

第一章 前言

1.1 計劃緣起

石化工業是近年來台灣地區重要的基本產業，歷經六個階段及數十年的孕育發展，其生產值已達製造業總產值的四分之一，對於台灣地區經濟之蓬勃發展具舉足輕重的角色，其發展一直在成長中，除了幾個既存大型石化工業外，目前七輕正積極開發中，未來將扮演重要的角色。

由於石化工廠的密集設置，對環境品質造成很大的衝擊。石化工業之原料使用、中間產物及產品種類繁多，其製成設備、管線輸送、儲存及運輸過程等，造成污染物質之排放或逸散。因此，石化業一般被認為是有害空氣污染物的主要來源之一，其有害空氣污染物對人體有諸多不良影響，如：致癌效應、系統毒性等。常見有害空氣污染物包括：揮發性有機物、多環芳香烴化合物、酸鹼氣體等。其所產生之臭味及污染問題，常遭鄰近居民抗議，以高雄兩個石化工業區（林園及大社）為例，近年來民眾陳情案件時有所聞。因此，石化業帶來的環境污染問題，尤其是空氣中有害物質之排放不能不重視。

位於高雄市南方的林園工業區是一類石油化學性質的工廠。工業區的面積範圍大概 2-5 平方公里，廠房面積範圍大概 6387-97000 平方公尺。多數的住宅區都在離工業區 150-300 公尺處^[1]，所以有一些公寓和工業設施都在工業區的北面。高屏溪則緊鄰於工業區旁。

其所產生排放之污染物質包括：二氧化硫、硫化氫、氰化物、氮氧化物、氯化物等。各工廠使用之主要化學物質種類不勝列舉，其對附近環境潛在影響不可輕忽，實有必要調查林園石化工業區各工廠生產、使用、儲存之危害物，尤其是空氣中有害物質據以評估其對區外之工安環保影響。

1.2 計畫目的

本專題研究之目的有三，其一為調查林園工業區區內各廠運作之危害物質數量，並以危害指數來區分各廠危害程度，以瞭解危害風險之分佈，據以策定防範策略；其二了解工業區使用之致癌性物質對林園工業區廠內、廠外居民造成之健康危害。

1.3 研究方法

依據高雄縣環保局提供之資料並赴現場踏勘以瞭解工業區現況（工廠分佈、所使用危害物種類及數量），據以分析高風險區、高危害物質之分布地區。研究步驟包括：收集文獻、赴環保局調查林園工業區各工廠使用危害物種類、運作數量等資料，本計劃進行之步驟如下，其研究方法如圖 1.1 所示：

1. 收集區內工廠危害物使用之相關資料。
2. 收集風險評估相關文獻並研讀。
3. 估算各工廠使用之危害物之毒性指數。

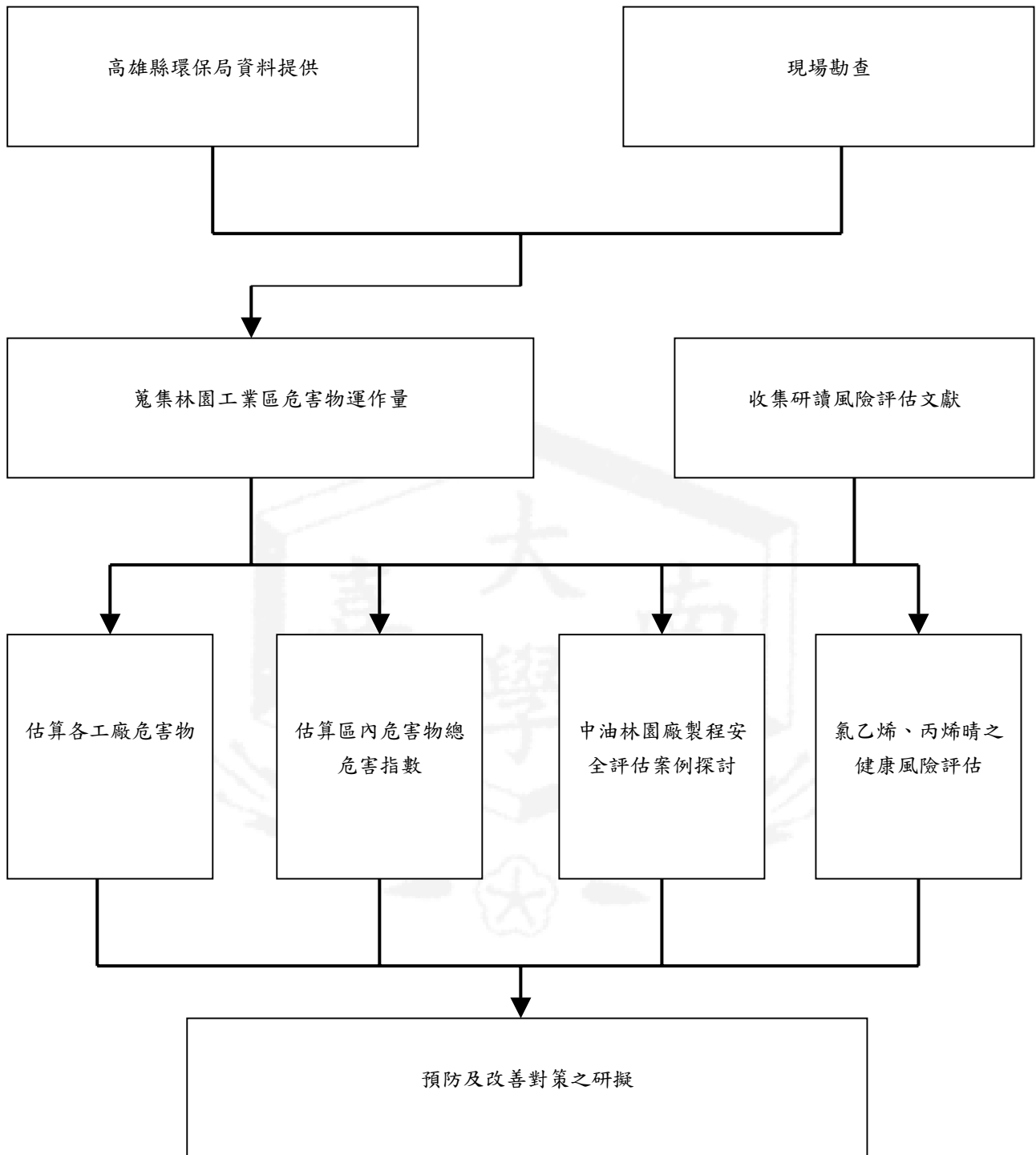


圖 1.1 本計畫研究方法流程圖

第二章 林園工業區危害物調查及危害評估

2.1 林園工業區地理背景及現況

林園鄉位於高雄縣南端，隔著高屏溪上的雙園大橋，與屏東遙遙相望。1973 年 11 月 12 日，當時行政院長蔣經國在國民黨第十四屆中全會宣布十項重要建設，其中即包括了石油化學工業。而石化工業中除了高雄煉油廠在高雄市外，其餘有大社石化區、大寮石化區與林園石化區均設在高雄縣。林園石化工業區位在林園鄉，於 1976 年 2 月斥資 20 億元興建完成，設於高屏溪出口處，占地 388 公頃。該地是汕尾三村（東汕、西汕、北汕所在）。汕尾三村人口 7600 人，占地 350 公頃，居民大部分務農。

2.2 林園工業區各廠相關資料

林園工業區為國內較大規模的石化工業區之一，該區內工廠林立，涵蓋的廠商即包括：中油、亞聚、台苯、南亞、南帝、台氣、聯成、台塑、中美和、和益、阿科(利安德)、東聯、李長榮、榮民氣體、信昌、中橡、台達...等多家石化工廠，各工廠分佈如圖 2-1。

林園廠全廠規劃分兩階段進行，第一階段以第三輕油裂解場、第四重組工場為主之煉製工場，分別煉製烯烴類（乙烯、丙烯、丁二烯）及芳香烴類（苯、對-二甲苯、鄰-二甲苯）之石化基本原料，以供應林園石化工業區下游廠商所需全部基本原料，以及一些大社、仁武工業區的石化廠商，帶動我國石化工業蓬勃發展。第二階段則以第四輕油裂解工場為核心，以充分供應下游廠商對石化基本原料殷切的需求。目前共有廠家 18 家其主要產品資料如下：

廠 家 名 稱	主 要 產 品
中油高雄煉油總廠林園廠	乙烯、丙烯、丁二烯、BBR、苯、對-二甲苯、鄰-二甲苯
台達化學公司	ABS 樹脂
台灣可塑劑公司	塑膠增韌劑
台灣苯乙烯公司	苯乙烯單體為聚乙烯塑膠原料
台灣塑膠公司	聚乙烯塑膠
永嘉化學公司	聚丙烯塑膠
李長榮化工公司	異丙醇、丙酮
台灣石化合成公司	甲基第三丁乙醚為無鉛汽油配料
南帝化工公司	乳膠
中國合成橡膠公司	碳煙為橡膠製品填料
和益化學公司	烷基苯為清潔劑原料
東聯化學公司	乙二醇為聚脂纖維原料
中美和石油化學公司	純對苯二甲酸為聚脂纖維原料

廠 家 名 稱	主 要 產 品
亞洲聚合公司	低密度聚乙烯塑膠
群隆現代化公司	丙二醇、聚丙二醇為樹脂泡棉原料
聯成石油化學公司	酸酐為塑膠增韌劑原料
台灣氯乙烯公司	氯乙烯
信昌化工公司	酚、丙酮



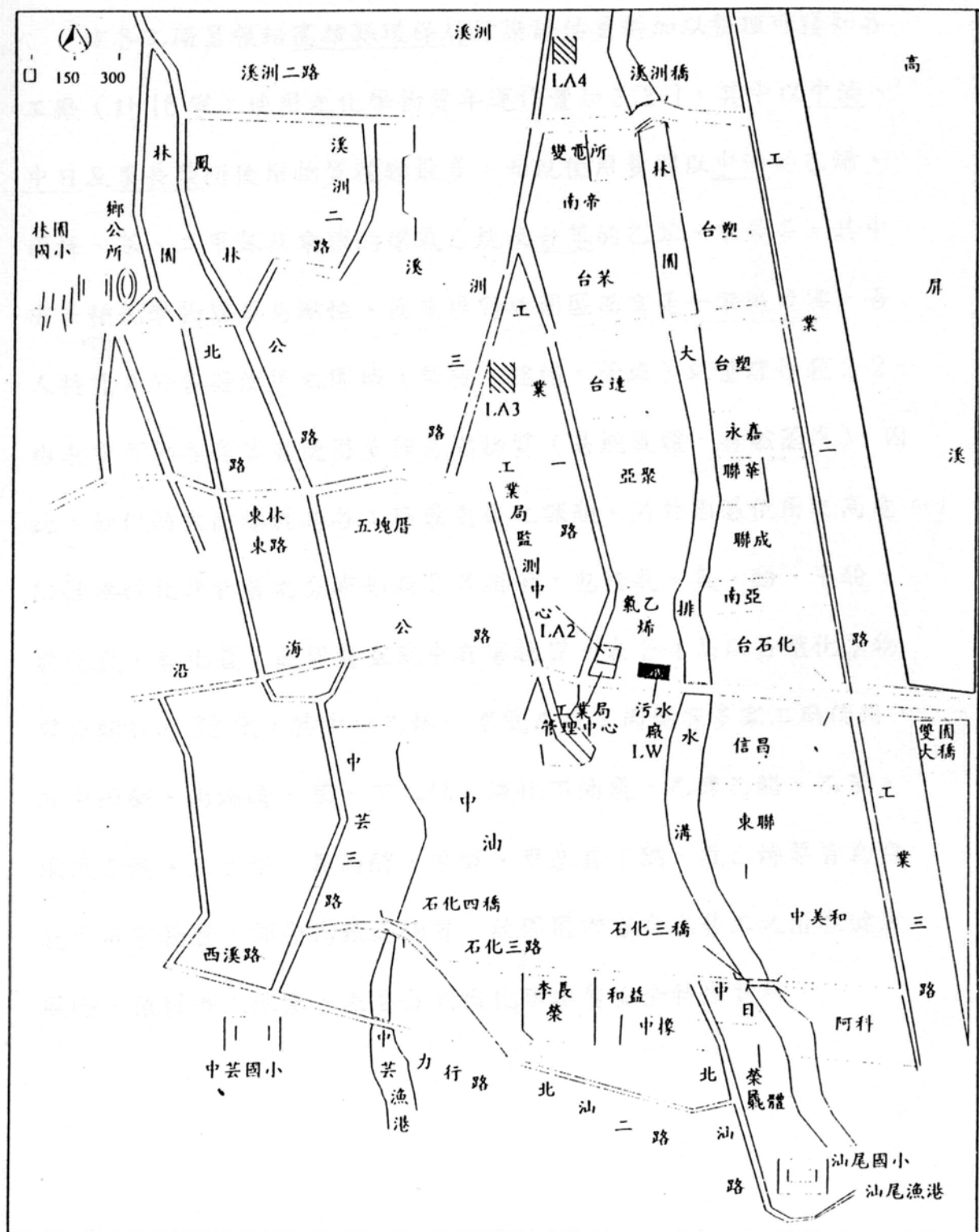


圖 2-1 林園工業區各工廠分佈圖

2.3 工業區內各廠化學物質之調查

依各工廠呈報給高雄縣環保局污染評估資料加以整理可獲知各工廠（計 16 家）使用之化學物質年運作量如表 2-1，其中以中油、中日及李長榮所使用物質種類最多，而就使用量則以中油的乙烯、丙烯、苯、二甲苯及東聯的環氧乙烷及台苯的乙苯、苯最多。其中有多種化學物質具易燃性、反應性對於園區而言是一潛區危害，吾人特究其於各廠使用之區域（製程、儲槽、管線）以整理如表 2-2。由表中可知各廠皆有使用多種易燃物質（易燃氣體、易燃蒸汽），因此，如何防火防爆應為各工廠最重視之課題。另外園區使用之高危險性毒性化學物質之分布如表 2-3 所示，包括氨、氯、酚、甲酚、氯化氫、氟化氫，此皆為空氣中有害物質。表 2-4 為以易燃化學物質分類計有 32 種，其中以乙烯、環氧乙烷、丙烯有多家工廠使用，其中丙酮、丙烯晴、苯、丁二烯、液化石油氣、乙酸乙酯、乙苯、環氧乙烷、正己烷、異丙醇、甲醇、甲基異丁酮、氯乙烯等皆為空氣中有害物質，部分為致癌物質，故園區內亦存在勞工之潛在健康風險，值得吾人注意。表 2-5 列出化學物質安全特性資料。

表 2-1 林園工業區各工廠化學物質年運作量

工廠/化學物質	含量(噸)	工廠/化學物質	含量(噸)
1. 中美和		4. 中日	
醋酸	1410	環氧乙烷	20
對-二甲苯	10120	環氧丙烷	8
氨	260	醋酸	0.6
對-苯二甲酸	10000	壬酚	800
		鄰-甲酚	11
2. 中油		酚	5
乙烯	653928	甲醛	3
丙烯	344256	過氧化氫	0.3
液化石油氣	6200	異丙胺	1
丁二烯	104214	異丁胺	1
汽油	233640	正丁胺	2
石油精	228100	苯	7.6
柴油	92000	二甲苯	5
苯	285348	二-乙基己醇	32
甲苯	178200		
二甲苯	223608		
萃餘物	7400	5. 中橡	
燃料油	14300	燃油	8000
單乙醇胺	100	碳煙	800
二甲基胺	1500		

3. 東聯

環氧乙烷

117096

6. 信昌

丁烯

497

表 2-1 林園工業區各工廠化學物質年運作量（續）

工廠/化學物質	含量(噸)	工廠/化學物質	含量(噸)
---------	-------	---------	-------



乙烯	99500
二氯乙烯	0.8
四氯奈	180
乙二醇	7000
二乙二醇	1800
氯	0.9

甲醇	1520
甲基第三丁基醚	1646
甲基乙基酮	1925
丁醇	3377
正己烷	84.5
酚	21600
苯	89047
丙烯	48329
丙酮	6800

7. 亞聚

醋酸乙烯酯	18
丙烯	30.6
正己烷	29.7
甲醇	2.3

11. 聯成

酞酸酐	4590
順丁烯二酐	2000
間-二甲苯	90000
2-乙基己醇	4150
正丁醇	1460
壬醇	6970

8. 李長榮

環氧乙烷	1500
丙烯	32800
異丙醇	20000
丙酮	12000
甲基異丁酮	160
甲基乙基酮	8700
乙酸乙酯	38000
乙醛	40700
丙烷	23
乙烯	27200

12. 台苯

乙烯	75000
苯	210000
乙苯	422700
甲苯	597.5
苯乙烯	13500

9. 台達

丁二烯	8183
丙烯晴	10480
苯乙烯	26930
甲基乙基酮	5.8

13. 南帝

丁二烯	434
苯乙烯	203
丙烯晴	56

氨	3.3
甲基乙基酮	5.8
甲基丙烯酸酯	12.5

14. 阿科（利安德）

10. 和益

		丙烯	76.5
苯	300	氯	142.4
氟化氫	35	環氧丙烷	28000
烯類	2100	1,2-二氯丙烷	3000



表 2-1 林園工業區各工廠化學物質年運作量（續）

工廠/化學物質	含量（噸）	工廠/化學物質	含量（噸）
---------	-------	---------	-------

丙烯	2100	環氧乙烷	1050
----	------	------	------

15. 台塑

VCM UNIT		PE UNIT	
二氯乙烯	1400	丙烯	2.5
乙烯	56000	1-丁烷	76
氯	10	正己烷	280
氯化氫	89.6		
四氯化碳	1.2		
AE UNIT		UTILITIES	
甲醇	4680	氯	2
丁醇	11562	氯化氫	16.4
2-乙基己醇	1385		
丙烯	449		
甲基丙基酸	1182		
丁基丙烯酸	741		
氯	5.7		
丙烯	800		
PP UNIT (YCC)			
丙烯	500		
庚烷	400		
甲醇	6		

16. 南亞

西夫酸酐	2781	2-乙基乙醇	5211
脂肪酸	599	異壬醇	13200
異葵醇	4000		

表 2-2 化學物質的性質

工廠	區域	易燃蒸汽	易燃氣體	化學反應
1. 中美和	製程	對-二甲苯、醋酸	-	-
	儲槽	對-二甲苯、醋酸	-	-
	管線	對-二甲苯	-	-
2. 中油	製程	石油精、汽油、苯 甲苯、二甲苯、乙醇胺	乙烯、硫化氫 丙烯、液化石油氣 丁二烯	-
	儲槽	石油精、汽油、苯 甲苯、二甲苯、柴油 燃料油	乙烯、丙烯、丁二烯 液化石油氣	-
	管線	二甲苯	乙烯、丙烯 液化石油氣	-
3. 東聯	製程	二氯乙烯	乙烯、乙烷	環氧乙烷
	儲槽	環氧乙烷、二氯乙烯	-	-
	管線	環氧乙烷	乙烯、乙烷	-
4. 中日	製程	環氧乙烷、環氧丙烷 醋酸、苯乙烯、二甲苯	-	環氧乙烷 環氧丙烷 苯乙烯
	儲槽	環氧乙烷、環氧丙烷 醋酸、苯乙烯、二甲苯	-	環氧乙烷 環氧丙烷 苯乙烯
	管線	環氧乙烷		
5. 中橡	製程	燃料油	-	-
	儲槽	燃料油	-	-
	管線	-	-	-

表 2-2 化學物質的性質（續）

工廠	區域	易燃蒸汽	易燃氣體	化學反應
6. 信昌	製程	甲醇、甲基丁基醚 甲基乙基酮、2-丁醇 正己烷	丁烷/丁烯 氫	-
	儲槽	甲醇、甲基丁基醚 甲基乙基酮、2-丁醇 正己烷	丁烷/丁烯	-
	管線	-	丁烷/丁烯	-
7. 亞聚	製程	乙烯基醋酸、正己烷 甲醇	乙烯、丙烯	-
	儲槽	乙烯基醋酸、正己烷 甲醇	-	-
	管線	-	乙烯	-
8. 李長榮	製程	環氧乙烷、異丙醇 丙酮、甲基異丁酮 異丙醚、乙醛 乙基醋酸鹽	乙烯、丙烯 丙烷	-
	儲槽	環氧乙烷、異丙醇 丙酮、甲基異丁酮 異丙醚、乙醛 乙基醋酸鹽	丙烷	-
	管線	環氧乙烷	乙烯、丙烯	-
9. 台達	製程	丙烯晴、苯乙烯 甲基乙基酮	丁二烯	苯乙烯 丁二烯 丙烯晴
	儲槽	丙烯晴、苯乙烯 甲基乙基酮	丁二烯	苯乙烯 丁二烯 丙烯晴
	管線	苯乙烯	丁二烯	-

表 2-2 化學物質的性質（續）

工廠	區域	易燃蒸汽	易燃氣體	化學反應
10. 合益	製程	苯、正烯類、丙烯	-	-
	儲槽	苯、正烯類、丙烯	-	-
	管線	苯	-	-
11. 聯成	製程	間-二甲苯、丁醇	-	-
	儲槽	間-二甲苯、丁醇	-	-
	管線	間-二甲苯	-	-
12. 台苯	製程	苯、二甲苯、苯乙烯	乙烯、氫	苯乙烯
	儲槽	苯、二甲苯、苯乙烯	乙烯、氫	苯乙烯
	管線	苯	乙烯	-
13. 南帝	製程	苯乙烯、丙烯晴、 甲基乙基酮	丁二烯	苯乙烯 丙烯晴
	儲槽	苯乙烯、丙烯晴、 甲基乙基酮	丁二烯	苯乙烯 丙烯晴
	管線	-	丁二烯	-
14. 阿科	製程	環氧丙烷、環氧乙烷 1,2-二氯丙烷、苯乙烯 丙酮	丙烯	環氧丙烷 環氧乙烷 苯乙烯 丙烯晴
	儲槽	環氧丙烷、環氧乙烷 1,2-二氯丙烷、苯乙烯 丙酮	丙烯	環氧丙烷 環氧乙烷 苯乙烯 丙烯晴
	管線	環氧乙烷	-	-



表 2-2 化學物質的性質（續）

工廠	區域	易燃蒸汽	易燃氣體	化學反應
15. 台塑	製程	二氯乙烯、正-丁烷 甲苯、苯乙烯、甲醇 丁醇、庚烷	乙烯、氯乙烯基 氫、丙烯 1-丁烯	氯乙烯基
	儲槽	二氯乙烯、正-己烷 甲苯、苯乙烯、甲醇 丁醇、庚烷	氯乙烯基 丙烯 1-丁烯	氯乙烯基
	管線	-	乙烯、丙烯	-

16. 南亞

製程

儲槽 (在工廠中，所含的高易燃物很少)

管線



表 2-3 高危險性毒性化學物質的含量

化學物質	工廠	含量 (噸)
氨	南帝	3.3
氯	台塑	10
	阿科	142.4
酚	中日	5
甲酚	中日	110
氯化氫	台塑	89.6
氟化氫	和益	35

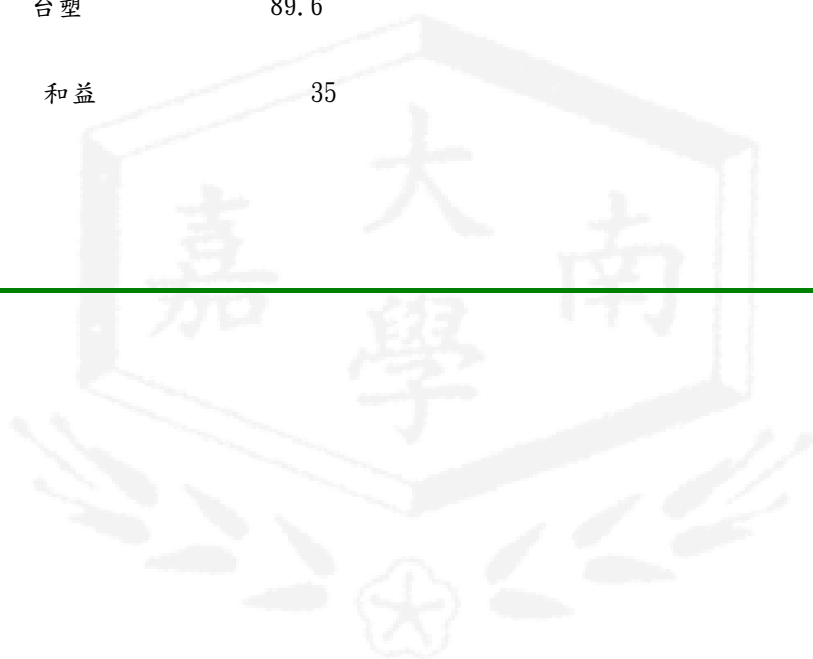


表 2-4 高危險易燃化學物質的存量

化學物質	工 廠	存量(噸)
1. 乙醛	李長榮	40700
2. 丙酮	李長榮	12000
	信昌	6800
3. 丙烯晴	阿科	230
	南帝	56
	台達	10480
4. 苯	中油	285348
	和益	300
	台苯	210000
	信昌	89047
5. 丁二烯	中油	104214
	南帝	434
	台達	8183
6. 液化石油氣	中油	6200
7. 丁醇	台塑	11562
	信昌	3377
	聯成	1460
8. 1, 2-二氯丙烷	阿科	300
9. 乙酸乙酯	李長榮	38000
10. 乙苯	台苯	422700
11. 乙烯	中油	653928
	台塑	56000
	李長榮	27200
	東聯	99500
	台苯	75000
12. 二氯乙烯	台塑	1400
	東聯	0.8
13. 環氧乙烷	阿科	1050
	李長榮	1500
	東聯	117096
	中日	20
	南亞	2781
14. 庚烷	台塑	400

表 2-4 高危險易燃化學物質的存量（續）

化學物質	工廠	存量(噸)
15. 正己烷	亞聚	29.7
	台塑	280
	信昌	84.5
16. 氫	中美和	260
17. 異丙醇	李長榮	20000
18. 甲醇	亞聚	2.3
	台塑	4680
	信昌	1520
19. 甲基丙烯酸	台塑	1182
20. 二甲基胺	中油	1500
21. 甲基丁基醚	信昌	1646
22. 甲基乙基酮	信昌	1925
	台達	5.8
	李長榮	8700
	南帝	5.8
23. 甲基異丁酮	李長榮	160
24. 單乙醇胺	中油	100
25. 丙烷	李長榮	23
26. 丙烯	亞聚	30.6
	中油	344256
	台塑	1749
	李長榮	32800
	阿科	76.5
	和益	2100
	信昌	48329
27. 環氧丙烷	阿科	28000
	中日	8
28. 甲苯	中油	178200
	台苯	597.5
29. 苯乙烯	南帝	203
	台苯	13500
	台達	26930
30. 乙酸乙酯	亞聚	18
31. 氯乙烯	台塑	86400
32. 鄰, 間, 對-二甲苯	中美和	10120
	中油	223608
	中日	5
	聯成	90000
	台塑	5



表 2-5 化學物質安全特性資料

化學物質	NFPA			勞工作業環境有 害物質容許濃度 標準 (ppm)	爆炸下限 (%)	爆炸上限 (%)	沸點 (℃)	閃火點 (℃)	自燃溫度 (℃)	蒸氣壓 (mmHg)
	H	F	R							
丙酮	1	3	0	750	2.6	12.8	56	-20	465	186
丙烯晴	-	-	-	2	3	17	76	-1	481	83
氯	3	1	0	50	16	25	-33.4	-	651	8.7
苯	2	3	0	5	1.3	7.9	80	-11	498	21.9 (kpa)
丁二烯	2	4	2	1000	2	12	-4.5	-	-	16 (kpa)
氯	3	0	0	0.5	-	-	-34.6	-	-	638 (kpa)
二氯乙烷	2	3	0	50	6.2	15.6	84	13	-	62
乙苯	2	3	0	-	1	6.7	136	21	-	7.1
正己烷	1	3	0	50	1.1	7.5	69	-21.7	225	124
液化石油氣	1	4	0	1000	1.9	9.5	-40~0.5	-	405~450	8.6 (kpa)
甲醇	1	3	0	200	7.3	14.4	54	5.6 (25%)	4025	215 (40%)
甲基乙基酮	1	3	0	200	1.4	11.4	80	-9	405	-
甲基丙烯酸甲酯	2	3	2	100	1.6	8.2	100	10	421	35
西夫酸二辛酯	-	-	-	5 (mg/m ³)	-	-	386	219	249	<0.01
酚	3	2	0	5	3	10	182	79	715	0.2
西夫酸酐	2	1	0	2	1.7	10.5	285	152	570	16
丙烯	1	4	1	-	2	11.1	-48	-	480	1043 (kpa)
環氧丙烷	2	4	2	-	2.3	36	34	-37	449	442
苯乙烯	2	3	2	50	1.1	6.1	145	32	490	5

表 2-5 化學物質安全特性資料 (續)

化學物質	NFPA			勞工作業環境有 害物質容許濃度 標準 (ppm)	爆炸下限 (%)	爆炸上限 (%)	沸點 (°C)	閃火點 (°C)	自燃溫度 (°C)	蒸氣壓 (mmHg)
	H	F	R							
甲苯	2	3	0	100	1.2	7.1	110.8	4	480	22
醋酸乙烯酯	-	-	-	-	2.6	13.4	72	-1	427	-
氯乙烯	2	4	1	5	4	21.7	-14	-	-	2660
對-二甲苯	2	3	0	100	1.1	7	138	27	520	10

2.4 毒性及火災/爆炸指數

在初步的評估中有些簡單的危害物特性包括毒性、易燃性、化學物質之數量及其蒸氣壓可用以估算危害性。蒸氣壓測定物質之揮

發性其直接關係著對空氣污染之潛在危害，突然釋放到空氣中引起的火災或爆炸之危害。

兩個指數有助於每一化學物質之分析。一個用以提供相關毒性危害，另一指數與易燃物、爆炸危害有關之指數。其計算方法如后。

毒性指數 TI 可定義為：

$$TI = INV \times VP / TOX$$

INV：物質儲存區目錄中化學物質的含量 (kg)

VP：為 20°C 時之蒸氣壓 (mm Hg)

TOX：化學物質測量之毒性，同於 IDLH 或 TLV 值

一般物質測量毒性之容許濃度中 TLV 值較 IDLH 值常被採用。火災/爆炸指標 FEI 可定義為：

$$FEI = INV \times VP \times HC / FP$$

INV：物質儲存區目錄中化學物質的含量 (kg)

VP：為 20°C 時之蒸氣壓 (mm Hg)

HC：燃燒氧化產生之熱量 (kcal/kg)

FP：物質之閃火點

這些指數是用來測量儲放區化學物質含量及其揮發性或可燃性，換句話說就是用以估算火災和爆炸之潛在危害。這是因為由火災產生的輻射熱或爆炸之威力造成之影響與化學物質燃燒氧化所釋放出熱能的比例有關。蒸氣壓愈高代表其易掘發、易散佈於空氣中。

閃火點是容易造成化學物質起火的最低溫度，故運用這些因素，可略估算各危害物質之危害大小。

各廠使用之化學物質其特性及估算之毒性及火災/爆炸指數結果列如表 2-6。若以危害物質為對象重新整理表 2-6，計算危害物的總毒性指數及總火災/爆炸指數，結果如表 2-7。從表 2-7 可知丙烯有六家工廠使用，乙烯有五家工廠使用，苯有四家工廠使用。其中毒性指數大於 10^6 者依序為：環氧乙烷 → 鄰，間，對-二甲苯 → 甲苯 → 乙苯等，我們可以看出這些高 TI 的物質都含有苯，因為苯本身是屬於引火性物質、毒性氣體及可燃性氣體，所以運作該等物質時，尤需注意防漏防洩。

火災/爆炸指數大於 10^{13} 者依序為：丙烯 → 苯 → 丙烯晴 → 丁二烯 → 丙酮等，顯示該等物質極易造成火災/爆炸性危害，亦即這五種物質需特別加強防火防爆。值得一提的是苯、丙烯又是致癌物，對於這兩種物質的使用更須謹慎。

表 2-6 林園工業區中儲槽的主要化學物質其毒性和易燃、爆炸指數

化學物質	含量 (噸)	蒸汽壓 (mmHg)	IDLH (ppm)	熱 (Kcal/Kg)	閃點 (°C)	TI	FEI
------	-----------	---------------	---------------	----------------	------------	----	-----

1. 亞聚

醋酸乙烯酯	18	93	500	5388.4	-1	3.3E+03	9.0E+09
丙烯	30.6	760	-	11338.1	-108	-	2.6E+12
正己烷	29.7	125	5000	11569.8	-30	7.4E+02	4.3E+10
甲醇	2.3	100	25000	5340.6	10	9.2E+00	1.2E+08

2. 中美和

醋酸	1410	12	1000	3483.7	39	1.7E+04	1.5E+09
對-二甲苯	10120	10	1000	6334.1	27	1.0E+05	2.4E+10
對-苯二甲酸	10000	0.01	-	4585.7	260	-	1.8E+06

3. 阿科（利安德）

丙烯	76.5	760	-	11338.1	-108	-	6.6E+12
氯	142.4	760	30	-	-	3.6E+06	-
環氧丙烷	28000	442	2000	6700	-37	6.2E+06	2.2E+12
1,2-二氯丙烷	300	43	3000	4035	16	4.3E+03	3.3E+09
環氧乙烷	1050	760	致癌物	6865.9	-17.8	-	3.1E+11
苯乙烯	147	5	5000	10079.7	31	1.5E+02	2.4E+08
丙烯晴	230	83	致癌物	42950	1	-	8.2E+11
乙醇	32	43.9	1000	-	13	1.4E+03	-

4. 台塑

A. VCM UNIT

二氯乙烯	1400	62	致癌物	2698	13	-	1.8E+10
氯	10	760	30	-	-	2.5E+05	-
氯乙烯	86400	760	致癌物	4444	-78	-	3.7E+12
氯化氫	89.6	760	100	-	-	6.8E+05	-
四氯化碳	1.2	91.3	致癌物	-	-	-	-
乙烯	56000	10	-	11676	-136	-	4.8E+10

B. AE UNIT

甲醇	4680	100	25000	5340.6	10	1.9E+04	2.5E+11
丁醇	11562	7	8000	8641.9	37	1.0E+04	1.9E+10
2-乙基己醇	1385	0.83	-	10015.3	73	-	1.6E+08

表 2-6 林園工業區中儲槽的主要化學物質其毒性和易燃、爆炸指數（續）

化學物質	含量 (噸)	蒸汽壓 (mmHg)	IDLH (ppm)	熱 (Kcal/Kg)	閃點 (°C)	TI	FEI
甲基丙烯酸	1730	68.2	1000	6389	-3	1.2E+05	2.5E+11
丁基丙烯酸	741	4	-	8281	48	-	5.1E+08
氯	5.7	760	30	-	-	1.4E+05	-
丙烯	800	760	-	11338.1	-108	-	6.9E+13

C. PP UNIT

丙烯	500	760	-	11338.1	-108	-	4.3E+13
庚烷	400	38	5000	11956	-1	3.0E+03	1.8E+11
甲醇	6	100	25000	5340.6	10	2.4E+01	3.2E+08

D. PE UNIT

丙烯	2.5	760	-	11338	-108	-	2.2E+11
1-丁烷	76	760	-	11324	-60	-	6.5E+11
正己烷	280	125	5000	11569	-22	7.0E+03	4.0E+11
甲苯	5	22	2000	10130	4.4	5.5E+01	2.5E+08

E. Utilities

氯	2	760	30	-	-	5.1E+04	-
---	---	-----	----	---	---	---------	---

5. 中橡

燃料油	8000	0.05	-	10416	70	-	6.0E+07
碳煙	800	-	-	7837	-	-	-

6. 和益

苯	300	78.6	致癌物	10013	-11	-	2.4E+11
氟化氫	35	760	30	-	-	2.2E+06	-
烷基苯	3800	-	-	-	-	-	-

7. 南亞

夫酸酐	2781	0.05	10000	5440.3	152	1.4E+01	5.0E+06
2-乙基己醇	5211	0.05	-	10015.4	73	-	3.6E+07
脂肪酸	599	0.28	-	4577.4	196	-	3.9E+06
異壬醇	13200	0.1	-	9860	74	-	1.8E+08
異葵醇	4000	0.1	-	10300	65	-	6.3E+07

8. 李長榮

環氧乙烷	1500	760	致癌物	6865.9	-17.8	-	4.4E+11
------	------	-----	-----	--------	-------	---	---------

表 2-6 林園工業區中儲槽的主要化學物質其毒性和易燃、爆炸指數（續）

化學物質	含量 (噸)	蒸汽壓 (mmHg)	IDLH (ppm)	熱 (Kcal/Kg)	閃點 (°C)	TI	FEI
丙烯	32800	760	-	11338.1	-108	-	2.6E+12
異丙醇	20000	38	12000	7418.7	21	6.3E+04	2.7E+11
丙酮	12000	266	20000	7538.6	-20	1.6E+05	1.2E+12
甲基異丁酮	160	7	-	8314.6	20	-	4.7E+08
甲基乙基酮	8700	70	3000	8113.9	-9	2.0E+05	4.9E+12
乙酸乙酯	38000	73	10000	5965.6	-5	2.8E+05	3.3E+12
乙醛	40700	760	10000	6334.1	-38	3.1E+03	5.2E+12
丙烷	23	760	20000	14821.3	-104	8.8E+02	2.6E+12
乙烯	27200	10	-	11676	-136	-	2.3E+10

9. 東聯

環氧乙烷	117096	760	致癌物	6865.9	-17.8	-	3.4E+10
二氯乙烯	0.8	62	致癌物	2698	13	-	1.0E+07
四氫奈	180	0.1	-	10403.1	71	-	2.6E+06
乙二醇	7000	0.05	-	4547	111	-	1.4E+07
2-乙二醇	1800	0.097	-	6740	124	-	9.5E+06
氯	0.9	760	30	-	-	2.3E+04	-
乙烯	99500	10	-	11676	-136	-	8.5E+10

10. 中日

環氧乙烷	20	760	致癌物	6865.9	-17.8	-	1.0E+11
------	----	-----	-----	--------	-------	---	---------

環氧丙烷	70	442	2000	7758	-37	1.5E+04	2.4E+11
醋酸	0.6	12	1000	3483.7	39	7.2E+00	6.4E+05
壬酚	800	1	-	8000	141	-	4.5E+07
鄰-甲酚	11	0.15	250	8152.8	86	6.6E+00	1.6E+05
酚	5	0.36	250	8293.1	79	7.2E+00	1.9E+05
甲醛	3	760	致癌物	4547.3	66	-	1.6E+08
過氧化氫	0.3	5	75	-	-	2.0E+01	-
異丙胺	1	478	4000	9581.3	-37	1.2E+02	4.6E+09
異丁胺	1	110	-	8641.9	37	-	2.6E+07
正-丁胺	2	82	2000	9081	-12	8.2E+01	1.5E+09
奈	7.6	0.1	500	9623.4	79	1.5E+00	9.3E+04
二甲苯	5	10	1000	10244.12	25	5.0E+01	2.0E+07
2-乙基己醇	32	0.05	-	10015.4	73	-	2.2E+05

11. 南帝

丁二烯	434	760	20000	11128.9	-76	1.6E+04	3.7E+12
苯乙烯	203	5	5000	10079.7	31	2.0E+02	3.3E+08
丙烯晴	56	83	致癌物	42950	-1	-	2.0E+11
氮	3.3	760	500	4444	-4	5.0E+03	1.1E+10

表 2-6 林園工業區中儲槽的主要化學物質其毒性和易燃、爆炸指數（續）

化學物質	含量 (噸)	蒸汽壓 (mmHg)	IDLH (ppm)	熱 (Kcal/Kg)	閃點 (°C)	TI	FEI
甲基乙基酮	5.8	70	3000	8113.9	-9	1.4E+02	3.3E+09
甲基丙烯酸甲酯	12.5	35	4000	7800	10	1.1E+02	3.4E+08

12. 信昌

丁烯	497	760	-	11480.5	1	-	4.3E+12
甲醇	1520	100	2500	5340.6	10	6.1E+04	8.1E+10
甲基第三丁基醚	1646	240	-	10125	25	-	1.6E+11
甲基乙基酮	1925	70	3000	8113.9	-9	4.5E+04	1.2E+11
丁醇	3377	13	10000	8641.9	24	4.4E+03	1.6E+10
正己烷	84.5	125	5000	11569.8	-30	2.1E+03	1.2E+11
酚	21600	0.36	250	8293.1	79	3.1E+04	8.2E+08
苯	89047	78.6	致癌物	9991.4	-11.1	-	7.0E+13
丙烯	48329	760	-	11338.1	-108	-	4.2E+14
丙酮	6800	266	20000	7538.6	-20	7.7E+04	1.2E+13

13. 台苯

苯	210000	78.6	致癌物	9991.4	-11.1	-	1.5E+13
---	--------	------	-----	--------	-------	---	---------

乙苯	422700	7.1	2000	10270.8	21	1.5E+06	1.5E+12
甲苯	597.5	22	2000	10130	4.4	6.6E+03	3.0E+10
苯乙烯	13500	5	5000	10079.7	31	1.4E+04	2.2E+10
乙烯	75000	10	-	11676	-136	-	6.4E+10

14. 台達

丁二烯	8183	760	20000	11128.9	-76	3.1E+05	9.1E+11
丙烯晴	10480	83	致癌物	42950	-1	-	3.7E+13
苯乙烯	26930	5	5000	10079.7	31	2.7E+04	4.4E+10
甲基乙基酮	5.8	70	3000	8113.9	-9	1.4E+02	3.7E+08

15. 聯成

酞酸酐	4590	0.05	10000	5440.3	152	2.3E+01	8.2E+06
順-丁烯二酐	2000	0.16	-	3459.4	103.3	-	1.1E+07
間-二甲苯	90000	7	1000	10243.5	46	6.3E+05	1.4E+11
2-乙基己醇	4150	0.05	-	10015.4	76	-	2.7E+07
正-丁醇	1460	7	8000	8641.9	37	1.3E+03	2.4E+09
壬醇	560	0.1	-	10000	74	-	7.6E+06
夫酸二辛酯	6000	-	致癌物	-	218	-	-

表 2-6 林園工業區中儲槽的主要化學物質其毒性和易燃、爆炸指數（續）

化學物質	含量 (噸)	蒸汽壓 (mmHg)	IDLH (ppm)	熱 (Kcal/Kg)	閃點 (°C)	TI	FEI
------	-----------	---------------	---------------	----------------	------------	----	-----

16. 中油

乙烯	653928	10	-	11676	-136	-	5.6E+11
丙烯	344256	760	-	11338.1	-108	-	2.7E+13
液化石油氣	6200	760	-	12000	-104	-	5.4E+11
丁二烯	104214	760	20000	11128.9	-76	4.0E+03	1.2E+13
苯	285348	78.6	致癌物	9991.4	-11.1	-	2.0E+13
甲苯	178200	22	2000	10130	4.4	2.0E+06	9.0E+12
二甲苯	223608	10	1000	10244.1	25	2.2E+06	9.2E+11
間-二甲苯	7300	7	1000	102435	46	5.1E+04	1.1E+11
對-二甲苯	9500	10	1000	6334.1	27	9.5E+04	2.2E+10



表 2-7 林園工業區中各化學物質之總 TI 及 FEI

化學物質	TI	FEI	TOTAL TI	TOTAL FEI
乙醛	3.1E+03	5.2E+12	3.1E+03	5.2E+12
丙酮	1.6E+05 7.7E+04	1.2E+12 1.2E+13	2.4E+05	1.3E+13
丙烯晴	- - -	8.2E+11 2.0E+11 3.7E+13	-	3.8E+13
苯	- - - -	2.0E+13 2.4E+11 1.5E+13 7.0E+13	-	1.0E+14
丁二烯	4.0E+03 1.6E+04 3.1E+05	1.2E+13 3.7E+12 9.1E+11	3.3E+05	1.7E+13
液化石油氣	-	5.4E+11	-	5.4E+11
丁醇	1.0E+04 4.4E+03 1.3E+03	1.9E+10 1.6E+10 2.4E+09	1.6E+04	3.7E+10
1,2 二氯丙烷	4.3E+03	3.3E+09	4.3E+03	3.3E+09
乙酸乙酯	2.8E+05	3.3E+12	2.8E+05	3.3E+12
乙苯	1.5E+06	1.5E+12	1.5E+06	1.5E+12
乙烯	- - - - -	5.6E+11 4.8E+10 2.3E+10 8.5E+10 6.4E+10	-	7.8E+11
二氯乙烯	- -	1.8E+10 1.0E+07	-	1.8E+10
環氧乙烷	- - - -	3.1E+11 4.4E+11 3.4E+10 1.0E+11	-	8.8E+11

表 2-7 林園工業區中各化學物質之總 TI 及 FEI (續)

化學物質	TI	FEI	TOTAL TI	TOTAL FEI
庚烷	3.0E+03	1.8E+11	3.0E+03	1.8E+11
正己烷	7.4E+02	4.3E+10	1.0E+04	5.6E+11
	7.3E+03	4.0E+11		
	2.1E+03	1.2E+11		
異丙醇	6.3E+04	2.7E+11	6.3E+04	2.7E+11
甲醇	9.2E+00	1.2E+08	8.0E+05	3.3E+11
	1.9E+04	2.5E+11		
	6.1E+04	8.1E+10		
甲基丙烯酸	1.2E+05	2.5E+11	1.2E+05	2.5E+11
甲基第三丁基醚	-	1.6E+11	-	1.6E+11
甲基乙基酮	2.0E+05	4.9E+12	2.4E+05	6.0E+12
	4.5E+04	1.1E+12		
	1.4E+02	3.3E+09		
	1.4E+02	3.3E+08		
甲基異丁酮	-	4.7E+08	-	4.7E+08
丙烷	8.8E+02	2.6E+12	8.8E+02	2.6E+12
丙烯	-	2.6E+12	-	5.3E+14
	-	2.7E+13		
	-	6.9E+13		
	-	2.6E+12		
	-	6.6E+12		
	-	4.2E+14		
環氧丙烷	6.2E+06	2.2E+12	6.2E+06	2.4E+12
	1.5E+04	2.4E+11		
甲苯	5.5E+01	2.5E+08	2.0E+06	9.0E+12
	2.0E+06	9.0E+12		
	6.6E+03	3.0E+10		
苯乙烯	1.5E+02	2.4E+08	4.1E+04	6.6E+10
	2.0E+02	3.3E+08		
	1.4E+04	2.2E+10		
	2.7E+04	4.4E+10		

表 2-7 林園工業區中各化學物質之總 TI 及 FEI (續)

化學物質	TI	FEI	TOTAL TI	TOTAL FEI
醋酸乙烯酯	3.3E+03	9.0E+09	3.3E+03	9.0E+09
氯乙烯	-	3.7E+12	-	3.7E+12
鄰，間，對-二甲苯	1.0E+05	2.4E+10	3.1E+06	1.2E+12
	5.1E+04	1.1E+11		
	2.2E+06	9.2E+11		
	9.5E+04	2.2E+10		
	5.0E+01	2.0E+07		
	6.3E+05	1.4E+11		
夫酸酐	1.4E+01	5.0E+06	3.7E+01	1.3E+07
	2.3E+01	8.2E+06		
二氯乙烯	-	1.8E+10	-	1.0E+07
	-	1.0E+07		



若以工廠為對象重新計算每一工廠之 TI 及 FEI 結果如表 2-8 所示。

各工廠之 TI 順序高低為：

阿科：9.8E+06 → 中油：4.4E+06 → 和益：2.2E+06 → 台苯：1.5E+06 → 台塑：1.3E+06 → 李長榮：7.0E+05 → 聯成：6.3E+05 → 台達：3.4E+05 → 信昌：2.2E+05 → 中美和：1.2E+05 → 東聯：2.3E+04 → 南帝：2.1E+04 → 中日：1.5E+04 → 亞聚：4.0E+03 → 南亞：1.4E+01 → 中橡：-。圖 2-2 為林園工業區各工廠 TI 大於 10^5 之分佈圖。

而各工廠之 FEI 順序高低為：

信昌：5.1E+14 → 台塑：1.2E+14 → 中油：7.0E+13 → 台達：3.8E+13 → 李長榮：2.1E+13 → 台苯：3.8E+13 → 阿科：9.9E+12 → 南帝：3.9E+12 → 亞聚：2.6E+12 → 中日：3.5E+11 → 和益：2.4E+11 → 聯成：1.4E+11 → 東聯：3.4E+10 → 中美和：2.5E+10 → 南亞：2.8E+08 → 中橡：6.0E+07。圖 2-3 為林園工業區各工廠 FEI 大於 10^{12} 之分佈圖。

由圖 2-2 顯示，阿科、中油、和益、台苯、台塑這五家工廠的 TI 都在 10^6 以上，所以這五家工廠都是屬於高 TI 的工廠。信昌、台塑、中油、台達、李長榮、台苯這六家工廠的 FEI 都在 10^{13} 以上所以這六家工廠是屬於高 FEI 的工廠。且由表 2-8 得知，TI 高的工廠，其 FEI 不見得就高；相對，FEI 高的工廠，其 TI 也不見得就高。像阿科、中油、和益及台苯這四家工廠的 TI 是最高，但它們的 FEI 都不是最高的；信昌、台達、這兩加工廠的 TI 不是最高，但 FEI 卻是最高的，其中以信昌（TI：2.2E+05；FEI：5.1E+14）最為明顯。其它有些工廠如：南亞、東聯、亞聚，它們的 TI 及 FEI 都不是很高，以南亞（TI：1.4E+01；FEI：2.8E+08）最為明顯。尤其是中油、台塑、台苯這三家工廠主管單位應特別注意，因為它們都是屬於高 TI 及高 FEI 的工廠。

表 2-8 林園工業區中各工廠之總 TI 及 FEI

工廠名稱	TI	FEI
亞聚	4.0E+03	2.6E+12
中美和	1.2E+05	2.5E+10
阿科（利安德）	9.8E+06	9.9E+12
台塑	1.3E+06	1.2E+14
中橡	-	6.0E+07
和益	2.2E+06	2.4E+11
南亞	1.4E+01	2.9E+08
李長榮	7.0E+05	2.1E+13
東聯	2.3E+04	1.2E+11
中日	1.5E+04	3.5E+11
南帝	2.1E+04	3.9E+12
信昌	2.2E+05	5.1E+14
台苯	1.5E+06	1.6E+13
台達	3.4E+05	3.8E+13
聯成	6.3E+05	1.4E+11
中油	4.4E+06	7.0E+13

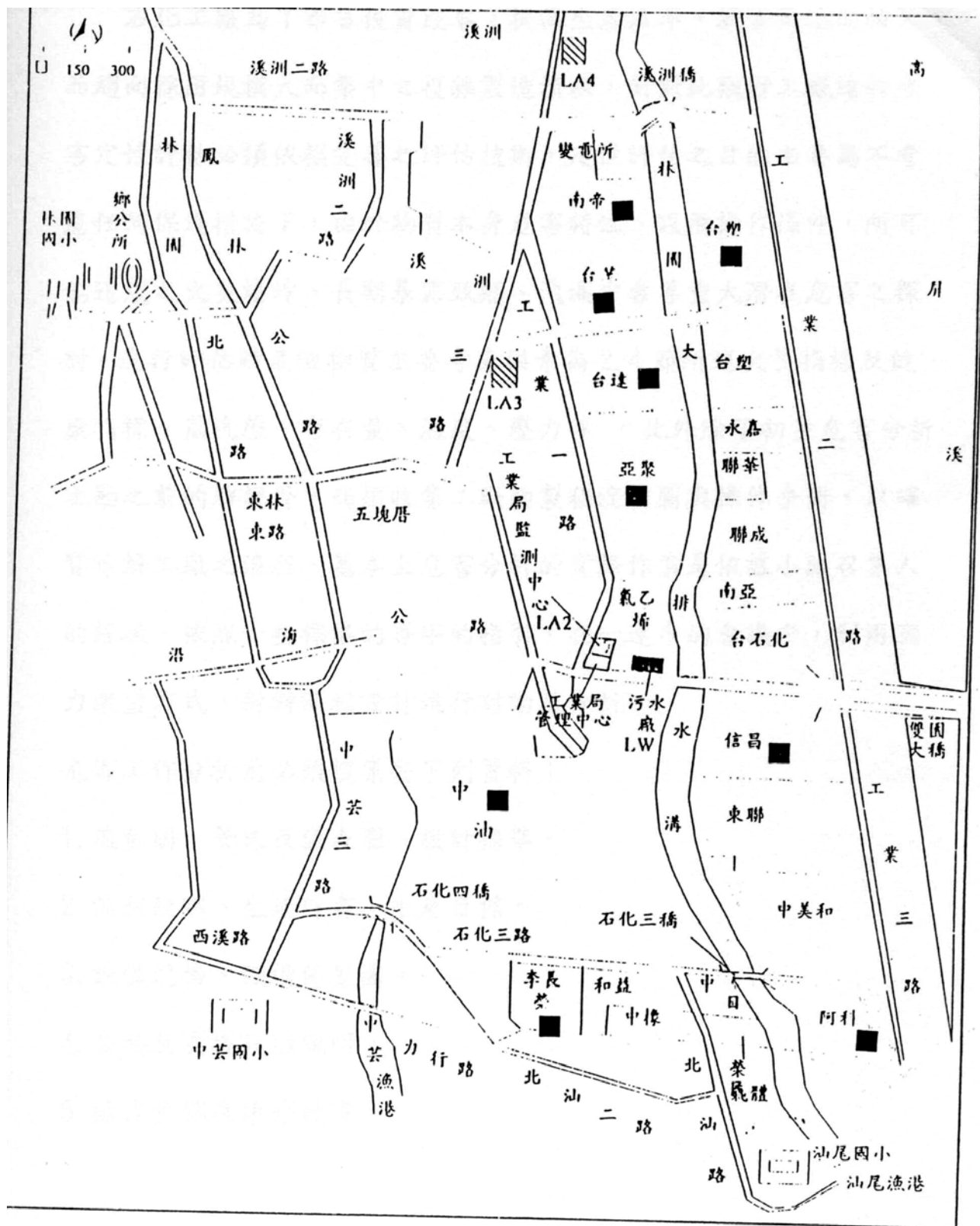


圖 2-3 林園工業區各工廠 TI 大於 10^{12} 之分佈圖

第三章 結論與建議

林園石化工業區對台灣經濟的貢獻有目共睹，但也因設廠年代久遠、設備老化及管理流於形式，以致迭有工安災害及環境污染問題。本研究調查林園工業區各工廠使用之危害物並至現場多次踏勘，透過毒性指數及火災/爆炸指數評估區內危害物之高危害區及工廠危害之大小，並對區內空氣中有害物質氯乙烯及丙烯晴進行致癌風險評估，以供為主管單位研擬防制對策之參考。本計畫研究結果條列如后：

1. 區內 16 家工廠使用之高危險易燃化學物質計有苯、丙烯晴、丙烯、正己烷、苯乙烯等 32 種之多。使用之高危險毒性化學物質計有氨、氯、酚、甲酚、氯化氫計六種之多。
2. 區內以丙烯、苯、苯乙烯、乙烯、環氧乙烷及鄰,間,對-二甲苯使用工廠最多。
3. 區內以環氧丙烷、鄰,間,對-二甲苯、甲苯、乙苯的毒性指數最高，顯示該等物質為高毒性危害物質，其運作亟需加強管制。
4. 區內以丙烯、苯、丙烯晴、丁二烯及丙酮的火災/爆炸指數最高，顯示該等物質為高火災/爆炸危害物質，尤需加強防火及防爆。
5. 阿科、中油、和益、台苯及台塑這五家工廠為高毒性危害工廠。信昌、台塑、中油、台達、李長榮及台苯這六家工廠為高火災/爆炸危害工廠，尤其是中油、台塑及台苯這三家工廠，主管單位宜特別注意，因其毒性及火災/爆炸危害指數皆高。

根據上列之研究結果，本文有下列四點建議：

1. 各工廠宜對運作（使用、儲存）之危害物進行資料建檔並依危害大小研定不同之管理對策。
2. 林園工業區管理單位或主管單位（工業局）宜對區內使用環氧丙烷、鄰,間-二甲苯、甲苯、乙苯的工廠，要求加強防洩防漏，並對使用丙烯、苯、丙烯晴、丁二烯及丙酮等工廠要求加強防火防爆。

參考文獻

- [1]高雄地區石化專業區空氣及廢水監測系統規劃;林園工業區環境監測系統規劃報告,中國技術服務社,民國 78 年 10 月
- [2]有害空氣污染物健康風險評估及管理之探討,工業污染防治期刊第 68 期(Oct.1998) P163~165
- [3]"Toxicological Profile for Vinyl Chloride",ATSDR/TP-88/25,.S.Public Health Service,Aug.,1989.
- [4]物質安全資料表(MSDS),行政院勞工委員會
- [5]"氯乙烯汙染管制策略研究",行政院環境保護署,民國 77 年 5 月
- [6]Bertram,C.G., "Minimizing Emissions from Vinyl Chloride Plants",Environ.Sci.& Technol.,Vol.II,P.864(1977)
- [7]Toxic Air Pollution Handbook Edited by David R.Patrick, VAN NOSTRAND REINHOLD
- [8]大社、林園工業區環境量測期末報告,行政院環境保護署,P44~P55 ,民國 85
- [9]Preus,P.W.,and A.M.Ehrlich,"The Environmental Protection Agency's Risk Assessment Guidelines",JAPCA,Vol.37,No.7, P.784~797(1987)
- [10]Kolluru,R.V., "Understand the Basics of Risk Assessment",Chen.Eng.Progress,P.61,March 1991.
- [11]氰化鉀等 13 種毒性化學物質管理手冊,行政院環境保護署,民國 85 年 10 月 20 日
- [12]工業化學概論,楊思廉,五洲出版社
- [13]中油林園廠污染評鑑
- [14]危害分析與風險評估,黃清賢,三民書局