

工廠氣體逸散與民眾臭味感受之關聯性探討

謝榮裕¹、顏己曉²、陳炳仲³、曾厚元⁴、梁仁弘⁵

¹新系環境技術有限公司 工程師 ²桃園縣環保局空保課 課長

³桃園縣環保局空保課 技佐 ⁴新系環境技術有限公司 副總經理

⁵新系環境技術有限公司 經理

摘要

民眾對於臭味感受相當敏感，尤其是位於工廠附近之民眾，只要有臭味發生，便立即舉報或陳情附近工廠造成洩漏或污染事件，然而台灣地區工廠與工廠間彼此緊鄰，工業區與住宅區之間亦常未劃設緩衝帶，因此當民眾感覺臭味時，往往無法確實知道污染來源為何，因此造成距離住宅區最近的工廠或是該地區規模最大的工廠成為民眾質疑之污染來源，而環保主管機關亦難以對真正洩漏或造成污染之工廠進行處分或後續管制作業。本研究目的係為瞭解民眾所陳情之臭味污染事件是否與遭受檢舉之工廠逸散氣體具有關聯性，爰進行相關之採樣及研究。

本研究以桃園縣轄內屢遭民眾陳情有酸性臭味之工廠為對象，於廠房周界及廠區內進行監測與採樣分析作業，採樣方式主要運用 VOCs 採樣系統，結合 Canister 鋼瓶與風速風向計，以多處單點採樣方式進行採樣，共計進行 58 處採樣作業及 52 種揮發性有機物質與 5 種酸氣物質之成分分析，用以掌握工廠逸散性氣體之特徵。

分析結果顯示，該廠廠區內採樣點濃度總和最高者為正己烷(85,464.26ppb)，其次為甲苯(64,639.73ppb) 及異戊烷(61,322.22ppb)，而該廠周界採樣點之濃度總和最高者為異戊烷(260.13ppb)，其次為甲苯(171.72ppb) 及正己烷(146.2ppb)。由廠區與周界檢測結果之交互關係可知正己烷、甲苯及異戊烷與該廠逸散之氣體有其相關性。惟在酸性臭味分析部分，則以 HCl 濃度最高，但 HCl 在周界的濃度($16.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$)卻高於廠區內濃度($12.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$)，依此結果推論，民眾所感受之酸性臭味與陳情對象逸散物質並非完全吻合，污染源可能來自其他鄰近之工廠。因此有必要以科學方法對於轄區內之工廠進行周界臭氣濃

度及污染物質濃度表的建置工作，其主要功能應如同人的基因一般，具有鑑識或鑑別之功能，如此當民眾陳情時，環保主管機關即可依據民眾陳情之內容，配合工廠製程逸散污染物排放資料表的內容，快速鎖定陳情處附近可能污染之工廠，而在第一時間內正確找出真正洩漏或造成污染之工廠，進行處分及後續管制作業。

關鍵詞：逸散性揮發性有機物、Canister 鋼瓶、酸氣

一、前言

桃園縣轄區內大型工商業林立，主要工業區計有大園、觀音、幼獅、平鎮等 14 個工業區，加上人口與車輛的遽增，致使行政區內的住宅區、文教區、商業區及工業區毗鄰而居，而中小型工廠更是散佈於其中，因此當工廠操作時發生惡臭物質、毒性化學物質或揮發性有機化合物(VOCs)逸散情況，對於轄區內之居住環境及民眾生命安全有莫大的影響及危害。然前述有害空氣污染物逸散時，最能讓民眾感受到的則是臭味污染。

由於民眾對於臭味感受相當敏感，尤其是位於工廠附近之民眾，只要聞到有臭味，便立即舉報或陳情附近工廠發生洩漏或污染事件，然而在台灣地區因為地狹人稠，工廠與工廠間彼此緊鄰，工業區與住宅區之間亦常未劃設緩衝帶，因此當民眾感覺臭味時，往往無法確實知道污染來源為何，而根據人之行為與習慣，往往認為大型工廠的污染遠大於小型工廠，因此在住宅區附近的大型工廠成為民眾質疑污染來源的最主要目標，而環保主管機關則為解決民眾之陳情案件，又因無轄區內各工廠逸散污染物及濃度的資料，即無法經由工廠逸散污染物的特性來正確判斷該地區之污染來源，只能以民眾所陳報之工廠為對象，進行查核作業，然往往因被陳情工廠並非真正污染來源，而錯失第一時間找出真正洩漏或造成污染之工廠，無法進行處分及後續管制作業。由於目前對於各個工廠的逸散污染物質及其濃度並無相關資料的建置，因此本研究目標主要探討民眾所陳情之臭味污染事件是否與遭受檢舉之工廠逸散氣體具有關聯性，爰進行相關之採樣及研究，並且希望逐步建立工廠之周界臭氣濃度及污染物質濃度資料表，區分各個工廠之特性，有助於環保主管機關進行管制策略研擬或政策擬定。

二、研究方法

本研究於 2007 年 7 月 13 日 pm12:00-pm6:00，至民眾陳情之工廠及其週遭區域進行採樣作業，在考量現場環境狀況、採樣區域範圍及分析物質等條件，本研究以不鏽鋼桶採樣法及採樣袋採樣法採集工廠製程區、煙道及廠區周界大氣中 VOCs 濃度。

本研究對於採樣位置之選定，主要先進行現場勘察作業，發現該工廠為偏

光板製造工廠，其中以調膠上膠製程及酸液清洗製程為最大排放污染源；在上膠調膠製程中，該製程之 VOCs 廢氣主要為導入燃燒塔後排放，因此在燃燒爐母火有持續燃燒時，理論上 VOCs 應燃燒殆盡，排放口應無大量 VOCs 排放，所以在採樣位置選定是以上膠調膠區是否有其他出口而產生逸散為依據。在酸液清洗製程部分，該製程所產生之酸氣液滴雖經洗滌塔處理，但因無法完全處理，推估製程區周圍大多為酸氣所產生之臭味，VOCs 污染物濃度應不高。所以整場採樣位置除上膠調膠區設置四處採樣點外，其餘仍以儲槽及排放口為主。在周界採樣位置選定部分，因該廠附近除有農田外，尚有快速道路與主要省道等污染源，因此考慮採樣便利性及減低交通移動源之干擾，在參考鄰近之環保署空氣品質監測站風向、風速資料及本研究於現場進行風速風向檢測之結果，選定廠區上下風處兩處密集民眾住宅區域做為周界採樣地點，另在廠區北邊道路選定兩點進行採樣，以排除移動性交通污染源之干擾。

依據前述本研究在廠區及周界部分共進行 58 點次之採樣，其中廠區排放煙囪(排放口)共需做 8 支，每支重複做 1 點，共 16 點次，廢水處理區共計 1 點，在廠區周圍(非排放口)採樣 16 點次，廠區採樣共計 33 點次。周界部分主要對陳情地區以及工廠周圍進行採樣(圖 1)，區分上風區 12 點及下風區 13 點(各採樣點位置如表 1)，共計 25 點次，合計廠區與周界採樣共計 58 點次。另因民眾陳情之主要原因是酸性臭味無法忍受，並且工作人員於現場採樣時，亦聞有相同之酸性臭味，因此考量其污染之臭味為酸氣排放，因此在被陳情之廠區內及陳情民宅各設置 1 點酸氣採樣，共 2 點次，以瞭解其廠區及陳情民眾民宅之酸氣濃度關係。

樣本於採樣後，先於實驗室內進行檢量線的配置，以 7 個乾淨採樣桶抽至真空(壓力<5torr 以下)後，用高純氮洗針六次，分別抽取 STD Gas：25ml、50ml、75ml、100ml、150ml、200ml 與 250ml 打入採樣桶中，再將每個採樣桶灌入氮氣至壓力 30psi 後靜置隔夜，之後以 GC/MS HP 6890/5973N 儀器進行檢量線的製作及樣品的分析作業。有關準確度經密度分析是以取中濃度 150ml 之標準品分析 7 次而得，而偵測極限分析則以 25ml 標準氣體打入 6L canister 中，充氮氣至 30psi 後，重複分析 7 次而得。



圖 1 廠區及周界採樣位置分布圖

表 1 周界採樣點位置說明表

編號	地點特徵	實際採樣座標	相對位置	編號	地點特徵	實際採樣座標	相對位置
L1	道路口	24°54'4.8"N 121°14'14.3"E	下風處	L14	廠區西邊社區	24°54'25.6"N 121°14'24.8"E	下風處
L2	道路口	24°54'44.9"N 121°14'24.8"E	上風處	L15	廠區南邊小路 (周遭為樹林)	24°54'24.3"N 121°14'37.3"E	下風處
L3	道路口	24°54'45.9"N 121°14'32.8"E	上風處	L16	寺廟	24°54'40.9"N 121°14'05.3"E	下風處
L4	小路 (周遭為農田)	24°54'36.8"N 121°14'16.3"E	下風處	L17	民眾陳情處 (周界 ADS)	24°54'31.9"N 121°14'21.2"E	上風處
L5	民眾陳情處之 路面	24°54'42.6"N 121°14'33.30"E	上風處	L18	L9	24°54'31.9"N 121°14'21.2"E	下風處
L6	民眾陳情處之 路面	24°54'40.2"N 121°14'34.3"E	上風處	L19	L4	24°54'36.8"N 121°14'16.3"E	下風處
L7	小路 (周遭為農田)	24°54'35.6"N 121°14'18.8"E	下風處	L20	L10	24°54'32.8"N 121°14'34.3"E	上風處
L8	民眾陳情處之 路面	24°54'37.4"N 121°14'35.1"E	上風處	L21	L8	24°54'37.4"N 121°14'35.1"E	上風處
L9	小路 (周遭為農田)	24°54'31.9"N 121°14'21.2"E	下風處	L22	L6	24°54'40.2"N 121°14'34.3"E	上風處
L10	力特東邊停車 場	24°54'32.8"N 121°14'34.3"E	上風處	L23	L5	24°54'42.6"N 121°14'33.30"E	上風處
L11	陳情處東邊	24°54'55.0"N 121°15'00.40"E	上風處	L24	三廠門口	24°54'35.5"N 121°14'29.0"E	下風處
L12	廠區西邊社區	24°54'26.1"N	下風處	L25	工廠旁電線桿	24°54'30.2"N	上風處

		121°14'23.3"E			121°14'30.7"E
L13	廠區大門口	24°54'29.0"N	下風處		
		121°14'31.2"E			

三、研究結果

本研究揮發性有機物分析結果如表 2 所示，在廠區排放口部分，平均濃度最高者為正己烷(5,335.38ppb)，其次為甲苯(4,025.84ppb)，而反-2-丁烯、正-2-丁烯及正戊烯則未檢出；在廠區內平均濃度最高者為甲苯(13.31ppb)，其次為異戊烷(6.31ppb)；在周界上風區部分，平均濃度最高者為異戊烷(8.28ppb)，其次為正己烷(6.73ppb)；在周界下風區部分，平均濃度最高者為異戊烷(12.71ppb)，其次為甲苯(8.49ppb)。

本研究採樣當日之風向為東風，風速介於 1.6-2.0 m/s，因此比較周界上風區、廠區及周界下風區之揮發性有機物的濃度分布情形(圖 2)，發現異丁烷、正己烷、環己烷、2,3-二甲基戊烷、甲苯、乙苯、苯乙烯、鄰二甲苯、間-乙基甲苯、間-乙基甲苯、1,3,5-三甲基苯、鄰-乙基甲苯、1,2,4-三甲基苯及 1,2,3-三甲基苯等物質，在廠區內濃度高於周界上風區與周界下風區，其中甲苯、間-乙基甲苯、間-乙基甲苯及 1,2,4-三甲基苯等揮發性有機物，其周界下風區濃度高於周界上風區，表示可能為廠區內污染所致。

周界上風區及下風區各採樣點分析結果分別如表 3 及表 4 所示，周界採樣點 VOCs 總濃度超過 100ppb 的採樣點有 L2、L3、L4、L7、L16、L17、L19、L20 及 L24，其中 L19 及 L20 為 L4 及 L10 的重複採樣點。周界上風區各採樣點平均濃度最高的 VOCs 物種為異戊烷(8.28ppb)，其次為正己烷(6.73ppb)、甲苯(5.37ppb)及丙烯(4.65ppb)。周界下風區各採樣點平均濃度最高的 VOCs 物種為異戊烷(12.71ppb)，其次為甲苯(8.49ppb)、正己烷(4.89ppb)及正戊烷(4.41ppb)。

依據分析結果與調查該工廠之原物料成分後，發現甲苯、異戊烷及正己烷為最可能之污染物，因此進行此三種化合物之濃度梯度模擬，圖 3 為甲苯之濃度梯度圖，由圖中顯示甲苯濃度較高之地區為被陳情工廠之西北西方，另陳情處與工廠之位置，亦比週遭地區為高，圖 4 為異戊烷之濃度梯度圖，圖中顯示濃度較高之地區仍為被陳情工廠之西北西方，但陳情處及被陳情工廠處均未有

較週遭地區偏高之情形，圖 5 為正己烷之濃度梯度圖，由圖中顯示濃度較高之地區位於民眾陳情處，且向外擴散。

由於民眾陳情為酸性臭味，而於採樣同時本研究為瞭解是否有其他酸氣的影響，因此於廠區內與民眾陳情處進行酸氣採樣，其結果如表 5。由表 5 分析結果看出，廠區及周界的 HCl 濃度皆很高，各為 $12.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 $16.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，另外 NH_3 的濃度也明顯的偏高，廠區及周界的濃度各為 $11.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 $9.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

表 2 廠區及周界揮發性有機物分析結果

名稱	廠區(排放口)			廠區(非排放口)			周界(上風處)			周界(下風處)		
	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
丙烯	1,774.58	ND	1,007.80	2.65	ND	1.37	16.66	ND	4.65	13.12	ND	3.30
丙烷	2,900.00	890.39	1,845.37	5.30	1.36	2.55	17.28	0.94	3.85	5.46	0.89	2.99
異丁烷	1,644.00	0.00	891.69	9.06	0.86	2.42	7.44	ND	2.31	4.57	0.23	1.88
1-丁烯	2,501.74	ND	895.15	8.00	0.61	1.90	6.01	ND	1.27	4.98	ND	1.38
正丁烷	2,138.80	0.00	903.59	8.84	0.77	2.54	12.21	0.60	3.06	7.68	0.64	2.95
反-2-丁烯	ND	ND	ND	1.43	ND	0.56	3.43	ND	0.88	3.40	ND	1.21
順-2-丁烯	ND	ND	ND	1.83	ND	1.02	2.77	ND	1.15	3.80	ND	1.37
異戊烷	19,841.84	1,146.22	3,825.93	20.72	1.38	6.31	23.34	2.26	8.28	37.37	0.94	12.71
正戊烯	ND	ND	ND	1.13	ND	0.70	1.21	ND	0.57	1.82	ND	0.92
正戊烷	1,909.29	337.96	764.81	6.74	0.27	2.01	7.23	0.60	2.88	14.36	0.56	4.41
異戊二烯	1,928.39	207.14	645.90	6.25	0.11	1.83	7.40	0.55	2.77	10.72	0.37	3.66
反-2-戊烯	613.76	ND	355.20	2.35	ND	0.69	2.71	ND	0.83	5.10	ND	1.75
順-2-戊烯	630.44	ND	549.62	2.58	ND	0.87	1.09	ND	0.48	2.01	ND	0.81
2,2-二甲基丁烷	4,305.23	ND	1,324.35	1.04	ND	0.49	1.05	ND	0.53	2.11	ND	0.83
環戊烷	2,882.48	98.64	519.68	1.11	0.13	0.40	1.40	0.12	0.44	2.62	0.12	0.71
2,3-二甲基丁烷	13,925.01	343.89	2,329.22	4.73	ND	1.79	5.09	0.54	1.98	9.50	0.32	2.99
2-甲基戊烷	15,056.88	506.71	2,637.29	23.49	ND	3.99	7.03	0.65	2.47	14.34	0.58	4.25
3-甲基戊烷	11,992.77	311.90	1,922.76	3.65	ND	1.31	3.37	0.39	1.36	6.10	0.32	1.88
1-己烯	18,213.79	460.07	2,967.42	5.21	0.60	1.91	5.10	0.65	2.02	9.67	0.48	2.92
正己烷	11,040.00	2,743.43	5,335.38	24.06	1.48	5.77	26.99	1.71	6.73	10.24	2.46	4.89
甲基環戊烷	2,116.96	ND	394.52	1.02	0.10	0.46	1.50	0.08	0.46	2.26	0.06	0.63
苯	1,933.09	314.43	650.25	1.47	0.49	0.76	2.15	0.24	0.81	2.16	0.22	0.84
環己烷	2,525.94	264.53	1,147.34	9.69	0.23	1.82	12.56	0.19	2.03	3.60	0.25	1.58
2,4-二甲基戊烷	2,471.68	ND	660.66	1.47	ND	0.60	1.95	ND	0.75	2.12	ND	0.87
2-甲基己烷	2,525.76	ND	656.98	1.34	0.25	0.53	1.65	0.00	0.67	2.16	0.21	0.82

2,3-二甲基戊烷	5,738.90	398.24	1,861.97	11.03	0.27	2.19	14.27	0.32	2.52	5.26	0.33	1.85
-----------	----------	--------	----------	-------	------	------	-------	------	------	------	------	------

註：1.單位：ppb

2.ND 值未列入平均值之計算。

表 2 廠區及周界揮發性有機物分析結果(續)

名稱	廠區(排放口)			廠區(非排放口)			周界(上風處)			周界(下風處)		
	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
3-甲基己烷	2,766.68	ND	755.14	1.31	0.33	0.61	1.50	ND	0.69	2.25	ND	0.83
2,2,4-三甲基戊烷	807.13	237.51	395.16	1.70	0.22	0.48	1.47	0.26	0.59	0.82	0.25	0.48
正庚烷	1753.14	ND	932.17	1.38	ND	0.63	1.09	ND	0.66	1.44	ND	0.69
甲基環己烷	925.93	ND	544.62	0.59	ND	0.36	0.61	ND	0.41	0.87	ND	0.40
2,3,4-三甲基戊烷	1,007.01	ND	661.73	0.64	ND	0.43	0.86	ND	0.45	0.85	ND	0.43
甲苯	9,384.50	1,847.52	4,025.84	39.78	3.35	13.31	19.22	1.03	5.37	26.92	1.06	8.49
2-甲基庚烷	1,204.47	ND	728.72	0.99	ND	0.54	0.68	ND	0.50	0.82	ND	0.56
3-甲基庚烷	1,133.03	ND	663.89	1.95	ND	0.60	0.47	ND	0.44	0.94	ND	0.60
正辛烷	851.93	ND	403.40	0.99	ND	0.51	0.79	ND	0.50	0.78	ND	0.47
乙苯	3,131.43	1,304.18	1,909.29	2.91	1.32	1.76	2.98	1.00	1.66	2.72	1.00	1.56
間-對-二甲苯	3,454.06	1,395.31	2,105.79	3.82	1.35	1.97	2.86	1.05	1.80	2.82	1.05	1.66
苯乙烯	3,084.65	1,292.45	1,810.10	2.00	1.22	1.50	1.90	1.13	1.54	1.98	1.11	1.45
鄰二甲苯	5,027.11	1,428.80	2,523.35	7.07	1.48	2.36	2.57	1.10	1.76	2.56	1.10	1.63
正壬烷	1,490.67	ND	692.02	0.88	ND	0.74	1.09	ND	0.65	1.36	ND	0.74
異丙基苯	1,802.46	577.62	889.52	1.01	0.56	0.70	0.80	ND	0.38	0.81	ND	0.65
正丙基苯	1,934.12	820.00	1,158.75	1.29	0.80	0.92	1.33	0.63	0.95	1.29	0.62	0.90
間-乙基甲苯	3,111.53	1,010.00	1,790.88	3.24	1.09	1.49	1.72	0.82	1.28	2.79	0.76	1.33
對-乙基甲苯	3,240.58	1,072.64	1,726.04	1.85	0.99	1.39	1.58	0.83	1.24	2.13	0.84	1.26
1,3,5-三甲基苯	2,959.20	1,250.00	1,806.10	2.61	1.21	1.51	1.96	0.94	1.44	2.12	0.95	1.36
鄰-乙基甲苯	2,782.48	1,080.00	1,685.58	2.36	1.11	1.41	1.86	0.85	1.33	1.90	0.85	1.25
正癸烷	3,067.86	ND	1,433.05	1.77	ND	1.51	2.36	ND	1.34	3.17	ND	2.12

1, 2, 4-三甲基苯	6,992.12	1,570.00	3,426.09	7.68	1.75	2.96	2.87	1.40	2.13	4.60	1.36	2.17
1, 2, 3-三甲基苯	4,194.87	1,460.00	2,607.39	3.11	1.60	2.11	2.78	1.46	2.08	2.69	1.44	1.96
間-二乙基苯	4,155.50	1,250.00	2,645.55	2.64	1.37	2.05	3.03	1.37	2.22	2.71	1.57	2.12
對-二乙基苯	4,348.26	1,350.00	2,798.05	2.69	1.44	2.21	3.17	ND	2.31	2.83	ND	2.27
正十一烷	7,550.21	ND	3,875.41	5.41	ND	3.63	4.47	ND	2.53	4.39	ND	3.59

註：1.單位：ppb

2.ND 值未列入平均值之計算。

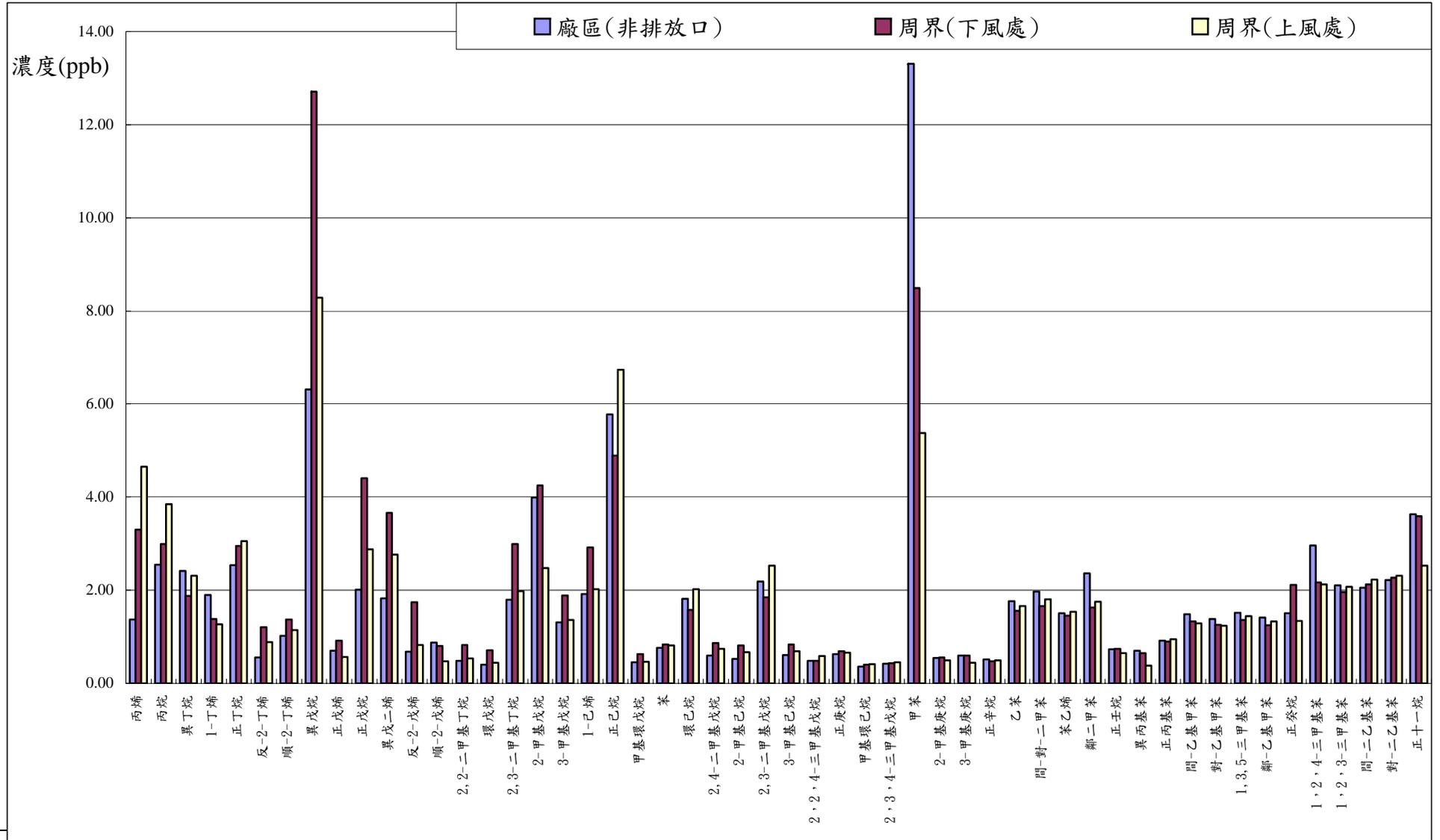


圖 2 廠區與周界上下風之各 VOCs 濃度表

表 3 周界上風區採樣點濃度

採樣位置 有機物名稱	L2	L3	L5	L6	L8	L10	L11	L17	L20	L21	L22	L23	L25	平均值
丙烯	4.61	16.66	0.83	1.16	ND	ND	2.69	1.01	9.05	ND	1.20	ND	ND	4.65
丙烷	17.28	4.51	2.04	2.35	2.31	4.37	3.73	1.76	4.57	0.94	2.19	1.84	2.17	3.85
異丁烷	7.44	2.28	1.61	1.65	ND	1.65	3.19	3.60	2.34	1.15	0.56	0.58	1.65	2.31
1-丁烯	6.01	1.27	1.01	0.39	ND	0.48	1.32	0.86	1.64	0.00	0.38	ND	0.55	1.27
正丁烷	12.21	3.88	2.50	1.46	0.63	1.14	2.85	7.67	2.93	1.34	0.84	0.60	1.71	3.06
反-2-丁烯	3.43	0.16	0.88	0.50	ND	ND	ND	ND	0.84	0.80	0.10	ND	0.35	0.88
順-2-丁烯	2.77	1.16	1.02	ND	ND	ND	ND	ND	0.80	ND	ND	0.00	ND	1.15
異戊烷	23.34	18.06	11.46	6.64	2.26	2.86	4.88	12.90	8.41	6.84	2.92	2.45	4.62	8.28
正戊烯	1.21	0.43	0.69	ND	ND	ND	ND	0.49	0.41	ND	ND	0.00	0.74	0.57
正戊烷	7.23	5.45	3.11	2.24	0.76	0.68	1.90	6.61	2.91	2.67	1.05	0.60	2.17	2.88
異戊二烯	7.40	5.42	3.10	2.04	0.58	0.55	1.73	6.78	2.28	2.56	0.82	0.74	2.00	2.77
反-2-戊烯	2.71	1.91	1.21	0.82	0.25	ND	0.62	0.24	0.75	0.76	0.00	0.00	0.63	0.83
順-2-戊烯	1.09	0.61	0.44	0.63	0.20	ND	0.61	0.20	0.60	0.46	0.16	0.20	0.54	0.48
2,2-二甲基丁烷	1.05	0.92	0.51	0.42	ND	0.23	0.31	0.52	0.43	0.42	ND	ND	ND	0.53
環戊烷	1.40	0.90	0.51	0.35	0.12	0.17	0.31	0.55	0.40	0.43	0.13	0.13	0.34	0.44
2,3-二甲基丁烷	5.09	5.09	2.26	1.54	0.54	0.66	1.29	2.29	2.67	1.79	0.60	0.54	1.35	1.98
2-甲基戊烷	7.03	6.22	2.85	1.90	0.65	0.76	1.78	2.55	3.17	2.04	0.83	0.65	1.72	2.47
3-甲基戊烷	3.37	2.77	1.46	1.02	0.39	0.61	1.07	2.11	1.59	1.21	0.46	0.45	1.18	1.36
1-己烯	5.10	4.16	2.14	1.65	0.65	0.99	1.58	2.67	2.38	1.92	0.69	0.72	1.65	2.02
正己烷	3.91	10.34	1.71	3.71	2.65	2.44	2.24	26.99	11.65	7.39	5.31	4.05	5.13	6.73
甲基環戊烷	1.50	0.95	0.46	0.29	0.08	0.14	0.33	0.65	0.61	0.38	0.12	0.11	0.36	0.46
苯	2.15	1.24	0.73	0.53	0.26	0.41	0.69	1.55	1.05	0.62	0.37	0.24	0.74	0.81
環己烷	0.54	3.51	0.19	0.63	0.40	1.93	0.45	12.56	2.70	1.05	1.39	0.26	0.75	2.03
2,4-二甲基戊烷	1.31	1.28	0.52	0.50	ND	0.35	0.44	1.95	0.94	0.57	0.24	0.23	0.63	0.75
2-甲基己烷	1.35	1.35	0.49	0.48	0.24	0.33	0.45	1.65	0.98	0.57	0.00	0.22	0.64	0.67
2,3-二甲基戊烷	0.60	4.34	0.32	0.95	0.58	2.63	0.70	14.27	3.36	1.48	2.08	0.40	1.10	2.52
3-甲基己烷	1.50	1.18	0.60	0.58	ND	0.40	0.53	0.74	0.87	0.59	0.29	0.28	0.72	0.69
2,2,4-三甲基戊烷	1.47	0.62	0.30	0.40	0.27	0.39	0.51	1.40	0.70	0.48	0.31	0.26	0.58	0.59
正庚烷	1.09	0.81	0.52	ND	ND	0.48	0.59	0.69	0.71	ND	0.33	ND	0.70	0.66
甲基環己烷	0.61	0.43	0.29	ND	ND	ND	0.36	0.55	0.43	ND	0.19	ND	0.43	0.41
2,3,4-三甲基戊烷	0.86	0.47	0.37	0.55	ND	ND	0.46	0.40	0.45	0.00	0.28	ND	0.66	0.45
甲苯	8.08	8.57	5.13	3.73	1.03	3.85	2.96	19.22	6.85	2.27	3.20	1.04	3.90	5.37
2-甲基庚烷	0.68	0.50	ND	ND	ND	ND	ND	0.49	0.51	ND	0.32	ND	ND	0.50
3-甲基庚烷	0.47	0.46	ND	ND	ND	ND	ND	0.45	0.39	ND	ND	ND	ND	0.44
正辛烷	0.53	0.59	ND	ND	ND	ND	0.53	0.46	0.79	0.00	ND	ND	0.59	0.50
乙苯	2.02	1.83	1.23	1.65	1.01	1.61	1.77	2.98	1.90	1.71	1.06	1.00	1.85	1.66
間-對-二甲苯	2.60	2.01	1.32	1.74	1.06	1.73	1.89	2.86	2.18	1.81	1.13	1.05	2.06	1.80
苯乙烯	1.27	1.61	1.14	1.85	1.18	1.76	1.72	1.90	1.49	1.90	1.13	1.16	1.85	1.54
鄰二甲苯	2.31	1.84	1.28	1.85	1.11	1.76	1.86	2.57	2.01	1.89	1.18	1.10	2.06	1.76
正壬烷	0.69	0.64	ND	ND	ND	ND	ND	0.79	0.71	0.00	ND	ND	1.09	0.65
異丙基苯	0.59	0.53	0.52	ND	ND	0.00	ND	0.80	0.59	0.00	ND	ND	0.00	0.38
正丙基苯	0.92	0.77	0.70	1.27	0.85	0.97	1.04	0.91	0.85	1.28	0.63	0.85	1.33	0.95
間-乙基甲苯	1.62	1.25	0.89	1.47	1.04	1.17	1.30	1.44	1.43	1.53	0.82	1.03	1.72	1.28
對-乙基甲苯	1.21	1.28	0.83	1.52	1.09	1.32	1.36	1.42	1.03	1.58	0.83	1.05	1.58	1.24
1,3,5-三甲基苯	1.35	1.19	1.04	1.96	1.40	1.56	1.48	1.28	1.25	1.93	0.94	1.41	1.95	1.44
鄰-乙基甲苯	1.32	1.09	0.96	1.86	1.32	1.27	1.40	1.25	1.16	1.72	0.85	1.31	1.77	1.33
正癸烷	1.43	1.42	ND	ND	ND	ND	ND	1.36	1.47	0.00	ND	ND	2.36	1.34
1,2,4-三甲基苯	2.87	2.15	1.43	2.35	1.75	1.93	2.09	2.13	2.45	2.56	1.40	1.75	2.81	2.13

1,2,3-三甲基苯	2.03	1.74	1.66	2.65	2.07	2.06	2.30	1.60	1.86	2.70	1.46	2.07	2.78	2.08
間-二乙基苯	2.28	1.93	1.74	2.85	ND	2.21	2.48	1.37	2.08	2.89	1.63	2.19	3.03	2.22
對-二乙基苯	2.32	2.07	1.92	ND	ND	2.46	2.73	1.47	2.18	3.07	1.74	ND	3.17	2.31
正十一烷	2.88	2.96	ND	ND	ND	ND	ND	1.82	3.03	0.00	ND	ND	4.47	2.53

單位：ppb

表 4 周界下風區採樣點濃度

採樣位置 有機物名稱	L1	L4	L7	L9	L12	L13	L14	L15	L16	L18	L19	L24	平均值
丙烯	0.97	13.12	2.15	ND	0.95	ND	1.36	ND	4.75	0.91	2.35	3.15	3.30
丙烷	1.71	4.40	1.81	0.89	5.46	1.64	2.46	1.90	5.23	1.38	4.11	4.92	2.99
異丁烷	1.04	2.57	2.06	0.97	1.63	0.75	0.99	1.45	4.57	0.23	2.99	3.26	1.88
1-丁烯	ND	0.22	2.44	1.21	0.71	ND	0.00	ND	4.98	0.15	1.46	1.28	1.38
正丁烷	1.31	3.30	4.30	1.32	1.36	0.71	1.38	2.57	7.68	0.64	5.84	5.00	2.95
反-2-丁烯	0.00	2.01	1.88	0.46	ND	ND	0.27	0.84	3.40	ND	0.79	ND	1.21
順-2-丁烯	0.00	1.37	1.98	ND	ND	ND	0.41	1.05	3.80	ND	1.11	1.23	1.37
異戊烷	0.94	18.87	34.53	7.00	6.45	1.44	5.13	13.45	37.37	2.92	14.31	10.07	12.71
正戊烯	ND	0.92	1.13	0.61	ND	ND	0.37	0.85	1.82	ND	0.85	0.80	0.92
正戊烷	1.56	6.92	9.84	2.00	1.63	0.56	1.40	4.30	14.36	0.81	5.69	3.82	4.41
異戊二烯	0.76	4.55	9.69	2.06	1.49	0.37	1.44	3.80	10.72	0.86	4.42	3.74	3.66
反-2-戊烯	ND	2.05	3.50	0.50	0.61	ND	0.41	1.59	5.10	0.00	2.09	1.64	1.75
順-2-戊烯	ND	0.67	1.05	0.37	0.53	ND	0.35	0.46	2.01	0.15	0.60	1.90	0.81
2,2-二甲基丁烷	ND	0.88	1.52	0.42	0.37	ND	0.24	0.69	2.11	ND	0.67	0.57	0.83
環戊烷	0.14	0.90	1.69	0.40	0.33	0.16	0.21	0.65	2.62	0.12	0.72	0.57	0.71
2,3-二甲基丁烷	0.32	4.96	7.08	1.58	1.25	0.41	0.98	3.35	9.50	0.55	3.35	2.60	2.99
2-甲基戊烷	0.58	6.33	11.10	1.98	1.52	0.61	1.37	4.24	14.34	0.77	4.81	3.39	4.25
3-甲基戊烷	0.32	2.69	4.04	1.25	1.08	0.38	0.61	1.99	6.10	0.43	2.02	1.70	1.88
1-己烯	0.48	4.09	6.24	1.95	1.64	0.57	1.02	3.13	9.67	0.63	3.08	2.58	2.92
正己烷	3.14	6.31	10.24	4.36	2.79	3.46	5.29	4.78	7.07	5.23	3.60	2.46	4.89
甲基環戊烷	0.07	0.91	1.46	0.36	0.29	0.06	0.17	0.69	2.26	0.10	0.65	0.54	0.63
苯	0.37	1.10	1.31	0.67	0.52	0.22	0.51	0.77	2.16	0.27	1.16	0.97	0.84
環己烷	0.25	1.91	3.60	3.46	1.38	0.32	1.12	0.81	2.79	1.76	0.70	0.86	1.58
2,4-二甲基戊烷	ND	1.08	1.67	0.56	0.57	ND	0.32	0.70	2.12	0.23	0.73	0.71	0.87
2-甲基己烷	0.26	1.12	1.72	0.90	0.48	0.21	0.40	0.73	2.16	0.40	0.74	0.69	0.82
2,3-二甲基戊烷	0.41	2.44	5.26	4.64	1.92	0.48	1.68	0.33	0.83	2.61	0.36	1.25	1.85
3-甲基己烷	0.29	1.11	1.54	0.64	0.24	ND	0.35	0.79	2.25	0.27	0.88	0.79	0.83
2,2,4-三甲基戊烷	0.25	0.45	0.62	0.59	0.42	0.27	0.31	0.53	0.82	0.31	0.63	0.56	0.48
正庚烷	ND	0.75	0.95	0.59	0.54	ND	0.34	0.63	1.44	0.33	0.68	0.69	0.69
甲基環己烷	ND	0.40	0.54	0.35	0.32	ND	0.20	0.36	0.87	0.00	0.50	0.48	0.40
2,3,4-三甲基戊烷	0.48	0.61	0.34	0.41	ND	ND	0.28	0.42	0.85	0.00	0.45	0.46	0.43
甲苯	19.74	26.92	6.56	3.44	2.41	1.28	2.60	4.19	24.67	1.06	5.21	3.79	8.49
2-甲基庚烷	ND	0.49	0.49	0.53	ND	ND	ND	0.47	0.82	ND	0.50	0.60	0.56
3-甲基庚烷	ND	0.54	0.56	0.59	ND	ND	ND	0.44	0.94	ND	0.45	0.65	0.60
正辛烷	ND	0.41	0.44	0.45	0.41	ND	ND	0.39	0.78	0.28	0.51	0.57	0.47
乙苯	1.43	1.91	1.52	1.79	1.66	1.00	1.09	1.27	2.72	1.03	1.38	1.93	1.56
間-對-二甲苯	1.33	1.85	1.71	1.93	1.79	1.05	1.18	1.48	2.82	1.09	1.61	2.13	1.66
苯乙烯	1.18	1.35	1.33	1.84	1.80	1.18	1.14	1.25	1.98	1.11	1.41	1.87	1.45
鄰二甲苯	1.29	1.70	1.64	1.95	1.83	1.10	1.21	1.46	2.56	1.15	1.62	2.11	1.63
正壬烷	0.60	0.63	0.58	ND	ND	ND	ND	0.00	0.88	ND	1.36	1.16	0.74
異丙基苯	0.53	0.52	0.51	0.73	0.75	ND	0.47	0.62	0.79	ND	0.72	0.81	0.65
正丙基苯	0.72	0.75	0.70	1.01	1.00	0.84	0.63	0.92	1.11	0.62	1.29	1.22	0.90
間-乙基甲苯	0.87	1.08	1.11	1.34	1.25	1.02	0.78	1.25	1.64	0.76	2.79	2.06	1.33

對-乙基甲苯	0.85	1.17	1.14	1.44	1.16	1.03	0.87	1.03	1.69	0.84	1.71	2.13	1.26
1,3,5-三甲基苯	1.07	1.06	1.06	1.45	1.38	1.37	0.95	1.41	1.56	1.05	2.12	1.82	1.36
鄰-乙基甲苯	0.97	1.00	0.98	1.33	1.28	1.29	0.86	1.29	1.55	0.85	1.90	1.74	1.25
正癸烷	ND	1.39	1.22	2.26	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.17	2.53	2.12
1,2,4-三甲基苯	1.40	1.77	1.83	1.90	1.94	1.72	1.41	2.13	2.65	1.36	4.60	3.32	2.17
1,2,3-三甲基苯	1.67	1.67	1.57	1.73	2.07	2.07	1.46	2.18	2.41	1.44	2.69	2.51	1.96
間-二乙基苯	1.78	1.88	1.62	2.48	2.21	2.19	1.57	2.30	2.68	1.57	2.71	2.50	2.12
對-二乙基苯	1.95	2.01	1.87	ND	2.48	ND	1.74	2.44	2.81	1.74	2.79	2.83	2.27
正十一烷	ND	2.94	2.71	ND	4.39	4.33	3.59						

單位：ppb

表 5 周界及廠區相關氣體濃度

	HNO ₃	HCl	HNO ₂	SO ₂	NH ₃
周界	3.51	16.12	0.22	2.53	9.47
廠區	4.56	12.69	2.90	2.37	11.65

單位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

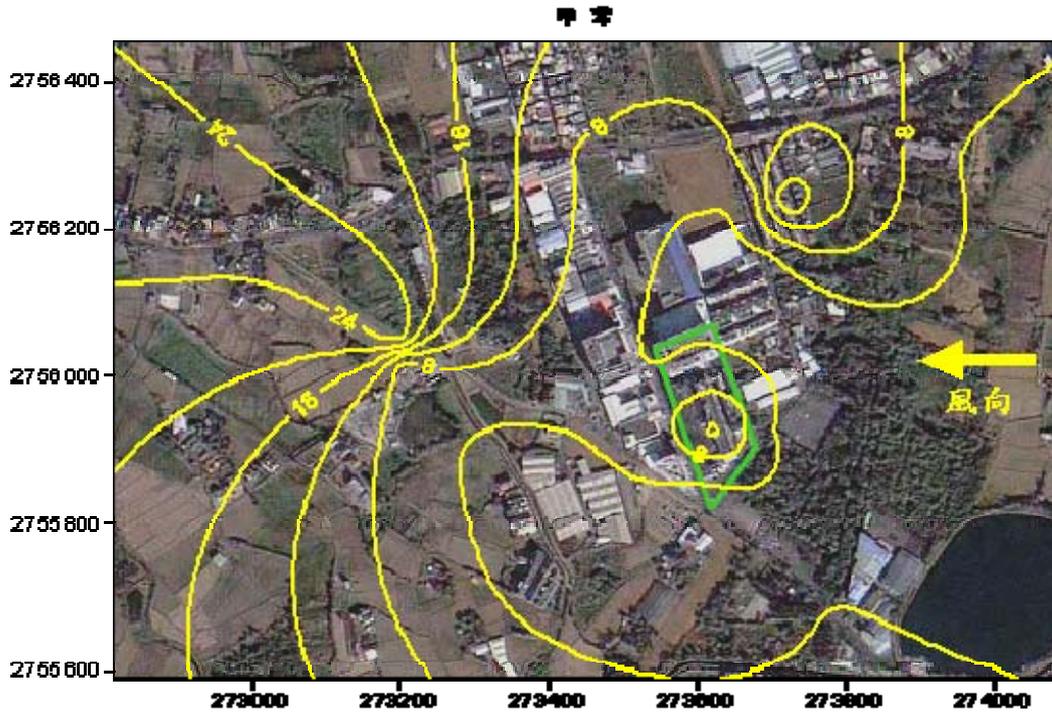


圖 3 甲苯濃度梯度圖

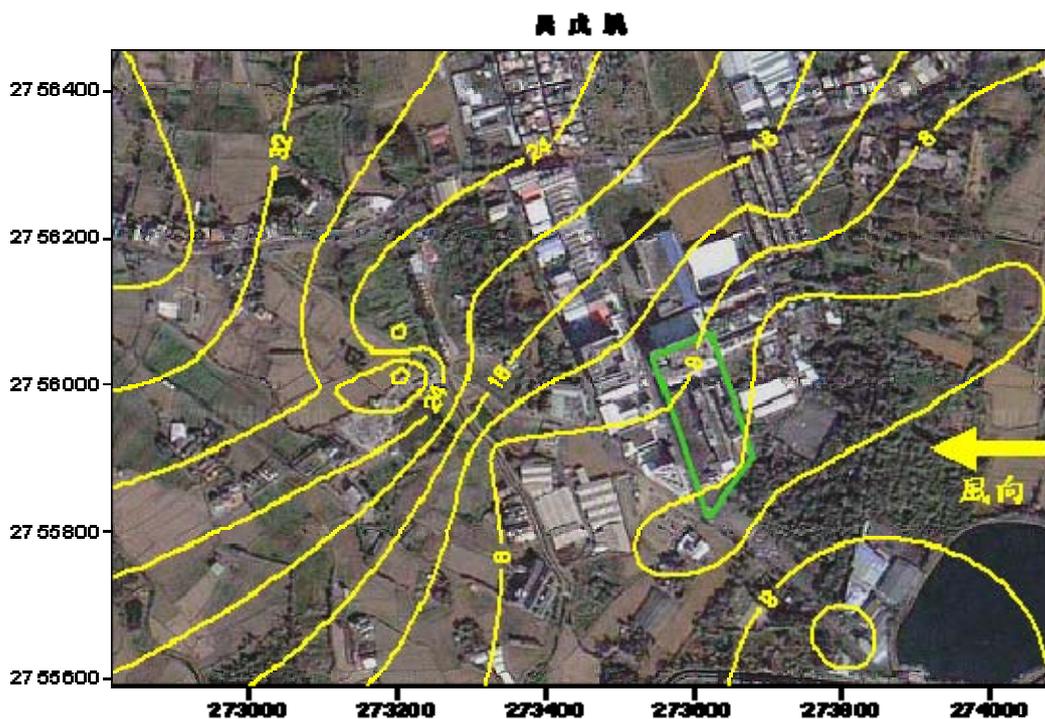


圖 4 異戊烷濃度梯度圖

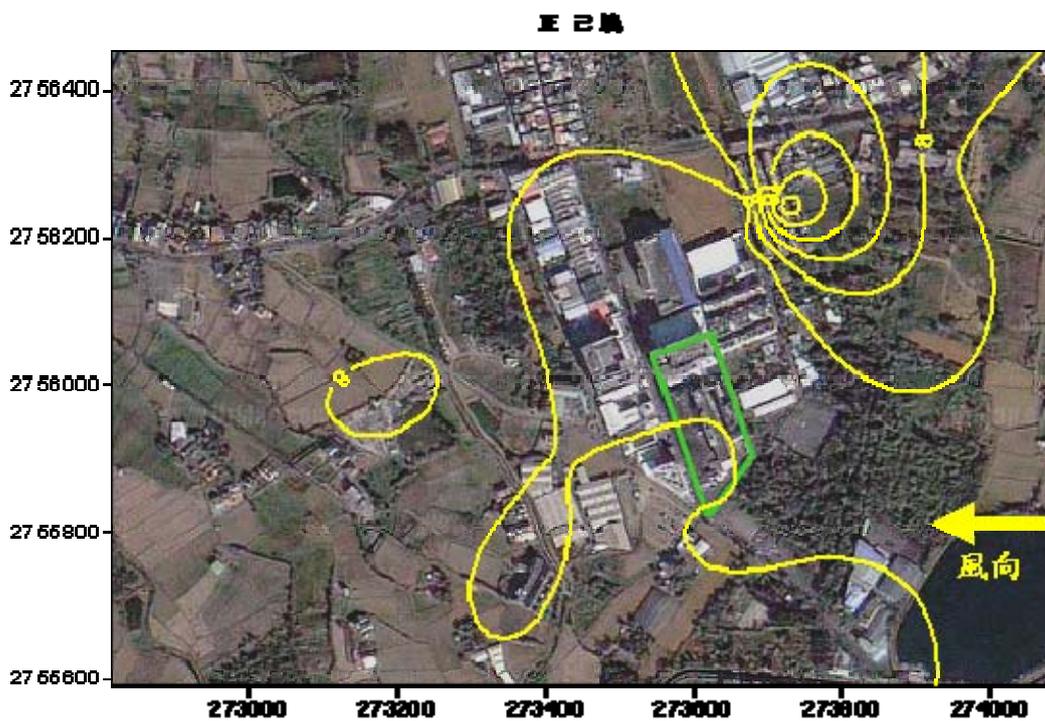


圖 5 正己烷濃度梯度圖

四、結論與建議

由於採樣當日的風向吹的是東風，風速介於 1.6-2.0 m/s，以風向及風速來判定被陳情工廠因為洩漏 VOCs 而造成空氣污染之檢測點，應為 L4(L19)、L7、

L9(L18)、L12、L14、L15 及 L16(圖 6)，但其中 L9(L18)、L12、L14 及 L15 的 VOCs 濃度並不高，而 L4(L19)則因為位於小路上及 L16 位於寺廟處，其可能受到車輛廢氣^[1-3]及寺廟祭拜燃燒所影響。

本次研究總共進行 52 種 VOCs 之分析檢測，其中在周界與廠區均屬於高濃度之種類有甲苯、正己烷及異戊烷三種，而該廠所使用之原物料為甲苯，而正己烷及異戊烷則為製程中所產生之廢氣污染物；另外在排放口檢測分析之結果，反-2-丁烯、順-2-丁烯及正戊烯等三種有機物並未檢出，而在廠區環境中則有檢出，因此探討周界上下風之檢測點的分析結果，此三種有機物周界濃度上風處均高於廠區內濃度，表示廠區內之濃度，係因為上風處擴散所致，可知此三種有機物並非該廠產生的 VOCs。依據前述可知本研究之採樣分析結果可有效分析出環境中之 VOCs 種類及濃度，若結合代表性之採樣點如排放口、廠區及周界上下風處等地點，分析並比較各個採樣點之結果，則可判斷出該工廠會逸散之 VOCs 種類及濃度比例，進而建立該工廠之特有的 VOCs 種類及濃度比例資料表，有如人的指紋一樣的功能。

依據研究結果顯示，周界濃度較高的物種有甲苯、異戊烷及正己烷，甲苯的氣味具有甜味/刺激味的特性氣味^[4]，而異戊烷及正己烷之氣味則皆為汽油味^[5]，因甲苯為該工廠主要的原物料，根據張錦輝(1994)的報告^[6]指出，甲苯的臭味恕限值為 0.16ppm，另外蔡俊鴻(1994)^[1]、陳煥文(1996)^[2]、許逸群(2000)^[3]之報告中，則指出工業區周界甲苯之濃度約為 10.7~127 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，然而該工廠之周界所分析出來的數據為 1.06-26.92ppb，遠小於其恕限值，且甲苯之氣味特性與民眾陳情及現場採樣時所聞到的酸性臭味不同。

另探討分析其他主要之 VOCs 種類，其中正辛烷、1,3,5-三甲基苯、正癸烷及 1,2,4-三甲基苯主要污染來源為車輛排氣^[7-11]，其味道為汽油味或特殊之芳香味，與民眾陳情主要的酸味臭氣並不相同，因此本研究在民眾陳情之住所酸氣分析結果部分，根據方彥仁(2006)^[12]的研究報告指出， NH_3 在背景濃度下為 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，本研究所測之 NH_3 的濃度相對於背景值超過許多，但 NH_3 之味道為氨味(阿摩尼亞味道)，並非民眾所陳情之酸味。若依本研究所檢測之酸氣種類來看，HCl 的濃度為最高，且其味道最為符合民眾所陳情之酸性臭味，且結果顯

示在周界 L17(民眾陳情處)之濃度高於廠區內濃度，因此推測民眾所陳情之酸性臭味應為 HCl 所導致。

檢視分析工廠之逸散 VOCs 種類及濃度，並考量氣候因素(風速及風向)後，民眾依據其感受酸性臭味而陳情之工廠，並非實際造成其臭味污染之工廠，而是另有其他工廠所造成，亦即表示工廠氣體逸散與民眾臭味感受有相當之關聯性，但與所認知污染之工廠的關聯性則相當低。分析民眾陳情之行為，民眾多數的認知，大型工廠之污染較小型工廠為嚴重，因此認為只要有污染，就一定是該地區中最大、最明顯之工廠所致，而並未詳細探究其來源，就逕行舉報或陳情。因此常常使環保稽查人員無法在第一時間內，正確且有效的找出污染來源，而進行處分及後續改善監督作業。

本研究中之民眾陳情住宅為受陳情工廠位置的東北方，根據當日風向，該廠之污染氣體，並不會擴散到陳情住宅，但在陳情住宅所測之濃度，亦相當高，顯示該住宅區仍有其他污染來源，因此初步調查該住宅區附近環境，發現其周圍有許多未列管之小型工廠，而這些未列管之小型工廠，其最可能為實際造成民眾酸性臭味之污染來源。因此建議未來應逐步建立各工廠之周界臭氣濃度及污染物質濃度表，其內容應包含製程原物料、逸散 VOCs 種類、檢測濃度、容許濃度、嗅覺閾值及臭味特徵等，其主要功能應如同人的基因一般，具有鑑識或鑑別之功能，如此當民眾陳情時，環保主管機關即可依據民眾陳情之內容，配合工廠製程逸散污染物排放資料表的內容，快速鎖定陳情處附近可能污染之工廠，而在第一時間內正確找出真正洩漏或造成污染之工廠，並進行處分及後續管制作業。

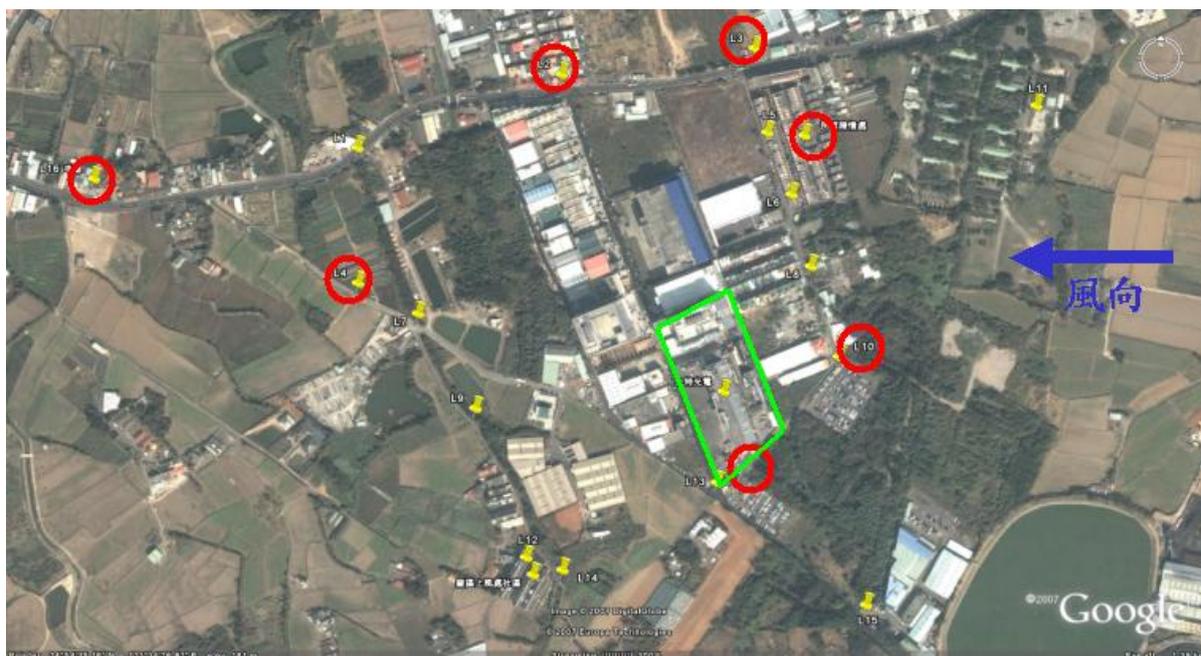


圖 6 周界採樣點濃度較高之位置

參考文獻

1. 蔡俊鴻、吳義林、朱信，”石化業因應揮發性有機污染物管制規範之對策研究’，經濟部工業局八十三年度專案計畫執行成果報告，台北市(1994)。
2. 陳煥文、林志仁、許逸群、蔡俊鴻，”南臺灣地區揮發性有機物分析及光化潛勢”，第十三屆空氣污染控制技術研討會論文集，pp.101-109(1996)。
3. 許逸群，”臭氧高濃度區揮發性有機物特徵與排放源關聯性研究”，碩士論文，國立成功大學環境工程研究所，台南市(2000)。
4. 陳玟姝，”高雄市臭味調查及改善”，碩士論文，國立中山大學環境工程研究所，高雄市(2006)。
5. 行政院環境保護署譯，”惡臭防制技術參考手冊(I-IV)”，台北市(1988)。
6. 張錦輝，”國內對容許濃度標準之修訂現況與未來修訂方針”，容許濃度標準之應用與健康效應研討會，pp173-227(1994)。
7. Scheff, P.A. “Improvement of VOCs Source Fingerprints for Vehicles and Refineries”, 84th Annual Meeting and Exhibition of Air and Waste Management Association, Vancouver, B.C. Canada, 1991.
8. Scheff, P.A., C.B. Keil, J. Graf-teterycz, J-Y. Jeng and R.A. Wadden, “The

- Composition of Organic Emissions in Car and Diesel Bus Parking Facilities”, The Annual Meeting of American Industrial Hygiene Conference and Exhibition, 1992.
9. Scheff, P.A. and K. Mardi, “Source-Receptor Analysis of Volatile Hydrocarbon Collected in Newjer”, Proceeding in Indoor Air’93, 2, pp.667-701, 1993.
 10. Scheff, P.A. and R.A. Wadded, “Receptor Modeling of Volatile Organic Compounds Emission Inventory and Validation”, ES&T, 27, 4, 1993.
 11. Scheff, P.A., P.F. Aronian, R.A. Wadden, B.A. Bates, “Development of Volatile Organic Compound Source Fingerprint For Receptor Modeling Application,” Proceeding in Indoor Air’93 2, pp.464-471, 1993.
 12. 方彥仁, ”長期傳輸對台灣北端氣膠酸鹼度與污染物演化生成程序的影響”, 碩士論文, 國立中央大學環境工程研究所, 桃園縣(2006)。