

# 污水廠臭味與噪音控制之探討

張芳淑\* 張福傳\*\* 謝曉嵐\*

## 摘要

家庭污水富含有機物，易於處理過程中產生硫化氫與氯氣等臭味物質，加上處理廠機械設備運轉之噪音，對設立在都會區內之污水廠而言，此二問題最易受其鄰近居民嚴重關切。本案例污水廠在臭味上以 RBC 系統、前處理機房、網篩機房及污泥脫水機房所產生之臭氣最大。由問卷與官能測定結果指出臭味為造成附近環境污染主因，主要污染地點為無臭氣防制設備之網篩機房，臭氣主成份為硫化氫與甲硫醇，濃度分別為 0.8 ppm 及 0.4 ppm，其值遠高於周界標準 0.1 ppm 和 0.01 ppm。目前廠內除臭塔效率不佳主因為填充材料不均勻沈陷，造成氣、液接觸性不佳及除臭塔加藥與 pH、ORP 控制不良所致；此可經由填充材料之重新裝填與更新及加藥量控制予以改善。於噪音問題上經頻譜分析顯示，除污泥脫水機為中高頻率外，其餘均為涵蓋低～高頻率之混音，其中發電機噪音量最大高達 105 dB(A)，最大音壓之中心頻率為 800Hz；然據問卷調查顯示廠內機械噪音並非附近環境噪音主要來源。

經由廠內臭氣與噪音來源、成份分析與頻譜分析監測，並配合廠外周界環境監測及居民意見調查，可清楚獲得廠區需待解決之問題產生原因與解決方向，經此程序可合理有效擬定此廠臭味與噪音控制方案。

### 【關鍵詞】

- 1.家庭污水 2.臭味 3.噪音 4.硫化氫 5.甲硫醇

\* 新環工程股份有限公司工程師

\*\* 新環工程股份有限公司經理

# **WASTEWATER TREATMENT PLANT ODOR AND NOISE PREVENTION CONTROL STUDY**

Chang Fang-Shu\* Chang For-Tran\*\* Hsieh Hsiao-Lan\*

## **Abstract**

There are a lot of organic materials in municipal wastewater. During wastewater treatment procedure , there is such an odorous material as  $H_2S$  and  $NH_3$  and plant facilities operation noisy to disturb neighborhood residence. These two problems would be serious considered by the residence. In this study, the most seriously odor of Plant is always created by RBC system 、 pre-treatment facilities 、 fine screen machine 、 and sludge dewatering machine. The odor is the dominant pollution for this neighborhood from our questionnaire and odor test. The major polluted location is included non odor prevention fine screen machine. The component of odor is 0.8 ppm  $H_2S$  and 0.4 ppm  $CH_3SH$ . These two components concentration is as much as over boundary standard 0.1ppm (for  $H_2S$ ) and 0.01ppm (for  $CH_3SH$  ). At now, The efficiency of odor removal tower in the plant is low. It is caused by packing materials in the tower unequal sediment to make gas-liquid contact worse .Otherwise, polymer addition 、 pH and ORP control is malfunction . The improvement of odor removal tower is refill new packing material and polymer addition justify. From frequency analyze, we realize medium and high frequency noise from sludge dewatering machine. The other noise is included from low to high mixture noise. The maximum of generator noise is 105 dB (A). The center frequency of the highest noise pressure is 800 Hz. Anyway, the major environmental noise is not from Plant machine facilities from the result of questionnaire.

From odor and noise of source and component analyze and noise frequencies analyze survey inside of Plant 、 boundary environmental survey and questionnaire out of Plant , we can clearly get reason and answer for the plant pollution problem. Then, we can reasonably and effectively to determine the plant odor and noise prevention control method.

### **【 keywords 】**

1.Municipal Wastewater 2.Oder 3.Noise 4. $H_2S$  5. $CH_3SH$

---

\* Sinovan Engineering Consulting Inc. Engineer

\*\* Sinovan Engineering Consulting Inc. Manager

## 一、前言

本案例為具良好分流措施之社區型污水處理廠，由於家庭污水富含有機物，於處理過程中易產生硫化氫與氨氣等臭氣，加上處理廠之機械設備運轉時極易產生噪音，為減少污水處理廠對鄰近居民生活環境造成之臭味及噪音影響，此廠近年來投資相當經費設置除臭及噪音防治設備。雖如此仍有不盡理想處，為能徹底解決與改善此問題，經本計畫之執行，除能提昇既有臭味及噪音防治設備之功能外，亦藉由問卷調查與官能測定分析之舉行，與當地居民雙向溝通，瞭解其看法與對此廠改善之期望，減少鄰近居民之陳情事件，並做好敦親睦鄰之工作。

## 二、臭味與噪音來源

### 1. 臭味來源

臭氣是指人感官上感受到之不愉快味道，如霉臭、魚貝臭、腐敗性臭氣等，然因每個人對臭氣之不快感與敏感度有所不同。鑑此，欲瞭解區域性臭氣影響，除藉由精密化學儀器分析監測各類臭氣濃度外，人為嗅覺之感受亦應一併考慮之。臭氣以化學成份分類時，可分成硫化合物、氮化合物、碳化氫與脂肪族等四大類，其中硫化合物被認為是臭氣最主要物質。比較各類臭氣與產生源之關係中發現，污水處理廠中可能之臭氣物質有氨、甲硫醇、硫化氫、硫化甲基、乙醛、苯乙烯、二硫化甲基、碳化氫類、酮、醛與氮化物等<sup>[1]</sup>。

另由廠內設施來看，此廠設計容量平均每日 15,500 立方公尺，採二級活性污泥法及生物膜旋轉盤加砂濾法，主要設備共有 15 種，包括豎軸式破碎機、網篩機、沈澱池、曝氣池、RBC、消化池、砂濾槽等。經多次現勘，彙集各人員感官嗅覺對臭氣感受，共同指出此廠各處理單元中，前處理機房、網篩機房與 RBC 入口處產生之臭氣最無法忍受，而此三處除網篩機房外皆已加除臭系統密封抽氣處理。此外，廠內各單元其除臭設備也有些缺失如屋頂式 FRP 隔板蓋其接縫空隙會造成臭氣外漏、風罩距臭味源太遠效果較不佳、大氣進風與臭氣抽風之路徑有短流現象等皆為環境臭味來源之一。

## 2. 噪音來源

廠內主要噪音源包括進流抽水站抽水機，曝氣池鼓風機、緊急發電機、污泥脫水機、沖洗水加壓泵浦及流入各處理單元之流水聲等。經現場踏勘瞭解，其噪音情況及問題初步敘述如后：

(1).廠內各式抽水(泥)泵浦多採用沉水式泵浦，故其運轉時均在水面下，噪音受液體阻隔，傳至地面時，已降低很多。如抽水量最多之進流抽水機，不僅於水中運轉，位置又設於地下二樓處，其上有樓板隔絕噪音，立於其上方，並未感覺有明顯之噪音。

(2).污泥脫水機沖洗水加壓泵浦，係採陸上型，設於脫水機房及消毒機房中間空地上，雖然運轉時噪音量很大，但並非連續操作，僅於脫水機之濾布需沖洗時才運轉，且其西側為管理中心，南側為消毒機房、北側為污泥脫水機房，東方約20公尺處為道路及擋水牆，雖然音量大，但受上述建築物之阻隔，不會傳送至處理廠西邊之住宅區。

(3).緊急發電機雖然運轉時之噪音量很大，但係於正常電源供應中斷時方才操作，屬緊急及暫時性措施，其影響層面為短暫性質。

(4).處理廠內各單元之流水聲，因目前既有各單元均已加蓋，於各單元廠房外幾乎已聽不到流水聲，故此部分噪音不致於造成廠外噪音影響。

(5).鼓風機位於前處理操作房之地面層，其運轉時之音量相當大，噪音值高達98.4dB(A)。本機械設備為廠內最主要之噪音源，鑑此，廠方已於鼓風機操作房內加裝隔音板，降低鼓風機運轉時產生之噪音，但位於操作房外仍可聽到鼓風機運轉的聲音，惟與機場航空器起降噪音及道路交通噪音相比，噪音仍屬有限，但鼓風機發出之聲音為持續性，夜間其他噪音源消失或減弱時，較易影響周遭住戶。

## 三、臭味問題分析

### 1. 問卷調查

為能充份瞭解此廠對居民生活環境之影響，針對環境臭味與噪音問題設計問卷，在訪談110位居民中，有65位接受問卷訪查，直接問卷回收率六成；此外另發送45份問卷於住戶處，其中有8人回函，間接問卷回收率二成。受訪居民男女比例約半，訪問區域分成三區，第一區位於廠區北側，第二區為西側，第三區西南側。三個區域受訪居民資料整理

後以第二區居民認為環境有臭味問題者佔半數以上；又，認為環境中有臭氣污染者有一半居民指出是來自此廠，且 47% 感覺全年都有，白天發生機會居多，53% 認為發生在晴天，味道屬於臭水溝味。配合官能測定分析之舉行，獲知廠外影響居民生活品質之臭味地點為接鄰網篩機房廠區外之人行道。

## 2. 風向資料

依據中央氣象局台北測站之氣象觀測資料顯示，此區域全年盛行風向為東北東風，其次為東風，就廠區之地理位置而言，此兩種風向易將臭味及噪音傳送至西側與西南方向之社區；再配合鄰近之民航局機場氣象測站夏季觀測資料顯示，風向以東風與東南東風為多，其次為西風，證實廠區西側（第二區）住宅為主要下風區域（參見圖 1）。換言之，此區域於夏天時易受廠區突發之臭氣所影響。綜合上述資料，此廠臭味影響附近居民生活品質以夏季高溫較可能產生。

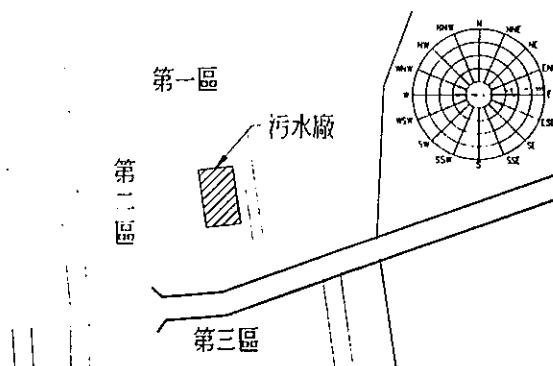


圖 1 風向對環境臭味之影響

## 3. 臭味成分分析

配合氣象資料與文獻所提之臭氣物質<sup>[1][2]</sup>，選擇夏季為研究時程，綜合多數人嗅覺判定選出前處理機房與網篩機房為廠內最主要之臭氣源，並進行臭氣成份定性與定量分析，分析之臭氣物質有硫化氫、甲硫醇、硫化甲基、二硫化甲基、甲苯、苯、碳化氫類（GC／MS）、酮、醛與氨等。於分析方法上，依據行政院環保署與日本環境六法（詳見表 1）。周界排放標準則依行政院環保署 83 年 4 月發布之「固定污染源空氣污染物排放標準」為據，至於排放標準中未列排放管道排放標準之氣體污染物，則依固定污染源空氣污染物排放標準第 7 條辦理。

### (1). 前處理機房

### A. 硫化氫、甲硫醇、硫化甲基、二硫化甲基

分析方法：以採樣袋或真空瓶採樣，再將氣體導入低溫之濃縮管濃縮完成後，待 GC 流量穩定，從 -183 °C 2 分鐘內加熱至 100 °C 脫附導入 GC / FPD 分析。

結果：硫化甲基、二硫化甲基未於圖譜中出現，但在滯留時間 8.4 鐘有一個不知名物質波峰出現。硫化氫與甲硫醇波峰明顯，其濃度分別為 0.3 ppm 與 0.9 ppm ( 圖 2 ) 。

表 1 固定污染源空氣污染物周界排放標準<sup>[3]</sup> [4]

空氣污染物	周界排放標準	測定方法
氨氣 (NH <sub>3</sub> )	1 ppm	APHA Methods 401, 402, 801
硫化氫 (H <sub>2</sub> S)	0.1 ppm	G.C. 法 ( 參照日本環境六法之檢驗法 )
硫醇 (RSH, 以 CH <sub>3</sub> SH 計量 )	0.01 ppm	G.C. 法 ( 參照日本環境六法之檢驗法 )
硫化甲基 ((CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S)	0.2 ppm	G.C. 法 ( 參照日本環境六法之檢驗法 )
二硫化甲基 ((CH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> )	0.2 ppm	G.C. 法 ( 參照日本環境六法之檢驗法 )
甲醛	0.2 ppm	APHA Methods 117
苯	0.5 ppm	G.C. 法 ( 參照 ASTM 3686, 3687 檢驗法 )
甲苯	2.0 ppm	
二甲苯	2.0 ppm	
臭氣或厭惡性臭味	工業區 50 工業區以外 10	臭氣及異味官能測定法 ( 三點比較式嗅袋法 )

### B. 醛、酮

分析方法：以 DNPH 溶液吸收 -HPLC / UV 分析，採樣時於吸收瓶內裝 DNPH ( 2,4-Dinitrophenyl hydrazine ) 以吸收醛類化合物形成衍生物 ( 60L, 0.1 ppb ) 。再利用正己烷 / 二氯甲烷萃取濃縮作前處理，最後以液相層析儀 Zorbax ODS 4.6 mm, 甲醇 / 水 ( 80 / 20 ), 1 ml / min, UV at 370 nm 條件分析。

結果：經 HPLC 分析後酮、醛濃度皆低於偵測極限 0.009 、 0.008 ppm ( V / V ) ，故其濃度以 N.D. 表示。

### C. 苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯

分析方法：以採樣袋採樣，氣體導入低溫或常溫之 Tenax-GC 吸附管濃縮，或直接以 Tenax-GC 吸附管於常溫下取樣，再進行加熱脫附導入 GC / FID 或 GC / MS 分析。

結果：此部份分為兩種方法測試，一種以 charcoal 採樣，再經 GC / MS 分析，打入標準品定量，獲得甲苯 0.122 ppm，苯與二甲苯濃度低於 0.41、0.5 ppm，苯乙烯小於 0.02 ppm，皆以 N.D. 表之；其中圖譜上滯留時間 6.21 min 時有一高波峰出現，經定性後為辛烷（參見圖 3）。另一方式前處理以 Tenax 吸附，脫附經 GC / MS 可獲知 22 種有機物質（圖 4），其中經資料庫比對質譜後有 21 種化合物能肯定其存在性（表 2），大部份為烷類與苯類化合物。

#### D. 氨氣

分析方法：硼酸溶液吸收-indophenol 分析法。採樣時以 5 % 硼酸溶液吸收 NH<sub>3</sub> (100 L, 0.01 ppm) 之後加入 phenol-nitroprusside sodium 溶液及次亞氯酸鈉溶液使其呈色（藍色），再以分光光度計 640 nm 分析。

結果：氨測得之濃度為 0.03 ppm (V / V)。

### (2). 網篩機房

#### A. 硫化氫、甲硫醇、硫化甲基、二硫化甲基

與初沉池情形相同無硫化甲基、二硫化甲基出現於圖譜中（圖 5），在滯留時間 8.5 分鐘同樣有一個波峰出現。相較初沉池氣體樣本其硫化氫波峰面積較大，甲硫醇波峰變小，經定量後硫化氫濃度為 1.7 ppm，甲硫醇 0.1 ppm。

#### B. 醛、酮

經 HPLC 分析後酮、醛濃度仍低於偵測極限 0.009、0.008 ppm (V / V)，故其濃度以 N.D. 表示。

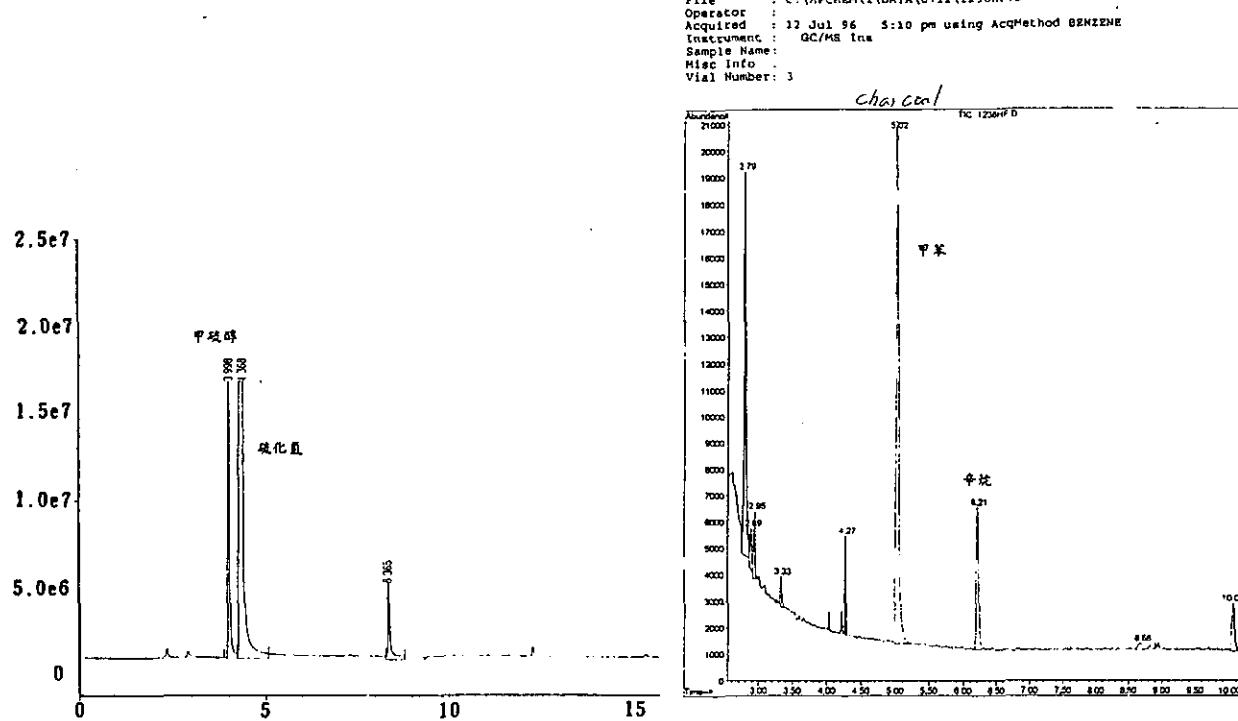
#### C. 苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯

在以 charcoal 採樣，再經 GC / MS 分析部份，甲苯濃度 0.10 ppm，苯、二甲苯與苯乙烯濃度均低於偵測極限 (0.41、0.5 ppm、0.02 ppm)，以 N.D. 表示；圖譜中仍有辛烷存在但波峰小些（參見圖 6）。另一方式前處理以 Tenax 吸附，脫附經 GC / MS 可獲知 23 種有機物質（圖 7），經資料庫比對質譜後有 19 種化合物能肯定其存在性（表 3），除烷類與苯類化合物外其尚有稀類與酮類化合物，與初沉池之化合物相比有十二種相同。

#### D. 氨氣

氨測得之濃度同樣為 0.03 ppm (V / V)。

### (3). 結果分析



■ 3 前處理機房環境氣體中惡臭成份分析結果(2) ■ 2 前處理機房環境氣體中惡臭成份分析結果(1)

File : C:\HPCHEM\1\DATA\CA1238L.D  
 Operator : JERRY  
 Acquired : 16 Jul 96 9:30 am using AcqMethod TO-1  
 Instrument : GC/MS Ins  
 Sample Name:  
 Misc Info:  
 Vial Number: 1

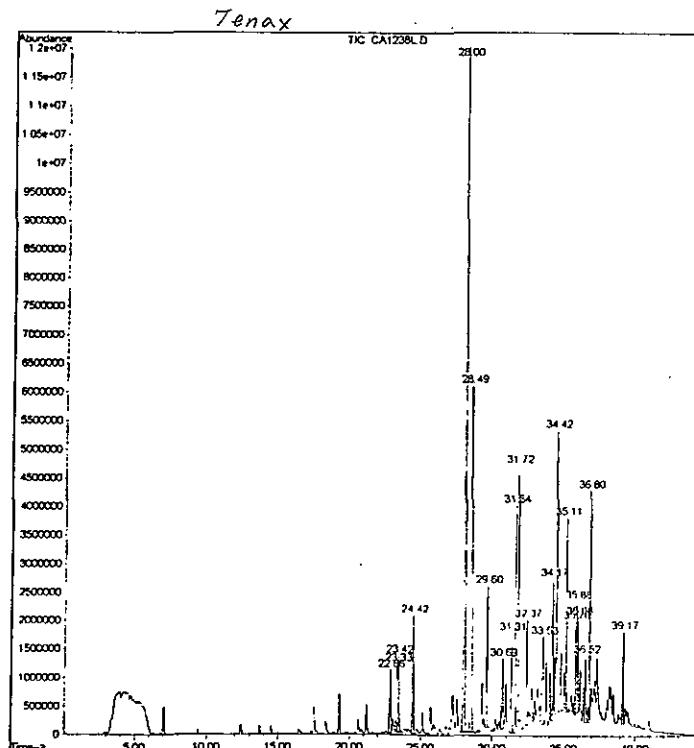


表 2 前處理機房空氣樣本經GC/MS分析結果

滯留時間 (min)	有機化合物	滯留時間 (min)	有機化合物
22.86	2-甲基己烷	32.37	對二甲苯
23.33	3-甲基己烷	33.53	2-甲基壬烷
23.42	苯	34.17	1-乙基-2-甲基苯
24.42	庚烷	34.42	癸烷
28.00	甲烷	35.11	1,2,4-三甲基苯
28.49	辛烷	35.78	1-甲基-3-甲基苯
29.60	四氯乙烯	35.88	D-樟樟烯
30.69	2,4-二甲基	35.98	乙-甲基癸烷
31.31	乙基苯	36.80	十一烷
31.54	二甲苯	39.17	十二烷
31.72	壬烷		

■ 4 前處理機房環境氣體中惡臭成份分析結果(3)

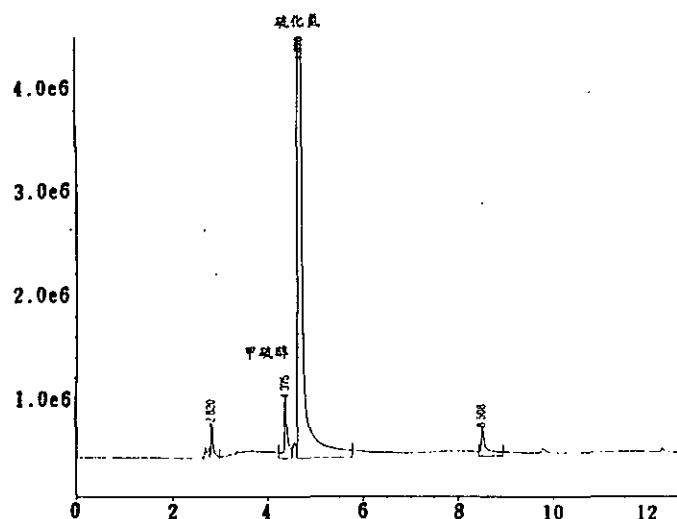


圖 5 網篩機房環境氣體中惡臭成份分析結果(一)

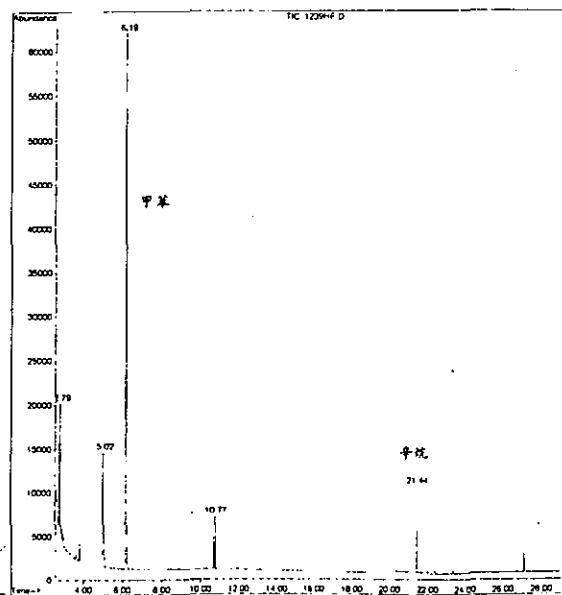


圖 6 網篩機房環境氣體中惡臭成份分析結果(2)

File : C:\HPCHEM\1\DATA\CA1239H.D  
Operator : JERRY  
Acquired : 16 Jul 96 11:53 am using AcqMethod TO-1  
Instrument : GC/MS Ina  
Sample Name:  
Misc Info :  
Vial Number: 1

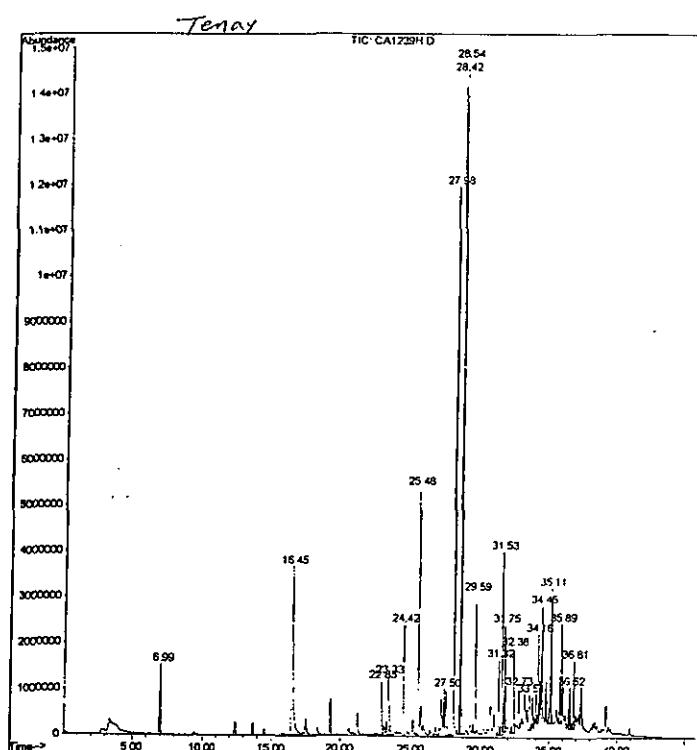


圖 7 網篩機房環境氣體中惡臭成份分析結果(3)

表 3 網篩機房空氣樣本經GC/MS分析結果

滯留時間 (min)	有機化合物	滯留時間 (min)	有機化合物
16.45	二氯甲烷	31.75	壬烷
22.85	2-甲基己烷	32.38	鄰二甲苯
23.33	3-甲基己烷	32.73	環己酮
24.42	庚烷	33.54	2-甲基壬烷
27.50	3-甲基庚烷	34.16	1-乙基-2-甲基苯
27.98	甲苯	34.45	癸烷
28.42	辛烷	35.11	1,2,4-三甲基苯
29.59	四氯乙烯	35.89	D-柠檬烯
31.32	乙苯	36.81	十一烷
31.53	對二甲苯		

選擇前處理機房與網篩機房兩區域之空氣採樣，分析其臭氣成份，除其為臭氣主要來源外，其中前處理機房可代表進廠污水性質，此處污水尚未經過任何處理，揮散於空氣中之有機化合物大都為未經分解之烷、苯類等穩定物質；而網篩機房空氣飄散之氣體結合了初沉池厭氧狀態之沉澱污泥與好氧生物處理之廢棄污泥，經成分分析，部份烷類物質被分解成烯類與酮類化合物。再者，網篩機房測得之硫化氫濃度也較初沉池高，顯現此處厭氧狀態強，然因有生物分解作用發生，甲硫醇測出之濃度低些。

比較法規周界標準與人為嗅覺界限值，九種定量臭氣有機物中，可測出濃度者有氨、甲硫醇、硫化氫與甲苯，其中甲硫醇與硫化氫若不經除臭塔處理其值遠高於法規周界標準；氨及甲苯物不需處理即可符合標準。再配合人為嗅覺界限值，硫化氫於極低濃度 0.014 ppm 嗅覺已感不舒服，而甲硫醇更低 0.0085 ppm 即有感覺<sup>[5]</sup>（參見表 4）。鑑此，硫化氫與甲硫醇應為污水廠臭氣主要之物質，故於第二階段除臭塔系統效率與周界臭氣物質評估時，即以硫化氫和甲硫醇為監測指標。

表 4 臭味分析結果與嗅覺限值和法規之比較

單位：ppm (v/v)

	前處理機房	網篩機房	嗅覺界限	法規周界標準
氨	0.03	0.03	6.0	1
甲硫醇	0.9	0.1	0.0085	0.01
硫化氫	0.3	1.7	0.014	0.1
甲苯	0.12	0.1	—	2

#### 4. 既有除臭設施效率評估

此廠設有 4 座濕式洗滌塔除臭設備，其中 3 套為連續處理法，另一套因污泥脫水機非全日操作，故其除臭塔採間歇性操作。此 4 座塔於民國 78 年 5 月 28 日開始運轉，設計時以硫化氫與氯氣為去除對象，由文獻資料中發現除臭塔中添加之 NaOCl 亦可用於甲硫醇之去除<sup>[6]</sup>。茲分別就硬體設備、現場操作上與處理功能討論如后：

##### (1). 硬體設備

除臭塔依其汰換標準，其使用年限為 5 年，目前已超過使用年限，許多設備老舊亟需汰換，如壓力錶有些已不穩定或損壞，pH 與 ORP 顯示器各損壞 1 個，部份管線有破裂情形，加藥桶刻度也不易觀察等。尤其是塔內填充材料，操作至今未重新翻填或再補充接觸材，目前已呈壓密狀態，整個填充高度明顯不均勻下陷，易造成進流氣體因短流而離開系

統或藥劑無法均勻噴灑充分與氣體接觸。

### (2). 操作上

濕式洗滌塔之除臭原理，主要是利用  $\text{NaOCl}$  水溶液將  $\text{H}_2\text{S}$  氧化成  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ，故操作上利用 pH 與 ORP 監控儀器以控制  $\text{NaOCl}$  與  $\text{NaOH}$  之加入量。設計上 pH 值需控制在  $10 \sim 11$ ，ORP 控制  $250\text{mv}$ 。pH 運轉初期現場操作人員遵循設計廠商訂定之自動操作方法，由 pH、ORP 控制  $\text{NaOCl}$  與  $\text{NaOH}$  之加藥量，然因操作時發現 pH 值越來越難提高至  $10 \sim 11$ ，致使  $\text{NaOCl}$  與  $\text{NaOH}$  會全天不停加藥，用藥量極大，是以後來改以定量幫浦固定加藥。

目前操作上，pH 值顯示值，一號除臭塔為 5.8，二號除臭塔 6.6，三號除臭塔 1,943（壞了），四號除臭塔 5.7；ORP 顯示值依序分別為  $190\text{mv}$ ， $-88\text{mv}$ 、 $182\text{mv}$  與  $180\text{mv}$ ；再監測填充塔出流水 pH 與 ORP 值，從 1 號到 4 號除臭塔 pH 分別為  $10.4$ 、 $9.3$ 、 $9.0$  與  $10.7$ ；ORP 值分別為  $119$ 、 $624$ 、 $762$  與  $484\text{mv}$ ，與顯示值差異頗大，顯示 4 座塔監控設備都不穩定，已偏離預設值應校正維修。

再查閱 84 年 6 月至今操作記錄，四個除臭塔加藥量並不穩定，原因之一為加藥筒刻度不明顯（其刻度未能全筒標示），常有無確實加藥量記錄情形。依據現場操作人員於加藥管線上量測，目前四個除臭塔每日加藥量，連續運轉之三套除臭塔維持  $\text{NaOCl}$  每日  $50 \sim 80\text{kg}$  添加量， $\text{NaOH} 3 \sim 4\text{kg}$ ；間歇性運轉污泥脫臭用之除臭塔以每日  $6\text{hr}$  操作計算  $\text{NaOCl}$  加量  $4\text{kg}$ ， $\text{NaOH} 0.2\text{kg}$ ，與原先設計值化學平衡所需藥量需求相比較，加藥量大都低於基本需求量，詳見表五。

表 5 現場與設計加藥量之比較

單位：L/day

	現場加藥量		設計加藥量	
	$\text{NaOCl}$	$\text{NaOH}$	$\text{NaOCl}$	$\text{NaOH}$
氨	50	3	61	3.6
甲硫醇	70~80	4	94	5.3
硫化氫	70	3	73	4.1
甲苯	4	0.2	3.5	0.27

### (3). 洗滌水

濕式洗滌塔操作時必須不斷添加清水以維持  $\text{NaCl}$  鹽度在 5% 以

下，並充當媒介使氣體污染物溶解於水中並與 NaOCl 反應而分解。目前除臭塔清水來源有二種，一為自來水，另一為回收水，以回收水充當補充水，原意固然很好，落實水資源再利用之環境保護政策，但若回收水質不佳時，水中有機物質與 NaOCl 反應易增加其使用量，更可能因水質中固體物質或礦物質堆積於 pH 與 ORP 偵測器上，導致 pH 與 ORP 靈敏度變差不易達到預定之反應控制值。

#### (4). 效率評估

4 座洗滌塔經檢測其進、出口硫化氫與甲硫醇濃度，結果詳見表 6。依據原設計硫化氫出口濃度可降至 0.06 ppm，雖一號與二號除臭塔出口硫化氫濃度極低，但因原進口濃度值已低，因此無法指出此 2 座處理塔除臭功能是否確實良好。此可由同樣設備之三號除臭塔效率來看，當硫化氫進口濃度 1.5 ppm 時，出口濃度仍殘留 0.4 ppm，僅 73 %去除效果；第 4 座除臭塔效率更低，只有 25 %去除率。

表 6 除臭塔效率調查結果

除臭塔編號	硫化氫(ppm)		甲硫醇(ppm)		操作方式
	進	出	進	出	
1	0.6	N.D.	0.3	N.D.	連續
2	0.7	N.D.	0.3	N.D.	連續
3	1.5	0.4	0.5	0.1	連續
4	0.4	0.3	N.D.	N.D.	間歇

#### (5). 結果分析

##### A. 硬體設備

現有系統已老舊部份設備亟需更換或加強，如管線洩漏、填充材料重新裝填或添加（若採增添填充材料必需考慮壓力損失），pH、ORP 應固定清洗與校正，部分損壞應更換以及加壓桶刻度應更改，使其易為觀察。

##### B. 操作上

當塔內氣、液均勻混合時，pH、ORP 與加藥量三者之配合與控制為除臭塔操作時最重要的控制因子，目前加藥量較理論值低些，pH 實際量測值在 9.0 ~ 10.7 間，第 2、3 號除臭系統較最佳 pH 控制值 10 ~ 11 略低些；ORP 值 119 ~ 762 mv，離要求之控制值 250 mv 有一段差距。若以此角度來看，控制系統無法在最佳控制條件下反應。更進一步分析各系統內之化學反應，其中第二、三號除臭塔出流水 ORP 高達 624 與

762，表示水中呈高氧化態，顯然有 NaOCl 大量殘留。

欲證實水中高 ORP 值應為 NaOCl 殘量高所引起，於蒸餾水中定量 NaOCl 600mg/l 注入 pH 8、9、10 水中，量測其 ORP 值與 pH 值，可得到極佳線性關係式  $ORP = 1,707.4 - 112.7 \text{ pH}$ 。將實測之 pH 值代入可獲得 1~4 號除臭塔 ORP 值分別為 535、659、693 與 502mv。除 1 號塔其 ORP 與實測值差值高外，其餘值極為接近，可知水中確有相當濃度之 NaOCl 殘留。此原因可能有短流現象發生，使 NaOCl 溶液未能均勻於塔內分散與欲去除之物質反應，是以未被臭氣物質消耗而隨水流流出塔外；此現象指出除臭塔內填充材料之配置，無法發揮均勻水流及提供足夠氣、液接觸時間二作用。

綜言之，目前 1 號與 2 號除臭塔因進氣中臭氣濃度不高，出流氣體仍可降至周界標準之下，但第 3 號除臭塔因進氣臭氣濃度較高，必須將塔內填充材料重新翻填或加添以提高氣、液接觸時間以提昇除臭效率。至於 4 號塔雖進氣濃度不高且加藥量也足夠，但整個系統無法發揮除臭功能，應是填充材料經年下陷而壓密致無法發揮原有功能。因此，除臭塔系統欲改善除臭效率，首先填充材料應更新或重填為首要工作，再則修護 pH、ORP 監測器配合加藥量調整，加上定期追蹤出流水中 pH、ORP 值與出流氣體 H<sub>2</sub>S 濃度，才可確保此系統之功能。

## 5. 環境周界臭氣調查

兩監測點分別為公園中涼亭與網篩機房側圍牆外之人行道，經分析後，涼亭附近空氣中測不到硫化氫與甲硫醇；而人行道上分別測出硫化氫有 0.8ppm、甲硫醇 0.4ppm，其值遠高於周界標準 0.1ppm 和 0.01ppm。因此，此區域確實需要改善。

## 四、噪音問題分析

### 1. 問卷調查

高達 96% 之作答者認為所居住之環境有噪音存在，顯示廠區附近之環境已受噪音污染。其中 93% 認為噪音源為飛機噪音；49% 認為道路車輛；其餘各噪音源之圈選率均未超過 10%，認為此為主要噪音源者僅佔 5%，其廠區噪音主要影響時段為晚上 11 時至翌日上午 5 時。

## 2. 廠區主要機械噪音特性分析

廠區污水及污泥處理機械設施包括氣提式空氣提砂機、豎軸式破碎機、進水抽水機...等共 15 種，另有處理廠區臭氣之濕式除臭塔四套。由於部份設施置於地下室或為沈水式設備，其運轉聲對周遭環境之影響較小；鑑此，選取人耳初步判定噪音量較大之機械設備，除臭塔（2 座）、網篩機、鼓風機、緊急發電機及污泥脫水機等檢測其聲音特性。其中鼓風機及污泥脫水機均設於機房內，且鼓風機房設有窗口，故於機房外及窗口處亦進行噪音檢測（檢測位置參閱圖 8）。

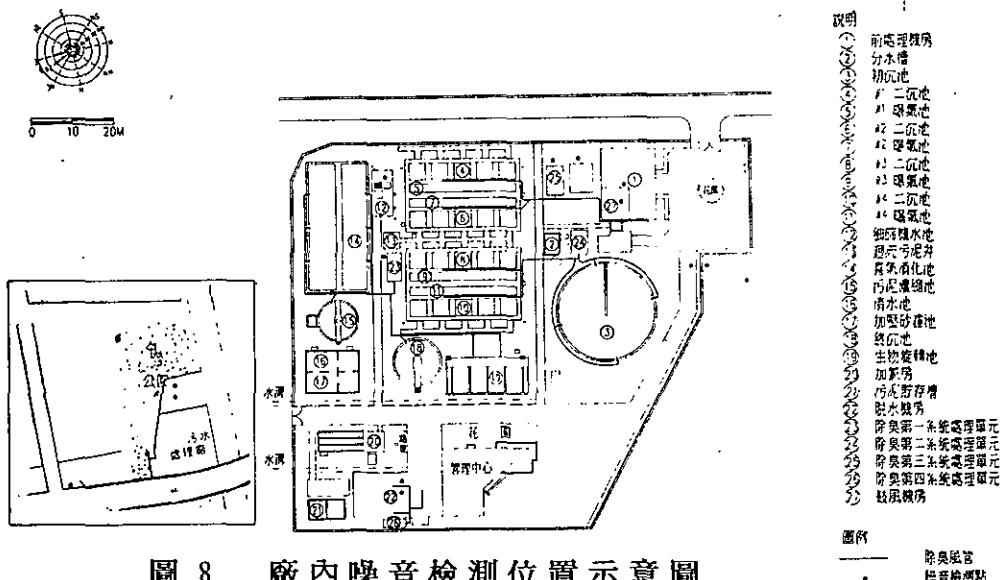


圖 8 廠內噪音檢測位置示意圖

### (1). 音量分析

廠內機械設備產生之噪音為持續性之穩定噪音，依據「噪音管制標準」之規定，取樣時間須連續 8 分鐘以上，因此，各主要機械設備之噪音量均以 10 分鐘之均能音量 ( $L_{eq}$ ) 表示之。

初步判定為廠區噪音主要來源之機械設備中以發電機之音量最大， $L_{eq}$  值高達  $105.4\text{dB(A)}$ ，其次為鼓風機之  $98.4\text{dB(A)}$  及污泥脫水機之  $84.3\text{dB(A)}$ 。其中鼓風機及污泥脫水機目前均置於廠房內，鼓風機房並設有隔音設備，因此於機房外之  $L_{eq}$  值分別降至  $73.9\text{dB(A)}$  及  $75.0\text{dB(A)}$ 。但鼓風機房內因溫度較高，設有窗口及風扇通風，使得機房外窗口處之  $L_{eq}$  值達  $83.3\text{dB(A)}$ 。其餘之除臭塔及網篩機則音量相近， $L_{eq}$  值介於  $74.7 \sim 76.8\text{dB(A)}$  之間（詳見表 7）。

### (2). 頻率分析

音壓位準之測定可用於判斷噪音問題之存在與否，但欲解決噪音問題須進行頻率分析。依據現場實測結果顯示，廠內各主要機械噪音頻率

分布除污泥脫水機為中高頻率外，其餘均為涵蓋低～高頻率之混音。此外，各機械噪音  $L_{eq}$  最大值之中心頻率，以鼓風機及污泥脫水機之頻率較高，均發生於 2,000Hz 處；音量最大之發電機於中心頻率為 800Hz 之音壓最大；除臭塔  $L_{eq}$  最大值頻率落於中、低頻率之範圍（詳見表 7）。

表 7 廠內主要機械噪音與頻率分析

監測地點	$L_{eq}$ (dB)	$L_{max}$ (dB)	$L_{eq}$ 最大發 生頻率(HZ)	主要頻率範圍 (HZ)
除臭塔(一)	76.8	78.1	630	160~4,000
網篩機房	74.7	77.6	1,250	315~4,000
除臭塔(二)	75.4	78.3	315	250~3150
鼓風機房窗口	83.3	87.9	2,000	250~2,500
鼓風機房門口	73.9	74.7	1,600	315~3,150
鼓風機房內	98.4	101.2	1,600	315~3,150
發電機	105.4	106.4	800	200~3,150
污泥脫水機房內	84.3	89.3	2,000	500~12,500
污泥脫水機房外	75.0	80.9	1,600	315~5,000

依據文獻顯示，1,500 ~ 4,000Hz 間之高頻率能量對聽力最具傷害力，對頻率小於 1,000Hz 之聲音則較不敏感<sup>[7]</sup>。另有關人類對於噪音感受研究結果顯示高頻率噪音較相同音量之低頻率噪音更覺得吵鬧，鑑此，對於頻率分布較寬之噪音若須加以控制，建議優先控制高頻率噪音。

### 3.廠內噪音防制設備檢討

廠內各噪音量較大之一般性機械設備均設置於機房內，且經由適當之配置，除鼓風機外，對環境安寧不致產生干擾。

鼓風機房內已加裝隔音設備，經現場實測其隔音效果使 98.4dB(A) 之鼓風機噪音降至 73.9dB(A)，減少 24.5dB(A)，隔音效果不錯，但機房之窗口使鼓風機噪音外洩，再加上風扇之運轉聲，因此窗口處之音量為 83.3dB(A)，原隔音設備之效果降低為 15.5dB(A)，損失 9.4dB(A) 之效果。

至於噪音量最大之發電機目前置於室外，且無任何噪音防制設備，為減少其運轉聲對環境之衝擊，同時提高作業環境品質，可考量增設噪音防制設備。

#### 4.周界噪音音量分析

由廠區位置及附近之環境研判，位於廠區西側巷道附近之民宅為最有可能受廠區噪音影響之敏感帶，故於此巷道選取二個噪音檢測點（參閱圖8），進行連續24小時環境音量檢測。靠近主要道路（測站名為周界一），另一測點為住宅巷道與公園交叉口（測站名為周界二）。

##### (1).周界環境音量調查

周界一及周界二兩個噪音測站連續24小時監測，經計算，各時段之環境音量均超出標準值6~13dB(A)，顯示該地區確實遭受中度~嚴重之噪音污染。

	周界一	周界二	標準值
L(早)	61.6	61.0	55
L(日)	69.0	68.4	60
L(晚)	67.3	66.3	55
L(夜)	59.0	57.2	50

##### (2).廠區噪音對周界環境音量之影響

由於廠區大多數之機械設備為24小時運轉，無法以停機方式測得廠區附近之背景音量，故此處僅能以理論推估法概估廠區噪音對環境音量之影響。

###### A.與噪音管制標準比較

###### (A).一般操作狀況

依據文中主要機械噪音特性分析之結果顯示，於一般之操作狀況下，鼓風機運轉聲為最可能影響周界環境品質之廠區噪音源。鼓風機房與周界一測站（此測站較接近鼓風機房）之直線距離約32公尺，經由距離之衰減，由鼓風機房窗口散發之聲音達周界一測站約可降低30dB(A)，此外，廠區圍牆之遮蔽效果經實地量測約為7dB(A)，因此，鼓風機房窗口處83.3dB(A)傳到周界一測站處謹為46.3dB(A)，可符合第二類噪音管制區工廠噪音管制標準之要求。

###### (B).停電時緊急操作狀況

當電力公司暫停供電時，為維持各設施之正常運轉，須由發電機緊急供電。廠內發電機運轉聲實測值為105.4dB(A)，發電機與周界一測站相距約45.5公尺，經過距離之衰減以及圍牆之遮蔽，其聲音達周界一測站處尚有65.2dB(A)，無法符合第二類管制區工廠噪音管制標準之要求。

## B. 與周界環境音量比較

如前所述，鼓風機房窗口處之噪音傳至周界一測站處為 46.3dB(A)，低於該測站各時段環境音量達 12.7 ~ 22.7dB(A)，對周界處環境音量之貢獻極微，約佔 0 ~ 0.2dB(A)。

至於發電機之音量到達周界一測站處約為 65.2dB(A)，若發電機持續運轉時對周界一測站處各時段環境音量之增量介於 1.5 ~ 7.1dB(A)，為輕度至中度之影響。

### (3). 環境噪音污染源分析

依據文中廠址周遭環境之描述、居民問卷調查之結果，以及前述之分析，幾乎可確定廠區附近環境噪音源主要為機場飛航噪音以及周圍道路交通噪音。

#### A. 飛航噪音

機場約上午 6 時至晚上 11 時之間均有班機起降，於尖峰時段各班機起飛間隔甚至小於 5 分鐘。依據所蒐集之航空站民國 84 年 1 月至 12 月航空噪音等噪音線圖，廠區周圍介於 65dB 及 75dB 二條航空噪音等噪音線之間，與本研究實測值頗為接近(上午 7 時至晚上 11 時之均能音量，周界一為 68.7dB(A)，周界二為 68.2dB(A))。

#### B. 道路交通噪音

廠區附近之主要道路交通流量相當繁忙，僅於凌晨 1:30 至凌晨 4:30 之時段車流量較少。如於民國 85 年 7 月 23 日上午 8:30 ~ 9:0 實測 30 分鐘之均能音量為 74.8dB(A)(距道路中心線約 15 公尺)，此測值經距離衰減至周界一測站處(約 37.5 公尺)，其音量仍大於 66.9dB(A)，顯示交通噪音亦為此地之一大污染源。

## 五、臭味與噪音改善方案研擬

### 1. 臭味

經由居民問卷調查至官能測定分析之舉行，配合廠內至廠外臭氣來源及成分分析等過程，可確定主要臭味來源為廠內尚未加裝除臭設備之網篩機房。此處臭氣濃度硫化氫可達 1.7 ppm，其鄰近廠外人行道上也有 0.8 ppm 遠超過周界標準 0.1 ppm 濃度。因此，此區域臭氣之控制為本廠臭氣控制之主要關鍵。另於除臭塔系統效率上，目前因塔內填充材料呈壓密狀態無法有效發揮均勻水流與增加氣、液接觸面之功能，加上 pH、

ORP 偵測器靈敏度不佳需重新校正，亦為廠內臭氣來源控制上重點之一。至於現有除臭設備密閉性與污泥裝載時之臭氣問題較無迫切性，可視將來廠內未來方向改善之。以下就此四方面提出可行改善方案如下：

### (1). 網篩機房設置除臭設備

#### A. 方案一

配合現有除臭塔設備，於網篩機房上端加入風管，將氣體抽至除臭塔中處理，但需預先計算原有除臭塔之處理量，避免造成其負荷過大，功能不足。

#### B. 方案二

倘若現有四個除臭塔處理容量已趨飽和，則需重新加裝新的除臭設備，在設計上應考量其配置地點、處理效率、操作人員之維修簡易及安全性、外觀等。

#### C. 方案三

與方案二相比較，新設置之除臭裝置不一定必需以目前洗滌塔設計，也可利用除臭劑於重點處(機房門口內側)間歇性噴灑，吸收或分解臭氣物質，此方式亦可達成除臭之目的。

### (2). 濕式洗滌塔除臭設備

#### A. 方案一

重新設置新的除臭裝置。一般除臭之技術有高級氧化、濕式洗滌法、生物處理法、活性碳吸附、除臭轉輪、觸媒焚化、直燃、冷凝等方法。因本廠產生之污染物質濃度低，加上目前廠內使用濕式洗滌法，且此法對硫化氫與甲硫醇具有相當去除能力，就經濟性、技術性與操作上應合適於廠內設置，惟需參酌多年此廠操作經驗，發揮此設備功能。

#### B. 方案二

改善現有填充材料過度壓密問題，重新裝填或增添新的接觸材，及更換或修護校正 pH、ORP 監測系統，並改善現有加藥桶之刻度設備與儀錶裝置等，並檢討加藥量與 pH、ORP 控制值之關係，配合臭氣去除量之監測，獲得適當之操作條件。此方案所需費用雖較方案一低，但是其操作效率之穩定性會因設備較為老舊可能只能應付短期之需求。

### (3). 各水池覆蓋物系統密閉性

#### A. 方案一

利用現有屋頂式 FRP 隔板蓋再作整修工作，如：FRP 板損壞更新、接縫有空隙者以填縫劑填縫等，以增加密閉性，減少外洩。

## B. 方案二

拆除現有屋頂式 FRP 隔板蓋，重新建造配合現況景觀，再加建座頂式隔板蓋，以改善原有臭味問題，但會佔有較大空間。

## C. 方案三

拆除現有屋頂式 FRP 隔板蓋，在臭氣發生物源上方加建活動式防臭型蓋，而非整體性屋頂式隔板蓋，此方式對於整體除臭處理系統容量會減少許多，且較節省空間。

### (4). 各水池覆蓋物系統收集口之配置

改善方案視“既有各水池覆蓋物密閉性”之方案選擇而定，但其收集口應儘可能接近發生源，且附有標準式風罩，並注意操作人員之維護性及安全性。

### (5). 污泥餅裝載臭氣處理

目前污泥餅由脫水機經輸送機至污泥卡車暫存，待裝滿時再行運棄，在輸送機輸送過程中其相關設施均未附防臭蓋，故臭氣有逸散擴散之虞，經初步概略評估，輸送機應由平面式改為槽式，並附設防臭蓋，污泥餅暫存區應由卡車暫存方式改為密閉式槽體暫存，待裝滿時再由卡車運至衛生掩埋場，如此方可防止污泥水及污泥餅之臭氣逸散。

另外，脫水機因體積龐大，以風管之風罩方式收集臭氣其效果不佳，易發生臭氣擴散，可考慮以活動式透明壓克力材質，將四週外圍及上方整個包圍住，再由上方抽排。在維修時可將活動式透明壓克力移出，以供維修空間使用，規劃時應特別考慮活動隔間之簡易組合。另一方式可考慮以活動門簾方式代替活動式透明壓克力，其效果會稍差，但其維修期間隔間之拆裝組合較快速簡易。

## 2. 噪音

依前述說明，廠內噪音來源主要為鼓風機窗口與發電機，由於鼓風機目前已設置吸音材隔間阻隔噪音，且機房與民宅相距達 50 公尺以上，加上當地之背景音量較高，因此，鼓風機所產生之噪音不需更進一步地加以控制。

至於緊急發電機其噪音屬短暫性干擾，但若其運轉時段為晚間等較安寧之時刻，將對環境將造成中度影響。惟依據最近一年（民國 84 年 6 月至民國 85 年 5 月）之操作紀錄顯示，台電公司之停電次數共計 7 次，以盛夏之 8 月份停電 3 次頻率最高，停電時間最長 90 分鐘，但大多在 5

分鐘之內即回復供電，因此，緊急發電機之噪音控制並不具迫切性。

若欲控制此二處之噪音，可就勞工安全衛生及環境音量控制兩方面進行。

#### (1). 勞工安全衛生

為避免勞工受噪音危害，於噪音超過 90dB(A)之鼓風機房內及緊急發電機旁等作業場所，勞工應配戴耳塞或耳罩等聽力防護具。耳塞及耳罩之軟墊經長期使用會因皮膚油脂或汗水而使材質變硬或改變大小，必須定期檢點、更換。耳塞及耳罩約可降低 15 ~ 30 分貝之音量，由於發電機之音量可達 105 分貝，因此應選用遮音效果達 20 分貝以上之防護具方可符合勞工安全衛生之要求。目前市售之耳塞依材質及型式之不同，每組單價約介於 25 ~ 100 元之間，耳罩則介於 300 ~ 1,600 元之間。

#### (2). 環境音量控制—針對發電機

##### A. 方案一：既有圍牆加高至 4 公尺

廠區周界處現設有高約 2 公尺之磚造圍牆，若將圍牆加高至 4 公尺，緊急發電機運轉音波在圍牆之阻隔下，傳送路徑將加長，對於周界外 1 公尺高 1.5 公尺處之噪音量將降至 52dB(A)左右，但對於附近二樓以上（含二樓）之居民則無法發揮隔音之效果。此外，就工程技術安全考量，一般之磚造圍牆無法構築至 4 米之高度，若建造 4 米高之 RC 圍牆或其他材質之隔音牆，則廠區西側較鄰近民宅之圍牆長度將近 120 公尺，造價將高達 200 萬元以上，同時對視覺景觀造成不良影響。因此，不論就防音效果、經濟性或景觀之考量，均不建議以高圍牆控制噪音。

##### B. 方案二：設置獨立廠房

緊急發電機目前除於排氣管設有消音器外，並無其他防音設施，可構築獨立廠房將緊急發電機加以隔離。普通之磚造廠房即可達到 10 ~ 20dB 之遮音效果，假設其遮蔽效果為 15dB，則發電機之噪音傳至周界外 1 公尺處約可降至 53dB(A)。由於此方案係於音源處降低噪音，故對於附近二樓以上之居民亦具有防音效果。

評估其費用，廠區緊急發電機之容量為 300 瓩，建造長 6.5 公尺、寬 4.5 公尺、高 4.5 公尺之 RC 構造廠房，內裝 1.5噸手動式滑動吊車（考慮機械維修之需要性）及廠房通風、照明與建築裝修等，造價約需 100 萬元。

### C. 方案三：加裝防音罩

於發電機本體設置防音罩其噪音量可控制在 80dB(A)以內，對鄰近地區之居住環境量不致產生干擾，同時可改善廠區之作業環境。防音罩採用不鏽鋼外殼，內層為泡棉等吸音材質，再加上進排氣消音器、防音擴口、防音彎頭、雙開防音門及現場安裝等，費用約需 130 萬。

以上之發電機噪音改善方案以設置獨立廠房及加裝防音罩之防音效果較佳，設置費以建造獨立廠房最經濟，且其耐用年限亦長，因此，以設置獨立廠房為較佳方案，各方案之評比參見表 8。

表 8 發電機噪音改善方案評比

噪音改善方案	防音效果	設置費用	耐用年限	發電機維修便利度
加高圍牆	不佳	200 萬元以上	長	佳
設置獨立廠房	良好	約 100 萬元	長	尚可
加裝防音罩	良好	約 130 萬元	較短	較差

## 六、結論與建議

1. 問卷與官能測定結果指出臭味為造成附近環境污染主因，主要污染地點為無臭氣防制設備之網篩機房，其硫化氫與甲硫醇均超過環境周界標準；至於廠內機械噪音非為附近環境噪音主要來源。
2. 前處理機房與網篩機房可測出之主要臭氣成份為硫化氫、甲硫醇、氨及苯，其中以硫化氫與甲硫醇為環境臭味之主因。
3. 廠內除臭塔效率無法發揮原設計功能主因填充材料不均勻沈陷，致氣、液接觸性不佳；另一為除臭塔加藥與 pH、ORP 控制不良。
4. 臭味改善近程方案建議直接於網篩機房加裝風罩與風管將臭氣抽至一號除臭塔處理，所需設備費用預估三萬元。遠程方案則視此廠未來發展規劃而定。
5. 廠內主要噪音源為鼓風機與發電機，鼓風機已有防音設施，而發電機為間歇噪音源（一星期二次，每次 20 分鐘）以勞工安全角度來看，人員操作時可採防音耳罩保護；若欲完全控制此一噪音源可於發電機上加裝防音罩或設獨立廠房因應之。

## 七、誌謝

感謝台灣檢驗科技股份有限公司與淡江大學水環所於計畫執行期間全程參與各項分析監測與檢測，使實驗結果能在嚴格品保/品管控制下獲得。

## 八、參考文獻

- 1.“臭味及有害空氣污染物控制”，甲級第十一冊，空氣污染防治專責人員訓練教材。
- 2.李俊璋，鄭福田，“國內產業臭氣污染及處理現況”，固定污染源臭氣防制技術人員訓練班課程。
- 3.行政院環保署「固定污染源空氣污染物排放標準」，民國 83 年 4 月 20 日發布。
- 4.杜敬民，“臭氣之採樣及分析鑑定”，固定污染源臭氣防制技術人員訓練班課程。
- 5.惡臭防止技術マニアル，日本環境廳。
- 6.廖啓鐘，“臭氣濕式化學洗滌介紹”，固定污染源臭氣防制技術人員訓練班課程。
- 7.蘇德勝編著，“噪音原理及控制”，臺隆書店出版，民國八十一年。