氣的情況下，往往能夠增加水中自由基的的量，使得去除率上升。另外，在生成 O 原子自由基的同時，高氧化能力的臭氧更有機會形成。

(4)導電度：當液體的導電度太低時，會使得電子在水中不易傳導；太高時，使得電子在尚未蓄積足夠的能量下即自尖端電極發射出，在與分子碰撞後因能量不夠而不足以產生反應。因此在使用非熱電漿技術處理廢液時，廢液的導電度爲一考量重點。

(5)放電間距：當放電間距加大時，所生成的電場會較小，因而使得放電現象不易產生；放電間距的加大，若欲產生相同的電場強度時，勢必要將電壓提高，處理的成本亦會提高。

(6)溫度：隨著放電時間增加，廢液的溫度也會隨著上升，以食品業之研究發現，雖然溫度上升有助於殺菌，但會影響食品品質，故以往的研究，溫度大多都控制在室溫左右，甚至更低溫。

(7)添加物：在處理的溶劑中添加適當物質，如活性碳、Na₂CO₃ 等，與單獨放電的情況比較，去除率有顯著的提升。

(8)pH 值：以蒸餾水爲例，單獨對蒸餾水進行曝氣放電的結果顯示，蒸餾水的 pH 值會因而下降，而 pH 值改變的主要是因放電過程中 H₂O₂ 的產生，造成溶液愈來愈酸，因此溶液 pH 值必須適當控制。

非熱電漿技術處理廢液其優點包括：

- (1)能同時去除多種污染物。
- (2)破壞污染物的效率高。
- (3)其應用大多不需特定的壓力及溫度。
- (4)應用範圍廣，包括廢污水處理、生成臭氧水、處理難分解有機物、及食品殺菌等。

目前面臨的限制包括：

- (1)能源利用效率是否比現行技術佳。
- (2)單位時間處理量尚小。
- (3)處理後副產物尚待釐清。
- (4)市面上已有商業化的反應器，都只是實驗室規格，未能放大至商用規格。
- (5)食品業在處理的過程會有氣泡產生，氣泡會造成部分放電，進而導致溫度上升，影響食品品質，而且目前只能處理液體食物，對於含顆粒或固體食物此法無法處理。

非熱電漿技術適用於難分解有機物之廢液處理，亦可作為殺菌用途，屬於新式廢水處理技術，特此拋磚引玉以饗讀者。

(國立中央大學環境工程研究所 李灝銘博士、張木彬教授)

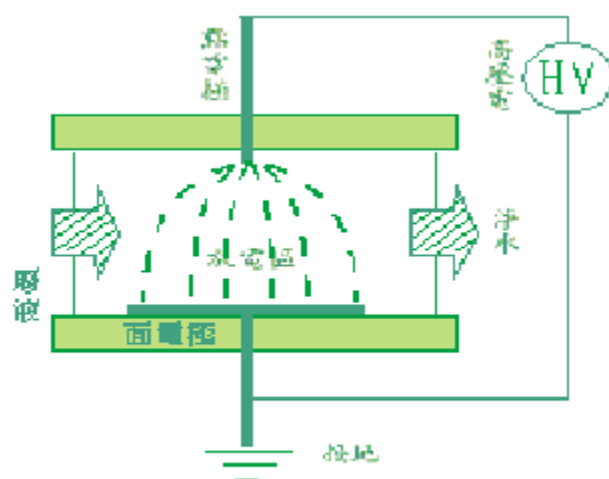


圖1：非熱電漿技術處理廢液設備示意

環保訓練 Q & A

1. 參加證照訓練學科測驗可否攜帶電子計算機？

答：學員參加本所各類專責人員訓練學科測驗，如遇計算題型之試題可使用簡易型之電子計算機，具有+、-、×、÷、%、√、M、三角函數、對數、指數等功能（不具儲存程式功能 Non-programmable）者為限，惟具輸出、輸入、記憶功能者，則不可攜帶入場使用。

2. 請問如何辦理複查成績？

答：申請成績複查可向原訓練單位或上環保人員訓練所網站表格下載區下載成績複查表，並於成績單上註記之發送日期起二星期內向該所提出申請，表格填寫應詳實，如因資料填寫不全或錯誤，將無法協助查核成績，複查成績以一次為限。

3. 技術學院「環境管理」系畢業可否參加甲級空污、廢水、毒化物專責人員訓練？

答：公立或立案之私立技術學院環境管理系畢業，依「環境保護專責單位或人員設置及管理辦法」第三條一項三款規定具有參加甲級空污、廢水、毒化物專責人員訓練資格。

4. 可否提供專責人員訓練測驗試題考古題庫？

答：本所並無試題考古題庫，一旦所使用之教材更新，即同時配合新教材更新建置測驗試題，且各類專責人員訓練測驗均以訓練教材為命題範圍，學員應熟讀訓練教材。

5. 個人現在就讀某大學環境工程研究所二年級，因為課不多，且老師同意在不影響論文撰寫下，本人可否利用課餘應聘擔任專責人員？

答：依據「環境保護專責單位或人員設置及管理辦法」第二十條規定：公私場所、事業、污水下水道系統、毒性化學物質製造、使用及貯存場所設置之專責人員，應為全職工作。以學生身分而言不符上述全職工作之規定，在學期間不可擔任環保專責人員。

6. 我們公司在汐止及新店各有一個工廠，車程僅十幾分鐘，可以共設一個環保專責人員嗎？

答：專責人員須全職專任於設置之場所內，同一公司分屬二個不同廠址，仍須依相關規定分別設置專責人員。

7. 我報名參加甲級廢棄物處理技術員訓練，其中二科「廢棄物回收概論」及「有害事業廢棄物輸出輸入及再利用管理」，因為正值相關法規修訂，考試時是依舊法規或新法規作答？

答：學員上課期間如遇相關法規修訂，訓練單位應以新修訂法規條文授課，學員更應隨時掌握法規動態，考試則以新法規內容為準，測驗題亦隨相關法規變動命題。

8. 本人日前參加證照考試，請問考試不及格，何時可參加補考？如何辦理？

答：各類證照考試時間及地點本所均公布於本所網站上，欲參加補考請逕向原訓

練單位申請，俾便協助台端安排補考事宜，且應於一年內完成補考。

9. 本人於九十年間取得甲級空氣污染防治專責人員合格證書，報名參訓甲級廢棄物處理技術員訓練，其中「ISO-14000 環境管理」課程是否可免修，如何申請免修？學費可扣減？

答：台端已取得甲級空氣污染防治專責人員合格證書，再報名參訓甲級廢棄物處理技術員訓練時，「ISO-14000 環境管理」課程可抵免訓，申請手續請檢附甲級空氣污染防治專責人員合格證書影本向訓練單位提出申請，折減學費計算則按總訓練時數內所占之比例折減之。