

產業異味問題探討與建議

司洪濤*、孫國書*、陳子秦*、白錚鈺*、陳見財**

摘要

台灣地理環境狹小且可用面積有限，工廠或工業區與住宅毗鄰而居的現象隨處可見。近年來，國內異味陳情案件呈現逐年增加趨勢，諸多產業生產過程中，於製程排放管道排放或作業現場逸散 VOCs 或異味污染物質，影響廠區附近或下風處居民之生活品質。

綜觀近年來產業異味陳情問題之發生，其間伴隨著諸多複雜的因素，如：國土規劃政策之短視、檢測不確定性及污染源認定不易、利害關係者之主客觀心理以及區域性環境等。因此，環保主管機關於處理異味陳情案件時，應審慎思考各種不確定因素後再採取適當之管制作為，以免影響產業之營運。而產業除需針對異味減量以符合環保標準外，仍需戮力改善異味之濃度與排放頻率，以符合民眾對空氣品質之殷切期望。

本文以案例介紹產業異味來源、特性及防制情形，並針對異味之管制、檢測及控制技術等面向進行探討，提供相關建議，以供政府部門及產業界對異味管制與控制技術之參考。

【關鍵字】異味、公害陳情、臭味閾值、電子鼻

*財團法人台灣產業服務基金會 工程師

**財團法人台灣產業服務基金會 副總經理

一、前言

台灣地理環境狹小且可用面積有限，工廠或工業區與住宅毗鄰而居的現象隨處可見。近年來，民眾對於生活環境之空氣品質滿意度常直接反應在環保陳情案件上。根據行政院環保署公害陳情統計資料^[1]顯示，國內異味陳情案件呈現逐年增加趨勢(參考圖 1)，民國 95 年~99 年異味陳情案件由 23%增加至 27%。另，99 年空氣污染陳情案件依污染物質區分(參考圖 2)，異味污染約占總空氣污染陳情案件六成，顯現異味已成為空氣污染之主要陳情對象並對民眾生活品質造成影響。若依空氣污染陳情案件之被陳情對象別(污染源)區分，97 年~99 年工業區空污陳情件數中，異味案件分別佔 27%、24%及 21%，顯現我國工業區空氣品質異味問題亟待改善；而位於人口密度較高之工業區，由於缺乏緩衝綠帶，工業區異味所造成之民眾陳情則日趨嚴重。

一般產業之異味主要特性，如塑膠燃燒味、溶劑味、飼料味、飼料發酵味、中藥味、刺激味、芳香味等，具異味潛勢行業別，如：紙製品製造業、印刷業、橡膠業、瀝青拌合業、飼料配置業、塑膠膜袋製造業及中藥製造業等。然，即使相同行業別其可能因原物料、製程及操作條件不同而產生不同異味特性及不同強度；因此，異味控制首先需由工廠之原物料及製程管理面著手，再選用適當之後端防制設備進行處理。

本文蒐集不同行業別之異味來源與特性作案例介紹，並針對異味防制設備、法規異味管制進行、檢測及控制技術等面向進行探討，期對國內產業異味改善有實質提昇。

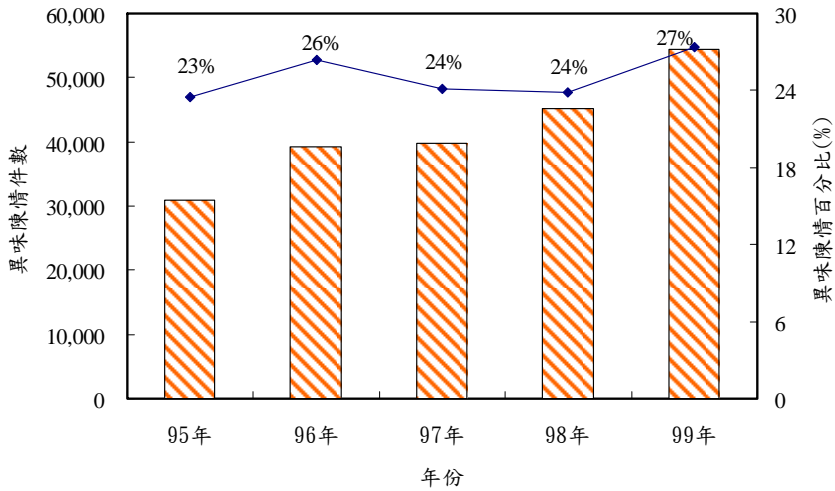


圖 1 95 年~99 年公害陳情案件中異味污染陳情分析

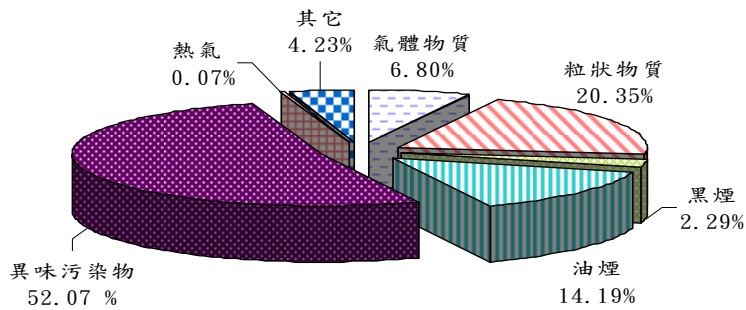


圖 2 99 年空氣污染陳情案件之污染物分析

二、產業異味控制技術介紹

國內諸多產業生產過程中，於製程排放管道排放或作業現場逸散 VOCs 或異味污染物質，影響廠區附近或下風處居民之生活品質，近年來環保單位接獲民眾陳情

104 產業異味問題探討與建議

環保問題中，異味陳情比率居高不下，故產業執行異味減量以符合環保標準外，仍需戮力改善以符合民眾對空氣品質之嚴格要求。本文茲以數個案例介紹產業異味來源、異味特性及異味防制情形。

2.1 案例一：印刷業^[2]

印刷業指從事印刷及加工之產業，如：日月曆、書報、型錄、包裝外盒、袋膜印刷等均屬之。依據印版型式主要分類包括平/凸版、凹版以及網版印刷，其中平/凸版及網版所使用溶劑與產生之廢氣較少，凹版則較多^[3]，本文例舉一大型凹版印刷業案例參考。

凹版印刷主要為印紋凹陷著墨量大，其直接加壓印刷，凹陷之程度具有深淺之別，全依圖像之層次而定，圖像層次越暗，深度將越深。印刷時使印版通過油墨槽後，再利用刮刀將非凹陷部分之油墨刮除，使油墨僅留於凹陷圖文處。

2.1.1 工廠製程概述

某印刷公司，主要產品為各類鋁蓋、塑蓋、爪蓋、標籤、PET 瓶及熱縮薄膜等；生產方式為連續式操作，每日約生產 20 小時。廠內有 3 條凹版印刷程序，主要異味/VOCs 污染來源為印刷機之油墨逸散(約 8.13 公噸/月)、清洗溶劑(約 0.38 公噸/月)。凹版印刷製程及廢氣收集處理流程如圖 3。

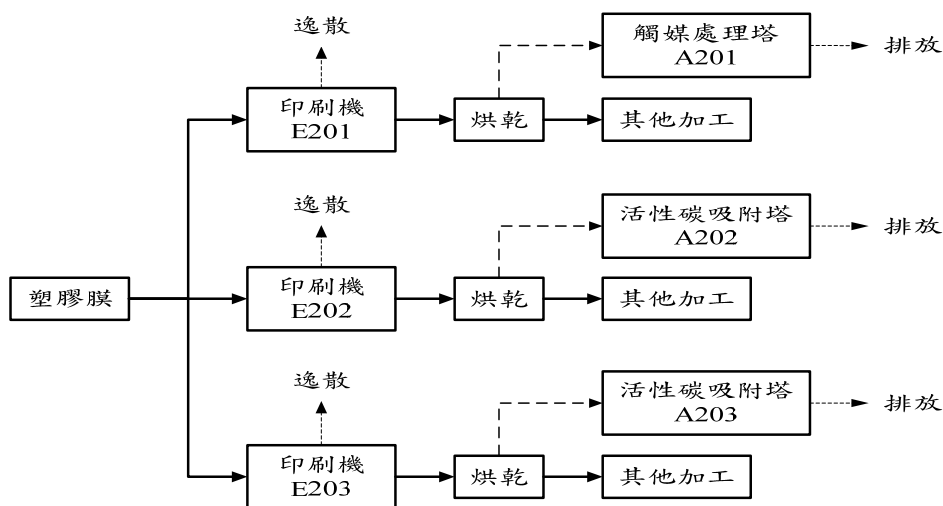


圖 3 凹版印刷案例廠製程廢氣來源及處理流程

2.1.2 廢氣異味特性

案例廠之 VOCs 廢氣排放特性為低風量、中濃度，排放溫度略高於常溫，製程污染源包括印刷、烘乾、油墨稀釋調整與設備/印版之擦拭清潔作業，異味污染為油墨之味道以及揮發性有機物(VOCs)，說明如下：

- 1.印刷、烘乾：印刷時使用之油墨中溶劑含量愈高，則於印刷或烘乾過程中，有機溶劑因自然揮發或遇熱釋出而造成 VOCs 污染排放。另，油墨中非溶劑之物質，亦含有一定程度之異味。
- 2.油墨稀釋作業：為符合印刷機之操作速度與產品色澤要求，須進行油墨稀釋或調色作業，油墨中含有必要之成份溶劑；而油墨稀釋所使用之稀釋劑或凡立水，則幾乎全為有機溶劑成份。
- 3.設備/印版之擦拭清潔作業：在換版或每日作業結束時，所進行之橡皮布/墨輥清潔作業。印刷機清洗劑多為純有機溶劑成份，造成 VOCs 污染排放。

2.1.3 異味處理情形

依據環保署相關資料統計，多數之凸版印刷工廠採用水性塗料，排氣濃度低，而其他類型之印刷操作多屬枚頁型設備，印刷速度較慢且採自然乾燥方式，故多未收集處理製程產生之 VOCs 廢氣。少數規模較大(輪轉型設備)且裝設烘乾機之工廠，則將印刷與乾燥過程排放之廢氣集中收集，並導入活性炭吸附塔或過濾網處理。

如圖 3 所示，本凹版印刷案例工廠原採用活性炭吸附法進行廢氣管末處理，後將其中 1 條生產線之廢氣改為吸收式觸媒洗滌液洗滌處理，並向環保署提出自廠處理效率申請，經核定該觸媒處理塔之異味/VOCs 處理效率為 80%，觸媒處理塔如圖 4 所示；改善後，案例廠之廢氣防制技術包括活性炭吸附法及濕式洗滌法。



圖 4 觸媒處理塔(核定處理效率 80%)

案例廠之改善重點，除加強既有設備之操作維護外，由於活性炭吸附異味/VOCs 易於飽和穿透，處理效能不易維持，且置換量相當低；評估後，觸媒處理塔效能較活性炭佳，故第一階段先選擇其中一套活性炭設備進行更換。觸媒處理塔初設費用約 230 萬元/台，觸媒處理塔內洗滌液須每月更換，洗滌液成本約 2.3 萬元/月(27.6 萬元/年)，以工廠之產能規模計算，約可減少繳交 VOCs 空污費 80.3 萬元/年。案例廠尚有 2 套活性炭吸附設備，建議更換為觸媒處理塔，以強化異味/VOCs 之處理效能。

2.2 案例二：瀝青拌合業^[4]

瀝青混凝土是一種人工生產的工程材料，係由瀝青結合劑和級配骨料構成，主要應用於道路工程的路面鋪設，其為國家道路開發及維護不可或缺的基本建設原料。由於瀝青具高黏性，須加溫使其與砂石等級配骨料拌合均勻，使得瀝青混凝土半成品或成品逸散異味。然，工廠拌合完成後之產品在其尚未冷卻前，必須送達工地直接鋪設使用，又因瀝青混凝土重量大，為節省運輸成本，其運輸距離不宜過遠，故瀝青拌合業具有地域性且分佈全省各地之特性。

2.2.1 工廠製程概述

案例廠之製程為先將原料砂石經乾燥機乾燥後，進入熱料提昇機及振動篩進行篩分、稱量後，進入拌合機與瀝青一同拌合。製程如圖 5 所示。VOCs/異味來源係來自於製程中之拌合作業、回收料經乾燥機加熱及回收料洩至批次計量斗間隙。

另，拌合成品卸至卡車之卸料口亦為造成粒狀污染物逸散及 VOCs/異味之污染源。

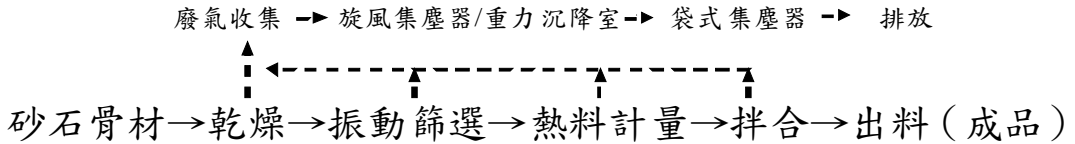


圖 5 瀝青混凝土製程廢氣來源及處理流程

2.2.2 廢氣異味特性

瀝青拌合製程排氣廢氣組成分包含烷、烯烴、芳香族、鹵烴、含氧氮烴、酯等 6 大類，以含氧氮類為主，其中以丙烯醛、丙酮為最多。烷類濃度雖高，但其臭味閾值高(正己烷為 52 ppm)，故非主要異味來源物質，而 1,3-丁二烯(0.1 ppm，瓦斯味)、苯(0.78 ppm，香味)、甲苯(0.021 ppm，芳香味)、丙烯醛(刺激臭)、丙酮(0.4ppm，刺激性甜味或尿臭)等為主要之異味貢獻來源，如所示。

表 1 瀝青拌合業廢氣主要成分及濃度(參考例)

| 項次 | 廢氣主要成分 | 濃度(ppm) |
|----|---------|---------|
| 1 | 正己烷 | 52 |
| 2 | 1,3-丁二烯 | 0.1 |
| 3 | 苯 | 0.78 |
| 4 | 甲苯 | 0.021 |
| 5 | 丙烯醛 | — |
| 6 | 丙酮 | 0.4 |

2.2.3 異味處理情形

案例廠主要以旋風集塵器及袋式集塵器作為空氣污染防制設備，前兩者設備係去除粒狀物之環保設備，對於氣相有機物之去除率較低。案例廠改善前異味濃度達 4,120（如表 2），超過現行異味管制標準。為改善異味問題，案例廠將新材瀝青拌合製程與回收料拌合製程使用之粒料乾燥機分開處理（如圖 6），由於新材瀝青拌合製程主要原料為砂石，粒狀物為主要污染物，故此製程乾燥機產生之廢氣則仍用

108 產業異味問題探討與建議

舊有處理方式統一收集後經旋風集塵器/重力沈降室再導入袋式集塵器處理；而回收料拌合製程因回收料含有瀝青，經乾燥機加熱易產生 VOCs 異味，工廠增設 VOCs 異味燃燒爐，直接將由乾燥機產生之廢氣導入燃燒爐，以燃燒氧化方式達到脫臭效果，處理後之廢氣異味濃度可控制於 500~1,000 之間，符合異味濃度標準 2,000（煙囪高度 > 18m）。惟，為維持異味焚化溫度達到較佳的處理效率（約 700~800℃），燃料成本相當可觀。

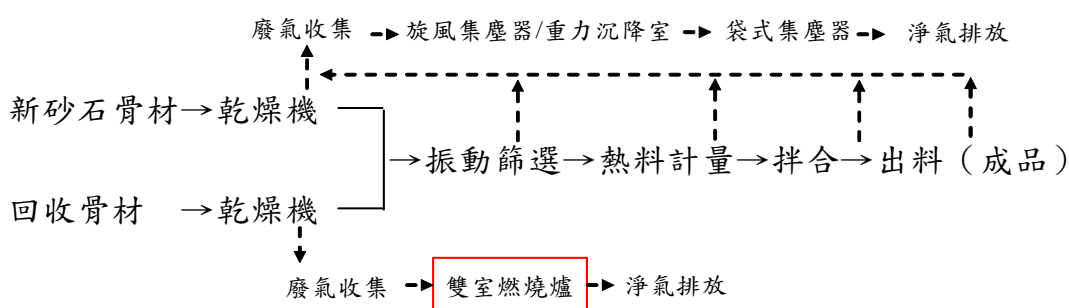


圖 6 瀝青拌合業案例廠廢氣改善處理流程

表 2 瀝青拌合業案例廠異味改善成效

| 排放管道 | 改善前 | 改善後 | 異味濃度標準 (管道高度18~50公尺) |
|---------|-------|-----|-------------------------|
| 新料拌合製程 | 4,120 | 98 | 2,000 |
| 回收料拌合製程 | | 417 | 2,000 |

2.3 案例三：壁紙業^[5]

壁紙用途甚廣，除傳統貼滿整道牆壁作為裝飾之用外，也可只貼在部分牆壁上，配上邊緣裝飾壁紙，把壁紙「鑲」起來，做成牆上的一幅畫作。因壁紙圖案的豐富多彩和使用的方便快捷而受到民眾的歡迎，成為國內外應用最廣的內牆裝飾材料之一。隨著建築技術的發展，壁紙的種類和質量亦不斷的變化更新。然壁紙生產製程中因添加可塑劑等化學添加劑，此等添加劑經加熱烘烤後，排出具刺激性之異

味廢氣，須妥善收集處理。

2.3.1 工廠製程概述

壁紙是在紙張表面上塗佈 PVC 乳膠，經烘乾固化後形成 PVC 膜，在於該膜上印刷而成為 PVC 壁紙。PVC 壁紙製程及污染源如圖 7 所示，主要原物料為 PVC 粉、可塑劑、添加劑、(水性)塗料等。

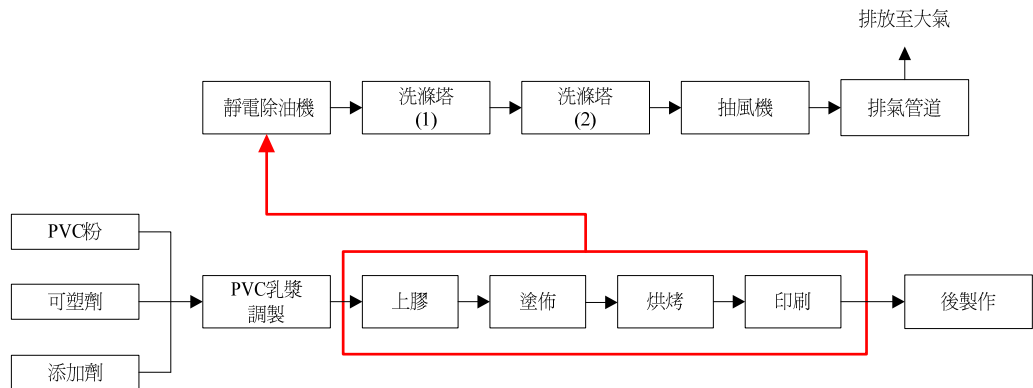


圖 7 PVC 壁紙案例廠製程廢氣來源及處理流程

2.3.2 廢氣異味特性

廢氣主要異味來源為 PVC 乳膠加熱烘乾及壁紙印刷過程。排氣中 VOCs 的主成份包含丙烯、丁二烯、戊二烯、乙醛、丙醛、丙烯醛、丙酮、己酮、庚酮、甲酸、氨氣及可塑劑油霧等。其中，丁二烯、戊二烯等略具瓦斯味，乙醛、丙醛、丙烯醛等則具刺激味，可塑劑油霧具塑膠燃燒味。此排氣常用靜電除油機及洗滌塔處理，但部分有機物為次微米油霧氣膠型態，該油霧可能穿透靜電除油機及洗滌塔，使得排氣仍具些微異味。

2.3.3 異味處理情形

該案例廠主要以靜電除油機串連 2 套濕式填充洗滌塔作為空氣污染防制設備，靜電除油機係去除粒狀物及可塑劑油霧，回收的可塑劑尚可販賣給資源回收業當作次級品使用。因廢氣中之油霧具有塑膠燃燒味，故除油機油霧去除效率高低，對異味減量效果扮演重要角色。案例廠為進一步降低異味，增設臭氧機，將臭氧注入填充洗滌塔入出口等煙道中，使異味濃度持續降低。

2.4 案例四：漆包線業^[6]

漆包線是在高純度、高導電率的導體表面塗上一層或多層之凡立水，凡立水經烘乾成形在導線表面漆膜，由於漆膜有絕緣的功能，此時銅線經由繞捲變成線圈，即可用於電磁感應的各種應用。依塗料、漆膜厚度，而各有不同之特性和用途。主要用途為電機、電子產品、零組件線圈用。凡立水含有多種苯類及酚類等有機溶劑，於塗布烘乾過程中排出具消毒水特徵之異味廢氣。

2.4.1 工廠製程概述

案例廠位於工業區內，以銅線及凡立水為原料，經烘乾固化後形成漆膜，使導線外表絕緣，另避免導線受到污損、磨損及氧化等。製程使用的漆料凡立水主要由絕緣樹脂及甲苯、二甲苯等稀釋溶劑組成，其中高揮發性稀釋溶劑約占 65 %，容易於塗漆及烘乾時逸散。案例工廠漆包線製造及廢氣處理流程如圖 8 所示。

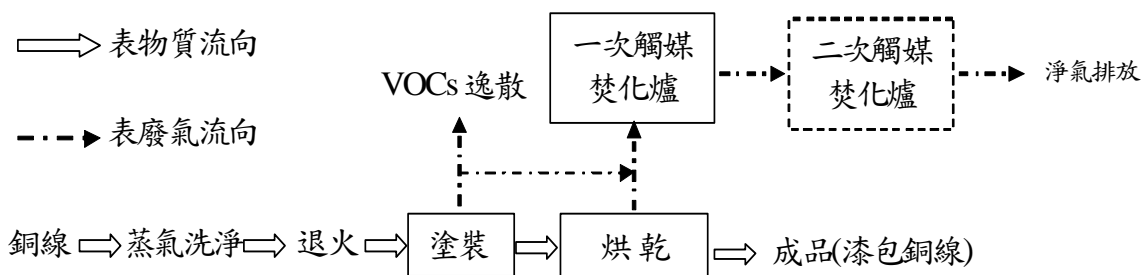


圖 8 漆包線案例工廠製程廢氣來源及處理流程

2.4.2 廢氣異味特性

案例廠漆包線機台主要有臥式及立式 2 種，逸散排氣中 VOCs 的主成份為二甲苯，並含少量苯、甲苯、二甲苯、酚、甲酚、丙烯腈、丙烯醛、丙酮及 2-丁酮等有機化合物，其中酚、甲酚具有消毒水味道，丙烯腈、丙烯醛等具有刺激味。案例工廠漆包線機台廢氣成分分析如表 3 所示。

表 3 漆包線案例廠機台廢氣成分分析(參考例)

| 項目 | 觸媒前 (ppm) | 觸媒後 (ppm) | 觸媒焚化效率 (%) | 排放管道 (ppm) | 塗佈區 (ppm) | 機台走道周界 (ppm) | 塗佈區收集 效率(%) | 頂部周界 (ppm) |
|--------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|
| 苯 | 1.282 | 0.9924 | 22.6 | 1.282 | 1.252 | 0.1744 | 86.1 | 1.43 |
| 甲苯 | 0.1636 | 0.1428 | 12.7 | 0.1636 | 0 | 0 | — | 0.1291 |
| 對二甲苯 | 1.25 | 0.3978 | 68.2 | 1.25 | 1.065 | 0.345 | 67.6 | 1.19 |
| 間二甲苯 | 2.388 | 0.8541 | 64.2 | 2.388 | 1.934 | 0.6206 | 67.9 | 2.159 |
| 鄰二甲苯 | 1.052 | 0.3028 | 71.2 | 1.052 | 0.8321 | 0.2265 | 72.8 | 1.033 |
| 酚 | 1.563 | 1.061 | 32.1 | 1.563 | 0.8454 | 0.482 | 43.0 | 1.86 |
| 間對甲酚 | 76.62 | 4.136 | 94.6 | 76.62 | 11.08 | 0.7111 | 93.6 | 35.016 |
| 總碳氫化合物 | 510 | 65 | 87.3 | 510 | 100 | 16 | 84.0 | 430 |
| 溫度(°C) | — | 215 | — | — | — | — | — | — |
| 流量(Nm ³ /min) | — | 80.5 | — | — | — | — | — | — |

2.4.3 異味處理情形

案例廠主要以 2 道觸媒焚化爐作為空氣污染防治設備，因排氣常用觸媒焚化處理，如表 4 可知該機台觸媒對總碳氫化合物之去除效率高達 87%，但長時間操作後容易因觸媒催化效果降低等因素導致熱焚化效果不佳，使焚化後的出口端排氣仍具些微異味。因凡立水含有磷、矽、氟、硫、氯等物質（如表 4），這些化學成分可能導致觸媒發生物理性或化學性毒化問題，使得觸媒焚化效率逐漸劣化。案例廠藉由觸媒前後溫差判定觸媒效率情形，若溫差過低則表示觸媒已劣化，再進行更換新的觸媒，以維持異味濃度控制在法規管制標準以下，惟貴重金屬價格高昂，觸媒為觸媒焚化的耗材，使得漆包線業者增加很大的操作成本負荷。

表 4 漆包線凡立水中觸媒毒化物質分析結果(參考例)

| 分析項目 | 分析結果 | | 單位 |
|-------|--------|--------|-------|
| | AI 凡立水 | EI 凡立水 | |
| 磷(P) | 0.01 | 0.01 | % |
| 矽(Si) | 0.03 | 0.03 | % |
| 氟(F) | 0.01 | 0.01 | % |
| 硫(S) | 0.01 | 0.01 | % |
| 氯(Cl) | 7 | 12 | mg/kg |

資料來源：漆包線製造業工廠輔導專案檢測分析資料，中國技術服務社。

2.5 案例五：橡膠業^[7]

橡膠製品製造程序大致可區分為原料之捏煉(素煉、混煉)、半成品成型及硫化等 3 大步驟^[2]，以及部分橡膠製造業需使用之貼合製程。原料之素煉、混煉為產製各種橡膠產品必經之基本製程，並為橡膠廠之異味污染來源，另原料混合下料時則產生粉塵、粒狀物逸散之污染。

2.5.1 工廠製程概述

某輪胎工廠橡膠製造製程相當複雜，但簡單而言為原料經混煉及滾輪壓片，形成橡膠半成品原料，經過押出或調配，進行成型後再硫化，最後再以其他加工程序(如：貼合、塗佈、洗膜、表面處理、修研)處理，而完成成品，輪胎製造流程及廢氣收集處理流程如圖 9 所示。

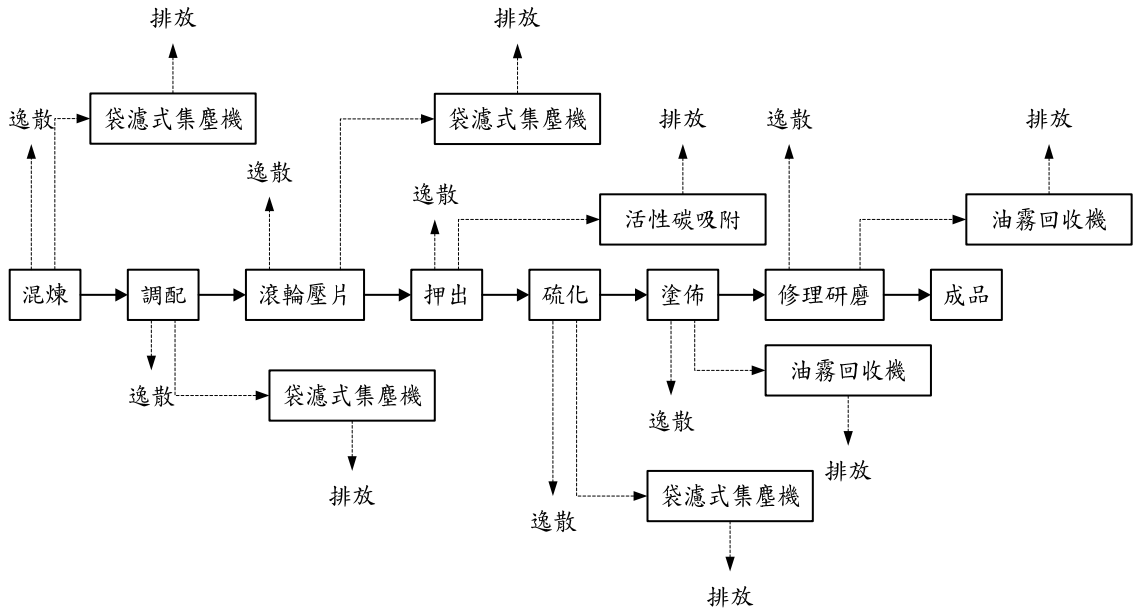


圖 9 橡膠業案例工廠製程廢氣來源及處理流程

2.5.2 廢氣異味特性

案例工廠使用的原料有天然橡膠、合成橡膠以及種類繁多的配合劑。天然橡膠主要成份為聚戊二烯，並含少許(2~3%)蛋白質以及約 2%之高級脂肪酸類和酯類，而各種合成橡膠的基本原料幾乎皆為乙烯、丙烯、苯與苯乙烯、丙烯腈、丁二烯等石化原料及其衍生物；至於配合劑則包括加硫劑、軟化劑、加硫促進劑、遲延劑、防老劑、補強劑(碳黑、白煙)、充填劑、可塑劑等。

工廠產生之臭味，主要發生在煉膠、混煉與加硫等製程。混煉臭氣具橡膠臭，臭味成分有芳香族(苯、甲苯、二甲苯)、帖烯(terpentine)、醇、醛與胺類混合物等。另外，加硫製程產生硫化氫、硫醇、軟化劑油霧等臭味。

為增加橡膠加工之可塑性，於原料之捏煉製程中，橡膠原料與部份配合劑摻合後進行素煉。素煉時因高溫混煉及機械性的裁斷作用，原料中的分子結構被破壞，釋出包括苯環類、烯類、醛類、醇類及促進劑之硫醇類的低分子量臭氣成份。而在素煉後，為增強橡膠製品之強度，需再添加其他配合劑以進行混煉工程，使各種配合劑能完全且均勻地散佈於橡膠中。橡膠製程中所使用的配合劑大部份於此一步驟

114 產業異味問題探討與建議

中加入，其中以添加碳黑、加硫促進劑及硫磺(加硫劑)時所產生之粒狀物的逸散污染為混煉製程中空氣污染之最主要原因。

這些橡膠原料於製程中容易因反應或高溫而產生易揮發，含橡膠臭、硫化氣體及有機溶劑等之逸散廢氣。以輪胎製程為例，主要廢氣來源彙整如表 5。

表 5 輪胎製造廢氣 VOCs 及異味污染源

| 項目 | 空氣污染源 | 排放方式 | 排放特性 |
|------------|-------|--------|------|
| 逸散性 排放源 | 混煉 | 添加劑逸散 | 連續排放 |
| | 壓片 | 橡膠臭氣 | 連續排放 |
| | 押出 | 橡膠臭氣 | 連續排放 |
| | 硫化 | 橡膠臭氣 | 連續排放 |
| | 塗佈 | 有機溶劑使用 | 連續排放 |

2.5.3 異味處理情形

一般而言，橡膠工廠的異味依產品、製程不同所發生異味之性質也明顯不同。針對橡膠製程的廢氣，可利用的空氣污染防治技術包括中和處理、生物濾床處理、焚化、鍋爐燃燒焚化、活性炭吸附以及加藥濕式洗滌塔等^[8]。

如圖 9 所示，案例工廠產生之粒狀污染物，其處理方式以脈衝式袋濾集塵器，進行廢氣管末處理，污染改善之重點在於加強袋濾集塵機濾操作維護作業，藉以提升處理效能。

另，工廠廢氣之異味/VOCs 屬低濃度、中低風量，排放溫度略高於常溫，而其排放源中，僅有押出機廢氣管末具有活性炭吸附進行異味/VOCs 之處理。故改善重點在於加強逸散之異味/VOCs 收集，並集中於後端使用活性炭吸附、濕式洗滌技術或生物濾床等技術進一步處理含異味/VOCs 之廢氣。

三、異味管制分析與建議

由於近年來環保意識抬頭，公害陳情事件日以俱增，異味問題已成為近年來影響民眾生活品質的主要因素之一。目前環保署已制定異味管制標準，然仍無法有效降低異味陳情問題，其原因歸類如下：

1. 法制面問題

- (1) 各行業產生之異味物質均不相同，來源十分廣泛，且不同之異味成份其嗅覺閾值不同，處理難易有別，若所有行業或製程皆適用一致之管制標準，無法有效管制異味污染問題。
- (2) 國內因早期土地規劃不良，造成都市計劃區內設有工業區或設有工業用地，且未規劃適宜之緩衝區，使住宅與工廠距離過近，造成異味氣體尚未落地之前就碰及住宅建物，並在建築物後方形形成尾流區(wake zone)。當尾流區內的風速減小，紊流強度則增強，並形成負壓將越過建築物的氣流向下吸引，產生逆向迴流。如果排氣煙囪的高度不夠高，煙流便會被捲入尾流區中，造成建築物周遭區域煙氣濃度的提高，此現象又稱為下沖現象(downwash)，導致異味氣體無法有效擴散(示意圖如圖 10)^[9]。

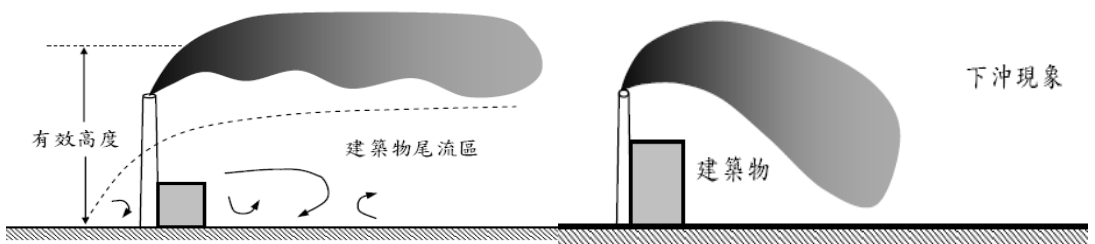


圖 10 建築物對煙流影響之示意圖

2. 檢測不確定性及污染源認定問題

- (1) 異味物質之檢測方法^[10]，目前可分為官能測定法及化學測定法。官能測定法是利用聞嗅判定員的鼻子、中樞神經及腦部，對於異味物質之致臭程度或異味特徵進行定量判定環境大氣中異味的強弱，其依稀釋方式之不同可分為靜態稀

116 產業異味問題探討與建議

釋官能測定法及動態稀釋官能測定法。化學測定係利用各種儀器，如：分光光度計比色法、高效能液相層析測定法、抽氣式霍氏紅外光光譜分析法、氣相層析測定法等，來分析環境大氣中異味物質的化學濃度。目前世界上針對異味之測定方式主要仍以官能測定為主^[11]。

- (2)我國針對異味之測定，目前為環保署環檢所公告之「異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法」（NIEA A201.13A），其優點雖能代表人體對於臭味或厭惡性異味的綜合表現，但仍有不經濟、耗人力、費時、人為主觀認定，除因年齡及性別之不同而有所差異外，聞嗅判定員以猜測方式回答、或受到情緒、過去經驗以及生理因素等影響，都可能對測定結果造成影響。我國對於異味管制法規修訂主要參考日本及韓國標準，日本異味檢測同樣採用三點比較式嗅袋法，而韓國採用空氣稀釋檢測法，歐洲早期為由環境衛生官員主觀判定，後期以嗅覺測量計量化臭味濃度，其量測結果亦與三點式嗅袋法接近。
- (3)以化學方法進行臭味成分測定，目前之檢測方法尚無法完全測得各種污染源之主要致臭物質，且亦無法測得人體之感知。各種不同成份化合物混合後之混合氣體，其對異味濃度會產生不同效應，有可能為獨立互不影響，有可能互為削減，但亦可能產生加成效應，現行之檢測技術，仍無法對各種化合物之間的干擾進行模擬，以取代人體之嗅覺^[12]。
- (4)在大氣成份複雜之工業區中或位於都會區之工廠，其大氣成份可能因移動源排放廢氣、污水廠或下水道之逸散氣體進行綜合反應，導致無法有效判定主要污染來源，而造成執法上之困難。
- (5)目前我國所採用之檢測方法係屬靜態稀釋官能測定法，其係由高濃度往低濃度進行嗅聞，惟當嗅覺持續接受高濃度刺激時，會逐漸產生適應，引發嗅覺疲勞，進而影響判定結果。另靜態稀釋法中稀釋定容容器(如注射器、嗅袋)亦可能吸附臭氣物質，亦會造成稀釋濃度不準確等問題。

3.異味減量技術

造成異味之物質眾多，依環保署「空氣污染防制法施行細則」之定義，與異味有關之物質多為氣相污染物，主要以碳、氫、氧、氮、硫、鹵素等元素構成，其中硫化甲基 $[(CH_3)_2S]$ 、硫醇類 (RSH) 、甲基胺類 $[(CH_3)_xNH_{3-x}, x = 1, 2, 3]$ 等三

類具特異性臭味，列為惡臭污染物。此外，屬粒狀污染物之金屬煙及油煙亦可能含異味物質。而目前固定污染源可行之異味減量技術，多針對造成異味之主要物質 VOCs 進行處理，故妥善處理 VOCs 僅能解決部分異味問題。VOCs 減量之程度與異味濃度之高低並無完全正關聯性。

另，因人對於異味的感知與氣體之嗅覺閾值有關，且部份物種濃度為 ppb 等級時即可達到嗅味閾值，即使已採取高處理效率(>95%)之防制設備，排出之氣體仍可能有異味存在。依物質濃度與異味強度之 Weber-Fechner 定律($S=K \log(I/I_0)$)， I 為物質濃度， S 為異味強度(平均值)可知，臭氣物質濃度之人體感覺特性並非線性關係(如圖 11)^[13]，當異味濃度減少 97~99%，人體嗅覺感知強度僅減少 50~65%，因而即使採取處理效率高達 95% 以上之污染防制設備，仍可能產生異味陳情問題。

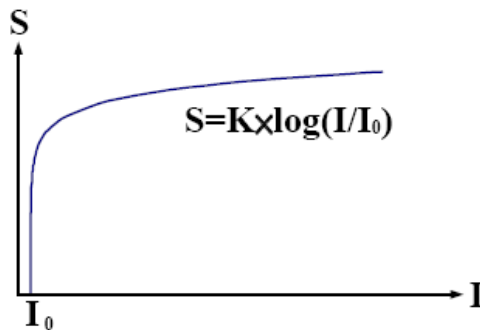


圖 11 Weber-Fechner 定律示意圖

欲有效降低異味污染問題，除環保主管機關積極執行污染源稽查管制，及事業目的主管機關提供輔導資源協助業者改善外，茲綜合上述之問題點，建議說明如下：

1. 法規制定

- (1) 目前已有相關法規已規範新設廠時，須設置適宜之綠帶區。工業區之土地租售部份，建議主管機關可將土地分級管制，如規定高異味排放之行業，不得設於敏感受體附近。

118 產業異味問題探討與建議

(2)周界異味管制部份：對於工商住混合區域，若採取加嚴標準恐無法有效改善異味問題，故此區域除應加強排放管道管制外，建議針對易產生逸散之製程應訂定管制規範。

(3)管道異味管制部份：由於各行業產生之異味物質不同、不同異味物質之嗅味閾值不盡相同，建議可依各廠廢氣成份，由許可制度管制各廠高異味物質之排放濃度，以有效管制異味源，或針對人口密集區域內之工廠，訂定較為嚴格之管制標準。

2. 檢測分析改善

由於官能測定法為一種主觀認定之判斷方式，又化學測定法或電子鼻仍無法完全取代人體之嗅覺感知，目前將官能測定法作為裁處之唯一依據，似乎有些不客觀。因周界之大氣成份複雜，採樣時易受氣候條件影響，難以由周界官能測定結果確切認定污染源，為避免產生爭議，建議進行周界異味稽查時，除分析周界異味濃度外，應同時採集廠內排放管道或逸散氣體及廠外周界氣體，進行排氣成分檢測，比對各成分之相似性，達一定比例以上者，方可作為處分依據，而非現行以採樣者主觀認定之氣味描述文字，載於文書上而據以裁罰。

為能改善官能測定耗時及耗費人力之問題，1988年 Gardner 博士首次提出電子鼻(electronic nose)這個新名詞，並漸漸獲得認同與採用，1993年後便有人工嗅覺的產品問世，技術也趨於成熟^[10]。目前國外已有發展出新式電子鼻技術^[14]，其利用人體的感知做出相對應電子鼻之異味強度，與一般電子鼻以標準氣體作異味強度值之校正不同，該項系統除可現場即時連續監測外，亦能搭配大氣擴散模式模擬，即時模擬各污染源異味之排放情形、貢獻度及影響範圍，以做有效之異味管制及管理工作。電子鼻為一種快速、客觀的新技術，若能有效利用，將可大幅降低異味陳情事件。

3. 異味改善技術提升

建議事業目的主管機關提供研發補助經費，鼓勵業者進行技術研發，並協助業者進行技術推廣，或參考日本作法^[12]，由中央單位委託權威機構進行認證，相關設備應經過異味去除功能測試，頒發認證標章，既可鼓勵製造進行研發，業者亦可安心採購，避免花費高額經費卻達不到期望效果。

4.工廠自主管理

異味問題的改善，除須依靠政府政策外，亦須仰賴業者的努力，業者應瞭解製程之廢氣特性，若屬高異味排放之製程，廠址選擇上則應盡量避免影響鄰近民眾，設廠後應依廢氣特性設置適宜之防制設備，並加強設備之操作維護及定期檢測。

另建議可依煙道出口之味道或濃度建置廠內指紋資料，以自我評估防制設備之處理效能，其指紋資料可以人工聞嗅方式或電子鼻量測，結合製程生產現場之操作條件建置之。若採以人工聞嗅方式，建議組成 2~3 人(不抽煙、不吃檳榔等)為一間嗅小組，組員不輕易更換，定期(如每日或隔日 1 次)配合生產操作進行聞嗅調查，建議應設計紀錄表單，記錄聞嗅結果，其表單內容至少包括：聞嗅時間、臭味感知等級、臭味持續時間及製程生產之操作條件。其中，臭味持續時間建議可區分瞬間、間歇、持續，臭味感知等級建議 2 案供參：

(1)三階段臭味強度表示法

無臭：未查覺任何氣味。

可感知：可自然感受味道，但並無強烈臭味使人印象深刻之感受。

強烈：立即感思受強烈味道，甚至有噁心、刺鼻及刺眼等不舒服之現象。

(2)六階段臭味強度表示法(如表 6 所示)。

表 6 六階段臭味強度表示法

| 氣味強度 | 氣味感覺的狀況 |
|------|-------------------------------------|
| 零度 | 無臭。 |
| 一度 | 不曉這是什麼氣味，但是卻感到有什麼樣的氣味。 |
| 二度 | 稍能曉得是何種的氣味程度之弱不禁風的氣味，例：酸溜溜或有焦糊的味道等。 |
| 三度 | 明確地感到的氣味，例：類似醫院特有的甲酚消毒液之臭味。 |
| 四度 | 強烈氣味，讓人感覺不舒服、降低精神、不想吃東西等。 |
| 五度 | 極強烈的臭味，讓人想吐、噁鼻、頭暈等之特別強烈惡臭。 |

四、結語

綜觀近年來產業異味陳情問題之發生，其間伴隨著諸多複雜的因素，如：國土規劃政策之短視、檢測不確定性及污染源認定不易、利害關係者之主客觀心理以及區域性環境等。因此，環保主管機關於處理異味陳情案件時，應審慎思考各種不確定因素後再採取適當之管制作為，以免影響產業之營運。而產業除需針對異味減量以符合環保標準外，仍需戮力改善異味之濃度與排放頻率，以符合民眾對空氣品質之殷切期望。

參考文獻

- 1.行政院環保署，中華民國環境保護統計月報，274 期，2011。
- 2.經濟部工業局，中部地區產業空氣污染物減量輔導與總量管制因應計畫－輔導報告，2011。
- 3.經濟部工業局，揮發性有機物廢氣減量及處理技術手冊 2007 年版，2007。
- 4.陳子秦、司洪濤，瀝青拌合業之異味及粒狀污染物改善方案介紹，清潔生產與環保技術 e 報第 66 期，經濟部工業局，98 年 04 月 25 日。
- 5.周明顯，壁紙工廠廢氣異味輔導改善報告，經濟部工業局，99 年 12 月。
- 6.漆包線製造業工廠深入輔導報告，中國技術服務社工業污染防治中心，民國 85 年 11 月。
- 7.經濟部工業局，產業製程清潔生產與綠色技術提升計畫－輔導報告，2010～2011。
- 8.南投縣環保局，橡膠業工廠污染減量及相關法令宣導手冊，2009。
- 9.梁鳳文，以歐氏-拉氏法模擬煙流粒子在建築物尾流區中的擴散，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，p.15～22，2005。
- 10.廚餘堆肥廠及廢塑膠回收製程臭味污染防治技術之研發與推廣：臭味成分分析，行政院國家科學委員會專題研究計畫，國立陽明大學環境衛生研究所，2005。
- 11.Odor Measurement Review，Office of Odor, Noise and Vibration Environmental Management Bureau Ministry of the Environment, Government of Japan

- 12.陳玟玟，高雄市臭味調查及改善，國立中山大學環境工程研究所碩士論文，
p.2-31~2-33 p.4-31~4-32，2006。
- 13.陳誠源，漫談捷運軌道噪音振動，捷運技術半年刊，第 39 期，p.32~34，2008。
- 14.Philippe G Micone, Environmental Odour Monitoring, AWE International，2010.

