

台灣中油股份有限公司
石化事業部

三輕更新後製程設備元件 VOCs 圍封檢測分析工作
工作成果報告書

中 華 民 國 1 0 6 年 7 月 1 4 日

三輕更新後製程設備元件 < O O s 圍封檢測分析工作

工作成果報告

106
年
7
月

三輕更新後製程設備元件 VOCs 圍封 檢測分析工作 工作成果報告書

目 錄

	頁次
第一章 前言.....	1-1
1.1 計畫緣起.....	1-1
1.2 工作內容.....	1-2
1.3 工作組織.....	1-3
1.3.1 工作人員規定.....	1-3
1.3.2 人員組織說明.....	1-4
第二章 工作方法.....	2-1
2.1 圍封採樣準備階段.....	2-1
2.1.1 前置作業.....	2-1
2.1.2 設備元件資料收集及統計分析.....	2-1
2.1.3 各類型設備元件圍封數量決定及選取.....	2-3
2.1.4 圍封採樣設備元件之篩選.....	2-13
2.2 圍封採樣及樣品分析階段.....	2-16
2.2.1 圍封檢測方法.....	2-16
2.2.2 樣品分析方法.....	2-23
2.3 排放係數試算階段.....	2-31
2.3.1 檢測數據彙整.....	2-31
2.3.2 排放係數建置方法規劃.....	2-37
2.3.3 檢測成果報告內容.....	2-38

第三章	工作成果	3-1
3.1	設備元件圍封檢測成果	3-1
3.1.1	各工場圍封數量及濃度區間統計	3-6
3.1.2	無法圍封之設備元件統計分析	3-12
3.2	品保/品管作業	3-16
3.3	圍封樣品分析成果.....	3-18
3.3.1	樣品採樣及分析項目	3-18
3.3.2	樣品分析結果.....	3-23
3.4	排放係數建置成果.....	3-24
3.4.1	丁二烯工場 VOC 排放係數(層次因子)建置結果	3-24
3.4.2	含苯類工場 VOC 排放係數建置結果.....	3-27
3.4.3	本工作排放係數建置結果與環保署排放係數比較	3-28
3.4.4	排放量比較結果.....	3-33
第四章	結論.....	4-1
附件一	品保/品管規劃書	

表 目 錄

	頁次
表 2.1-1 第五丁二烯工場 105 年第三季設備元件檢測資料彙整表	2-4
表 2.1-2 第七芳香烴工場 105 年第三季設備元件檢測資料彙整表	2-4
表 2.1-3 輕油裂解工場 105 年第三季設備元件檢測資料彙整表	2-5
表 2.1-4 汽油氫化工場 105 年第三季設備元件檢測資料彙整表	2-5
表 2.1-5 各工場及設備元件檢測數量分配結果	2-7
表 2.1-6 第五丁二烯工場各類設備元件圍封數量	2-9
表 2.1-7 第七芳香烴工場各類設備元件圍封數量	2-10
表 2.1-8 輕油裂解工場各類設備元件圍封數量	2-11
表 2.1-9 汽油氫化工場各類設備元件圍封數量	2-12
表 2.1-10 各元件依工場別、元件類別及檢測值高低編碼示例	2-15
表 2.3-1 第五丁二烯工場檢測數據彙整表(1/4)	2-32
表 2.3-1 第五丁二烯工場檢測數據彙整表(2/4)	2-33
表 2.3-1 第五丁二烯工場檢測數據彙整表(3/4)	2-34
表 2.3-1 第五丁二烯工場檢測數據彙整表(4/4)	2-35
表 2.3-2 第七芳香烴、輕油裂解及汽油氫化工場檢測數據彙整表	2-36
表 3.1-1 本工作設備元件實際圍封數量統計表	3-6
表 3.1-2 丁二烯工場實測數量及比例	3-9
表 3.1-3 含苯類工場實測數量及比例	3-9
表 3.1-4 丁二烯工場受測元件濃度區間分布統計	3-10
表 3.1-5 含苯類工場合計受測元件濃度區間分布統計	3-10
表 3.1-6 第七芳香烴工場受測元件濃度區間分布統計	3-11
表 3.1-7 輕油裂解工場受測元件濃度區間分布統計	3-11
表 3.1-8 汽油氫化工場受測元件濃度區間分布統計	3-11

表 3.1-9 無法執行圍封之設備元件統計	3-13
表 3.1-10 無法執行圍封之設備元件清單(1/2)	3-14
表 3.1-10 無法執行圍封之設備元件清單(2/2)	3-15
表 3.2-1 檢測數據品保目標	3-17
表 3.3-1 GC/FID 分析項目及偵測極限表	3-19
表 3.3-2 GC/MS 分析項目及偵測極限表(1/3).....	3-20
表 3.3-2 GC/MS 分析項目及偵測極限表(2/3).....	3-21
表 3.3-2 GC/MS 分析項目及偵測極限表(3/3).....	3-22
表 3.4-1 丁二烯工場 VOCs 排放係數建置結果	3-26
表 3.4-2 含苯類工場 VOCs 排放係數建置結果	3-27
表 3.4-3 本工作丁二烯工場設備元件排放係數與環保署係數比較表	3-29
表 3.4-4 本工作含苯類工場設備元件排放係數與環保署係數比較表..	3-30
表 3.4-5 第五丁二烯工場全場設備元件 VOCs 排放量計算比較表	3-34
表 3.4-6 第七芳香烴工場全場設備元件 VOCs 排放量計算比較表	3-35
表 3.4-7 輕油裂解工場全場設備元件 VOCs 排放量計算比較表..	3-36
表 3.4-8 汽油氫化工場全場設備元件 VOCs 排放量計算比較表..	3-37

圖 目 錄

		頁次
圖 1.3-1	工作人員組織.....	1-5
圖 2.1-1	工作流程.....	2-2
圖 2.2-1	設備元件圍封法採樣方式	2-21
圖 3.1-1	圍封採樣前置作業執行情形	3-2
圖 3.1-2	圍封採樣作業執行情形(1).....	3-3
圖 3.1-3	圍封採樣作業執行情形(2).....	3-4
圖 3.1-4	圍封採樣作業執行情形(3).....	3-5
圖 3.1-5	各濃度區間受測元件數量比例	3-7
圖 3.1-6	各類型受測元件數量比例	3-7
圖 3.1-7	設備元件無法圍封之原因比例	3-13
圖 3.4-1	丁二烯工場設備元件排放係數建置結果與環保署公告係 數比較圖	3-31
圖 3.4-2	含苯類工場設備元件排放係數建置結果與環保署公告係 數比較圖	3-32

第一章 前言

1.1 計畫緣起

石化工業為我國重要基礎產業，對我國經濟成長有著不可磨滅的貢獻，不僅與民生工業息息相關，且與我國資訊電子產業、汽車工業、營建工程業以及農漁器材等各行業之關聯性極大，所能創造之附加價值非同小可。石化產業對台灣的製造業而言，亦深切影響各關聯產業競爭力，故石化工業在國家整體經濟發展過程中，仍為一個重要發展環節。

工業局於民國64年完成林園石化工業區之開發作業，而台灣中油股份有限公司(以下簡稱 中油公司)亦於65年7月於該工業區成立林園石化廠，主要生產烯烴類及芳香烴類石化基本原料。

中油公司「三輕更新擴產計畫環境影響說明書」於民國98年1月19日經行政院環境保護署公告審查結論在案。本開發行為係將林園石化廠舊有營運時間已30年，年產23萬公噸乙烯之三輕工場，執行汰舊換新計畫，更新後之新建輕油裂解工場，乙烯最大年產量將達80萬公噸。

中油公司對本開發行為於營運期間之VOCs逸散防制，分別針對設備元件、儲槽、油水分離設施、廢水處理場及冷卻水塔規劃數項防制措施。另為確實掌握林園石化廠揮發性有機化學物質排放情形，進行「設備元件、儲槽及廢氣燃燒塔(Flare)圍封檢測計畫」，該計畫內容之設備元件項目，分別針對既有工場及新設工場部分，規劃執行設備元件圍封作業，檢測揮發性有機物實際洩漏率。既有工場之作業已於101年執行完畢，本次計畫主要針對新建工場部分，於營運起的3年內，執行設備元件之揮發性有機物質排放量實際檢測作業及數據分析。

1.2 工作內容

本工作內容及執程序，係在開工後30日內提送包括工作組織、施工進度及QA/QC規劃等內容之「林園石化廠三輕更新後製程設備元件實際檢測分析工作規劃書」至(以下簡稱林園廠)審核，經同意後依據規劃書所列各項工作進度執行下列工作：

- 一、於開工後100日曆天內，依據環保署環境檢查所(以下簡稱環檢所)公告之「設備元件揮發性有機物洩漏率－圍封採樣方法(NIEA A736.71C)」，至貴廠第五丁二烯製程(M31)、第七芳香烴製程(M32)、輕油裂解製程(M33)及汽油氫化製程(M34)等四個工場，完成約300個設備元件圍封、採樣及分析工作，除逢不可抗拒之因素(如天災、地震、…等)不計入期程。
- 二、圍封檢測元件包括氣體及輕質液之閥、釋壓閥、法蘭、開口閥及連接頭等型式。
- 三、篩選進行圍封採樣之設備元件區分為0~1,000、1,001~9,999、>10,000 ppm等三個濃度區間。由於法令對於設備元件洩漏修護之規範，高洩漏濃度之設備元件數量不易取得，因此，傳閔公司於圍封作業前，以紅外線顯像儀針對新三輕製程設備元件執行洩漏掃測至少1小時(總掃測時間不超過120小時)，發現洩漏濃度大於1,000 ppm之設備元件，優先列為圍封採樣對象，相關工作方法於後續2.1.4章節說明。
- 四、設備元件抽樣將參酌環保署「固定污染源揮發性有機物自廠係數(含控制效率)建置作業要點」進行規劃，並於後續2.1.3章節說明。
- 五、為確保品質之一致性，由同時通過環檢所NIEA A736.71C及NIEA A706.73C等兩個方法認證合格之檢測單位執行設備元件圍封採樣工作。

- 六、圍封採集之樣品均送至環檢所認證合格之實驗室進行分析。
- 七、樣品之分析第五丁二烯製程(M31)採「不銹鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法(NIEA A715.15B)」方法，第七芳香烴製程(M32)、輕油裂解製程(M33)及汽油氫化製程(M34)採「採樣袋採樣/氣相層析火焰離子化偵測法(NIEA A722.75B)」方法。
- 八、提送前述設備元件圍封採樣檢測報告及工作成果報告。

1.3 工作組織

1.3.1 工作人員規定

一、工地負責人一名

1. 工作執掌：現場施工安全及防範措施，與轄區及監造部門會簽環境安全檢點項目及確認施工安全檢點項目。
2. 取得甲種勞工安全衛生業務主管以上資格。

二、勞工安全衛生管理員至少一名

1. 工作執掌：每日駐工地執行安全衛生管理事項，實施作業環境測定及公告法令規定事項，檢點施工安全檢點項目。
2. 經政府檢定合格之勞工安全衛生管理人員，須要專責專任。

三、其他規定

1. 於開工前檢具相關證照及現場工作人員及分析人員名冊，送監造部門審查存檔。
2. 工作人員需接受本廠工安課安全衛生講習，經測驗合格後始可申請出入證進廠工作。

1.3.2 人員組織說明

現場工作編組設工地負責人一人，勞工安全衛生管理員二人，品管人員二名，下轄巡檢圍封小組、分析化驗小組及行政支援組等三組，各項工作編組人員如圖1.3-1所示，各組職掌工作項目概述如下：

一、巡檢圍封小組

負責工區設備元件洩漏巡檢及洩漏元件之包覆，包含設備元件之洩漏測定、圍封與採樣及樣品運送等工作，並執行器材保養及備品維護管理等工作。

二、分析化驗小組

負責於實驗室進行樣品之成分分析作業。

三、行政支援小組

負責非技術性之行政管理及業務支援事宜如：文書、總務、採購、財務、安全維護及公關等有關事項均屬之。

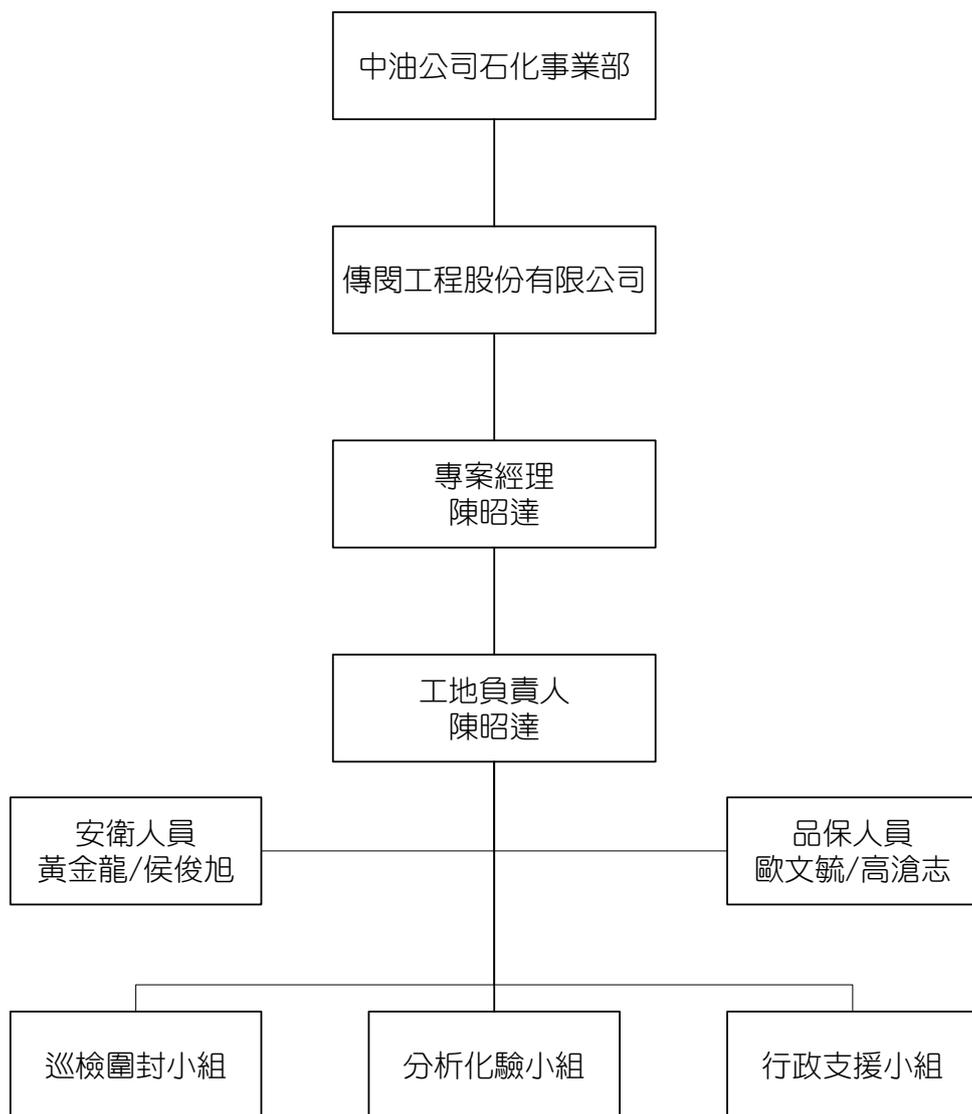


圖1.3-1 工作人員組織

第二章 工作方法

環檢所於104年10月15日公告「設備元件揮發性有機物洩漏率—圍封採樣方法(NIEA A736.71C)」檢測方法，傳閔公司遵循此方法做為設備元件圍封採樣之準則。圍封採集之樣品，依工作說明書規範依環檢所公告之「空氣中揮發性有機化合物檢測方法—不銹鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法(NIEA A715.15B)」及「排放管道中氣態有機化合物檢測方法—採樣袋採樣/氣相層析火焰離子化偵測法(NIEA A722.75B)」進行後續分析。傳閔公司將以實驗室分析所得之數據為主，環保署公告係數為輔，建置四個工場設備元件TVOC層次因子排放係數及主要逸散物種之濃度資料。

綜上，本工作執行之工作項目包括：設備元件資料收集、資料統計、數量決定、圍封檢測作業、樣品分析作業、排放係數建置作業及成果彙整等，計畫執行流程如圖2.1-1所示，各項作業內容說明如後。

2.1 圍封採樣準備階段

2.1.1 前置作業

本工作前置作業階段包括整體計畫行政作業程序之安排(諸如入出廠規定、車輛通行、勞安規範及相關文書資料之申請)、檢測器材之購備(例如採樣袋、圍封包覆膜、鐵氟龍管及鐵氟龍膠帶等)、檢測計畫之規劃及工作內容之溝通協調等。

2.1.2 設備元件資料收集及統計分析

參考環保署「固定污染源揮發性有機物自廠係數(含控制效率)建置作業要點」(以下簡稱自廠係數建置要點)附錄五之規定：「...檢測組數及排放量計算方式，應依最近一季之元件洩漏檢測結果，決定欲建立排放係數之設備元件型式，並統計該型式設備元件分布

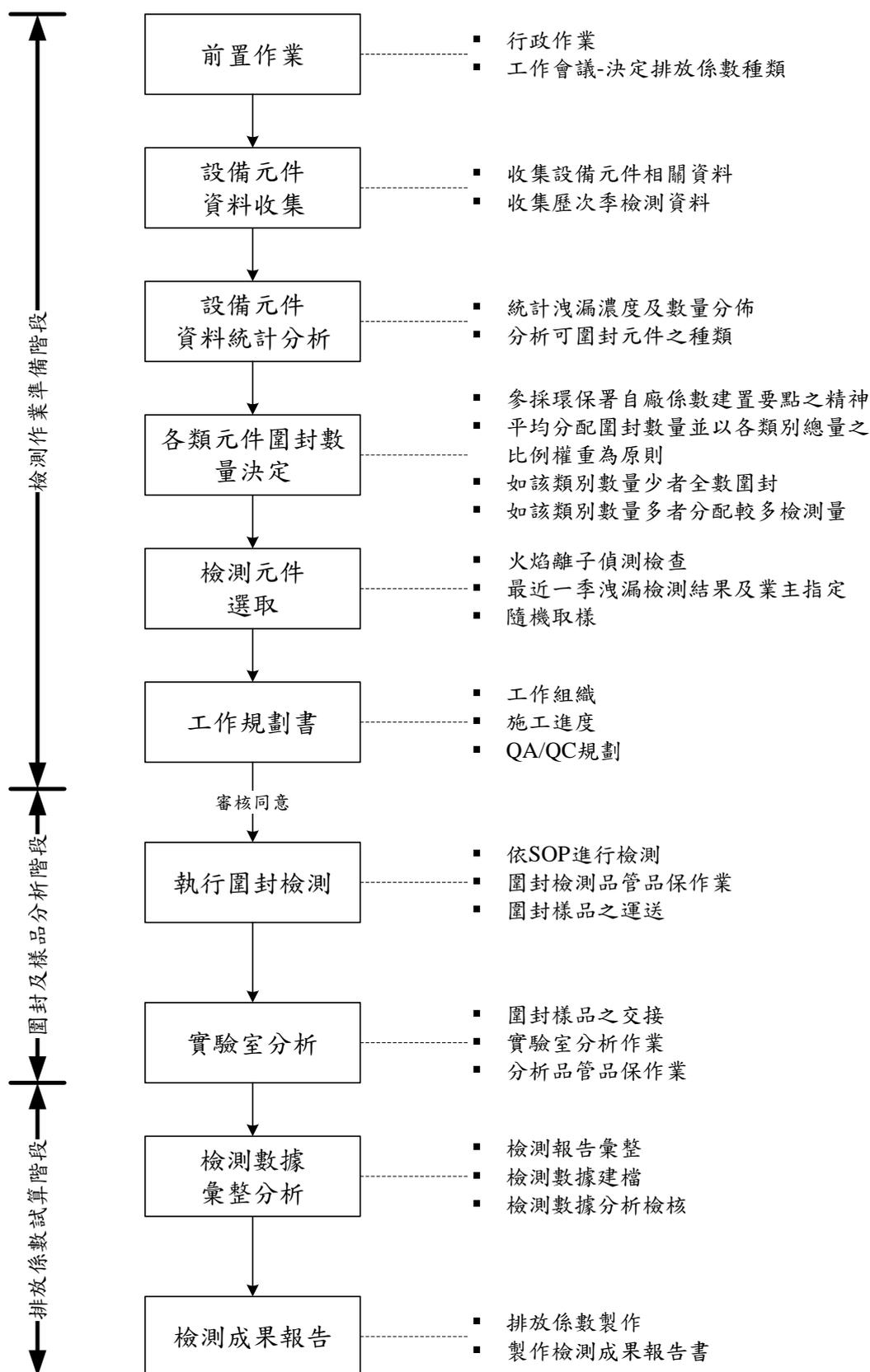


圖2.1-1 工作流程

在各洩漏濃度(C)($100 \text{ ppm} < C \leq 1,000 \text{ ppm}$ 、 $1,000 \text{ ppm} < C < 10,000 \text{ ppm}$ 、 $C \geq 10,000 \text{ ppm}$)之總個數。取該型式設備元件在各濃度區間總個數之百分之五(不得低於四點次)，...」。由於本工作之目的並非建置空氣污染防治費收費辦法用之排放係數，因此，作業內容將僅參酌該要點之精神執行。

由自廠係數建置要點之規定，欲建立排放係數必須先取得最新一季之設備元件洩漏檢測結果資料。而工作團隊目前已取得第五丁二烯、第七芳香烴、輕油裂解及汽油氫化等四個工場之105年第三季設備元件洩漏檢測結果資料，並彙整如表2.1-1~4。除了汽油氫化工場有11種設備元件外，其他第五丁二烯、第七芳香烴及輕油裂解等三個工場之設備元件種類共有10種，分別為：(1)氣體閥、(2)輕質液閥、(3)輕質液泵浦軸封、(4)氣體壓縮機軸封、(5)氣體釋壓閥、(6)氣體法蘭、(7)輕質液法蘭、(8)氣體開口閥、(9)輕質液開口閥、(10)氣體其他連接頭及(11)輕質液其他連接頭等。而設備元件洩漏率多集中於 $0 \text{ ppm} \sim 100 \text{ ppm}$ 之間，所占整體元件數量比例約98.6%，洩漏濃度大於 100 ppm 之設備元件數量約佔總量之1.4%，顯見設備元件之洩漏濃度多集中於低濃度。

2.1.3 各類型設備元件圍封數量決定及選取

依據工作說明書之要求，須進行225個設備元件之GC/FID定性定量分析及75個GC/MS定性定量分析。其中，GC/FID定性定量分析係應用於第七芳香烴、輕油裂解及汽油氫化等三個工場採樣後之分析；而GC/MS則是應用於第五丁二烯工場採樣後之分析。彙整前述內容可知，本工作將於第五丁二烯工場進行75個設備元件之圍封檢測及分析作業，另於第七芳香烴新三輕組輕油裂解及汽油氫化等三個工場進行225個設備元件之圍封檢測及分析作業。本工作經以工場特性、元件分佈比例及代表性等進行檢測數量分配，分別於第七

表2.1-1 第五丁二烯工場105年第三季設備元件檢測資料彙整表

設備元件	流體種類	淨檢測濃度 (ppm) 及元件數量統計					元件總數
		$C \leq 5$	$5 < C \leq 100$	$100 < C \leq 1,000$	$1,000 < C < 10,000$	$C \geq 10,000$	
閥	氣體	232	326	1	0	0	559
	輕質液	844	1,368	6	1	0	2,219
泵浦軸封	輕質液	10	17	0	0	0	27
壓縮機軸封	氣體	0	0	0	0	0	0
釋壓閥	氣體	21	42	1	0	0	64
法蘭	氣體	260	392	2	1	0	655
	輕質液	1,020	1,702	13	2	0	2,737
開口閥	氣體	53	69	2	0	0	124
	輕質液	219	364	2	0	0	585
其他連接頭	氣體	50	45	3	0	0	98
	輕質液	148	212	1	1	0	362
總計		2,857	4,537	31	5	0	7,430

資料來源：工作團隊彙整自「台灣中油林園石化廠105年第三季VOC設備元件檢測記錄表」。

表2.1-2 第七芳香烴工場105年第三季設備元件檢測資料彙整表

設備元件	流體種類	淨檢測濃度 (ppm) 及元件數量統計					元件總數
		$C \leq 5$	$5 < C \leq 100$	$100 < C \leq 1,000$	$1,000 < C < 10,000$	$C \geq 10,000$	
閥	氣體	4	29	1	0	0	34
	輕質液	771	1,487	18	7	0	2,283
泵浦軸封	輕質液	9	19	0	0	0	28
壓縮機軸封	氣體	0	0	0	0	0	0
釋壓閥	氣體	6	22	0	0	0	28
法蘭	氣體	3	34	0	0	0	37
	輕質液	955	1,904	23	0	0	2,882
開口閥	氣體	0	8	0	1	0	9
	輕質液	234	489	16	3	3	745
其他連接頭	氣體	0	5	0	0	0	5
	輕質液	132	323	2	1	0	458
總計		2,114	4,320	60	12	3	6,509

1. 資料來源：工作團隊彙整自「台灣中油林園石化廠105年第三季VOC設備元件檢測記錄表」。

2. 本表設備元件數量包含油槽區。

表2.1-3 輕油裂解工場105年第三季設備元件檢測資料彙整表

設備元件	流體種類	淨檢測濃度 (ppm) 及元件數量統計					元件總數
		$C \leq 5$	$5 < C \leq 100$	$100 < C \leq 1,000$	$1,000 < C < 10,000$	$C \geq 10,000$	
閥	氣體	871	1,500	11	6	0	2,388
	輕質液	4,919	9,743	123	42	4	14,831
泵浦軸封	輕質液	22	47	0	1	0	70
壓縮機軸封	氣體	0	0	0	0	0	0
釋壓閥	氣體	93	189	4	1	0	287
法蘭	氣體	589	1,075	5	4	1	1,674
	輕質液	3,065	6,444	91	54	13	9,667
開口閥	氣體	467	783	7	3	0	1,260
	輕質液	1,716	3,397	53	29	17	5,212
其他連接頭	氣體	743	1,270	2	1	1	2,017
	輕質液	4,399	7,299	32	11	0	11,741
總計		16,884	31,747	328	152	36	49,147

1. 資料來源：工作團隊彙整自「台灣中油林園石化廠105年第三季VOC設備元件檢測記錄表」。

2. 本表設備元件數量包含低溫區及油槽區。

表2.1.4 汽油氫化工場105年第三季設備元件檢測資料彙整表

設備元件	流體種類	淨檢測濃度 (ppm) 及元件數量統計					元件總數
		$C \leq 5$	$5 < C \leq 100$	$100 < C \leq 1,000$	$1,000 < C < 10,000$	$C \geq 10,000$	
閥	氣體	13	18	0	0	0	31
	輕質液	1,723	4,141	22	0	0	5,886
泵浦軸封	輕質液	11	47	1	0	0	59
壓縮機軸封	氣體	0	1	0	0	0	1
釋壓閥	氣體	22	60	0	0	0	82
法蘭	氣體	11	16	0	0	0	27
	輕質液	1,560	4,094	51	4	2	5,711
開口閥	氣體	3	5	0	0	0	8
	輕質液	522	1,321	11	3	1	1,858
其他連接頭	氣體	1	2	0	0	0	3
	輕質液	944	2,431	13	2	0	3,390
總計		4,810	12,136	98	9	3	17,056

資料來源：工作團隊彙整自「台灣中油林園石化廠105年第三季VOC設備元件檢測記錄表」。

芳香烴、輕油裂解及汽油氫化等三個工場進行20個、152個及53個設備元件之圍封採樣。如表2.1-5，詳細說明如下：

一、第五丁二烯工場各類設備元件圍封數量規劃

本工場設備元件種類共分為10類，包括：(1)氣體閥、(2)輕質液閥、(3)輕質液泵浦軸封、(4)氣體釋壓閥、(5)氣體法蘭、(6)輕質液法蘭、(7)氣體開口閥、(8)輕質液開口閥、(9)氣體其他連接頭及(10)輕質液其他連接頭等。由於各類型元件數量不等，且以閥及法蘭為佔多數，且部分元件具種類數量稀少及安全原因無法圍封(泵浦及壓縮機)等因素，因此如欲平均分配圍封數量於各類元件，將有其困難性。

傳閔公司依據105年第三季各類設備元件檢測資料，參酌自廠係數建置要點之精神，以該類元件數量佔該場元件數量之比例，以及各濃度區間至少數量1個為目標，數量少者全部圍封採樣，數量多者依比例選取的原則，進行檢測數量之分配；分配優先順序之步驟如下：

1. 將本工場設備元件圍封依招標工作內容所需執行數量為75個，將其平均分配予可執行圍封之元件(扣除泵浦及壓縮機)後，第五丁二烯工場每類元件檢測平均數量為7個。
2. 檢視各類元件數量及其所占全場元件數量比例，以75個元件總量分配至各類元件數量。
3. 參考105年第三季定期檢測結果，依其5種洩漏濃度區間($C \leq 5$ ； $5 < C \leq 100$ ； $100 < C \leq 1,000$ ； $1,000 < 10,000$ ； $C \geq 10,000$)之數量，另彙整成3種洩漏濃度區間(0~1,000 ppm；1,000 ~ 10,000 ppm；>10,000 ppm)，做為檢測數量之擇定參考。洩漏濃度區間

表2.1-5 各工場及設備元件檢測數量分配結果

工場	105年第三季 元件總數量	元件數量 比例(%)	分配數量 (個)	
第五丁二烯	7,430	100	75	
第七芳香烴	6,509	9	20	225
輕油裂解	49,175	68	152	
汽油氫化	17,056	23	53	

<1,000 ppm之元件數量如分配未達4個，仍取數量4個為基準。

4. 針對1,000 ~ 10,000 ppm及>10,000 ppm兩種洩漏濃度區間之元件，因為一經發現洩漏即需執行修護，由定期檢測結果決定圍封採樣數量未必能符合預設規劃，因此這兩個濃度區間元件規劃數量以4個為參考基準，定期檢測結果大於4個僅取4個，小於4個則依定期檢測數量為規劃數量。若該元件種類數量分配結果小於6個或等於6個時，由該場或該類製程分配元件數量之第1權重及第2權重類別元件撥補，撥補數量至少滿足1,000 ~ 10,000 ppm及> 10,000 ppm兩種洩漏濃度區間之元件1個。
5. 第五丁二烯工場依前述步驟所得之檢測數量分配結果，彙整如表2.1-6所示。

二、第七芳香烴工場各類設備元件圍封數量規劃

第七芳香烴工場設備元件種類共分為10類，包括：
 (1)氣體閥、(2)輕質液閥、(3)輕質液泵浦軸封、(4)氣體釋壓閥、(5)氣體法蘭、(6)輕質液法蘭、(7)氣體開口閥、(8)輕質液開口閥、(9)氣體其他連接頭及(10)輕質液其他連接頭等。

本工場執行數量為20個，平均分配予可執行圍封之元件(扣除泵浦)後，第七芳香烴工場每類元件檢測平均數量為2個。本工場檢測數量分配步驟同前述第五丁二烯工場。另由輕油裂解工場調撥20個元件圍封數量，元件圍封數量增為40個，第七芳香烴工場經分配後之結果如表2.1-7所示。

三、輕油裂解工場各類設備元件圍封數量規劃

輕油裂解工場設備元件種類共分為10類，包括：(1)氣體閥、(2)輕質液閥、(3)輕質液泵浦軸封、(4)氣體釋壓閥、(5)氣體法蘭、(6)輕質液法蘭、(7)氣體開口閥、(8)輕質液開口閥、(9)氣體其他連接頭及(10)輕質液其他連接頭等。

本工場圍封數量為152個，平均分配予可執行圍封之元件(扣除壓縮機)，以及調撥至第七芳香烴工場後，輕油裂解工場每類元件檢測平均數量為14個。本工場檢測數量分配步驟同前述第五丁二烯工場，經分配後之結果如表2.1-8所示。

四、汽油氫化工場各類設備元件圍封數量規劃

汽油氫化工場設備元件種類共分為11類，包括：(1)氣體閥、(2)輕質液閥、(3)輕質液泵浦軸封、(4)氣體壓縮機軸封、(5)氣體釋壓閥、(6)氣體法蘭、(7)輕質液法蘭、(8)氣體開口閥、(9)輕質液開口閥、(10)氣體其他連接頭及(11)輕質液其他連接頭等。

本工場執行數量為53個，平均分配予可執行圍封之元件(扣除泵浦軸封)後，汽油氫化工場每類元件檢測平均數量為5個。本工場檢測數量分配步驟同前述第五丁二烯工場，經分配後之結果如表2.1-9所示。

表2.1-6 第五丁二烯工場各類設備元件圍封數量

元件種類	流體種類	最近一季檢測結果(個)							依檢測數量分配圍封數量	各濃度區間規劃檢測數		
		C≤5 ppm	5<C≤100 ppm	100<C≤1,000 ppm	1,000<C<10,000 ppm	C≥10,000 ppm	元件總數	元件數量所占比例		0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥10,000 ppm
閥	氣體	232	326	1	0	0	559	8%	6	4	1	1
	輕質液	844	1,368	6	1	0	2,219	30%	22	12	1	1
泵浦軸封	輕質液	10	17	0	0	0	27	0%	-	-	-	-
壓縮機軸封	氣體	0	0	0	0	0	0	0%	-	-	-	-
釋壓閥	氣體	21	42	1	0	0	64	1%	1	4	1	1
法蘭	氣體	260	392	2	1	0	655	9%	7	6	1	1
	輕質液	1,020	1,702	13	2	0	2,737	37%	27	14	2	1
開口閥	氣體	53	69	2	0	0	124	2%	1	4	1	1
	輕質液	219	364	2	0	0	585	8%	6	4	1	1
其他連接頭	氣體	50	45	3	0	0	98	1%	1	4	1	1
	輕質液	148	212	1	1	0	362	5%	4	4	1	1
合計		2,857	4,537	31	5	0	7,430	100%	75	56	10	9

註："泵浦軸封"及"壓縮機軸封"尚無適當方法可圍封，因此不執行。

表2.1-7 第七芳香烴工場各類設備元件圍封數量

元件種類	流體種類	最近一季檢測結果(個)							依檢測數量分配圍封數量	各濃度區間規劃檢測數		
		C≤5 ppm	5<C≤100 ppm	100<C≤1,000 ppm	1,000<C<10,000 ppm	C≥10,000 ppm	元件總數	元件數量所占比例		0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥10,000 ppm
閥	氣體	4	29	1	0	0	34	1%	0	4	1	1
	輕質液	771	1,487	18	7	0	2,283	35%	7	5	4	1
泵浦軸封	輕質液	9	19	0	0	0	28	0%	0	-	-	-
壓縮機軸封	氣體	0	0	0	0	0	0	0%	0	-	-	-
釋壓閥	氣體	6	22	0	0	0	28	0%	0	4	1	1
法蘭	氣體	3	34	0	0	0	37	1%	0	4	1	1
	輕質液	955	1,904	23	0	0	2,882	44%	9	5	1	1
開口閥	氣體	0	8	0	1	0	9	0%	0	4	1	1
	輕質液	234	489	16	3	3	745	11%	3	4	3	3
其他連接頭	氣體	0	5	0	0	0	5	0%	0	3	1	1
	輕質液	132	323	2	1	0	458	7%	1	4	1	1
合計		2,114	4,320	60	12	3	6,509	100%	20	37	14	11

註1："泵浦軸封"及"壓縮機軸封"尚無適當方法可圍封，因此不執行。

註2：由輕油裂解工場撥補42個圍封檢測數量。

表2.1-8 輕油裂解工場各類設備元件圍封數量

元件種類	流體種類	最近一季檢測結果(個)							依檢測數量分配圍封數量	各濃度區間規劃檢測數		
		C≤5 ppm	5<C≤100 ppm	100<C≤1,000 ppm	1,000<C<10,000 ppm	C≥10,000 ppm	元件總數	元件數量所占比例		0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥10,000 ppm
閥	氣體	871	1,500	11	6	0	2,388	5%	7	4	4	1
	輕質液	4,919	9,743	123	42	4	1,4831	30%	46	12	4	4
泵浦軸封	輕質液	22	47	0	1	0	70	0%	0	-	-	-
壓縮機軸封	氣體	0	0	0	0	0	0	0%	0	-	-	-
釋壓閥	氣體	93	189	4	1	0	287	1%	1	4	1	1
法蘭	氣體	589	1,075	5	4	1	1,674	3%	5	4	4	1
	輕質液	3,065	6,444	91	54	13	9,667	20%	30	8	4	4
開口閥	氣體	467	783	7	3	0	1,260	3%	5	4	3	1
	輕質液	1,716	3,397	53	29	17	5,212	11%	16	5	4	4
其他連接頭	氣體	743	1,270	2	1	1	2,017	4%	6	4	1	1
	輕質液	4,399	7,299	32	11	0	11,741	24%	36	10	4	1
合計		16,895	31,763	328	152	37	49,175	100%	152	55	29	18

註1："泵浦軸封"及"壓縮機軸封"尚無適當方法可圍封，因此不執行。

註2：撥補42個圍封檢測數量至第七芳香煙工場，撥補8個圍封檢測數量至汽油氫化工場。

表2.1-9 汽油氫化工場各類設備元件圍封數量

元件種類	流體種類	最近一季檢測結果(個)							依檢測數量分配圍封數量	各濃度區間規劃檢測數		
		C≤5 ppm	5<C≤100 ppm	100<C≤1,000 ppm	1,000<C<10,000 ppm	C≥10,000 ppm	元件總數	元件數量所占比例		0~1,000 ppm	1,001~9,99 ppm	≥10,000 ppm
閥	氣體	13	18	0	0	0	31	0%	0	4	1	1
	輕質液	1,723	4,141	22	0	0	5,886	35%	18	6	1	1
泵浦軸封	輕質液	11	47	1	0	0	59	0%	0	-	-	-
壓縮機軸封	氣體	0	1	0	0	0	1	0%	0	-	-	-
釋壓閥	氣體	22	60	0	0	0	82	0%	0	4	1	1
法蘭	氣體	11	16	0	0	0	27	0%	0	4	1	1
	輕質液	1,560	4,094	51	4	2	5,711	33%	18	5	4	2
開口閥	氣體	3	5	0	0	0	8	0%	0	4	1	1
	輕質液	522	1,321	11	3	1	1,858	11%	6	4	3	1
其他連接頭	氣體	1	2	0	0	0	3	0%	0	1	1	1
	輕質液	944	2,431	13	2	0	3,390	20%	11	4	2	1
合計		4,810	12,136	98	9	3	17,056	100%	53	36	15	10

註1："泵浦軸封"及"壓縮機軸封"尚無適當方法可圍封，因此不執行。

註2：由輕油裂解工場撥補8個圍封檢測數量。

2.1.4 圍封採樣設備元件之篩選

依據工作說明書要求，設備元件抽樣須考量具有代表性。因此，除部分型式或洩漏程度...等特定因素之元件為指定圍封檢測對象外，其他規劃執行圍封採樣數量較多之類型，先予以編號後進行亂數抽樣，再依排列結果執行圍封。

第2.1.3節中已依工場別、設備元件種類及能否圍封進行選取規劃，本節針對如何進行篩選圍封採樣元件說明如下：

- 一、中油公司長久落實設備元件洩漏檢測及修護作業，針對揮發性有機物洩漏濃度大於1,000 ppm之設備元件，要發現之機率甚低。因此，傳閔公司透過火焰離子偵測器於每日作業時，輔以掃測洩漏之設備元件，如於場內發現高濃度洩漏之元件，將優先安排執行圍封採樣。
- 二、依「揮發性有機物洩漏測定方法－火焰離子化偵測法(NIEA A706.73C)」，於現場擇定適合之設備元件執行洩漏濃度之檢查(測)。
- 三、依工場最近一次設備元件洩漏檢查(測)結果及中油公司指定適合之設備元件，執行圍封採樣。
- 四、隨機亂數編碼原則
 1. 設備元件依工場別進行歸類，(1)第五丁二烯工場給予代碼A、(2)第七芳香烴工場給予代碼B、(3)輕油裂解工場給予代碼C及(4)汽油氫化工場給予代碼D。
 2. 將設備元件三種洩漏濃度區間予以代碼編號，(1)<1,000 ppm、(2)1,000 ~ 10,000 ppm及(3)>10,000 ppm。
 3. 將各工場所有元件依元件類別進行歸類，並給予代碼：(1)氣體閥-GV、(2)輕質液閥-LV、(3)氣體釋壓閥-GR、(4)氣體法蘭-GF、(5)輕質液法蘭-LF、(6)氣體開

口閥-GO、(7)輕質液開口閥-LO、(8)氣體其他連接頭-GN及(9)輕質液其他連接頭-LN。

4. 建立EXCEL檔案，將各元件依工場別、檢測值低至高及元件類別依前述步驟1~3編號，編碼規則為工場別+濃度區間編號+元件類別+5碼流水號，例如A-1-GV00001；將RAND()函數帶入(取小數5碼)後，依RAND()值由小到大重新排列，給予隨機選取後順序，編碼格式示例如表2.1-10。
 5. 各工場所有元件之編碼原則依前述1~4步驟編號，完成隨機排列之元件，依工場別及元件類別彙整為工作規劃書附錄一~附錄四。
- 五、如遇該類元件實際可檢測數量低於規劃值時，則將該類元件多出之應檢測數量併入指定之元件種類或數量最多之元件種類中。

表2.1-10 各元件依工場別、元件類別及檢測值高低編碼示例

代碼	設備元件代號	最近一次檢測日期	檢測值	隨機選取後順序	RAND()
A-1-GV0048	T41-50-04870-04-V-G	105/09/10	4	1	0.99970
A-1-GV0406	T41-50-09570-05-V-G	105/09/20	18	2	0.99868
A-1-GV0507	T41-50-10370-02-V-G	105/09/26	2	3	0.99749
A-1-GV0484	T41-50-10300-03-V-G	105/09/26	5	4	0.99438
A-1-GV0494	T41-50-10330-03-V-G	105/09/26	6	5	0.99308
A-1-GV0354	T41-50-09300-02-V-G	105/09/20	7	6	0.99201
A-1-GV0084	T41-50-04980-04-V-G	105/09/10	7	7	0.98905
A-1-GV0229	T41-50-07860-06-V-G	105/09/19	2	8	0.98264
A-1-GV0421	T41-50-09610-02-V-G	105/09/20	7	9	0.98071
A-1-GV0142	T41-50-06280-03-V-G	105/09/10	4	10	0.98021
A-1-GV0375	T41-50-09360-06-V-G	105/09/20	10	11	0.97830
A-1-GV0188	T41-50-07460-03-V-G	105/09/12	4	12	0.97735
A-1-GV0326	T41-50-08420-01-V-G	105/09/19	8	13	0.97644
A-1-GV0189	T41-50-07470-04-V-G	105/09/12	4	14	0.97621
A-1-GV0254	T41-50-08050-04-V-G	105/09/19	9	15	0.97536
A-1-GV0249	T41-50-07990-02-V-G	105/09/19	27	16	0.96886
A-1-GV0126	T41-50-05160-05-V-G	105/09/10	4	17	0.96873
A-1-GV0129	T41-50-05170-02-V-G	105/09/10	4	18	0.96801
A-1-GV0157	T41-50-06320-06-V-G	105/09/10	2	19	0.96551
A-1-GV0457	T41-50-09910-04-V-G	105/09/26	4	20	0.96328

2.2 圍封採樣及樣品分析階段

2.2.1 圍封檢測方法

一、圍封採樣作業流程

本工作設備元件圍封採樣作業流程說明如下：

1. 以火焰離子偵測器找尋選定之受測對象。
2. 依最近一次設備元件洩漏檢查(測)結果，擇定適合之受測對象執行圍封採樣作業。
3. 依工作規劃書附件一~四規劃之設備元件或中油公司指定之設備元件受測對象執行圍封採樣作業。
4. 現場檢測人員進行受測對象VOCs逸散檢測並記錄。
5. 依本工作規劃設備元件圍封採樣及分析標準作業執行，並詳實記錄各項表單。

二、圍封採樣方法

公告設備元件圍封採樣方法(NIEA A736.71C)是以「揮發性有機物洩漏測定方法－火焰離子化偵測法」(NIEA A706.73C)進行洩漏測試，再將洩漏元件以圍封袋(惰性材質)密閉包覆後，通入固定流量空氣於圍封袋內。待袋內VOCs濃度達穩定後再以採氣袋(或採氣鋼瓶)採集樣品。所採樣品依規劃檢測項目以NIEA A715.15B或NIEA A722.75B分析後得到個別污染物種之洩漏率。

1. 適用範圍

適用於設備元件之揮發性有機物(VOCs)洩漏率的測定，包括閥、法蘭、泵浦、壓縮機、釋壓裝置、取樣連接系統、製程排洩口、開口閥、泵浦及壓縮機軸封系統之抽氣排氣口、緩衝排氣口、攪拌器軸封、通路門軸封或與製程設備銜接之其他連接管件(線)及管牙。

2. 干擾

- (1) 採集VOCs樣品濃度超過200 ppm之採樣袋，若重複使用可能因殘留影響檢測結果。
- (2) 採樣時圍封袋內氣體壓力若未略高於現場大氣壓力時，樣品可能因環境空氣之滲入造成檢測誤差。
- (3) 採樣時元件上沾附液體應先清除，否則造成檢測誤差。
- (4) 攜帶型有機氣體分析儀之熱機程度會影響偵測結果。
- (5) 測槍槍頭清潔不實，會造成測試正偏差。

三、設備、耗材

1. 攜帶式揮發性有機氣體分析儀：具火焰離子化偵測器，儀器可每秒顯示讀值，最小計量刻度應能讀到1 ppm，且須確認儀器的感度符合儀器原廠建議值內。A706.73C方法。
2. 圍封袋：為不具吸附碳氫化合物之貼膜或聚酯薄膜，材質為Mylar、Tedlar、Teflon、Aluminum foil、Aluminized Mylar或其他同級品，厚度介於1.5(或更薄)~15 mm。
3. 採樣袋：容積為5 L或更大體積之Tedlar或同等級採樣袋，用於採集樣品。
4. 不銹鋼採樣筒(採氣鋼瓶)：其內壁經塗砂去活化處理，或相同等級處理者，容積有1、6或15 L或其他容積等規格。
5. 抽氣泵：為無洩漏型內襯鐵氟龍材質之真空泵、隔膜型泵或具相同功能者，抽氣流率至少為1 L/min。
6. 超黏性膠帶。
7. 浮子流量計：經校正且具可控制空氣流率，流率須小於60 L/min。
8. 熱電偶式溫度計：最小刻度0.1°C以下。

9. 數字型壓力計：最小刻度0.1 mmHg以下。

10. 鐵氟龍管：內徑0.635 cm。

四、試劑

1. VOCs標準氣體：濃度經確認且可追溯至國家標準或國際標準者。

2. 零值空氣鋼瓶：以2階段調壓，內含總碳氫化合物濃度小於1 ppm之高純度空氣。

3. 總揮發性有機物(TVOC)標準氣體：濃度或稀釋後濃度相當於1,000 ppm甲烷濃度的TVOC標準氣體，濃度經確認且可追溯至國家標準或國際標準者。

五、安全注意事項

1. 個人防護裝備

- (1) 安全帽
- (2) 安全鞋
- (3) 防護口罩
- (4) 耳塞
- (5) 安全鞋
- (6) 反光背心

2. 受測地點若為石化製程，其部份原料可能有毒性、致癌性、惡臭、厭惡性氣味，對人體健康有害，應確實做好必備之防護措施並小心操作。

3. 在任何因可燃性氣體而被歸納為有害區域之地點，禁止連接或拆接任何電子設備(如充電器、資料傳輸線接頭或個人電腦等)。

4. 儀器須具防爆。

六、採樣前準備工作

1. 資料蒐集

針對採樣工作進行前訂有周詳之規則，對分析所得數據之研判有莫大助益，採樣前工作規劃與準備包括：

- (1) 瞭解計畫目的
- (2) 現場資料蒐集
- (3) 現場初勘，正常狀況下不進行初勘，對有初勘需要者，由單位派人進行下列工作：
 - ① 聯絡承辦人員，共同會勘現地確定採樣位置，並對附近環境作一描述。
 - ② 採樣地點周圍環境對人員、設備安全之影響。
 - ③ 風雨遮蔽情形。
 - ④ 採樣日期、時間、頻率之決定。

以上工作成果，採樣人員將整理為初勘記錄。

2. 儀器清點

由採樣人員會同儀器設備管理員逐項核對攜出之採樣儀器及設備時，應確實填寫採樣設備攜出攜入記錄，並簽名負責。

七、採樣與保存

1. 現場元件洩漏測定

- (1) 背景濃度監測：在欲檢測之設備元件上風位置1~2公尺處，隨機所量得之揮發性有機物儀器讀值，若該量測位置有遭受其他鄰近設備元件干擾時，其距離不得少於25公分；基本上以區塊為背景濃度量測單位，但如果在檢測過程中發現濃度明顯有變化時，則應立即重測背景濃度。
- (2) 採樣管口放在距可能發生洩漏元件交界面1公分以內，沿著交界面周圍移動採樣管，此時可得到儀器即時讀出值；若採樣管口無法於洩漏元件交界

面1公分以內檢測時，應於最接近洩漏元件交界面處檢測。

- (3) 將採樣管口以垂直於交界面之方式，採樣管移動速度 $< 2.54 \text{ cm/s}$ 。讀值增加，就在洩漏發生的交界面慢慢地採樣，直到找出測值最大處讀取。
- (4) 將採樣槍上LOG鍵按下，儀器會讀取10秒內(儀器反應時間約為4秒，停留2倍儀器反應時間以10秒計)最大值並顯示，記錄讀值後將採樣管自測得最大讀值的地方移出。

2. 設備元件圍封方式

圍封袋材質的選擇與元件設備環境溫度有關，以 200°C 做為區分，選擇合適耐溫材質。各類元件圍封方式：

- (1) 閥類：僅包覆閥件主體，避免包覆到鄰近之法蘭或連接頭。
 - (2) 泵浦類：考量泵浦有工安安全之疑慮(圍封包覆時恐蓄積濃度並達爆炸下限)，故本工作不進行元件圍封。
 - (3) 壓縮機類：考量壓縮機除體積太大不利圍封作業外，也同時有工安安全之疑慮(圍封包覆時恐蓄積濃度並達爆炸下限)，故本工作不進行本類元件圍封。
 - (4) 釋壓閥類：釋壓閥有一端為與大氣接觸之管線，包覆時須考量其安全性。
 - (5) 其他連接裝置類：以連接器主體進行包覆，盡量避免包覆到鄰近之其他設備元件。
- ## 3. 採樣步驟(流程說明對照表及使用表單如工作規劃書附件五)

- (1) 採樣前應先瞭解待測設備元件內液體組成與操作條件等資料，並注意檢測安全(詳見五、安全注意事項)。
- (2) 在攜帶型有機氣體分析儀經零值空氣及TVOC標準氣體作零點與全幅校正後，檢測欲圍封設備元件洩漏之TVOC濃度變化區間並記錄。
- (3) 裁減適當大小之圍封袋圍封待測設備元件，並以束帶及墊片使圍封袋和設備元件更密封。
- (4) 以鐵氟龍管連接鋼瓶零值空氣源及浮子流量計至圍封袋(如圖2.2-1所示)，連接圍封袋之鐵氟龍管採Y或T字形方式進行連接，讓空氣以2管分流方式導入圍封袋內。

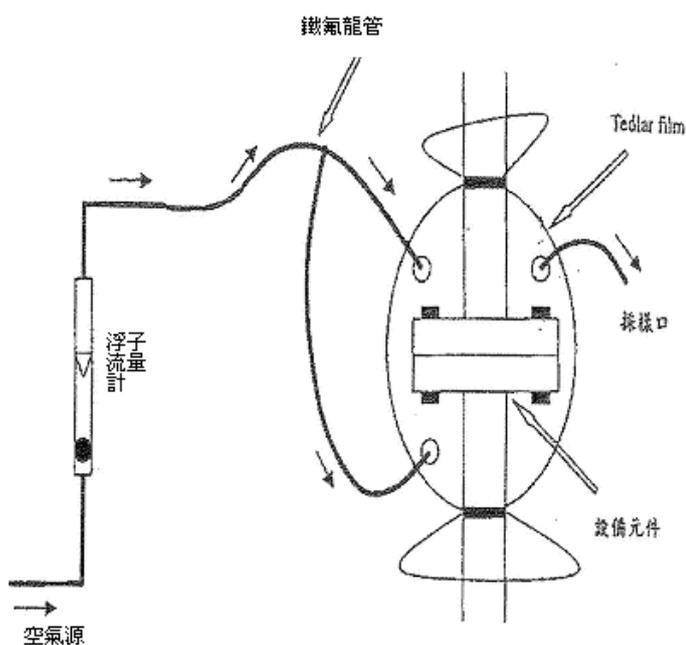


圖2.2-1 設備元件圍封法採樣方式

- (5) 打開零值空氣鋼瓶(當鋼瓶錶壓小於80 psig時，空氣流量可能控制不穩。)並調整空氣流率須小於60 L/min，紀錄空氣之穩定流率(Q，L/min)。
- (6) 零值空氣流入之後，用超黏性膠帶密封圍封袋其餘部分，保持袋內微正壓(袋內壓力不高於1 psig)以防止外界空氣進入，紀錄圍封袋充滿所需時間，以估算圍封袋充滿約略體積。
- (7) 在圍封袋上2個零值空氣進氣口之對面設立一採樣口。
- (8) 持續通零值空氣，在通氣體積超過5倍圍封袋充滿約略體積後，以攜帶型有機氣體分析儀監測圍封袋內TVOC濃度。
- (9) 圍封袋內TVOC監測濃度若大於全幅濃度，則應增加空氣流率重複步驟(8)。
- (10) 在確保圍封袋內TVOC濃度達到動態平衡(1分鐘內每秒讀值之變動在10 %範圍內)後，以採樣袋(或採氣鋼瓶)間接採樣，採樣流量應低於零值空氣供給流量，並注意圍封袋面變化，避免外界空氣補入致VOCs濃度稀釋。
- (11) 每一洩漏設備元件採集2個樣品，並記錄採樣時間、圍封袋內氣體之絕對壓力(P，mmHg)及溫度(T，°C)。
- (12) 背景濃度採樣應於待測元件上風無其他元件干擾位置，以採樣袋(或採氣鋼瓶)間接採樣；圍封元件若於同一範圍內可採集一個樣品。
- (13) 去除圍封袋後，再以攜帶型有機氣體分析儀檢測設備元件洩漏之TVOC濃度變化區間並記錄之。

4. 樣品保存

採氣袋樣品應室溫保存於陰暗處並在24小時內完成分析；採氣鋼瓶必需在常溫下完成採樣並於14天內完成分析。

2.2.2 樣品分析方法

本工作洩漏設備元件圍封採樣之採集樣品分析作業，應符合設備元件圍封採樣標準作業流程之分析樣品，並為具代表性之樣品，採用公告「空氣中揮發性有機化合物檢測方法—不銹鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法(NIEA A715.15B)」及「排放管道中氣態有機化合物檢測方法—採樣袋採樣/氣相層析火焰離子化偵測法(NIEA A722.75B)」進行定性及定量檢測分析，以做為計算洩漏率的相關資料。

一、干擾

1. NIEA A715.15B

- (1) 不銹鋼採樣筒污染的干擾，可能來自不正確操作、清洗不完全或分析系統的污染；因此，在組裝使用前後，需做實驗室空白試驗以測試系統是否有污染。
- (2) 若使用加壓採樣設備，使用前利用氮氣經採樣設備後，至不銹鋼採樣筒內，再依分析步驟進行分析，需確認該系統未受污染。
- (3) 樣品中過量的水氣將會對分析造成干擾，所以分析系統必需裝有適當之除水裝置或減少樣品體積量以避免水氣干擾。
- (4) 空氣中二氧化碳。
- (5) 所有樣品經過之管路及接頭，皆需保溫，以減少吸附干擾。

- (6) 分析設備在分析含有高濃度樣品時，會產生嚴重污染，而造成後面樣品分析時之污染。因此當有一個特別高濃度樣品被分析後，應伴隨著分析一空白樣品以確認系統是否受污染。

2. NIEA A722.75B

- (1) 高濃度和低濃度樣品或標準品交互分析時，會發生樣品交互污染，分析二個樣品過程之間應以載流氣體充分吹洗氣相層析儀之樣品迴路。
- (2) 若樣品氣體中含有水蒸氣，應測定其含量，並用修正係數加以校正。
- (3) 若樣品中水含量高於樣品層析時之進樣溫度下之飽和水蒸氣含量時，並不適用本方法檢測。
- (4) 採樣袋以60至80°C下加熱30 min，可提高清洗效率，惟曾使用採集濃度超過200 ppm樣品之採樣袋，可能因殘留影響檢測結果，故不宜再清洗與重複使用。
- (5) 對於成分複雜樣品，為避免檢測干擾，應使用GC/MS定性確認。

二、分析設備(建議規格)

1. NIEA A715.15B

- (1) 氣密式注射針筒：如1.0ml至1,000 ml。
- (2) Nafion除水裝置(選擇性配備，不適用於極性化合物)或具相同功能之除水裝置(須注意極性化合物之干擾)。
- (3) 熱脫附冷凍裝置：需具有可調控溫度功能，可內置或外接型。
- (4) 分離管柱：毛細管柱內徑0.25~0.32 mm,長50~60 m，膜厚約為1.8 μm之熔融矽膠毛細管柱，如DB-1、DB-5、DB-624 或其他具相同分離效果者。

- (5) 氣相層析儀：氣相層析儀系統必需有可供溫度昇溫程式設定功能，需有流量控制器(例如電子壓力控制器EPC或電子流量控制器EFC)可維持穿過熱脫附器維持限定流量，在昇溫條件操作時可控制分離管柱固定流量；此外，系統必需包括有內置或外接之濃縮(參見前面所敘述)裝置及所有其它必需之補助設備，例如：分離管柱及氣體或低溫控制閥件。
- (6) 質譜儀：為四極式、離子阱或其他相同功能之質譜儀，具每秒至少可掃描29至300 amu一次。
- (7) 氣相層析質譜儀分析條件：管柱溫度初始40°C、第一段升溫96°C、第二段升溫210°C、載流氣體(氮氣)流率：1.3 ml/min、電子能量：70電子伏特、質譜範圍：29至265 amu、離子源溫度：250°C。

2. NIEA A722.75B

- (1) 氣相層析儀：氣相層析儀應配備火焰離子化偵測器、分離管柱、溫度控制之樣品迴路及閥等裝置。氣相層析儀之靈敏度應符合本方法所分析化合物之要求。
- (2) 分離管柱：DB-1，30 m×0.32 mm ID，1 μm毛細管柱、DB-1，60 m×0.53 mm ID，1.5 μm毛細管柱或其他同具分離效果之層析管柱。
- (3) 氣體壓力調整器：用於氣相層析儀氣體鋼瓶及標準氣體鋼瓶。
- (4) 紀錄器：積分儀或具相同功能者。
- (5) 注射器：體積為0.5 mL，1.0 μL及10 μL，經校正且具氣密性之注射器，主要用於檢量線標準品之配製。
- (6) 配管裝置：連接氣相層析儀及其氣體鋼瓶。

三、試劑

1. NIEA A715.15B

- (1) 查核標準氣體：購置市售之標準混合氣體（可配成一瓶或多瓶）；內含如該標準檢測方法之化合物，但必需經濃度確認並可追溯至國家或國際標準者，用來確認檢量線之查核樣品。
- (2) 檢量線標準氣體：購置另一與查核標準氣體不同來源或批次之標準混合氣體或自行以如該標準檢測方法之分析試藥級，純度99.5 %以上之標準溶液配製成標準氣體。
- (3) 內標準氣體：內含一溴一氯甲烷、氯苯-d5及1,4-二氯苯之混合標準氣體可自行配製或購置。
- (4) 冷凍捕集劑：使用液態氮或液態氫或其他可降溫至-160°C以下功能之冷凍裝置。
- (5) 儀器用氣體：純度99.999 %以上之氮氣及氫氣。
- (6) 試劑水：去離子水，HPLC 級，供作溼化用之水蒸氣。

2. NIEA A722.75B

- (1) 試劑水：不含有機物之試劑水。
- (2) 甲醇：殘量級。
- (3) 標準氣體：含待測化合物之標準氣體，濃度經確認並可追溯至我國國家標準或國際標準者，如Scott Specialty Gases或同級品。
- (4) 待測化合物液體標準品：常溫常壓下為液態之待測化合物試劑，各成分純度為99 %以上，或可使用市售混合標準液。
- (5) 載流氣體：純度99.999 %以上之氮氣或氫氣。

- (6) 零級氣體(Zero gas)：碳氫化合物濃度小於1 ppm之空氣或氮氣，用於稀釋、製備空白樣品及標準品。

四、分析步驟

1. NIEA A715.15B

(1) 標準氣體配製

以靜態稀釋準備標準氣體或以高壓氣體鋼瓶製備標準氣體。

(2) 檢量線建立

(3) 進行儀器及檢量線查核頻率

(4) 分析前準備

- ①若為瞬間採樣樣品，且將利用正壓進樣分析方式，必需將欲分析之不銹鋼採樣筒利用零值氣體加壓，計算定量濃度時乘以稀釋倍數。
- ②在進行樣品分析時，必需先確認所有分析系統，包括進樣系統、熱脫附冷凍濃縮裝置及GC/MS系統等未受污染，方可進行樣品分析。
- ③若樣品保存時間超過7天，則建議先將欲分析之不銹鋼採樣筒置於烘箱內或電熱包上，以80°C加熱30分鐘後，再進行分析。

(5) 熱脫附冷凍濃縮

①負壓進樣分析

將氣相層析質譜儀及熱脫附冷凍裝置連線組裝完成後，將不銹鋼採樣筒連接於系統上，再利用真空泵抽取約100至500 cm³空氣樣品(用壓力計時，可由壓力計所改變之壓力， ΔP_1 ；及採樣筒體積， V_1 ；利用計算式 $\Delta P_1 V_1 = P_2 V_2$ ， P_2 為一大氣壓，即可求得樣品取出之體

積， V_2)。同時利用氣體注射針或自動注射閥注入一定量之內標準品後，再進行GC/MS分析。

② 正壓進樣分析

利用不銹鋼採樣筒之壓力由流量控制器及乾式流量計控制空氣樣品體積100至500 cm³，同時由氣體注射針或自動注射閥注入一定量之內標準品，經由熱脫附冷凝裝置所設定之操作條件操作，再進行GC/MS分析。

(6) 儀器測定

依設定之熱脫附冷凝器及氣相層析儀分析，利用質譜儀中全幅掃描(Scan)方式進行偵測，各待測物之離子質量數。

2. NIEA A722.75B

(1) 預先測試，其內容包含設定操作條件及進行預先測試樣品分析。

(2) 檢量線標準品

配製至少5種不同濃度之檢量線標準品，其中一個濃度需接近但稍高於方法偵測極限，其餘可涵蓋工作濃度範圍內之濃度，但各濃度間之間隔必須平均分布。若樣品濃度變動範圍太大，造成高、低濃度間線性關係之差異，則須分別建立高濃度及低濃度範圍之檢量線。

(3) 建立檢量線

建立適當之氣相層析儀操作條件，如使用樣品迴路方式進樣則應以50 mL/min速率沖洗樣品迴路至少30 sec。重複注射標準品，直至二次連續注射所得每一待測化合物的尖峰面積值差異在平均值5%範圍內。對每一標準品重複進行此步驟。畫出至少5種不同濃度標準品濃度(CS)與其尖峰面積

值關係圖，執行線性迴歸分析，求出線性關係值。

(4) 樣品分析步驟

執行採樣袋樣品分析步驟，依建立檢量線時所建立之氣相層析儀分析條件，記錄所有資料，若某些資料無法提供則註明“NA”。氣體樣品必須導入樣品閥，用樣品氣體沖洗採樣管線，並開啟活動閥。對此氣體樣品至少需取得2個層析圖，若2次連續注射之每一待測物的尖峰面積差值在其平均值5%內，則結果可被接受；若沒有達到此標準則須重新分析，或改正分析技術，直到符合要求。

在每次樣品分析前，須當天配製並分析一檢量線查核標準品，以確認滯留時間及檢量線之穩定性，以求樣品分析後定性定量結果之可信度。

五、結果處理

1. NIEA A715.15B

(1) 定性分析

本方法對於該標準檢測方法中所列之揮發性有機化合物的鑑定分析，可從各待測物在管柱中不同的滯留時間及從質譜圖搜尋與離子比對鑑定之。

(2) 定量分析

由化合物測得之尖峰面積，利用下式求得各待測物在空氣中之濃度。

$$C = \frac{A_x \times C_{is} \times DF}{A_{is} \times RRF}$$

其中C：待測物濃度，ppbv

A_x ：待測物主要定量離子積分面積

A_{is} ：內標準品主要定量離子積分面積

C_{is} ：內標準品添加濃度，ppbv

\overline{RRF} ：各待測物與內標準品之相對平均感應因子

DF ：稀釋倍數，如果沒有稀釋則 $DF=1$

2. NIEA A722.75B

由檢量線獲得尖峰面積計算 C_S 值，再由下式計算樣品中，以乾燥氣體體積為基準之每一待測物的濃度 C_C (ppm)：

$$C_C = \frac{C_S P_r T_i}{P_i T_r (1 - B_{ws})} \square \square$$

C_S = 從檢量線得到的有機化合物濃度，(ppm)。

P_r = 參考壓力，在校正期間記錄的大氣壓力或樣品迴路絕對壓力，(mmHg)。

T_i = 樣品分析時的樣品迴路溫度，(K)。

P_i = 樣品分析時大氣壓力或樣品迴路絕對壓力，(mmHg)。

T_r = 參考溫度，在校正時記錄的樣品迴路溫度(K)。

B_{ws} = 採樣袋樣品或排放管道排氣的水蒸氣含量，以體積百分比表示。

2.3 排放係數試算階段

2.3.1 檢測數據彙整

本工作圍封氣體之分析方法均採行政院環境保護環境檢驗所公告之標準方法，另依不同圍封工場採不同檢測方法，第五丁二烯工場採公告之「空氣中揮發性有機化合物檢測方法-不銹鋼採樣桶/氣相層析質譜儀法(NIEA A715.15B)」分析，第七芳香烴、輕油裂解及汽油氫化等三處工場採公告之「排放管道中氣態有機化合物檢測方法-採氣袋採樣/氣相層析火焰離子化偵測法(NIEA A722.75B)」分析，各方法所分析之VOCs物種已於2.2.2節所述，設備元件圍封氣體檢測數據彙整範例如表2.3-1～表2.3-2所示，其中表2.3-1適用於第五丁二烯工場，表2.3-2適用於第七芳香烴、輕油裂解及汽油氫化工場，由數據彙整表可瞭解各元件洩漏氣體之揮發性有機物之組成，後續再彙整揮發性有機物之總量。

表2.3-1 第五丁二烯工場檢測數據彙整表(1/4)

VOCs 物種	設備元件編號		T41-50-03360-02-F-L		T41-50-03360-02-F-L		T41-50-00930-03-F-L		T41-50-00930-03-F-L		T41-50-02720-04-O-L	
	分子量	MDL(ppm)	樣品 1	樣品 2								
一氯二氟甲烷	86.47	0.45										
丙烷	44.1	0.51										
二氯二氟甲烷	120.91	0.45										
氯甲烷	50.49	0.48										
1,2-二氯-1,1,2,2-四 氟乙烷	203.83	0.43										
氯乙烯	62.5	0.44										
1,3-丁二烯	54.09	0.44										
反-2-丁烯	56.11	0.43										
溴甲烷	94.94	0.45										
順-2-丁烯	56.1	0.43										
一氯乙烷	64.51	0.45										
乙腈	41.05	0.45										
丙烯醛	56.06	0.38										
丙酮	58.08	0.45										
異戊烷	72.15	0.37										
三氯一氟甲烷	137.37	0.44										
丙烯腈	53.06	0.33										
戊烷	72.15	0.46										
反-2-戊烯	70.13	0.39										
1,1-二氯乙烯	96.94	0.45										
順-2-戊烯	81.12	0.44										
二氯甲烷	84.93	0.53										
3-氯-1-丙烯	76.52	0.54										
1,1,2-三氯-1,2,2-三 氟乙烷	187.38	0.46										

表2.3-1 第五丁二烯工場檢測數據彙整表(2/4)

VOCs 物種	設備元件編號		T41-50-03360-02-F-L		T41-50-03360-02-F-L		T41-50-00930-03-F-L		T41-50-00930-03-F-L		T41-50-02720-04-O-L	
	分子量	MDL(ppm)	樣品 1	樣品 2								
順-1,2-二氯乙烯	96.94	0.49										
1,1-二氯乙烷	98.96	0.53										
醋酸乙烯酯	86.09	0.33										
2-甲基戊烷	86.18	0.37										
2-丁酮	72.11	0.43										
3-甲基戊烷	86.18	0.39										
1-己烯	84.16	0.38										
反-1,2-二氯乙烯	96.94	0.41										
正己烷	86.18	0.36										
三氯甲烷	119.38	0.43										
1,2-二氯乙烷	98.96	0.44										
甲基環戊烷	84.16	0.38										
2,4-二甲基戊烷	100.2	0.41										
1,1,1-三氯乙烷	133.4	0.39										
苯	78.11	0.42										
四氯化碳	153.82	0.4										
環己烷	84.16	0.41										
2-甲基己烷	100.2	0.36										
2,3-二甲基戊烷	100.2	0.36										
1,2-二氯丙烷	112.99	0.43										
一溴二氯甲烷	163.83	0.41										
三氯乙烯	131.39	0.44										
2,2,4-三甲基戊烷	114.23	0.34										
甲基丙烯酸甲酯	100.12	0.42										

表2.3-1 第五丁二烯工場檢測數據彙整表(3/4)

VOCs 物種	設備元件編號		T41-50-03360-02-F-L		T41-50-03360-02-F-L		T41-50-00930-03-F-L		T41-50-00930-03-F-L		T41-50-02720-04-O-L	
	分子量	MDL(ppm)	樣品 1	樣品 2								
正庚烷	100.2	0.43										
反-1,3-二氯丙烯	110.97	0.42										
4-甲基-2-戊酮	100.16	0.39										
甲基環己烷	98.19	0.33										
順-1,3-二氯丙烯	110.97	0.39										
1,1,2-三氯乙烷	133.4	0.45										
甲苯	92.14	0.42										
2-甲基庚烷	114.23	0.24										
3-甲基庚烷	114.23	0.4										
二溴一氯甲烷	208.28	0.41										
1,2-二溴乙烷	187.86	0.41										
正辛烷	114.23	0.45										
四氯乙烯	165.83	0.4										
氯苯	112.56	0.42										
乙苯	106.17	0.39										
二甲苯	106.17	0.46										
苯乙烯	104.15	0.25										
1,1,2,2-四氯乙烷	167.85	0.38										
異丙基苯	120.19	0.25										
正丙基苯	120.19	0.27										
間-乙基甲苯	120.19	0.35										
對-乙基甲苯	120.19	0.34										
1,3,5-三甲基苯	120.19	0.41										
α -甲基-苯乙烯	118.18	0.4										

表2.3-1 第五丁二烯工場檢測數據彙整表(4/4)

VOCs 物種	設備元件編號		T41-50-03360-02-F-L		T41-50-03360-02-F-L		T41-50-00930-03-F-L		T41-50-00930-03-F-L		T41-50-02720-04-O-L	
	分子量	MDL(ppm)	樣品 1	樣品 2								
鄰-乙基甲苯	120.19	0.26										
1,2,4-三甲基苯	120.19	0.41										
氯甲苯	126.58	0.4										
1,3-二氯苯	147	0.41										
1,4-二氯苯	147	0.41										
1,2,3-三甲基苯	120.19	0.42										
1,2-二氯苯	147	0.43										
間-二乙基苯	134.22	0.28										
對-二乙基苯	134.22	0.4										
正十一烷	156.31	0.35										
1,2,4-三氯苯	181.45	0.34										
正十二烷	170.33	0.33										
六氯丁二烯	260.73	0.35										

表2.3-2 第七芳香烴、輕油裂解及汽油氫化工場檢測數據彙整表

VOCs 物種	設備元件編號		T42-70-00240-17-O-L		T42-70-00240-17-O-L		T42-70-02910-13-O-L		T42-70-02910-13-O-L		T42-70-04020-10-V-G	
	分子量	MDL(ppm)	樣品 1	樣品 2								
丙酮	58.08	0.26										
丙烯腈	53.06	0.25										
醋酸甲酯	74.08	0.24										
二氯甲烷	84.93	0.25										
反-1,2-二氯乙烷	96.94	0.24										
1,1-二氯乙烷	98.96	0.24										
丁酮	72.11	0.19										
順-1,2-二氯乙烷	96.94	0.3										
三氯甲烷	119.38	0.25										
1,2-二氯乙烷	98.96	0.24										
1,1,1-三氯乙烷	133.4	0.24										
苯	78.11	0.24										
四氯化碳	153.82	0.27										
三氯乙烯	131.39	0.24										
甲苯	92.14	0.24										
四氯乙烯	165.83	0.24										
氯苯	112.56	0.26										
乙苯	106.167	0.25										
間,對-二甲苯	106.17	0.27										
苯乙烯	104.15	0.34										
鄰-二甲苯	106.17	0.3										
氯乙烯	65.5	0.27										

2.3.2 排放係數建置方法規劃

一、圍封檢測之洩漏率(排放係數)估算方式

本工作以圍封檢測所得之濃度及氣體流率進行質量洩漏率之計算，計算過程有下列兩項假設：

1. 假設管線內容之有機物實際成分即為廠方所提供之組成，以該組成為計算洩漏率所需之有機物分子量。
2. 若管線內之有機物為混合物，且逸散量中各成分之比例與管線中各成分體積濃度比例相同，將採用體積濃度比例來計算其平均分子量。

圍封試驗採集之樣品分析結果將以下列公式計算揮發性有機物洩漏率 (\dot{m} , kg/hr)：

$$\dot{m} = 9.63 \times 10^{-10} \times \frac{C \times P \times Q \times M_w}{(T + 273)}$$

C：設備元件樣品中 VOCs 或 TVOC 之濃度值(ppm)。

P：圍封袋內氣體之絕對壓力(P, mmHg)。

Q：通入圍封袋之空氣穩定流率(Q, L/min)

M_w：VOCs 之分子量(g/mol)，TVOC 之分子量以 16 (g/mol)計。

T：圍封袋內氣體之溫度(°C)。

二、層次因子係數建置

檢視105年第三季設備元件定期檢測結果，各工場設備元件洩漏濃度大都集中在低濃度，大於100 ppm之數量約佔總量之1.4%，為使設備元件排放係數可完整建置，在高濃度區間(>1,000 ppm)無圍封採樣元件時，將以環保署公告之係數替代為該區間的排放係數，並以成分分析結果換算各有機物質之洩漏率。

2.3.3 檢測成果報告內容

本工作係依據「三輕更新擴產計畫環境影響說明書」當中環境保護對策承諾執行，而本工作係將台灣中油林園石化事業部新建工場於營運後3年內，針對烯烴製程與芳香烴製程設備元件採圍封檢測方式，實際量測揮發性有機物洩漏濃度，再彙整其個別揮發性有機化合物之洩漏排放總量，並進行設備元件排放係數之建置。

完成圍封、採樣及分析工作後，針對四個工場合計300個設備元件提出包括：洩漏率檢測報告、樣品分析結果紀錄表、圍封採樣分析紀錄表、圍封袋內TVOC監測原始數據、採樣/樣品遞送單及附件(採樣過程照片、儀器校正記錄、儀器校正精密度記錄、監督檢測記錄及委外分析報告)等資料之洩漏率檢測報告。

最後再向中油公司提出包含：(1)工作組織表、檢測工作施工進度，(2)品保品管規劃書，(3)VOCs檢測方法與分析結果，及(4)排放係數建置結果內容之檢測成果報告書。

第三章 工作成果

3.1 設備元件圍封檢測成果

傳閔公司於105年12月29日至106年2月10日期間完成300點次之設備元件圍封採樣工作，並以GC/FID完成第七芳香烴工場、輕油裂解工場及汽油氫化工場共225點次，以GC/MS完成第五丁二烯工場75點次樣品之分析工作。圍封前整備、圍封作業現場及樣品運送與實驗室分析階段概述如下：

一、圍封前整備

本階段包括作業前教育訓練、儀器整備、施工會議討論及現勘作業等，作業情形如圖3.1-1所示。

二、圍封作業現場

本階段包括執行空白測試、系統誤差測試、現場圍封作業、外部查核作業，作業情形如圖3.1-2~3.1-4所示。

三、樣品運送及實驗室分析

本階段包括樣品點交、樣品運送、實驗室分析、鋼瓶採樣袋清洗作業等。

照片	說明
	<p>圍封作業勤前訓練及儀器整備情形</p>
	<p>現勘作業(1)</p>
	<p>現勘作業(2)</p>

圖3.1-1 圍封採樣前置作業執行情形

照片	說明
	<p>TVA1000暖機後進行儀器校正</p>
	<p>依選定資料尋找待測元件並確認編號</p>
	<p>以TVA1000進行設備元件洩漏偵測</p>
	<p>量測元件尺寸製作合適鐵氟龍膜圍封袋</p>

圖3.1-2 圍封採樣作業執行情形(1)

照片	說明
	<p>以圍封袋包覆待測設備元件並載入零值空氣</p>
	<p>量測圍封袋內壓力及溫度</p>
	<p>以採樣箱裝載採氣袋，負壓採集圍封袋內氣體</p>
	<p>樣品置入不透光黑色袋內並置於陰涼處</p>

圖3.1-3 圍封採樣作業執行情形(2)

照片	說明
	<p>工研院現場查核情形</p>
	<p>系統誤差測試作業情形</p>
	<p>GC/FID分析儀</p>
	<p>GC/MS分析儀</p>

圖3.1-4 圍封採樣作業執行情形(3)

3.1.1 各工場圍封數量及濃度區間統計

統計執行之受測元件包括：氣體閥(GV)、輕質液閥(LV)、釋壓閥(R)、氣體法蘭(GF)、輕質液法蘭(LF)、氣體開口閥(GO)、輕質液開口閥(LO)、氣體連接頭(GN)及輕質液連接頭(LN)等9種。其中以輕質液閥52個為最多，其次為輕質液法蘭51個，再依序為輕質液開口閥、輕質液連接頭、氣體法蘭、氣體閥、氣體開口閥、氣體釋壓閥及氣體連接頭(表3.1-1、圖3.1-5~6)。

表3.1-1 本工作設備元件實際圍封數量統計表

類別	受測元件初測濃度區間			總計
	0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥10,000 ppm	
GV	27	0	0	27
LV	49	2	1	52
GF	29	0	0	29
LF	38	10	3	51
GR	24	0	0	24
GO	25	1	0	26
LO	25	7	5	37
GN	19	1	0	20
LN	32	1	1	34
總計	268	22	10	300

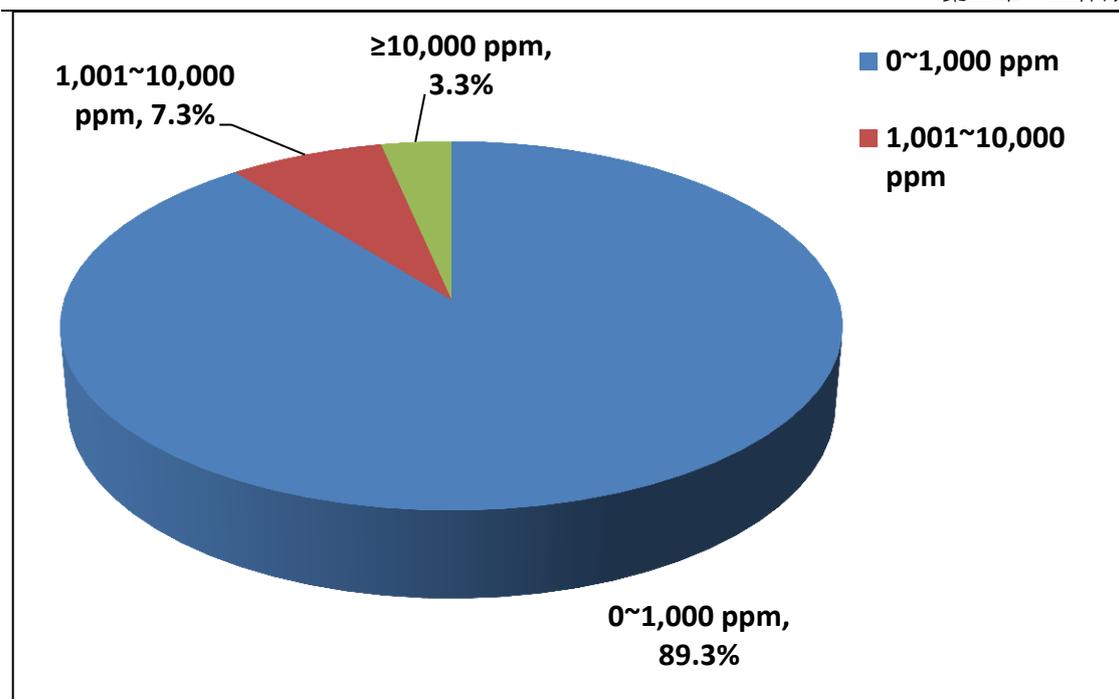


圖3.1-5 各濃度區間受測元件數量比例

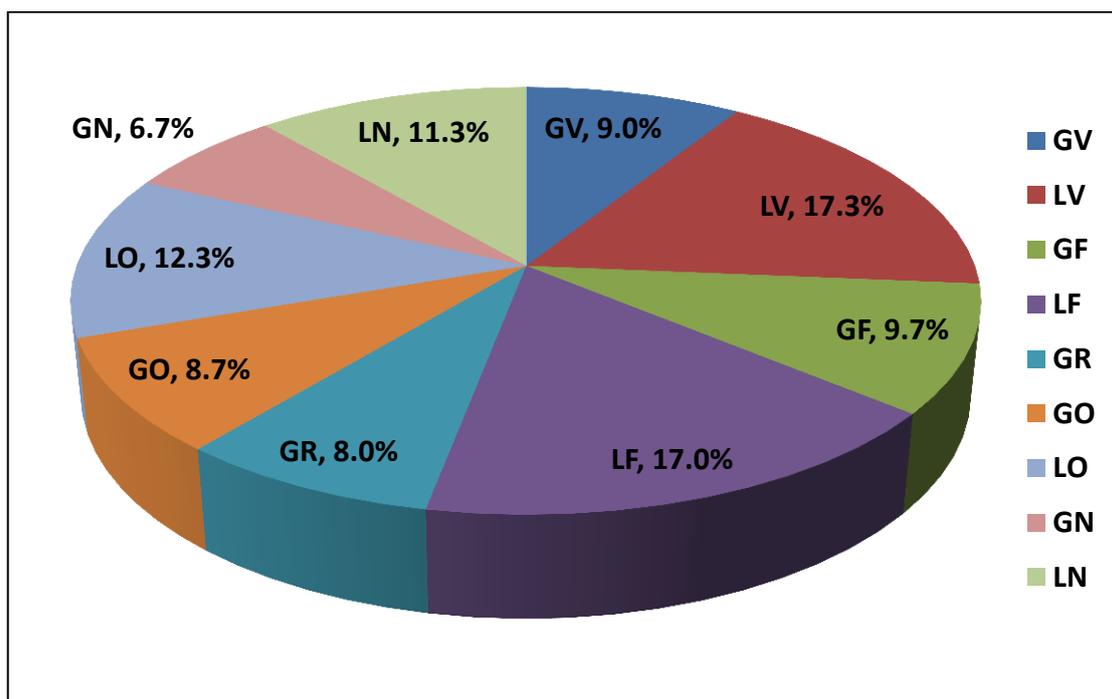


圖3.1-6 各類型受測元件數量比例

一、各工場各類元件圍封比例

以105年第三季元件數量做為基準進行比較，分析各工場各類元件圍封比例，結果如下：

1. 第五丁二烯工場

第五丁二烯工場共進行75個設備元件實測工作，所有採集樣品後續皆採GC/MS進行分析。以第五丁二烯工場分析，本場實測數量約佔總數量之 1.01%，其中以元件數量較少的釋壓閥 9.38%為最高，而元件數量較多之輕質液閥取樣比例為 0.62%，執行數量為17個。第五丁二烯工場實測數量及比例如表3.1-2所示。

2. 第七芳香烴工場、輕油裂解工場、汽油氫化工場(合稱含苯類工場)

含苯類工場共進行225個設備元件實測工作，所有採集樣品皆採GC/FID進行分析。以含苯類工場分析，其實測數量約佔總數量之 0.31%，其中以元件數量較少的釋壓閥 4.53%為最高，而元件數量較多之輕質液閥取樣比例為 0.17%，執行數量為38個。含苯類工場實測數量及比例如表3.1-3所示。

二、濃度區間分布

統計受測元件之初測值資料(如表3.1-4~8)，可發現輕質液設備元件取得較多的濃度區間，而氣體類元件則因數量原就不多，因此濃度區間數量取得情形較不佳。

表3.1-2 丁二烯工場實測數量及比例

設備元件	流體種類	總數量(個)	實測數量(個)	比例(%)
閥	氣體	559	6	1.07
	輕質液	2,219	14	0.63
釋壓閥	氣體	64	6	9.38
法蘭	氣體	655	8	1.22
	輕質液	2,737	17	0.62
開口閥	氣體	124	6	4.84
	輕質液	585	6	1.03
其他連接頭	氣體	98	6	6.12
	輕質液	362	6	1.66
合計		7,403	75	1.01

註：總數量彙整自105年第三季VOCs申報資料，不包含泵浦軸封及壓縮機類設備元件數量。

表3.1-3 含苯類工場實測數量及比例

設備元件	流體種類	總數量(個)	實測數量(個)	比例(%)
閥	氣體	2,453	21	0.86
	輕質液	23,000	38	0.17
釋壓閥	氣體	397	18	4.53
法蘭	氣體	1,738	21	1.21
	輕質液	18,260	34	0.19
開口閥	氣體	1,277	20	1.57
	輕質液	7,815	31	0.40
其他連接頭	氣體	2,025	14	0.69
	輕質液	15,589	28	0.18
總計		72,554	225	0.31

註：總數量彙整自105年第三季VOCs申報資料，不包含泵浦軸封及壓縮機類設備元件。

表3.1-4 丁二烯工場受測元件濃度區間分布統計

元件類別	0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥10,000 ppm
GV	559	0	0
LV	2,218	1	0
GR	64	0	0
GF	654	1	0
LF	2,735	2	0
GO	124	0	0
LO	585	0	0
GN	98	0	0
LN	361	1	0
總計	7,398	5	0

註：總數量彙整自105年第三季VOCs申報資料，不包含泵浦軸封及壓縮機。

表3.1-5 含苯類工場合計受測元件濃度區間分布統計

元件類別	0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥10,000 ppm
GV	2,447	6	0
LV	22,947	49	4
GR	396	1	0
GF	1,733	4	1
LF	18,187	58	15
GO	1,273	4	0
LO	7,759	35	21
GN	2,023	1	1
LN	15,575	14	0
總計	72,340	172	42

註：總數量彙整自105年第三季VOCs申報資料，不包含泵浦軸封及壓縮機。

表3.1-6 第七芳香烴工場受測元件濃度區間分布統計

元件類別	0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥10,000 ppm
GV	34	0	0
LV	2,276	7	0
GR	28	0	0
GF	37	0	0
LF	2,882	0	0
GO	8	1	0
LO	739	3	3
GN	5	0	0
LN	457	1	0
總計	6,466	12	3

註：總數量彙整自105年第三季VOCs申報資料，不包含泵浦軸封及壓縮機。

表3.1-7 輕油裂解工場受測元件濃度區間分布統計

元件類別	0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥10,000 ppm
GV	2,382	6	0
LV	14,785	42	4
GR	286	1	0
GF	1,669	4	1
LF	9,600	54	13
GO	1,257	3	0
LO	5,166	29	17
GN	2,015	1	1
LN	11,730	11	0
總計	48,890	151	36

註：總數量彙整自105年第三季VOCs申報資料，不包含泵浦軸封及壓縮機。

表3.1-8 汽油氫化工場受測元件濃度區間分布統計

元件類別	0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥10,000 ppm
GV	31	0	0
LV	5,886	0	0
GR	82	0	0
GF	27	0	0
LF	5,705	4	2
GO	8	0	0
LO	1,854	3	1
GN	3	0	0
LN	3,388	2	0
總計	16,984	9	3

註：總數量彙整自105年第三季VOCs申報資料，不包含泵浦軸封及壓縮機。

3.1.2 無法圍封之設備元件統計分析

由於設備元件之圍封採樣作業須考量安全性與可執行性，因此實際進行圍封採樣時，難免會有部分設備元件會因高度、空間及溫度等因素而有無法執行圍封的情形發生。本工作執行期間因上述原因無法進行圍封的元件共有74個(如表3.1-9~10、圖3.1-7)，無法圍封主要原因包括：保溫材包覆、位置過高、元件溫度過高、難以密封無法包覆、包覆空間不足及有安全疑慮等6種。

表3.1-9 無法執行圍封之設備元件統計

無法圍封原因	法蘭		連接頭		開口閥		釋壓閥	閥		合計
	氣體	輕質液	氣體	輕質液	氣體	輕質液		氣體	輕質液	
元件溫度過高	0	2	0	0	0	2	1	0	0	5
包覆空間不足	2	3	1	3	5	2	0	7	4	27
有安全疑慮	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
位置過高	3	1	1	2	1	3	4	2	3	19
保溫材包覆	1	0	1	0	0	2	0	0	2	6
難以密封無法包覆	1	2	1	2	1	0	0	2	5	14
合計	8	10	4	7	7	9	5	11	14	74

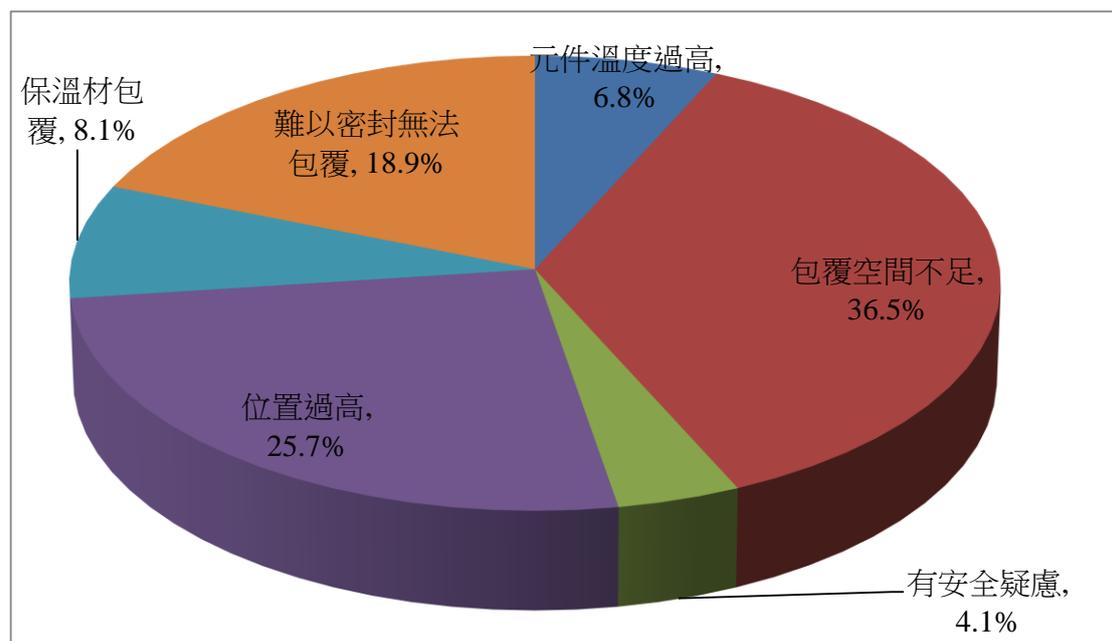


圖3.1-7 設備元件無法圍封之原因比例

表3.1-10 無法執行圍封之設備元件清單(1/2)

設備元件編號	元件型式	流體種類	異常紀錄
V10-12-02780-01-V-G	V	G	包覆空間不足
V10-11-18930-01-V-G	V	G	包覆空間不足
V20-13-00320-03-V-G	V	G	包覆空間不足
V20-13-00782-02-V-G	V	G	位置過高
V20-14-00030-10-V-G	V	G	難以密封無法包覆
V10-11-00010-03-V-L	V	L	難以密封無法包覆
V10-11-00010-05-V-L	V	L	包覆空間不足
V20-MM-00560-01-V-L	V	L	難以密封無法包覆
V20-13-02000-02-B-L	B	L	難以密封無法包覆
V10-12-02990-01-F-G	F	G	位置過高
V10-12-07310-05-F-G	F	G	位置過高
V10-1A-13090-01-F-L	F	L	元件溫度過高
V20-14-00690-01-F-L	F	L	有安全疑慮
V10-11-16960-03-O-G	O	G	包覆空間不足
V10-12-01670-08-O-G	O	G	難以密封無法包覆
V10-1A-27630-05-O-L	O	L	元件溫度過高
V20-15-04670-03-O-L	O	L	元件溫度過高
V20-13-00781-03-N-G	N	G	保溫材包覆
V10-11-16360-03-N-G	N	G	包覆空間不足
V10-1A-25620-11-N-L	N	L	位置過高
V10-1A-25200-04-N-L	N	L	位置過高
T41-50-04870-04-V-G	V	G	包覆空間不足
T41-50-09570-05-V-G	V	G	位置過高
T41-50-03780-01-V-L	V	L	包覆空間不足
T41-50-06820-06-V-L	V	L	保溫材包覆
T41-50-10280-06-R-G	R	G	位置過高
T41-50-04880-04-F-G	F	G	包覆空間不足
T41-50-08440-01-F-G	F	G	有安全疑慮
T41-50-06750-08-F-L	F	L	有安全疑慮
T41-50-01350-02-F-L	F	L	元件溫度過高
T41-50-09940-01-O-G	O	G	位置過高
T41-50-06470-07-O-G	O	G	包覆空間不足
T41-50-06780-14-O-L	O	L	位置過高
T41-50-02880-01-O-L	O	L	保溫材包覆
T41-50-07460-07-N-G	N	G	位置過高
T41-50-05080-06-N-G	N	G	難以密封無法包覆
T42-70-04020-05-V-G	V	G	包覆空間不足

表3.1-10 無法執行圍封之設備元件清單(2/2)

設備元件編號	元件型式	流體種類	異常紀錄
T42-70-04060-02-V-G	V	G	包覆空間不足
T42-70-04020-06-V-G	V	G	包覆空間不足
T42-T7-00170-06-V-L	V	L	包覆空間不足
T42-70-04610-01-V-L	V	L	保溫材包覆
T42-70-04570-12-V-L	V	L	包覆空間不足
T42-70-00900-02-V-L	V	L	難以密封無法包覆
T42-70-02380-03-R-L	R	L	位置過高
T42-70-02700-01-R-L	R	L	位置過高
T42-70-04060-08-F-G	F	G	保溫材包覆
T42-70-04080-09-F-G	F	G	包覆空間不足
T42-70-02130-03-F-L	F	L	難以密封無法包覆
T42-70-02180-03-F-L	F	L	包覆空間不足
T42-70-02350-01-F-L	F	L	包覆空間不足
T42-70-04030-12-O-G	O	G	包覆空間不足
T42-70-01790-12-O-L	O	L	保溫材包覆
T42-T7-00590-12-O-L	O	L	包覆空間不足
T42-70-00510-08-N-L	N	L	難以密封無法包覆
T42-70-01670-01-N-L	N	L	包覆空間不足
V30-21-02330-04-V-G	V	L	位置過高
V30-19-02950-12-V-G	V	G	難以密封無法包覆
V30-40-04430-04-V-L	V	L	位置過高
V30-19-05190-04-B-L	B	L	難以密封無法包覆
V30-19-03730-06-R-L	R	L	位置過高
V30-40-01020-01-R-L	R	L	元件溫度過高
V30-21-02330-01-F-G	F	G	位置過高
V30-40-03350-01-F-G	F	G	難以密封無法包覆
V30-40-10310-04-F-L	F	L	包覆空間不足
V30-21-02250-09-F-L	F	L	位置過高
V30-21-00940-06-F-L	F	L	難以密封無法包覆
V30-40-00280-05-O-G	O	G	包覆空間不足
V30-40-00030-13-O-G	O	G	包覆空間不足
V30-40-03150-03-O-L	O	L	位置過高
V30-40-04270-09-O-L	O	L	位置過高
V30-18-01040-06-O-L	O	L	包覆空間不足
V30-21-00200-11-N-L	N	L	包覆空間不足
V30-40-08350-10-N-L	N	L	包覆空間不足
V30-18-00910-01-N-L	N	L	難以密封無法包覆

3.2 品保/品管作業

傳閔公司為確保所執行工作之數據具可靠性，特訂定相關品保作業規定，其品保規劃書係依據行政院環境保護署環境檢驗所公佈之環保署委託計畫品保規劃書(QA Project Plan)撰寫指引(87.04.28)、九十四年度環保署委託計畫檢測數據品保分類(94.02.25)及九十四年度環保署委託計畫品保規劃書撰寫要項(94.02.25)之規定撰寫，以做為計畫執行時現場採樣與實驗室分析的品質保證與品管要求。

品保規劃書(附件一)已於開始工作執行前分發予工作人員，要求均確實依據規劃書之規範執行，以求符合計畫之品保目標與品管要求。檢測項目及數據之品保目標(包含方法偵測極限)如表3.2-1。

表3.2-1 檢測數據品保目標

檢測方法	儀器	項目	品保目標
「揮發性有機物洩漏測定方法」 (NIEA A706.73C)	攜帶式有機氣體分析儀 (TVA)	儀器偵測極限	1 ppmv
		儀器反應時間	≤30 秒
		儀器校正精密度 ^{註1}	≤10 %
		儀器準確度(X)	濃度讀值±25 %
		儀器準確度校正 ^{註2}	100 ± 10 %
「空氣中揮發性有機化合物檢測方法—不銹鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法」 (NIEA A715.15B)」	氣相層析質譜儀 (GC/MS)	方法偵測極限	≒0.5ppbv
		檢量線	其 RSD 值不可超 30%，若有超過 30%時，最多不能有兩個以上的待測物超過，且 RSD 不能超過 40%
		精密度(RSD)	≤25 %
		準確度(X)	100 ± 30 %
「排放管道中氣態有機化合物檢測方法—採樣袋採樣/氣相層析火焰離子化偵測法」 (NIEA A722.75B)	火焰離子化層析儀 (GC/FID)	方法偵測極限	≒0.3 ppmv
		檢量線	線性迴歸，相關係數 $R^2 \geq 0.995$
		精密度(RSD)	≤5 %
		準確度(X)	100 ± 15 %

註 1：校正精密度測試須在分析儀器使用前完成，在隨後 3 個月期間內或下次使用時候，何者後到才進行測試，校正精密度須介於 10 % 範圍內，其作法為交替使用零值氣體和特定校正氣體共 3 次測試，記錄儀器讀值，計算儀器讀值和已知校正值間差異之算術平均，將此平均差異除以已知校正值並乘上 100，以百分比來表示校正精密度。

註 2：每次採樣前藉由標準氣體進行校正查核，確保儀器之準確度在整個計畫執行年度中都符合品保訂定之目標，若查核結果超出訂定之品保準確度查核目標，則以儀器準確度校正標準程序進行儀器準確度之校正。

3.3 圍封樣品分析成果

3.3.1 樣品採樣及分析項目

一、設備元件揮發性有機物圍封採樣

本工作於第五丁二烯工場、第七芳香烴工場、輕油裂解工場及汽油氫化工場所執行之設備元件樣品採樣，均委託具環檢所許可認證之檢測公司(淇荃環保科技有限公司)執行採樣檢測作業，執行方法為NIEA A736.71C。

二、GC/FID分析項目及偵測極限

本工作於第七芳香烴工場、輕油裂解工場及汽油氫化工場所採集之樣品氣體，均委託具環檢所許可認證之檢測公司(台宇環境科技股份有限公司)執行分析作業，分析方法為NIEA A722.75B，該方法可分析之揮發性有機物種共有21項，其個別物種名稱及方法偵測極限(MDL)如表3.3-1所示。

三、GC/MS分析項目及偵測極限

本工作於第五丁二烯工場所採集之樣品氣體，均委託具環檢所許可認證之檢測公司(台宇環境科技股份有限公司)執行分析作業，分析方法為NIEA A715.15B，該方法可分析之揮發性有機物種共有85項，其個別物種名稱及方法偵測極限(MDL)如表3.3-2所示。

表3.3-1 GC/FID分析項目及偵測極限表

分析項目		偵測極限 (ppm)
丙酮	Acetone	0.26
丙烯腈	Acrylonitrile	0.25
乙酸甲酯	Methyl acetate	0.24
二氯甲烷	Methylene chloride	0.25
反-1,2-二氯乙烯	trans-1,2-Dichloroethene	0.24
1,1-二氯乙烷	1,1-Dichloroethane	0.24
丁酮(2-丁酮)	2-Butanone	0.19
順-1,2-二氯乙烯	cis-1,2-Dichloroethene	0.30
三氯甲烷(氯仿)	Chloroform	0.25
1,2-二氯乙烷	1,2-Dichloroethane	0.24
1,1,1-三氯乙烷	1,1,1-Trichloroethane	0.24
苯	Benzene	0.24
四氯化碳(四氯甲烷)	Carbon tetrachloride	0.27
三氯乙烯	Trichloroethene	0.24
甲苯	Toluene	0.24
四氯乙烯	Tetrachloroethylene	0.24
氯苯	Chlorobenzene	0.26
乙苯	Ethylbenzene	0.25
間,對-二甲苯	m/p-Xylene	0.27
苯乙烯	Styrene	0.34
鄰-二甲苯	o-Xylene	0.30
氯乙烯	Vinyl-chloride	0.27

表3.3-2 GC/MS分析項目及偵測極限表(1/3)

分析項目		偵測極限 (ppb)
一氯二氟甲烷	Difluorochloromethane	0.45
丙烷	Propane	0.51
二氯二氟甲烷	Dichlorodifluoromethane	0.45
氯甲烷	Chloromethane	0.48
1,2-二氯-1,1,2,2-四氟乙烷	Dichlorotetrafluoroethane	0.43
氯乙烯	Vinyl chloride	0.44
1,3-丁二烯	1,3-Butadiene	0.44
反-2-丁烯	trans-2-Butene	0.43
溴甲烷	Bromomethane	0.45
順-2-丁烯	cis-2-Butene	0.43
一氯乙烷	Chloroethane	0.45
乙腈	Acetonitrile	0.45
丙烯醛	Acrolein	0.38
丙酮	Acetone	0.45
異戊烷	Isopentane	0.37
三氯一氟甲烷	Trichlorofluoromethane	0.44
丙烯腈	Acrylonitrile	0.33
正戊烷	Pentane	0.46
反-2-戊烯	trans-2-Pentene	0.39
1,1-二氯乙烷	1,1-Dichloroethane	0.45
順-2-戊烯	cis-2-Pentene	0.44
二氯甲烷	Methylene chloride	0.53
3-氯丙烯	3-Chloro-1-propene	0.54
1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷	1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane	0.46
順-1,2-二氯乙烷	cis-1,2-Dichloroethane	0.49
1,1-二氯乙烷	1,1-Dichloroethane	0.53
乙烯醋酸酯	Vinyl acetate	0.33
2-甲基戊烷	2-Methylpentane	0.37
2-丁酮	2-Butanone	0.43

表3.3-2 GC/MS分析項目及偵測極限表(2/3)

	分析項目	偵測極限 (ppb)
3-甲基戊烷	3-Methylpentane	0.39
1-己烯	1-Hexene	0.38
反-1,2-二氯乙烷	trans-1,2-Dichloroethene	0.41
己烷	Hexane	0.36
氯仿	Chloroform	0.43
1,2-二氯乙烷	1,2-Dichloroethane	0.44
甲基環戊烷	Methylcyclopentane	0.38
2,4-二甲基戊烷	2,4-Dimethylpentane	0.41
1,1,1-三氯乙烷	1,1,1-Trichloroethane	0.39
苯	Benzene	0.42
四氯化碳	Carbon tetrachloride	0.4
環己烷	Cyclohexane	0.41
2-甲基己烷	2-Methylhexane	0.36
2,3-二甲基戊烷	2,3-Dimethylpentane	0.36
1,2-二氯丙烷	1,2-Dichloropropane	0.43
一溴二氯甲烷	Bromodichloromethane	0.41
三氯乙烯	Trichloroethene	0.44
2,2,4-三甲基戊烷	2,2,4-Trimethylpentane	0.34
甲基丙烯酸酯	Methyl methacrylate	0.42
庚烷	Heptane	0.43
反-1,3-二氯丙烯	trans-1,3-Dichloro-1-propene	0.42
甲基異丁基酮	Methyl Isobutyl Ketone	0.39
甲基環己烷	Methylcyclohexane	0.33
順-1,3-二氯丙烯	cis-1,3-Dichloro-1-propene	0.39
1,1,2-三氯乙烷	1,1,2-Trichloroethane	0.45
甲苯	Toluene	0.42
2-甲基庚烷	2-Methylheptane	0.24
3-甲基庚烷	3-Methylheptane	0.4
二溴一氯甲烷	Dibromochloromethane	0.41
1,2-二溴乙烷	1,2-Dibromoethane	0.41
辛烷	Octane	0.45

表3.3-2 GC/MS分析項目及偵測極限表(3/3)

分析項目		偵測極限 (ppb)
四氯乙烯	Tetrachloroethylene	0.4
氯苯	Chlorobenzene	0.42
乙苯	Ethylbenzene	0.39
間+對-二甲苯	m/p-Xylene	0.46
苯乙烯	Styrene	0.25
1,1,2,2-四氯乙烷	1,1,2,2-Tetrachloroethane	0.38
異丙苯	Isopropylbenzene	0.25
正丙苯	n-Propylbenzene	0.27
間-乙基甲苯	m-Ethyltoluene	0.35
對-乙基甲苯	p-Ethyltoluene	0.34
1,3,5-三甲基苯	1,3,5-Trimethylbenzene	0.41
α-甲基苯乙烯	alpha-Methylstyrene	0.4
鄰-乙基甲苯	o-Ethyltoluene	0.26
1,2,4-三甲基苯	1,2,4-Trimethylbenzene	0.41
氯甲苯	Benzyl chloride	0.4
1,3-二氯苯	1,3-Dichlorobenzene	0.41
1,4-二氯苯	1,4-Dichlorobenzene	0.41
1,2,3-三甲基苯	1,2,3-Trimethylbenzene	0.42
1,2-二氯苯	1,2-Dichlorobenzen	0.43
間-二乙基苯	m-Diethylbenzene	0.28
對-二乙基苯	p-Diethylbenzene	0.4
正十一烷	n-Undecane	0.35
1,2,4-三氯苯	1,2,4-Trichlorobenzene	0.34
正十二烷	n-Dodecane	0.33
六氯丁二烯	Hexachlorobutadiene	0.35

3.3.2 樣品分析結果

一、第五丁二烯工場

本工作於第五丁二烯工場共執行75個設備元件圍封，每一設備元件採集2個樣品，合計採集150個樣品，所採集之樣品經GC/MS分析後，統計全數樣品之揮發性有機物洩漏量，其揮發性有機物種以1,3-丁二烯為主。

二、含苯類工場

本工作於第七芳香烴工場、輕油裂解工場及汽油氫化工場共執行225個設備元件圍封，每一設備元件採集2個樣品，合計採集450個樣品，所採集之樣品經GC/FID分析後，統計全數樣品之揮發性有機物洩漏量，其揮發性有機物種以苯為主。

3.4 排放係數建置成果

美國環保署於1995年提出之「Protocol for Equipment Leak Emission Estimate」報告內容所認可之設備元件逸散量計算方式進行廠內排放係數之建置，而設備元件逸散量估算方法主要有平均因子法(Average Emission Factor Approach)、層次因子法(Screening Ranges Approach)、相關係數法(EPA Correlation Approach)、特定相關係數法(Unit-Specific Correlation Approach)等四種計算方法。本工作以層次因子法進行中油林園廠新三輕製程設備元件逸散量計算。

考量本工作所採用之分析方法係針對個別揮發性有機物進行檢測，但排放係數係以非甲烷碳氫化合物(NMHC)進行建置，因此，傳閔公司先將所檢測出之個別揮發性有機物濃度轉換為甲烷濃度，再個別進行洩漏率計算，所得之洩漏率再加總後即為該元件之NMHC洩漏率。

依不同洩漏濃度區間之設備元件洩漏率分別計算其算術平均值，所得之數值即為「層次因子排放係數」。

3.4.1 丁二烯工場VOC排放係數(層次因子)建置結果

本工場共計建立氣體閥、輕質液閥、氣體法蘭、輕質液法蘭、氣體開口管線、輕質液開口管線、氣體其他連接頭、輕質液其他連接頭及氣體釋壓閥等9類型之設備元件排放係數，其洩漏濃度區間之分配主要以環保署公告係數之三個區間(0~1,000 ppm、1,001~9,999 ppm、 $\geq 10,000$ ppm)為主。

在中油公司落實設備元件檢測及洩漏修護，幾無 $>1,000$ ppm之洩漏元件，由美國環保署1995年的資料顯示，建置排放係數執行圍封檢測的元件數量至少應有6個；另外我國「固定污染源揮發性有機物自廠係數(含控制效率)建置作業要點」提到各個濃度區間數量至少須4個，並且完成5批次檢測。本計畫工作因為在高濃度區間取得之數量較少，因此部分濃度區間之排放係數

無法完整建置，為彌補所缺漏之中高濃度區間排放係數，傳閔公司以低濃度區間之排放係數進行回推，並假設以下前提：

- 一、設定低濃度區間因執行數量較多，因此在洩漏率的呈現上最具代表性。
- 二、假設低濃度區間之污染物排放量，與中高濃度區間之污染物排放量成正比。
- 三、公告係數於各個濃度區間之排放係數比值與本工作各個濃度區間比值一致。

在前述假設下，以低濃度區間之排放係數與公告低濃度區間係數兩者比例進行回推，其中其他連接頭類元件於環保署目前並無公告係數，因此將其他連接頭類比照法蘭類進行回推計算，回推之計算範例如下：

$$X = (B \div A) \times Y$$

A：該類設備元件(0~1,000 ppm)公告係數

B：該類設備元件(1,001~9,999 ppm 或 $\geq 10,000$ ppm)公告係數

X：該類設備元件回推係數

Y：該類設備元件(0~1,000 ppm)本工作已建立係數

本工作依上述方法推估之VOCs排放係數(因其他連接頭類元件無環保署係數，其比例參考法蘭)如表3.4-1。

表3.4-1 丁二烯工場VOCs排放係數建置結果

元件型式	流體種類	排放因子(kg/hr/Source)		
		0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥ 10,000 ppm
閥(V)	氣體	1.43×10^{-6}	$2.15 \times 10^{-5**}$	$5.87 \times 10^{-4**}$
	輕質液	9.43×10^{-7}	$1.30 \times 10^{-4**}$	$1.15 \times 10^{-3**}$
釋壓閥(R)	氣體	8.39×10^{-8}	$2.05 \times 10^{-6**}$	$1.24 \times 10^{-5**}$
法蘭(F)	氣體	7.65×10^{-6}	$3.35 \times 10^{-3**}$	$1.43 \times 10^{-2**}$
	輕質液	6.46×10^{-6}	1.09×10^{-5}	7.60×10^{-4}
開口管線(O)	氣體	1.36×10^{-6}	$9.19 \times 10^{-5**}$	$1.25 \times 10^{-4**}$
	輕質液	5.75×10^{-6}	$3.87 \times 10^{-4**}$	5.41×10^{-4}
其他連接頭(N)	氣體	6.78×10^{-8}	$2.97 \times 10^{-5**}$	$1.27 \times 10^{-4**}$
	輕質液	7.54×10^{-8}	$3.30 \times 10^{-5**}$	$1.41 \times 10^{-4**}$

註1：**表以替代方案建置之排放係數，計算方式如範例所示。

註2：本場釋壓閥之排氣全部回收，本工作係圍封釋壓閥之法蘭或開口管線部分。

註3：本專案於不同的工場採用不同的檢測分析方法，受限於分析儀器，所建置出之排放量將有所不同。

3.4.2 含苯類工場VOC排放係數建置結果

本工作於含苯類工場共計建立氣體閥、輕質液閥、釋壓閥、氣體法蘭、輕質液法蘭、氣體開口管線、輕質液開口管線、氣體其他連接頭及輕質液其他連接頭等9類型設備元件之排放係數，洩漏濃度區間之分配如3.4-1節所述。

依3.4.1節方法推估之含苯類工場VOCs排放係數如表3.4-2。

表3.4-2 含苯類工場VOCs排放係數建置結果

元件型式	流體種類	排放因子(kg/hr/Source)		
		0~1,000 ppm	1,001~9,999 ppm	≥ 10,000 ppm
閥(V)	氣體	4.98×10^{-6}	$7.46 \times 10^{-5**}$	$2.04 \times 10^{-3**}$
	輕質液	8.10×10^{-6}	6.85×10^{-6}	1.00×10^{-4}
釋壓閥(R)	氣體	6.48×10^{-6}	$2.84 \times 10^{-3**}$	$1.22 \times 10^{-2**}$
法蘭(F)	氣體	9.75×10^{-6}	2.45×10^{-5}	2.26×10^{-4}
	輕質液	3.92×10^{-6}	1.80×10^{-4}	$3.60 \times 10^{-4**}$
開口管線(O)	氣體	1.03×10^{-5}	4.82×10^{-5}	1.73×10^{-3}
	輕質液	3.90×10^{-6}	1.12×10^{-5}	$7.30 \times 10^{-3**}$
其他連接頭(N)	氣體	4.56×10^{-6}	1.38×10^{-5}	6.92×10^{-4}
	輕質液	1.12×10^{-5}	$2.74 \times 10^{-4**}$	$1.66 \times 10^{-3**}$

註1：**表以替代方案建置之排放係數，計算方式如範例所示。

註2：本場釋壓閥之排氣全部回收，本工作係圍封釋壓閥之法蘭及開口管線部分。

註3：本專案於不同的工場採用不同的檢測分析方法，受限於分析儀器，所建置出之排放量將有所不同。

3.4.3 本工作排放係數建置結果與環保署排放係數比較

傳閱公司將前一章節所建立設備元件VOCs排放係數結果與我國環保署公告排放係數進行比較分析(如表3.4-3、3.4-4，圖3.4-1、3.4-2)。在第五丁二烯工場各類元件在三個洩漏濃度區間(0~1,000 ppm、1,001~9,999 ppm、 $\geq 10,000$ ppm)之各類元件排放係數均低於環保署公告排放係數。

比較環保署及本工作排放係數兩者間之差異，其一為建立時間點不同，環保署之排放係數主要彙整2002年及2004~2006年間之數據，而本廠則是在2017年實際檢測(現況是本廠已落實設備元件洩漏偵測維修計畫，且執行工場為新三輕計畫新設製程)。其次，由於近年來環保署及高雄市政府逐漸加嚴設備元件等逸散性污染源的管制標準，因此廠方在力求符合法規標準下，努力進行設備元件剋漏技術提升及維護管理工作的落實，因此，設備元件洩漏情形略低於環保署公告值應屬可預見之結果。

表3.4-3 本工作丁二烯工場設備元件排放係數與環保署係數比較表

元件型式	流體種類	排放因子(kg/hr/Source)					
		0~1,000 ppm		1,001~9,999 ppm		≥ 10,000 ppm	
		本工作	環保署	本工作	環保署	本工作	環保署
閥(V)	氣體	1.43×10^{-6}	1.10×10^{-4}	2.15×10^{-5}	1.65×10^{-3}	5.87×10^{-4}	4.51×10^{-2}
	輕質液	9.43×10^{-7}	7.00×10^{-5}	1.30×10^{-4}	9.63×10^{-3}	1.15×10^{-3}	8.52×10^{-2}
釋壓閥(R)	氣體	8.39×10^{-8}	1.14×10^{-2}	2.05×10^{-6}	2.79×10^{-1}	1.24×10^{-5}	1.691
法蘭(F)	氣體	7.65×10^{-6}	2.00×10^{-5}	3.35×10^{-3}	8.75×10^{-3}	1.43×10^{-2}	3.75×10^{-2}
	輕質液	6.46×10^{-6}	2.00×10^{-5}	1.09×10^{-5}	8.75×10^{-3}	7.60×10^{-4}	3.75×10^{-2}
開口管線(O)	氣體	1.36×10^{-6}	1.30×10^{-4}	9.19×10^{-5}	8.76×10^{-3}	1.25×10^{-4}	1.195×10^{-2}
	輕質液	5.75×10^{-6}	1.30×10^{-4}	3.87×10^{-4}	8.76×10^{-3}	5.41×10^{-4}	1.195×10^{-2}
其他連接頭(N)	氣體	6.78×10^{-8}	-	2.97×10^{-5}	-	1.27×10^{-4}	-
	輕質液	7.54×10^{-8}	-	3.30×10^{-5}	-	1.41×10^{-4}	-

註1：環保署排放係數係引用「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之揮發性有機物之行業製程排放係數、操作單元(含設備元件)排放係數、控制效率及其他計量規定」(105年7月25日)，附表 p.13 各行業之設備元件排放係數。

註2：本場釋壓閥之排氣全部回收，本工作係圍封釋壓閥之法蘭或開口管線部分。

表3.4-4 本工作含苯類工場設備元件排放係數與環保署係數比較表

元件型式	流體種類	排放因子(kg/hr/Source)					
		0~1,000 ppm		1,001~9,999 ppm		≥ 10,000 ppm	
		本工作	環保署	本工作	環保署	本工作	環保署
閥(V)	氣體	4.98×10^{-6}	1.10×10^{-4}	7.46×10^{-5}	1.65×10^{-3}	2.04×10^{-3}	4.51×10^{-2}
	輕質液	8.10×10^{-6}	7.00×10^{-5}	6.85×10^{-6}	9.63×10^{-3}	1.00×10^{-4}	8.52×10^{-2}
釋壓閥(R)	氣體	6.48×10^{-6}	1.14×10^{-2}	2.84×10^{-3}	2.79×10^{-1}	1.22×10^{-2}	1.691
法蘭(F)	氣體	9.75×10^{-6}	2.00×10^{-5}	2.45×10^{-5}	8.75×10^{-3}	2.26×10^{-4}	3.75×10^{-2}
	輕質液	3.92×10^{-6}	2.00×10^{-5}	1.80×10^{-4}	8.75×10^{-3}	3.60×10^{-4}	3.75×10^{-2}
開口管線(O)	氣體	1.03×10^{-5}	1.30×10^{-4}	4.82×10^{-5}	8.76×10^{-3}	1.73×10^{-3}	1.195×10^{-2}
	輕質液	3.90×10^{-6}	1.30×10^{-4}	1.12×10^{-5}	8.76×10^{-3}	7.30×10^{-3}	1.195×10^{-2}
其他連接頭(N)	氣體	4.56×10^{-6}	-	1.38×10^{-5}	-	6.92×10^{-4}	-
	輕質液	1.12×10^{-5}	-	2.74×10^{-4}	-	1.66×10^{-3}	-

註1：環保署排放係數係引用「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之揮發性有機物之行業製程排放係數、操作單元(含設備元件)排放係數、控制效率及其他計量規定」(105年7月25日)，附表 p.13 各行業之設備元件排放係數。

註2：本場釋壓閥之排氣全部回收，本工作係圍封釋壓閥之法蘭或開口管線部分。

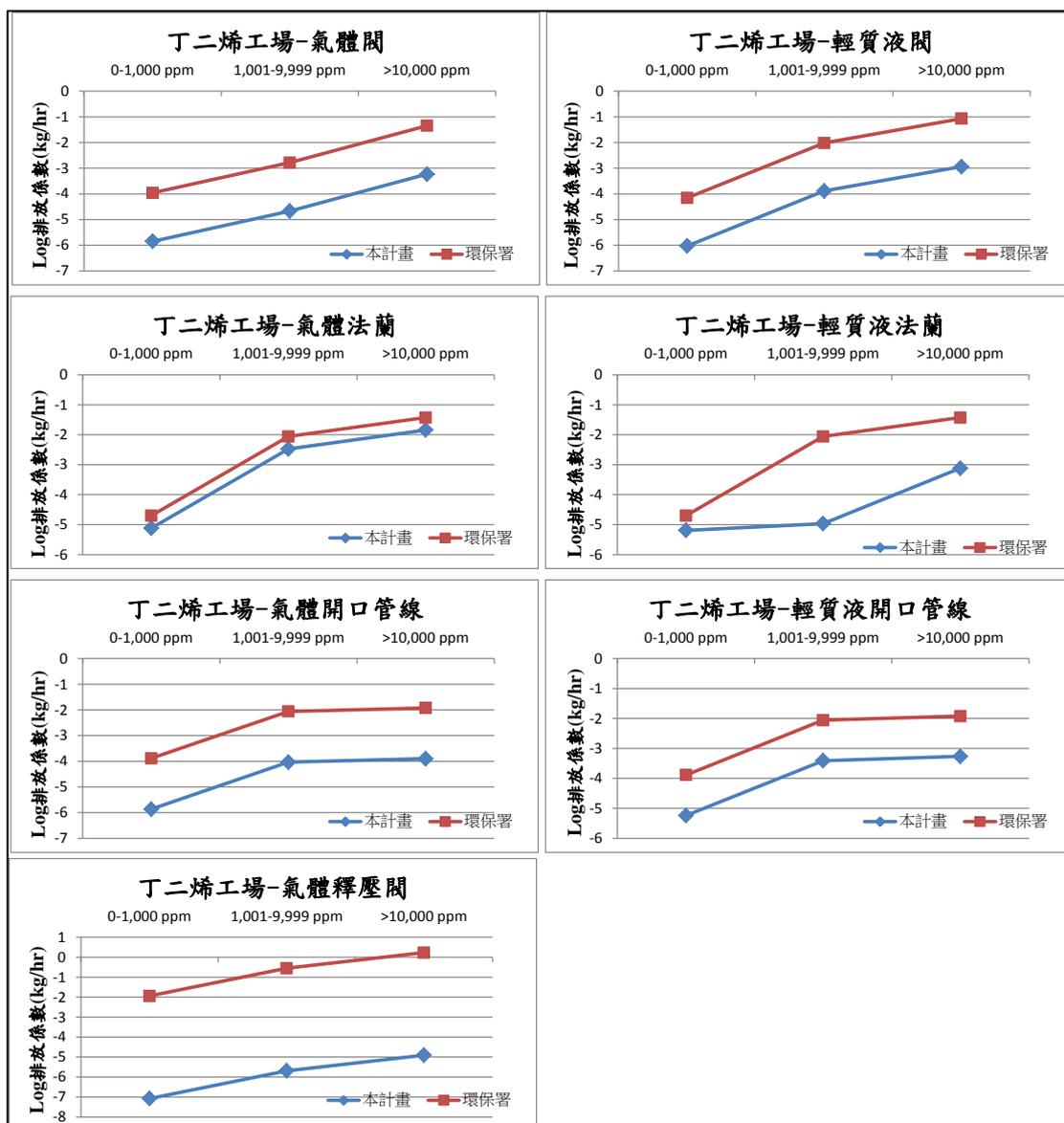


圖3.4-1 丁二烯工場設備元件排放係數建置結果與環保署公告係數比較圖

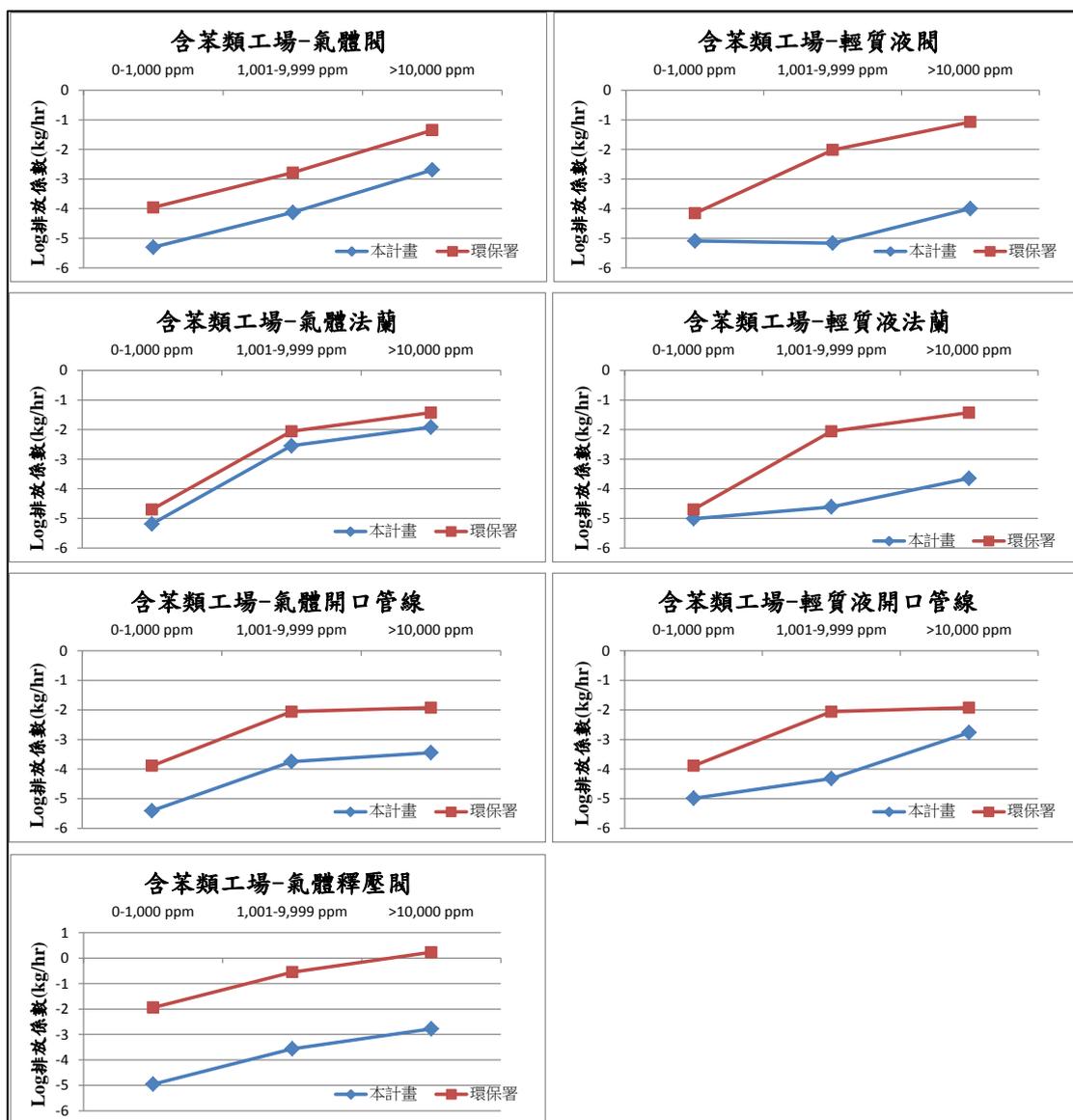


圖3.4-2 含苯類工場設備元件排放係數建置結果與環保署公告係數比較圖

3.4.4 排放量比較結果

為實際量化本工作所建立之排放係數與環保署排放係數之差異，本工作以執行圍封檢測之受測工場105年度第三季設備元件VOCs申報數量為計算基準(設備元件數量明細如表3.1-4及表3.1-6～表3.1-8)，推估各工場整年度設備元件排放量。其中，其他連接頭類設備元件目前因環保署尚無公告之係數，因此該類元件以「法蘭」類型元件之係數進行計算。各工場依不同排放係數計算排放量之結果如表3.4-5～表3.4-8所示，各工場建置結果分述如下：

一、第五丁二烯工場

由本工作排放係數計算第五丁二烯工場設備元件VOCs年排放量為0.286公噸而依環保署之排放係數估算之年排放量為10.163公噸，兩者差異約35.5倍。

二、第七芳香烴工場

依本工作建置之排放係數計算第七芳香烴工場設備元件VOCs年排放量為0.549公噸，而環保署排放係數計算結果為6.956公噸/年，兩種排放量差異約為12.7倍。

三、輕油裂解工場

依本工作建置之排放係數計算輕油裂解工場設備元件VOCs年排放量為3.741公噸，而環保署排放係數計算結果為75.207公噸/年，兩者排放量差異約為20.1倍。

四、汽油氫化工場

依本工作建置之排放係數計算汽油氫化工場設備元件年排放量為1.241公噸，依環保署公告係數計算結果為16.999公噸/年，兩者排放量差異約為13.7倍。

表3.4-5 第五丁二烯工場全場設備元件VOCs排放量計算比較表

元件 型式	流體 種類	本工場所有該類設備元件排放量(kg/hr)					
		0~1,000 ppm		1,001~9,999 ppm		≥10,000 ppm	
		本工作	環保署	本工作	環保署	本工作	環保署
閥 (V)	氣體	8.00×10^{-4}	6.15×10^{-2}	—	—	—	—
	輕質液	2.09×10^{-3}	1.55×10^{-1}	1.30×10^{-4}	9.63×10^{-3}	—	—
釋壓閥 (R)	氣體	5.37×10^{-6}	7.30×10^{-1}	—	—	—	—
法蘭 (F)	氣體	5.00×10^{-3}	1.31×10^{-2}	3.35×10^{-3}	8.75×10^{-3}	—	—
	輕質液	1.77×10^{-2}	5.47×10^{-2}	2.17×10^{-5}	1.75×10^{-2}	—	—
開口管線 (O)	氣體	1.69×10^{-4}	1.61×10^{-2}	—	—	—	—
	輕質液	3.36×10^{-3}	7.61×10^{-2}	—	—	—	—
其他連接頭 (N)	氣體	6.65×10^{-6}	1.96×10^{-3}	—	—	—	—
	輕質液	2.72×10^{-5}	7.22×10^{-3}	3.30×10^{-5}	8.75×10^{-3}	—	—
本工作係數換算年排放量 (ton/yr)		0.286					
環保署係數換算年排放量 (ton/yr)		10.163					

註1：設備元件以105年第三季申報數量為計算基準，年排放量為該季排放量乘以4倍所得。

註2：本場釋壓閥之排氣全部回收，本工作係圍封釋壓閥之法蘭及開口管線部分。

註3：年排放量=Σ各類元件小時量×24小時/日×365日/年×0.001公噸/公斤。

表3.4-6 第七芳香烴工場全場設備元件VOCs排放量計算比較表

元件 型式	流體 種類	本工場所有該類設備元件排放量(kg/hr)					
		0~1,000 ppm		1,001~9,999 ppm		≥10,000 ppm	
		本工作	環保署	本工作	環保署	本工作	環保署
閥 (V)	氣體	1.69×10^{-4}	3.74×10^{-3}	—	—	—	—
	輕質液	1.84×10^{-2}	1.59×10^{-1}	4.80×10^{-5}	6.74×10^{-2}	—	—
釋壓閥 (R)	氣體	3.13×10^{-4}	3.19×10^{-1}	—	—	—	—
法蘭 (F)	氣體	2.40×10^{-4}	7.40×10^{-4}	—	—	—	—
	輕質液	2.81×10^{-2}	5.76×10^{-2}	—	—	—	—
開口管線 (O)	氣體	3.13×10^{-5}	1.04×10^{-3}	1.80×10^{-4}	8.76×10^{-3}	—	—
	輕質液	7.64×10^{-3}	9.61×10^{-2}	1.44×10^{-4}	2.63×10^{-2}	5.20×10^{-3}	3.59×10^{-2}
其他連接頭 (N)	氣體	1.95×10^{-5}	1.00×10^{-4}	—	—	—	—
	輕質液	2.08×10^{-3}	9.14×10^{-3}	1.38×10^{-5}	8.75×10^{-3}	—	—
本工作係數換算年排放量 (ton/yr)		0.549					
環保署係數換算年排放量 (ton/yr)		6.956					

註1：設備元件以105年第三季申報數量為計算基準，年排放量為該季排放量乘以4倍所得。

註2：本場釋壓閥之排氣全部回收，本工作係圍封釋壓閥之法蘭及開口管線部分。

註3：年排放量=Σ各類元件小時量×24小時/日×365日/年×0.001公噸/公斤。

表3.4-7 輕油裂解工場全場設備元件VOCs排放量計算比較表

元件 型式	流體 種類	本工場所有該類設備元件排放量(kg/hr)					
		0~1,000 ppm		1,001~9,999 ppm		≥ 10,000 ppm	
		本工作	環保署	本工作	環保署	本工作	環保署
閥 (V)	氣體	1.19×10^{-2}	2.62×10^{-1}	4.48×10^{-4}	9.90×10^{-3}	—	—
	輕質液	1.20×10^{-1}	1.03	2.88×10^{-4}	4.04×10^{-1}	4.01×10^{-4}	3.41×10^{-1}
釋壓閥 (R)	氣體	3.20×10^{-3}	3.26	2.74×10^{-4}	2.79×10^{-1}		
法蘭 (F)	氣體	1.08×10^{-2}	3.34×10^{-2}	1.13×10^{-2}	3.50×10^{-2}	1.22×10^{-2}	3.75×10^{-2}
	輕質液	9.36×10^{-2}	1.92×10^{-1}	1.32×10^{-3}	4.73×10^{-1}	2.94×10^{-3}	4.88×10^{-1}
開口管線 (O)	氣體	4.92×10^{-3}	1.63×10^{-1}	5.41×10^{-4}	2.63×10^{-2}	—	—
	輕質液	5.34×10^{-2}	6.72×10^{-1}	1.40×10^{-3}	2.54×10^{-1}	2.95×10^{-2}	2.03×10^{-1}
其他連接頭 (N)	氣體	7.85×10^{-3}	4.03×10^{-2}	1.12×10^{-5}	8.75×10^{-3}	7.30×10^{-3}	3.75×10^{-2}
	輕質液	5.35×10^{-2}	2.35×10^{-1}	1.52×10^{-4}	9.63×10^{-2}	—	—
本工作係數換算年排放量 (ton/yr)		3.741					
環保署係數換算年排放量 (ton/yr)		75.207					

註1：設備元件以105年第三季申報數量為計算基準，年排放量為該季排放量乘以4倍所得。

註2：本場釋壓閥之排氣全部回收，本工作係圍封釋壓閥之法蘭及開口管線部分。

註3：年排放量=Σ各類元件小時量×24小時/日×365日/年×0.001公噸/公斤。

表3.4-8 汽油氫化工場全場設備元件VOCs排放量計算比較表

元件 型式	流體 種類	本工場所有該類設備元件排放量(kg/hr)					
		0~1,000 ppm		1,001~9,999 ppm		≥10,000 ppm	
		本工作	環保署	本工作	環保署	本工作	環保署
閥 (V)	氣體	1.54×10^{-4}	3.41×10^{-3}	—	—	—	—
	輕質液	4.77×10^{-2}	4.12×10^{-1}	—	—	—	—
釋壓閥 (R)	氣體	9.17×10^{-4}	9.35×10^{-1}	—	—	—	—
法蘭 (F)	氣體	1.75×10^{-4}	5.40×10^{-4}	—	—	—	—
	輕質液	5.56×10^{-2}	1.14×10^{-1}	9.78×10^{-5}	3.50×10^{-2}	4.52×10^{-4}	7.50×10^{-2}
開口管線 (O)	氣體	3.13×10^{-5}	1.04×10^{-3}	—	—	—	—
	輕質液	1.92×10^{-2}	2.41×10^{-1}	1.44×10^{-4}	2.63×10^{-2}	1.73×10^{-3}	1.20×10^{-2}
其他連接頭 (N)	氣體	1.17×10^{-5}	6.00×10^{-5}	—	—	—	—
	輕質液	1.54×10^{-2}	6.78×10^{-2}	2.76×10^{-5}	1.75×10^{-2}	—	—
本工作係數換算年排放量 (ton/yr)		1.241					
環保署係數換算年排放量 (ton/yr)		16.999					

註1：設備元件以105年第三季申報數量為計算基準，年排放量為該季排放量乘以4倍所得。

註2：本場釋壓閥之排氣全部回收，本工作係圍封釋壓閥之法蘭及開口管線部分。

註3：年排放量=Σ各類元件小時量×24小時/日×365日/年×0.001公噸/公斤。

第四章 結 論

- 一、傳閔公司執行設備元件圍封檢測作業時間為105年12月29日至106年2月10日共44個日曆天，共計完成包括芳一組第五丁二烯工場及第七芳香烴工場，新三輕組輕油裂解工場及汽油氫化工場300個製程設備元件圍封、採樣及分析工作。
- 二、受測之每個製程設備元件各採集2個樣品，包含品保品管項目，總樣品數量為900個，本工作樣品之採集與分析，均由環保署認可之檢測機構執行，設備元件圍封及樣品採集為淇荃環保科技有限公司執行，實驗室分析為台宇環境科技股份有限公司執行。採集之樣品之不同製程工場分別以GC/FID及GC/MS進行分析，GC/FID分析之樣品包括第七芳香烴工場、輕油裂解工場及汽油氫化工場共450個樣品；以GC/MS分析之樣品則為第五丁二烯工場之150個樣品。
- 三、統計本次執行之受測元件種類共有9種，包括氣體閥、輕質液閥、氣體釋壓閥、氣體法蘭、輕質液法蘭、氣體開口閥、輕質液開口閥、氣體其他連接頭及輕質液其他連接頭等。以圍封數量統計，其中以輕質液閥52個為最多，其次為輕質液法蘭51個，再依序為輕質液開口閥、輕質液其他連接頭、氣體法蘭、氣體閥、氣體開口閥、氣體釋壓閥及氣體其他連接頭。
- 四、統計受測元件之初測值資料，可發現輕質液設備元件取得較多的濃度區間，而氣體類元件則因數量原就不多，因此在各濃度區間的執行數量有限。
- 五、考量安全性與可執行性，無法執行圍封包覆的主要原因包括：保溫材包覆、位置過高、元件溫度過高、難以密封無法包覆、包覆空間不足及有安全疑慮等六種。
- 六、為達計畫之品保目標與品管要求，本工作設有檢測數據之品保目標，計畫執行期間均確實依據規劃書之規範執行，本次檢測

作業之實驗室品保品管資料已檢附於附件一，現場表單則檢附於檢測成果報告書中。

- 七、計畫執行期間，由工研院進行現場查核作業，查核地點包括圍封現場及實驗室。實驗室部份經查核後，並無樣品因檢驗過程有瑕疵而遭剔除；而現場查核部份，則經查核再現性、包覆情形、表單填寫情形、儀器校正狀況後，其中如為儀器校正結果不佳者則逕行剔除，如屬記錄表單缺失者，則進行修正，其餘皆可通過查核。另本工作亦有進行空白試驗及系統誤差查核。
- 八、本工作以層次因子法進行設備元件逸散量計算，考量所採用之分析方法係針對個別揮發性有機物進行檢測，而環保署公告之係數係是以非甲烷碳氫化合物(NMHC)進行建置，這兩者會因推估基準之代表物種分子量不同而有差異。為此，本工作為統一計算比較基準，將以本次樣品分析所檢測出的揮發性有機物濃度乘回其分子量後，再經換算為洩漏率及加總各組成化合物來代表該元件之NMHC洩漏率。
- 九、由於無法取得所有類型元件的排放係數，因此本工作以環保署係數為基準進行修正，使受測工場各類型元件各個濃度區間均有係數可用。
- 十、比較環保署及本工作所建置之排放係數間之差異，其一為建立時間點不同，環保署之排放係數主要是彙整2002年及2004～2006年間之數據，而本工作則是中油公司落實設備元件洩漏偵測維修計畫，且執行工場為新三輕計畫新設製程的實際檢測結果，因此，設備元件洩漏情形略低於環保署公告值應屬可預見之結果。

附件一 品保/品管規劃書

附錄一 品保品管規劃書

本計畫為確保所執行之數據具可靠性，特訂定相關品保作業規定，其品保規劃書係依據行政院環境保護署環境檢驗所公佈之環保署委託計畫品保規劃書(QA Project Plan)撰寫指引(87.04.28)、九十四年度環保署委託計畫檢測數據品保分類(94.02.25)及九十四年度環保署委託計畫品保規劃書撰寫要項(94.02.25)之規定撰寫，以作為計畫執行時現場採樣與實驗室分析的品質保證與品管要求。

品保規劃書於計畫執行前分發參與此項計畫之工作人員，計畫執行期間均確實依據本規劃書之規範執行，以落實計畫之品保目標與品管要求。本計畫品保規劃書所撰寫要項則包含數據品保目標、採樣程序及檢測方法、樣品管制、校正程序及頻率、內部品質管制查核及品保文件之提出等項目。

A1 數據品保目標

檢驗室分析工作：訂定精密度與準確度、完整性及代表性之品保目標(包含方法偵測極限)，分述如下：

一、精密度與準確度

依本計畫檢測項目特性，檢測數據之品保目標(包含方法偵測極限)詳列於表A1-1。

二、完整性

評估最終所得有效數據與預期所得數據之比值，本計畫預計之數據完整性為100 %。

三、代表性

檢驗分析所得數據是否充分代表所採取樣品狀態的定性指標，採樣相關規範詳如第二章。

另外，在所得數據是否可與其它相關計畫所得數據及法規標準相比較，故本計畫所使用之採樣方法與分析方法均依循行政院環境保護署環境檢驗所訂定公告之標準檢驗方法執

行，檢驗數據之單位將依「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」規範辦理；另數據有效位數將依據中華民國99年2月3日環檢一字第0990000451號函發布之「檢測報告位數表示規定」辦理，各批次精密度與準確度執行成果將與表A1-1進行比較分析。

表A1-1 檢測數據品保目標

檢測方法	儀器	項目	品保目標
「揮發性有機物洩漏測定方法」 (NIEA A706.73C)	攜帶式有機氣體分析儀 (TVA)	儀器偵測極限	1 ppmv
		儀器反應時間	≤ 30 秒
		儀器校正精密度 ^{註1}	≤ 10 %
		儀器準確度(X)	濃度讀值±25 %
		儀器準確度校正 ^{註2}	100 ± 10 %
「空氣中揮發性有機化合物檢測方法—不銹鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法(NIEA A715.15B)」	氣相層析質譜儀 (GC/MS)	方法偵測極限	≒0.5ppbv
		檢量線	其 RSD 值不可超 30%，若有超過 30 % 時，最多不能有兩個以上的待測物超過，且 RSD 不能超過 40%
		精密度(RSD)	≤ 25 %
		準確度(X)	100 ± 30 %
「排放管道中氣態有機化合物檢測方法—採樣袋採樣/氣相層析火焰離子化偵測法」 (NIEA A722.75B)	火焰離子化層析儀 (GC/FID)	方法偵測極限	≒0.3 ppmv
		檢量線	線性迴歸，相關係數 R ² ≥ 0.995
		精密度(RSD)	≤ 5 %
		準確度(X)	100 ± 15 %

註 1：校正精密度測試須在分析儀器使用前完成，在隨後 3 個月期間內或下次使用時候，何者後到才進行測試，校正精密度須介於 10 % 範圍內，其作法為交替使用零值氣體和特定校正氣體共 3 次測試，記錄儀器讀值，計算儀器讀值和已知校正值間差異之算術平均，將此平均差異除以已知校正值並乘上 100，以百分比來表示校正精密度。

註 2：每次採樣前藉由標準氣體進行校正查核，確保儀器之準確度在整個計畫執行年度中都符合品保訂定之目標，若查核結果超出訂定之品保準確度查核目標，則以儀器準確度校正標準程序進行儀器準確度之校正。

註 3：現場檢測採用攜帶式有機氣體分析儀；樣品收集採用採樣袋、不銹鋼採樣鋼瓶。

A2 採樣程序及檢測方法

一、採樣對象及樣品數

詳見工作規劃書第二章。

二、設備元件洩漏測定

設備元件洩漏測定作業，係依公告NIEA A706.73C「揮發性有機物洩漏測定方法」辦理。

1. 現場測定步驟

詳見工作規劃書第二章。

2. 樣品保存

本方法為現場採樣分析方法，樣品採集前須查核儀器之精確度，採樣時須注意背景濃度之變化及各製程設備元件之適當檢測方法，因為即時分析，故無樣品保存之問題。

三、採樣方法及其代表性

1. 採樣方法

詳見工作規劃書第二章，依公告NIEA A736.71C「設備元件揮發性有機物洩漏率—圍封採樣方法」辦理。

2. 代表性判定依據

(1) 設備元件圍封採樣前之篩選原則

- ① 選擇不同類型設備元件應具代表性(例如：不應選擇性採用小台機型之壓縮機或泵浦)。
- ② 選擇設備元件本體應無其他明顯干擾因素(例如：包覆材、保溫材等)。
- ③ 具安全性疑慮之設備元件不建議進行圍封採樣(例如壓縮機、泵浦)。

(2) 設備元件圍封樣品之篩選標準

- ① 以檢測儀器現場進行設備元件圍封採樣前後之洩漏濃度讀值差值應在固定差異範圍內(相對差異百分比RPD<30%)。

②設備元件現場圍封採樣前之洩漏濃度值必須大於採集樣品於實驗室分析後之濃度值。

四、樣品保存及運送

樣品若以採樣袋收集後，不可讓採樣袋受到陽光直接照射，可置於黑色塑膠袋或黑色容器內，樣品應在24小時內完成分析，以確保揮發性有機物質濃度衰減幅度低於10%。採樣時若發現有大量水蒸氣，樣品應於12小時內完成分析。

樣品採集、運送的過程當中，應使傳遞人員減至最少，由一採樣負責人詳實填寫採樣記錄表，並負責管理整批樣品之點收、包裝及傳送，樣品袋應保存於黑色塑膠袋或黑色容器內，整批攜回檢驗室，採樣記錄表亦隨此批樣品同時送回，交由樣品管理員或由採樣負責人接收，並於交接時簽名負責。若無樣品型式之現場監測資料，則由專人負責點交給樣品管理員簽收。

A3 樣品管制

現場採樣作業填具採樣記錄表及樣品保存等已詳述於第A2節，所採集之樣品從採樣現場運送回實驗室過程須配合採樣樣品遞送單(如表A3-1)以掌握樣品於採樣、清點及運送過程之狀況確認；採樣樣品遞送單及採樣記錄表均屬現場追蹤報告表，並將封貼實驗室樣品標籤(如圖A3-1所示)及樣品封條(如圖A3-2所示)，標籤貼在樣品盛裝容器上，可以避免樣品混淆，於封口處張貼封條以確保樣品完整。並得以建立樣品運送前之現場相關樣品資料。

採集樣品經交接程序後，檢驗室則依程序進行分析管制及表單填寫。

一、樣品登錄

收樣人員於收到樣品後會檢查樣品:

*包裝是否完整

*數量及體積是否足夠

*保存容器是否符合規定

*樣品是否超過保存期限

*保存方式是否符合規定

*相關表單記錄是否完整

樣品收受程序中，內容包含樣品登錄表及採樣記錄表等項目；各表單的登錄目的在維繫記錄的完整及提供良好的追溯性，樣品管理員確實登錄這些表冊後，將文件建檔保存，完成樣品登錄程序。

圖A3-1 檢驗室樣品標籤

淇荃環保科技有限公司 樣品標籤	
實驗室樣品編號: _____	
採樣時間:	年 月 日 ~ 月 日
採樣人員	_____
檢測項目:	_____
保存方式:	<input type="checkbox"/> 加 _____ 使pH<2 <input type="checkbox"/> 以0.45μm濾紙過 <input type="checkbox"/> 4±2 °C冷藏 <input type="checkbox"/> 其他 _____
保存期限:	<input type="checkbox"/> 24hr <input type="checkbox"/> 14天 <input type="checkbox"/> 28天 <input type="checkbox"/> 其他
樣品容器	<input type="checkbox"/> 500mLPE瓶 <input type="checkbox"/> 1LPE瓶 <input type="checkbox"/> 玻璃瓶 <input type="checkbox"/> 夾鏈袋 <input type="checkbox"/> PETG 視管
備註:	_____

圖A3-2 檢驗室樣品封條

淇荃環保科技有限公司(環署環檢字第142號)	
樣品封條	
採樣員簽名:	採樣日期:

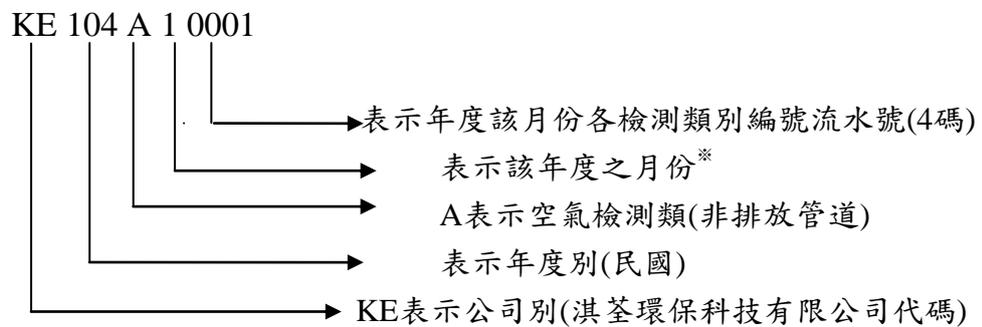
二、樣品編碼系統

1. 空氣樣品性質代碼範例如表A3-2所示。

表A3-2 空氣樣品性質代碼範例

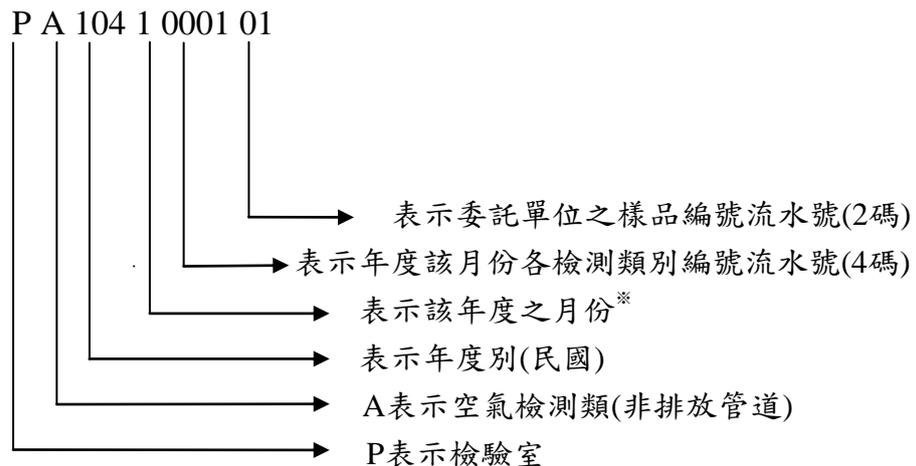
代碼	A
涵蓋類別	空氣樣品

2. 檢驗專案編號方法



※其中1-9月份以1-9數字表示，而10-12月份分別以A、B、C表示。

3. 樣品編號作為樣品內部分析、管理及所有記錄中樣品之代碼。

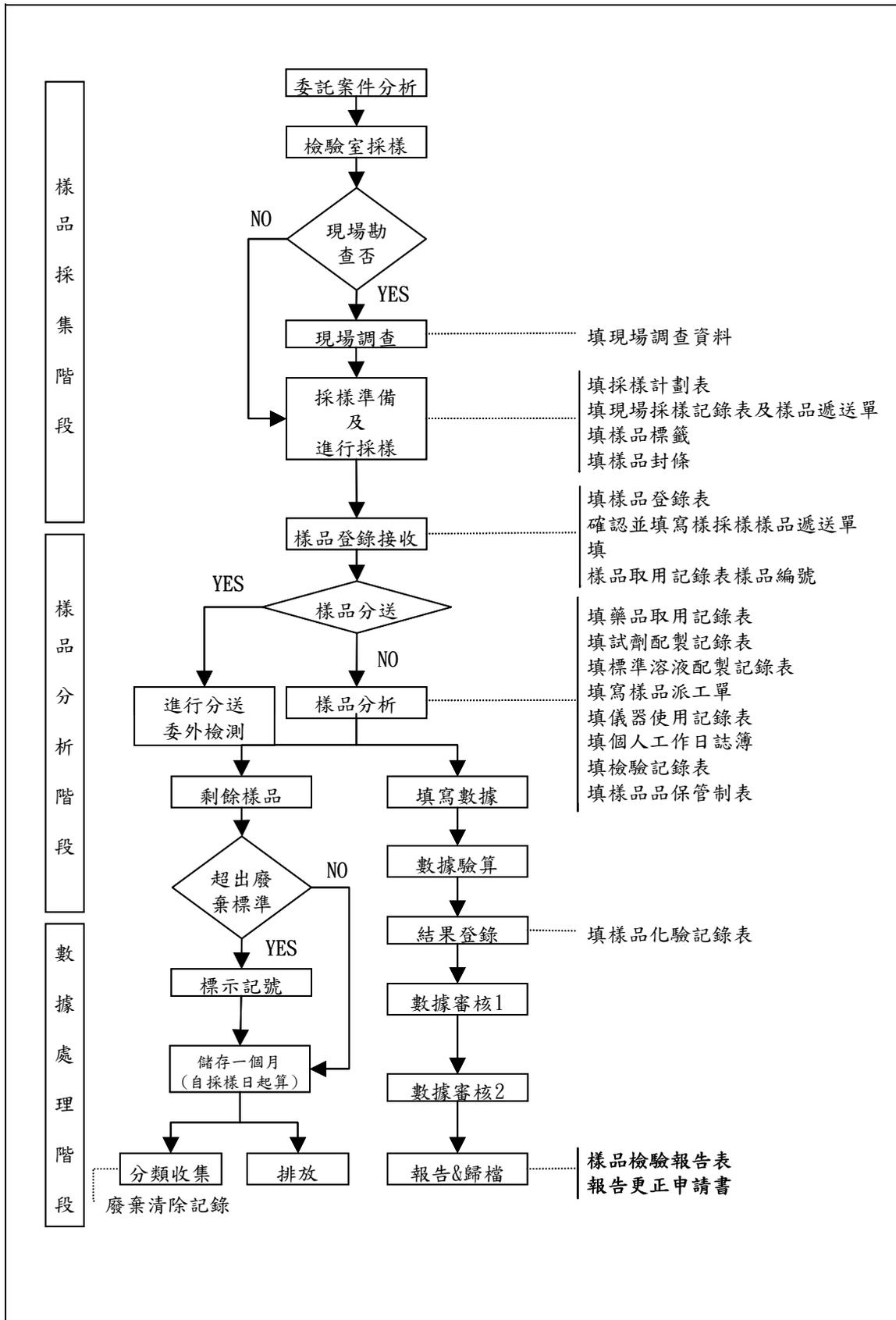


※其中1-9月份以1-9數字表示，而10-12月份分別以A、B、C表示。

※編碼部分為便於檢驗室人員書寫，專案計畫執行之檢驗可將年度碼予以省略。

三、收受樣品注意事項

樣品的接收是檢驗室在進行樣品分析前最重要的一項工作，本計畫樣品係指派專員直接送至檢驗室。樣品進入檢驗室後，即由樣品接收人員負責收樣及登錄於樣品總表，並依採樣記錄表將現場狀況、資料填入相關表單，產出表單包括樣品登錄表、樣品取用記錄表及派工單等，相關樣品採樣檢驗作業流程如圖A3-3所示。



圖A3-3 樣品採樣檢測作業流程

A4 校正程序及頻率

實驗室儀器在進行檢測前都需要校正，校正的形式有外部校正、內部校正以及遊校。儀器定期校正等同儀器的定期保養，可以延長儀器的使用壽命，更可以確保檢測之品質。

一、實驗室儀器之校正原則及注意事項

1. 氣體流量計

每年一次，將依環檢所規定委請合格廠商進行校正工作，並於校正完成後出具合格之校正報告。

2. 攜帶式有機氣體分析儀

本計畫圍封檢測中所使用之儀器，採用攜帶式有機氣體分析儀(如TVA-1000)作為圍封實驗樣品VOCs分析之用，儀器之維護方式及頻率均依儀器製造商、採樣方法及實驗室訂定之規範確實執行。有關攜帶式有機氣體分析儀(如TVA-1000)校正步驟說明如下：

- (1) 根據製造商手冊建議之暖機時間和預先調整來組裝和啟動儀器。
- (2) 暖機30分鐘後，以零級空氣(Zero Air)進行零點校正。
- (3) 儀器反應時間評估：在分析儀器使用前完成，測試方法為將零值氣體導入到儀器採樣管(含延伸採樣管)中，俟儀器讀值穩定，立刻轉換改以一特定濃度之校正氣體導入，測量從轉換到獲得90 % 最後穩定讀值所需的時間，連續做此測定3次並記下結果，計算平均反應時間。
- (4) 若儀器經3次校正後，檢測值仍無法落在容許範圍之內，表示儀器故障，需修復後再使用。
- (5) 儀器調校：在儀器正確的暖機時間及零點內部校正步驟後，將校正氣體導入儀器的採樣管，求得儀器訊號強度增量與校正氣體濃度之穩定比值(即儀

器感度)，以使儀器計量讀值與校正氣體VOC濃度值一致。並填寫校正記錄表。

3. 實驗室檢測工作-氣相層析質譜儀

依據公告NIEA A715.15B「空氣中揮發性有機化合物檢測方法－不銹鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法」。

- (1) 儀器測定：依設定之熱脫附冷凝器及氣相層析儀分析，利用質譜儀中全幅掃描(SCAN)方式進行偵測。
- (2) 分析50 ng或以下的BFB標準品，以檢查儀器功能是否正常，且在分析期間每12小時應再檢查一次儀器功能。
- (2) 配製檢量線中間濃度執行系統每日查核分析(ICV)；RRF值和 \overline{RRF} 值之相對誤差值需為 $\pm 30\%$ 內。

4. 實驗室檢測工作-火焰離子化偵測器

依據公告NIEA A722.75B「排放管道中氣態有機化合物檢測方法－採樣袋採樣/氣相層析火焰離子化偵測法」。

- (1) 待測有機化合物檢量線之線性係數應大於或等於0.995，檢量線製作完成應即以第二來源標準品配製接近檢量線中點濃度之標準品確認。
- (2) 上機前，確認氮氣鋼瓶壓力是否有達到60psi；確認氫氣及空氣是否達到20、60 psi。
- (3) 檢查GC烘箱內管柱是否為DB-1；檢查FID、Signal是否有異常。
- (4) 確認Transfer line達到設定溫度並確認儀器設定是否正確。
- (5) 系統空白測試是否異常。

二、參考物質之要求

1. 參考物質應儘可能追溯到國際標準量測單位，或追溯到已被驗證之參考物質。購入參考物質應備有來源與成分或濃度之證明，並製作清單備查。
2. 參考標準與參考物質於搬動、儲存及使用時，須防止遭受污染或損壞，並保護其完整性。當參考標準與參考物質於固定實驗室之外使用時，視需要訂定額外的管理程序，詳見各參考標準之提供標準作業程序。

三、標準氣體與品管查核樣品之要求

1. 購用市售標準氣體或品管查核樣品，應要求備有成分或濃度之確認證明，並應將購入來源與使用做成記錄。氣體須貼上標籤並註明開封日期。
2. 配製標準氣體或品管查核樣品時應做成記錄，並貼上標籤以為識別。
3. 購置或配製標準氣體或品管查核樣品，應註明有效期限及保存方式。
4. 配製標準品後需貼上標籤註明編號、配製日期、名稱、濃度、標定結果及有效日期，若方法有規範時，則依方法規定。
5. 採樣現場之校正氣體需標示來源、配製日期、濃度、保存期限等以利追溯。

A5 樣品分析程序

一、分析方法

本計畫參採引用之所有相關檢測項目如表A5-1所示。

主要檢測項目分析程序說明如下：

表A5-1 檢驗方法及方法編號表

類別	分析項目	檢測方法	環保署公告檢測方法之編號(其他參考方法)
空氣	揮發性有機化合物定量分析	空氣中揮發性有機化合物檢測方法—不銹鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法	NIEA A715.15B
	氣態有機化合物定量分析	排放管道中氣態有機化合物檢測方法—採樣袋採樣/氣相層析火焰離子化偵測法	NIEA A722.75B
	設備元件洩漏	揮發性有機物洩漏測定方法	NIEA A706.73C

1. 空氣中VOC

(1) 61種VOC分析

依據NIEA A715.15B方法，將不銹鋼採樣筒與連續採樣器連接後，以10至100 ml/min的流量，或加裝限流裝置，進行定流量採樣，回實驗室以GC/MS分析。

檢測方法之原理為將已先抽至 10^{-2} mmHg (50 mtorr)真空度以下度之不銹鋼採樣筒，以高觸發裝置自動進樣，收集空氣中揮發性有機化合物，利用冷凍捕集方式濃縮一定量的空氣樣品再經熱脫附至氣相層析注入口前端再次冷凍聚焦，最後注入氣相層析質譜儀(GC/MS)中測定樣品中揮發性有機化合物的含量。實驗室依循之方法標準操作手冊(SOP)。

(2) 氣態有機化合物

依據NIEA A722.75B方法，現場利用採樣泵將樣本收集到採樣袋進行採樣，回實驗室以GC/FID分析。

藉由採樣袋採集樣品後，以氣相層析管柱分離，並由火焰離子化偵測器(FID)檢測樣品中氣態有

機化合物濃度。在相同氣相層析儀分析條件下，每一待測化合物的滯留時間和標準化合物之滯留時間比對，因此分析人員必須事先確認樣品內化合物成分及近似濃度。分析人員可根據這些資料準備標準溶液，以執行氣相層析儀檢測範圍之濃度校正。分析人員得視情況決定是否稀釋樣品以避免超過氣相層析儀檢測範圍，並過濾樣品以防止粒狀物進入氣相層析管柱。實驗室依循之方法標準操作手冊(SOP)。

2. 設備元件洩漏

以攜帶型有機氣體分析儀檢測欲圍封之設備元件，檢測洩漏揮發性有機物。

二、樣品分析作業

樣品進行分析工作的程序如下：

1. 確認樣品需進行何種分析。
2. 填寫樣品取用記錄，記錄領用樣品時間、歸還時間、領用量及用途，並簽名以示負責。
3. 待測樣品依標準方法進行分析並執行分析品管措施。
4. 詳細記載分析操作流程及原始數據，並驗算分析結果。

若遇具有屆臨分析時效之樣品應由樣品管理員收受樣品後，立即通知該分析項目檢驗人員安排時間即時進行分析工作。

三、個人工作記錄

檢驗員執行例行檢測分析時，應隨時將最原始之數據正確的記載於個人工作記錄簿內。

工作記錄簿為固定式筆記本，依序編有連續頁碼，不得任意撕頁，檢驗員逐日按照檢測時間先後記錄下列事項：

1. 分析日期
2. 操作流程摘要
3. 配製試劑及標準品方法。(需標定者，記錄標定結果)
4. 原始分析數據
5. 計算結果
6. 其他有關分析結果追溯性之事項

書寫時須使用原子筆或鋼筆填寫，若記錄錯誤時，直接畫一橫線，以示刪除，並加註說明誤植原因，不可以使用修正液或橡皮擦拭去。若有儀器列印之數據，可影印縮小原圖，黏貼於記錄本上，於騎縫上簽名。此個人工作記錄為保密記錄，所有權歸屬檢驗室。

A6 數據之演算、驗證與報告

一、數據處理方法

當檢測人員於配製藥品、進行分析、記錄數據及計算結果的過程當中，所求得之數字，皆有其意義存在，不恰當的運算數字，會導致最終數據的嚴重誤差，因此，一致的數據處理原則，是實驗室首應建立的規範。

1. 量度單位

本實驗室採行國際單位系統表示檢驗結果，通常是依循法規標準單位。通常對龐大的數字，冠以字首，例如 10^6 (M)， 10^3 (k)， 10^{-1} (d)， 10^{-2} (c)， 10^{-3} (m)， 10^{-6} (μ)、 10^{-9} (n)，以簡化數字。環境分析水質樣品，常以mg/L或 μ g/L表示之；空氣樣品視分析項目以mg/Nm³、ppm、ppb、g/sec表示之；固體樣品以mg/kg表示之；廢棄物溶出樣品以mg/L示之；土壤樣品則以mg/kg表示之。

2. 有效數字

在物理、化學的度量中，其觀測值與真實值多少皆有出入，而其差值，我們稱之為誤差(Error)。對每一觀

測值所得之最大誤差，稱為此量測之不準度(Uncertainty)或“絕對不準度”；而不準度對原觀測值的比值，稱為“相對不準度”，以%表示。

通常，為方便計算，將不準度略去，此種表示，稱之為有效數字法(Significant figures)；意即，一個觀測值，是由正確數字後加一位未確定數字所組成。例如，以上皿天平稱得10.15g，即表最後一位“5”為未確定數字；使用天平僅能估計最後一位為“5”，所以其為四位有效數字。若改以分析天平稱量，測得10.1521g則是六位有效數字，而最後一位“1”為未確定值。此外，“0”可為有效數字，亦可不為，端視其位置而定。例如，0.01015kg當中，小數點後第一個“0”僅表小數點位置，真正有效數字仍為四位，即“1015”。

又如，10.150g，其最後一位“0”應視為有效數字。而10150若為四位有效數字，宜以 1.015×10^4 表示，若為五位有效數字，則應以 1.0150×10^4 表示。當有效數字相加減時，以具最大絕對不準度的數值做標準，分別將各數值以四捨六入歸整，使成相同位數之有效數字後，再相加減。

當有效數字相乘除時，所得之積或商的有效數字的位數，約等於各數值中有效數字位數較少者。

3. 歸整法則

依循環檢所公告報告位數表示規定出具檢測報告時，應使用如下之數值修整原則處理原始之檢測數據：

- (1) 當所欲保留之最後一位數的次位數小於5時，則所保留的最後一位數應維持不變。

例：1.2342 1.23(如欲保留至小數點以下第二位時)

1.2342 1.234(如欲保留至小數點以下第三位時)

(2) 當所欲保留之最後一位數的次位數大於5時，則所保留的最後一位數應加1。

例：1.6766 1.68(如欲保留至小數點以下第二位時)

1.6766 1.677(如欲保留至小數點以下第三位時)

(3) 當所欲保留之最後一位數字的次位數為5時，分以下兩種處理方式：

① 當所欲保留之最後一位數字的次位數為5，而在此之後，無其他數字或僅有零，且所保留之最後一位數為奇數(1、3、5、7、9)時，則此位數應加1；反之，如為偶數(0、2、4、6、8)時，則所保留之最後一位數應保持不變。

例：1.35→1.4(如欲保留至小數點以下第一位時)

1.350→1.4(如欲保留至小數點以下第一位時)

1.45→1.4(如欲保留至小數點以下第一位時)

1.450→1.4(如欲保留至小數點以下第一位時)

② 當所欲保留之最後一位數字的次位數為5，而在此5之後含有零以外之任何數字時，則所保留之最後一位數均應加1：

例：1.3501→1.4(如欲保留至小數點以下第一位時)

1.3599→1.4(如欲保留至小數點以下第一位時)

1.4501→1.5(如欲保留至小數點以下第一位時)

1.4599→1.5(如欲保留至小數點以下第一位時)

③ 修整之過程應為一次完成，不可分段執行。

例：(正確)5.346→5.3

(錯誤)5.346→5.35→5.4

二、數據確認方法

實驗室每一位工作人員，都是建立最終檢測報告的貢獻者之一，檢測報告是實驗室進行一連串分析工作後，最終的書面資料。檢測人員由檢驗操作所得之數據，經整理計算無誤後，即應填入各式的表格中，這些表格必須再交品管員驗算，驗算結果及品管措施合格後，再經報告簽署人合理性判斷及執行審核後確認分析數據，委外檢驗亦同流程，分析數據多經電腦之Excel計算工具進行數據之輸入、擷取、運算、處理及儲存，再經由自動化流程產出報告。

數據檢查確認包括下列項目：

1. 檢測數據之檢查包括使用之檢測方法、原始數據記錄、使用之計算公式、計算過程、數據單位表示及數據轉載是否正確等，均須加以檢查。
2. 對於檢測項目所需之品管作業是否按規定執行，經執行後是否在容許範圍內，其數據品質是否符合需求，以及管制圖是否有其他異常現象，均需加以確認。

另有關前述之所有檢查、審核、確認及研判，如發現問題原因簡單明確且可立即修正時，則由有關人員隨即進行修正；其餘之問題應依「矯正措施作業程序」之規定辦理。

三、檢驗結果表示方法

1. 實驗室執行環境保護類別時，應將樣品之檢測結果準確、清晰、客觀及根據檢測方法之規定繕打於檢測報告中，檢驗結果相關表示方法參照EAL「檢驗報告位

數一覽表」。檢測報告上並對檢測結果必要之註解包括：

- (1) 實驗室若未完全依照檢測方法或未能取得代表性樣品，應於檢測報告上註明現況及原因，並取得顧客充分了解。
- (2) 顧客要求改變採樣或檢驗程序致有影響檢測結果時，應於檢測報告上註明。
- (3) 接收樣品時，經查驗不符規定事項，亦應於檢測報告上註明。
- (4) 檢測數據表示之要求
 - ① 檢測數據使用之單位應儘可能與管制標準之單位一致。
 - ② 樣品若有分析重複樣品分析，其結果一律以第一個分析數據表示。
 - ③ 實驗室應以EAL「檢驗報告位數一覽表」為原則，於修整檢測數據位數後，出具報告。檢測值如小於最低表示位數之單位值而高於方法偵測極限時，以小於最低位數單位值表示，並應註明方法偵測極限值，且可於檢測報告備註欄中加註實際位數之測值。惟檢測方法或法規另有規定時，從其要求或規定出具檢測報告。
 - ④ 檢測值如低於方法偵測極限，則以小於偵測極限表示，並應註明方法偵測極限值。
 - ⑤ 檢驗值低於檢量線最低濃度而高於MDL濃度時，以“<”檢量線最低濃度值表示，並註明MDL值。
 - ⑥ 若有計畫案需求須出示小於檢量線最低濃度的檢測值時，應於備註欄說明此檢驗值為小於檢

量線最低濃度(QDL)的參考值，並註明MDL及QDL值。

⑦ 若檢測方法中有明確定義計算方式，則依方法執行。

四、出具檢測報告應注意事項

1. 檢測報告內容應至少包括實驗室名稱與地址、聯絡人、委託單位、採樣日期與時間、採樣單位名稱、採樣地點、樣品編號、樣品特性、收樣日期、許可情形、專案編號、報告日期、檢測項目、檢測方法、檢測結果與單位、實驗室主任或檢測報告簽署人之簽名，以及報告使用之限制說明等。樣品之品管分析不符規定，且有實務上無法再次執行之困難時，應於檢測報告上註明。
2. 實驗室對所有檢測報告均應予以編號識別，於檢驗報告出具後依類別及流水號予以歸檔保存。除其他法令另有規定外，一般性檢測報告保存年限至少五年。
3. 實驗室檢測報告審核流程，包括檢測數據檢查、數據品質確認及報告之核發等，其中亦包含各程序相關負責人員及工作說明等。
4. 檢測報告含有意見與解釋時，實驗室應將做出意見與解釋之依據一併述明，意見與解釋應於檢測報告中明確地被標註。
5. 檢測報告包含委外檢測結果時，應明確標示委外檢測結果，並應要求受託實驗室以書面提報結果並檢附品管資料以利審查核對。實驗室若轉錄委外檢測數據於檢測報告中，應備註檢測數據來源，包括受託檢測單位與原報告編號。委外檢測報告原件應與正式報告一併歸檔保存。

6. 實驗室對已發出之檢測報告若需加以修正時，應詳述其原因，並加以記錄，且需將此記錄與原檢測報告、修正後之報告一併保存。
7. 實驗室欲以傳真或其它電子方式傳輸檢測報告時，必須依規定辦理。完成電子傳輸後，實驗室仍應補發書面之檢測報告。

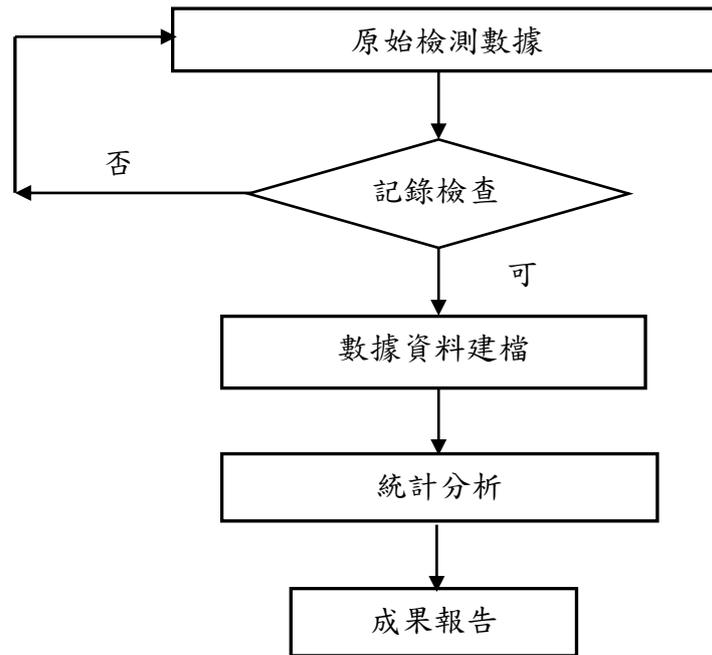
五、報告撰寫流程記錄

查核人員審核採樣記錄及檢驗記錄無誤後，將各項數據結果整合詳填於檢驗記錄表上，並需進行再次查核，認定完全無誤後，即完成此份報告。

六、數據之驗證與報告

檢測完後之原始記錄，將由查核人員負責檢查填寫內容及合格判定是否有誤，若有疑問將立即請執行人員補正或補齊資料。

對於檢測數據之分析報告，將整理於報告中。針對本計畫相關文件皆妥善歸檔並保存，除依規定提送之文件報告與所需份數外，本企業皆備份所有資料與原始監測數據，隨時供環保署查詢，數據蒐集至報告之處理流程如圖A6-1所示。



圖A6-1 數據處理流程

A7 內部品質管制查核

一、採樣現場品管

本計畫採樣部分現場檢測項目有設備元件洩漏濃度、氣象條件及圍封袋內溫度，其儀器之校正測試、記錄表單之填寫等都必須要有完整的書面記錄，使其具有可追溯性，此外採樣時須將採樣情形照相佐證。

二、檢驗室一般品管原則

本計畫目前在進行分析時多參照環保署公告之標準檢驗方法，且依其步驟執行檢測，然可能因樣品種類及各種分析狀況不一，而不能就此保證結果的正確性；誤差可能由許多原因造成，包括不可預期的干擾效應、儀器的異常、人員的疏失等等。因此本計畫在此律定品質管制最低要求，以此建立品管程序，克服這些可能的誤差，以測知實驗方法的既存偏差或是操作狀況的系統誤差(Systematic errors)及隨機誤差(Random errors)。

用以評估分析數據之準確性與精密度並找出偏差原因進而精確校正。在日常品管作業時，必須執行的管制措施相關專用名詞意義如下：

1. 批次：為品管之基本單元，指相同時間內或連續的一段時間內，以同組試劑相同分析處理步驟，所檢驗的同質樣品。
2. 野外空白(Field blank)：是一不含分析物的水溶液或溶劑，攜至取樣現場再送回檢驗室；伴隨同時取樣之樣品一同分析。
3. 運送空白(Trip blank)：運送空白自檢驗室攜出至取樣現場再送回檢驗室，容器不開封，主要是欲確認整個輸送過程，樣品是否受到污染。
4. 設備空白(Equipment blank)：設備空白則是將攜出的水溶液或溶劑，於取樣現場開封，傾倒入採樣器，再用樣品瓶盛裝攜回分析，主要是欲確認採樣器是否受污染。

5. 空白分析：為一不含分析物之水溶液或試劑，伴隨每一分析批次，依同樣操作程序分析，以判知分析過程是否遭受污染及遭受污染之過程。
6. 重複分析：針對同批次、同樣品做兩次以上的分析，藉以確定操作的準確性與可靠性之手段。
7. 查核樣品：係指將適當濃度之標準品(不同於配製檢量線之同一標準品)所配製成之樣品。
8. 方法偵測極限(MDL)：為一待測物在某一種基質中以某一特定檢驗方法所能測得之最小濃度。在此濃度以上報告此待測物在此基質中濃度大於零之可信度達99%。
9. 操作定量極限(PQL)：在精確度及準確度可以符合標準的情況下，以特定的分析方法，所能定量的最低濃度。
10. 準確度：為一組檢驗值(或平均值X)與真值(True value)的差異。通常可由分析參考樣品(Reference samples)求得，以回收率百分比(Percent recoveries)表示之。
11. 精確度：為一組重複分析之測量值間的差異，通常可由重複分析樣品求得相對百分偏差表示之。
12. 檢量線：於一特定儀器所求得之讀值，相對其配製之濃度，所繪製而成的XY圖。

為求作業統一，本計畫之分析品管乃以分析批次為單元，通常以每一批次同質樣品為一獨立單元。檢驗分析之品管措施包括檢量線製備及校正、空白分析、重複分析、查核樣品分析及方法偵測極限等六項。

三、管制極限及管制圖的建立

管制圖表(Control chart)是執行品保品管的有利工具，尤其當使用固定的分析步驟，來檢測為數眾多的樣品時，管制圖表即成為有效掌握品質的一種統計方法。利用持續的圖形標示，可以發現當分析狀況正常(In control)時，其結果將落在已建立的管制標準之內。

當我們將分析品管程序中所求得之添加標準品分析、重複樣品分析及查核樣品分析的數據，逐次逐日的累積後(最好為25組)，利用各回收率之標準偏差SD(以回收率平均值 $\pm 3SD$ 為管制上下限； $\pm 2SD$ 為警告上下限)可以建立各個欲監測項目的管制圖表及其管制標準。日後，當每批次分析時，可將新得之數據逐次逐日點入管制圖中；若發現任一點超過管制標準或連續七點出現在管制範圍平均值的相同一側時，即表示品管的系統出現問題。此時應停止分析工作，找出問題發生的原因，並解決之。俟重新開始分析工作時，應增加品管查核之頻率，直至正常為止。異常批次的分析樣品，應重新再分析。(需追蹤是否為藥品所引起變動、儀器所引起變動、操作條件不對或人員所引起的變動等。)

由以上可知當分析結果落於管制界限外，則可依下列步驟採取必要之措施：

1. 重新核對樣品前處理步驟，資料處理及計算過程是否有誤。
2. 查驗空白樣品以了解是否有干擾物質存在或其它問題。
3. 重新配製標準溶液做新的校正曲線並比較新舊二條校正曲線。
4. 重配新的品管樣品，以相同的步驟及操作條件重新分析新的品管樣品。

5. 重新查閱記錄儀之分析值，圖譜及其他有關資料以了解可能存在之干擾物質，不尋常的吸收峰，或其他可能產生不準確結果之因素。
6. 如果樣品的分析量足夠，則以新配製的標準溶液重新分析樣品及品管樣品。
7. 任何落出管制界限外之樣品都必須與主管詳加討論，找出可能原因。

四、品保品管作業流程

完整的品保品管作業流程應包含採樣前規劃、採樣現場、樣品保存輸送、檢驗室分析、報告文件管理等連貫的管制措施，故可將檢驗室品保品管作業的流程表示如圖A7-1。此外，檢驗室以分析儀器進行檢測樣品，其分析品管流程如圖A7-2。

A8 預防性維護

本計畫將主要儀器設備之校正頻率列入規劃並建立儀器設備校正率計畫表，重要精密儀器如火焰離子化偵測器，均與儀器廠商簽定期維護合約，以利定期保養維護儀器設備並記錄，在校正維護時，應詳實記錄校正維護的原因、維修人員及狀況。

執行本計畫時，使用到的每一部儀器皆有專人負責平日之保管，並列有設備數量清單，以預防重要備品不足時得以銜接使用；設備之使用則依儀器操作手冊進行操作，並記錄於“儀器使用記錄”中，有關火焰離子化偵測器使用記錄如表A8-1；在實驗室分析儀器(氣相層析儀與氣相層析質譜儀)等使用紀錄及檢查如表A8-2~3所示。此外，針對儀器之保養維修，其記錄如表A8-4~5所示。

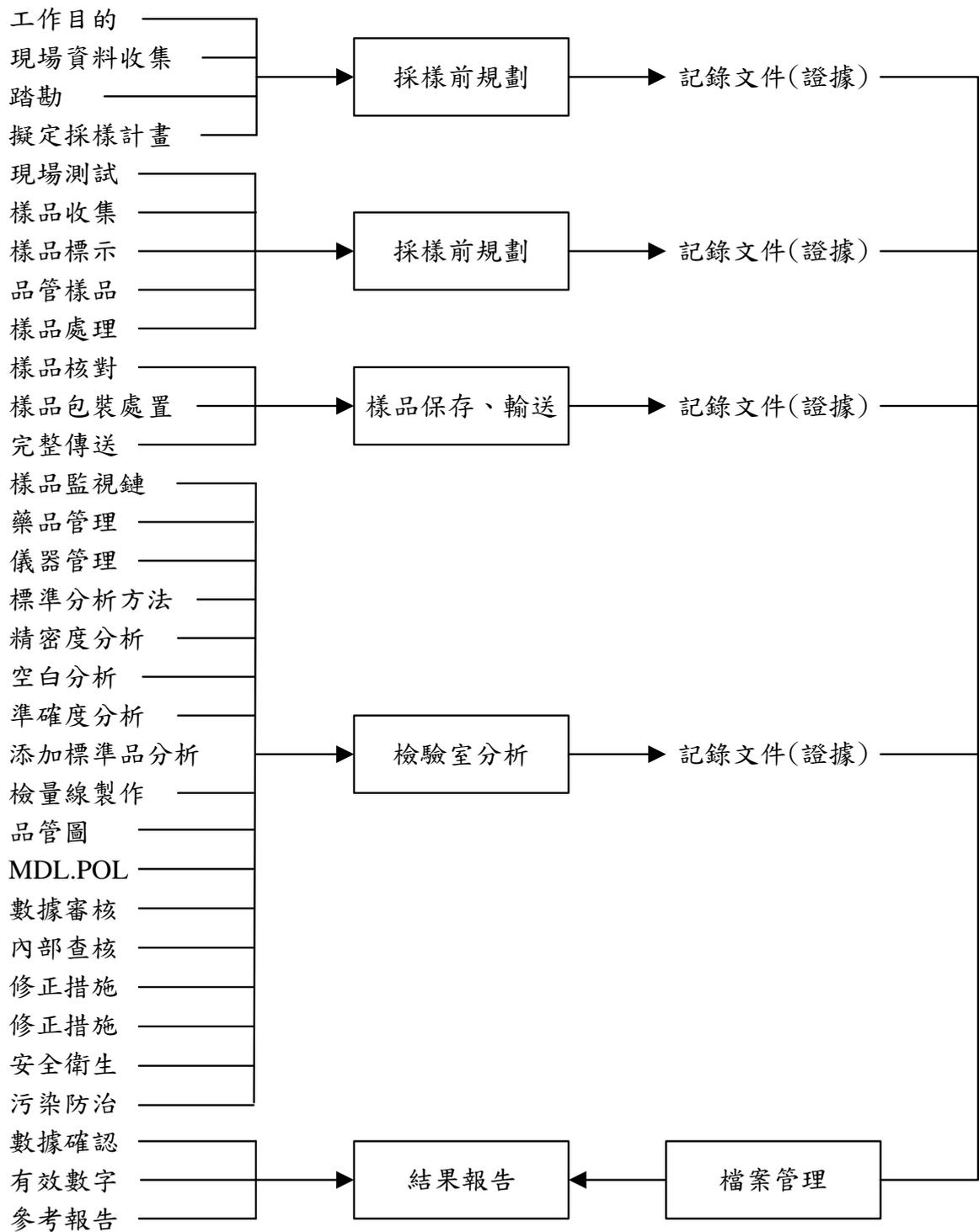
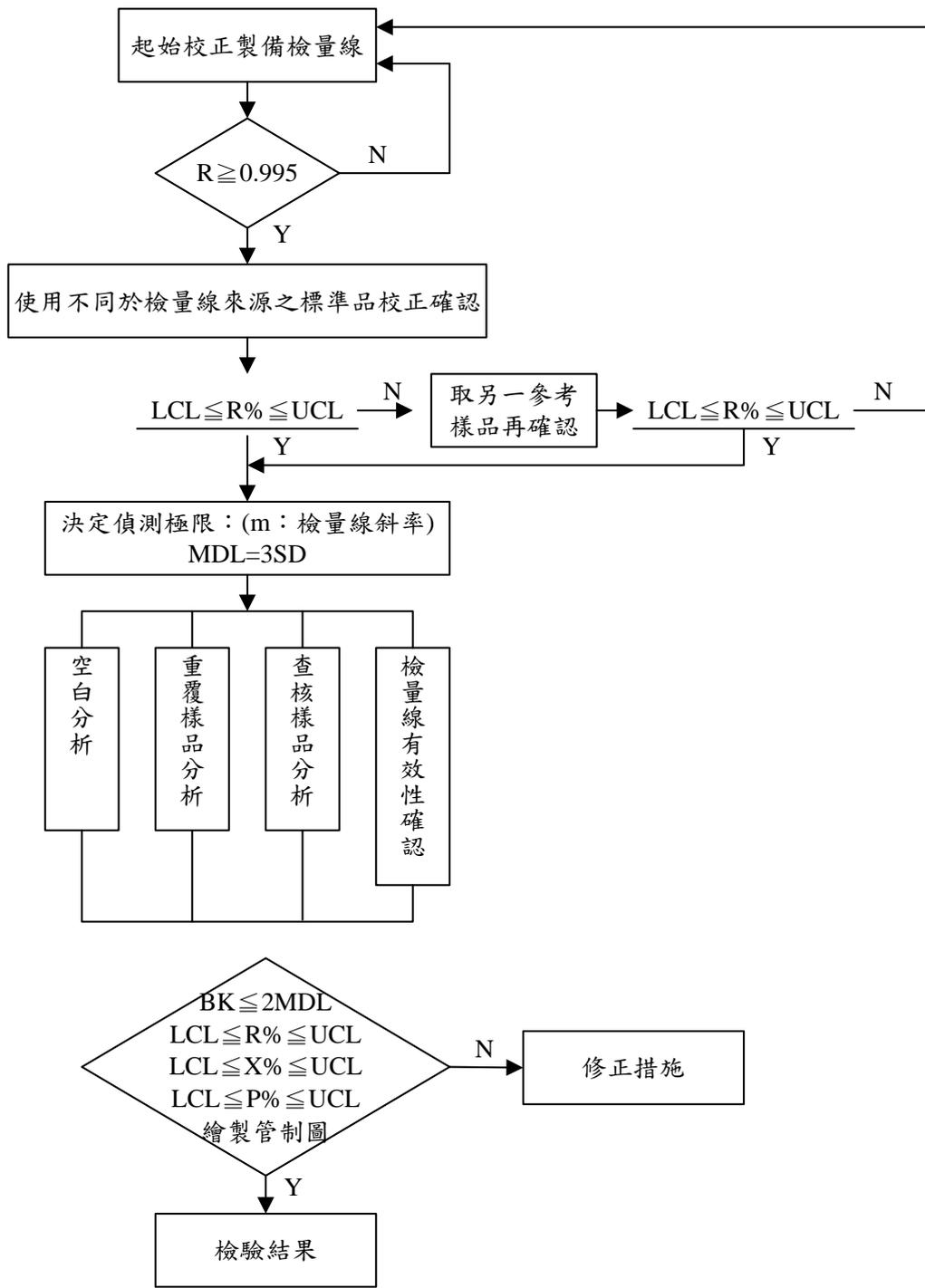


圖 A7-1 品保品管作業流程



其中 R%表查核樣品分析回收率百分比 X%表重複樣品分析相對偏差百分比
 P%表加標準品分析回收率百分比 LCL表管制下限值
 UCL表管制上限值

圖 A7-2 分析品管流程

表A8-1 火燄離子化偵測器使用紀錄

VOC洩漏測定偵測儀器使用記錄表											
										專案編號:	
檢測						測人員					
檢測廠處											
<input type="checkbox"/> 四合一氣體偵測器											
儀器型號		ISC/M40				檢驗室 儀器編號		Sampling-A-			
檢查項目						判定結果			備註		
使用狀況是否正常						<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否					
<input type="checkbox"/> 揮發性有機物偵測儀器											
儀器型號		<input type="checkbox"/> TVA-1000B(FID) <input type="checkbox"/> TVA-2020(FID)				儀器序號					
檢查項目						判定結果			備註		
1.氣體鋼瓶		靜置30分鐘				<input type="checkbox"/> 是,靜置時間(時分)_____~_____			<input type="checkbox"/> 否,未攜出		
2.濾片		不需更換(無破損、乾淨)				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否,更換					
3.系統檢查		開啟電源,後主機螢幕正常				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			若否,請檢查電源是否充足		
		電源開啟後採樣槍螢幕正常				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			若否,請檢查電源是否充足或連接線是否連接密合		
		查看主機電壓大於7.2V				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			若否,請充電		
		查看主機內部時間與中原標準時間一致				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			若否,請調整主機內部時間與中原標準時間一致		
4.氫氣燃料罐壓力		是否>700psi				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			若否,請充填氫氣燃料罐		
5.氫氣進入主機系統之壓力		介於10~15psi				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否					
6.儀器設定		清除數據檔案				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否					
		關閉背景濃度設定				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否					
7.儀器使用情形		儀器使用狀況正常				<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			使用起迄時間 ~		
										頁次:	

表A8-3 氣相層析質譜儀檢合核記錄表

文件編號：GC-T-P-130
版次：1.3
方法代碼：—
檢測類別：公用類

台宇環境科技股份有限公司 氣相層析質譜儀檢核表

日期：_____ 時間：_____ 檢查人員：_____

儀器基本項目檢查：

項目	檢查結果記錄
氣體鋼瓶檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
空調系統檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
電源檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
儀器基本功能檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
儀器真空度檢查	Oven 溫度：_____ °C L Vac：_____ pa，H Vac_____ pa
儀器系統測漏	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常

儀器系統調校檢查：

項目	檢查結果記錄
半波寬檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
m/z 69 的 Intem 值	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
偵測器電壓	電壓：_____ Kv
N2 強度檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常

水質自動進樣/前處理系統檢查：

項目	檢查結果記錄
試劑水檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
廢水檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
樣品槽溫度檢查	樣品槽溫度：_____ °C
樣品抓取位置檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
標準品檢查	BFB、內標、擬似標準品編號：_____ 有效日期：_____
	標準品編號：_____ 有效日期：_____
	查核標準品編號：_____ 有效日期：_____

空氣自動進樣/前處理系統檢查：

項目	檢查結果記錄
樣品進樣位置檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
樣品進樣管線溫度檢查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常
標準品檢查	BFB、內標準品配製日期：_____ 有效日期：_____
	查核用標準品配製日期：_____ 有效日期：_____
	檢量線標準品配製日期：_____ 有效日期：_____

WGServer\dic\環檢實驗室品質文件(新版)\表單\公用類別表單\GC-T-P-130氣相層析質譜儀檢核表 1.3 版.doc

表A8-4 儀器保養維修記錄



淇荃環保科技有限公司

儀器損壞及維修記錄

儀器編號：	_____	損壞/需求日期：	_____
儀器型號/名稱：	_____	資產編號：	_____
儀器序號：	_____		
損壞情形及原因：			
		填寫人(簽名)：	_____
		儀器保管人員：	_____
維修廠商：	_____	是否簽有維修合約：	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
維修費用：	_____	維修日期：	_____
維修狀況/結果：			
		儀器保管人員：	_____
		審核人員：	_____

FORM-QM1-5.4-04 發行日期：2015.04.15 版次：3.0

A9 改正措施

在檢驗過程中，發生異常現象或偏離管理系統時，對問題之鑑定、處理方法之評估及執行人員等相關權責之認定，以迅速且有效達到矯正之目的並避免再犯；適用實驗室發生任何偏離系統或不符合事項時須採取行動之所有相關人員，可藉由採取措施以消除現存之不符合、缺點或其他不希望情況的原因，以防止其再度發生。

一、不符合測試工作管制

凡實驗室之檢測工作包括系統運作、檢測程序、檢測結果或承諾顧客的事項，有偏離品質系統、檢驗標準或程序及不符合顧客要求的情形發生時，應先行啟動不符合測試工作之管制作業，再評估其嚴重性判斷是否須啟動矯正措施，不符合工作事項處理流程如圖A9-1，其發現時機與處理程序說明如下。

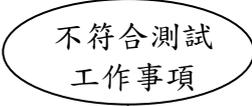
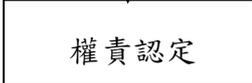
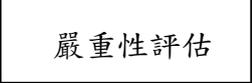
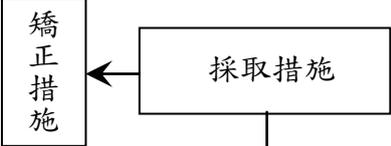
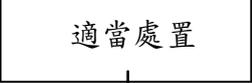
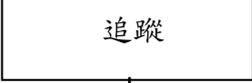
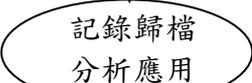
1. 發現檢驗工作不符合要求之時機包括品質管制、儀器校正、員工觀察或監督、檢驗報告審驗、檢驗或採樣的過程、樣品收樣管理、內部績效樣品及外部評鑑等。為方便案件追蹤及管理，其不符合事項編碼原則如下：

C-105.11.01-KE105A0001

↓ ↓ ↓
檢驗室 提報日期 專案編號

2. 如檢驗數據不符合品質系統要求時，應立即對不符合性進行評估，並登錄於「不符合測試工作事項記錄表」中。
3. 儀器管理員或檢驗人員針對儀器設備內外校的結果均應詳細審視與檢討，若有超過允收標準之情形，應即進入不符合測試工作之管制。此外，若未依「儀器校正頻率計畫表」執行，亦應即由技術主管登錄於「不符合測試工作事項記錄表」中，以利後續之檢討與改善。

4. 所有檢驗室人員在日常的工作運作中所發現的不符合或偏離程序現象，均可將不符合測試工作事項登錄於「不符合測試工作事項記錄表」中，並由權責主管跟催至改正行動完成，以確保技術、品質及管理系統之有效性及持續性。
5. 技術主管或報告簽署人於例行性檢驗報告/項目之合理性及完整性的查核過程中，若有任何不符合事項，均應進入不符合測試工作之管制。
6. 檢驗室同仁於採樣或檢驗工作過程中發現任何不符合標準作業之程序、或狀況時，應填具「不符合測試工作事項記錄表」，並在狀況描述欄中說明發現內容，再呈報技術主管進行後續處理。
7. 當樣品管理員接收之樣品有任何不符合之情形發生時，即應視為異常樣品，應通知技術主管瞭解並研討處理方式，並填具「不符合測試工作事項記錄表」。
8. 技術主管應針對隨時檢視內部績效樣品的結果，若發現有不合格之情況，即應啟動不符合測試工作程序。
9. 當發生不符合測試工作之事項時，須由相關主管視情況採取必要措施，如立即暫停工作、通知顧客、留置檢驗報告、報告退回或重新採樣等。
10. 對不符合測試工作之事項研判其影響程度與嚴重性，可立即改善者，應即時改正；當評估顯示不符合測試工作要求之情況可能再發生，或對檢驗室的作業與其政策及程序之符合性有懷疑時，應立即執行矯正措施。
11. 檢驗工作重新執行時，須確認不符合測試工作事項所造成之原因已透過適當之措施消除並獲改善，且已經由相關主管核准；執行工作時應由相關主管負責監督確認。

相關人員	作業流程	工作說明	產出表單
檢(實)驗室所有人員		經由管理系統及技術作業等(註2)所發現之不符合測試工作事項	檢測/檢驗數據異常提報表
品保品管 檢(實)驗室主任		指派權責主管	
技術主管 品保品管		鑑定問題發生原因與評估	
品保品管 技術主管		提出因應對策及解決方案(包括是否啟動矯正措施)	(檢測/檢驗數據異常之修正措施報告)
技術主管 或其指派人員		指派適當人員進行改善	預防措施報告
品保品管		追蹤改善情形	
檢(實)驗室主任		改善情形成果認定	
品保品管		相關處理記錄建檔備查	

註：啟動「不符合測試工作管制程序」的時機包括—品質管制、儀器校正、員工觀察或監督、檢驗報告審驗、檢驗或採樣的過程、樣品收樣管理、內部績效樣品及外部評鑑等。

圖A9-1 不符合工作事項處理流程

二、矯正措施作業

經過不符合工作事項檢討後，如屬較嚴重缺失或評估顯示不符合測試工作要求之情況可能再發生時，即應進入矯正措施，其程序說明如下。

1. 矯正措施程序首先應調查及分析問題的最根本原因，據以提出有效之措施、預防再犯。相關表單詳如表A9-1~2所示。
2. 矯正措施表右上方設有提報編號欄位，以方便案件追蹤及管理，其編碼原則如下：



3. 檢(實)驗室對失效之報告訂有回饋系統，用來執行檢驗時之失效分析及改正行動，所有異常現象之提報、診斷、評估、分析及改正行動分別記載於「客戶申訴及更正措施記錄表」、「檢測/檢驗數據異常提報表」、「檢測/檢驗數據異常之修正措施」；並由技術主管或品保品管進行狀況鑑別，若屬於可能再發生且嚴重影響數據品質者，則啟動矯正措施。有關失效報告之所有記錄包括調查、分析所獲得之失效原因及矯正行動，均由品保品管建檔後統一保管，以利追溯及管理審查。
4. 內部稽核經稽核後會議及報告釐定為缺失者，直接進入矯正措施程序。
5. 管理審查的結果中屬於對系統或程序有質疑或嚴重偏離者，直接啟動矯正措施。

表 A9-2 檢測數據異常修正措施報告

檢測/檢驗數據異常之修正措施報告

提報日期：	修正日期：	提報編號：
修正措施：		
修正結果：		
技術主管：	檢驗室主任：	
修正措施追蹤	追蹤日期：	追蹤人員：
追蹤查核結果：		
		檢驗室主任：
預防措施：		
		檢驗室主任：

【備註】

1. 檢驗數據異常須執行矯正，請連同檢驗數據異常修正報告表單一同歸檔。
2. 表單完成後，需給相關人員親筆簽名後再行歸檔，歸檔請交給 QA。

6. 檢驗人員於檢驗過程中發生任何異常或偏離管理系統之現象，應即依不符合測試工作之管制作業辦理；若經相關主管鑑別屬可能再發生或嚴重偏離者，即進入矯正措施程序。
7. 當需採取矯正措施時，應指定權責主管、並擬訂矯正期限；權責主管應選擇與實施最可能消除問題與防止再發生的措施，而執行矯正措施調查、分析、處理、後續追蹤或導致系統之任何變更，均應予書面化，並據以實施。

矯正措施程序如圖A9-2所示。

相關人員	作業流程	工作說明	產出表單
<p>檢(實)驗室所有人員</p> <p>技術主管 品保品管</p> <p>檢(實)驗室主任 技術主管 品保品管</p> <p>品保品管 技術主管或其指派人員</p> <p>品保品管</p> <p>檢(實)驗室主任</p> <p>品保品管</p>	<pre> graph TD A([問題發生]) --> B[原因分析] B --> C[擬定措施] C --> D[執行處理情形] D --> E[持續追蹤] E --> F{確認簽核} F -- 滿意 --> G([建檔存查 分析應用]) F -- 不滿意 --> B </pre>	<p>啟動矯正時機：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.內、外部稽核、管理審查、外部績效樣品 2.經鑑別之顧客抱怨(包括修改報告)及不符合測試工作事項 <p>檢討各項可能之原因，決定問題之根本原因</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.提議解決方案 2.指派權責主管 3.擬定矯正期限 <p>依擬訂措施進行改善</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.追蹤後續改善情形 2.鑑別是否啟動預防措施和附加稽核 <p>改善情形 結果確認</p> <p>相關處理記錄 建檔備查</p>	<p>矯正措施表</p> <p>(預防措施 記錄表或預防 措施登記冊； 內部系統稽核 查檢表)</p>

圖A9-2 矯正措施處理流程

A10 品保文件之提出

本計畫執行中，將依據計畫執行出具品保文件及檢測文件，品保報告將於計畫執行前提出，檢測文件則於每一批設備元件採樣分析後提出，檢測文件包含如表A10-1內容。

表A10-1 檢測文件內容介紹

順序	文件內容
一	封面
二	檢測報告總表
三	監測採樣記錄表
四	現場採樣記錄之原始資料
五	採樣樣品遞送單
六	現場採樣過程照片
七	現場採樣儀器之校正記錄影本
八	校正氣體分析報告書影本
九	分析結果