

環境臭味 及控制

近年來，惡臭占國內空氣污染陳情案件的60%，工業區、畜牧場、廢水場、垃圾場、餐廚業等是主要的惡臭來源，因此本文特別針對臭味的成分、來源、控制方法等加以說明。

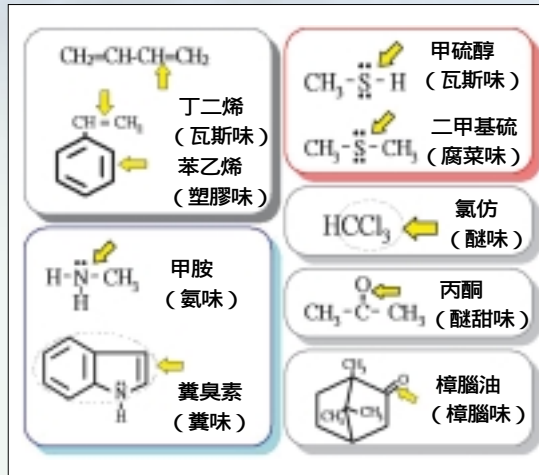
周明顯



環境臭味成分及特性

臭味物質大多是氣相污染物，主要由碳、氫、氧、氮、硫、鹵素等元素構成。此外，屬粒狀污染物的金屬煙塵及油煙多帶異味，也可能含臭味物質。

就化學結構而言，臭味物質分子多因具剩餘電子，而有刺激人類嗅覺的特性。因此不飽和烴（如丁二烯、苯乙烯）、氮化物（如氨、甲基胺、糞臭素）、硫化物（如硫化氫、硫化甲基）、氯烴（如氯仿）、含氧烴（如丙酮）、植物精油（如樟腦油）等化合物，都具有特殊味道。其中硫化甲基、硫醇、甲基胺等三類具異特性臭味，為多數人厭惡，被環保署列為惡臭污染物。



常見臭味物質的化學結構，箭頭指處是具有剩餘電子的發臭基團。

臭味來源

臭味物質來源頗為廣泛，就產生機制而言，分為生物分解、化學反應、物理作用等三類；就人類活動而言，則分成生活、農業、工業、商業等四類。

有機物的生物分解主要是藉微生物及其產生的酵素，在缺氧狀況下，把有機物分解成有機酸、醇、酮及含還原態硫（如硫化氫）氮（如氨、糞臭素）等臭味物質。化學反應是工業臭味產生的主要機制，例如石油的加氫脫硫反應產生硫醇及硫化氫，加氫脫氮反應產生氨以及樹脂熱裂解產生醇、酮、胺等。物理作用主要是臭味物質的相轉移，例如油漆溶劑（如甲苯、二甲苯等）的蒸發、下水道氣味的逸出、油煙中揮發性有機物的排放等。

在生活方面，主要臭味源是生活污水及垃圾，主要成分是還原態硫及氮化物（如硫化氫、氨）含氧碳氫化合物（如乙醛、丙酮）等，多數是有機物分解所產生。在農業方面，主要臭味源是養豬場、養雞場、堆肥場等，主要成分與生活污水及垃圾相似，堆肥場尚含糞臭素等成分。在商業方面，乾洗店、加油站等逸出的乾洗油（主要是四氯乙烯）或汽柴油是主要臭味源，瓦斯分裝及鋼瓶檢驗場逸出的著臭劑（主要是

甲硫醇)，也是商業臭味源。另外，餐館油煙與金屬加工廠焊製的煙霧中含有脂肪酸、乙醛、不飽和烯烴等，也常引發臭味問題。

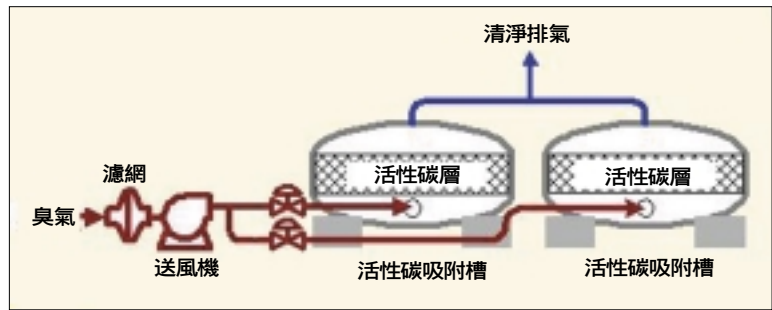
臭味控制原理及方法

臭味控制的基本方法是：儘量減少臭味物質進

入大氣環境。一般應由臭味源控制著手，如確實無法避免臭味產生，則可把臭氣抽離，經控制設備除臭後再排放。但是當排氣仍然引起民眾抱怨時，則可輔以擴散或遮飾等方法，前者即加高煙囪，使臭味在到達受體前充分稀釋，後者是用植物精油等混入含臭排氣，減少受干擾民眾的不愉快程度。

選擇控制的方法需考量臭排氣流量、臭味成分、濃度、溫度、去除效率等因素，臭氣處理技術分為物理、化學、生物等三大類，一般可用單一技術或二種以上技術組合來完成單一臭氣處理工作。常用的物理法是活性炭吸附或水洗，化學法是化學洗滌、焚化，生物法則包括生物洗滌、生物滴濾、生物濾床等。

由於一般臭氣排放量不小，設備設置成本及操作費用是首要考量因素。就臭味濃度而言，濃度小於 20-50 毫克 / 立方公尺的臭氣，適用活性炭吸附、水洗、化學洗滌、生物法等。濃度介於 50-2,000 毫克 / 立方公尺的，則適用化學洗滌、生物、吸附濃縮串聯脫附焚化，以吸附劑將濃度低、流量大廢氣中的臭味成分吸附，再以高溫、低流量的空氣通過吸附劑，將吸附劑表面的臭味成分脫附，脫附排氣再焚化處理等法。至於濃度高



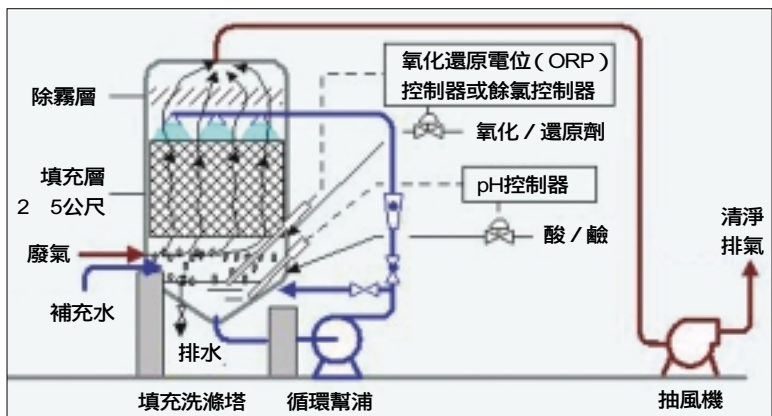
典型的活性炭臭氣吸附系統（碳層厚度：30-90公分，內填粒徑2-3mm的活性炭，每平方公尺碳床截面積每分鐘可通入30立方公尺的臭氣；一槽使用時，另一槽備用）。臭氣與碳粒的接觸時間1-2秒，臭味去除率可達90%以上。

於 2,000 毫克 / 立方公尺的，則可考量焚化法。

就成分而言，含硫及氮的，適用化學洗滌、生物洗滌、生物滴濾等法；含芳香烴（如苯、甲苯、二甲苯等）與氧烴的，適用生物或焚化法；含芳香烴、脂肪烴、氯烴、氧烴的，則適用焚化法。

活性炭吸附法

活性炭是最普遍的吸附劑，常使用在低濃度臭氣成分的處理，可以有效除去烴、氯烴、氧烴（甲醛除外）等臭味。這個方法是把有機物吸附在多孔固體表面上而去除臭味。吸附操作溫度宜維持在攝氏40度以下，但若廢氣含有大量水分，活性炭表面會因水汽凝結，而使污染物質吸附效果不佳。此外，灰塵、煙霧、雜質等也會影響吸附效果，故必須先把它們除去。



典型的化學洗滌設備

當臭氣濃度是 200 毫克 / 立方公尺時，每公斤活性碳可吸附有機物 50 ~ 100 公克，因此處理每一千立方公尺臭氣約需活性碳 2 ~ 4 公斤。以每公斤活性碳新台幣 40 元計，約需碳費 80 ~ 160 元，明顯高於其他方法，所以活性碳吸附僅適用於低濃度或低流量（< 10 立方公尺 / 分）的臭氣處理。

飽和活性碳通常經高溫脫附及再活化等程序可再生重複使用，脫附排氣臭味濃度高，通常需在攝氏 700 ~ 800 度焚化去除，再生費用一般是新碳費用的一半。

化學洗滌法

化學洗滌法是藉由氣 - 液接觸，使氣相臭

味成分轉移至液相，並藉化學藥劑與臭味成分的中和、氧化或其他反應去除臭味物質。典型的化學洗滌設備內部多放置大表面積的充填物，以增加氣、液接觸效果，吸收液從塔頂往下流，廢氣向上噴，臭氣與吸收液經充分接觸而反應去除。每一立方公尺廢氣通常需 1 ~ 3 公升吸收液洗滌，填料高度 2 ~ 5 公尺，每平方公尺填料截面積每分鐘可通入 30 ~ 60 立方公尺臭氣，臭味去除率可達 90% 以上。

可用化學洗滌法處理的臭味物質，包括有機硫化物、含氮化合物、有機酸及少數含氧碳氫化合物等。一般而言，鹼、酸性臭味成分可分別使用酸、鹼性溶液中和，不過這方法只能把臭味分子轉成鹽類以利於吸收，須再用其他方法把臭味

成分破壞或回收。稀釋 200 ~ 2,000 倍的漂白水（含 12% 有效氯的次氯酸鈉水溶液）一般與酸鹼性吸收液併用，可以把氨氧化為氮氣、硫化物氧化為硫、烷基硫氧化物、烷基硫酸等無臭產物。把次氯酸鈉吸收液 pH 值控制在微酸或中性，有利於臭味的吸收及氧化。

過氧化氫水溶液（雙氧水）的除臭效果與次氯酸類似，由於它自身會分解成水，除可做為化學洗滌藥劑外，尚可直接加於臭味源，以氧化臭味物質或防止厭氧微生物分解有機物。把過氧化氫添加到切削油、待處理污水、待脫水污泥、禽畜糞便中都是一般應用的例子。

當處理成本中藥劑費用所占比率很高時，須考慮用其他方法取代，例如當臭氣



每分鐘可處理一百立方公尺食用油壓榨廠排氣的化學洗滌塔。左塔是第一段洗滌塔，洗滌液是次氯酸鈉溶液；右塔是第二段洗滌塔，洗滌液是亞硫酸氫鈉溶液。

中含硫化氫 50 ppm (百萬分之五十) 時, 每處理一千立方公尺臭氣需漂白水費約 27 元, 費用相當的高。但若僅含硫化氫 5 ppm 時, 藥費會降為原來的十分之一, 則本法就屬可行。

生物法

生物法是把氣相中有機物傳輸至液相或固相生物膜, 由微生物吸收並把它氧化分解為二氧化碳、水等最終產物。

由許多成功的經驗知道, 低分子量及結構簡單的高水溶性有機物較具生物分解性, 而結構複雜的有機物則較難分解。有機物方面, 醇、醛、酮及部分較簡單的芳香族類, 已確認具生物分解性。無機物方面, 硫化氫、氨、甲胺、硫醇、硫化甲基等也很容易被生物分解。多氯烴及多環芳香等的生物分解性則較低。

生物法分為生物洗滌、生物滴濾、生物濾床法等三種, 它們的主要差別在微生物的相態與液體的狀態。

生物洗滌法有二種方式, 一種是把廢臭氣直接注入到充滿微生物的活性污泥混合液中,

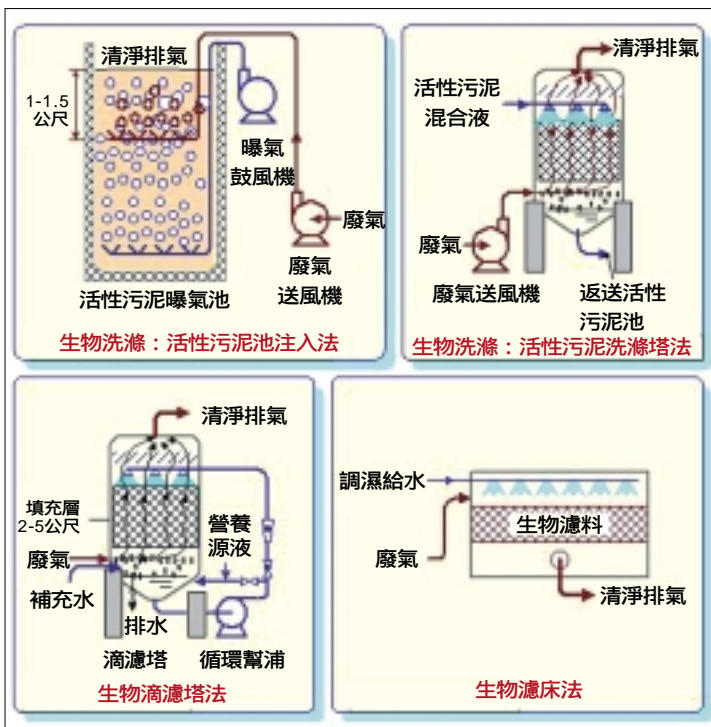


實驗室中的生物洗滌塔 (左) 及氧化洗滌液中有機物的活性污泥槽 (右)

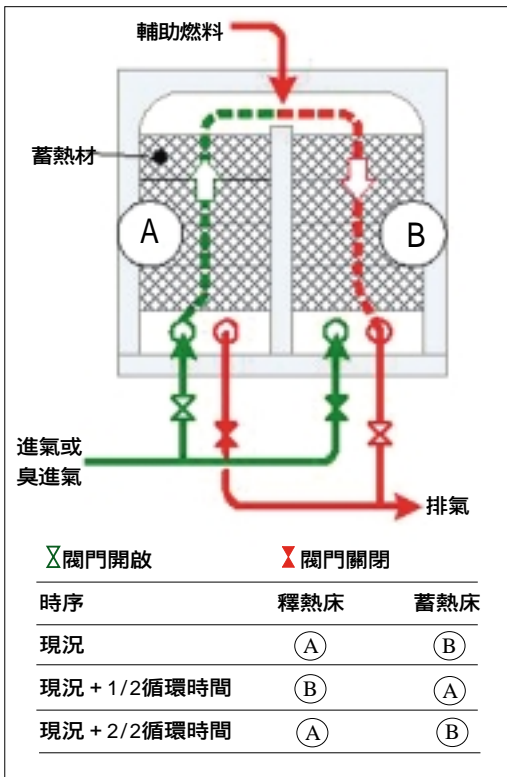
曝氣深度 1.0 ~ 1.5 公尺時, 水溶性不高的苯、甲苯、二甲苯等有機物, 亦可去除 90% 以上。另一種是以填充式或板層式洗滌塔, 用活性污泥處理後的澄清廢水, 或活性污泥混合液吸收排氣中有機物或臭味成分, 再利用活性污泥池把該等污染物氧化去除。每立方公尺活性污泥混合液每小時可分解臭味物質 20 ~ 60 公克。

滴濾法是把廢臭氣通入填充蛇木屑或塑膠填料的洗滌塔, 填料表面附生一層約 2 ~ 3 毫米厚的生物膜, 污染物被生物膜吸收後分解。一般而言, 每立方公尺填充濾料表面的生物膜每小時可分解臭味物質 20 ~ 60 公克。生物膜含 2% 微生物質體 (乾基), 其餘是水, 由循環水提供氮、磷等補充營養鹽, 代謝產物也是由循環水排出。

濾床法與活性炭吸附法類似, 只不過濾料是由蛇木屑、堆肥等組成, 並植有微生物。污染物進入濾料後被其中的微生物分解, 每立方公尺濾料每小時可分解臭味物質 20 ~ 60 公克。濾料含 50 ~ 55% 水分, 氮、磷等補充營養鹽由堆肥提供, 濾料每二至三年須更換一次, 以便排除積存在其中的代謝產物。濃度小於二千毫克 / 立方公尺的臭氣處理適用這種方法, 因涉及微生物的活性維持, 它的操作管理技術需求較高, 不過每一千立方公尺臭氣處理費用僅 5 ~ 10 元, 相當經濟。



臭排氣生物處理系統



臭排氣蓄熱式焚化爐示意圖。圖示系統中，單床蓄熱材厚度二百公分，內填充粒徑1英寸的陶瓷蓄熱材，每平方公尺蓄熱床截面積每分鐘可通入30立方公尺的臭氣，臭味去除率達95%以上

蓄熱式焚化法

蓄熱式焚化法 (regenerative thermal oxidation, RTO) 是利用 0.5 1 英寸粒徑的陶瓷或石質等蓄熱材堆填的濾床與焚化進氣及排氣直接接觸，以反覆吸收、釋放熱量的方式節約焚化使用能量。

系統至少包括二個蓄熱床、進氣排氣控制設備、加熱及溫度控制設備。氣體先進入一蓄熱床 (A床) 預熱到一定溫度 (攝氏700 900度) 後用焚燒去除臭味或有機物，反應後高溫氣體通過另一蓄熱床 (B床) 時，氣體中的熱能傳入原已冷卻的蓄熱材，以較低的溫度排放。經過一定時間，這個蓄熱床的溫度升高後，欲處理氣體則另導入這個高溫床 (B床) 預熱，反應後高溫氣體中的能量則儲存於A床，完成一循環操作。

濃度 50 10,000 毫克 / 立方公尺的臭氣處理適用這種方法。如果廢氣中有機物濃度大於 2,000 2,500 毫克 / 立方公尺，燃燒升溫可達攝氏40度以上，正常運轉時就不需輔助燃燒能量，否則須用電熱或燃料輔助其升溫。對每一千立方公尺臭氣進行處理，RTO 抽風機電費是 5元，輔助能量費用是 0 15元，相當經濟。



每分鐘可處理 250 立方公尺排氣的蓄熱式焚化爐