

計畫名稱：廢棄物處理業及商業臭味源污染現況調查、臭氧洗滌技術研發

執行單位：

計畫編號：93-EPA-Z-224-002

國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系(所)

子計畫主持人：謝祝欽

總計畫主持人：周明顯

中文摘要

本研究為現勘飼料業(兩場次)、餐飲業(六場次)、瀝青拌合業(兩場次)及污水處理場(兩場次)，進行臭味源污染現況調查與發展適用於餐飲業臭味廢氣處理之臭氧洗滌技術，並針對廢棄物處理業及商業(如：污水處理場、垃圾掩埋場、印刷作業、乾洗店、加油站、瓦斯分裝場、餐廚油煙、瀝青拌製及運輸等)收集及整理國內外相關臭味防制技術資料，供相關行業於規劃污染防治工作之參考。

經現勘實測結果顯示：飼料業以包裝機與冷卻機為主要臭味逸散源，氨氣與硫化氫為主要致臭物質，測得最高濃度為氨氣 13 ppm、甲基胺 2 ppm、硫化氫 185 ppb。餐飲排氣之臭味成份與食材種類、烹煮方式和餐廳類型有關，其主要致臭物質為氨氣與 THC，且由於餐飲排煙屬間歇性排放，可能造成測得濃度值變化幅度大，實果結果中式 4.2~7.2 ppm、日式 28 ppm、小吃店 9.2 ppm、速食店 5.1 ppm。瀝青拌合廠經臭味採樣分析，總碳氫化合物測得約 10 ppm，臭味成份以甲苯、苯、二甲苯、酚為主，並未測得硫化物；污水處理場其主要臭味源為化學沉澱池與混凝池，主要致臭物質為硫化氫、氨氣及與製程相關之溶劑廢氣。藉由此項調查，可得知行業主要致臭物質，提供作為研發臭味污染控制技術與解決臭味問題之依據。

臭氧氧化洗滌試驗分為實驗室臭氧連續式、批次氧化試驗、及臭氧洗滌餐廚臭味實驗。臭氧連續式氧化試驗中，以連續供應氣相臭氧處理液相甲苯濃度 200 mg/L，供應臭氧劑量 2.4 g/hr，各程序之去除效率為 UV/O₃ > O₃ > 氣提 > UV，分解常數 K 值 (hr⁻¹) 分別為 K_{OH} = 2.1、K_{O₃} = 0.3、K_{AIR} = 1.2，計算該試驗之 UV/O₃ 程序，反應 60 min 單位質量甲苯所需臭氧質量約為 0.6 g，比較不同臭氧劑量下之去除效率關係，臭氧程序在增加臭氧劑量及搭配 UV 光之使用皆可提升去除效率，其中又以增加搭配 UV 光使用之提升效益較大。臭氧溶液批次氧化試驗，以臭氧溶液處理低濃度甲苯廢液 (10 mg/L) 時，O₃ 與 UV/O₃ 對甲苯之去除效率差異不大；處理高濃度甲苯廢液 (200 mg/L) 時，UV/O₃ 程序之去除效率則明顯優於 O₃ 程序。臭氧洗滌餐廚臭味實驗中，操作條件為處理廢氣風量 3 CMM，循環水量 10 LPM，液氣比約為 3.3 L/m³，處理餐廚廢氣之 THC 濃度約為 8~15 ppm，實驗結果顯示：自來水與 UV 洗滌其 THC 去除效率約為 20~30%，去除效果有限；臭氧洗滌其 THC 去除效率約為 70%，且經臭氧洗滌後排氣之 THC 濃度約可控制於 1~4 ppm 之間，數據顯示部份時段由於 THC 進氣濃度低，去除效率雖不高，但 THC 排氣皆可控制約在 4 ppm 以下；臭氧/UV 洗滌其 THC 去除效率約為 70%，與臭氧洗滌之去除效率差異並不顯著。

關鍵字：UV/O₃、餐廚臭味、飼料業、瀝青拌合業、污水處理場

英文摘要

The objectives of this study were to perform the odorous characteristics for animal feed manufacturing plants (two plants), restaurants (six plants), hot-melted asphalt plants (two plants) and sewage treatment plants (two plants) and to develop the ozone scrubbing

technology suitable for the control of restaurant emission. The domestic and oversea odorous control technologies regarding the waste treatment industries and business were summarized to provide the useful information.

In the subproject, field investigation results show that an animal feed manufacturing plant emitted a gas stream with 13, 2, and 0.19 ppm of ammonia, methylamine, and hydrogen sulfide, respectively. Untreated cooker vent gases from commercial restaurants contained 4.4-5.8 ppm ammonia and 28 ppm total hydrocarbon (THC). A hot-melted asphalt plant emitted a gas stream with benzene, toluene, xylenes, and phenols which accumulated a THC concentration of 10 ppm.

This study also applied an UV/ozone scrubbing technology for the removal of odors emitted from the above commercial sources. The results of ozone continuous study (ozone dose 2.4 g/hr) for treating liquid contented with toluene concentration of 200 ppm indicate that (1) the toluene removal efficiency were $UV/O_3 > O_3 > stripping > UV$. (2) first-order rate constant k (in 1/hr) had the following order $K_{OH} = 2.1, K_{O_3} = 0.3, K_{AIR} = 1.2$. (3) in the UV/O_3 , it is estimated that around 0.6 g ozone was consumed for oxidation of 1 g toluene. The results of ozone solution batch study for treating liquid contented with toluene indicate that (1) the difference of toluene removal efficiency between UV/O_3 and O_3 was unapparent for treating liquid contented with toluene concentration of 10 ppm (2) toluene removal efficiency in the UV/O_3 was better than O_3 for treating liquid contented with toluene concentration of 200 ppm. Ozone-oxidative scrubbing experiments indicate that 8-12 ppm total hydrocarbon (THC) in a stream of $3.0 \text{ m}^3/\text{min}$ cooker vent gas from a restaurant could be reduced to 1-4 ppm by an ozone dose of 200 ppm and a liquid/gas ratio of $3.3 \text{ L}/\text{m}^3$. Around a THC removal of 70% was obtained. THC removal of 20%~30% was obtained in terms of tap water and UV scrubbing, their removal efficiency was limited.

Keywords : UV/O_3 、restaurants、animal feed manufacturing plants、hot-melted asphalt plants、sewage treatment plants

結論與建議

1. 飼料業經實測得知以冷卻機、攪拌機、包裝機為主要臭味逸散源，臭味物種含硫化氫、硫化甲基、氨氣、甲基胺，主要致臭味成份為氨氣(1.4 - 13 ppm)、硫化氫(76 - 185 ppb) 和甲胺類(1 - 3 ppm)。
2. 餐飲業排氣之臭味成份經實測得知含硫化氫、硫化甲基、二硫化甲基、氨氣、甲基胺等，其中中式(THC 4.4 - 7.2 ppm、硫化氫 0.9 - 8.9 ppm、氨 0.3 - 8.5 ppm、甲胺類(0.5 - 5 ppm)、日式(THC 28 ppm、氨 2.4 ppm、甲胺類 2 ppm)、小吃店(THC 9.2 ppm、氨 0.1 ppm)、速食店(THC 5.1 ppm、硫化氫 8.9 ppb、氨 0.3 ppm、甲胺類 0.4 ppm)。
3. 瀝青拌合廠之主要污染來源為乾燥機、拌合機、卸料口，經採樣分析結果並未測得硫化物，臭味成份以甲苯 (2.3 - 3.6 ppm)、苯 (6.7 ppm)、二甲苯(5.5 ppm)、酚為主。
4. 皮革污水處理場之主要臭味來源為化學混凝池(氨 2.5 - 3.5 ppm、硫化氫 2 - 105 ppm)與化學沉凝池(氨 3 - 4 ppm、硫化氫 40 - 190 ppm)。石化污水處理場從事氯乙烯、氟氯碳生產，氯乙烯以乙烯和氯氣為原料，利用二氯乙烷為溶劑產製；氟氯碳以甲醇和氯氣及氟化氫為原料產製，主要臭味源為調節池。
5. 在臭氧連續式氧化試驗處理液相低濃度甲苯 10 mg/L中，連續供應臭氧劑量 40 mg/min，臭氧風量控制為 2 LPM，各程序之去除效率為 $UV/O_3 > O_3 > 氣提 > 單獨 UV$ 。比較不同臭氧劑量下之去除效率關係，處理低濃度甲苯時臭氧程序在增加臭氧

劑量及搭配UV光之使用皆可提升去除效率，其中又以增加臭氧劑量之提升效益較大。

6. 在臭氧連續式氧化試驗處理液相高濃度甲苯 200 mg/L中，連續供應臭氧劑量 40 mg/min，臭氧風量控制為 2 LPM，各程序之去除效率為UV/O₃ > O₃ > 氣提 > 單獨UV。比較不同臭氧劑量下之去除效率關係，處理高濃度甲苯時，以搭配UV光之使用提升去除效率之效益較大。其中UV/O₃程序反應 60 min後，液相甲苯濃度由 200 mg/L去除至 10 mg/L，臭氧供給劑量為 40 mg/min (2.4 g/hr)，可計算出去除單位質量污染物所需臭氧質量為 1.6 g O₃ / g 甲苯 (即 1.2 mole O₃ / mole 甲苯)。
7. 計算臭氧連續式反應中之分解常數K值，皆以UV/O₃程序中之K值較其他程序高，各個機制反應常數之比較結果為K_{OH} > K_O > K_{UV}，其中以UV/O₃ (40 mg/min) 程序在處理 200 mg/L液相甲苯時的K值最高，為 2.1 hr⁻¹。
8. 探討臭氧批次式反應在不同的處理程序下，處理含有 10 mg/L及 200 mg/L甲苯廢液之結果可得知，以UV/O₃程序的去除效率高過於其他程序，此結果說明了在無氣提效應下，O₃或UV/O₃反應所產生之氧化劑可將污染物甲苯氧化分解。
9. 在氧化洗滌系統中，以UV/H₂O₂程序處理濃度 400 – 500 ppm之甲苯廢氣，操作條件H₂O₂液相濃度為 50 mg/L、液氣比 17 - 28 L/m³、空塔流速在 2.5 - 3.6 m/sec，結果顯示H₂O₂氧化劑的兩次加藥皆有助於提升去除率至 50%以上，且氧化劑之加入亦能有效降低水中甲苯濃度。
10. 氧化洗滌設備處理於單甲基醚丙二醇廢氣濃度 90 – 130 ppm、水量 2.5 L/min、液氣比 19 – 23 L/m³下，UV/H₂O₂程序中之去除效率維持在 87 - 88 %左右，H₂O₂氧化劑的加藥對於提升廢氣去除效率影響不大，且水中單甲基醚丙二醇水中濃度並未有明顯下降的趨勢。
11. 臭氧洗滌餐飲業臭味處理的實驗結果可以得知，當操作條件為自來水水洗滌程序及UV程序，且液氣比皆控制為 3.3 L/m³時，去除效率僅可達 20%，而使用臭氧洗滌與UV臭氧洗滌對於去除餐飲廢氣皆有 60 ~ 70%的去除效率，且去除效率較能維持穩定。以UV臭氧洗滌與臭氧洗滌為例，部份時段之去除效率雖未達 70%，但經過洗滌處理後之餐飲業排氣濃度都可控制於 4 ppm以下。