

「雲林縣六輕環境監控及應變中心(分析實驗室)操作管理計畫」

期末報告 「定稿」

委託單位：雲林縣環境保護局

受託單位：國立雲林科技大學、社團法人台灣化學品安全管理協會

受託單位計畫執行人員：洪肇嘉計畫主持人、謝祝欽協同計畫主持人

蔡正國計畫經理

李御玄工程師、黃雅祺工程師

計畫經費：新台幣伍佰玖拾壹萬元整

計畫執行期間：111 年 12 月 12 日~112 年 06 月 11 日

雲林縣環境保護局 編印

中華民國 112 年 10 月

基本摘要內容：

計畫名稱：雲林縣六輕環境監控及應變中心(分析實驗室)操作管理計畫

計畫編號：111-068

主管機關：雲林縣環境保護局

執行單位：國立雲林科技大學

社團法人台灣化學品安全管理協會

計畫主持人：洪肇嘉 特聘教授 聯絡人：蔡正國

聯絡電話：05-5342601#4418 傳真號碼：05-5329690

總經費：5,910 千元

全期期程：自111年12月12日起至112年6月11日止

本期期程：自111年12月12日起至112年6月11日止

1.執行進度:預定100%(%) 實際100%(%)

2.經費支用:預定5,910千元 實際5,910千元 支用比率100%

3.主要執行內容:(每行28字，2,000字以內)

一、建立分析實驗室，以利於災害發生第一時間進行環境監測作業（相關儀器設備由承攬廠商提供及維護）

本計畫執行建立實驗室，目前已於本校水質淨化廠建立空氣品質儀器分析實驗室，其空間有辦公室、會議室、樣品前處理與採樣袋/瓶清洗室、儀器分析室，其儀器分析室含有 GC-MSD、GC-PFPD、GC-FID、甲烷/非甲烷分析儀、離子層析儀、分光光度計、液相層析儀等儀器。

二、建立固定式採樣系統及方法

(1) 本計畫建立固定式採樣系統，參考空氣品質監測站設置及監測準則第五條-空氣品質監測站採樣口設置原則進行設

計，建置固定式採樣系統。於麥寮鄉三盛林務所(雲林縣環保局麥寮辦公室)頂樓平台設置一座固定式採樣系統，位於鄰近雲林離島基礎工業區東北方，然因其周圍樹叢圍繞其數高度多大於 12 公尺，故採樣平台設置高度約為 20 公尺，避免環境掩蔽物阻礙而影響有害空氣污染濃度監測成果。

(2) 固定採樣室系統具有自動採樣能夠連續採樣，本計畫以每日連續採集 22 樣品，在每次採樣前皆須進行流量校正並與紀錄。

三、針對離島工業區常見之揮發性有機物、光化前驅物及毒化物進行例行性採樣及分析

(一)針對離島工業區常見之揮發性有機物、含氯揮發性有機物及毒化物採樣及分析。

離島式工業區使用之石化及毒化物原料、中間產物及產品種類繁多，當污染事故發生時，除對環境會造成污染，亦對人體會造成健康上的危害，因此計畫期間持續對空氣染物例行性採樣與分析作業，建立對周遭環境之背景濃度及狀況瞭解，主要監測甲烷/非甲烷及 29 種揮發性有害空氣污染物。

(二)甲烷-非甲烷烷碳氫化物分析，至少採樣 110 日，分析 2,530 筆數據。

本計畫已於 111 年 12 月 20 日固定式自動採樣系統建置完成，即開始投入空氣污染物品質採樣監測截至 112 年 5 月 15 日止，共完成採樣 119 日監測分析 2618 個樣品，計畫達成率累積既有 103%。

(三)氣相層析儀至少分析 29 種揮發性有機物質，至少分析 80

個樣本。

本計畫在氣相層析儀分析 29 種揮發性空氣有機污染物，共完成 94 各樣品分析超過計畫目標 80 樣品，目標達成率 117.5%。

四、研析製程與揮發性有機物污染源關係

(一)彙整歷年離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據，掌握經常性測得之物種。

本計畫完成彙整 101 年至 111 年歷年離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據，彙整內容主要以六輕行政大樓與麥寮中學測站，解析結果顯示兩測站歷年有害空氣污染物種以丙酮佔比最大其次為甲苯，整體濃度變化呈現下降之趨勢，此外，在解析發現六輕行政大樓測站烔類佔比相較於麥寮中學測站來的高，主要經常測得烔類物種為 1,2-二氯乙烔、二氯甲烔、戊烔、己烔、氯甲烔。

(二)彙整分析資料，並建立數據庫，配合氣象資料交叉比對，掌握有害空氣污染物來源。

歷年彙整六輕行政大樓與麥寮中學測站監測之逸散性氣體比例分析，統計 10 年歷史數據得知主要有害空氣污染物種為酮類，其次為芳香烔類，經由 TBXE 比值可初步判定有害空氣污染來源為混合來源，其中以 T/B 集中在 0.1~5.0 之間為車輛排放與柴油車尾氣，以 X/E 比例為 0.9~1.2 之間，其可能污染來源為老化氣團與工業排放。

五、化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判

(一)於雲林縣環境保護局接獲事故發生時，協助針對雲林縣

環境保護局相關計畫之現場採樣樣品進行分析，提供現場狀況之研判。

本計畫在執行期間雖未接獲相關事故發生，在計畫結束期間仍協助環保局取辦全國毒化災演練相關事宜。

(二)執行期間事故樣品分析及研判至少 2 場次，若合約執行至期限屆滿前 4 個月未發生相關事故，每不足 1 場次以增辦其他雙方協議事項代替。

本計畫執行期間未發生相關空污或化學品事故，故依契約規範屆滿前與環保局協議事項替代方案，經協議採方案二：每 1 場次使用 2 個「氣相層析儀分析」和 5 日「甲烷-非甲烷分析儀分析」。

六、實驗耗材購置及設備維護管理

(一)購置實驗藥品、消耗性材料（吸附介質、棕色瓶等）等相關耗材及分析用氣體（標準氣體及儀器所需氣體）。

本計畫執行期間採樣與儀器分析所需之耗材，皆依實際需求作管理與維護。

(二)流量計、採樣鋼瓶等定期校正及清洗等。

本計畫執行期間每日採樣更換時皆需進行流量校正，調整採樣泵浦流率至採樣方法建議範圍後，再由流量計讀得至少 3 次讀值後平均，若差異達 10%以上，則所採樣品視同無效，每日進行氣袋更換時進行流量計之校正及監控，並記錄採氣袋更換時間及更換前後之流量，每日採樣前後之流量變化差異均需小於 10%，確保流量計之穩定性及樣品之有效性。

對於採樣過程所需採氣袋或不鏽鋼採樣筒，針對平日採

樣監測使用之樣本，於 14 日有效期限後，將進行清洗，供後續採樣使用。

七、辦理雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及擴散模擬

(一)模擬雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及危害潛勢分析，至少選取 34 家毒化物運作廠商進行擴散模擬分析，並將分析報告提報機關備查。

雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作列管廠家共計 20 家，共有 59 廠處，本團隊函請 大局協助發文調查，以協助取得相關毒化物運作儲存之資料。本計畫經盤點麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及危害潛勢分析，完成 36 廠家毒化物運作廠商進行擴散模擬分析，並將模擬結果提報環保局備查。

八、建立離島式基礎工業區 3D 沙盤模型

(一)建置離島式基礎工業區之立體 3D 沙盤模型製作及相關配電工程。

本計畫已於三盛林務所前進指揮所辦公室完成 3D 沙盤模型，擴大重要煙囪模型高度、模型範圍向上擴張到港口區及向下擴張到水道區，且視覺投影上依據六輕麥寮工業區廠區不同位置採用顏色區塊作區分，計畫 3D 沙盤模型成果已於 112 年 8 月 1 日雲林縣局辦全國毒化災演練作毒化災應變演練，透過事故 ALOHA 模擬影響範圍與區域模擬結果之影

像投影有助於指揮中心做正確人員疏散避難，降低災害事故影響程度，確保人員生命安全。

4.計畫變更說明：

本計畫在執行工作相第五項「化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判」，執行期間事故樣品分析及研判至少 2 場次，若合約執行至期限屆滿前 4 個月未發生相關事故，每不足 1 場次以增辦其他雙方協議事項代替。

本縣轄區內毒化物及關注性化學運作廠商於計畫執行期間管理得當無接獲本局通報化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析事項，故於三月工作會議擬可代替執行之工作項目方案(二擇一)：

- 方案一：每1場次使用4個「氣相層析儀分析」進行替代。
- 方案二：每1場次使用2個「氣相層析儀分析」和5日「甲烷-非甲烷分析儀分析」。

經112年5月15日函文雲科大環諮字第1121012097號函至雲林縣環保局作裁示，於112年5月25日收到大局回覆函 雲環衛字第1121016850號，同意第二替代方案執行。

5.落後原因分析：無

6.解決辦法：無

7.主管機關管考建議：無

「雲林縣六輕環境監控及應變中心(分析實驗室)操作管理計畫」基本
資料表

甲、委辦單位	雲林縣環境保護局			
乙、執行單位	國立雲林科技大學/社團法人台灣化學品安全管理協會			
丙、年 度	111~112	計畫編號	111-068	
丁、專案性質	(請填寫標的分類代碼)			
戊、專案領域				
己、計畫屬性	☐ 研究型計畫		☒ 一般委辦計畫	
庚、全程期間	111年12月~112年6月			
辛、本期期間	111年12月~112年6月			
壬、本期經費	5,910千元			
	資本支出		經常支出	
	土地建築	0 千元	人事費	982.800 千元
	儀器設備	0 千元	業務費	4,134.082 千元
	其 他	0 千元	材料費	0 千元
			其 他	793.118 千元
癸、摘要關鍵詞(中英文各三則) 揮發性有機污染物、甲烷/非甲烷、3D擴散模擬 Volatile organic pollutants, Methane/Non-methane, 3D diffusion simulation				
參與計畫人力資料：(如僅代表簽約而未參與實際專案工作計畫者則免填以下資料)				
參與計畫人員姓名	工作要項或撰稿章節	現職與簡要學經歷	參與時間(人月)	聯絡電話及 e-mail 帳號
洪肇嘉	統籌規劃計畫所有工作項目	計畫主持人/美國華盛頓大學環工博士	6	055342601#4491 labylepb@gmail.com
謝祝欽	協助計畫所有工作項目	共同計畫主持人/美國加州大學洛杉磯分校(UCLA) 土木與環境工程博士	6	055342601#4491 labylepb@gmail.com
蔡正國	負責計畫各工作項目督導。相關單位間的聯繫與溝通。計畫執行品保品管內部查核。出席計畫相關會議及簡報。	計畫經理/國立清華大學生醫工程與環境科學系博士	6	055342601#4491 labylepb@gmail.com

林俞蓁	襄助計畫經理執行本計畫之工作項目。協助雲林縣環境保護局處理計畫相關之行政事務及其它臨時交辦事項。	工程師/國立高雄科技大學工程科技博士班博士	2.5	055342601#4491 labylepb@gmail.com
林御玄	襄助計畫經理執行本計畫之工作項目。協助雲林縣環境保護局處理計畫相關之行政事務及其它臨時交辦事項。樣品採樣分析	工程師/國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系學士	3.5	055342601#4491 labylepb@gmail.com
黃毓菁	品保品管計畫擬定及執行。數據解析及污染源調查。	工程師/國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系學士	3.5	055342601#4491 labylepb@gmail.com
黃雅祺	品保品管計畫擬定及執行。數據解析及污染源調查。	工程師/國立高雄餐旅大學旅運管理系學士	2.5	055342601#4491 labylepb@gmail.com

雲林縣環境保護局計畫成果中英文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：雲林縣六輕環境監控及應變中心(分析實驗室)操作管理計畫

二、英文計畫名稱：Yunlin County Mailiao Industrial Complex Environmental Monitoring and Response Center (Analytical Laboratory) Operation Management Plan

三、計畫編號：
111-068

四、執行單位：國立雲林科技大學
社團法人台灣化學品安全管理協會

五、計畫主持人（包括共同主持人）：洪肇嘉 特聘教授
謝祝欽 理事長

六、執行開始時間：
111年12月12日

七、執行結束時間：
112年6月11日

八、報告完成日期：
112年10月04日

九、報告總頁數：
267

十、使用語文：
中文

十一、報告電子檔名稱：
111-068

十二、報告電子檔格式：
PDF

十三、中文摘要關鍵詞：
揮發性有機污染物、甲烷/非甲烷、3D 擴散模擬

十四、英文摘要關鍵詞：
Volatile organic pollutants, Methane/Non-methane, 3D diffusion simulation

十五、中文摘要（約三百至五百字）

本計畫發展雲林縣離島式麥寮工業區空氣污染污物環境監測與分

析實驗室，執行期間完成建置空氣污染物分析實驗，其分析儀器設備有 GC-MSD、GCPFPD、甲烷/非甲烷分析儀、GC-FID、HPLC、UV-vis 及 IC，麥寮三盛林務所完成建立固定式空氣污染污物採樣系統，監測期間氣象條主要以北方系轉北北東風其平均風速 4.0~6.0 m/s。本計畫共完成 2,618 筆甲烷/非甲烷採樣與分析，經統計分析顯示甲烷日平均濃度在 2.0~4.0ppm，非甲烷平均濃度低於 0.30ppm。29 種空氣揮發性有機污染物分析完成 94 筆樣品分析，經監測所測得物種之總濃度皆低於 50ppb，顯示監測其有害空氣污染濃度屬於低濃度趨勢符合環保署周界環境揮發性有機物排放標準。

本計畫盤點麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料進行盤點及危害潛勢分析，並完成 36 家毒化物運作廠商進行 ALOHA 與 SLAB View 擴散模擬分析，未來當事故發生時就由模擬資料庫可熟知該地區運作廠家化學災害發生時可能影響範圍，且完成建置離島式基礎工業區之立體 3D 沙盤模型，在平時完備指揮系統應變教育訓練建構安全防護網，當災變時能在第一時間作精準指揮應變，有效控制化災影響範圍降低環境災害損失，正確引導民眾避難方向保障人民身命財產安全。

十六、英文摘要：

This plan develops an air pollution pollutant environmental monitoring and analysis laboratory in Yunlin offshore industrial park. We successfully set up the air pollutant analysis laboratory during the implementation period. The analytical instruments and equipment include GC-MSD, GCPFPD, methane/non-methane Analyzer, GC-FID, HPLC, UV-vis, and IC. In addition, Mailiao Sansheng Forestry Office has completed the establishment of a fixed air pollution and sewage sampling system for daily hourly sampling and monitoring of methane/non-methane substances in the environment concentration changes. During the monitoring period, the meteorological conditions mainly changed from the northern system to the north-northeast wind with an average wind speed of 4.0-6.0 m/s. A total of 2,618 methane/non-methane sampling and analysis goals were completed in this project. The result shows that the average daily concentration of methane

is 2.0-4.0ppm. The average concentration of non-methane is less than 0.30 ppm. In addition, 94 samples of 29 kinds of air-volatile organic pollutants were analyzed. The total concentration of the measured species was all lower than 50ppb after monitoring, showing that the monitored concentration of harmful air pollution belongs to the lowered concentration trend, which matches with the Environmental Protection Agency—emission Standards for Volatile Organic Compounds in Perimeter Environment.

This project takes inventory of toxicity and chemical substances of concern data in Mailiao District poisonous chemical operation sites for a list and potential hazard analysis. It completes ALOHA and SLAB View diffusion simulation analysis for 36 toxic chemical operation factories. In the future, when accidents occur, the simulation database can be familiar with the possible impact range of the operating factories in the area when a chemical disaster occurs and complete the construction of a three-dimensional 3D sand table model of an outlying island-style primary industrial zone. A complete command system should regularly be provided for emergency education and training to build a safety protection network. Conduct precise command and response the first time, effectively control the scope of chemical disasters to reduce environmental disaster losses, and correctly guide the people to evacuate to ensure the safety of people's lives and property.

目錄

目錄	i
表目錄	v
圖目錄	vii
第一章 前言	1
1.1 計畫緣起	1
1.2 計畫目標	1
第二章 計畫執行進度	3
2.1 預定工作進度查核	3
2.2 實際工作查核	7
第三章 人員及設備建置	11
3.1 人員建置	11
3.2 人員訓練	23
3.2.1 初階教育訓練	23
3.2.2 每月教育訓練	25
第四章 建立分析實驗室，以利於災害發生第一時間進行環境監測作業	29
4.1 完成建立分析實驗室	29
4.2 相關儀器維護保養、維修零件及耗材購置等	34
第五章 建立固定式採樣系統及方法	35
5.1 建置固定式採樣系統	35
5.2 完整之品保品管 (QA/QC) 措施，確保監測結果之有效性	40
5.2.1 甲烷/非甲烷方法偵測極限與品質管制圖	41
5.2.2 29 種有害空氣污染物分析偵測極限	48

第六章 針對離島工業區常見之揮發性有機物、光化前驅物及毒化物進行例行性採樣及分析.....	57
6.1 針對離島工業區常見之揮發性有機物、含氯揮發性有機物及毒化物採樣及分析.....	58
6.2 甲烷-非甲烷碳氫化物分析，至少採樣 110 日，分析 2,530 筆數據.....	60
6.3 氣相層析儀至少分析 29 種揮發性有機物質，至少分析 80 個樣本.....	102
第七章 研析製程與揮發性有機物污染源關係.....	119
7.1 彙整歷年離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據，掌握經常性測得之物種.....	119
7.2 彙整分析資料，並建立數據庫，配合氣象資料交叉比對，掌握有害空氣污染物來源.....	127
第八章 化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判.....	137
第九章 實驗耗材購置及設備維護管理.....	149
9.1 購置實驗藥品、消耗性材料（吸附介質、棕色瓶等）等相關耗材及分析用氣體（標準氣體及儀器所需氣體）.....	149
9.2 流量計、採樣鋼瓶等定期校正及清洗.....	150
第十章 辦理雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及擴散模擬.....	153
10.1 模擬雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及危害潛勢分析，至少選取 34 家毒化物運作廠商進行擴散模擬分析，並將分析報告提報機關備查.....	153

10.2 雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作列管廠家擴散模擬.....	159
第十一章 建立離島式基礎工業區 3D 沙盤模型	191
第十二章 結論與建議.....	197
12.1 結論.....	197
12.2 未來建議.....	202
第十三章 參考文獻.....	203
附錄一 儀器使用/維修紀錄表.....	207
附錄二 儀器標準作業程序(Model 55C、GC-MSD).....	211
附錄三 儀器標準作業程序(自動採樣系統、三維風速風向儀).....	229
附錄四 採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表.....	239
附錄五 29 種有害空氣污染物查核樣品管制圖.....	241
附錄六 採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表.....	245
附錄七 不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表.....	251
附錄八 雲林縣六輕環境監控及應變中心(分析實驗室)操作管理計畫 期末報告「初稿」審查委員意見及回覆.....	255

表目錄

表 2.1.1	預定進度及查核點	6
表 2.2.1	實際執行進度及查核點	8
表 3.1.1	計畫工作職掌	12
表 3.1.2	計畫主持人學經歷資料	14
表 3.1.3	共同計畫主持人學經歷資料	15
表 3.1.4	計畫經理學經歷資料	18
表 3.2.1.1	初階教育訓練課程表	24
表 3.2.2.1	人員教育訓練課程表	26
表 4.1.1	分析實驗室儀器建置現況	33
表 5.2.1.1	甲烷自動檢測分析儀偵測極限結果	42
表 5.2.1.2	非烷自動檢測分析儀偵測極限結果	43
表 5.2.2.1	29 種有害空氣污染物檢量線校正結果	49
表 5.2.2.2	29 種有害空氣污染物 MDL (第一次)	51
表 5.2.2.3	29 種有害空氣污染物 MDL (第二次)	52
表 5.2.2.4	29 種有害空氣污染物 MDL 分析結果	53
表 6.1.1	揮發性有機物、含氯揮發性有機物及毒化物共 29 分析物種 表	59
表 6.2.1	空氣污染物監測採樣樣品累積數量	61
表 6.2.2	每日平均風速風向	63
表 6.2.2	每日平均風速風向 (續)	64
表 6.2.2	每日平均風速風向 (續)	65
表 6.2.3	2022/12—2023/05 各月採樣風速風向資料之風玫瑰圖	67
表 6.2.3	2022/12—2023/05 各月採樣風速風向資料之風玫瑰圖 (續)	68

表 6.2.4	甲烷與非甲烷月平均濃度值.....	102
表 6.3.1	本計畫測站一月監測期間之毒化種類濃度值.....	105
表 6.3.2	本計畫測站監測二月期間之毒化種類濃度值.....	107
表 6.3.3	本計畫測站監測三月期間之毒化種類濃度值.....	109
表 6.3.4	本計畫測站監測四月期間之毒化種類濃度值.....	111
表 6.3.5	本計畫測站監測五月期間之毒化種類濃度值.....	112
表 6.3.6	監測期間之各月份毒化物種類月平均濃度值.....	113
表 7.1.1	六輕行政大樓測站每季 Mann-Kendall 趨勢檢定與斜率結果	125
表 7.2.1	各廠資料彙總示意圖(1/3).....	128
表 7.2.1	各廠資料彙總示意圖(2/3).....	129
表 7.2.1	各廠資料彙總示意圖(3/3).....	129
表 7.2.2.1	101—111 年各季之六輕行政大樓和麥寮中學測站風玫瑰圖	135
表 7.2.2.2	101—111 年各季之六輕行政大樓和麥寮中學測站風玫瑰圖	136
表 8.1	模擬丙酮洩漏事故之分析 29 種有害空氣污染物.....	147
表 9.1.1	各儀器分析用氣體彙整.....	149
表 10.1.1	雲林離島式基礎工業區麥寮區大於分級運作量資訊彙整	155
表 10.2.1	雲林縣氣象資料統計成果.....	160
表 10.2.2	PACs 定義說明	161
表 10.2.3	雲林離島式基礎工業區麥寮區模擬結果.....	163
表 10.2.4	雲林離島式基礎工業區麥寮區可燃性蒸氣雲影響範圍及爆炸過壓影響範圍模擬結果.....	175

圖目錄

圖 3.2.1.1	初階教育訓練過程.....	24
圖 3.2.2.1	人員教育訓練成果.....	28
圖 4.1.1	水質淨化場空品採樣分析實驗室辦公室與會議室.....	29
圖 4.1.2	水質淨化廠空氣品質儀器分析實驗室設置分配圖.....	31
圖 4.1.3	樣品前處理與採樣袋清洗室(A)與 GCMSD 儀器分析實驗室 (B).....	31
圖 4.1.4	55C 甲烷/非甲烷分析儀與其他空品分析儀器室(C).....	32
圖 4.2.1	分析實驗室儀器管理規範.....	34
圖 5.1.1	三盛林務所測點及周遭環境照片.....	36
圖 5.1.2	固定式採樣平台草圖.....	37
圖 5.1.3	採樣系統規劃草圖.....	37
圖 5.1.4	固定式採樣系統.....	39
圖 5.1.5	自動採樣系統與流量校正紀錄.....	39
圖 5.1.6	自動採樣系統標準操作程序教育訓練.....	40
圖 5.2.1.1	甲烷/非甲烷每六個月多點委外校正結果.....	44
圖 5.2.1.2-1	甲烷/非甲烷每日查核樣品品質管制圖.....	45
圖 5.2.1.2-2	甲烷/非甲烷每日查核樣品品質管制圖.....	46
圖 5.2.1.3	甲烷/非甲烷每日重複性樣品品質管制圖.....	47
圖 5.2.2.1	29 種有害空氣污染物查核樣品品質管制圖.....	54
		55
圖 5.2.2.2	29 種有害空氣污染物重複性樣品品質管制圖.....	55
圖 6.2.1	甲烷-非甲烷分析儀.....	60
圖 6.2.2.1	2022/12 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據.....	72

圖 6.2.2.2	2022/12 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	73
圖 6.2.3.1	2023/01 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	74
圖 6.2.3.2	2023/01 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	75
圖 6.2.3.3	2023/01 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	76
圖 6.2.4.1	2023/02 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	77
圖 6.2.4.2	2023/02 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	78
圖 6.2.4.3	2023/02 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	79
圖 6.2.4.4	2023/02 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	80
圖 6.2.4.5	2023/02 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	81
圖 6.2.5.1	2023/03 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	82
圖 6.2.5.2	2023/03 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	83
圖 6.2.5.3	2023/03 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	84
圖 6.2.5.4	2023/03 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	85
圖 6.2.5.5	2023/03 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	86
圖 6.2.6.1	2023/04 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	87
圖 6.2.6.2	2023/04 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	88
圖 6.2.6.3	2023/04 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	89
圖 6.2.6.4	2023/04 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	90
圖 6.2.6.5	2023/04 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	91
圖 6.2.7.1	2023/05 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	92
圖 6.2.7.2	2023/05 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	93
圖 6.2.7.3	2023/05 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據	94
圖 6.2.8	112 年 3 月 7 日至 12 日之麥寮測站甲烷、總碳氫化合物和 非甲烷監測數據（資料來源：環保署麥寮測站監測數據）	97

圖 6.2.9	112 年 3 月 13 日之麥寮測站甲烷、總碳氫化合物和非甲烷 監測數據（資料來源：環保署麥寮測站監測數據）	98
圖 6.2.10	本計畫建置測站與畜牧業地理分佈情形.....	98
圖 6.2.11	甲烷之最大日、最小日和日平均值濃度值之變化趨勢 ...	100
圖 6.2.12	非甲烷之最大日、最小日和日平均值濃度值之變化趨勢	100
圖 6.2.13	甲烷（左）和非甲烷（右）之濃度最大發生時段	101
圖 6.3.1	112 年 1 月份 GC-MS 29 種有害空氣污染物之物種分析 ..	114
圖 6.3.2	112 年 2 月份 GC-MS 29 種有害空氣污染物之物種分析 ..	114
圖 6.3.3	112 年 3 月份 GC-MS 29 種有害空氣污染物之物種分析 ..	115
圖 6.3.4	112 年 4 月份 GC-MS 29 種有害空氣污染物之物種分析 ..	115
圖 6.3.5	112 年 5 月份 GC-MS 29 種有害空氣污染物之物種分析 ..	116
圖 6.3.6	112 年 1 月份有害空氣污染物物種佔比.....	116
圖 6.3.7	112 年 2 月份有害空氣污染物物種佔比.....	117
圖 6.3.8	112 年 3 月份有害空氣污染物物種佔比.....	117
圖 6.3.9	112 年 4 月份有害空氣污染物物種佔比.....	118
圖 6.3.10	112 年 5 月份有害空氣污染物物種佔比.....	118
圖 7.1.1	六輕行政大樓測站 101—111 年有害空氣污染物濃度趨勢	122
圖 7.1.2	麥寮中學測站 101—111 年有害空氣污染物濃度趨勢	122
圖 7.1.3	六輕行政大樓測站 101—111 年有害空氣污染物濃度佔比	124
圖 7.1.4	麥寮中學測站 101—111 年有害空氣污染物濃度佔比	124
圖 7.2.1	VOCs 物種比值區間繪製圖.....	128
圖 7.2.2	101—111 年之各測站 TBXE 比值（資料來源：環保署麥寮 六輕離島式基礎工業區石化工業環境監測報告）	132
圖 7.2.3	本計畫測站監測期間之 TBXE 比值	132

圖 8.1	化學品或空污緊急事故採樣程序規劃.....	137
圖 8.2	替代方案裁決公文.....	139
圖 8.3	2023/0526 ~ 2023/0531 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據....	141
圖 8.4	2023/0601 ~ 2023/0605 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據....	142
圖 8.5	石榴國小和梅林國小周界環境採樣及量測情形.....	144
圖 8.6	石榴國小採樣分析之 29 種有害空氣污染物.....	145
圖 8.7	梅林國小採樣分析之 29 種有害空氣污染物.....	145
圖 8.7	模擬丙酮洩露事故採樣分析.....	146
圖 9.2.1	採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表.....	151
圖 9.2.2	不鏽鋼採樣桶清洗紀錄表.....	152
圖 10.1.1	擴散模擬分析執行流程圖.....	154
圖 11.1	方案一 200 cm*100 cm 之木桌.....	192
圖 11.2	方案二 360 cm*185 cm 之木桌.....	192
圖 11.3	3D 沙盤模型尺寸 360 cm、290 cm、50cm.....	193
圖 11.4	3D 沙盤模型(上圖)、廠區彩色投影示意圖.....	194
圖 11.5	烯烴三廠(OL-3)中 1,3-丁二烯洩漏事故 ALOHA 光雕投影示意圖.....	195

第一章 前言

1.1 計畫緣起

雲林縣為全國毒化物運作量最高之縣市，依據行政院環境保護署毒性化學物質管理系統統計資料，111 年度雲林縣毒性化學物質運作總量 851 萬公噸，佔全國運作總量 54.11%，其中六輕工業區之毒化物運作總量占雲林縣 99.93% 以上，該工業區為毒化物潛在危險最大的地區。另六輕工業區為全國最大石化工業區，石化工業所使用的原料、中間產物及產品種類多，其製程、設備、管線輸送、儲存及運輸過程等單元，均可能成為污染物之產生源。為使六輕工業區災害發生時，於現場進行採樣樣品即時檢測及分析，並以 3D 模型模擬災害影響狀況，未來當災害發生時透過現場氣象條件即能第一時間掌握環境危害範圍，透過平時指揮系統訓練作精準應變處置能有效降低災害影響範圍，以保障人民身命財產安全。

1.2 計畫目標

本計畫之執行目標簡述如下：

- 一、設置分析室於災害發生時第一時間協助進行樣品分析。
- 二、災害發生時第一時間進行環境採樣，進駐災害應變中心進行指揮及彙整相關災情資訊。
- 三、針對雲林縣化學品或緊急事故氣態污染物採樣之樣品分析及研判。
- 四、建立六輕工業區污染擴散模擬趨勢。

第二章 計畫執行進度

本計畫執行期程為 111 年 12 月 12 日至 112 年 06 月 11 日，截至 112 年 06 月 11 日止，已完成所有工作項。

2.1 預定工作進度查核

一、 本計畫執行期間自機關通知日（111 年 12 月 12 日）起辦理 6 個月，將完成本計畫全數工作項，訂定預定工作進度表，如表 2.1.1 所示，於 112 年 01 月 18 日前提出工作計畫書，於 112 年 06 月 18 日前提送期末報告。

二、 工作查核如下（將配合雲林縣環境保護局要求期程辦理）：

（一）建立分析實驗室，以利於災害發生第一時間進行環境監測作業（相關儀器設備由承攬廠商提供及維護）

1. 廠商須自行製備相關分析儀器設備，包含氣相層析儀（含 GC-MSD、GC-PFPD、GC-FID 等）、離子層析儀、分光光度計、甲烷-非甲烷分析儀、液相層析儀等。
2. 相關儀器維護保養、維修零件及耗材購置等。

（二）建立固定式採樣系統及方法

1. 參考空氣品質監測站設置及監測準則第五條-空氣品質監測站採樣口設置原則進行設計，建置固定式採樣系統。
2. 須有效執行及完整之品保品管 (QA/QC) 措施，確保監測結果之有效性。

（三）針對離島工業區常見之揮發性有機物、光化前驅物及毒化物進行例行性採樣及分析

1. 針對離島工業區常見之揮發性有機物、含氯揮發性有機物

及毒化物採樣及分析。

2. 甲烷-非甲烷碳氫化物分析，至少採樣 110 日，分析 2,530 筆數據。
3. 氣相層析儀至少分析 29 種揮發性有機物質，至少分析 80 個樣本。

(四)研析製程與揮發性有機物污染源關係

1. 彙整歷年離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據，掌握經常性測得之物種。
2. 彙整分析資料，並建立數據庫，配合氣象資料交叉比對，掌握有害空氣污染物來源。

(五)化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判

1. 於雲林縣環境保護局接獲事故發生時，協助針對環境保護局相關計畫之現場採樣樣品進行分析，提供現場狀況之研判。
2. 執行期間事故樣品分析及研判至少 2 場次，若合約執行至期限屆滿前 4 個月未發生相關事故，每不足 1 場次以增辦其他雙方協議事項代替。

因本縣轄區內毒化物及關注性化學運作廠商於計畫執行期間管理得當無接獲本局通報化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析事項，故於三月工作會議擬可代替執行之工作項目方案(二擇一)：

- 方案一：每1場次使用4個「氣相層析儀分析」進行替代。
- 方案二：每1場次使用2個「氣相層析儀分析」和5日「甲烷-非甲烷分析儀分析」。

經112年5月15日函文雲科大環諮字第1121012097號函至雲林縣環保局作裁示，於112年5月25日收到大局回覆函雲環衛字第1121016850號，同意第二替代方案執行。

因事故樣品分析及研判至少2場次，故替代方案二共執行4個「氣象層析儀分析」與10日「甲烷/非甲烷分析儀分析」。

(六)實驗耗材購置及設備維護管理

1. 購置實驗藥品、消耗性材料（吸附介質、棕色瓶等）等相關耗材及分析用氣體（標準氣體及儀器所需氣體）。
2. 流量計、採樣鋼瓶等定期校正及清洗等。

(七)辦理雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及擴散模擬

1. 模擬雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及危害潛勢分析，至少選取 34 家毒化物運作廠商進行擴散模擬分析，並將分析報告提報機關備查。

(八)建立離島式基礎工業區 3D 沙盤模型

1. 建置離島式基礎工業區之立體 3D 沙盤模型製作及相關配電工程。

(九)工作報告撰寫

1. 112 年 01 月中旬完成工作規畫書。
2. 112 年 06 月中旬完成期末報告。

表 2.1.1 預定進度及查核點

計畫工作項目 (實際執行進度/契約預定進度)	月次	1	2	3	4	5	6	7
	年別	111	112	112	112	112	112	112
	月份	十二	一	二	三	四	五	六
1.建立分析實驗室(1/1)		●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●		
2.採樣系統建置(1/1)		●●	●●●●					
3.甲烷-非甲烷分析儀分析(2618/2530)			●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	
4.氣相層析儀分析(94/80)			●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	
5.彙整離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據(1/1)			●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	
6.建立離島式基礎工業區數據庫(1/1)			●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	
7.化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判(2/2) 替代方案二 氣象層析分析(4/4) 甲烷/非甲烷(10 日/10 日)		●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●
8.實驗耗材購置及設備維護管理(1/1)		●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	
9.辦理雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及擴散模擬(36/34)				●●●	●●●●	●●●●	●●●●	
10.建立離島式基礎工業區 3D 模型及相關配電工程(1/1)		●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	
11.成果報告彙整及撰寫(1/1)			●					●
預定進度累積百分比(%)		10	24	38	52	68	85	100

註：每●為一週，一個月以四週計。

2.2 實際工作查核

本計畫執行期程為 111 年 12 月 12 日起至 112 年 06 月 11 日止，本計畫強化離島式麥寮工業區當事故發生時可在第一時間內掌握可能發生空氣污染事件，以有效掌握可能之污染物種與濃度，立即回報本縣環境保護局並在第一時間啟動緊急應變措施，維護地區環境空氣品質，以及強化地區化學物質危害潛勢分析，熟知該地區運作廠家化學災害發生時可能影響範圍，超前部屬盤點相關應變資材以完善應變整備資源，且完成建置離島式基礎工業區之立體 3D 沙盤模型，在平時完備指揮系統應變教育訓練建構安全防護網，當災變時能在第一時間作精準指揮應變，有效控制化災影響範圍降低環境災害損失，正確引導民眾避難方向保障人民身命財產安全。執行計畫期間，其工作項目包含建立分析實驗室，以利於災害發生第一時間進行環境監測作業、建立固定式採樣系統及方法、針對離島工業區常見之揮發性有機物、光化前驅物及毒化物進行例行性採樣及分析、針對離島工業區常見之揮發性有機物、含氯揮發性有機物及毒化物採樣及分析、甲烷-非甲烷烓碳氫化物分析，至少採樣 110 日，分析 2,530 筆數據、氣相層析儀至少分析 29 種揮發性有機物質，至少分析 80 個樣本、研析製程與揮發性有機物污染源關、化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判(每 1 場次使用 2 個「氣相層析儀分析」和 5 日「甲烷-非甲烷分析儀分析」)、實驗耗材購置及設備維護管理、辦理雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及擴散模擬及建立離島式基礎工業區 3D 沙盤模型，各執行進度及查核點，如表 2.2.1 所示。

表 2.2.1 實際執行進度及查核點

契約書之預定進度累積百分比 (%)		100 %			實際執行進度 (%)	100 %	
工作內容項目	實際執行情形	差異分析 (打√)			落後原因	困難檢討及對策	預計改善完成日期
		符合	落後	超前			
1. 建立分析實驗室	已於國立雲林科技大學水質淨化廠一樓建立分析實驗室	√			—	—	—
2. 採樣系統建置	已於雲林縣麥寮鄉三盛林務所頂樓平台處架設一座固定式採樣系統	√			—	—	—
3. 甲烷-非甲烷分析儀分析	已完成 119 日採樣共且完成 2618 筆樣品分析	√			—	—	—
4. 氣相層析儀分析	已完成 94 筆 29 種有害空氣污染物樣品分析	√			—	—	—
5. 彙整離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據	已彙整離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據	√			—	—	—
6. 建立離島式基礎工業區數據庫	已建立離島式基礎工業區數據庫	√			—	—	—
7. 化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判	執行替代方案，完成 4 個「氣相層析儀分析」和 10 日「甲烷-非甲烷分析儀分析」	√			—	—	—
8. 實驗耗材購置及設備維護管理	計畫期間完成實驗耗材購置及設備維護管理	√			—	—	—

契約書之預定進度累積百分比 (%)		100 %			實際執行進度 (%)	100 %	
工作內容項目	實際執行情形	差異分析 (打√)			落後原因	困難檢討及對策	預計改善完成日期
		符合	落後	超前			
9. 辦理雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及擴散模擬	已完成雲林離島式基礎工業區麥寮區 36 筆之 ALOHA 及 SLAB View 擴散模擬	√			—	—	—
10. 建立離島式基礎工業區 3D 模型及相關配電工程	已完成雲林離島式基礎工業區麥寮區模型及相關配電工程建置，並結合光雕動態投影系統	√			—	—	—
11. 成果報告彙整及撰寫	已完成報告書撰寫	√			—	—	—
查核點	預定完成時間	查核點內容說明					
期末報告	112 年 06 月 8 日	整個計畫工作完成 100%以上及期末報告					

第三章 人員及設備建置

本計畫執行設置分析室於災害發生時第一時間協助進行樣品分析、災害發生時第一時間進行環境採樣，進駐災害應變中心進行指揮及彙整相關災情資訊、針對雲林縣化學品或緊急事故氣態污染物採樣之樣品分析及研判及建立六輕工業區污染擴散模擬趨勢，聘任 2 名專案工程師執行建立分析實驗室、110 天採樣共計需 2530 筆樣品採樣及分析作業，模擬雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及危害潛勢分析，至少選取 34 家毒化物運作廠商進行擴散模擬分析，並將分析報告提報機關備查且須建立離島式基礎工業區 3D 沙盤模型，為了提升採樣與進駐災害應變中心效率建置 1 台車輛，一同推動本計畫之執行。

3.1 人員建置

本計畫依據本案招標之工作內容及所需人力，編制計畫主持人 1 人、協同主持人 1 人、計畫經理 1 人及工程師 2 人，設有採樣組、分析組與數據解析組，各執行人員工作職掌分工如表 3.1.1。本計畫由蔡正國博士擔任計畫經理，目前任職於國立雲林科技大學環境事故應變諮詢中心 擔任助理研究員，本計畫經理執行科技部計畫、產學合作計畫、交通部航港局港區商港區域危險物品安全管理精進計畫及六輕麥寮工業園區周界空氣品質監測與數據解析，計畫執行期間皆能完成計畫工作與目標具一定領導能力。

本計畫設有職務代理人制度，為因應計畫工作項目實際之工作狀況，設有代理人制度，以確保業務得以順利進行，不受同仁差勤及休假等狀況變動影響。

表 3.1.1 計畫工作職掌

項次	職稱	工作職掌
01	計畫主持人	統籌規劃計畫所有工作項目。
		執行策略之研擬。
		計畫對外溝通協調事宜及進度追蹤。
		出席計畫相關會議及簡報。
02.	協同主持人	協助計畫主持人督導計畫執行。
		協助控管分析數據之品保品管。
		相關專業技術諮詢及建議。
		必要時出席緊急事件並提供諮詢。
03	計畫經理	負責計畫各工作項目督導。
		相關單位間的聯繫與溝通。
		計畫執行品保品管內部查核。
		出席計畫相關會議及簡報。
04	工程師	襄助計畫經理執行本計畫之工作項目。
		協助雲林縣環境保護局處理計畫相關之行政事務
		及其它臨時交辦事項。
		品保品管計畫擬定及執行。
		數據解析及污染源調查。

計畫主持人：

本計畫由洪肇嘉 特聘教授擔任計畫主持人，現職國立雲林科技大學環境與安全工程系教授暨環境事故專業諮詢應變中心主任，配合環保署成立環境事故專業技術小組執行相關毒化災應變業務已餘17年且過去擔任行政院國土辦公室國家關鍵基礎建設安全防護計畫顧問、內政部消防署核生化災害搶救諮詢專家，對於本計畫執行離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及擴散模擬研究有其專業性有助於完善麥寮區毒化物運作場所危害風險管理策略。

表 3.1.2 計畫主持人學經歷資料

姓名	洪肇嘉	
學歷	美國華盛頓大學環工博士 美國愛荷華大學土木及環境工程系碩士 中原大學土木工程學士	
專長	環境化學、毒化物傳輸與處理、土壤污染整治、環境影響評估、環工物化及生物處理、全球變遷研究與規劃、國際環保公約、環境規劃與管理	
經歷	環境永續發展基金會 董事兼執行長(現職) 國立雲林科技大學 特聘教授(現職) 國立雲林科技大學 環境事故應變諮詢中心主任(現職) 內政部消防署核生化災害搶救諮詢專家(現職) 美國加州緊急應變辦公室特別訓練中心(CSTI)危害物質指揮官講師資格(現職) 國立雲林科技大學 中區環境災害應變諮詢中心主任 國立雲林科技大學 環境與安全工程系系主任 國立雲林科技大學 環境與安全工程系教授 行政院環保署科技顧問室研究員 行政院國土安全辦公室國家關鍵基礎設施安全防護計畫顧問 行政院環境保護署環境保護人員訓練所毒性化學物質管理講習班講座 嘉義縣政府緊急醫療救護諮詢委員會委員 嘉義縣政府災害防救會報災害防救專家諮詢委員會委員 臺中市政府市政顧問 「區域緊急醫療應變中心計畫_南區」-中心教育委員會委員 International maritime danger goods compliance amd.31-02 (Vessel Operators Hazardous Materials Association , Inc. US) Hazardous Materials Course Incident Commander (Nuclear Biological & Chemical Agents)(CSTI, CA, US) Hazardous Materials Course Incident Commander (CSTI, CA, US) Hazardous Materials Course Instructor Certification For Trainers (CSTI, CA, US) Hazardous Materials Course First Receiver Operations And Decon For Health Care (CSTI, CA, US)	
近年參與規劃專案介紹		
委託單位	專案（計畫）	
毒物及化學物質局	109-110 年度建構安全化學環境計畫-中區環境事故專業技術小組服務計畫	
毒物及化學物質局	107-108 年建構寧適家園計畫-中區環境事故專業技術小組服務計畫	
臺中市政府環境保護局	106 年度全國毒性化學物質災害應變演練專案服務計畫	
環保署	103 - 106 年建構寧適家園計畫-中區環境事故專業技術小組服務計畫	
臺中市政府環境保護局	100 年度全國毒性化學物質災害應變演練專案服務計畫	

環保署	96-102 年強化毒化物安全管理及災害應變計畫-中部環境災害應變隊建置計畫
-----	--

共同計畫主持人：

本計畫由謝祝欽 名譽教授擔任協同計畫主持人，於國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系退休，現為社團法人台灣化學品安全管理協會理事長，專長為空氣污染控制、揮發性有機物、臭味控制與分析及大氣污染物通量等研究，計畫主持人過去執行國科會與產學合作之空氣品質相關之計畫如六輕麥寮工業區周界環境空氣品質監測與數據解析計畫、都會區 VOCsc 環境污染負荷及其來源方位貢獻解析，同時持續將研究成果發表於國際期刊，顯示對於本計畫之空氣品質相關分析與掌握有害空氣污染物來源解析上具有專業性與執行力。

表 3.1.3 共同計畫主持人學經歷資料

姓名	謝祝欽		
學歷	美國加州大學洛杉磯分校 (UCLA) 土木與環境工程博士		
專長	環工單元操作、空氣污染控制、跨介質傳輸廢水、物化處理、揮發性有機物及臭味控制與分析、大氣污染物通量、綠色材料製備		
學歷			
起訖年月	學校	系(所)	學位
77.08-80.05	美國加州大學洛杉磯分校 (UCLA)	土木工程	博士
75.09-77.06	華盛頓大學	土木工程	碩士
經歷			
起訖年月	服務單位(行業別)		職稱
72.08-75.08	高雄市政府工務局 下水道工程處		副工程司股長
77.09-80.05	加州大學洛杉磯分校		助理
80.05-82.07	美國 JMM 環境工程顧問公司		資深工程師
84.01~88.12	環保署 空氣污染防制技術諮詢委員		諮詢委員

82.08-91.07	國立雲林科技大學 環境與安全衛生工程系(所)	副教授	
91.08-111.01	國立雲林科技大學 環境與安全衛生工程系(所)	教授	
國際期刊論文:			
1. C. H., Chen, Y. C., Chuang, C. C., Hsieh, C. S., Lee, VOC characteristics and source apportionment at a PAMS site near an industrial complex in central Taiwan. Atmospheric Pollution Research, 2019, 10(4), 1060-1074. 2. Y. S., Huang, C. C., Hsieh, Ambient volatile organic compound presence in the highly urbanized city: source apportionment and emission position. Atmospheric Environment, 2019, 206, 45-59. 3. Y. S., Huang, C. C., Hsieh, VOC characteristics and sources at nine photochemical assessment monitoring stations in western Taiwan. Atmospheric Environment, 2020, 240, 117741. 4. C. C., Hsieh, J. S., Tsai, J. R., Chang, Effects of Moisture on NH₃ Capture Using Activated Carbon and Acidic Porous Polymer Modified by Impregnation with H₃PO₄: Sorbent Material Characterized by Synchrotron XRPD and FT-IR, Material, 2022, 15, 784. 5. C. C., Hsieh, J. S., Tsai, H. S., Sheu, J. R., Chang, Coke Deposition and Structural Changes of Pellet V₂O₅/NaY-SiO₂ in Air Regeneration: The Effects of Temperature on Regeneration, Catalysts, 2022, 12, 95.			
計畫執行經驗			
執行期間	計畫名稱	委託單位	職務
99.06-110.12	六輕麥寮工業園區周界空氣品質監測與數據解析	台塑石化股份有限公司	計畫主持人
101.01-102.12	101-102 年強化毒化物安全管理及災害應變計畫-中部環境災害應變隊建置計畫	環保署	協同主持人
101.08-102.07	FCC 廢觸媒與沸石合成二氧化碳吸附材料製備技術之研究	行政院國家科學委員會	計畫主持人
103.01-106.12	103-106 年建構寧適家園計畫-中區環境事故專業技術小組服務計畫	環保署	協同主持人
104.07-105.02	雲林離島工業區揮發性有機物排放量查核作業	台灣曼寧工程顧問股份有限公司	計畫主持人

106.09-108.12	隧道內車輛排放之污染物排放係數之調查與車種解析	科技部/環保署空污防制科技學術合作	計畫主持人
107.01-108.12	107-108 年建構寧適家園計畫-中區環境事故專業技術小組服務計畫	毒物及化學物質局	協同主持人
107.06-108.05	柴油車懸浮微粒控制技術研究及應用	科技部產學合作	計畫主持人
108.01-108.06	異味官能測定室建置與判定員訓練及方法輔導	長春石油化學股份有限公司	計畫主持人
108.07-109.02	都會區 VOCs 環境污染負荷及其來源方位貢獻解析	科技部產學合作	計畫主持人
108.10-109.06	稻作農廢露天燃燒排放係數建置研究	景丰科技股份有限公司	計畫主持人
109.01-111.迄今	建構安全化學環境計畫-中區環境事故專業技術小組服務計畫	毒物及化學物質局	協同主持人

計畫經理：

本計畫由蔡正國 博士擔任計畫經理，目前任職於國立雲林科技大學環境事故應變諮詢中心 擔任助理研究員，本計畫經理執行科技部計畫、產學合作計畫及交通部航港局港區商港區域危險物品安全管理精進計畫，計畫執行期間皆能完成計畫工作與目標具一定領導能力。

表 3.1.4 計畫經理學經歷資料

姓名	蔡正國	性別	男	出生年月日	70 年 01 月 20 日						
聯絡電話	04-8803985		手機	0912787110							
電子信箱	CKTsai@yuntech.edu.tw										
聯絡地址	彰化縣溪州鄉潮洋村馬路巷 96 弄 6 號										
學歷	學校名稱	主修學門系所		修業年月			教育程度 (學位)	授予學位		證件字號	
				起	訖			年	月		
	國立清華大學	生醫工程與環境科學系		103	9	108	10	博士	108	10	清 (108) 博字第 0210 號
	國立雲林科技大學	環境與安全衛生系		92	9	94	6	碩士	94	06	(九四) 雲科大碩證字第 0273 號
	國立雲林科技大學	環境與安全衛生系		90	9	92	6	學士	92	06	(九二) 雲科大學證字第 0699 號
經歷	機關名稱		職稱		服務年月				證件		
					起		訖				
	現職:國立雲林科技大學		助理研究員		111	08.02	迄	今	員工證 T11100192		

	國立雲林科技大學	博士後研究員	109	04.13	111	08.01	員工證 T10900898
	經歷:工業技術研究院 材化所 化學分析研究室	研究員	96	04.02	106	03.05	員工證 960299
	日本筑波大學國際合作	研究員	105	01	105	12	
專長 領域	應用化學分析 危險物品安全管理 奈米材料技術 永續資源再利用技術 環境分子科學	專業證照	1. 專家級毒性及關注化學物質專業應變人員 2. 技術級毒性及關注化學物質專業應變人員 3. 操作級毒性及關注化學物質專業應變人員 4. 通識級毒性及關注化學物質專業應變人員 5. 實驗室認證規範 ISO17025-(TAF-QM98004-P-13)				
研究 論文	(A) 期刊論文:						
	<u>國際期刊論文：</u> 1. C.K., Tsai , Y.C., Lee, T.T., Nguyen, J.J., Horng, (2022), Levofloxacin degradation under visible-LED photo-catalyzing by a novel ternary Fe-ZnO/WO ₃ nanocomposite, Chemosphere,. Corresponding author. (SCI ; IF: 7.086) 2. J.H., Shen, T.H., Chiang, C.K., Tsai , Z.W., Jiang, J.J., Horng, (2022), Mechanistic insights into hydroxyl radical formation of Cu-doped ZnO/g-C ₃ N ₄ composite photocatalysis for enhanced degradation of ciprofloxacin under visible light: Efficiency, kinetics, products identification and toxicity evaluation, Journal of Environmental Chemical Engineering, 10, 107352. (SCI ; IF: 5.909) 3. T., Pham, V.Q., Dang, K.N., Pham, C.K., Tsai , T.T., Nguyen, C.K., Tran, (2022), Effect of Cation Exchange Time on the Morphology and Photoactivity of CdS/Ag ₂ S Composites for Ciprofloxacin Degradation, Physica Status Solidi (A) Applications and Materials, 2100634. (SCI ; IF: 1.981) 4. C.K., Tsai , J. J., Horng, (2021) Transformation of Glass Fiber Waste into Mesoporous Zeolite-Like Nanomaterials with Efficient Adsorption of Methylene Blue, Sustainability, 13, 6207. Corresponding author. (SCI ; IF: 3.251) 5. T.T., Nguyen, H.H., Chen, T.H., To, Y.C. Chang, C.K., Tsai , K.F., Chen, Y.P., Tsai, (2021), Development of Biochars Derived from Water Bamboo (Zizania latifolia) Shoot Husks Using Pyrolysis and Ultrasound-Assisted Pyrolysis for the Treatment of Reactive Black 5 (RB5) in Wastewater, Water, 13, 1615. (SCI ; IF: 3.103) 6. S.M., You, C.K., Tsai , P., Millet, R.A., Doong, (2020) Electrochemically capacitive deionization of copper (II) using 3D hierarchically reduced graphene oxide architectures, Separation and Purification Technology, 251, 117368. (SCI ; IF: 7.312) 7. S. M., You, El Rouby, W.M.A., Thamilselvan, A., C.K., Tsai , R.A., Doong, P., Millet, (2020) Fe/Ni Bimetallic Organic Framework Deposited on TiO ₂ Nanotube Array for Enhancing Higher and Stable Photoelectro-chemical Activity of Oxygen Evolution Reaction, Nanomaterials. 9, 1688. (SCI ; IF: 5.076) 8. C.K., Tsai , R.A., Doong, H.Y., Hung, (2019), Sustainable valorization of						

研究計畫	mesoporous aluminosilicate composite from display panel glasses waste for adsorption of heavy metal ions. Science of The Total Environment, 673, 337-346. (SCI ; IF: 7.963) 9. C.K., Tsai, N.T., Lee, G.H., Huang, Y., Suzuki, R.A., Doong, (2019), Simultaneous recovery of display panel waste glass and wastewater boron by chemical oxo-precipitation with fluidized-bed heterogeneous crystallization. ACS Omega. 9, 14057-14066. (SCI ; IF:3.512) 10. W.T., Owi, H.L., Ong, S.T., Sam, A.R., Villagrana, C.K., Tsai, H.M., Akil, (2019) Unveiling the physicochemical properties of natural citrus aurantifolia crosslinked tapioca starch/nanocellulose bionanocomposites, Industrial Crops and Products, 139, 111548. (SCI ; IF:5.645) 國內期刊論文： 1. 蔡正國、葉志奕、張世穎、洪肇嘉，(2022)，低能量雷射與水熱處理回收電弧爐集塵灰之有價金屬及製備觸媒應用性研究，中國鑛冶工程學會會刊，(複審中) (B)研討會論文 1. 李家華、蔡正國、洪肇嘉，(2021)，廢玻璃纖維製備奈米孔洞磁性鐵複合材料去除環丙沙星之研究，環工年會 2021 廢水技術研討會。 2. 洪肇嘉、廖光裕、蔡正國，(2021)，氣候變遷下的國土安全發展趨勢，第十七屆恐怖主義與非傳統安全學術研討會。 3. C.K., Tsai, R.A., Doong, N.T., Lee, G.H., Huang, Y., Suzuki, (2019) Recovery of boron from wastewater by mesoporous aluminosilicate nanocomposite synthesized from waste display panel using green approach, 4th Green and sustainable chemistry conference, Germany (Oral presentation) 4. S.M., You, C.K., Tsai, P., Millet, R.A., Doong, (2019) Synthesis of 3-Dimensional hierarchical structure rGO for superior electrochemical performance of capacitive deionization, 4th Green and sustainable chemistry conference , Germany (Poster) (C)技術報告及其他 1. 交通部航港局 (108 年度)-商港區域危險物品安全管理精進計畫 2. 環保署計畫技術報告 (105 年度)-廢面板玻璃再利用製備新型多孔吸附材料應用去除電鍍廢水中重金屬之研究 3. 經濟部 (105 年度)-探索前瞻計畫技術報告-廢液晶面板玻璃高值應用-去除砷、硼廢水之微孔洞吸附材料開發					
	年度	計畫名稱	參與人	擔任之工作	計畫期間	委託機構/經費
	110	流體化異質結晶改質垃圾焚化飛灰及氟廢水回收高值螢石再利用技術	蔡正國	共同研究人員	2021.08~2023.07	科技部 (158.7 萬)
	109	利用光纖雷射技術從電弧爐集塵灰與玻璃纖維廢棄物製備有價金屬與奈米材料	蔡正國	博士後研究員	2020.08~2021.07	科技部 (65 萬)

	108	商港區域危險物品安全管理精進計畫	蔡正國	計畫經理	2020.02~2020.12	交通部航港局 (288 萬)
	105	廢面板玻璃再利用製備新型多孔吸附材料應用去除電鍍廢水中重金屬之研究	蔡正國	主持人	2016.01~2016.11	環保署基管會 (500 萬)
	105	廢液晶面板玻璃高值應用-去除砷、硼廢水之微孔洞吸附材料開發	蔡正國	主持人	2016.01~2016.12	經濟部 (550 萬) (探索前瞻)
	104	重金屬廢水處理之高效吸附材料開發	蔡正國	協同主持人	2015.01~2015.12	經濟部 (450 萬) (探索前瞻)
	103	低溫型感光樹脂合成與純化技術委託研究	蔡正國	主持人	2013.08~2014.07	經濟部 (100 萬) (業科)
	103	配向材料純化技術試量產	蔡正國	協同主持人	2014.01~2014.12	經濟部 (800 萬)
產學合作計畫	111	開發自動化耐蝕清洗液系統及鏈結資通訊之智慧製造	蔡正國	共同研究人員	2022.05~2023.04	中部科學園區新興科技應用計畫-元翎科技 (147 萬)
	110	六輕麥寮工業園區周界空氣品質監測與數據解析	蔡正國	採樣分析組	2020.06-2021.12	台塑石化股份有限公司
	110	鋼瓶洗淨溶液量產製程系統設置與驗證	蔡正國	協同計畫主持人	2021.10~2022.09	元翎科技 (35 萬)
	109	高壓氣體鋼瓶腐蝕試驗研究	蔡正國	協同計畫主持人	2020.11~2021.04	元翎科技 (48.3 萬)
	103	配向溶液回收代工(工研院)	蔡正國	主持人	2014~2015	凌巨光電 (60 萬)
	101	光敏感性保護膜材料純化技術開發委託研究(工研院)	蔡正國	主持人	2012~2013	基達科技公司 (80 萬)

工程師-林俞蓁小姐及李御玄先生：

工程師林俞蓁小姐，為國立高雄科技大學工程科技博士班博士畢業，於計畫執行期間襄助計畫經理執行本計畫之工作項目，協助雲林縣環境保護局處理計畫相關之行政事務及其它臨時交辦事項，樣品採樣分析，因個人生涯規畫，由李御玄先生於 112 年 03 月 01 日接任工程師一職，工程師李御玄先生，為國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系學士畢業。

工程師-黃毓菁小姐及黃雅祺小姐：

工程師黃毓菁小姐，為國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系學士畢業，於計畫執行期間負責品保品管計畫擬定及執行，數據解析及污染源調查，因個人生涯規畫，由黃雅祺小姐於 112 年 04 月 01 日接任工程師一職，工程師黃雅祺小姐，為國立高雄餐旅大學旅運管理系學士畢業。

3.2 人員訓練

為使計畫推動順利，於計畫執行前辦理 4 小時初階教育訓練，使人員可初步熟悉毒性化學物質管理之精神，並於計畫執行期間，每月安排至少 1 小時之人員教育訓練，以提升計畫人員執行計畫之能力。

3.2.1 初階教育訓練

本計畫為提升計畫人員之專業知識及希冀計畫人員具備相當的應變能力，依契約規定於計畫決標日（111 年 12 月 06 日）起 10 日內辦理初階教育訓練，故本校於 111 年 12 月 08 日辦理 4 小時初階教育訓練，藉此訓練作為計畫開端，本次教育訓練為本計畫人員之職前訓練，訓練內容使團隊人員具備基本樣品分析相關知識，並學習緊急事故時，需具備的基本環境採樣能力，課程內容包括固定式採樣系統操作說明介紹、空氣污染物採樣作業說明、緊急應變作業及擴散模擬分析說明，經由本次初階訓練課程中，人員受益良多，對於環境採樣及緊急事故氣態採樣分析與研判有更進一步之認識，未來將安排更多元及深入之教育訓練，以利提升計畫團隊的能力，其課程表如表 3.2.1.1 所示，訓練過程如圖 3.2.1.1 所示。

表 3.2.1.1 初階教育訓練課程表

時 間	議 程
10:00—11:00	固定式採樣系統操作說明介紹
11:00—12:00	空氣污染物採樣作業說明
12:00—13:30	中午休息時間
13:30—14:30	緊急應變作業
14:30—15:30	擴散模擬分析說明



圖 3.2.1.1 初階教育訓練過程

3.2.2 每月教育訓練

為維持計畫人員對於毒性及關注化學物質認知水平，及因應資訊更新速度，自 112 年 01 月起至少安排 1 小時以上之人員教育訓練，加強計畫人員的專業素養，使人員除完成計畫工作項，亦能藉由訓練課程持續接收新知識，使專業能力不斷提升，計畫工作項執行更加順利，其訓練課程包括：空氣污染防制概論、周界污染物採樣與檢測方法簡介、儀器分析講習及實作、化學物質危害特性之介紹、事故應變流程介紹暨注意事項說明、採氣袋及不鏽鋼採樣筒清洗流程等，其訓練時間，已於 112 年 01 月 30 日、112 年 02 月 18 日、112 年 03 月 18 日、112 年 04 月 11 日、112 年 05 月 06 日及 112 年 06 月 02 日完成訓練，其訓練內容簡述如下，每月課程表如表 3.2.2.1 所示，每月訓練成果如圖 3.2.2.1 所示。

空氣污染防制概論：讓執行工程師了解空氣污染物防治重要性，透過課程講解有害空氣污染物分類、健康風險評估、排放源及控制技術與檢測目的說明，提升工程師對本計畫執行周界大氣有害空氣污染物監測之解析能力。

周界污染物採樣與檢測方法簡介：讓執行工程師了解空氣污染物採樣與檢測方法，透過課程講解周界環境採樣應注意之事項外，更清楚氣狀污染物與粒狀污染之差異，另在檢測方法上加以教育訓練，說明不同氣狀污染物種之分析方法需使用正確分析儀器，此教育訓練提升工程師對本計畫執行周界環境採樣與檢測方法之操作與分析能力。

儀器分析講習及實作：透過本次儀器分析講習與實作訓練，加速工程師從儀器進樣系統、儀器操作條件與分析數據判讀熟知，同時藉由現場操作練習與討論，提升工程師儀器分析與數據解析品質。

化學物質危害特性之介紹：讓工程師了解化學物質安全資料表 SDS、危害通識九大類與 GHS 之規則。

事故應變流程介紹暨注意事項說明：針對工程師進行事故應變流程介紹暨注意事項說明，著重在於 CSTI 危害物事故應變原則，有四大原則災況現場、指揮及評估災情、災害搶救及災後處置。

採氣袋及不鏽鋼採樣筒清洗流程：針對工程師進行標準採樣鋼瓶清洗流程暨注意事項說明，在採樣鋼瓶潔淨度與預備採樣瓶程序對於發生緊急空污事故能有效處置，且能提供乾淨採樣鋼瓶進行監測採樣分析，確保污染物濃度和物種準確性。

表 3.2.2.1 人員教育訓練課程表

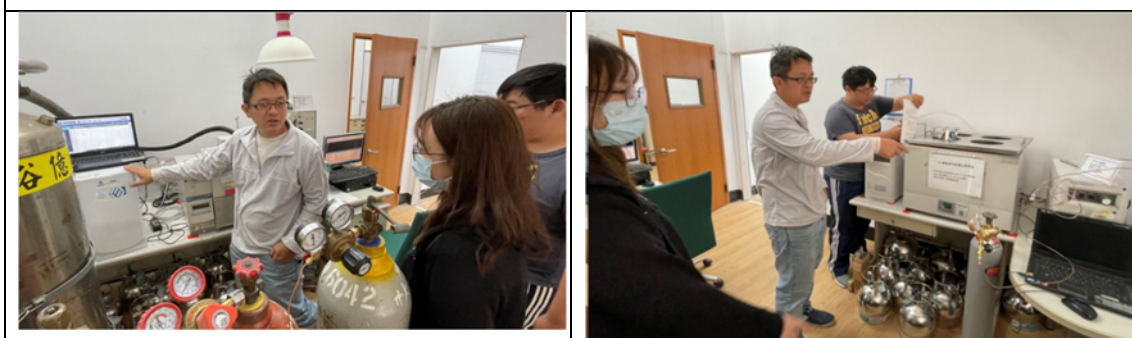
日期	訓練內容	時數（小時）
112 年 01 月 30 日	空氣污染防治概論	1
112 年 02 月 18 日	周界污染物採樣與檢測方法簡介	1
112 年 03 月 18 日	儀器分析講習及實作	2
112 年 04 月 11 日	化學物質危害特性之介紹	1
112 年 05 月 06 日	事故應變流程介紹暨注意事項說明	1.5
112 年 06 月 02 日	採氣袋及不鏽鋼採樣筒清洗流程	1



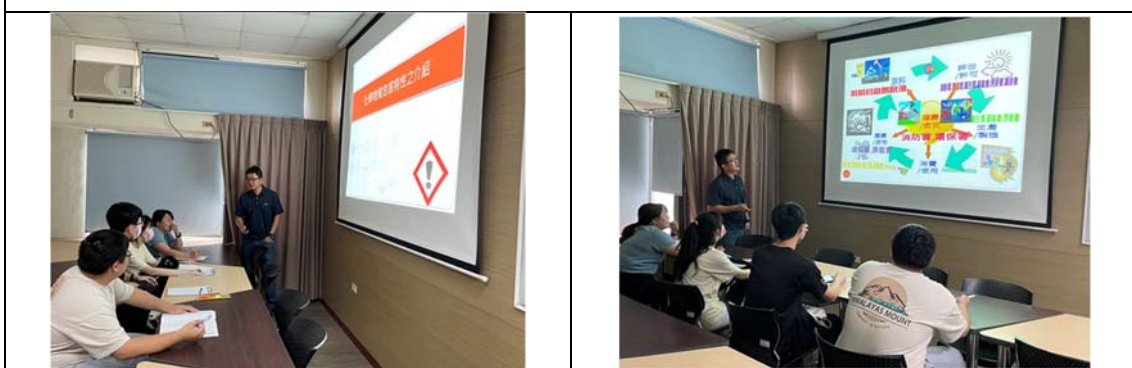
112 年 01 月 30 日空氣污染防制概論



112 年 02 月 18 日周界污染物採樣與檢測方法簡介



112 年 03 月 18 日儀器分析講習及實作



112 年 04 月 11 日化學物質危害特性之介紹



112 年 05 月 06 日事故應變流程介紹暨注意事項說明



112 年 06 月 02 日採氣袋及不鏽鋼採樣筒清洗流程

圖 3.2.2.1 人員教育訓練成果

第四章 建立分析實驗室，以利於災害發生第一時間進行環境監測作業

當化學意外事故或工業因活動造成空氣污染事件發生時，往往因採樣後須遠送檢測單位進行污染物鑑定，在此過程相當費時，導致無法於第一時間掌握污染源及影響範圍，有鑑於此，本計畫將配合雲林縣環境保護局於鄰近雲林離島式基礎工業區處，建立六輕環境監控及應變中心之分析實驗室，本計畫配合分析實驗基礎建設完工，將提供計畫所需儀器及耗材，完善操作管理其分析室，以達事故發生時，能快速進行分析作業及協助找出污染源頭，提供應變指揮中心作適當緊急應變處理，有效降低環境危害影響範圍及保障人民安全之量能。

4.1 完成建立分析實驗室

本計畫分析實驗室建置於國立雲林科技大學水質淨化廠一樓空間，含有一間辦公室、一間會議室與兩間儀器分析室，辦公室設有辦公桌(圖 4.1.1 左)，而辦公室隔壁設有會議室(圖 4.1.1 右)，此空間備有數位影音會議討論功能，能夠立即啟動緊急事故之線上會議。



圖 4.1.1 水質淨化場空品採樣分析實驗室辦公室與會議室

在兩間儀器分析實驗上，已設置有氣相層析質譜儀 (Gas Chromatography-Mass Spectrophotometer Detector, GC-MSD)、氣相層析儀光學離子偵測器 (Gas Chromatography-Pulsed Flame Photometric Detector, GC-PFPD)、氣相層析-火焰離子化偵檢器 (Gas Chromatography-Flame Ionization Detector, GC-FID)、離子層析儀 (Ion Chromatography, IC)、分光光度計 (Ultraviolet-Visible, UV-vis)、甲烷-非甲烷分析儀及高效能液相層析儀 (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) 等空氣品質分析儀器。

圖 4.1.2 為分析實驗室之儀器配置空間，含有(A)樣品前處理與採樣鋼瓶/採樣袋清洗空間，然氣相層析質譜儀 (Gas Chromatography-Mass Spectrophotometer Detector, GC-MSD)為微量分析儀器須避免其他儀器尾氣排出之影響故設置(B)GC/MSD 於獨立室及(C)其他有關空氣品質分析儀器設置於最大空間之實驗室，本計畫已完成設置空氣品質分析實驗室，其完成設置詳見圖 4.1.3 與圖 4.1.4。表 4.1.1 羅列分析實驗室完成建置之各空氣品質分析儀器及其型號，同時每台儀器皆有相關儀器與負責人資訊。

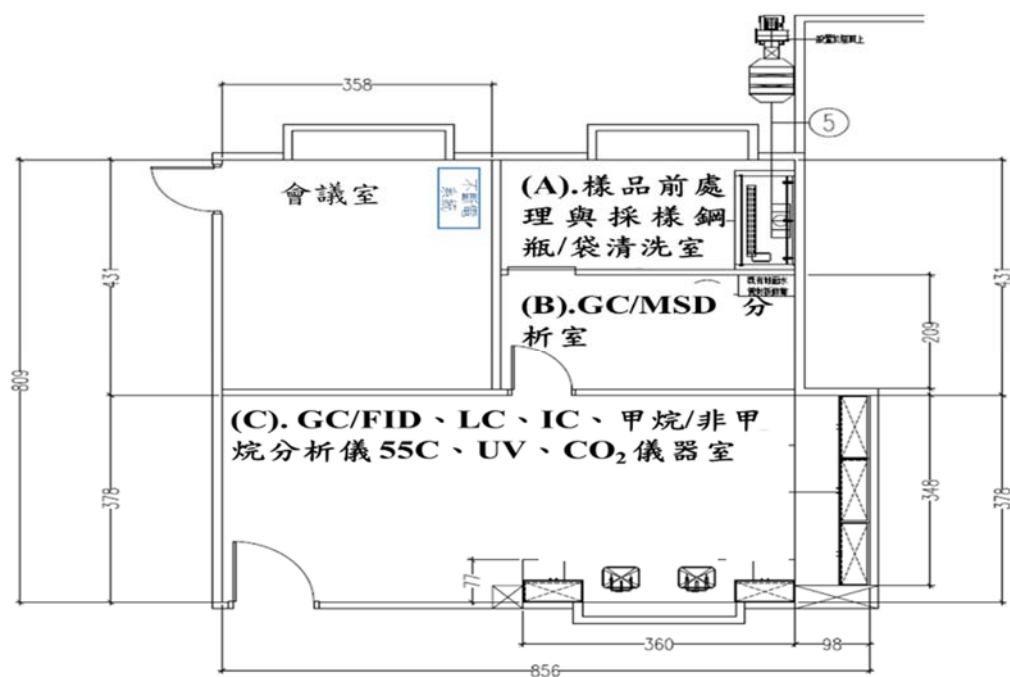


圖 4.1.2 水質淨化廠空氣品質儀器分析實驗室設置分配圖

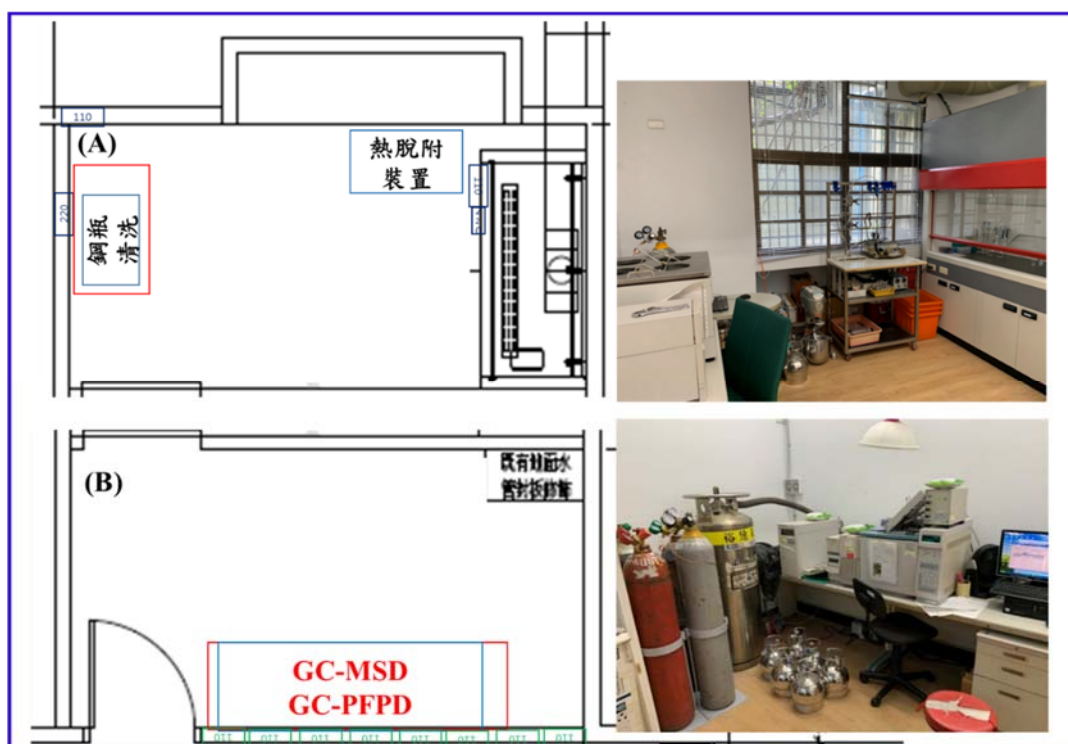


圖 4.1.3 樣品前處理與採樣袋清洗室(A)與 GCMSD 儀器分析實驗室 (B)

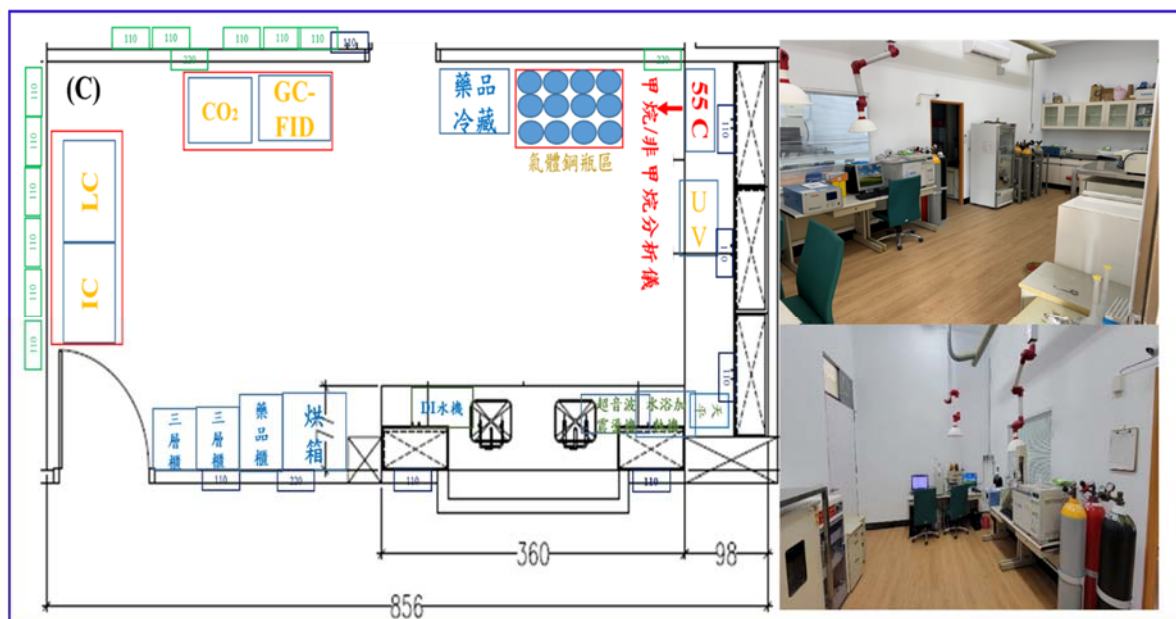


圖 4.1.4 55C 甲烷/非甲烷分析儀與其他空品分析儀器室(C)

表 4.1.1 分析實驗室儀器建置現況



GC-MSD 及 GC-PFPD
(Agilent 5973 N 及 O.I.A 5380)



GC-FID
(Agilent 6890 N)



UV-vis (CT-2200)



HPLC (HP 1100)



IC (ThermoFisher ICS 1100)



(Model 55C)

4.2 相關儀器維護保養、維修零件及耗材購置等

本計畫人員已依品保品管規劃書，定期或不定期針對相關儀器設備進行維護及維修作業，確保儀器設備於計畫過程，保有最佳狀態，所需耗材將由本計畫依各儀器設備及標準方法等需求進行購置，購入數量將涵蓋備用品，以利計畫執行過程中，不受耗材斷貨等影響作業。

分析實驗室在各分析儀器皆已建立實驗室品質管理規範包含有儀器資訊立牌、標準操作手冊、儀器使用紀錄/維修紀錄簿及氣體使用紀錄表，在使用紀錄簿上可隨時掌握分析人員操作時序，若遇重大事件時具有追溯證明，在維修紀錄上也能夠詳細儀器元件損壞前與維修後之儀器分析靈敏度差異，在未來發生相同分析誤差值過大問題時，即可查閱維修紀錄提升問題判定能力，此外，每日分析前後皆作氣體使用紀錄，隨時掌握氣體耗用量有助於維持每天儀器可分析之能力，以避免突發氣體耗盡導致儀器無法分析。附錄一為甲烷/非甲烷分析標準操作手冊、附錄二為 GCMSD 分析 PAHs 29 物種之標準操作手冊、附錄三為儀器使用/維修紀錄表。



圖 4.2.1 分析實驗室儀器管理規範

第五章 建立固定式採樣系統及方法

依據雲林離島式基礎工業區地理位置，考量周遭環境及季節風向等因素，挑選最適地點進行採樣系統建置，以利掌握工業區內有害空氣污染物傳輸過程，了解周遭空氣品質狀況及工業區對於污染物測值之貢獻度。針對採樣系統建置及說明如本節所示。

5.1 建置固定式採樣系統

本計畫於雲林縣麥寮鄉三盛林務所頂樓平台處架設一座固定式採樣系統，其建築物總高度約為 20 公尺，位置屬於海陸風交替敏感區，為夏季季節風之下風處，且於雲林離島式基礎工業區東北方，此點可提高工業區發生緊急事故時之機動性。測點及周遭環境如圖 5.1.1 所示。建築物前方為馬路，主要連結麥寮市區至工業區之道路，另三面則為樹叢圍繞，樹木高度平均約為 12 公尺。

為使監測樣本具代表性，本計畫將先行擬定採樣系統之建置，參考空氣品質監測站設置及監測準則第五條-空氣品質監測站採樣口設置原則進行設計，說明如下。

氣體污染物空氣品質監測設施採樣口設置原則

- 一、採樣口距地面高度在三至十五公尺之間。
- 二、支撐監測設施之建築物，其與監測設施採樣口之水平、垂直距離及與牆壁、閣樓等障礙物之水平距離應大於一公尺。
- 三、採樣口周圍二百七十度之範疇氣流應通暢，如採樣口鄰近建築物之牆邊，至少應保持周圍一百八十度之範疇內氣流應通暢。
- 四、採樣口與鄰近屋簷之距離應大於二十公尺；與鄰近樹簷線之距離應大於十公尺；與最近建築物之距離，至少為建築物高

度和採樣口高度之差的二倍。

五、採樣口附近不得有鍋爐或焚化爐；與鄰近道路之最小距離應依據平均交通流量（輛/日）檢討與調整。

依照上述原則，配合現場條件，選擇最適架設方式及位置，建置草圖如圖 5.1.2 至圖 5.1.3，於頂樓平台設置一採樣平台，其平台高度離地面約 14 公尺，並於採樣平台上架設採樣系統，其採樣系統之採樣口高度約離地面 22 公尺，此高度將高於建築物高度 20 公尺，亦高於周遭樹叢，其優點為採樣口高度不受周圍障礙物阻礙，利於有效收集到具代表性之樣本。在採樣系統方面，將使用三維風速風向計 (YOUNG MODEL 81000) 收集風速、風向及溫度等氣象資料；使用採氣袋或不鏽鋼採樣筒進行樣本收集，以利後續分析作業。



圖 5.1.1 三盛林務所測點及周遭環境照片

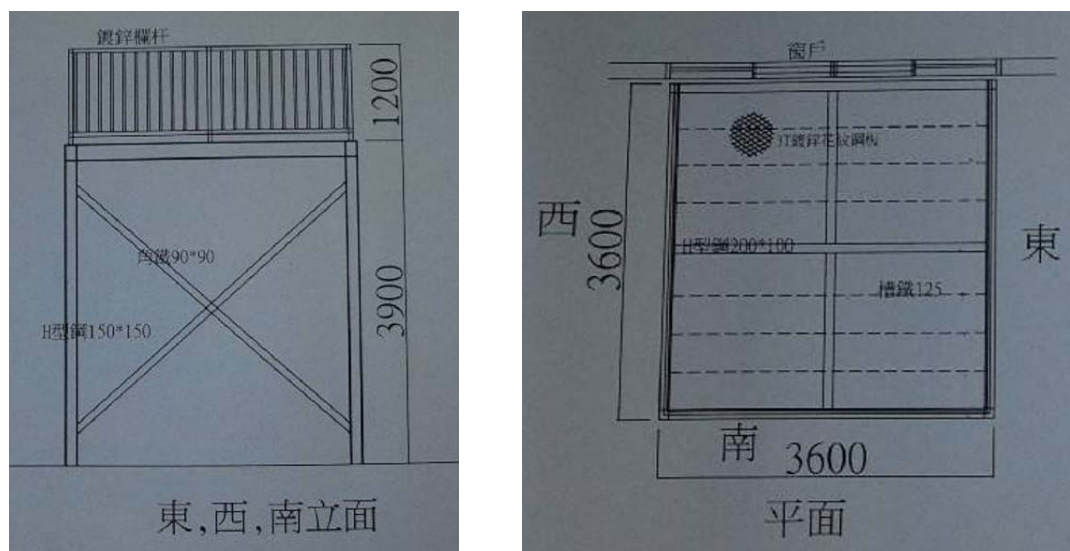


圖 5.1.2 固定式採樣平台草圖

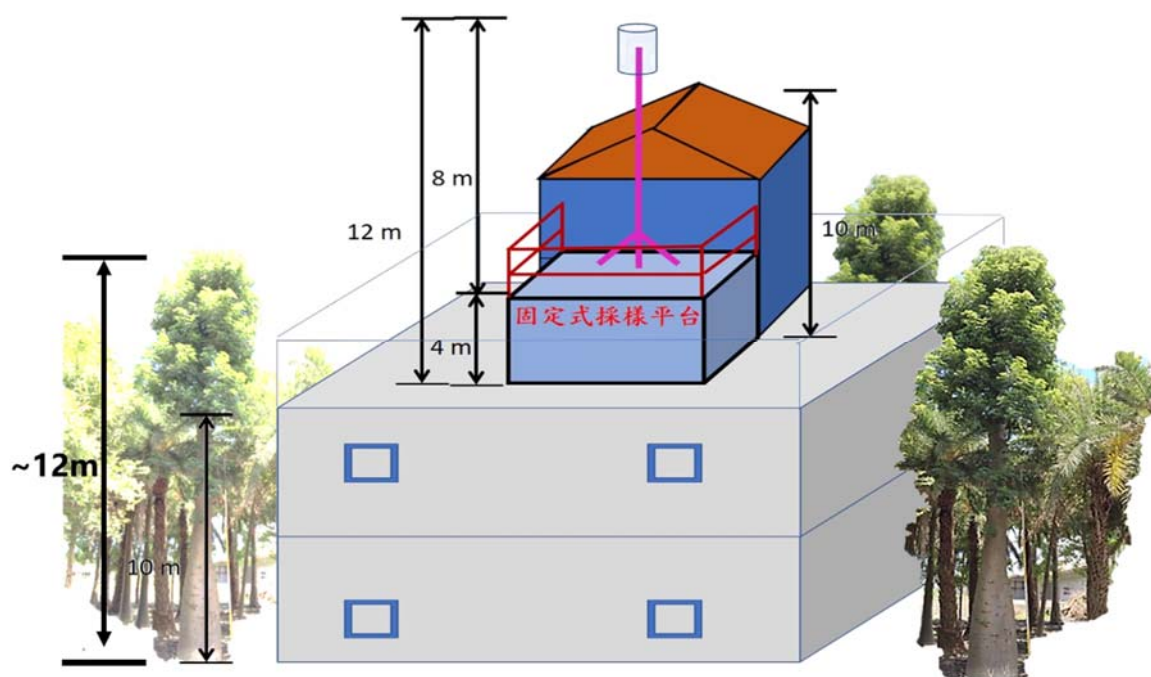


圖 5.1.3 採樣系統規劃草圖

依據上述規畫固定式採樣系統範疇，本研究團隊已於 12 月 20 日完成固定採樣系統建置，由圖 5.1.4 清楚顯示固定採樣架高度高於建築物與鄰近樹木，採樣口為鄰近區域方圓二十公尺制高點無鄰近屋簷干擾，故採樣口周圍二百七十度之範疇不受其他遮蔽物干擾故空氣污染採樣氣流相當通暢，因當地區風速盛大常量測大於 10 m/s 六級陣風，故此固定室採樣系統設置三角鋼索固定強化採樣系統穩定性與維護周圍環境安全，當氣候條件變化盛大有發布颱風警報時將會卸除採樣系統，避免公共安全危害與系統損壞。

本計畫為連續採樣系統，經由固定式採樣系統於制高點設置採樣口，利用管線連接至室內與固定流量器鏈結，透過固定流量器以定時及定流量方式，每小時可採取 5 公升空氣污染物之氣體容量，圖 5.1.5 空氣污染自動化氣體採樣系統，利用電子系統與電控閥進行每小時當下空氣污染物氣體採樣，每批次採樣前皆會進行流量校正 110~120 ml/min，因連續式採樣流量可會因時間累積與大氣風速變化而影響，採樣結束紀錄其最終流量以確保能夠採足 5 公升氣體容量以利儀器分析，此外風速與風向為連續式紀錄，設定每 30 秒記錄一次風速風向數據。

本計畫分析實驗室及自動採樣系統建置完成後，立即進行工程師與相關協助採樣人員作自動化採樣系統教育訓練(如圖 5.1.6)，並於 111 年 12 月 20 日開始執行本計畫空氣污染物採樣與分析作業，每日早上 11 時至隔日早上 9 時進行每小時自動採樣，並利用三維風速風向儀進行風速風向監測，每日早上 9 時至早上 11 時進行採氣袋蒐集/更換、流量校正及三維風速風向儀數據存取，因目前分析實驗室建置於國立雲林科技大學，故每天上午派人員將收集樣品立即送回實驗室分析。



圖 5.1.4 固定式採樣系統



圖 5.1.5 自動採樣系統與流量校正紀錄



圖 5.1.6 自動採樣系統標準操作程序教育訓練

5.2 完整之品保品管 (QA/QC) 措施，確保監測結果之有效性

當採樣分析結果數據發現異常時，如超過法規標準或調查基準等，將先就品質保證 (Quality Assurance, QA) 作業、背景影響及現場執行誤差等因素進行第一步檢討。若排除上述因素，將追查其他可能影響原因，作為是否採取應變措施之參考，本計畫分別建立「空氣中總碳氫化合物自動檢測方法 (NIEA A740.10C)」之甲烷/非甲烷品質管理與「空氣中揮發性有機化合物檢測方法-不鏽鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法 (NIEA A715.16B)」之 29 種有害空氣污染物種分析品質管制圖。

5.2.1 甲烷/非甲烷方法偵測極限與品質管制圖

本計畫進行以「空氣中總碳氫化合物自動檢測方法 (NIEA A740.10C)」進行每日甲烷與非甲烷空氣品質監測分析，首先進行方法偵測極限分析，依據環境檢驗方法偵測極限測定指引 (NIEA-PA 107) 確認分析實驗室使用之空氣中甲烷/非甲烷自動檢測儀器偵測極限，表 5.2.1.1 顯示甲烷偵測極限分析 F 比值為 1.414 小於 3.05 符合偵測極限確認，計算共同標準偏差 Spooled 為 0.026 故求得甲烷方法偵測極限 (MDL) 為 0.07 ppm；非甲烷方法偵測極限以丙烷標準品作為測定分析，表 5.2.1.2 可知非甲烷偵測極限分析 F 比值為 2.179 小於 3.05 符合偵測極限確認，計算共同標準偏差 Spooled 為 0.015 故求得非甲烷方法偵測極限 (MDL) 為 0.04 ppm。

表 5.2.1.1 甲烷自動檢測分析儀偵測極限結果

檢驗項目：甲烷		檢驗方法：NIEA A740.10C	
樣品編號	備製初步 MDL 值： (0.20ppm)	備製確認 MDL 值： (0.08ppm)	
	第一次 MDL 預測濃度 (mg/L)	第二次 MDL 預測濃度 (mg/L)	
No1	0.21	0.13	
No2	0.26	0.07	
No3	0.27	0.08	
No4	0.25	0.11	
No5	0.22	0.08	
No6	0.21	0.10	
No7	0.20	0.07	
SD= 0.0279 3SD= 0.0838 變異數(S^2)= 0.000781		SD=0.0235 變異數(S^2)=0.000552	
$F(S_A^2/S_B^2)$ 應小於 3.05		$Spooled=((6S_A^2+6S_B^2)/12)^{1/2}$	MDL=2.681×Spooled
1.414		0.026	0.07

表 5.2.1.2 非烷自動檢測分析儀偵測極限結果

檢驗項目：非甲烷		檢驗方法：NIEA A740.10C	
樣品編號	備製初步 MDL 值： (0.60ppm)	備製確認 MDL 值： (0.05ppm)	
	第一次 MDL 預測濃度 (mg/L)	第二次 MDL 預測濃度 (mg/L)	
No1	0.61	0.04	
No2	0.66	0.04	
No3	0.61	0.05	
No4	0.60	0.07	
No5	0.65	0.05	
No6	0.60	0.04	
No7	0.62	0.06	
SD= 0.0701 3SD= 0.2103 變異數(S^2)= 0.00491		SD=0.0412 變異數(S^2)=0.00170	
$F(S_A^2/S_B^2)$ 應小於 3.05		$Spooled=((6S_A^2+6S_B^2)/12)^{1/2}$	MDL=2.681×Spooled
2.179		0.015	0.04

然甲烷/非甲烷品質管制遵守原方法品質管制每 6 個月定期進行自動分析儀多點校正，於 111 年 11 月 07 日完成儀器多點委外校正，圖 5.2.1.1 顯示甲烷與非甲烷檢量線校正迴歸係數皆為 0.9999 符合方法 0.995 以上之規範，且在個別濃度偵測平均標準差異百分比中甲烷與非甲烷分別為 1.37% 與 0.73%，符合 $\pm 25\%$ 之標準，有此確認本計畫進行空氣污染物樣品所測得知甲烷與非甲烷數據具有高度可靠性。

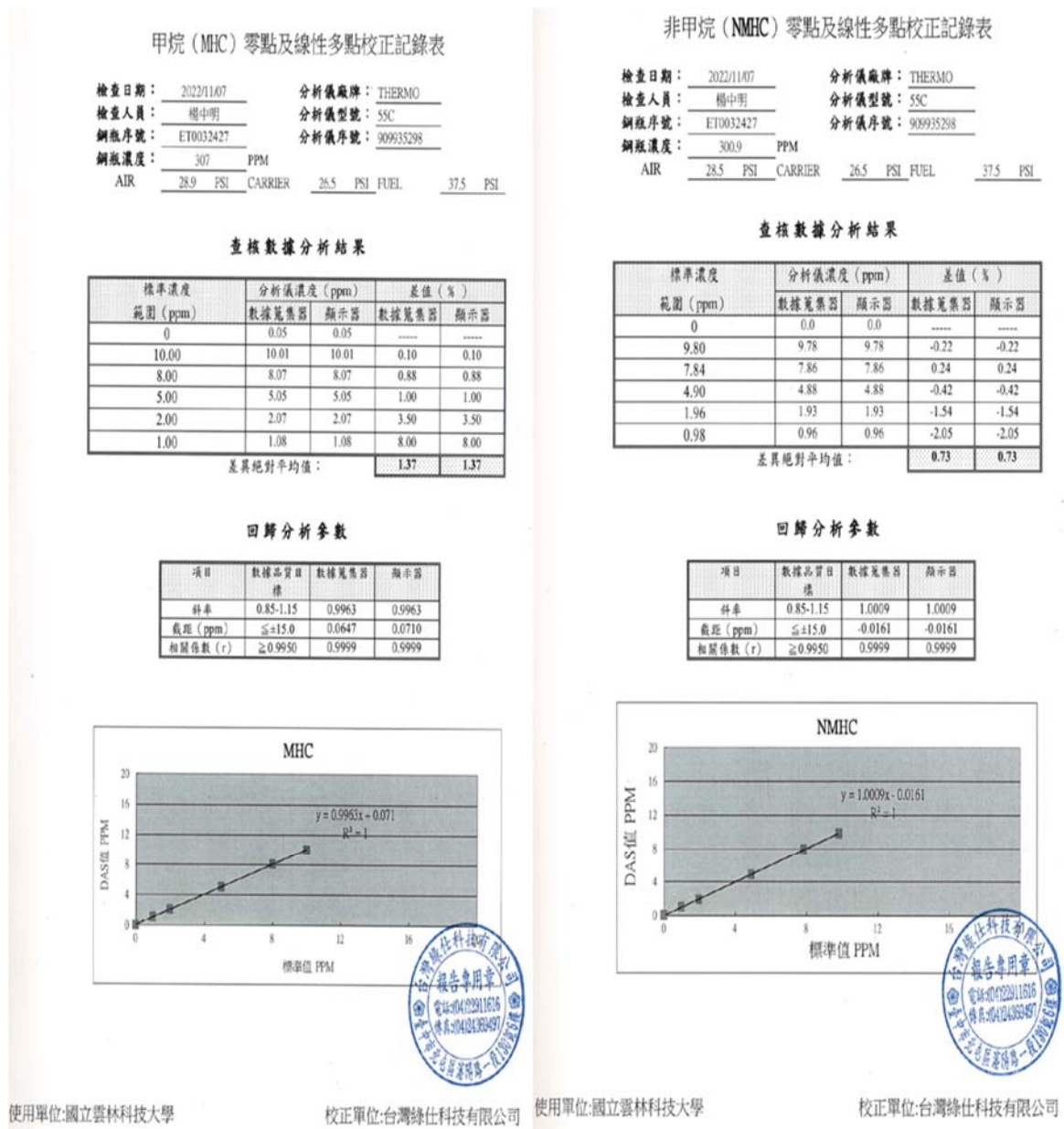


圖 5.2.1.1 甲烷/非甲烷每六個月多點委外校正結果

另在樣品查核分析上以每日或每批次皆進行檢量線中間標準濃度查核，其回收率必須在 $\pm 25\%$ 即為 75~125% 之內，由圖 5.2.1.2 -1 至圖 5.2.1.2 -2 顯示至 111 年 12 月 21 日開始分析起即建立查核樣品品質管制圖，查核結果每日查核標準品甲烷與非甲烷回收率皆符合 $\pm 25\%$ 以內，未來可以此查核管制結果重新利用歷年 15 筆查核回收率結果建立更嚴謹品質管制圖；另再同時針對每日分析 10 個樣品進行自動檢測甲烷/非甲烷樣品重複性分析，相對誤差必須小於 25% 內，圖 5.2.1.3 為各月份每日分析 10 個樣品即會進行重複性分析，結果顯示甲烷與非甲烷重複性樣品分析皆符合相對誤差 $\pm 25\%$ 以內，非甲烷因其所測得濃度值較低故其重複性相對誤差值變化較大，仍可符合重複性樣品分析品質管制範圍內。

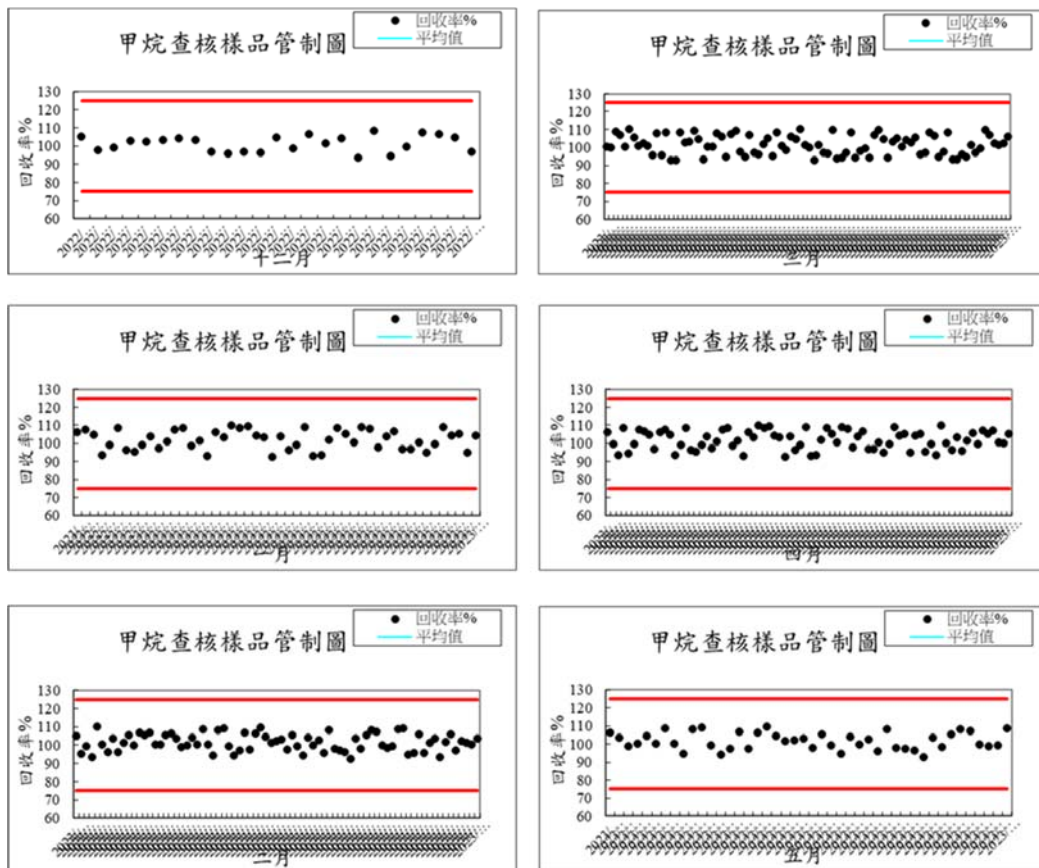


圖 5.2.1.2-1 甲烷/非甲烷每日查核樣品品質管制圖

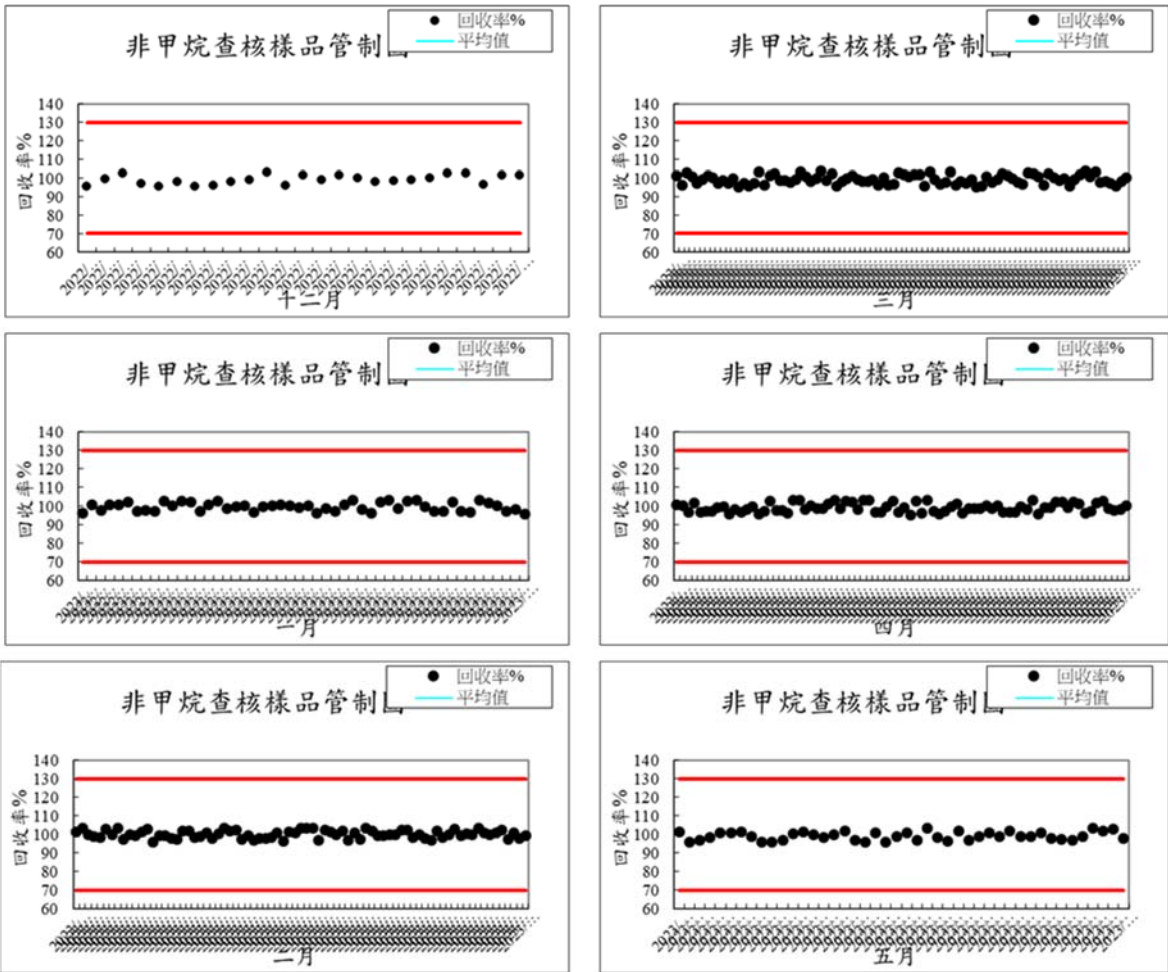


圖 5.2.1.2-2 甲烷/非甲烷每日查核樣品品質管制圖
(備註:非甲烷濃度值介於 0.01~0.30)

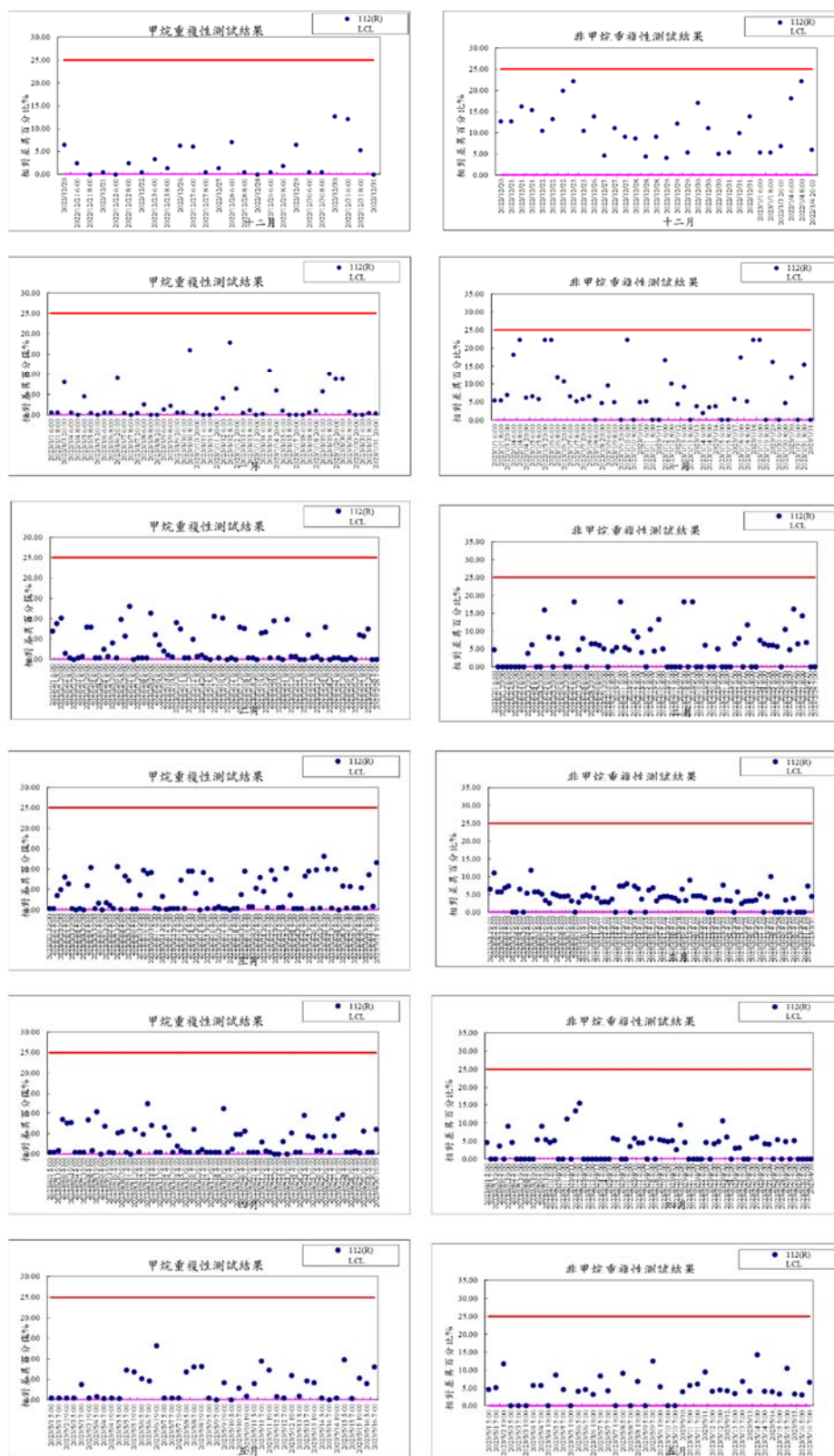


圖 5.2.1.3 甲烷/非甲烷每日重複性樣品品質管制圖
(備註:非甲烷濃度值介於 0.01~0.30)

5.2.2 29 種有害空氣污染物分析偵測極限

29 種有害空氣污染物分析依據「空氣中揮發性有機化合物檢測方法-不鏽鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法 (NIEA A715.16B)」，檢量線建置各物種以 2、4、6、8、10 ppb 共五個點進行檢量線建立，其結果如表 5.2.2.1 進行 29 種有害空氣污染物種檢量線校正方程式與校正迴歸係數，得知此 29 物種之校正曲線呈現性此迴歸係數 R^2 皆大於 0.995 以上符合方法之規範。

本計畫以「空氣中揮發性有機化合物檢測方法-不鏽鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法 (NIEA A715.16B)」進行方法偵測極限分析，依據環境檢驗方法偵測極限測定指引(NIEA-PA 107)確認分析 29 種有害空氣污染物方法偵測極限，表 5.2.2.2 先進行 29 種物種 GC-MSD 第一次 MDL 預測分析獲得各物種之 S_A 值，表 5.2.2.3 再進行 29 種物種 GC-MSD 第二次 MDL 預測分析獲得各物種之 S_B ，利用 S_A 與 S_B 之標準偏差值計算 F 比值由表 5.2.2.4 顯示各物種比值皆介於 1.03~2.92 符合偵測極限評估小於 3.05 之規範，因此，29 種物種依據個別所求得之共同標準偏差 Spooled 值可計算其方法偵測極限 (MDL) 介於 0.10~0.34 ppb 詳見表 5.2.2.4。

表 5.2.2.1 29 種有害空氣污染物檢量線校正結果

濃度:ppb 物種	2	4	6	8	10	方程式	R ²
丙酮	352415	859651	1534349	2289396	3015654	y=337811x-416574	0.9950
丙烯腈	40290	284178	550922	816138	1167369	y=139306x-264056	0.9951
1,3-丁二烯	251941	556548	973214	1358085	1822475	y=197130x-190329	0.9955
苯乙烯	312455	1133320	2122938	3191719	4194955	y=491170x-755942	0.9980
氯乙烯	378692	795790	1313192	1854175	2444957	y=259546x-199913	0.9962
四氯乙烯	456811	1051748	1844752	2713246	3582481	y=395642x-444044	0.9950
1,2-二氯乙烷	679687	1432212	2418660	3325990	4343664	y=461087x-326477	0.9977
1,1,1-三氯乙烷	1084041	2090661	3325388	4581030	5994289	y=615543x-278178	0.9966
1,1,2-三氯乙烷	405889	864559	1429056	2006293	2621544	y=278652x-206445	0.9974
苯	788737	1878776	3430569	4956949	6528595	y=727894x-850641	0.9960
甲苯	515635	1562425	3149863	4657372	6263355	y=729519x-1147386	0.9951
乙苯	458747	1674769	3410871	5305801	6952929	y=830970x-1425195	0.9952
異丙苯	500835	2081140	4184244	6341230	8702477	y=1033169x-1837027	0.9953
鄰-二甲苯	325429	1209969	2508475	3843540	5149686	y=614104x-1077206	0.9950
間/對-二甲苯	943954	3273585	6272682	9359142	12530612	y=1462944x-2301667	0.9969
1,2,4-三甲基苯	200736	910324	2084544	3064415	4173309	y=504962x-943106	0.9950
1,3,5-三甲基苯	201892	961284	2101220	3239833	4356764	y=529415x-1004289	0.9952
氯苯	400153	1121615	2112969	3210806	4204704	y=484915x-699439	0.9953
氯仿	991072	1948440	3102897	4242466	5673989	y=582993x-306185	0.9951
乙腈	118447	307125	539435	695627	954854	y=103066x-95297	0.9955
戊烷	519154	1166971	1993933	2813858	3795116	y=409941x-401837	0.9951
己烷	412470	1070649	1924345	2789304	3744803	y=419166x-526682	0.9960
庚烷	423590	1197473	2205174	3173803	4257620	y=482220x-641785	0.9970
辛烷	470542	1413415	2665261	3863462	5148120	y=590260x-829401	0.9974
氯甲烷	440241	833098	1311034	1712051	2199146	y=219838x-19915	0.9988
二氯甲烷	589605	1149431	1760158	2311901	3029853	y=302148x-44700	0.9979
四氯化碳	1272021	2473559	3893530	5158556	6672512	y=674299x-151758	0.9987

1,1-二氯乙烷	810490	1622002	2658493	3615482	4845709	$y=503196x-308740$	0.9953
1,2-二溴乙烷	454939	1062078	1824261	2658972	3517098	$y=386061x-412894$	0.9958

表 5.2.2.2 29 種有害空氣污染物 MDL (第一次)

偵測極限 (第一次)									
	1	2	3	4	5	6	7	平均	S _A
丙酮	2.198	2.350	2.203	2.125	2.224	2.195	2.314	2.244	0.077
丙烯腈	2.078	2.286	2.213	2.282	2.200	2.110	2.253	2.232	0.082
1,3-丁二烯	2.182	2.259	2.236	2.284	2.244	2.217	2.152	2.240	0.045
苯乙烯	2.188	2.371	2.283	2.235	2.192	2.227	2.524	2.260	0.121
氯乙烯	2.213	2.096	2.236	2.128	2.214	2.244	2.213	2.221	0.057
四氯乙烯	2.290	2.351	2.272	2.273	2.266	2.244	2.129	2.289	0.067
1,2-二氯乙烷	2.117	2.186	2.127	2.210	2.131	2.141	2.234	2.164	0.046
1,1,1-三氯乙烷	2.164	2.195	2.137	2.104	2.116	2.150	2.192	2.151	0.035
1,1,2-三氯乙烷	2.244	2.253	2.102	2.270	2.145	2.173	2.177	2.193	0.062
苯	2.184	2.236	2.180	2.160	2.290	2.111	2.212	2.189	0.057
甲苯	2.241	2.295	2.240	2.145	2.231	2.118	2.247	2.245	0.062
乙苯	2.219	2.322	2.119	2.237	2.196	2.205	2.182	2.240	0.061
異丙苯	2.118	2.077	2.057	2.063	2.047	2.060	2.086	2.073	0.024
鄰-二甲苯	2.262	2.373	2.306	2.256	2.206	2.268	2.344	2.288	0.057
間/對-二甲苯	2.165	2.301	2.202	2.176	2.160	2.375	2.285	2.209	0.083
1,2,4-三甲基苯	2.243	2.370	2.168	2.199	2.255	2.265	2.325	2.303	0.069
1,3,5-三甲基苯	2.233	2.325	2.218	2.302	2.266	2.170	2.310	2.289	0.056
氯苯	2.245	2.279	2.184	2.224	2.126	2.218	2.277	2.250	0.054
氯仿	2.084	2.194	2.080	2.124	2.109	2.114	2.192	2.128	0.047
乙腈	2.240	2.298	2.185	2.379	2.207	2.191	2.276	2.254	0.070
戊烷	2.120	2.153	2.251	2.173	2.254	2.153	2.174	2.154	0.051
己烷	2.159	2.209	2.033	2.165	2.079	2.123	2.211	2.168	0.066
庚烷	2.179	2.211	2.162	2.164	2.071	2.174	2.226	2.184	0.050
辛烷	2.163	2.242	2.187	2.359	2.180	2.167	2.238	2.196	0.069
氯甲烷	2.061	2.151	2.085	2.121	2.093	2.107	2.266	2.112	0.068
二氯甲烷	2.200	2.114	2.063	2.139	2.106	2.119	2.035	2.096	0.053
四氯化碳	2.171	2.204	2.172	2.163	2.143	2.172	2.232	2.179	0.029
1,1-二氯乙烷	2.183	2.215	2.154	2.133	2.189	2.285	2.235	2.185	0.051
1,2-二溴乙烷	2.212	2.316	2.232	2.234	2.168	2.194	2.234	2.227	0.046

單位:ppb

表 5.2.2.3 29 種有害空氣污染物 MDL (第二次)

MDL (第二次) 預測 單位:ppb									
	1	2	3	4	5	6	7	平均	S _B
丙酮	2.042	1.994	2.074	2.119	2.208	2.137	2.226	2.114	0.085
丙烯腈	2.040	1.940	2.050	2.113	2.128	2.165	2.323	2.108	0.120
1,3-丁二烯	2.070	2.073	2.122	2.123	2.112	2.208	2.237	2.135	0.064
苯乙烯	2.065	1.920	1.940	2.088	2.223	2.262	2.146	2.092	0.131
氯乙烯	1.999	2.038	2.004	2.036	2.134	2.150	2.195	2.079	0.079
四氯乙烯	2.099	2.000	2.075	2.094	2.182	2.214	2.232	2.128	0.084
1,2-二氯乙烷	1.991	1.910	1.929	2.043	2.045	2.047	2.077	2.006	0.064
1,1,1-三氯乙烷	2.043	1.977	1.978	2.058	2.061	2.053	2.091	2.037	0.044
1,1,2-三氯乙烷	2.069	1.959	2.058	2.081	2.115	2.175	2.156	2.088	0.072
苯	2.059	1.940	2.014	2.110	2.108	2.161	2.220	2.087	0.093
甲苯	2.091	2.075	2.044	2.128	2.185	2.228	2.244	2.142	0.078
乙苯	2.062	1.911	1.958	2.037	2.132	2.192	2.146	2.063	0.102
異丙苯	2.484	2.482	2.468	2.451	2.525	2.556	2.509	2.496	0.036
鄰-二甲苯	2.128	2.014	2.053	2.151	2.237	2.281	2.214	2.154	0.098
間/對-二甲苯	2.139	1.947	2.023	2.153	2.223	2.267	2.212	2.138	0.115
1,2,4-三甲基苯	1.995	1.909	1.985	2.082	2.075	2.214	2.139	2.057	0.103
1,3,5-三甲基苯	2.037	1.953	2.016	2.111	2.127	2.191	2.171	2.086	0.087
氯苯	2.126	2.042	2.049	2.127	2.206	2.236	2.274	2.151	0.090
氯仿	2.118	2.082	2.063	2.036	1.991	1.940	2.026	2.037	0.059
乙腈	2.004	2.037	2.069	2.104	2.098	2.140	2.220	2.096	0.071
戊烷	2.166	2.166	2.147	2.061	2.035	1.991	1.981	2.092	0.081
己烷	2.265	2.227	2.233	2.133	2.075	2.111	2.090	2.162	0.078
庚烷	2.033	2.022	1.961	2.097	2.118	2.108	2.150	2.056	0.066
辛烷	2.077	1.994	2.048	2.079	2.166	2.184	2.197	2.106	0.077
氯甲烷	1.990	1.993	1.908	1.984	2.109	2.057	2.139	2.011	0.080
二氯甲烷	2.107	1.984	1.945	2.008	2.061	2.092	2.112	2.016	0.066
四氯化碳	2.008	1.977	2.000	2.046	2.036	2.047	2.123	2.034	0.047
1,1-二氯乙烷	1.982	1.953	1.944	2.061	2.119	2.077	2.172	2.044	0.087
1,2-二溴乙烷	2.027	1.946	1.974	2.049	2.120	2.142	2.131	2.056	0.078

單位:ppb

表 5.2.2.4 29 種有害空氣污染物 MDL 分析結果

	物質名稱	S_A^2/S_B^2	Spooled	MDL
一般有害空氣污染物	丙酮	1.21	0.081	0.22
	苯乙烯	1.16	0.126	0.34
	四氯乙烯	1.58	0.076	0.20
	1,1,1-三氯乙烷	1.53	0.040	0.11
	1,1,2-三氯乙烷	1.33	0.067	0.18
	甲苯	1.57	0.071	0.19
	鄰-二甲苯	2.92	0.080	0.21
	間/對-二甲苯	1.91	0.100	0.27
	1,2,4-三甲基苯	2.20	0.087	0.23
	1,3,5-三甲基苯	2.38	0.073	0.20
	氯苯	2.79	0.074	0.20
	戊烷	2.53	0.068	0.18
	己烷	1.38	0.072	0.19
	庚烷	1.78	0.059	0.16
	辛烷	1.23	0.073	0.20
	氯甲烷	1.40	0.074	0.20
	四氯化碳	2.59	0.039	0.10
	1,1-二氯乙烷	2.90	0.072	0.19
毒化物有害空氣污染物	丙烯腈	2.14	0.103	0.28
	1,3-丁二烯	2.00	0.056	0.15
	氯乙烯	1.93	0.069	0.18
	1,2-二氯乙烷	1.98	0.056	0.15
	苯	2.64	0.077	0.21
	乙苯	2.80	0.084	0.23
	異丙苯	2.27	0.031	0.08
	氯仿	1.59	0.053	0.14
	乙腈	1.03	0.070	0.19
	二氯甲烷	1.54	0.060	0.16
	1,2-二溴乙烷	2.86	0.064	0.17

在樣品分析時，每批次或每 10 個樣品需進行重複分析及查核樣品分析，其重複分析相對差異百分比必須小於 25 %，查核樣品之回收率應介於 70 %至 130 % 間，由圖 5.2.2.1 顯示 111 年 12 月 21 日起開始分析即建立查核樣品品質管制圖，每分析 10 個樣品將進行查核，經結果得知 GC-MSD 之 29 種有害空氣污染物分析，各物種之回收率皆位於 70 %至 130 %之區間內，未來可以此查核管制結果重新利用歷年 15 筆查核回收率結果建立更嚴謹品質管制圖；另再同時針對每 10 個樣品進行一次 GC-MSD 之 29 種有害空氣污染物重複性分析，相對誤差必須小於 25% 內，圖 5.2.2.2 為各樣品之重複性分析，結果顯示 GC-MSD 的 29 種有害空氣污染物重複性樣品分析皆符合相對誤差 $\pm 25\%$ 以內，符合重複性樣品分析品質管制範圍內，則其餘 29 種有害空氣污染物查核與重複性樣品管制圖於附錄五所示。

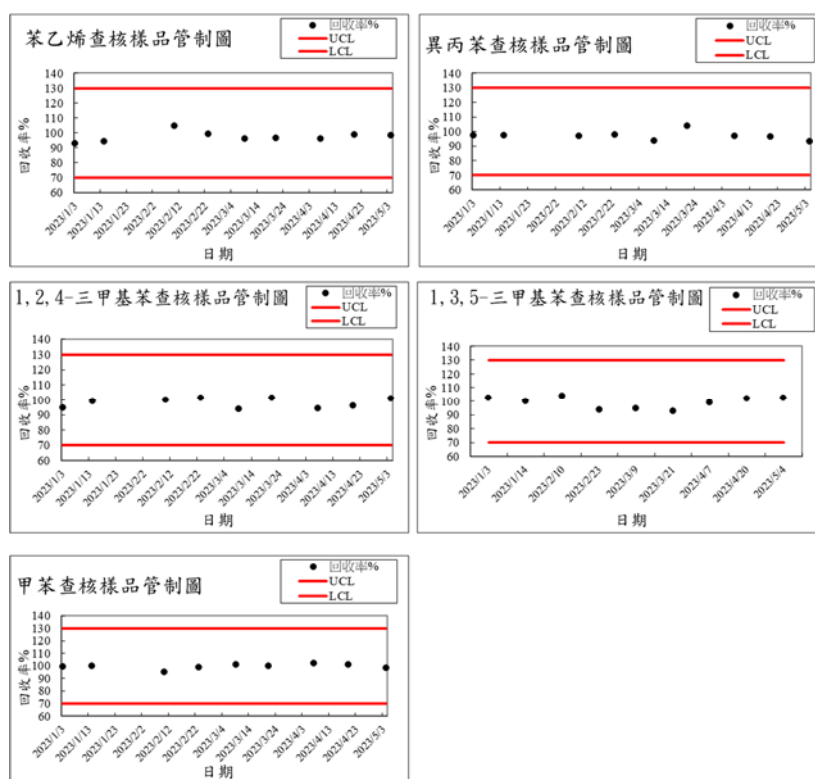


圖 5.2.2.1 29 種有害空氣污染物查核樣品品質管制圖

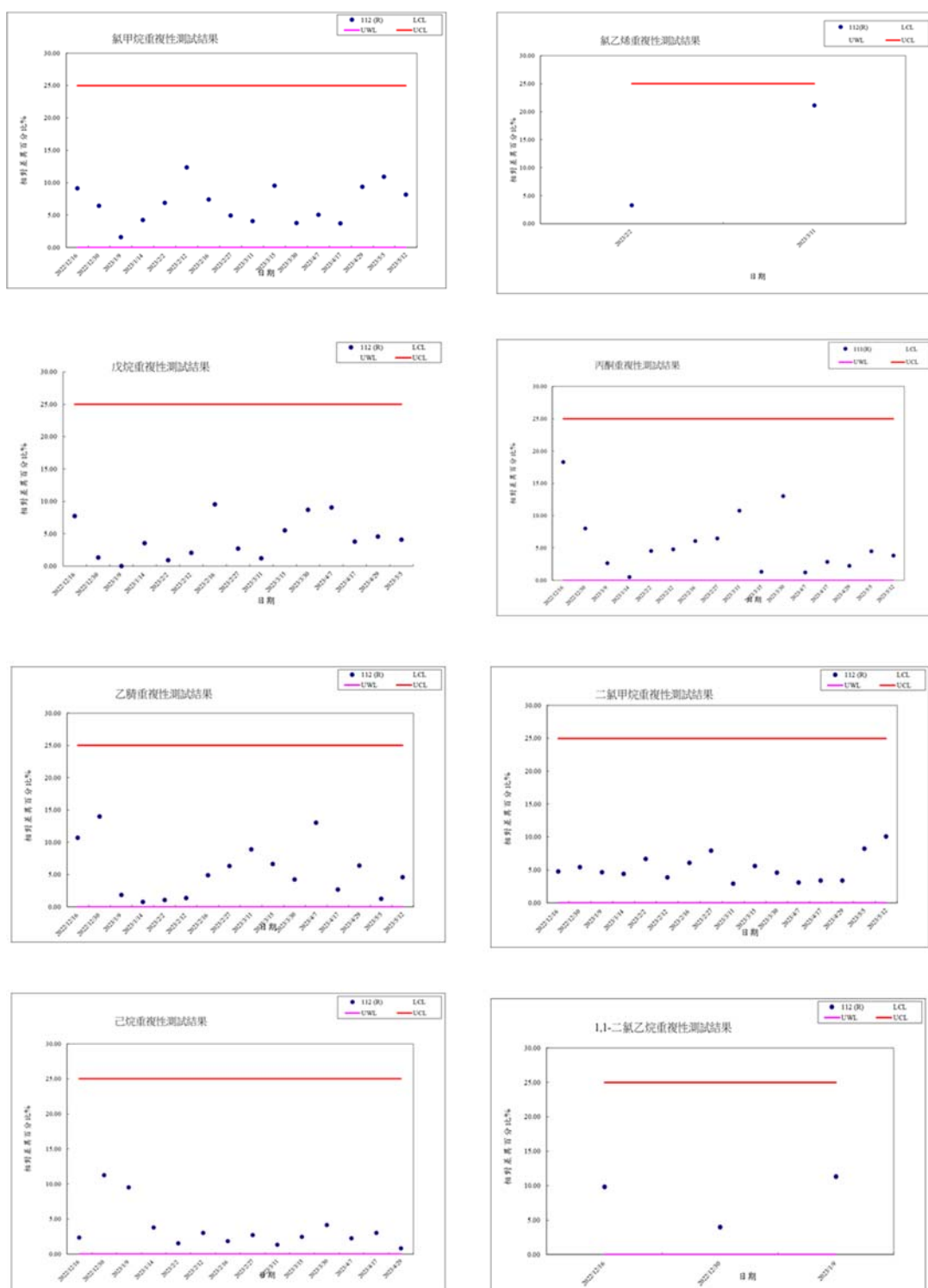


圖 5.2.2.2 29 種有害空氣污染物重複性樣品品質管制圖

第六章 針對離島工業區常見之揮發性有機物、光化前驅物 及毒化物進行例行性採樣及分析

離島工業區中所使用之原料、中間產物及產品種類繁多，其製程、設備、管線輸送、儲存及運輸過程等單元，均可能排放量揮發性有機物及光化前驅物及毒化物，當事故發生時，除對環境會造成污染，亦對人體會造成健康上的危害，因此計畫將針對空氣染物進行例行性採樣與分析作業，達對周遭環境之了解。本計畫以建立固定式自動化採樣系統，採樣平台上架設採樣系統，其採樣系統之採樣口高度約離地面 22 公尺，且採樣口為鄰近區域方圓二十公尺制高點無鄰近屋簷干擾，故採樣口周圍二百七十度之範疇不受其他遮蔽物干擾故空氣污染採樣氣流相當通暢，本計畫為連續採樣系統，經由固定式採樣系統於制高點設置採樣口，利用管線連接至室內與固定流量器鏈結，透過固定流量器以定時及定流量方式，詳細如 4.1 章節所述。本章節針對計畫採樣及分析物種及數量進行詳述。

6.1 針對離島工業區常見之揮發性有機物、含氯揮發性有機物及毒化物採樣及分析

本計畫所進行空氣污染物採樣，以「空氣中總碳氫化合物自動檢測方法 (NIEA A740.10C)」，讓樣品經過分析系統管線導入火焰離子化偵測器 (Flame ionization detector, FID)，測得空氣中總碳氫化合物 (Total hydrocarbon, THC) 含量；另將樣品導入一選擇性管線 (如具分子篩或觸媒) 分析測得甲烷 (Methane) 含量，最終以 THC 扣除 Methane 後，即為本計畫欲求得之非甲烷碳氫化合物 (Nonmethane hydrocarbon, NMHC) 含量，以具此標準檢測方法甲烷校正以甲烷標準氣體，非甲烷以丙烷標準氣體作校正。

當使用 GC-FID 分析之 NMHC 濃度呈現較高值，此時段採集之樣品參考「空氣中揮發性有機化合物檢測方法-不鏽鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法 (NIEA A715.16B)」依離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測之逸散性氣體之揮發性有機物、含氯揮發性有機物及毒化物物種分析至少 29 種物種如表 6.1.1 所示，如丙酮、苯、丙烯腈、氯乙烯、四氯乙烯、甲苯及氯苯等，透過結合氣象資料，鑑別可能污染來源及形式，評估影響地區空氣污染影響範圍與程度。

表 6.1.1 揮發性有機物、含氯揮發性有機物及毒化物共 29 分析物種

表

分析內容	分析儀器
丙酮 ³	1,3,5-三甲基苯 ³
丙烯腈 ¹³⁴	1,2,4-三甲基苯 ³
1,3-丁二烯 ¹³⁴	氯苯 ⁴
苯乙烯 ¹²³	氯仿 ¹²³
氯乙烯 ¹³⁴	乙腈 ³⁴
四氯乙烯 ¹²	四氯化碳 ¹²
1,2-二氯乙烷 ¹²³⁴	戊烷 ³
1,1,1-三氯乙烷 ¹²	己烷 ³
1,1,2-三氯乙烷 ¹	庚烷 ³
苯 ¹²³⁴	辛烷 ³
甲苯 ¹²³	氯甲烷 ¹³
乙苯 ¹²³⁴	二氯甲烷 ¹²³⁴
異丙苯 ³⁴	1,1-二氯乙烷 ¹²
鄰-二甲苯 ¹²³	1,2-二溴乙烷
間/對-二甲苯 ¹²³	

氣相層析質譜儀

GC-MSD

參考

NIEA A715.16B

註：¹ 第一批固定污染源有害空氣物種類² 空污費項目³ 雲林離島式基礎工業區可能排放物種⁴ 毒化物

6.2 甲烷-非甲烷碳氫化物分析，至少採樣 110 日，分析 2,530 筆數據

本計畫使用採樣袋進行採樣，其設置 4.1 章節說明，每日至少採取 22 各樣品，每天上午皆會將空氣採樣袋樣品專人送回實驗進行甲烷-非甲烷分析，利用 GC-FID 分析技術進行甲烷-非甲烷碳氫化物 (MHC/NMHC) 分析作業(如圖 6.2.1)，GC-FID 分析技術，將採集樣品以固定體積量注入 GC-FID 樣品前處理單元，樣品先經由分流管偵測到總碳氫化合物 (THC) 的訊號後，另一透過層析管柱分離經觸媒反應催化去除甲烷以外 VOCs 測得甲烷的訊號，以所測得 THC 與甲烷訊號濃度值相減即為得到 NMHC 數值。



圖 6.2.1 甲烷-非甲烷分析儀

本計畫在計畫期間至少採樣 110 日，分析 2,530 筆數據，連續監測之樣品以採氣袋採集，其每日樣品送回實驗室將於 24 小時內進行分析，另空氣污染緊急事件採樣將以不鏽鋼筒採集之樣品，且完成樣品收集後立即送回實驗室，並於 24 小時內進行分析，以能在第一時間內掌握有害空氣污染物種與其濃度概況，有利於指揮系統掌握環境污染程度同時採取必應變策略。

研究團隊已於 111 年 12 月 20 日固定式採樣系統建置完成時即投入本計畫麥寮地區空氣污染物品質監測截至 112 年 5 月 15 日止，共採樣 119 日收集 2618 個樣品，詳細如表 6.2.1 所示。

表 6.2.1 空氣污染物監測採樣樣品累積數量

月份	日期	天數	已採樣品數(個)
2022.12	1220~1231	8	176
2023.01	0101~0131	17	374
2023.02	0201~0228	24	528
2023.03	0301~0331	29	638
2023.04	0401~0424	27	594
2023.05	0501~0515	14	308
合計		119	2618
累積達成率(%)	-	108.2	103.5

本計畫針對雲林縣離島式麥寮工業區空氣中甲烷-非甲烷碳氫化物採樣分析，已完成 119 日採樣分析 2,618 樣品，進行採樣時氣象條件監測記錄與甲烷-非甲烷碳氫化物，下述將分別針對氣象條件風速與風向分析與採樣期間甲烷-非甲烷碳氫化物各時段濃度變化解析。

● 採樣期間風速與風向氣象條件分析

在此採樣期間利用三維風速風向儀監測於採樣時間之風速風向狀況，風速、風向監測數據收集以 30 秒紀錄一筆數據，在作每小時均風速以利後續所測得每小時空氣污染物濃度可進一步探討每日污染物排放通量平均風速風向，同時也統計每日平均風速，本計畫執行 111 年至 112 年（採樣時間 111 年 12 月 20 日－112 年 5 月 13 日）於六輕工業區周界空氣污染物監測與其化學成份分析，並針對氣象條件影響收集風速風向資料，表 6.2.2 為採樣期間每日風速風向，可觀察到風向在採樣期間主要為北風系，在監測期間在 112 年 2 月 15 日－112 年 2 月 28 日每日均有較大風速平均為 8.7 m/s，而發生最大日平均風速為 112 年 2 月 21 日達 11.92 m/s 風向為北風，此外得知在整體採樣期間平均風速為 5.3 m/s。

表 6.2.2 每日平均風速風向

日期	平均風速(m/s)	平均值 Wd(Deg)	日期	平均風速(m/s)	平均值 Wd(Deg)
2022/12/20	4.18	11.61	2023/1/14	2.46	0.36
2022/12/21	8.28	9.05	2023/1/15	4.33	2.72
2022/12/22	8.05	6.08	2023/1/17	5.72	9.71
2022/12/23	8.25	3.94	2023/1/18	6.64	14.71
2022/12/26	6.57	0.26	2023/1/19	5.49	12.18
2022/12/27	7.14	0.44	2023/1/29	7.29	84.18
2022/12/28	8.85	0.53	2023/1/30	4.63	52.52
2022/12/29	10.44	1.10	2023/1/31	2.41	26.24
2022/12/30	10.81	1.71	2023/2/1	5.38	21.58
2022/12/31	8.23	2.04	2023/2/2	7.94	2.36
2023/1/1	8.53	2.24	2023/2/3	5.57	1.69
2023/1/3	7.41	6.71	2023/2/4	3.93	6.04
2023/1/4	5.88	11.02	2023/2/5	2.39	6.92
2023/1/5	5.44	2.14	2023/2/6	2.04	6.63
2023/1/6	5.58	3.69	2023/2/7	1.83	7.30
2023/1/7	5.42	14.71	2023/2/8	1.74	7.79
2023/1/8	3.18	14.77	2023/2/9	3.20	7.78
2023/1/9	3.41	5.54	2023/2/10	5.09	6.21
2023/1/10	4.23	0.84	2023/2/11	5.09	4.33
2023/1/11	4.10	359.69	2023/2/12	4.21	1.99
2023/1/12	2.38	359.25	2023/2/14	7.42	1.93
2023/1/13	1.93	0.04	2023/2/15	11.18	11.28

表 6.2.2 每日平均風速風向 (續)

日期	平均風速(m/s)	平均值Wd(Deg)	日期	平均風速(m/s)	平均值Wd(Deg)
2023/2/16	8.00	4.86	2023/3/10	3.15	21.29
2023/2/17	6.54	356.12	2023/3/11	2.28	21.39
2023/2/18	5.41	353.77	2023/3/12	5.64	20.25
2023/2/19	7.94	355.17	2023/3/13	9.92	16.90
2023/2/20	11.11	355.11	2023/3/14	4.94	18.70
2023/2/21	11.92	1.96	2023/3/15	4.00	20.35
2023/2/22	11.77	2.33	2023/3/16	5.47	21.09
2023/2/23	9.33	3.71	2023/3/17	4.12	21.10
2023/2/24	7.38	356.33	2023/3/18	6.52	20.90
2023/2/25	10.88	355.77	2023/3/19	5.48	19.89
2023/2/26	10.76	9.62	2023/3/20	2.91	19.84
2023/2/27	7.68	4.35	2023/3/21	2.44	22.58
2023/2/28	1.96	15.14	2023/3/22	5.05	24.37
2023/3/1	6.27	18.47	2023/3/23	4.10	23.65
2023/3/2	10.65	16.89	2023/3/24	4.41	23.13
2023/3/3	7.31	15.99	2023/3/25	7.02	21.03
2023/3/4	6.68	16.83	2023/3/26	6.77	19.35
2023/3/5	7.36	17.20	2023/3/27	8.23	18.85
2023/3/6	4.84	17.10	2023/3/28	7.52	19.45
2023/3/7	2.80	17.92	2023/3/29	6.20	20.17
2023/3/8	2.03	18.94	2023/3/30	7.00	20.42
2023/3/9	4.03	19.76	2023/3/31	6.44	19.71

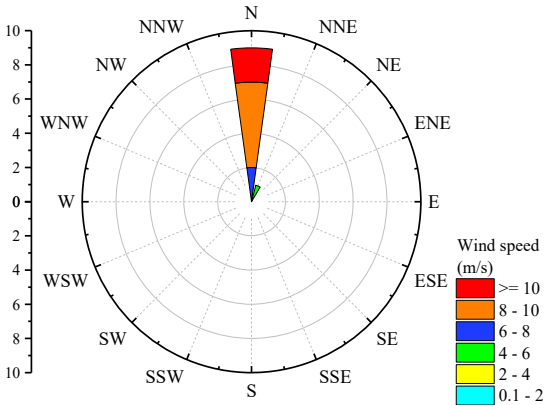
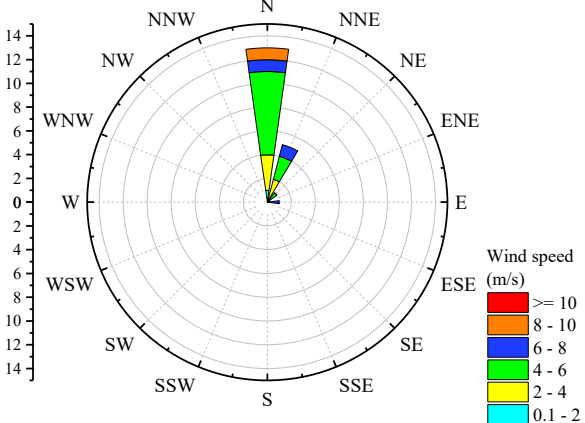
表 6.2.2 每日平均風速風向（續）

日期	平均風速(m/s)	平均值 Wd(Deg)	日期	平均風速(m/s)	平均值 Wd(Deg)
2023/4/1	3.60	19.83	2023/4/25	5.70	22.61
2023/4/2	6.02	21.83	2023/4/26	7.49	21.84
2023/4/3	3.80	21.91	2023/4/27	5.90	22.67
2023/4/4	2.60	22.51	2023/4/28	4.81	24.18
2023/4/5	2.91	24.65	2023/4/29	2.46	26.17
2023/4/6	2.78	24.45	2023/4/30	7.09	23.62
2023/4/7	8.65	20.10	2023/5/1	5.99	22.18
2023/4/8	8.63	19.45	2023/5/2	5.98	24.35
2023/4/9	3.58	20.56	2023/5/3	3.46	23.97
2023/4/10	2.24	21.15	2023/5/4	2.98	27.93
2023/4/11	1.89	23.62	2023/5/5	5.38	27.73
2023/4/12	4.80	23.07	2023/5/6	5.08	28.70
2023/4/13	3.46	22.30	2023/5/7	4.58	24.75
2023/4/14	2.44	24.50	2023/5/8	8.24	22.74
2023/4/15	2.83	24.70	2023/5/9	7.83	22.62
2023/4/16	2.06	25.13	2023/5/10	5.18	23.12
2023/4/17	3.05	25.25	2023/5/11	4.13	24.32
2023/4/18	2.21	26.90	2023/5/12	3.98	24.14
2023/4/19	6.02	26.88	2023/5/13	4.35	24.26
2023/4/20	3.87	24.81	2023/5/14	3.58	24.79
2023/4/21	5.12	24.10	2023/5/15	2.08	24.98
2023/4/22	4.59	23.48			
2023/4/23	5.73	23.92			
2023/4/24	6.50	23.59			

本計畫整體在採樣期間為冬末至夏初季節，主要盛行風向為北風系為主，為得知氣象條件及污染物擴散來源並將監測氣象資料之風向，其中風向可為 360 度分為八個風系，N:北風系、E:東風系、S:南風系、W:西風系、NE:東北風系、SE:東南風系、SW:西南風系、NW:西北風系，統計採樣期間風速風向變化和貢獻度如表 6.2.3 所示，此固定式連續採樣系統所監測資料顯示主要風向盛行北風系，且 111 年 12 月中到 12 月底有著平均最大風速為 8.1 m/s，主要盛行風向為北和北北東；而在 112 年 1 月主要盛行風向為北、北北東、北東和東，主要以北風居多貢獻度為 62%，則平均風速介於 4.0 - 6.0 m/s；則在 112 年 2 月皆以盛行北風系，風向主要分為北和北北東其中北風貢獻度佔 89 %，此外在風速方面在各範圍區間風速相對平均，顯示 2 月份平均風速為 6.6 m/s；在 112 年 3 月主要盛行北風系中的北北東，整體月份風向皆為北北東貢獻度 100 %，主要風速介於 4 - 6 m/s 和 6 - 8 m/s 兩者區間較多；而 112 年 4 月監測分析資料顯示主要盛行風向為北風系中北北東且貢獻度為 100 %，在整體風速介於 2 - 4 m/s 和 4 - 6 m/s 兩者區間；112 年 5 月 1 日至 5 月 15 日監測顯示出生盛行風向為北風系中北北東，風速主要介於 2-4 m/s 和 4 - 6 m/s。

為了解六輕工業區周界風場的傳遞過程，將以上述監測資料結果統計得知，主要風向變化皆小於 90 度，其次則為大於 270 度且小於 360 度內，並得知主要在六輕工業區周界之風場變化主要以傳輸型區域風場 93 % 其次為擴散主導型區域風場 7%，在擴散主導型區域風場在整體採樣期間為較少出現，只在期間 112 年 1 月中和 112 年 2 月中之天數內主導，其餘風場則以傳輸主導型風場主要。

表 6.2.3 2022/12—2023/05 各月採樣風速風向資料之風玫瑰圖

日期	風玫瑰圖	盛行風向	貢獻度 (%)	平均風速 (m/s)
2022 /12		北 北北東	92 8	8.1
2023 /01		北風 北北東 北東 東	65 25 5 5	4.8

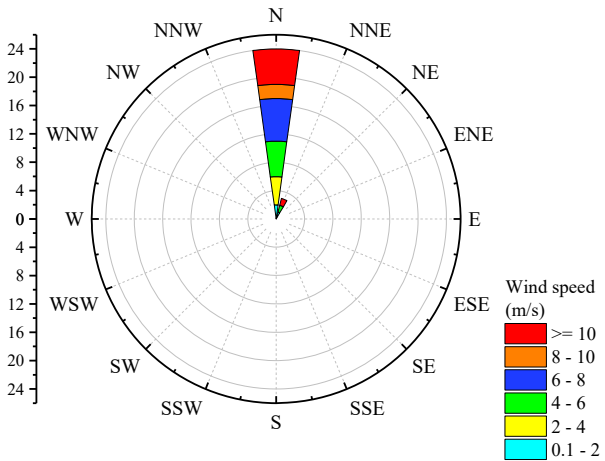
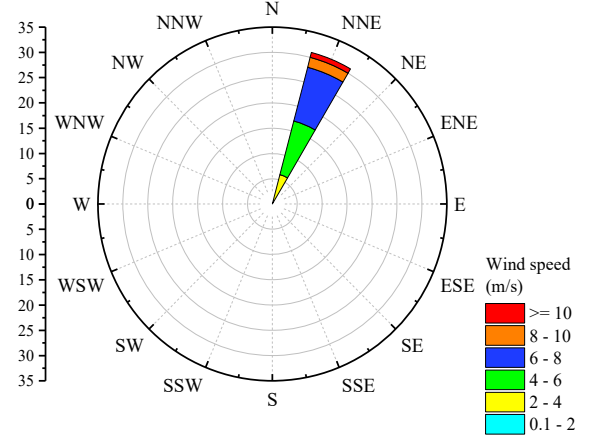
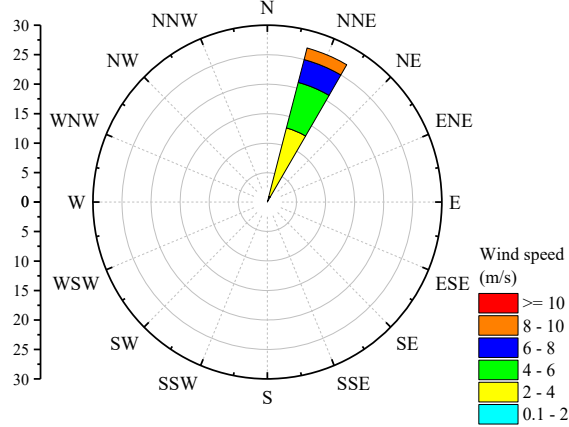
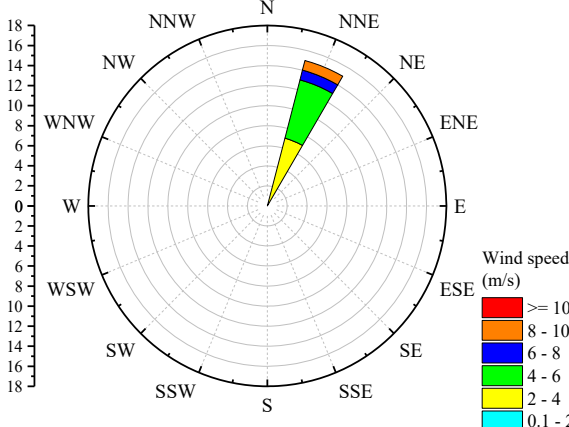
2023 /02		北 北北東	89 11	6.6
-------------	--	----------	----------	-----

表 6.2.3 2022/12—2023/05 各月採樣風速風向資料之風玫瑰圖（續）

日期	風玫瑰圖	盛行 風向	貢獻度 (%)	平均 風速 (m/s)
2023 /03		北北東	100	5.5

2023 /04		北北東	100	4.5
2023/ 0501- 0515		北北東	100	4.6

● 採樣期間甲烷-非甲烷碳氫化合物個時段濃度變化解析

每日收集之樣品，分析其甲烷非甲烷及總碳氫化合物之濃度，先以每日為彙整當日每小時甲烷、非甲烷與總碳氫化合物檢測濃度變化，圖 6.2.2 ~ 圖 6.2.7 為 111 年 12 月 20 日至 112 年 5 月 15 日監測濃度趨勢圖，利用每日每小時所測得之污染物濃度進一步分析每日甲烷與非甲烷日平均值、最大、最小值及其最大值發生時段。

本計畫截至目前每日採樣之分析樣品，分析 111 年 12 月至 112 年 5 月監測數據之濃度趨勢圖如圖 6.2.2 ~ 圖 6.2.7 所示，經建置完成後即投入監測分析樣品，從分析結果得知，在 111 年 12 月 20 日至 111 年 12 月 31 日分析之總碳氫化合物 (THC)、甲烷 (CH₄) 及非甲烷碳氫化

合物(NMHC)濃度值，其中 111 年 12 月 21 日凌晨時段(00:00~04:00)採樣分析結果顯示 CH₄ 最大日濃度值為 3.11 ppm，而在 NMHC 月平均濃度 0.15 ppm 其介於歷年 NMHC 監測資料濃度平均值中，此時段 CH₄ 可判斷主要貢獻主要來自周圍畜牧業所排放產生之糞便污泥與周界風場所導致。在 112 年 1 月濃度趨勢如圖 6.2.3 所示，可得知在 1 月 9 日到 1 月 14 日中 NMHC 有較大濃度變化趨勢，期間中發現主要發生於凌晨(00:00~06:00)和早上(06:00~12:00)時段，其中發生在最大日 NMHC 濃度為 14 日的 0.52 ppm 其發生時段為凌晨至早上(00:00~07:00)，則同時整月份最大 CH₄ 和 THC 濃度皆在此時段所發生，此外在期間 THC、CH₄ 和 NMHC 平均濃度為 4.50、4.13 和 0.37ppm；而在 112 年 2 月各濃度趨勢如圖 6.2.4 所示，此月份 THC、CH₄ 和 NMHC 濃度皆在歷年各物種間測濃度範圍內較無明顯變化差異，只在 2 月 1 日凌晨時段(00:00~06:00)有較高 CH₄ 濃度值為 3.66 ppm，則 NMHC 無任何濃度變化皆保持較低濃度值，顯示該月份在六輕工業區周界污染物傳輸性較低，在整月份 THC、CH₄ 和 NMHC 月平均濃度為 2.26、2.14 和 0.12 ppm 皆在歷年監測濃度範圍內；在 112 年 3 月份總體濃度趨勢如圖 6.2.5 所示，在 3 月總體 THC、CH₄ 和 NMHC 濃度具有較大變化差異且出現偏高濃度之樣品，尤其在 3 月 7 日至 3 月 12 日在 THC、CH₄ 和 NMHC 濃度值變化趨勢較為劇烈，且發生時段都以凌晨到早上期間(0:00~07:00)和晚上期間(19:00~23:00)在各類物種有較劇烈濃度變化，本計畫將以 CH₄ 和 NMHC 濃度相同增加趨勢之採樣日進行各項分析且研析其物種種類，此月份出現 CH₄ 有較高濃度值可能主要貢獻為北-東方向周圍畜牧業所排放甲烷，因發生時段多以晚上和凌晨為主可判斷氣體在夜間混和層較低且大氣不易擴散，且大氣回流趨勢

導致整體期間有偏高濃度情形，且在風速較低為 2.0~2.8 m/s 之間故與空氣流動性不頻繁有密切相關性；在 112 年 4 月經分析之樣品以圖 6.2.6 濃度趨勢變化所示，可發現大多 CH₄ 和 THC 主要發生在凌晨和早上時段（00:00~07:00）及晚上（19:00~23:00），而 NMHC 在大多時段皆保持穩定趨勢，僅在 4 月 10 日、18 日和 24 日雖然監測 NMHC 濃度最大日偏高值分別為 0.17、0.26 和 0.23 ppm，但此些濃度皆在歷年採樣濃度區間中；最後在 112 年 5 月 1 日至 5 月 15 日監測之樣品如圖 6.2.7 濃度趨勢所示，在 CH₄、THC 和 NMHC 濃度趨勢較為平緩且平均濃度為 2.08、2.18 和 0.10 ppm 皆保持歷年監測濃度範圍內，而在 5 月 5 日和 5 月 15 日可發現 CH₄ 和 THC 濃度些微超出歷年濃度範圍且發生在凌晨（00:00~07:00）和晚上（19:00~23:00）時段，其 5 月 5 日 CH₄ 和 THC 最大日濃度為 3.56 和 3.69 ppm，而 5 月 15 日 CH₄ 和 THC 最大日濃度為 3.09 和 3.26 ppm，經比對氣象條件發現在 5 月 5 最大日濃度期間風速介於 1.75~2.70 m/s，而在 5 月 15 發生最大日濃度期間風速介於 0.58~1.88 m/s，並得知在低風速條件下不易污染物擴散導致此現象發生，則其餘監測濃度趨勢皆保持平緩。整體甲烷與非甲烷濃度變化監測結果顯示甲烷濃度偏高時點皆在凌晨與晚上（18:00~23:00）與凌晨（0:00~06:00）時段，且因又此時段風速相對低，在大氣混合層高度低與風速較低下不利於擴散所致，使得監測之甲烷濃度消退其他時段較為偏高傾向，此外在各月分監測採樣期間中出現 NMHC 偏高濃度值，經統計發現也大多發生時段為凌晨（0:00~06:00）其次則為晚上（18:00~23:00），本計畫後續針對各月分中 NMHC 偏高值之樣品進行 GC-MSD 至少 29 種有害空氣污染物分析進一步解析與釐清污染源。

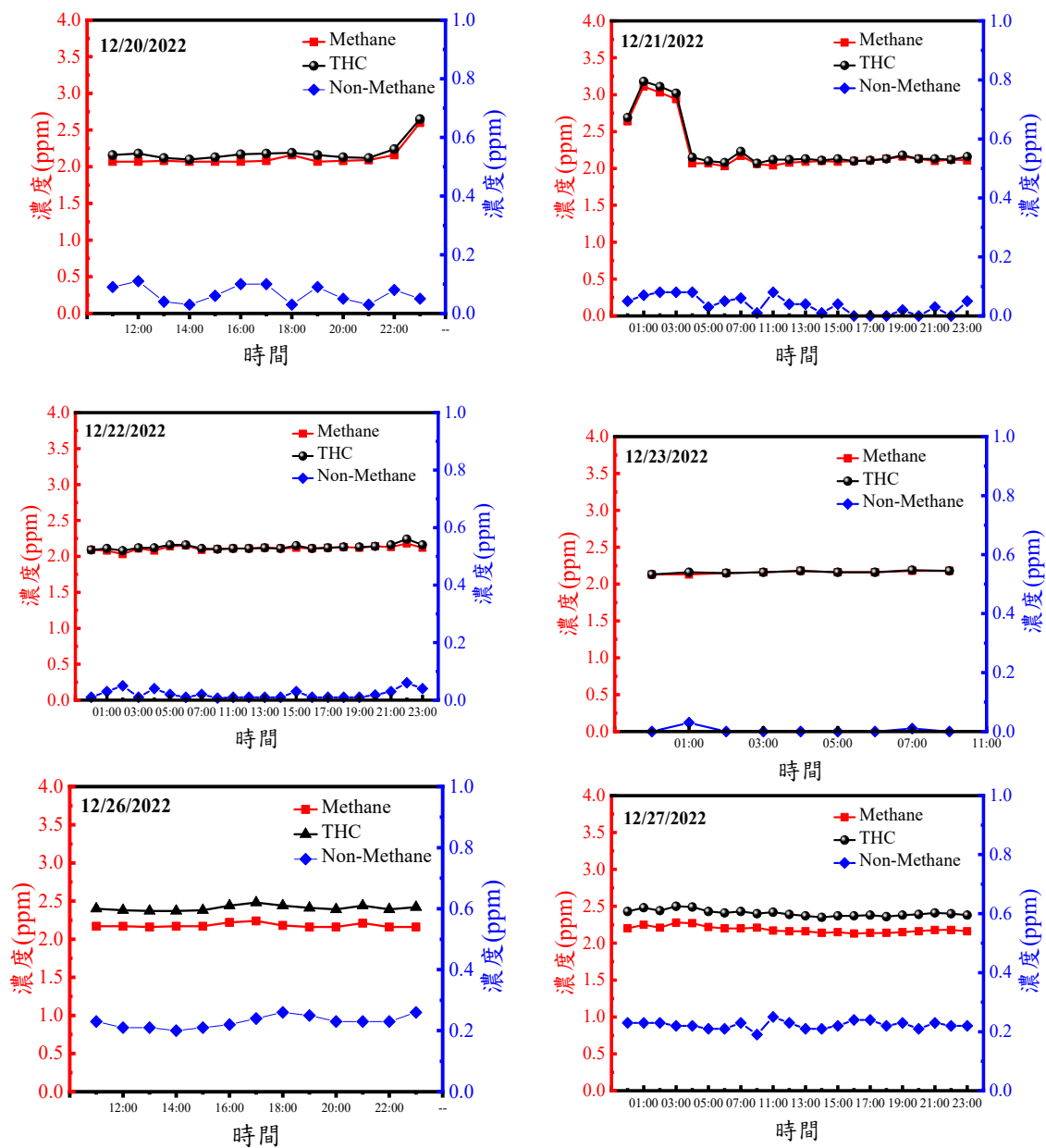


圖 6.2.2.1 2022/12 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

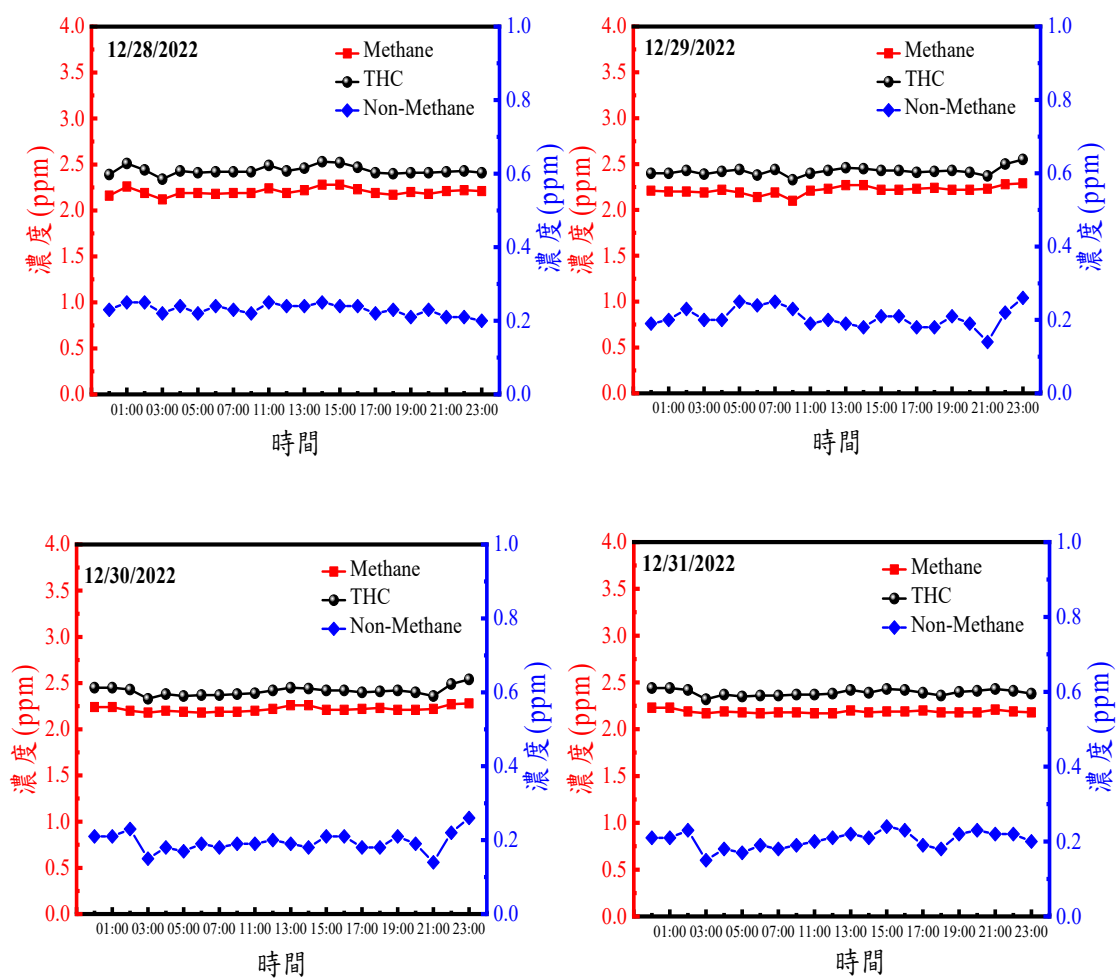


圖 6.2.2.2 2022/12 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

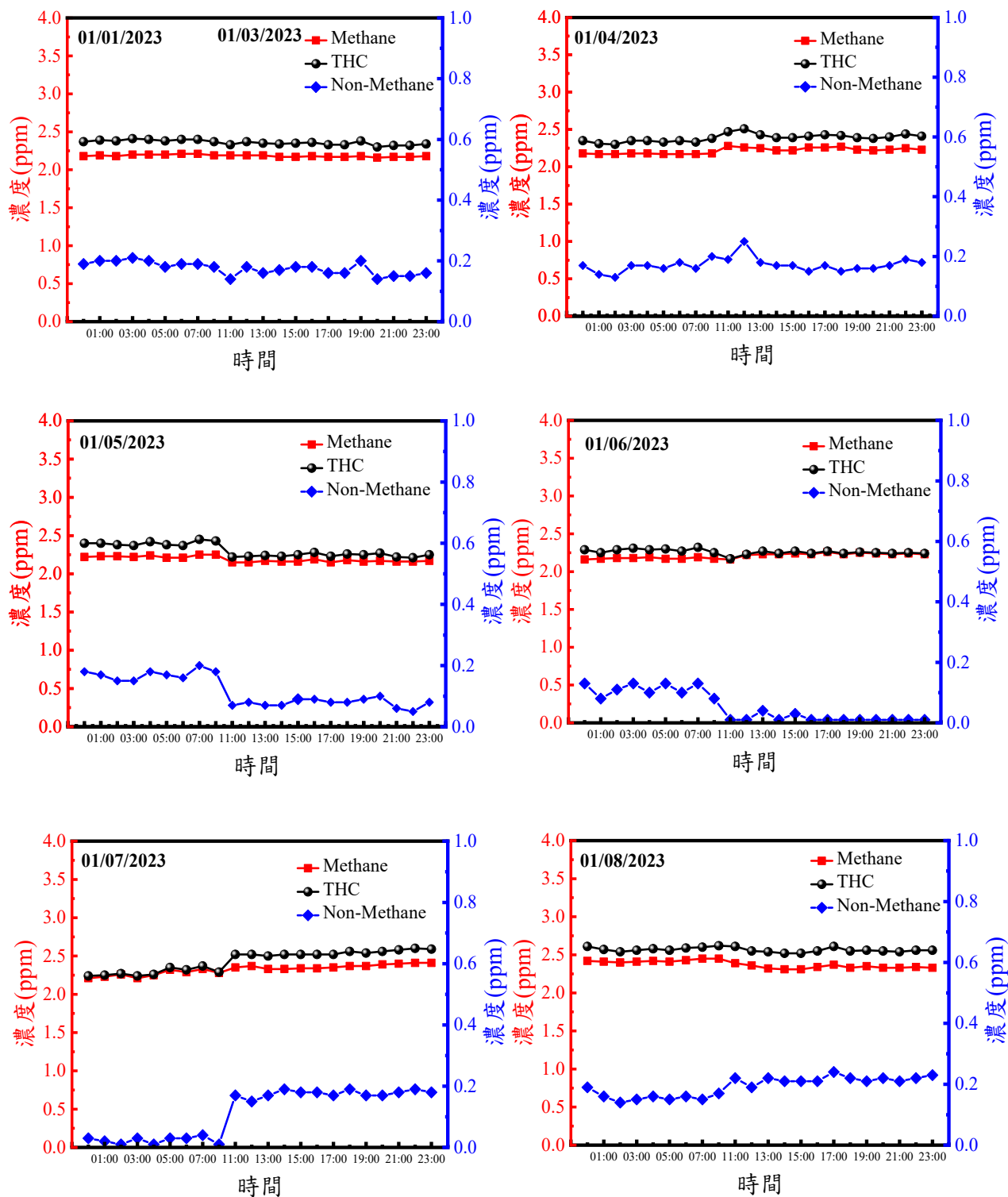


圖 6.2.3.1 2023/01 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

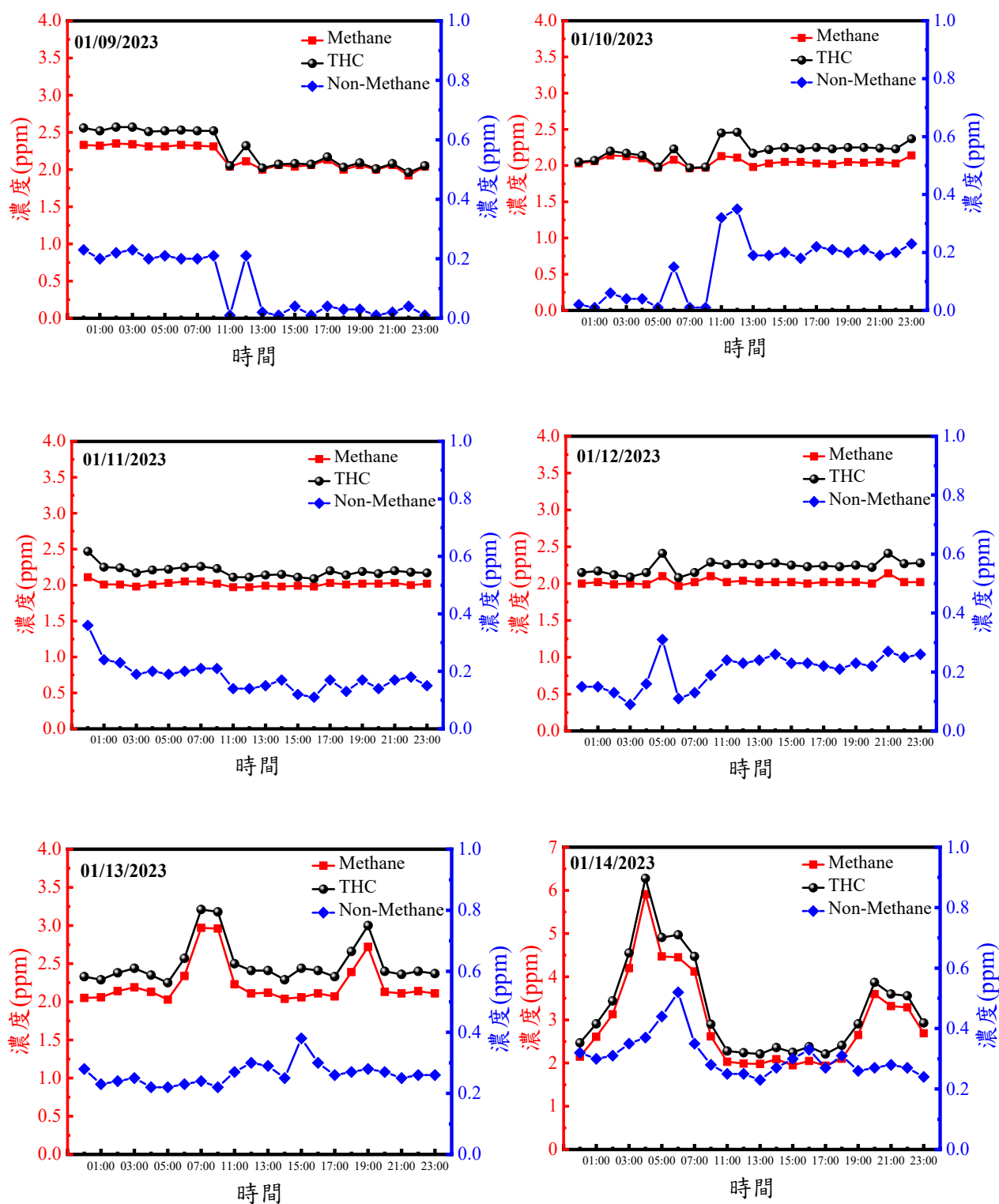


圖 6.2.3.2 2023/01 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

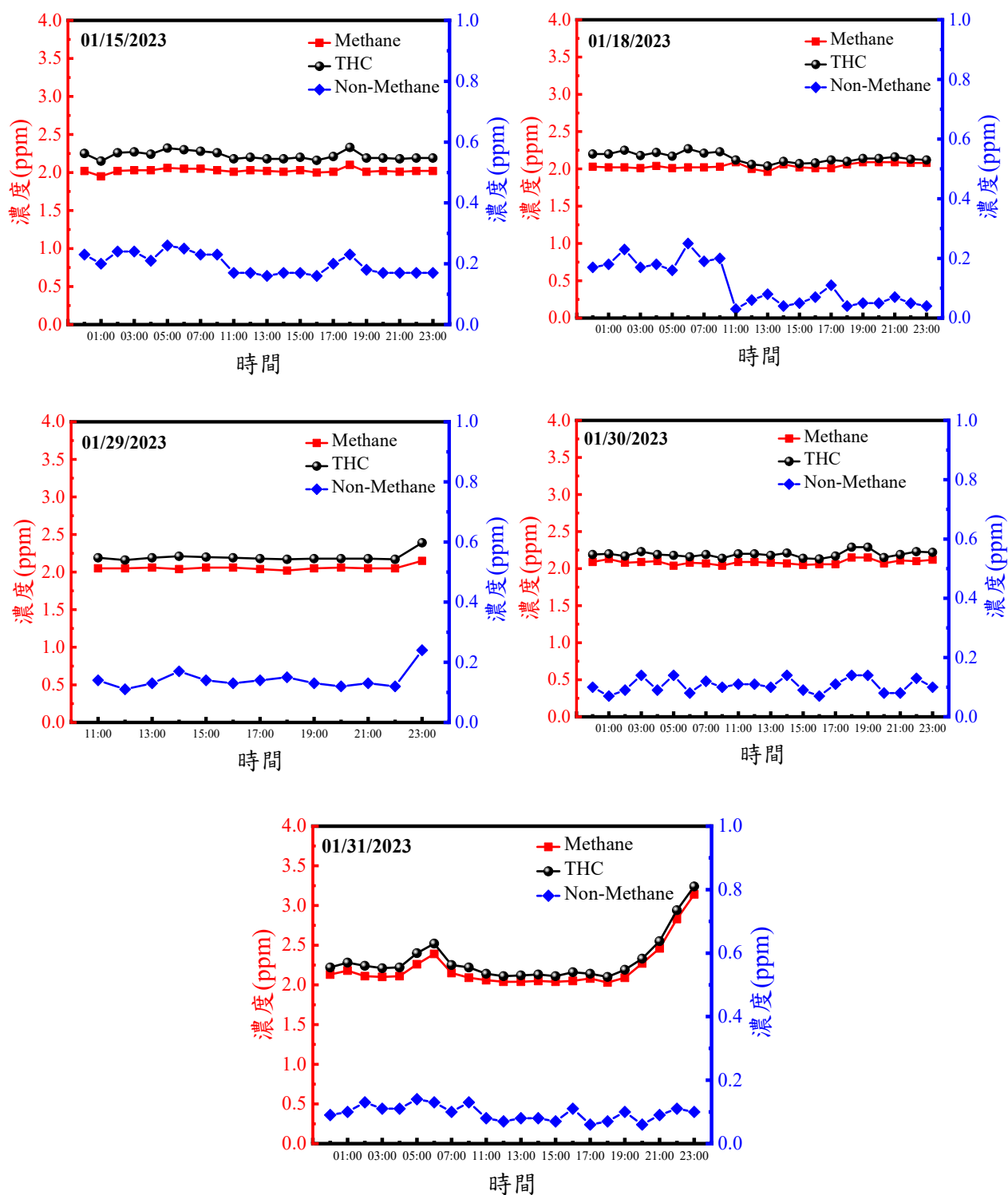


圖 6.2.3.3 2023/01 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

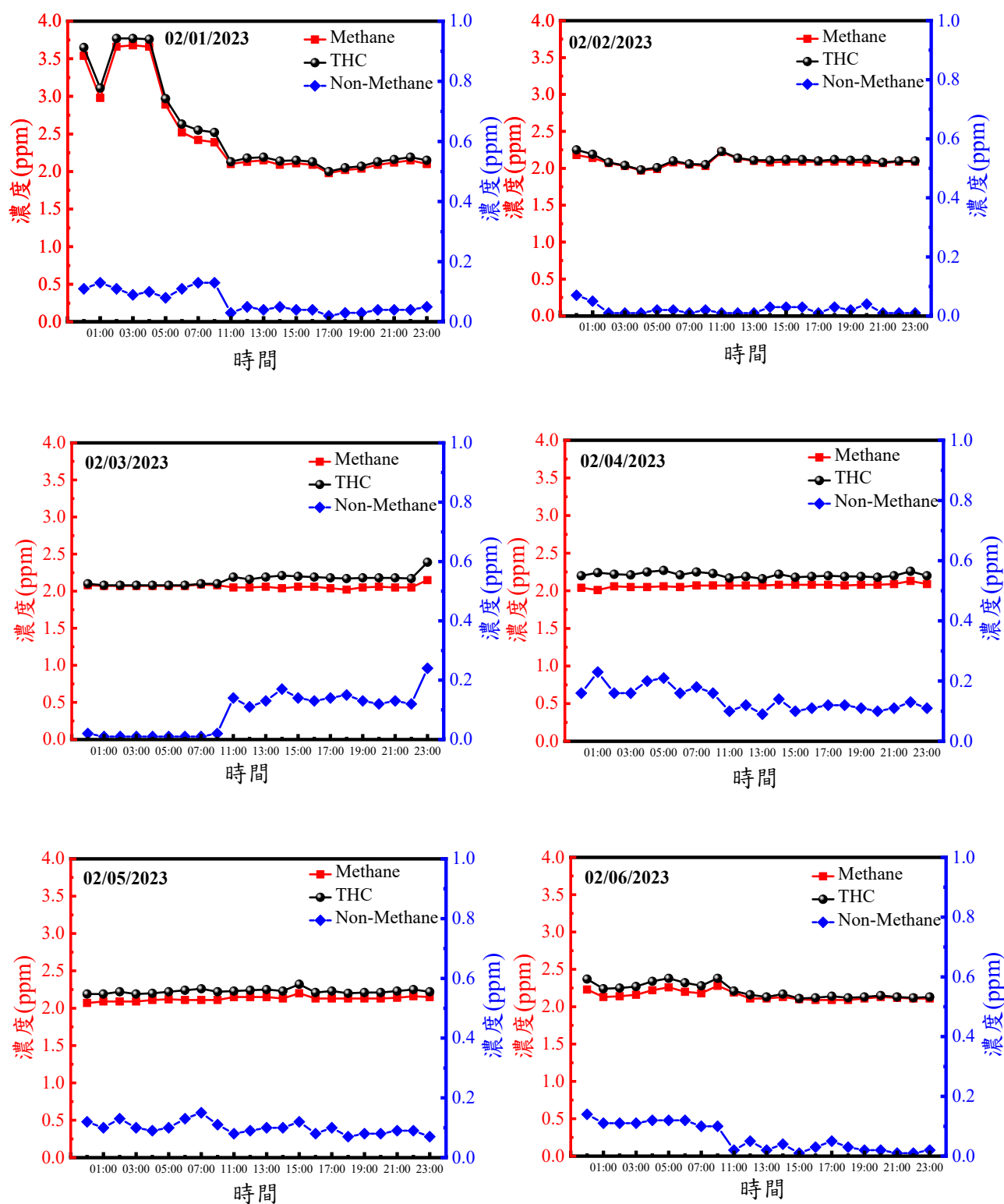


圖 6.2.4.1 2023/02 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

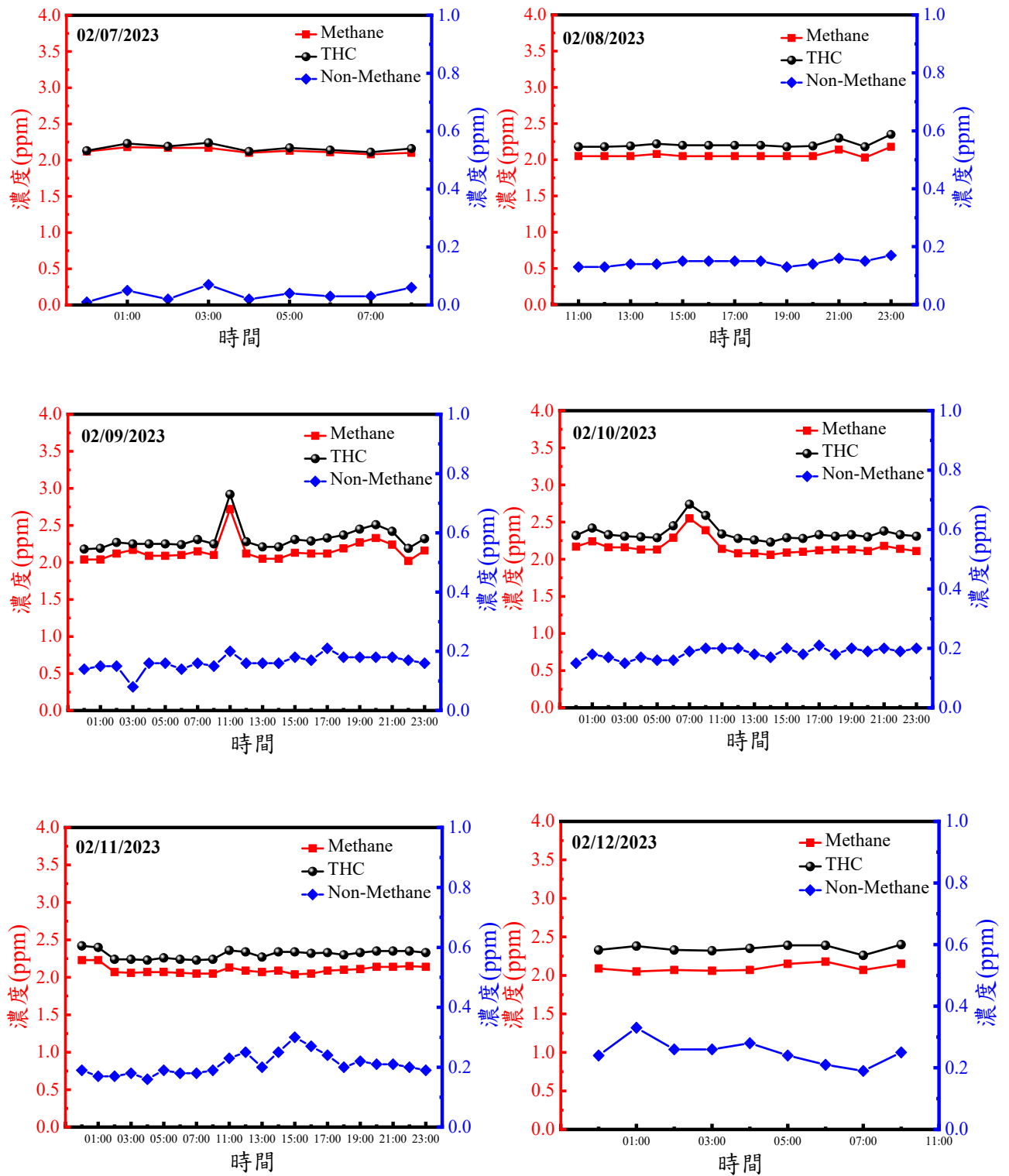


圖 6.2.4.2 2023/02 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

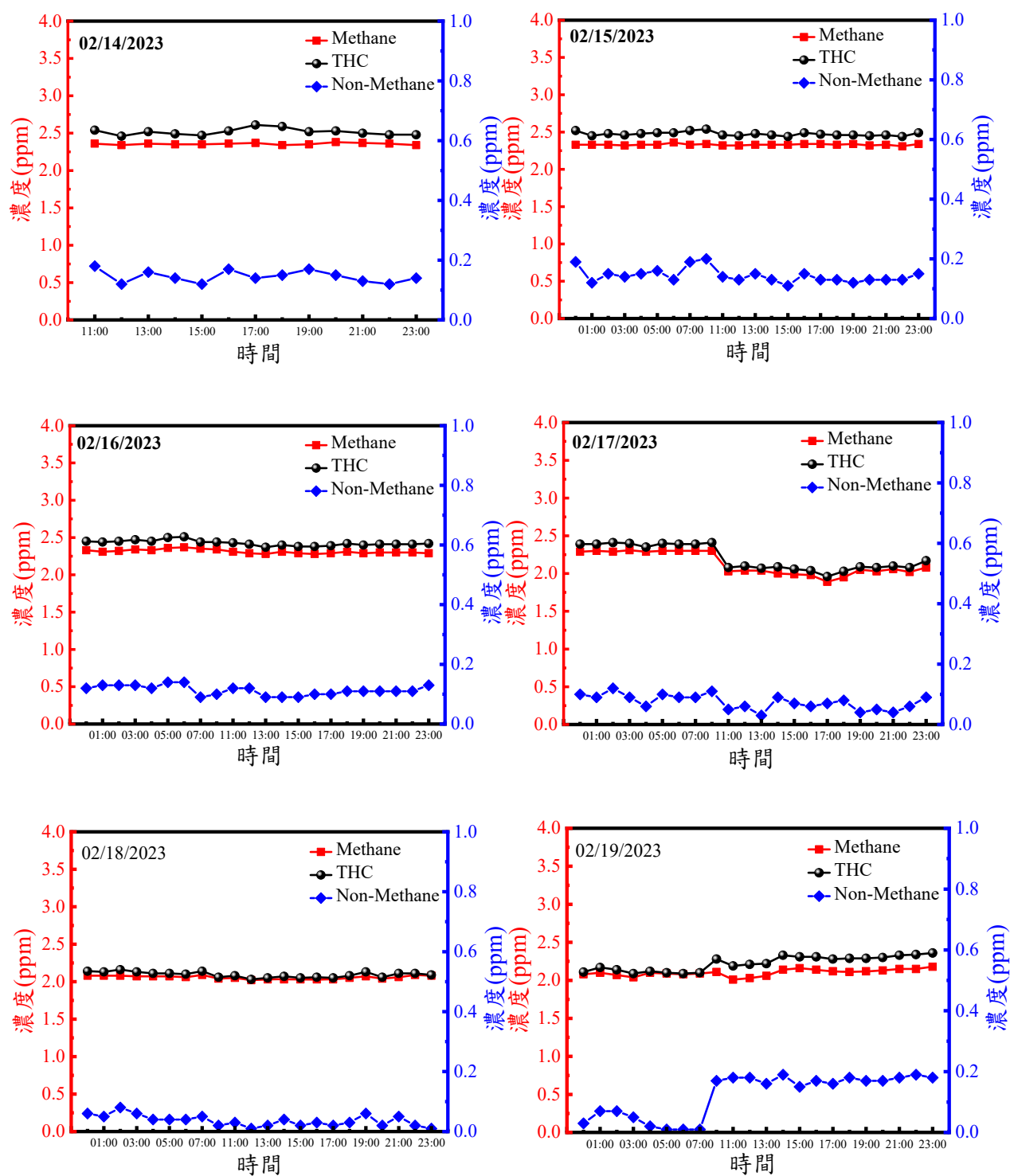


圖 6.2.4.3 2023/02 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

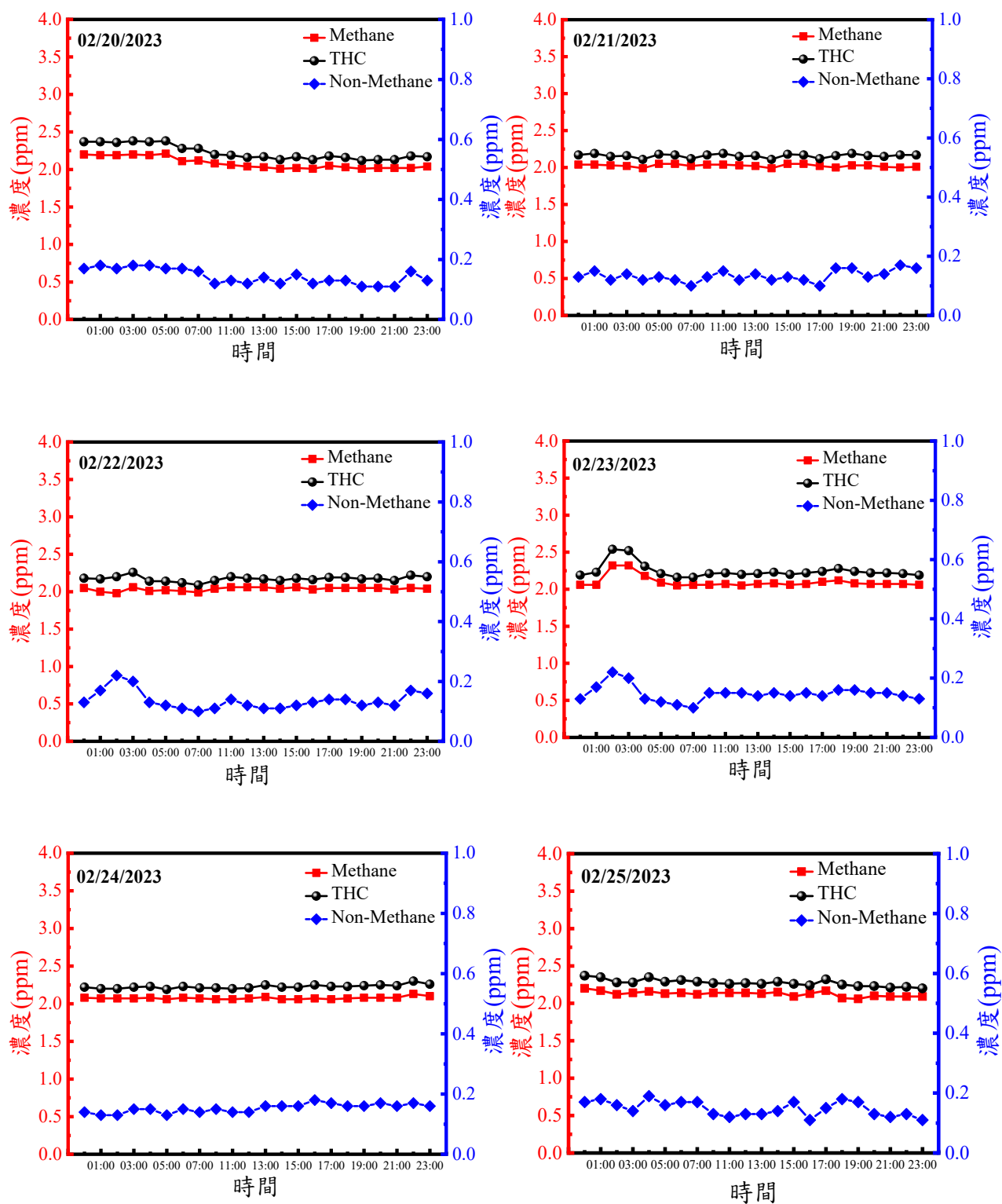


圖 6.2.4.4 2023/02 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

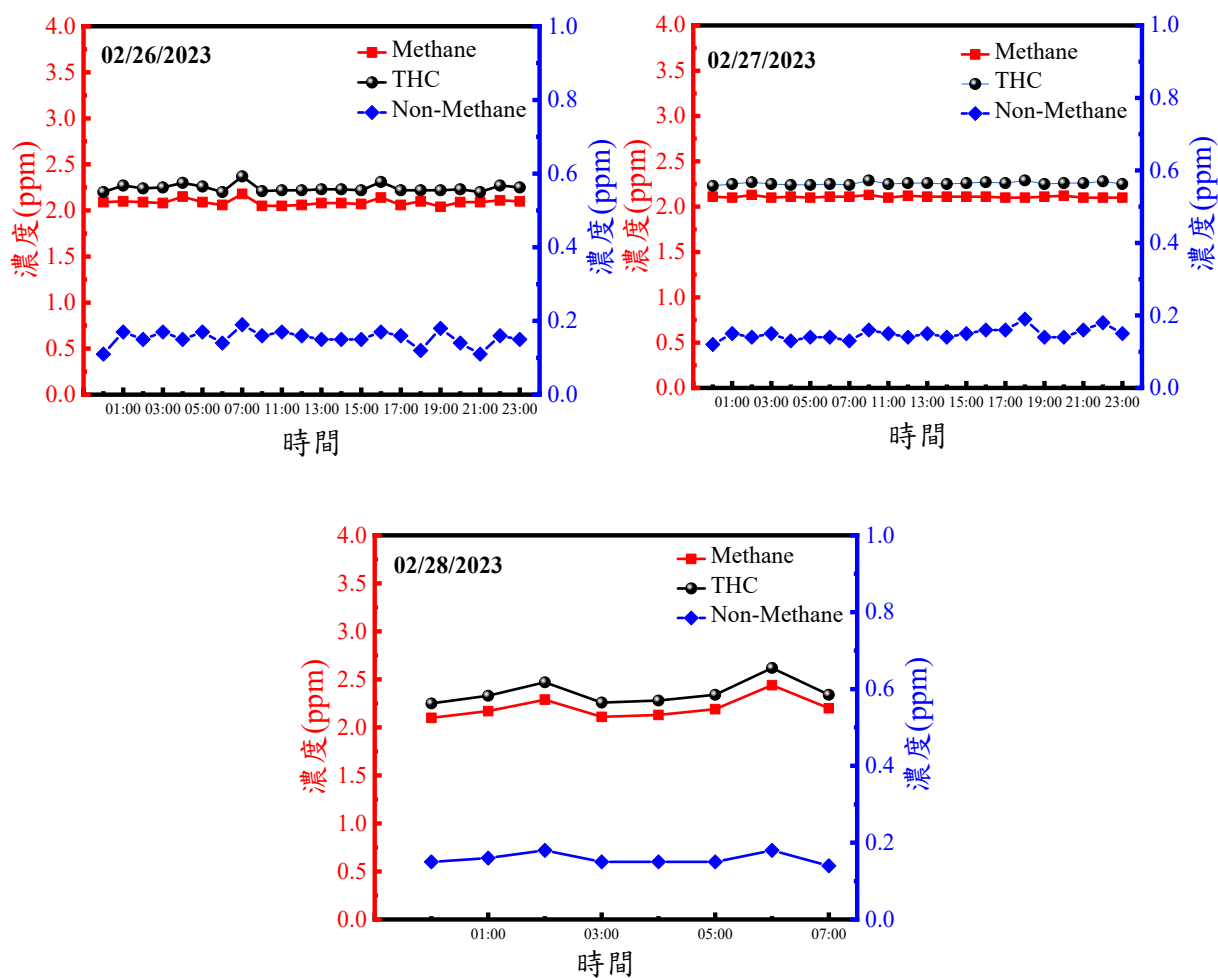


圖 6.2.4.5 2023/02 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

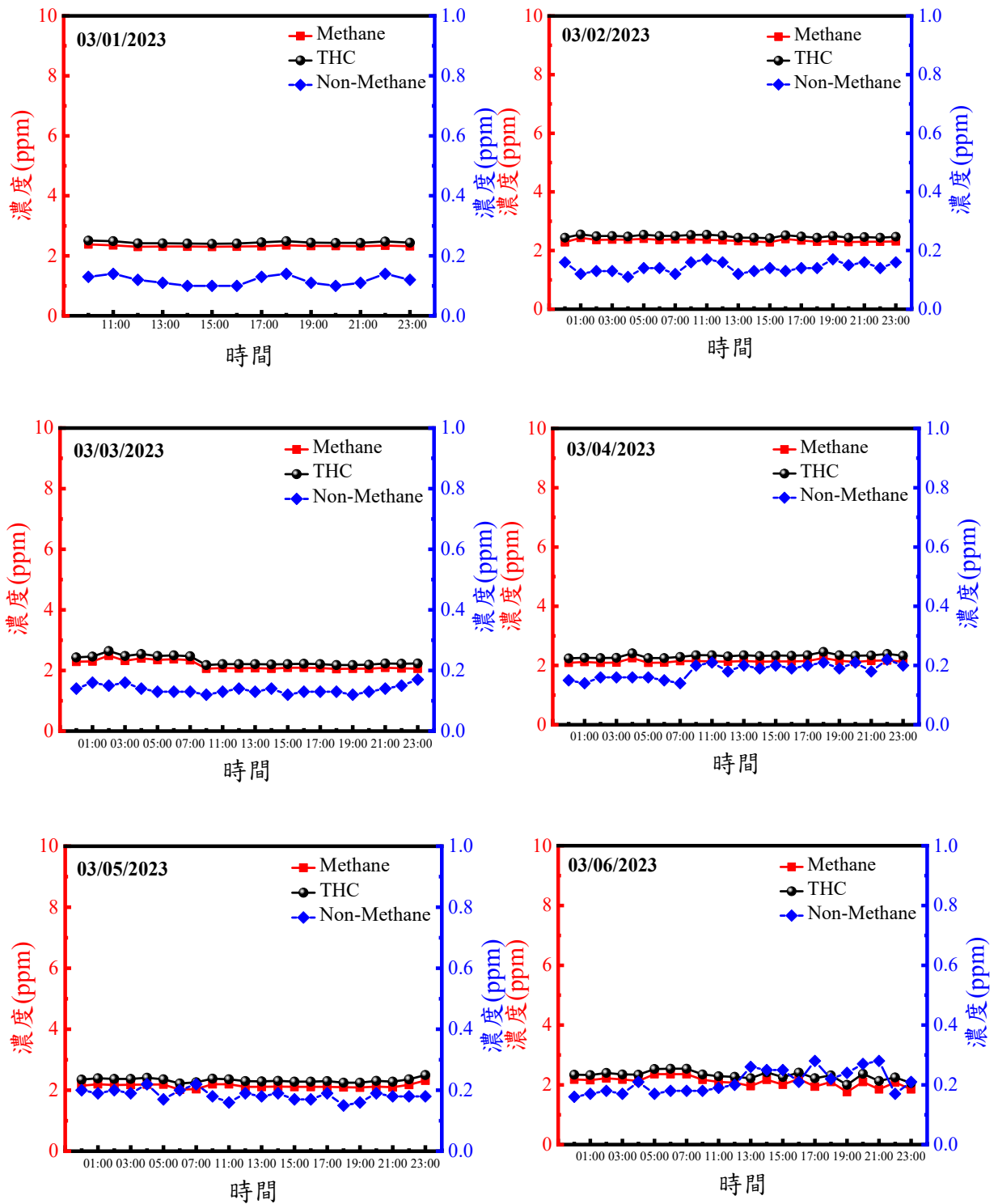


圖 6.2.5.1 2023/03 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

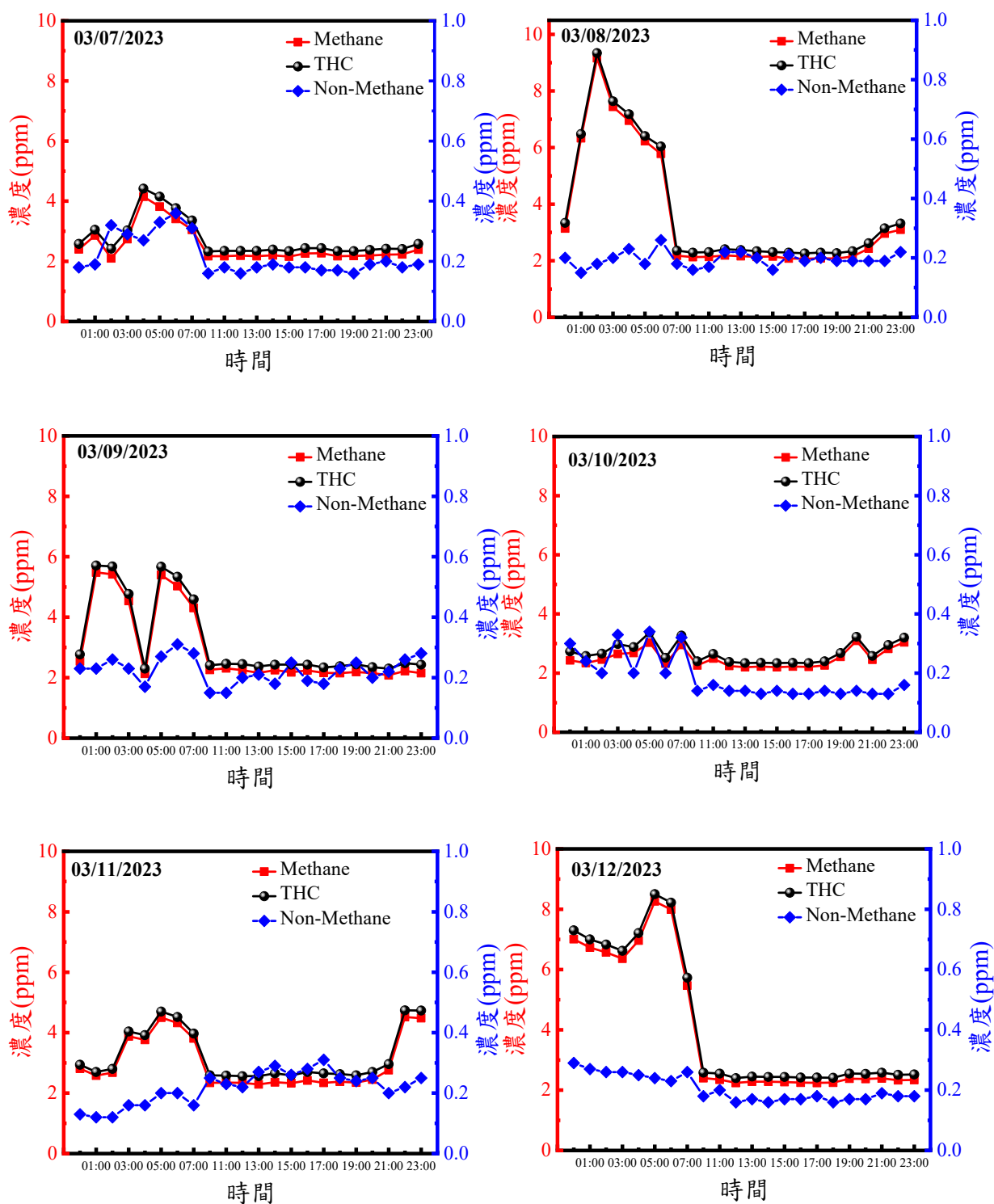


圖 6.2.5.2 2023/03 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

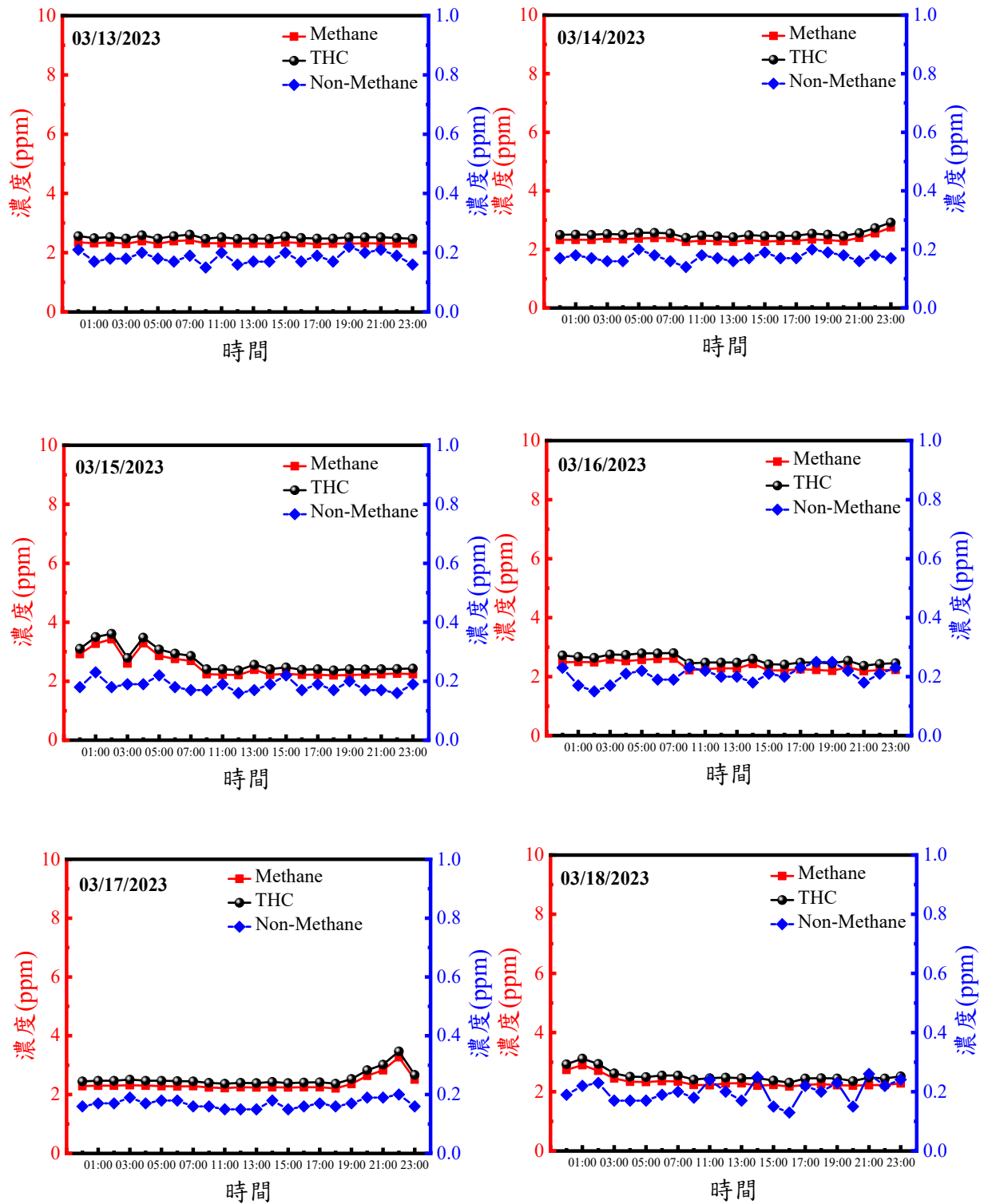


圖 6.2.5.3 2023/03 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

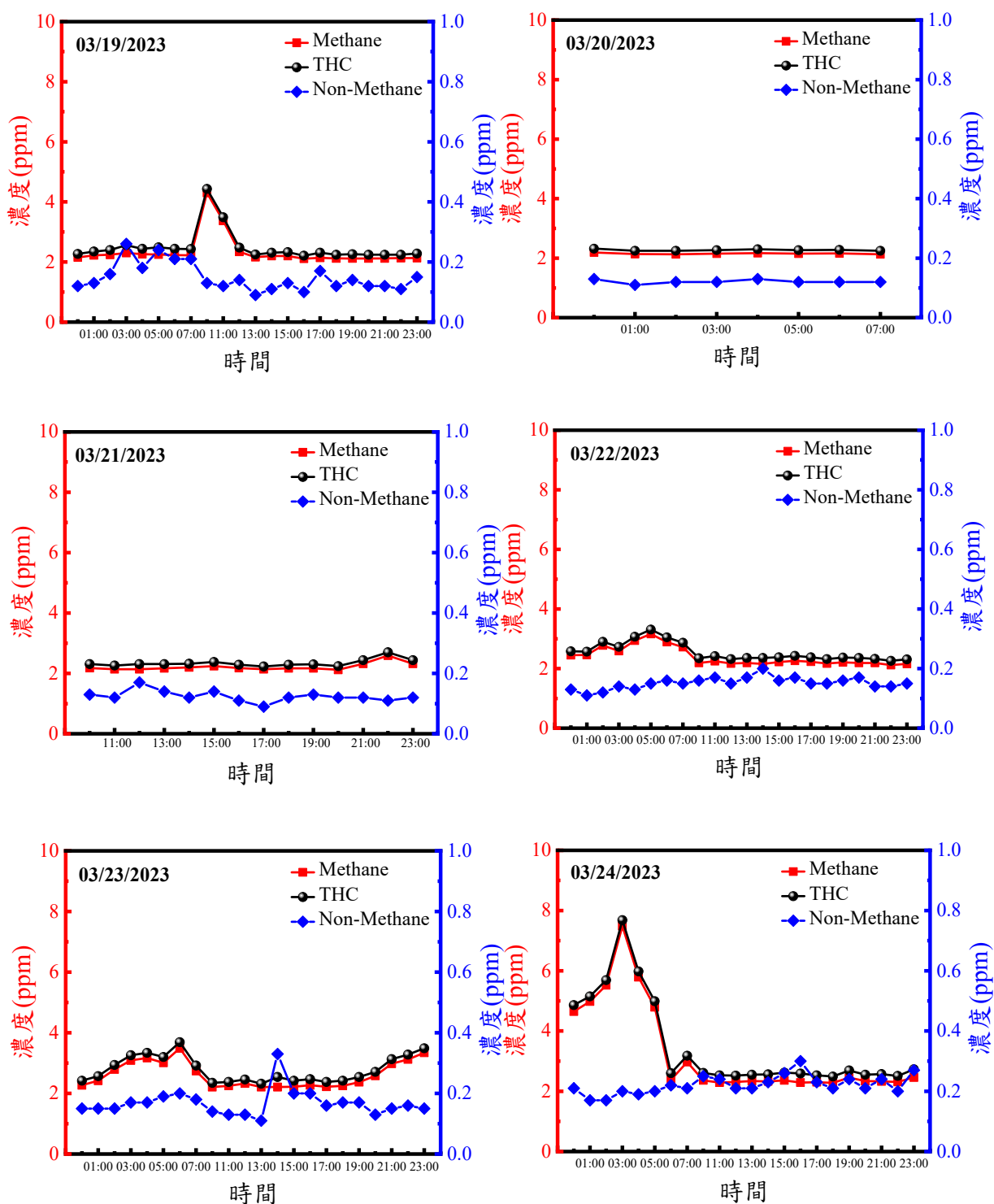


圖 6.2.5.4 2023/03 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

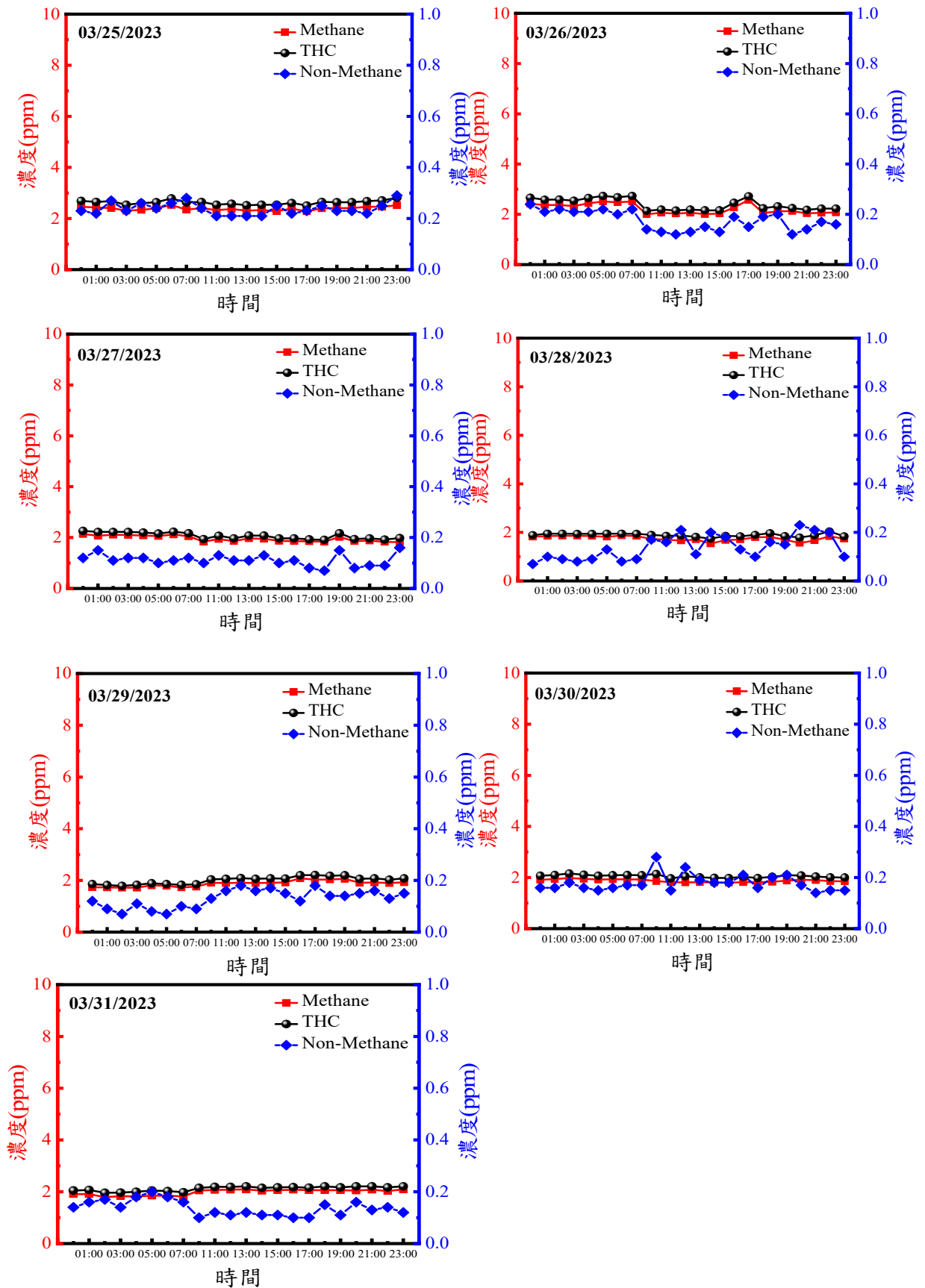


圖 6.2.5.5 2023/03 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

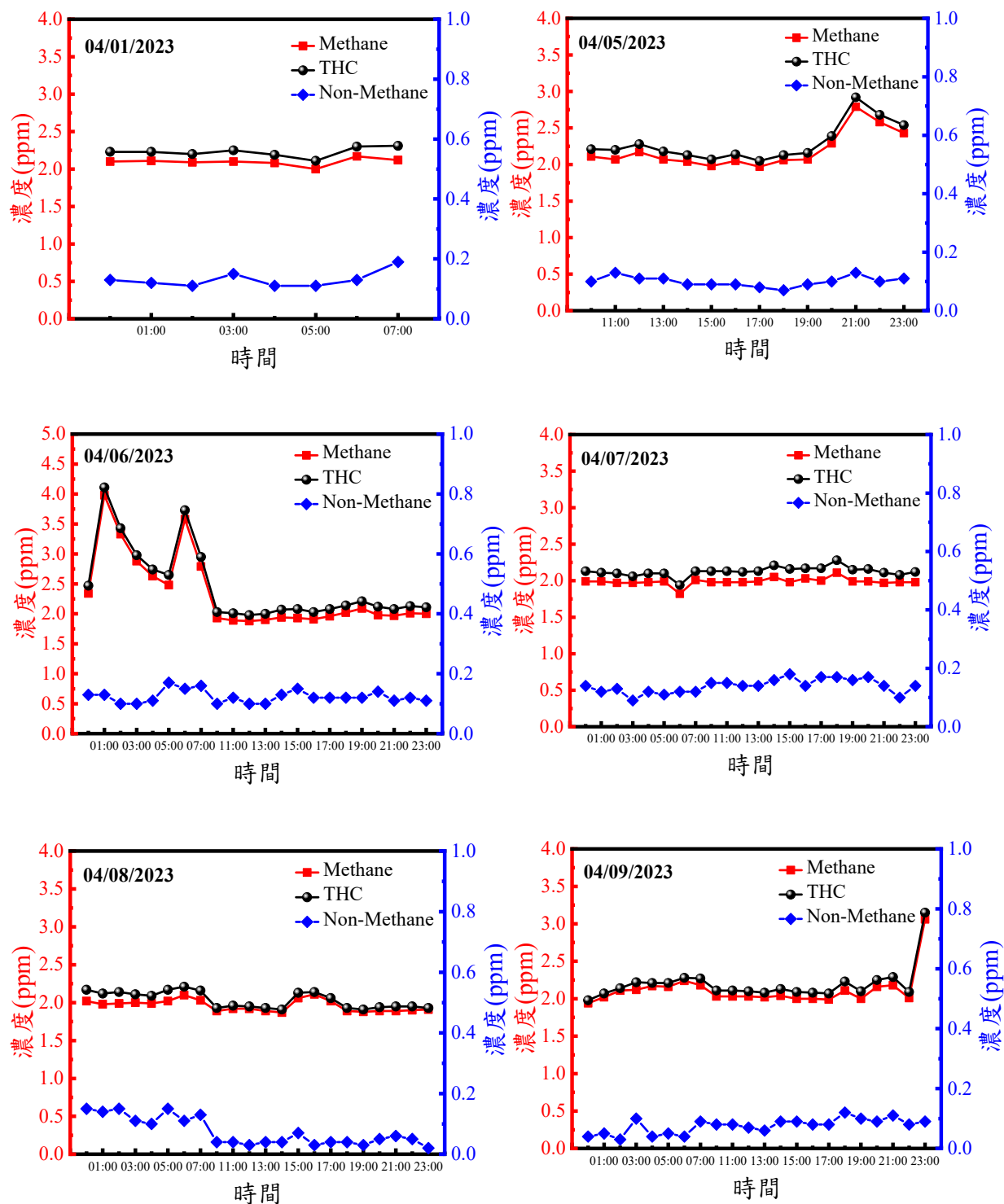


圖 6.2.6.1 2023/04 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

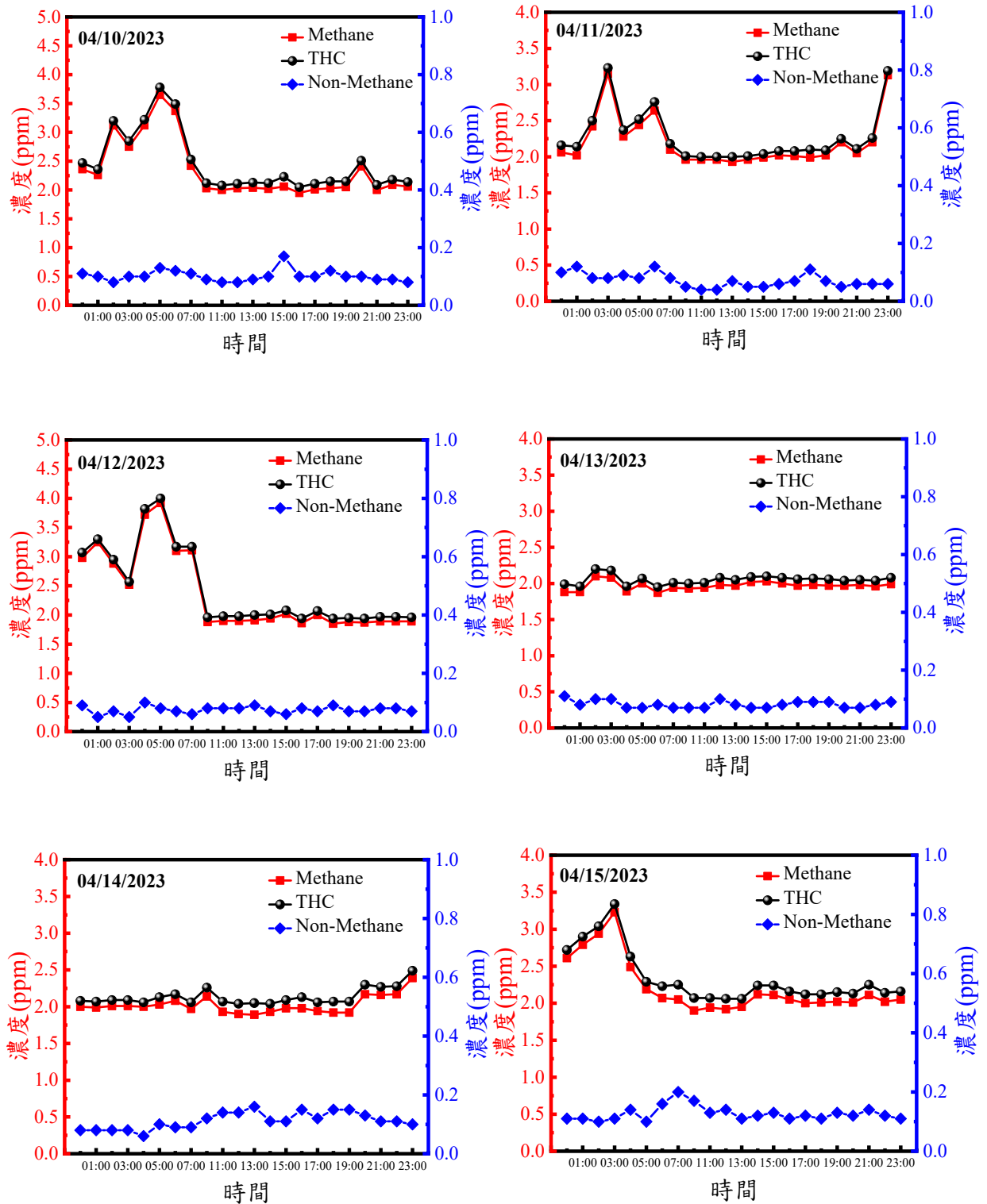


圖 6.2.6.2 2023/04 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

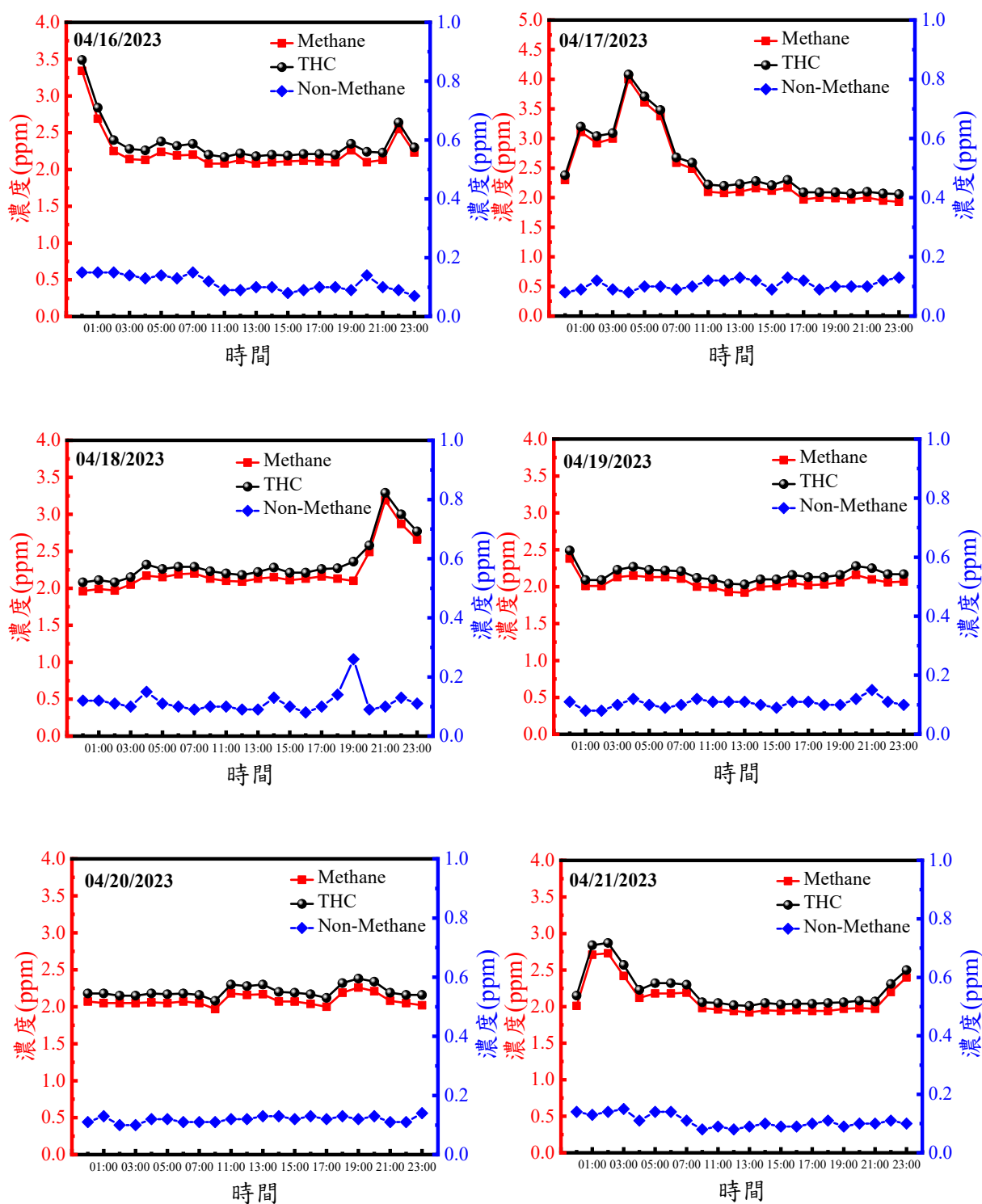


圖 6.2.6.3 2023/04 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

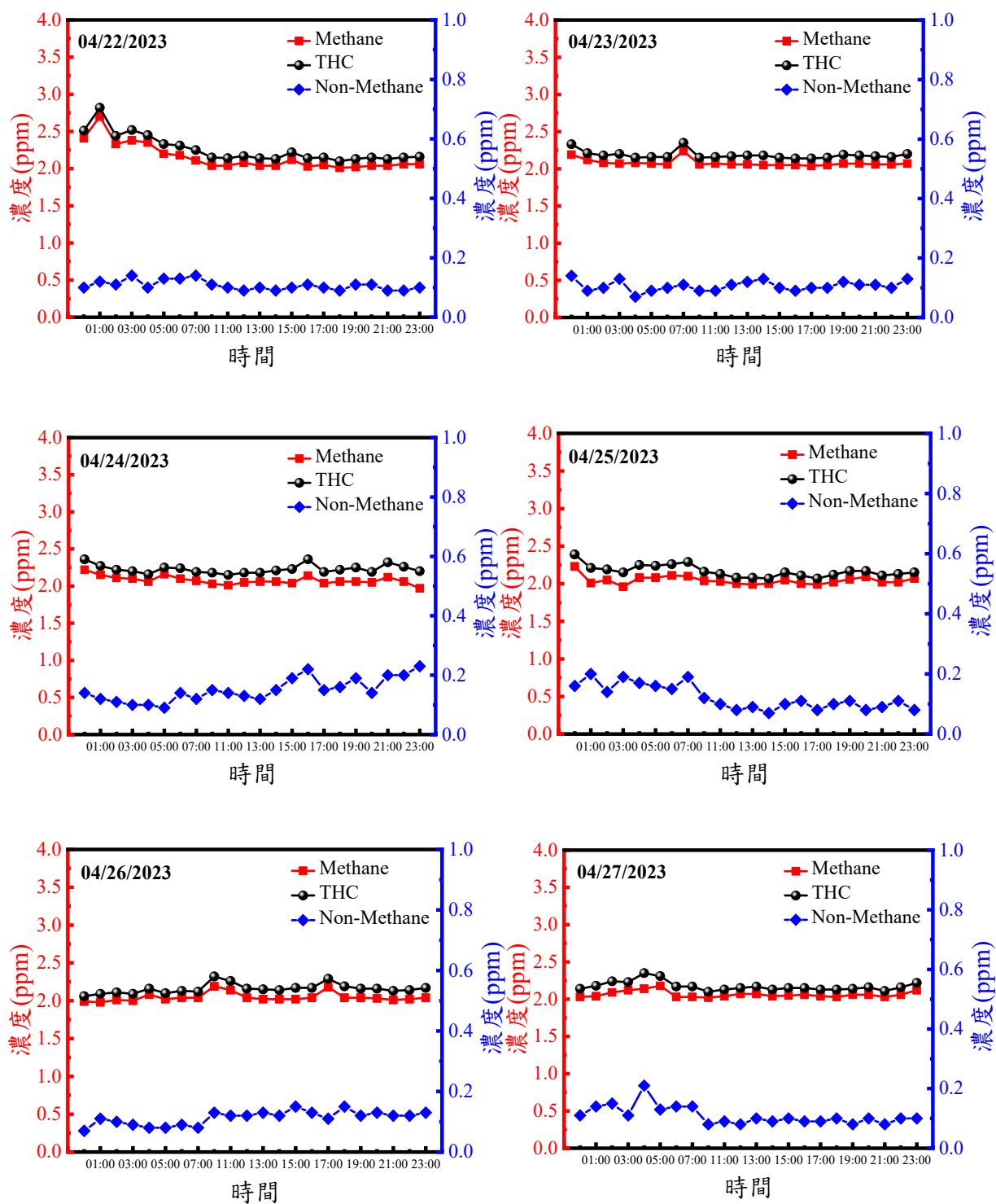


圖 6.2.6.4 2023/04 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

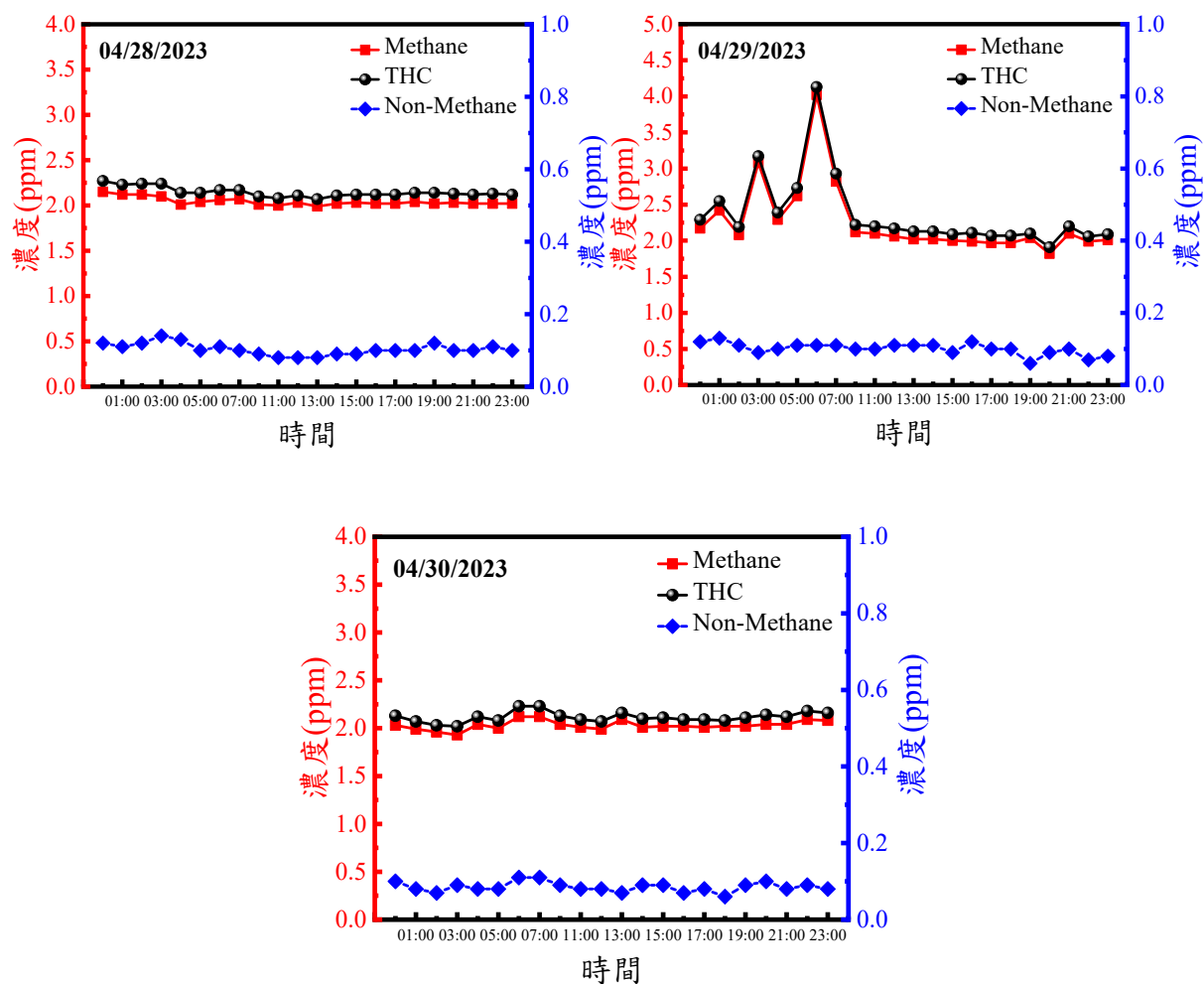


圖 6.2.6.5 2023/04 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

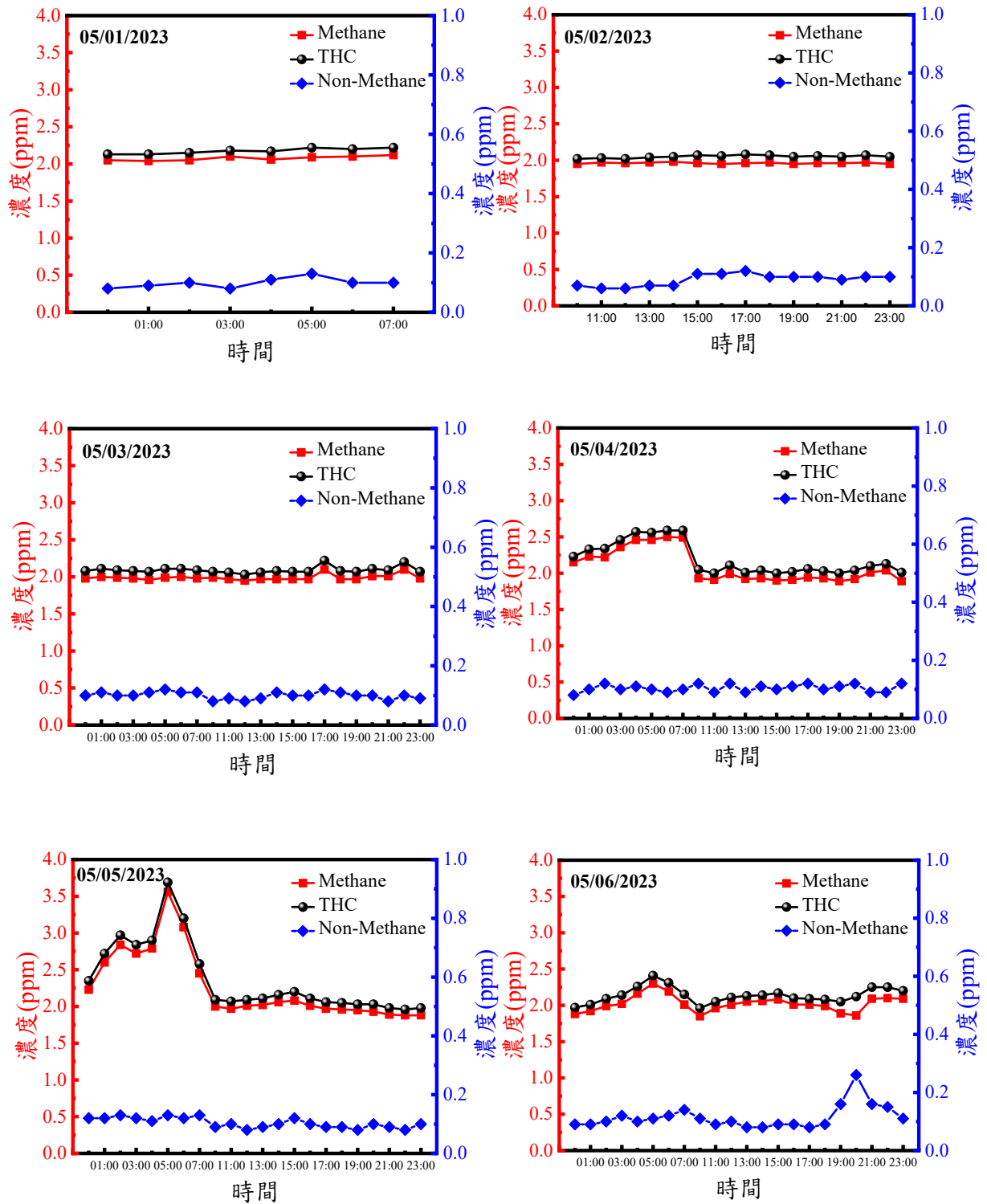


圖 6.2.7.1 2023/05 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

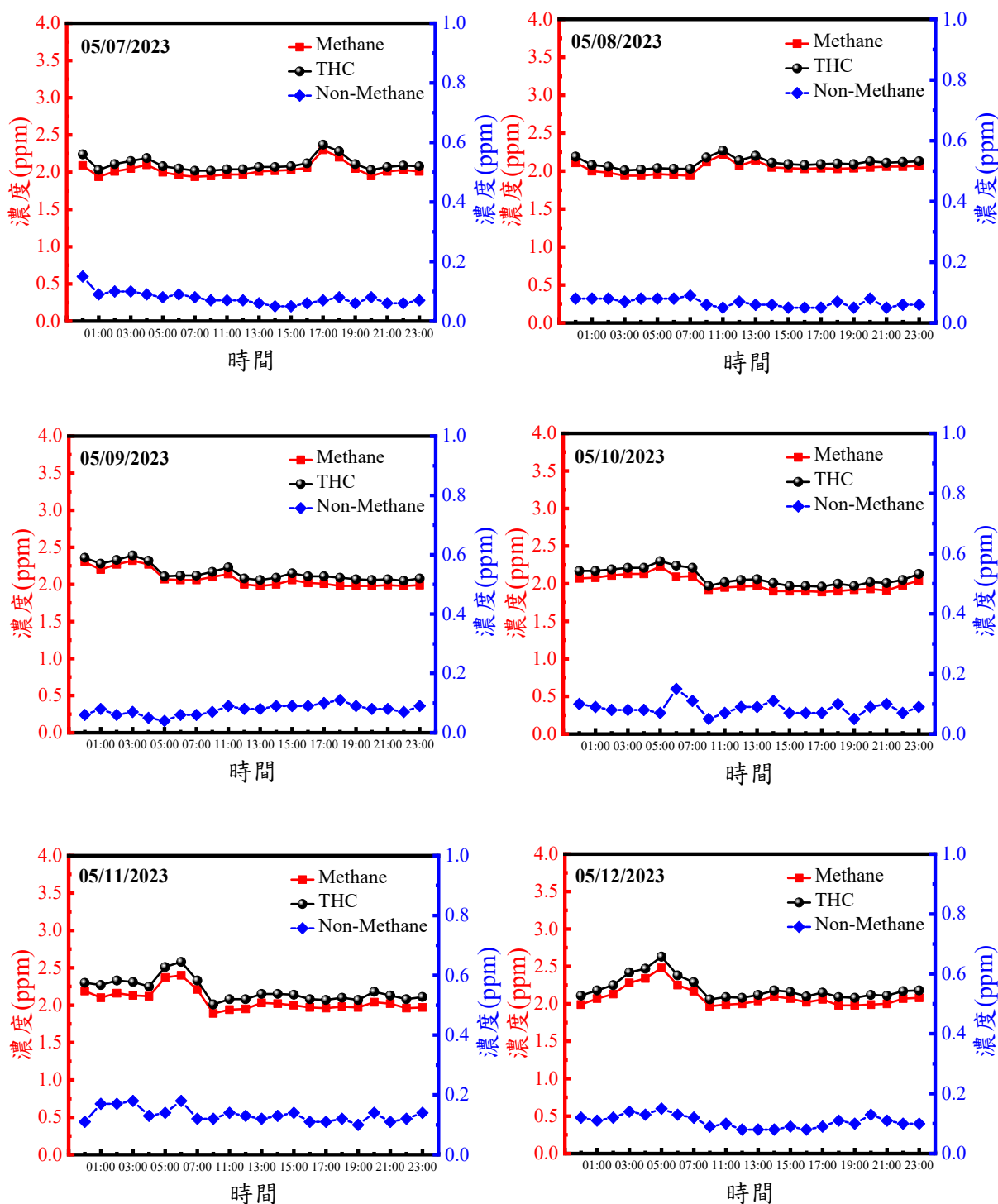


圖 6.2.7.2 2023/05 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

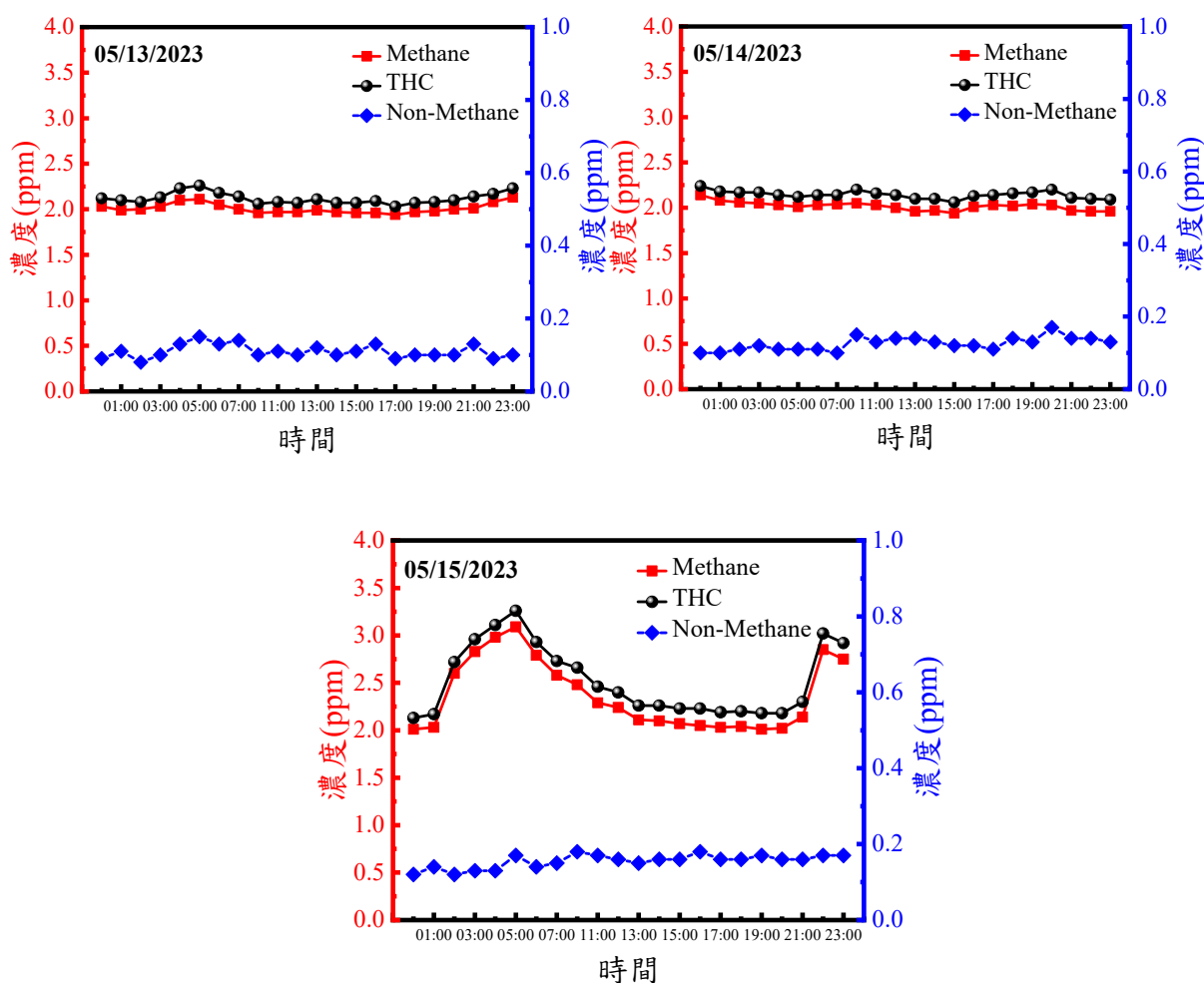


圖 6.2.7.3 2023/05 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

綜整上述對雲林縣離島式麥寮工業區之環境周界甲烷與非甲烷濃度監測，其每日 22 小時連續監測結果可知甲烷與非甲烷濃度在不同時段之變化，其中以 112 年 3 月 7 日至 12 日每日甲烷濃度變化量最為顯著，將就此時段與環保署麥寮監測站分析結果作比測分析，同時進一步統計分析甲烷與非甲烷最大日、最小日和日平均值濃度值之變化趨勢與最高發生機率之時段作解析。

● 3 月期間甲烷與非甲烷分析結果與麥寮測站比測分析

本計畫固定連續採樣系統於 112 年 3 月 7 日至 12 日期間中甲烷和非甲烷有偏高的情形，故進一步將本計畫所建置測站與麥寮測站相互比對之間甲烷和非甲烷相關性解析，在此麥寮測站監測資料來源為環保署總碳氫化合物和非甲烷碳氫化合物所監測資料經整理和彙整，圖 6.2.8 為麥寮測站在 112 年 3 月 7 日至 12 日連續監測所彙整數據，經結果顯示本計畫所建置測站與麥寮測站在甲烷濃度變化有相同趨勢，證實該期間空氣品質條件不佳且各方面濃度有偏高趨勢，從整體得知甲烷、總碳氫化合物和非甲烷濃度趨勢皆在凌晨至早上（0:00～07:00）和晚上（19:00～23:00）兩時段中發生，而在早上（07:00～12:00）和下午（13:00～18:00）時段較少發生，此外在麥寮測站連續監測中發現最大濃度發生於 3 月 12 日早上時段（07:00）THC 和 CH₄ 具有偏高濃度為 5.90 ppm 和 5.81 ppm，而在 3 月 12 日上午時段後 THC、CH₄ 和 NMHC 監測資料逐漸下降且皆保持穩定趨於平緩趨勢，在非甲烷則是最高濃度值是發生於 3 月 11 日早上時段（07:00）為 0.25 ppm，則在觀察到本計畫測站 3 月 12 日的 THC 和 CH₄ 濃度變化皆相似趨勢，在 3 月 13 日後 THC、CH₄ 和 NMHC 各監測值趨於平緩保持穩定現象(如圖 6.2.9)，經兩測站所監測資料得知本計畫所監測物種濃度值都具有相同趨勢，此外，因地理位置不同及大氣條件變化，將導致污染物所傳輸方向與濃度將也有所差異。

為了解 3 月份污染事件日甲烷與 THC 在凌晨 1:00~3:00 濃度從 2ppm 上升至 8ppm，進一步分析其可能成因，由圖 6.2.10 實驗室過去彙整本測站附近之周界環境畜牧業地理分布概況，可進一步解析傳輸可能來源，且經由 3 月分風向統計得知，整體 3 月份風向皆以北北東

風為主，由圖 6.2.10 可知本計畫所建置測站北-東方向與周界環境畜牧業地理分布至少有 10 幾處養豬戶飼養豬隻至少上萬頭豬隻相鄰，推測三月份甲烷與 THC 濃度在凌晨上升趨勢成因，受方向北北東且大多於凌晨至早上時段（0:00～07:00）和晚上時段（19:00～23:00），且經本計畫測站統計出 3 月 7 日至 12 日兩時段風速介於 0.5～2.0m/s 之間風速低，又因低風速和夜間混和層高度較低導致空氣流動不頻繁，大氣擴散條件不佳不易擴散，而造成周界環境甲烷濃度值具有偏高情形，且另外觀察本計畫測站在 3 月 13 日 THC、CH₄ 和 NMHC 濃度皆為平緩趨勢，可歸因於當日整體風速較快，在凌晨至早上時段（0:00～07:00）和晚上時段（19:00～23:00）分別風速平均為 11.80 和 7.08 m/s，因風速較大在空氣流動較為頻繁，導致周界污染物易於擴散不會呈現污染物累積之現象，且跟趨勢與麥寮測站物軟濃度值一致，總結可歸因於此期間因風速改變、夜間混和層高度和空氣對流與回流情形等因素，導致畜牧業甲烷傳輸累積在測站周界環境，才具有甲烷濃度值偏高情形。

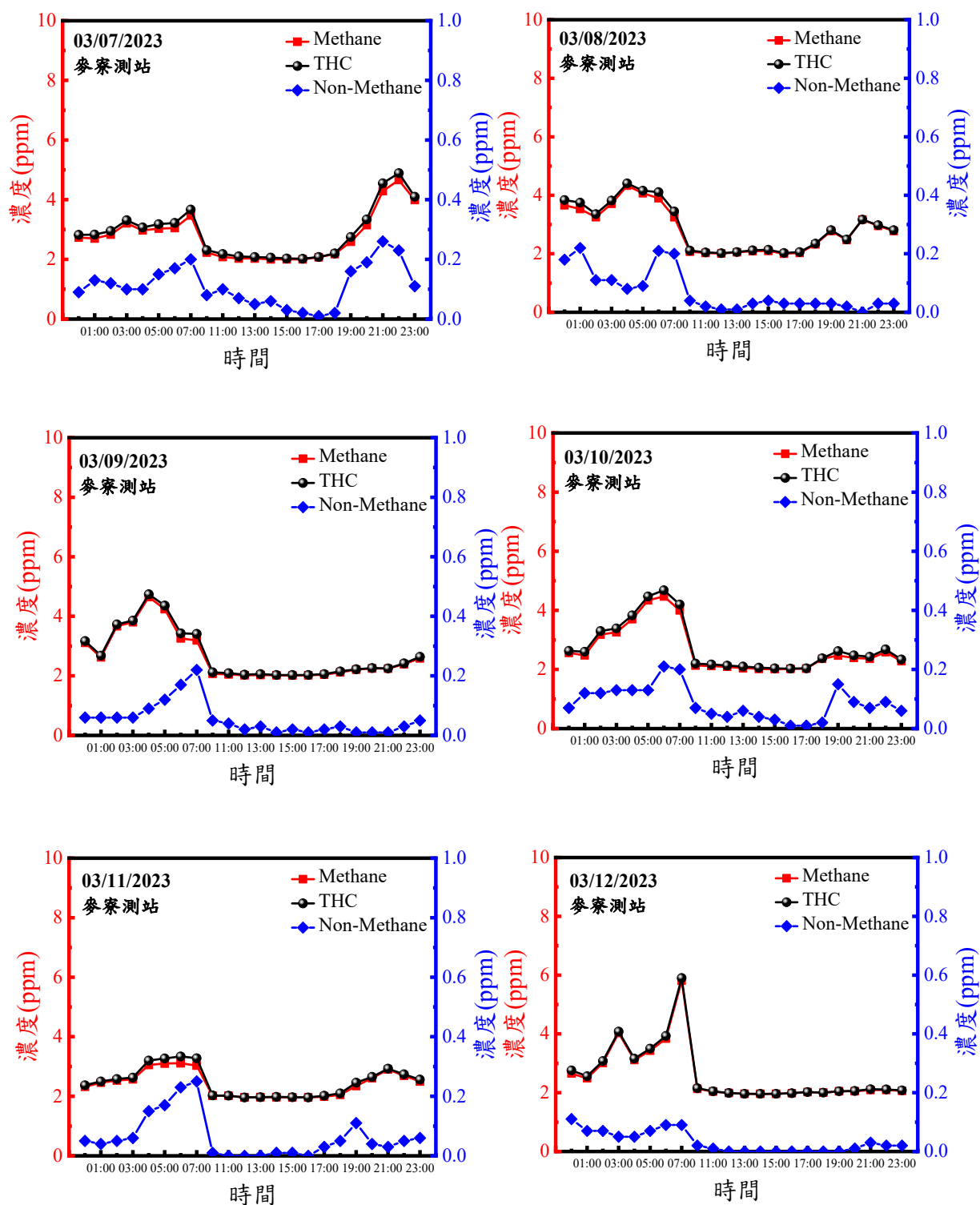


圖 6.2.8 112 年 3 月 7 日至 12 日之麥寮測站甲烷、總碳氫化合物和非甲烷監測數據（資料來源：環保署麥寮測站監測數據）

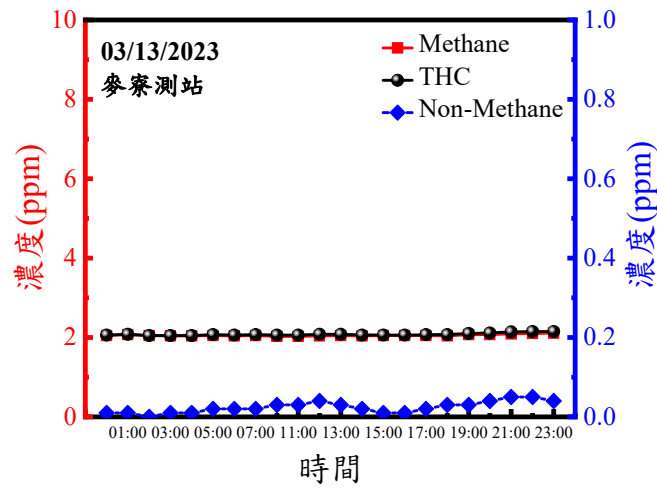


圖 6.2.9 112 年 3 月 13 日之麥寮測站甲烷、總碳氫化合物和非甲烷
監測數據（資料來源：環保署麥寮測站監測數據）

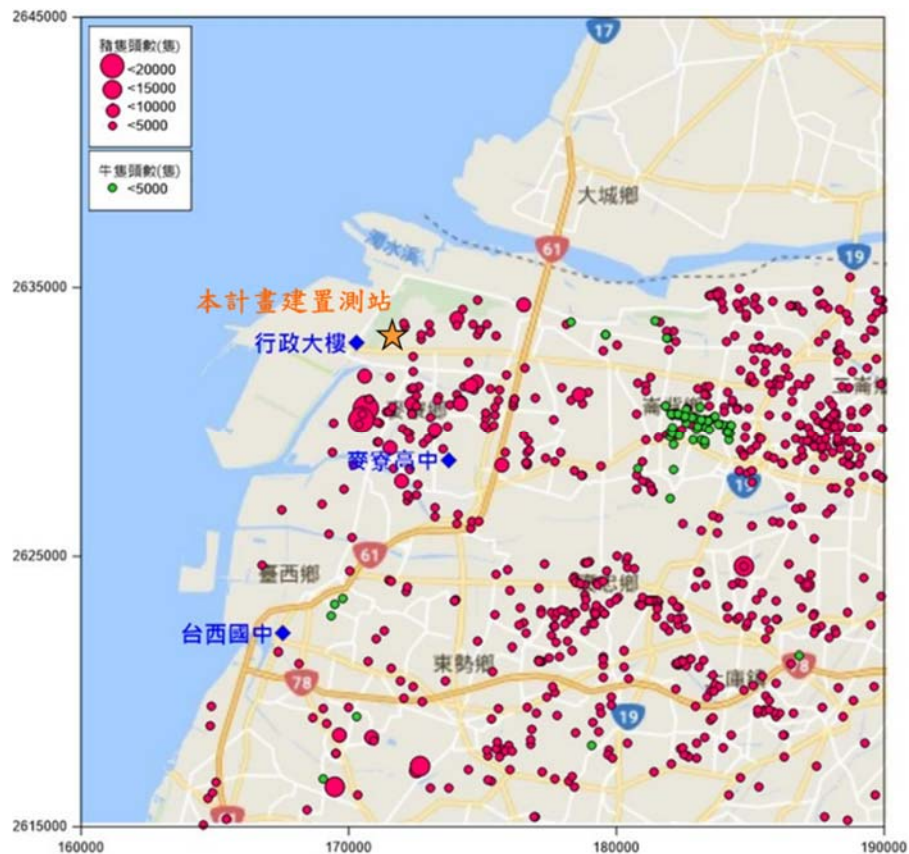


圖 6.2.10 本計畫建置測站與畜牧業地理分佈情形

- 甲烷與非甲烷最大日、最小日和日平均值濃度值之變化趨勢

本計畫經建置固定連續採樣系統完成後，進一步統計分析連續採樣監測數據之甲烷和非甲烷最小日、最大日和日平均值濃度趨勢，由圖 6.2.11 顯示整體監測甲烷濃度變化得知多數日平均值小於 2.5 ppm，其中甲烷濃度大於 3 ppm 僅出現在 1 月 14 日、3 月 8 日、9 日 12 日及 24 日共出現五日，其又以 3 月 12 日甲烷日平均濃度最高達 4 ppm，主要出現凌晨至早上時段，此時段主因大氣混合層低且風速低於其他時段使得大氣擴散不易有累積效應所致。

在非甲烷濃度監測統計分析方面，由圖 6.2.12 顯示日平均值非甲烷濃度範圍 0.1 ~ 0.26 ppm，此採樣監測分析結果與經濟部工業局「雲林離島式基礎工業區麥寮區環境監測中心設置計畫」111 年度成果報告作比對，顯示非甲烷年年平均濃度值介於 0.03~0.27ppm 之趨勢相符合。另由趨勢圖走勢解析在 1 月中非甲烷平均濃度逐漸上升後在遞減，顯示與工業活動有關係，因春節 1 月 21 至 29 日國定假日期間非甲烷平均濃度低於 0.1 ppm。

此外，為確認甲烷和非甲烷主要排放發生之時段，將每日監測最大濃度值統計為大值發生時段，掌握當地周界環境之空氣污染物影響，圖 6.2.13 統計結果顯示甲烷最大濃度值發生時段為半夜、晚、上午與下午分別為 35 %、28 %、24%與 13 %，顯示下午時段出現甲烷最大濃度值機率低，而非甲烷之監測最大濃度發生時段與甲烷類似，最大濃度值發生時段多為半夜 36 %，其次為晚上 32 %，有此得知甲烷和非甲烷主要發生時段皆為凌晨和晚上時段，從大氣條件可得知因夜間大氣混和層較低使在大氣中污染物不易擴散，所導致甲烷和非甲烷在此時段有最大濃度發生現象，此外本計畫將以每日監測異常濃度值之樣品會進

行 29 種有害空氣污染物值分析釐清，將在 6.3 小節中探討樣品之有害空氣污染物種類，解析在有害空氣污染物最大貢獻之物種。

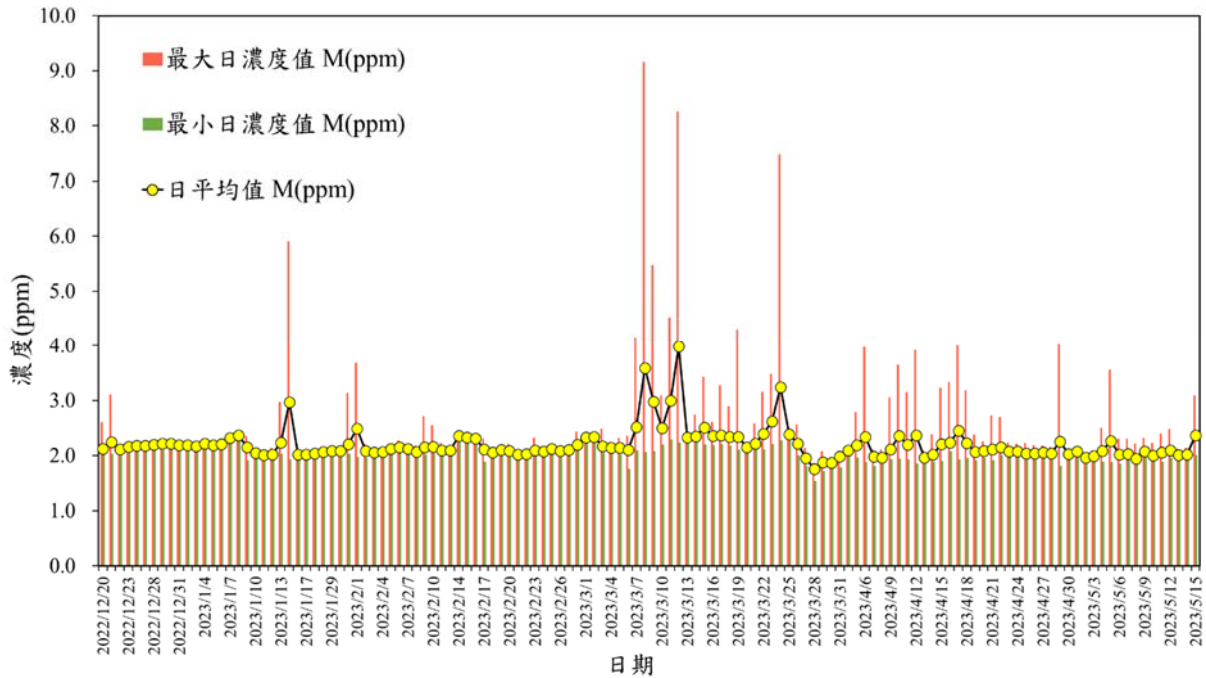


圖 6.2.11 甲烷之最大日、最小日和日平均值濃度值之變化趨勢

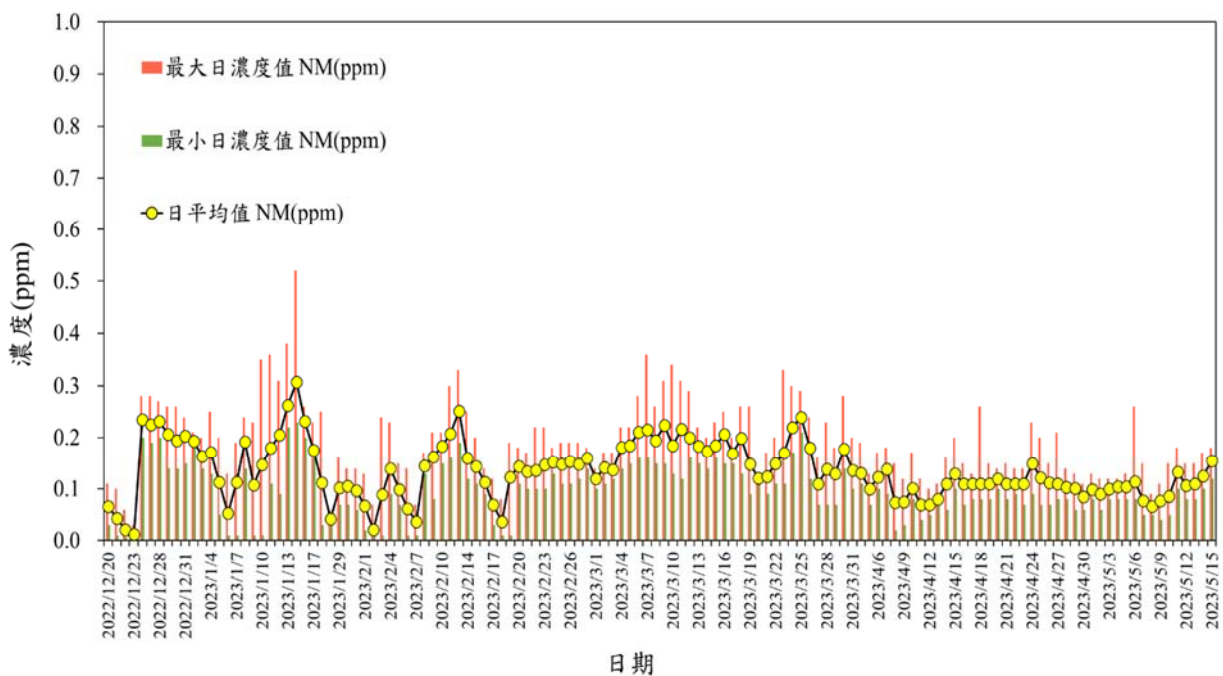


圖 6.2.12 非甲烷之最大日、最小日和日平均值濃度值之變化趨勢

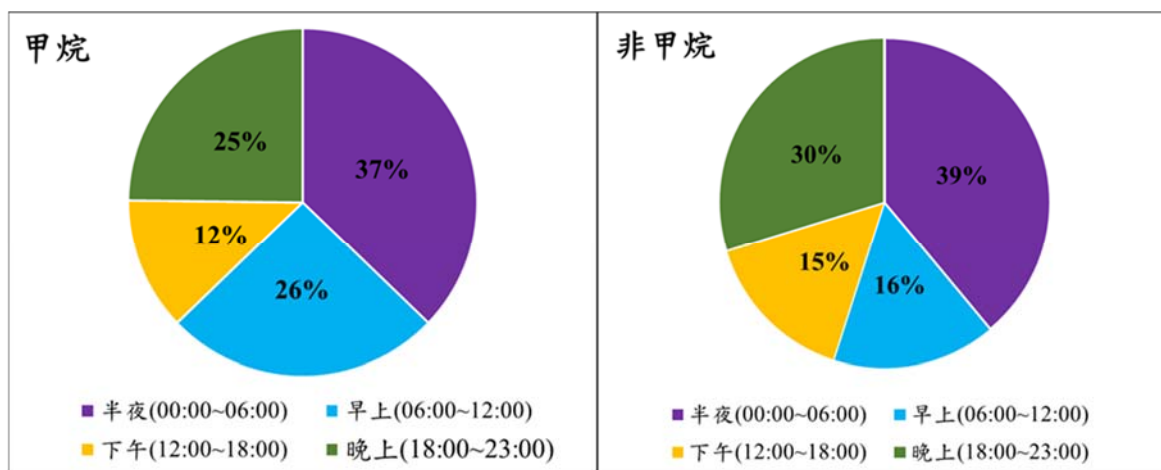


圖 6.2.13 甲烷 (左) 和非甲烷 (右) 之濃度最大發生時段

綜整本計畫設置於三盛林務固定式空氣品質採樣監測，以每日 22 小時連續監測，本計畫由 111 年 12 月 20 日開始採樣至 112 年 05 月 15 日止共完成 119 日採樣與 2,618 樣品採樣分析，經監測分析結果顯示在 112 年 3 月 7 日至 12 日前間甲烷與非甲烷濃度較其他月份日平均濃度偏高，此濃度變化趨勢與環保署麥寮監測分析結果有相同之趨勢，皆發生在夜間凌晨時段，透過氣象條件分析顯示此時段風速較低介於 0.5 ~ 2.0 m/s 之間，加上夜間凌晨時段大氣混合層高度較低，不利空氣污染物質擴散，在大氣混合層高度較低與低風速之共伴效應，容易導致污染物累積傾向所至。

整體甲烷與非甲烷月平均濃度監測結果由表 6.2.4 可知，甲烷平均月濃度值介於 2.07 ~ 2.42 ppm 之間，非甲烷平均月濃度值介於 0.10 ~ 0.17 ppm 之間。

表 6.2.4 甲烷與非甲烷月平均濃度值

日期	甲烷 (ppm)	非甲烷 (ppm)
111 年 12 月	2.19	0.14
112 年 1 月	2.18	0.15
112 年 2 月	2.14	0.13
112 年 3 月	2.42	0.17
112 年 4 月	2.16	0.11
112 年 5 月	2.07	0.10

6.3 氣相層析儀至少分析 29 種揮發性有機物質，至少分析 80 個樣本

本計畫於 111 年 12 月 20 開啟進行採樣截至 112 年 5 月 15 日共 119 天完成 2,618 樣品採樣，其中藉由非甲烷分析濃度找出當日最高濃度值進行 GC/MSD 29 種有害空氣污染分析，截至 112 年 5 月 15 日前，已分析 94 個樣品之 GC/MSD，如圖 6.3.1 至圖 6.3.5 所示，顯示出在各月份所分析有害空氣污染物之物種，經樣品分析可監測到氯甲烷、氯乙烯、1,3-丁二烯、正戊烷、丙酮、乙腈、二氯甲烷、己烷、氯仿、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、正庚烷、甲苯、辛烷、氯苯、乙苯、間/對二甲苯、鄰二甲苯、苯乙烯、異丙苯、1,3,5-三甲基苯及 1,2,4-三甲基苯等 23 種揮發性有機物，整體監測期間所測的物種之總濃度多數低於 50ppb 以下，然而在監測 VOCs 總濃度高於 50 ppb 之樣品，發現主要貢獻皆來自於丙酮和甲苯。

進一步解析丙酮和甲苯兩種貢獻 VOCs 物種之可能污染來源，因本計畫建置測站地理位置靠近麥寮六輕工業區且採樣期間氣象條件中風向皆以北風、北北東風為主要，而容易使污染物擴散至該測站周皆環境中，則在連續採樣期間丙酮和甲苯皆為主要有害空氣污染物種，從表 6.1.1 有害空氣污染物種表得知丙酮和甲苯皆為麥寮六輕工業區可能排

放來源物種，為了解析污染物來源從環保署麥寮六輕離島式基礎工業區石化工業環境監測報告中 VOCs 監測物種製程得知，可能因六輕工業區製程程序所排放如甲基丙烯酸酯類化學製造程序、2,2-雙(4-羥酚基)丙烷製造程序、環氧樹脂化學製造程序或酚類化學製造程序使用丙酮溶劑來源所致；而在甲苯污染物種可能排放來源包含麥寮六輕工業區固定污染源和汽機車所排放之揮發性有機物所貢獻，而在麥寮六輕工業區製程程序上可能排放為芳香烴製造程序、環氧樹脂化學製造程序和其他石油製品製造程序來源所致。

為了解連續監測期間採樣在每月所分析 29 種有害空氣物種中毒化物種類濃度，故將監測期間所分析樣品毒化物彙整於表 6.3.1 至表 6.3.5 所示，經本計畫統計可發現二氯甲烷、苯和乙苯為監測期間經常測得毒化物種類，則透過表 5.1.1 可知，二氯甲烷、苯和乙苯皆是第一批固定污染源種類和雲林離島式基礎工業區可能排放物種，其污染物擴散途徑可能來至麥寮六輕工業區製程端與製造程序中所排放擴散所導致，而其他毒化物種類屬於較少測得之物種，而其毒化物種類皆可能來至麥寮六輕工業區製程端排放所致，其中在監測期間分析中皆無顯示丙烯腈物種，此外將每月毒化物平均濃度值如表 6.3.6 所示，可發現在毒化物種類月平均濃度值多數保持在 2.5 ppb 以下，另外得知毒化物種類氯乙烯、1,3-丁二烯、乙腈、二氯甲烷、丙烯腈、苯、1,2-二氯乙烷、氯苯、乙苯和異丙苯之周界環境排放標準為 40、50、800、200、27、80、150、1500 和 1000 ppb，顯示出本計畫在連續採樣監測之樣品中，所測得之毒化物種類皆低於周界環境排放標準皆符合揮發性有機物排放標準。

針對本計畫每月進行 29 種有害空氣物種濃度監測結果，進一步分為酮、烷類、芳香烴類及烯類且利用加總正規化方式評估四大類物種所佔比趨勢，由圖 6.3.6 至圖 6.3.10 可知 112 年 1 月、2 月與 5 月份所監測有害空氣污染物以芳香烴類與烷類居多，112 年 3 月與 4 月則趨向有害空氣污染物趨向於酮類佔比較高其次為烷類與芳香烴類，此外，在四大類物種分析中發現 112 年 4 月 18 日與 5 月 6 日出現烯類異常偏高主要污染物為 1,3-丁二烯，其濃度分別為 10.15 ppb 與 7.77 ppb 尚低於周界環境排放標準 50 ppb 以內。

表 6.3.1 本計畫測站一月監測期間之毒化種類濃度值

單位：ppb

監測時間	氯 乙 烯	1,3- 丁 二 烯	乙 腈	二 氯 甲 烷	丙 烯 腈	苯	1,2- 二 氯 乙 烷	氯 苯	乙 苯	異 丙 苯
2023/1/3 19:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.53	N.D.	1.44	0.49	N.D.	1.17	N.D.
2023/1/3 19:00-1	N.D.	N.D.	N.D.	0.54	N.D.	1.28	0.49	N.D.	1.15	N.D.
2023/1/4 12:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.64	N.D.	1.42	N.D.	N.D.	1.16	N.D.
2023/1/14 12:00-1	N.D.	N.D.	N.D.	0.37	N.D.	1.77	0.50	N.D.	1.21	N.D.
2023/1/6 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.57	N.D.	1.18	N.D.	N.D.	1.13	N.D.
2023/1/7 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.04	N.D.	1.15	0.50	1.11	1.16	N.D.
2023/1/8 00:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.31	N.D.	1.35	0.58	N.D.	1.10	N.D.
2023/1/9 03:00	N.D.	N.D.	N.D.	4.19	N.D.	1.26	0.50	N.D.	1.11	N.D.
2023/1/9 3:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.50	N.D.	1.55	N.D.	N.D.	1.28	1.85
2023/1/10 12:00	N.D.	N.D.	N.D.	2.37	N.D.	1.30	N.D.	N.D.	1.17	N.D.
2023/1/11 00:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.01	N.D.	1.06	N.D.	1.16	1.27	2.13
2023/1/12 08:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.86	N.D.	1.01	N.D.	1.21	1.39	2.62
2023/1/13 00:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.99	N.D.	1.42	N.D.	N.D.	1.31	1.84
2023/1/13 00:00-1	N.D.	N.D.	N.D.	1.58	N.D.	1.55	0.54	N.D.	1.22	1.73

2023/1/14 16:00	N.D.	N.D.	5.73	1.78	N.D.	1.28	0.48	1.26	1.41	2.01
2023/1/14 17:00	N.D.	N.D.	2.16	1.10	N.D.	1.42	0.52	1.26	1.34	2.01
2023/1/18 15:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.85	N.D.	1.29	0.49	N.D.	1.16	N.D.
2023/1/30 00:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.46	N.D.	1.18	N.D.	1.13	1.19	2.03
2023/1/30 00:00-1	N.D.	N.D.	N.D.	0.98	N.D.	1.66	0.55	N.D.	1.28	2.02
2023/1/31 00:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.73	N.D.	1.35	N.D.	N.D.	1.21	1.79
MDL	0.18	0.15	0.19	0.16	0.28	0.21	0.15	0.20	0.23	0.08
備註: N.D. 表示低於偵測極限										

表 6.3.2 本計畫測站監測二月期間之毒化種類濃度值

單位：ppb

監測時間	氯 乙 烯	1,3- 丁 二 烯	乙 腈	二 氯 甲 烷	丙 烯 腈	苯	1,2- 二 氯 乙 烷	氯 苯	乙 苯	異 丙 苯
2023/2/1 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	2.11	N.D.	1.55	N.D.	N.D.	1.20	N.D.
2023/2/2 00:00	0.30	N.D.	N.D.	0.84	N.D.	1.73	N.D.	1.13	1.21	1.78
2023/2/2 20:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.58	N.D.	1.41	0.46	N.D.	1.21	1.93
2023/2/3 23:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.38	N.D.	1.30	0.58	N.D.	1.22	N.D.
2023/2/5 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.59	N.D.	1.17	0.57	N.D.	1.17	N.D.
2023/2/7 03:00	N.D.	N.D.	N.D.	3.69	N.D.	1.18	N.D.	N.D.	1.14	N.D.
2023/2/8 23:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.57	N.D.	1.09	N.D.	N.D.	1.13	N.D.
2023/2/10 17:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.28	N.D.	1.43	0.55	N.D.	1.2	N.D.
2023/2/12 01:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.63	N.D.	1.08	0.46	N.D.	1.10	N.D.
2023/2/15 23:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.55	N.D.	0.97	0.54	1.10	1.19	1.77
2023/2/16 23:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.78	N.D.	0.90	0.52	N.D.	1.16	N.D.
2023/2/17 23:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.70	N.D.	1.29	0.63	1.25	1.35	1.78
2023/2/19 02:00	N.D.	N.D.	5.93	1.13	N.D.	1.06	0.51	N.D.	1.18	N.D.
2023/2/22 02:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.66	N.D.	0.94	0.48	1.15	1.17	N.D.

2023/2/23 02:00	N.D.	N.D.	1.87	0.72	N.D.	1.02	0.56	N.D.	1.18	N.D.
2023/2/23 19:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.67	N.D.	1.08	0.59	1.12	1.22	N.D.
2023/2/25 04:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.02	N.D.	2.01	0.58	1.18	1.34	1.91
2023/2/26 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.96	N.D.	1.03	N.D.	1.22	1.27	1.76
2023/2/26 11:00	N.D.	N.D.	5.10	0.41	N.D.	0.88	0.49	N.D.	1.12	N.D.
2023/2/27 18:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.04	N.D.	1.02	N.D.	1.12	1.16	N.D.
MDL	0.18	0.15	0.19	0.16	0.28	0.21	0.15	0.20	0.23	0.08
備註: N.D. 表示低於偵測極限										

表 6.3.3 本計畫測站監測三月期間之毒化種類濃度值

單位：ppb

監測時間	氯 乙 烯	1,3- 丁二 烯	乙腈	二 氯 甲 烷	丙 烯 腈	苯	1,2- 二 氯 乙 烷	氯 苯	乙 苯	異 丙 苯
2023/3/5 16:00	N.D.	N.D.	1.36	1.12	N.D.	1.40	0.62	1.20	1.37	2.14
2023/3/7 02:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.76	N.D.	1.69	0.53	N.D.	1.18	N.D.
2023/3/7 06:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.75	N.D.	1.20	0.52	N.D.	1.16	N.D.
2023/3/8 06:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.58	N.D.	1.02	0.47	N.D.	1.25	1.77
2023/3/9 06:00	N.D.	N.D.	1.51	0.80	N.D.	1.16	0.6	1.12	1.26	1.72
2023/3/9 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.37	N.D.	1.15	0.5	N.D.	1.30	1.88
2023/3/10 03:00	0.01	N.D.	N.D.	0.98	N.D.	1.12	N.D.	1.10	1.19	N.D.
2023/3/10 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.25	N.D.	1.35	N.D.	N.D.	1.18	N.D.
2023/3/11 05:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.06	N.D.	1.05	N.D.	N.D.	1.16	N.D.
2023/3/11 06:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.10	N.D.	1.10	0.54	N.D.	1.16	N.D.
2023/3/11 17:00	0.71	N.D.	N.D.	0.68	N.D.	0.97	0.57	N.D.	1.15	N.D.

2023/3/12 00:00	N.D.	N.D.	2.24	0.87	N.D.	1.46	0.48	N.D.	1.28	1.72
2023/3/15 01:00	N.D.	N.D.	0.76	0.69	N.D.	1.02	0.53	1.12	1.18	N.D.
2023/3/16 00:00	N.D.	N.D.	1.93	0.94	N.D.	1.11	0.59	1.13	1.20	N.D.
2023/3/16 19:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.33	N.D.	0.95	0.53	N.D.	1.16	N.D.
2023/3/19 03:00	N.D.	N.D.	2.94	0.61	N.D.	0.81	N.D.	1.11	N.D.	N.D.
2023/3/23 06:00	N.D.	N.D.	1.00	0.61	N.D.	1.11	0.51	N.D.	1.18	N.D.
2023/3/23 14:00	N.D.	N.D.	1.96	0.79	N.D.	1.00	N.D.	1.13	1.17	N.D.
2023/3/24 16:00	N.D.	N.D.	2.05	0.98	N.D.	1.07	0.59	1.14	1.19	1.66
2023/3/26 19:00	N.D.	N.D.	4.00	0.84	N.D.	0.89	0.47	1.14	1.13	N.D.
2023/3/28 20:00	N.D.	N.D.	0.31	0.92	N.D.	1.01	0.54	1.12	1.16	N.D.
2023/3/30 22:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.89	N.D.	1.05	0.52	1.11	1.19	1.68
MDL	0.18	0.15	0.19	0.16	0.28	0.21	0.15	0.20	0.23	0.08
備註: N.D. 表示低於偵測極限										

表 6.3.4 本計畫測站監測四月期間之毒化種類濃度值

單位：ppb

監測時間	氯 乙 烯	1,3- 丁二 烯	乙腈	二 氯 甲 烷	丙 烯 腈	苯	1,2- 二 氯 乙 烷	氯 苯	乙 苯	異 丙 苯
2023/4/1 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.95	N.D.	1.04	0.54	1.11	1.17	N.D.
2023/4/6 05:00	N.D.	N.D.	4.27	0.82	N.D.	0.88	N.D.	1.25	1.26	1.99
2023/4/6 15:00	N.D.	N.D.	3.04	1.06	N.D.	1.68	0.56	1.24	1.46	2.31
2023/4/7 15:00	N.D.	N.D.	1.45	2.00	N.D.	1.05	0.63	1.14	1.2	N.D.
2023/4/9 03:00	N.D.	N.D.	3.37	0.94	N.D.	0.92	0.48	1.16	1.18	N.D.
2023/4/10 05:00	N.D.	N.D.	2.97	0.78	N.D.	1.06	N.D.	1.14	1.21	N.D.
2023/4/10 15:00	N.D.	N.D.	2.53	0.93	N.D.	0.85	0.48	1.13	1.12	N.D.
2023/4/11 18:00	0.5	N.D.	1.06	0.65	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	1.16	N.D.
2023/4/13 00:00	N.D.	N.D.	1.05	0.82	N.D.	0.90	N.D.	1.13	1.16	N.D.
2023/4/14 05:00	N.D.	N.D.	1.19	0.97	N.D.	0.85	N.D.	N.D.	1.11	N.D.
2023/4/15 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.65	N.D.	1.01	N.D.	1.11	1.14	N.D.
2023/4/15 10:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.79	N.D.	0.94	0.53	N.D.	1.14	N.D.
2023/4/16 20:00	N.D.	0.05	N.D.	1.20	N.D.	0.99	0.57	N.D.	1.12	N.D.
2023/4/18 19:00	N.D.	10.15	N.D.	0.65	N.D.	1.07	0.49	N.D.	1.11	N.D.
2023/4/19 21:00	N.D.	0.13	N.D.	0.49	N.D.	0.86	N.D.	N.D.	1.11	N.D.
2023/4/22 23:00	N.D.	N.D.	3.20	0.9	N.D.	0.98	N.D.	1.12	1.19	N.D.
2023/4/24 00:00	N.D.	N.D.	1.90	0.61	N.D.	0.83	N.D.	1.14	1.13	N.D.
2023/4/25 10:00	N.D.	N.D.	3.1	2.83	N.D.	1.2	0.63	1.54	1.53	2.6
2023/4/27 04:00	N.D.	N.D.	3.15	0.78	N.D.	1.03	0.51	1.16	1.17	N.D.
2023/4/29 01:00	N.D.	N.D.	1.50	6.31	N.D.	0.87	N.D.	N.D.	1.12	N.D.
MDL	0.18	0.15	0.19	0.16	0.28	0.21	0.15	0.20	0.23	0.08
備註: N.D. 表示低於偵測極限										

表 6.3.5 本計畫測站監測五月期間之毒化種類濃度值

單位：ppb

監測時間	氯 乙 烯	1,3- 丁二 烯	乙腈	二 氯 甲 烷	丙 烯 腈	苯	1,2- 二 氯 乙 烷	氯 苯	乙 苯	異 丙 苯
2023/5/1 05:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.59	N.D.	0.82	N.D.	1.10	N.D.	N.D.
2023/5/3 05:00	N.D.	N.D.	1.45	0.74	N.D.	0.79	1.05	1.11	N.D.	N.D.
2023/5/4 02:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.55	N.D.	0.83	N.D.	1.10	N.D.	N.D.
2023/5/5 05:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.59	N.D.	0.91	N.D.	1.11	1.08	N.D.
2023/5/6 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.40	N.D.	0.82	N.D.	1.10	N.D.	N.D.
2023/5/6 20:00	N.D.	7.77	0.98	0.60	N.D.	0.88	1.16	1.14	1.07	N.D.
2023/5/8 07:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.80	N.D.	0.85	N.D.	1.10	N.D.	N.D.
2023/5/9 01:00	N.D.	N.D.	1.64	0.83	N.D.	0.81	1.11	1.10	1.06	N.D.
2023/5/10 06:00	N.D.	N.D.	0.47	0.7	N.D.	0.96	1.24	1.14	1.10	N.D.
2023/5/11 06:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.58	N.D.	0.97	0.97	1.11	1.06	N.D.
2023/5/12 05:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.47	N.D.	0.81	N.D.	1.10	N.D.	N.D.
2023/5/13 05:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.66	N.D.	0.82	N.D.	1.09	N.D.	N.D.
2023/5/13 21:00	N.D.	N.D.	N.D.	0.89	N.D.	0.83	N.D.	N.D.	1.05	N.D.
2023/5/15 05:00	N.D.	N.D.	N.D.	1.04	N.D.	0.89	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
MDL	0.18	0.15	0.19	0.16	0.28	0.21	0.15	0.20	0.23	0.08
備註: N.D. 表示低於偵測極限										

表 6.3.6 監測期間之各月份毒化物種類月平均濃度值

月份	毒化物各物種月平均濃度值 (ppb)									
	氯乙 烯	1,3- 丁二 烯	乙腈	二氯 甲烷	丙烯 腈	苯	1,2- 二氯 乙烷	氯苯	乙苯	異丙 苯
1 月	N.D.	N.D.	3.95	1.12	N.D.	1.35	0.51	1.19	1.22	2.00
2 月	N.D.	0.86	4.30	1.07	N.D.	1.21	0.54	1.16	1.20	1.82
3 月	0.36	0.07	1.83	0.91	N.D.	1.12	0.54	1.13	1.20	1.80
4 月	0.50	2.60	2.41	1.26	N.D.	1.00	0.54	1.18	1.19	2.30
5 月	N.D.	7.77	0.78	0.67	N.D.	0.86	1.11	1.11	1.07	N.D.
MDL	0.18	0.15	0.19	0.16	0.28	0.21	0.15	0.20	0.23	0.08
備註: N.D. 表示低於偵測極限										

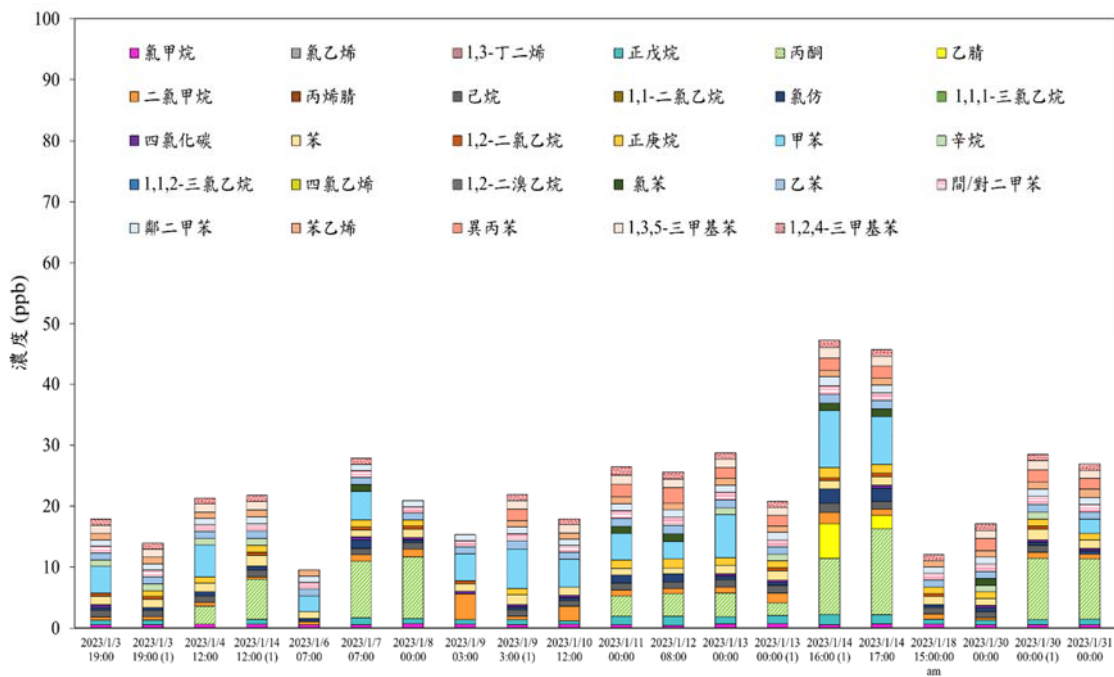


圖 6.3.1 112 年 1 月份 GC-MS 29 種有害空氣污染物之物種分析

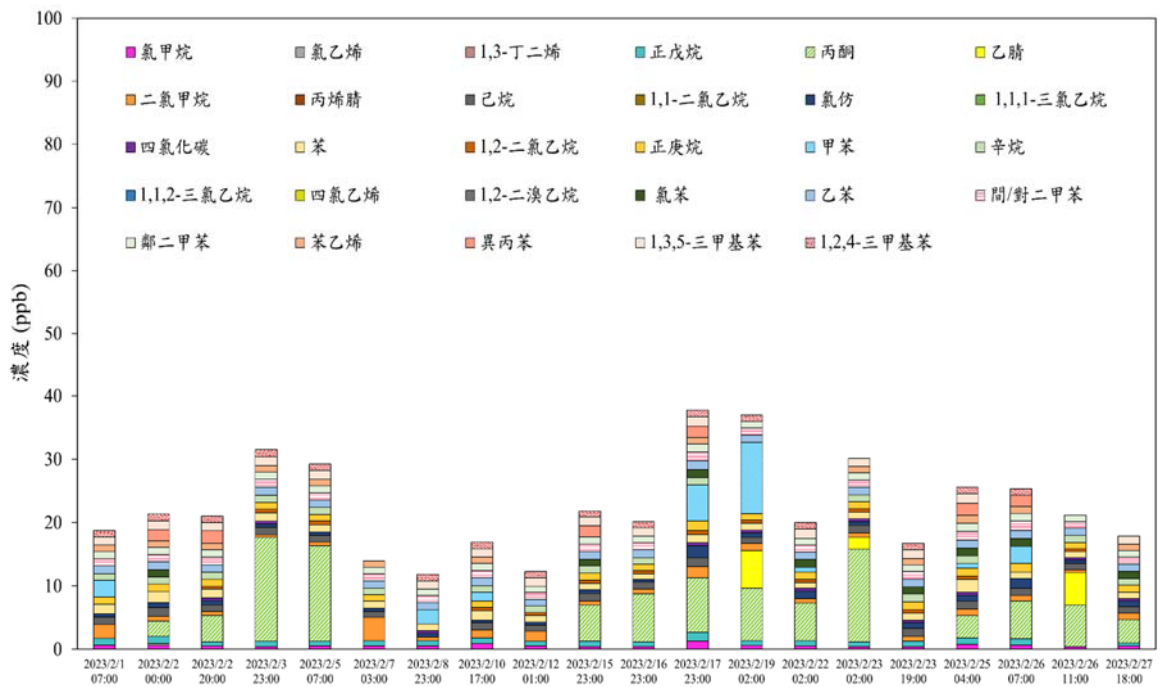


圖 6.3.2 112 年 2 月份 GC-MS 29 種有害空氣污染物之物種分析

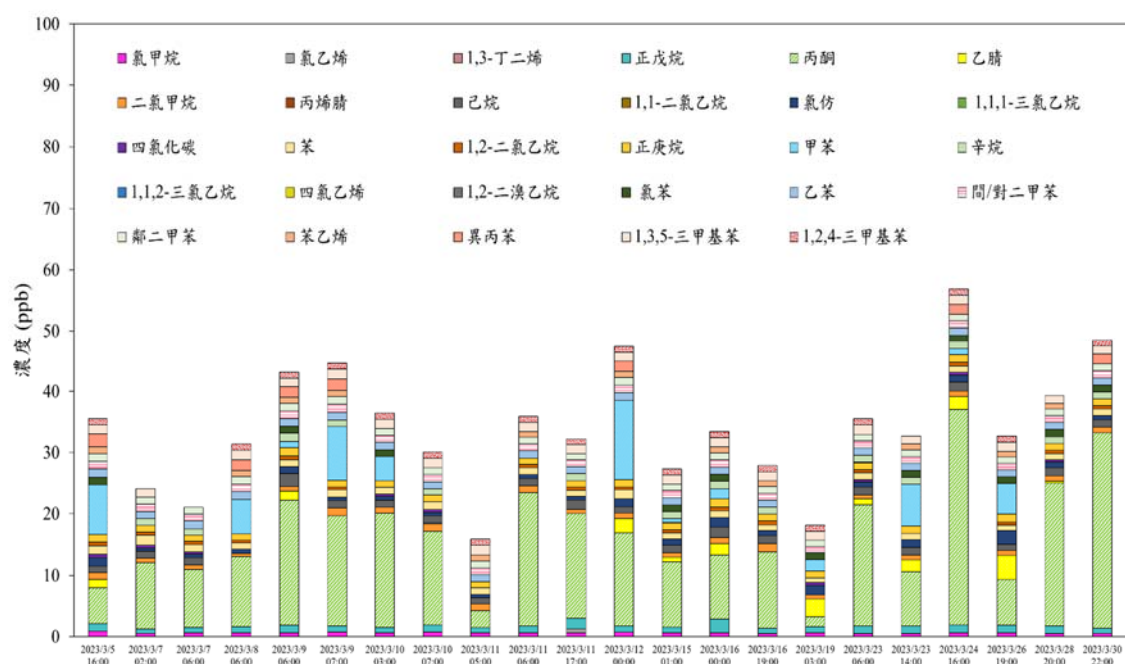


圖 6.3.3 112 年 3 月份 GC-MS 29 種有害空氣污染物之物種分析

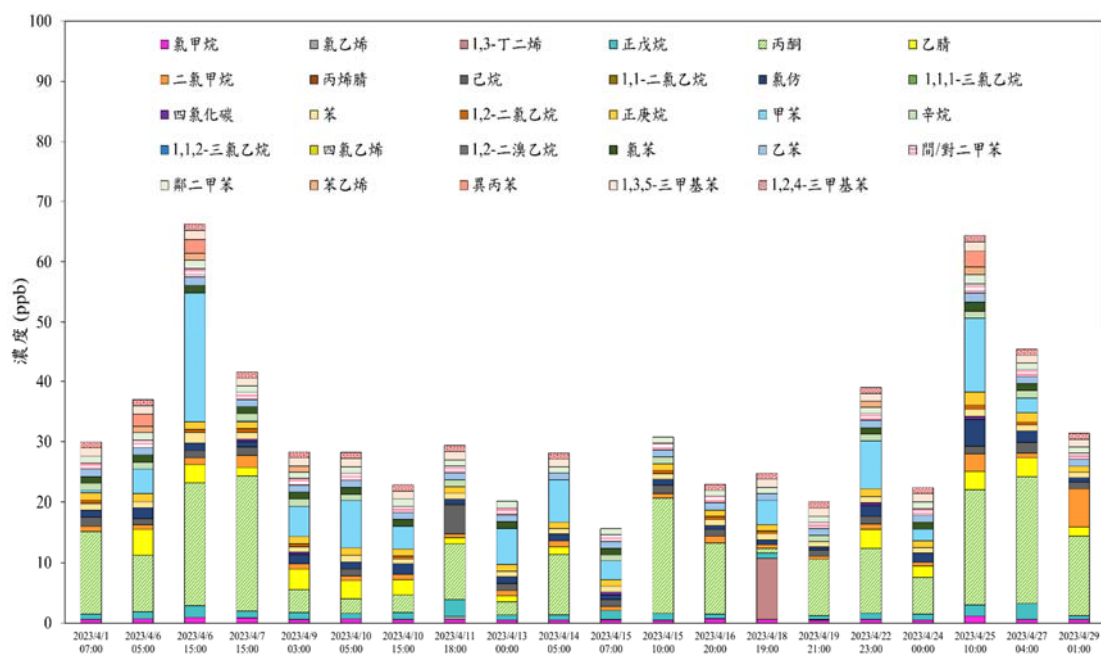


圖 6.3.4 112 年 4 月份 GC-MS 29 種有害空氣污染物之物種分析

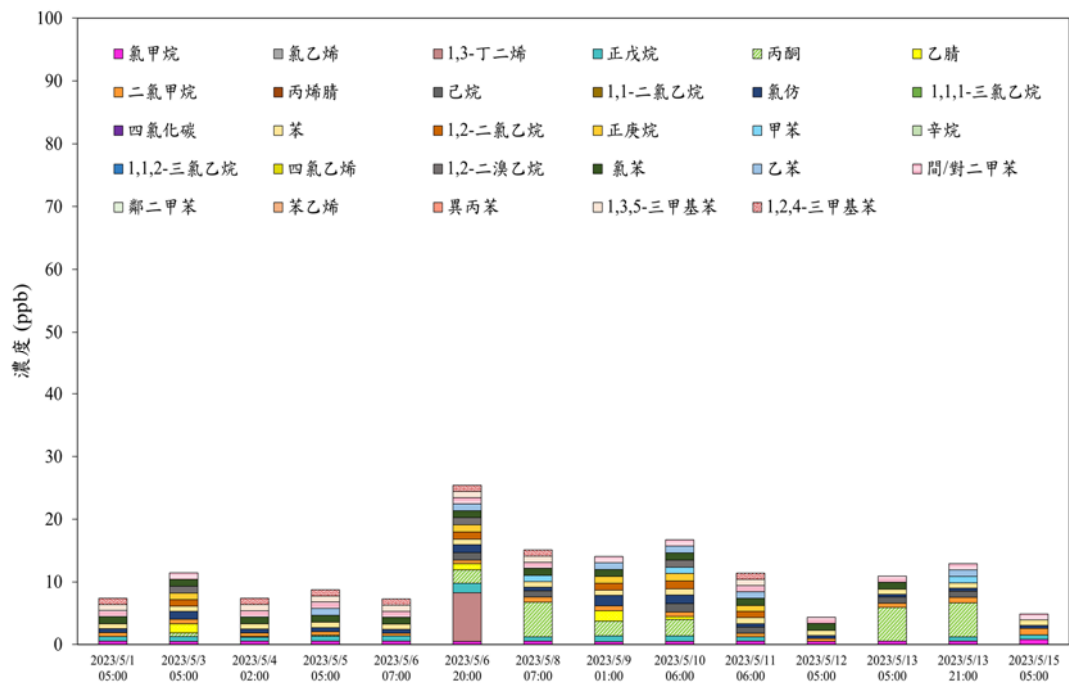


圖 6.3.5 112 年 5 月份 GC-MS 29 種有害空氣污染物之物種分析

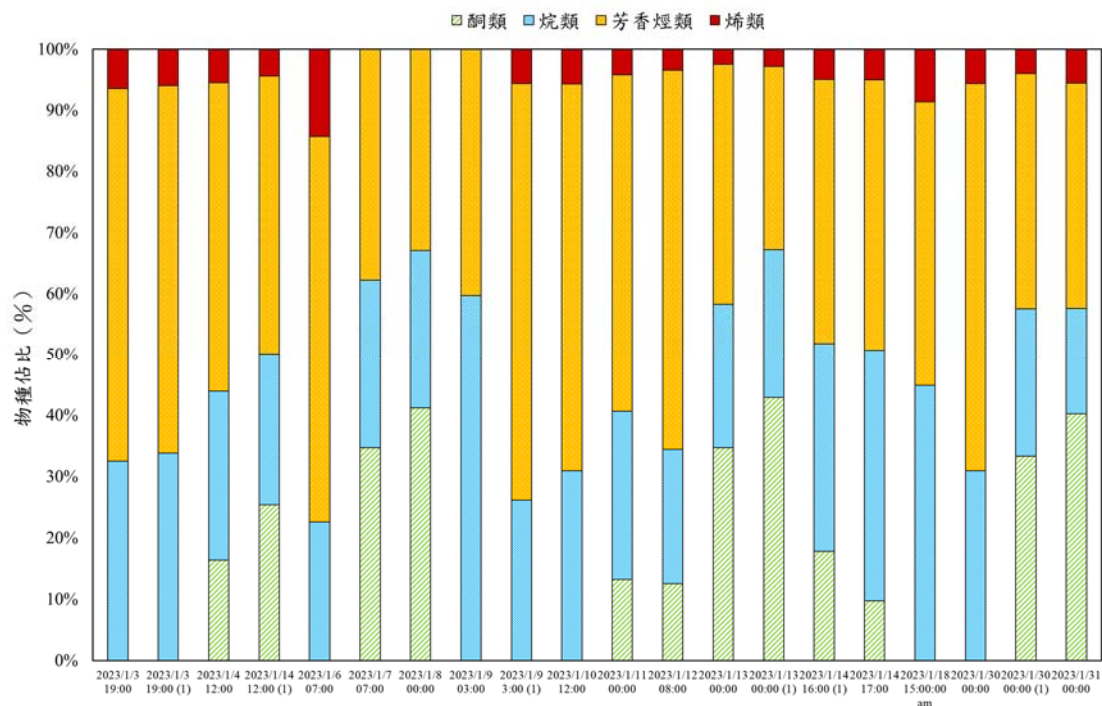


圖 6.3.6 112 年 1 月份有害空氣污染物物種佔比

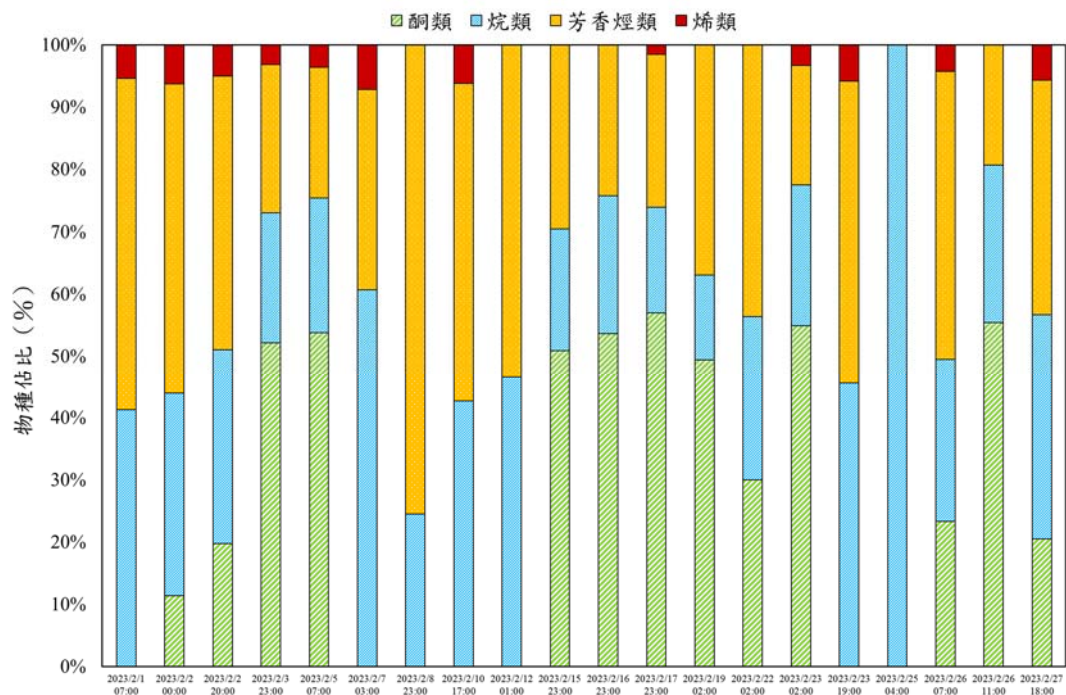


圖 6.3.7 112 年 2 月份有害空氣污染物物種佔比

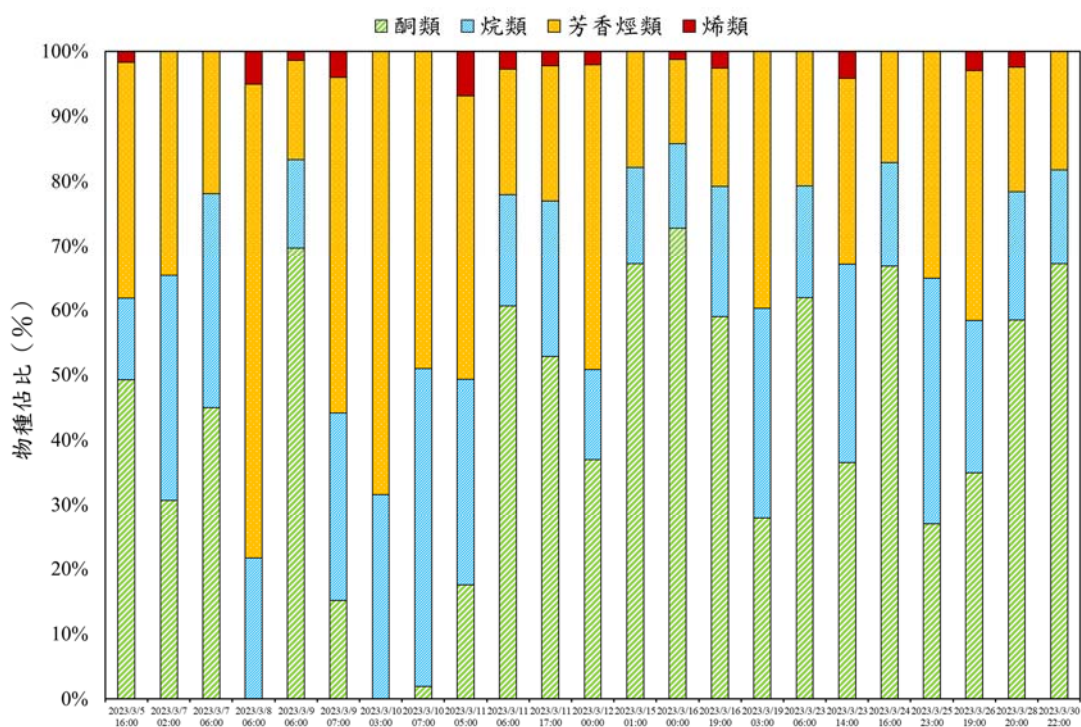


圖 6.3.8 112 年 3 月份有害空氣污染物物種佔比

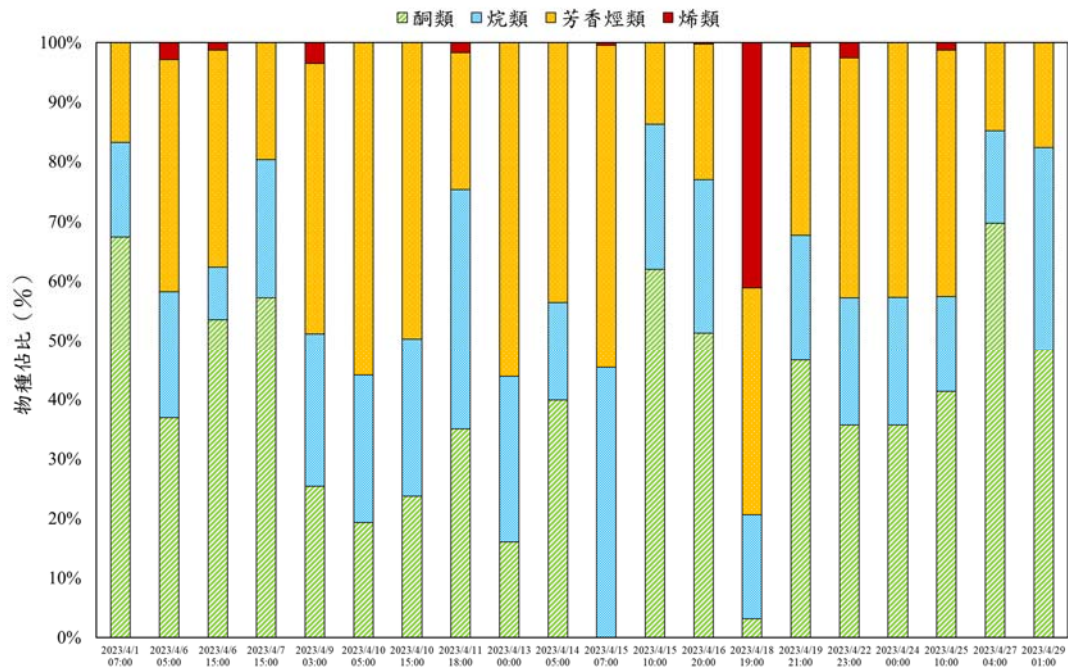


圖 6.3.9 112 年 4 月份有害空氣污染物物種佔比

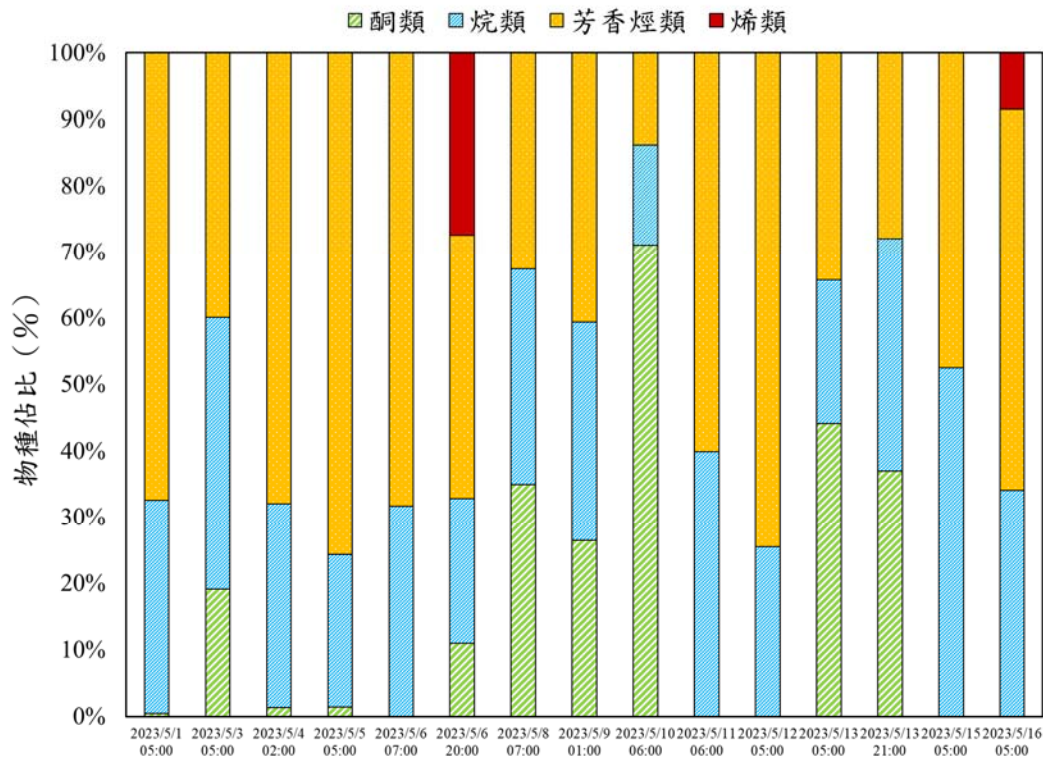


圖 6.3.10 112 年 5 月份有害空氣污染物物種佔比

第七章 研析製程與揮發性有機物污染源關係

本章節彙整雲林離島式基礎工業區內製程及揮發性有機物污染之可能來源，了解經常性測得物種總類，探討製程與污染源之關係。

7.1 彙整歷年離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據，掌握經常性測得之物種

本團隊蒐集近十年（101～111 年）離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據，瞭解物種測得頻率，已掌握經常性測得物種，並透過氣象資料彙整，探討濃度變化，資料收集結果將可與本計畫監測結果比較。



本計畫蒐集分析歷年（101 年～111 年）六輕行政大樓與麥寮中學測站進行逸散性氣體污染源解析，並探討逸散性氣體中有害空氣污染物近十年濃度變化趨勢，根據六輕行政大樓和麥寮中學測站監測之逸散性氣體中統計 29 種有害空氣污染物濃度變化，圖 7.1.1 和圖 7.1.2 是將各測站所監測之有害污染物進行濃度比較，根據六輕行政大樓測站在 101 年監測平均濃度為 52.09 ppb 為最高其中丙酮有較高佔比濃度

為 43.58 ppb，則從歷年污染物濃度得知丙酮為佔比較高物種，並得知 102 年~111 年丙酮平均濃度為 25.08、12.13、8.20、7.32、6.79、4.28、2.84、4.02、1.65 和 4.02 ppb 且可發現丙酮濃度逐年下降，其次污染物種為甲苯，且統計 101 年~111 年分別平均濃度為 0.94、1.38、1.98、1.87、4.93、2.28、2.57、1.58、1.88、0.56 和 1.59 ppb 皆屬於低濃度。此外透過彙整歷年有害空氣污染物，為了解有害空氣污染物來源形式並以表 7.1.1 探討污染物分類及來源，經統計歷年有害污染物種得知丙酮、1,2,4-三甲基苯、1,3,5-三甲基苯、戊烷和己烷之污染物可能來至麥寮六輕工業區所放排物種，則甲苯、鄰-二甲苯、間/對-二甲苯、氯甲烷為第一批固定污染源有害空氣物種類與麥寮六輕工業區可能排放物種，另外污染物為毒化物、第一批固定污染源和麥寮六輕工業區可能排放物種有 1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、苯、乙苯、氯乙烯和 1,3-丁二烯，從各物種種類得知在有空氣污染物可能因麥寮六輕工業區在製程和化學製造程序中擴散排放所致。

在麥寮中學測站以歷年監測資料中得知丙酮佔比較高之污染物物種，並從 101~111 年得知丙酮平均濃度為 15.25、16.83、4.67、2.96、1.79、3.30、2.38、3.56、1.06 和 1.47 ppb，可發現以六輕行政大樓測站相比下麥寮中學測站之丙酮濃度來得較低，其次污染物種為甲苯，從 101~111 年甲苯平均濃度分別為 0.95、1.48、2.15、1.55、2.82、1.05、1.87、0.92、1.55、0.44 和 1.10 ppb。此外在麥寮中學測站歷年監測資料中，可得知有害空氣污染物種類相對於六輕行政大樓測站污染物濃度較低，統計分析中有害空氣污染物屬於毒化物種類有測得三種分別為二氯甲烷、苯和乙苯，其歷年平均濃度分別為 0.03 ppb、0.32 ppb 及 0.19 ppb 皆屬於低濃度且低於周界環境排放標準值。

綜合上述得知，101~111 年歷年六輕行政大樓與麥寮中學測站進行逸散性氣體污染濃度監測為每季進行一次僅採三天採樣作監測，整體彙整歷年統計四季加總 VOCs 濃度變化趨勢呈現下降趨勢，尤其國內在 COVID-19 盛行流行主要發生在 110 年多數工業與民眾活動相對暫緩，彙整資訊發現在 110 年六輕行政大樓與麥寮測站監測 VOCs 濃度為歷年最低，在 111 年 COVID-19 疫情已逐漸受控制，隨之工業活動與民眾活動逐漸正常化，故在 111 年統計 VOCs 總濃度相較 110 年微幅增加，其主要貢獻物種為丙酮與甲苯濃度，與本計畫 112 年監測期間發現主要 VOCs 貢獻物主種為丙酮與甲苯具一致性，可能因於丙酮為泛用之有機溶劑及清洗溶劑，且六輕工業區製程程序所排放如甲基丙烯酸酯類化學製造程序、2,2-雙(4-羥酚基)丙烷製造程序、環氧樹脂化學製造程序或酚類化學製造程序使用丙酮溶劑來源所致，而甲苯大部分受移動源排放與工業溶劑影響，其中得知每年總體有害空氣污染物濃度有逐年下降趨勢，此外因工業園區位於海陸的交界處，同時受到海洋與大陸兩種不同物理特性的影響，故對於園區所產生之空氣污染物的傳播與流佈能造成影響的因素亦更為複雜，其中氣象條件更是影響空氣污染物傳播的關鍵因素，主要是因風場的變化如風速與風向，後續將探討歷年監測風速風向與本計畫監測站比較。

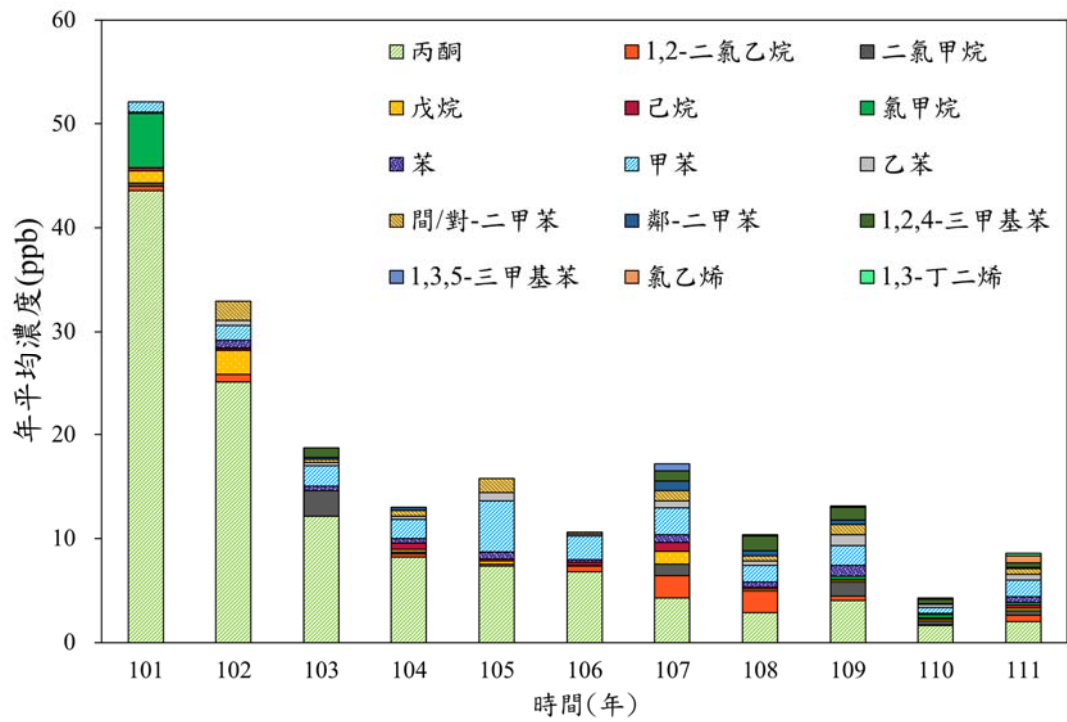


圖 7.1.1 六輕行政大樓測站 101—111 年有害空氣污染物濃度趨勢

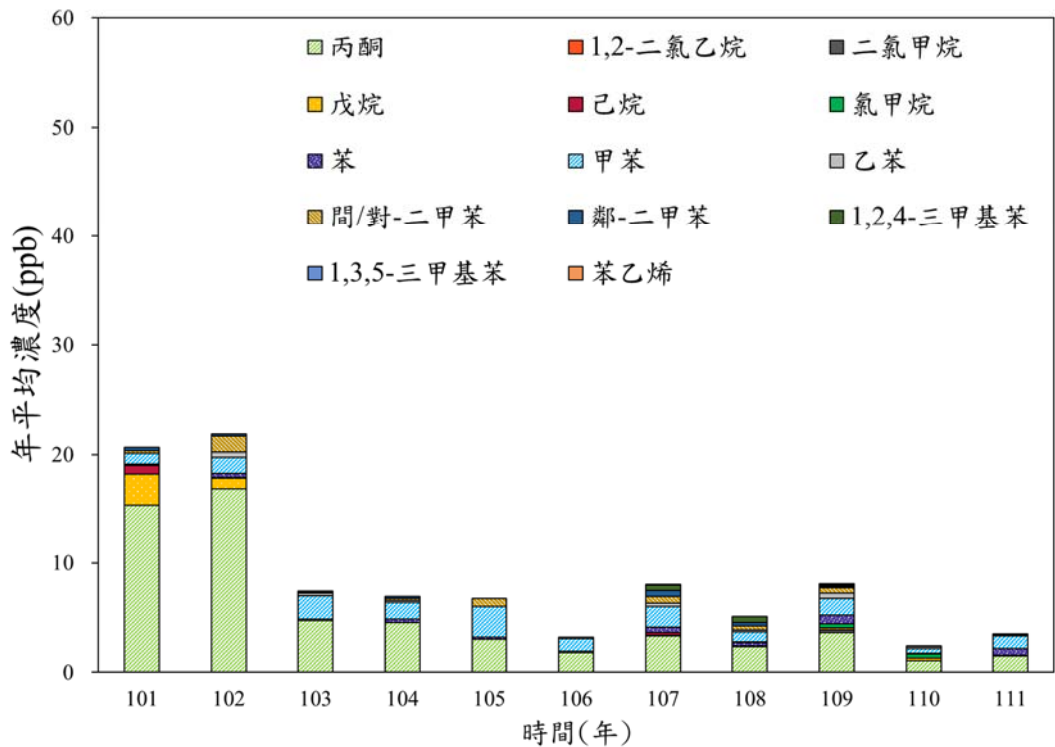


圖 7.1.2 麥寮中學測站 101—111 年有害空氣污染物濃度趨勢

- 六輕行政大樓測站和麥寮中學測站監測之逸散性氣體種類比例分析

將各測站六輕行政大樓測站和麥寮中學測站監測所測得之有害空氣污染物分為酮類、烷類、芳香烴類和烯類，各種類佔比統計結果如圖 7.1.3 及 7.1.4 所示，可知六輕行政大樓測站之歷年物種得知在 101 到 106 年皆以酮類佔比居多，則在 101~111 年分別丙酮佔比為 84 %、76 %、65 %、63 %、46 %、64 %、25 %、27 %、31 %、39 %和 24 %，並從丙酮濃度趨勢得知濃度逐年遞減，反之芳香烴類則逐年增加趨勢，由圖 6.1.3 顯示出 101 年 ~ 111 年芳香烴類佔比為 2 %、14 %、22 %、27 %、49 %、27 %、44 %、49 %、51 %、37 % 和 46 %，分析結果發現 106 年後各物種主要以芳香烴類和酮類其次則為烷類。

在麥寮中學測站則顯出主要以酮類和芳香烴類為主要物種，從 101 ~ 111 年丙酮歷年佔比為 74 %、77 %、63 %、65 %、44 %、57 %、41 %、47 %、44 %、45 %和 43 %，則芳香烴類佔比為 7 %、18 %、37 %、35 %、55 %、43 %、56 %、53 %、46 %、30 %和 54 %，並得知麥寮中學測站所監測之物種主要以酮類為主其次則為芳香烴類和烷類。由上述歷史 10 年統計數據得知六輕行政大樓測站烷類佔比相較於麥寮中學測站來的高，主要經常測得烷類物種為 1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、戊烷、己烷、氯甲烷，而該有害空氣物種可能來至麥寮輕工業區製程與製造程序所排放擴散所致。

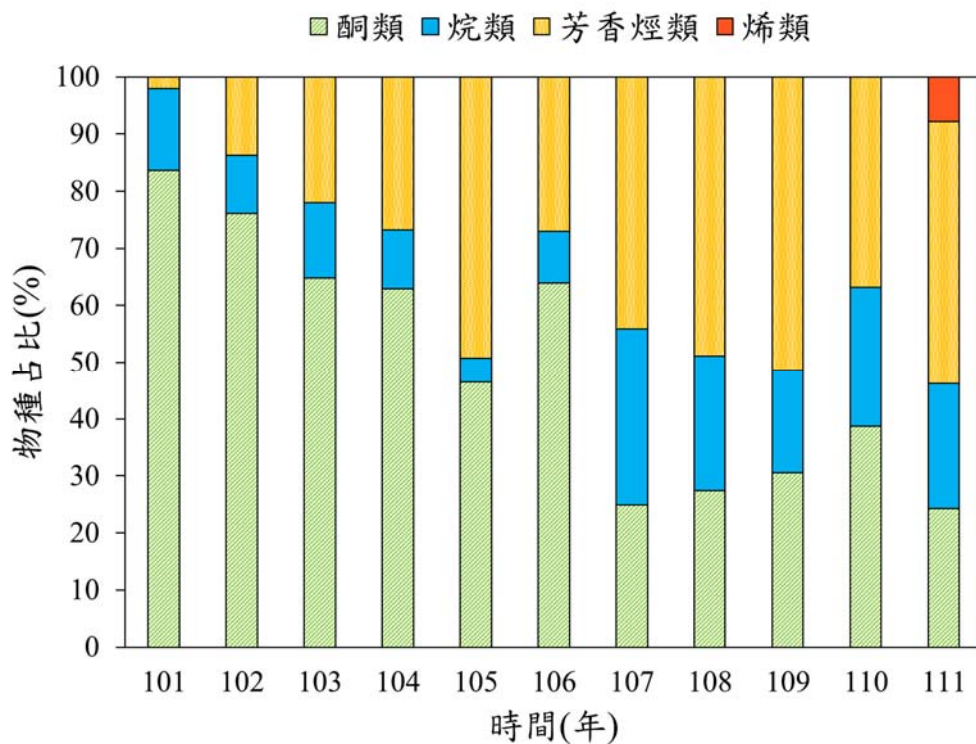


圖 7.1.3 六輕行政大樓測站 101—111 年有害空氣污染物濃度佔比

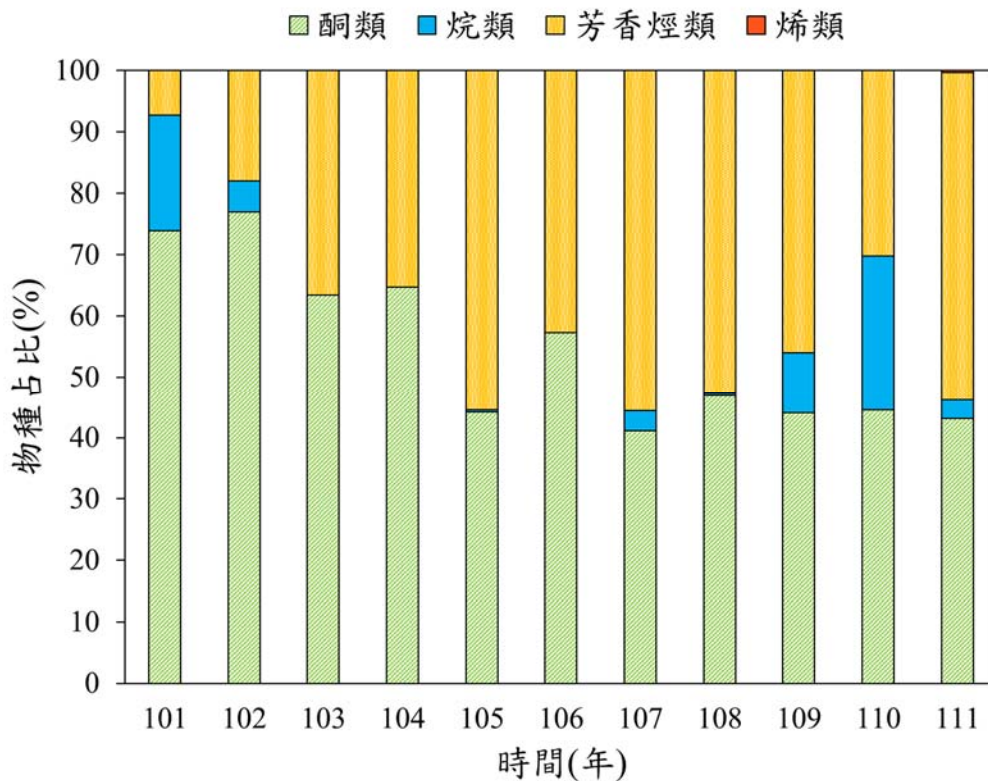


圖 7.1.4 麥寮中學測站 101—111 年有害空氣污染物濃度佔比

● 六輕行政大樓測站歷年每季監測之逸散性氣體趨勢分析

經蒐集歷年 (101 ~ 111 年) 離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據中有六輕行政大樓與麥寮中學兩測站，分析結果顯示六輕行政大樓所次的物種與濃度相較於麥寮中學測站來得高，且主要以丙酮與甲苯貢獻居多，本計畫進一步以 Mann-Kandall test 趨勢檢測法，進行六輕行政大樓歷年每季經常性偵測揮發性物種與濃度變化趨勢分析，了解是否顯著下降或上升之趨勢，其物種有丙酮、苯、甲苯、乙苯與間/對-二甲苯共五種物種。

Mann-Kandall test 趨勢檢測法若分析結果 $p\text{-value} < 0.05$ ，表示 H_0 不成立並接受 H_a 假設具有趨勢；反之， $p\text{-value} > 0.05$ 表示 H_0 成立接受 H_0 假設該系列無趨勢。分析結果表 7.1.1 顯示歷年每季統計六輕行政大樓測站僅丙酮污染物每季排放 p -值小於 0.05，表示丙酮濃度變化歷年排放具有趨勢呈現且 S 值為負值為顯著丙酮歷年每季濃度變化具下降趨勢，而苯與乙苯分別僅在在第四季與第三季之濃度變化具有上升趨勢，其他每季監測之物種濃度無顯著上升或下降趨勢變化，可能歸因於此歷年每季分析揮發性空氣污染物數據變化大，因有時物種濃度原本較低且有時無測得相關物種，呈現隨機狀態 p 值 > 0.05 下接受 H_0 假設 彼此無相關濃度無趨勢變化。

表 7.1.1 六輕行政大樓測站每季 Mann-Kendall 趨勢檢定與斜率結果

分析項目	第一季				第二季			
	S	Kenda ll's tau	p- value	Sen's slope	S	Kenda ll's tau	p- value	Sen's slope
丙酮	-43	-0.782	0.001	-1.502	-49	-0.891	0.000	-2.894
苯	3	0.055	0.876	0.023	-3	-0.055	0.876	-0.004
甲苯	-17	-0.309	0.213	-0.168	-11	-0.200	0.436	-0.140
乙苯	24	0.440	0.072	0.060	-4	-0.073	0.815	-0.010
間/對-二甲苯	10	0.187	0.479	0.078	-7	-0.135	0.633	-0.026

	第三季				第四季			
	S	Kendall's tau	p-value	Sen's slope	S	Kendall's tau	p-value	Sen's slope
丙酮	-30	-0.674	0.009	-0.703	-29	-0.644	0.012	-2.340
苯	-3	-0.072	0.853	0.000	23	0.549	0.041	0.083
甲苯	7	0.156	0.592	0.050	11	0.244	0.371	0.166
乙苯	26	0.708	0.011	0.052	21	0.529	0.055	0.052
間/對-二甲苯	-3	-0.076	0.848	0.000	9	0.215	0.458	0.053

綜整上述對雲林縣離島式麥寮工業區之歷年各季周界污染物物種，得知六輕行政大樓和麥寮中學測站中污染物皆以丙酮和甲苯為主要貢獻之物種，並也從上述章節中得知兩測站經常測得之物種種類，並將物污染區分是否具有毒化物之物種，經六輕行政大樓測站統計顯示出歷年污染物物種具含有毒化物為 1,2-二氯乙烷、苯、乙苯、氯乙烯和 1,3-丁二烯其濃度平均值為 0.68、0.52、0.45、0.06 和 0.02 ppb，則麥寮中學測站所測得毒化物物種為苯和乙苯其平均濃度為 0.32 和 0.19 ppb，111 年第三季監測到苯乙烯濃度值為 0.04 ppb，並從以上具有毒化物之物種 1,2-二氯乙烷、苯、乙苯、氯乙烯、1,3-丁二烯和苯乙烯得知周界容許標準值為 150、80、300、40、50 和 200 ppb，並得知該監測濃度值皆未超出周界容許標準值皆符合標準內。

而在本計畫測站監測資料中，可得知主要污染物以丙酮和甲苯為主要貢獻之物種，從 6.3 章節中得知各月份經常測得之污染物後再進行區分毒化物種類，經分析結果得知具有毒化物物種為 1,2-二氯乙烷、苯、乙苯、氯乙烯、1,3-丁二烯、乙腈、二氯甲烷、氯苯和異丙苯分別平均濃度為 0.54、1.09、1.18、0.37、2.62、2.46、0.98、1.15 和 1.91 ppb，此監測濃度值皆未超出周界容許標準值皆符合標準內。

7.2 彙整分析資料，並建立數據庫，配合氣象資料交叉比對，掌握有害空氣污染物來源

查詢行政院環境保護署固定污染源管理資訊公開平台之台塑工業園區內公開列管工廠，統計共 23 家廠家 165 項製程資料，以此資料為基礎，彙整各廠家製程之原物料、燃料及產品等資料，掌握雲林離島式基礎工業區所產生之有害空氣污染物排放來源，並繪製受關注之物種於平面配置圖，以利視覺化掌握排放物種之地點，後續可配合氣象資料及環境背景交叉比對，更易於快速判斷有害空氣污染物可能來源。

透過本計畫累積一定數據庫及環境背景資料（如氣象資料及各廠區位置等）後，觀察監測數據結果，透過彙整國內外文獻之 VOCs 特徵物種建立指紋圖譜，並利用如甲苯/苯 (Toluene/Benzene, T/B)、二甲苯/乙苯 (Xylene/Ethylbenzene, X/E)、乙烯/乙炔 (Ethylene/Acetylene, E/A) 及丙烯/乙炔 (Propylene/Acetylene, P/A) 等進行濃度比值估算，作為簡單判斷污染源之貢獻 (Yan et al., 2016)，如圖 7.2.1 所示。常見污染源如：溶劑使用、液化石油氣、工業排放、汽機車尾氣及老化氣團等。透過蒐集相關文獻，釐清來源為工廠或移動源等，以判斷可能污染來源。

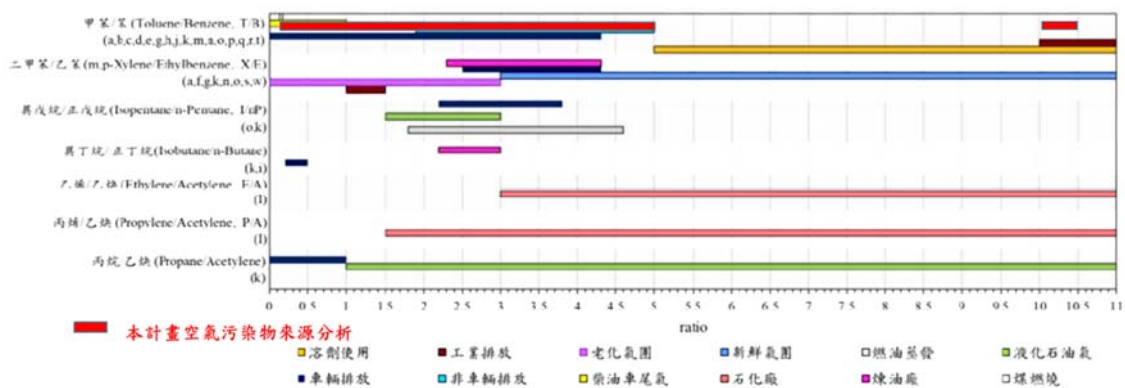
(1) 甲苯/苯 (Toluene/Benzene, T/B)

根據文獻常用 T/B 比值於大氣中 VOCs 污染源進行初步判別，不同 T/B 比值表示不同污染源，經文獻彙整 $T/B < 2$ 表示受當地汽車尾氣影響較顯著，而 $T/B > 2$ 為較複雜的排放源，除汽車尾氣外可能還有其他來源，當 $T/B > 5$ 與化工及溶劑使用有相關，最後 $T/B > 10$ 表示附近有工業源 (Barletta et al., 2008 ; Kumar et al., 2018 ; Niu et al., 2012)

(2) 二甲苯/乙苯 (Xylene/Ethylbenzene, X/E)

二甲苯/乙苯 (X/E) 比值常作為光化學老化氣團之指標辨別，其因

二甲苯大氣壽命 (大氣壽命為 3 小時) 小於乙苯 (大氣壽命 8 小時)，造成光化學反應性不同 (Li et al., 2017)，因此文獻統計顯示當 X/E 比值小於 3 為老化氣團，大於 3 為新鮮氣團 (Kuntasal et al., 2013；Yurdakul et al., 2018)。



資料來源：徐筱雯，2022 與本計畫彙整

圖 7.2.1 VOCs 物種比值區間繪製圖

● 彙整雲林離島式基礎工業區廠內製程資料

除行政院環境保護署固定污染源管理資訊公開平台資料外，本計畫為更加掌握雲林離島式基礎工業區廠內製程資料，將進行資料統計，如表 7.2.1 所示。

表 7.2.1 各廠資料彙總示意圖(1/3)

運作場所名稱	簡稱	運作場所管編	物質名稱	濃度 (%W/W)	列管編號	許可/登記/核可證號
台塑石化股份有限公司麥寮一廠(煉油部檢驗處)	煉油部檢驗處	P5802421	苯	95-100	022-01	雲林縣毒核字第000088號
			氯化鎘	95-100	037-07	
			苯	95-100	038-01	
			苯	95-100	052-01	
			順丁烯二酸酐	95-100	176-02	
			濃硫酸	95-100	178-01	
份有限公司麥寮一廠(煉製三廠)	煉製三廠	P5802421	甲基第三丁基醃	95-100	160-01	雲林縣毒核字第000088號
份有限公司麥寮一廠(煉製油料處)	煉製油料處	P5802421	甲基第三丁基醃	95-100	160-01	雲林縣毒核字第000088號
份有限公司麥寮一廠(煉製精化廠)	煉製精化廠	P5802421	四氯乙烷	95-100	063-01	雲林縣毒核字第000022號

表 7.2.1 各廠資料彙總示意圖(2/3)

毒化物物料代碼 (原物料燃料及 廢棄物代碼表)	經常存量(噸)	最大存量(噸)	管線	物料類別 (原料、燃料、產品)
180022	0.001~0.0012	0.0012	無管線	僅實驗室使用，未在製程中用
181099	0.00001~0.0003	0.0003	無管線	僅實驗室使用，未在製程中用
180340	0.001~0.0015	0.0015	無管線	僅實驗室使用，未在製程中用
180195	0.000001~0.0002	0.0002	無管線	僅實驗室使用，未在製程中用
000099	0.0002~0.002	0.002	無管線	僅實驗室使用，未在製程中用
000099	0.0001~0.001	0.001	無管線	僅實驗室使用，未在製程中用
180247	0.001~0.02	0.02	無管線	僅實驗室使用，未在製程中用
180247	4000~32000	32000	→塑化油料處(儲槽)	製造甲基第三丁基醚(產品)
				非毒化物製程，為甲基第三丁基醚化學 製造程序鄰近製程
				非毒化物製程，為甲基第三丁基醚化學 製造程序鄰近製程
				非毒化物製程，為甲基第三丁基醚化學 製造程序鄰近製程
1634-04-4	17400噸(24000KL)	28960噸(40000KL)	→碼槽→出口 →油品部→灌裝 →油料處汽油儲槽→摻配	產品
180223	0~21.57	21.57	無	四氯乙烯作為觸媒活化添加劑使用，未 參與製程反應。

表 7.2.1 各廠資料彙總示意圖(3/3)

製程名稱	製程編號	製程代碼	原料	燃料	產品
甲基第三丁基醚化學製造程序	M25/M46	180131	C4萃餘油	-	甲基第三丁基醚(MTBE)
			甲醇		C4萃餘油
			氬氣		C4/C5萃餘油
					製程尾氣
觸媒裂解程序	M07/M08	170003	重油煤裂入料油	燃料油	丙烯
				精煉油氣	汽油
					4~6號重油
					柴油
烷化程序	M26	170008	98%硫酸	-	烷化油
			C4萃餘油		丙烷
			異丁烷		丁烷
					92%硫酸
					C4萃餘油
廢酸再生製造程序	M43	000999	硫化氫	液化石油氣	濃硫酸
			濃硫酸		
			製程尾氣		
汽油摻配	M27	170999	汽油		汽油
加氬脫硫處理程序	M35	170005	汽油/氬氣	精煉油氣	輕油/精煉油氣/酸氣

● 麥寮地區測站（101~111 年）VOCs 物種進行有害空氣污染源分析

本計畫透過環保署麥寮六輕離島式基礎工業區石化工業環境監測報告進行彙整，分別以六輕行政大樓和麥寮中學測站統計歷年各季甲苯/苯和二甲苯/乙苯比值，並與本計畫監測執行期間之甲苯/苯和二甲苯/乙苯資料進行統計比較，透過甲苯/苯和二甲苯/乙苯比值了解當地周界環境之污染貢獻。

由於在各污染物種間濃度比值會因區域環境特性不同，其污染貢獻比例也有所不同，因此可藉由物種濃度比值估算進一步佐證當地主要 VOCs 來源之貢獻，並得知甲苯/苯（Toluene/Benzene, T/B）一般情況下，小於 2 表示當地受汽車尾氣影響較顯著，而大於 2 則是較複雜的排放源，排除汽車尾氣外可能還有其他來源，大於 5 顯示與化工及溶劑使用相關，大於 10 則表示工業源；二甲苯/乙苯（Xylene/Ethylbenzene, X/E）常用於推測是否為老化氣團指標，因二甲苯的速率常數為 $18.1 \times 10^{-12} \text{ cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ，比乙苯的速率常數 $7.2 \times 10^{-12} \text{ cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 大約快三倍，表示二甲苯的 OH 自由基反應速率更快，所以當比值小於 3 為老化氣團或遠程傳輸，大於 3 為新鮮氣團（Kuntasal et al., 2013; Yurdakul et al., 2018）。

TBXE 比值廣泛用於進行 VOCs 來源初步推估，本計畫統計歷年六輕行政大樓與麥寮測站每季有測得 VOCs 物種甲苯、苯與二甲苯、乙苯濃度值，進行甲苯/苯(T/B)與二甲苯/乙苯(X/E)直接比值分析，由圖 7.2.2 顯示出六輕行政大樓和麥寮中學測站歷年之甲苯/苯和二甲苯/乙苯比值，可觀察到兩測站的 $T/B > 2$ 為主要來源則表示混和排放源，如工業排放及溶劑使用(Jia et. al., 2016; Wang et. al., 2012)， $T/B < 2$ 為移動源排放，此外在兩測站中皆以 $X/E < 3$ 為居多該表明主要 VOCs 貢

獻為老化氣團，其中只有一筆麥寮中學測站在夜間排放來源是以新鮮氣團方式。

- 本計畫測站 VOCs 物種可能有害空氣污染源分析

本計畫藉由 VOCs 物種比值分析掌握有害空氣污染來，由圖 7.2.3 顯示出本計畫測站監測期間之甲苯/苯和二甲苯/乙苯比值，可得知本計畫測站 $T/B > 2$ 來源居多並表示該污染物以混和排放源，則少部分貢獻來至移動污染源，另外在 X/E 比值中，並得知所監測之污染物皆是 $X/E < 3$ 也表明 VOCs 貢獻為老化氣團與工業排放，從中發現本計畫測站之污染物 VOCs 皆為老化氣團則無顯示出當地新鮮氣團來源，與歷年六輕行政大樓和麥寮中學測站相比下，得知歷年兩測站與本計畫測站具有相同趨勢，並說明主要污染物皆以混和排放來源且 VOCs 皆為老化氣團。

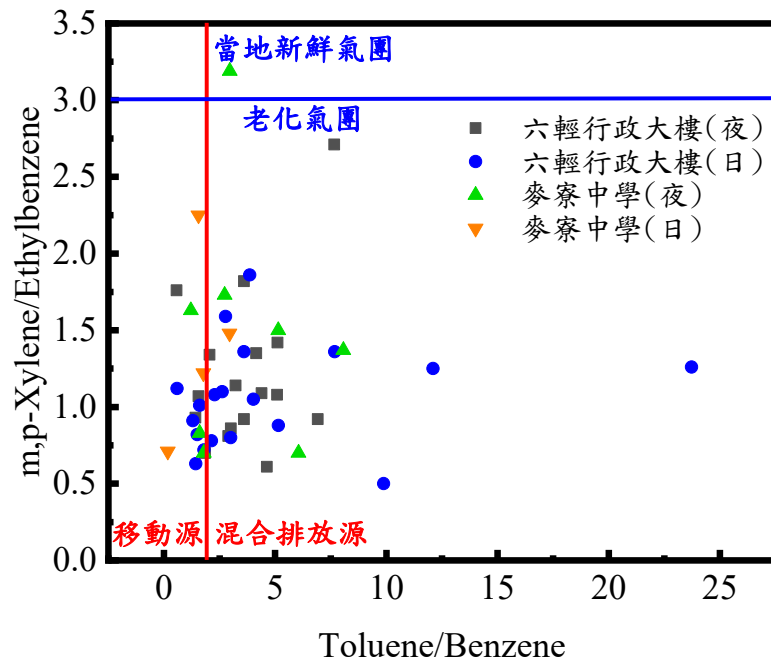


圖 7.2.2 101—111 年之各測站 TBXE 比值（資料來源：環保署麥寮六輕離島式基礎工業區石化工業環境監測報告）

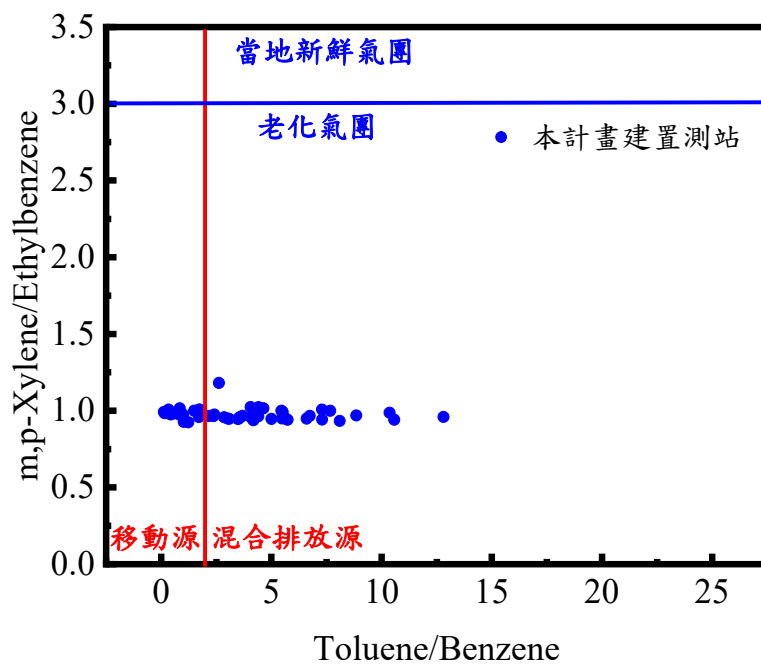


圖 7.2.3 本計畫測站監測期間之 TBXE 比值

- 歷年大氣環境風速、風向監測資料分析

在歷年大氣監測資料中，因大氣條件中以風速、風向及大氣穩定度為影響污染物濃度變化之主要因素，且大氣穩定度是影響空氣品質之首要因素，其次為風速及風向，其中風向又與污染物濃度累積有關，此外影響空氣污染物在大氣中濃度變化之主要機制包含擴散、傳送、轉化及移除。

本計畫將彙整 101—111 年（1~4 季）各季之氣象條件探討污染物之擴散方向，從歷年風速風向與污染物之相關性可得出，因六輕工業區始於再海陸交界處，因此白天盛行西風，使得本土排放污染物往內陸傳輸，而夜間的東風會將白天累積於內陸區域的污染物再次傳輸至西部地區，導致污染物不斷累積且不利污染物擴散，並容易夜間也常常出現高峰污染濃度值，經環保署六輕監測資料（離島式基礎工業區 石化工業綜合區開發案環境監測報告）分別統計六輕行政大樓與麥寮中學測站於 101—111 年風速風向監測資料如表 7.2.2.1 及表 7.2.2.2 所示，在 101—111 年第一季空氣採樣皆以在 1 月份進行監測，因冬天季風多以北風和東北風為主且整體風速較強，經統計結果顯示六輕行政大樓測站風速介於 6.4~7.8 m/s 其平均風速為 7.4 m/s，風向主要以北風系其中北北東和北東貢獻度為 54 % 和 40 % 其次則為東風系屬傳輸主導型區域風場，而麥寮中學測站風速介於 1.8~6.8 m/s 其平均風速為 5.6 m/s，而在風向主要以北風系尤其在北北東貢獻度為 74%其次則為北東和北分別為 12%和 7%，其餘風向為東風系；在 101—111 年第二季空氣採樣以 4 月份期間進行監測，統計結果得知六輕行政大樓測站風速介於 3.1~7.1 m/s 則平均風速為 5.0 m/s，而在風向方面主要介於北—西南風之間，主要北風中的北北東和北東貢獻度為 28 % 和 23 % 其次

為南風中的南西為 14 %，整體屬於傳輸主導型區域風場，則在麥寮中學測站風速介於 2.3 ~ 4.9 m/s 其平均風速為 3.5 m/s，在此段採樣期間風向主要以北風系為主 50% 其中北北東貢獻度較多為 37%，其次為南風系 22% 其南西貢獻度較多為 10%，其餘為不同風向所貢獻，採樣期間較偏向於傳輸主導型區域風場；則 101—111 年第三季空氣監測採樣中，主要在夏季 7 月份期間進行監測採樣分析，並得夏季季風之風向介於南—西風主要西南風為主要形式，從資料統計中得知六輕行政大樓測站歷年第三季風速介於 2.4 ~ 4.9 m/s 其平均風速為 3.6 m/s，在風向主要南風系為主 54 % 整體屬於環流主導型區域風場，其中南東、南南東、南、南南西和南西貢獻度為 4%、6%、14%、16% 和 15%，其次則為北風系 26 % 則其餘來至不同風向所貢獻，而麥寮中學測站歷年第三季所監測之風速介於 1.7 ~ 4.9 m/s 其平均風速為 3.3 m/s，而在風向中主要以南風系為主 48 % 則在南風各以南東、南南東、南、南南西和南西貢獻度為 4%、8%、8%、19% 和 9%，其次則為北風系和西風系貢獻度各為 23% 和 19%，此外，採樣期間皆屬於環流主導型區域風場；在 101—111 年第四季監測採樣皆以 10 月份期間進行，並從歷年第四季監測資料中得知，六輕行政大樓測站整體風速介於 2.5 ~ 9.8 m/s 其平均風速為 5.4 m/s，此段期間隨著入秋後並伴隨東北季風，而該時期風向都主要以北風系貢獻為主 73% 其中北北東和北東貢獻度為 30 % 和 36 %，其次則以南風系貢獻度為 17 %，而在麥寮中測站中，在歷年監測時期主要風速介於 1.7 ~ 7.2 m/s 其平均風速為 3.7 m/s，而風向是以北風系貢獻度 72 % 為主其中北北東和北東貢獻度較高為 38%和 18%，則其餘來至不同風向所貢獻。

表 7.2.2.1 101—111 年各季之六輕行政大樓和麥寮中學測站風玫瑰圖

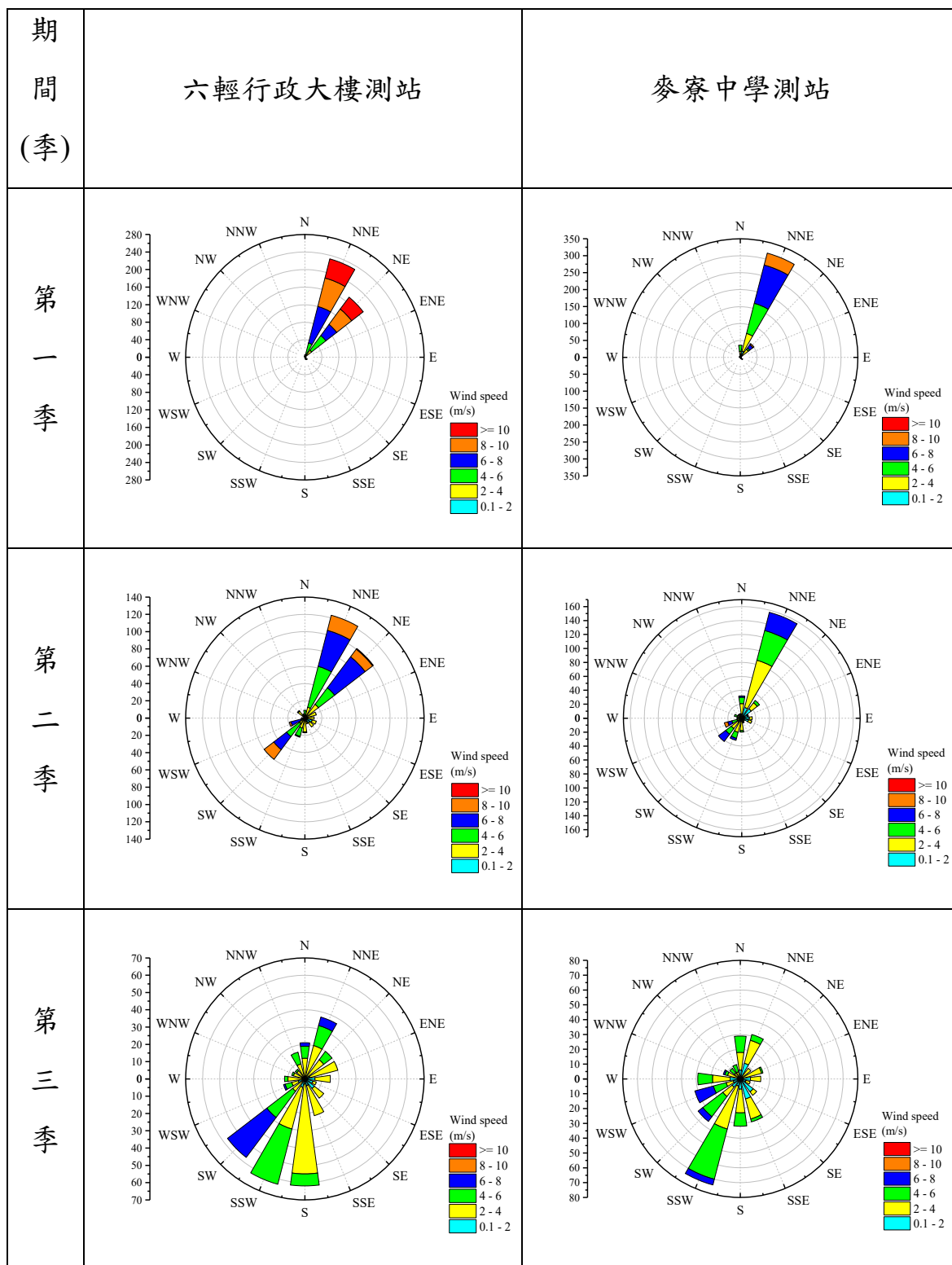
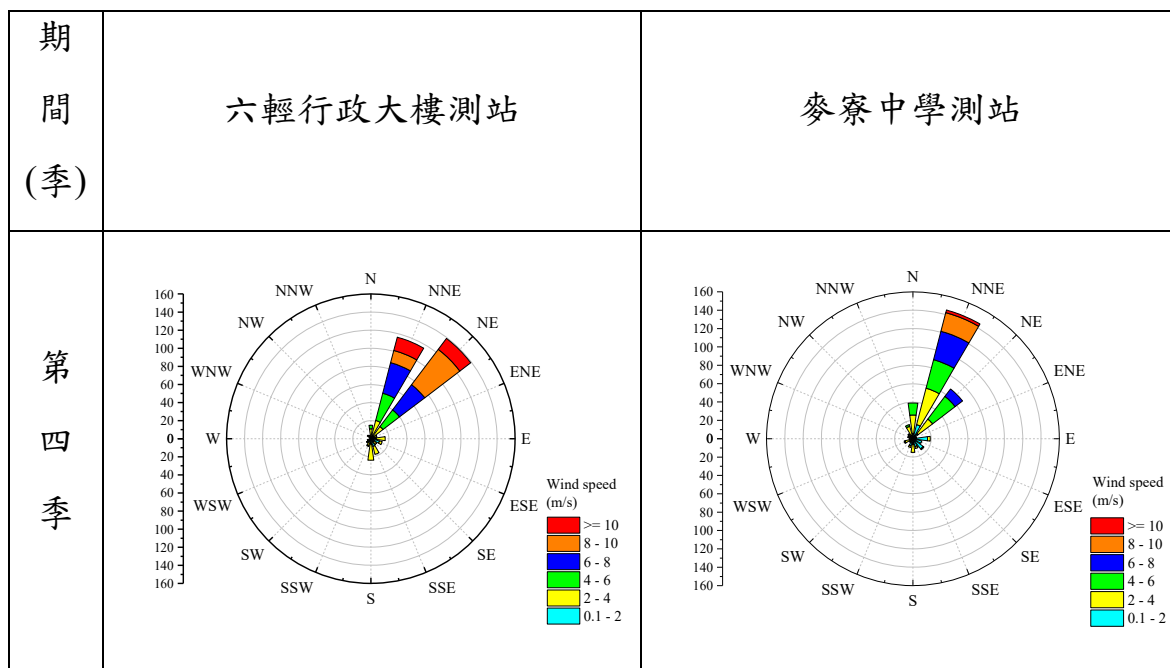


表 7.2.2.2 101—111 年各季之六輕行政大樓和麥寮中學測站風玫瑰圖



歷年麥寮六輕工業區周界環境風速風向之監測與本計畫差異性並進行比較，可知在第一季歷年監測資料主要風向為北風系主要以北北東風和北東風為主要貢獻，其風速介於 6.4~7.8 m/s，與本計畫測站周界環境風向主要呈現以北風系中北風為主其次為北北東風，其風速介於 4.8~8.1 m/s 相似，綜整本計畫測站主要以北風佔主要貢獻其次則為北北東風。

最後，經風速、風向與污染源排放分析比對分析以及 10 年歷史監測數據與本計畫監測之 T/B 比例比對結果，皆屬於老化氣團且為混合排放源為主。

第八章 化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判

本計畫配合雲林縣環境保護局業務，當雲林縣環境保護局接獲事故發生時，協助針對環境保護局相關計畫之現場採樣樣品進行分析，提供現場狀況之研判。事故發生時，相關計畫依環境保護局指示進行現場不鏽鋼採樣筒或採樣袋採樣後，可送往本計畫分析實驗室，進行採樣之分析作業，以利縮短樣本運送之時間，盡速獲知現場狀況，若事件地點為雲林離島式基礎工業區麥寮區，計畫人員可提供廠區相關製程指紋資料及平時監測狀況，交叉比對找出可能污染源，必要時，將請本計畫之協同主持人到場提供諮詢及協助，加速事件處理。於事故發生時，依環境保護局指示至事故現場及附近進行採樣，樣品送往本計畫分析實驗室，進行快速分析作業，其相關程序規劃如圖 8.1 所示。

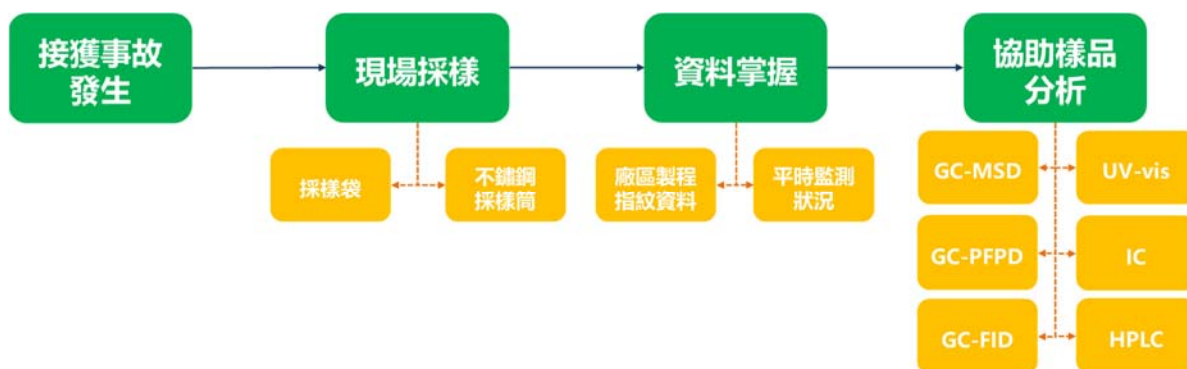


圖 8.1 化學品或空污緊急事故採樣程序規劃

- 執行期間事故樣品分析及研判至少 2 場次，若合約執行至期限屆滿前 4 個月未發生相關事故，每不足 1 場次以增辦其他雙方協議事項代替，如於空品不良季節或環境保護局指定時期進行採樣分析作業。

本縣轄區內毒化物及關注性化學運作廠商於計畫執行期間管理得當無接獲本局通報化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析事項，故於三月工作會議提出討論替代方案措施，經會議討論裁決請本計畫預擬可代替執行之工作項目方案，並將其預擬執行方案內容發送至本局，供本局進行評估，計畫團隊擬替代方案於 112 年 5 月 15 日掛文至大局，其二替代方案依據符合合約內容經費作研擬，本計畫規劃 2 項工作項替代方案選擇：

方案一：每 1 場次使用 4 個「氣相層析儀分析」進行替代(氣相層析儀分析單價為 10,000 元)。

方案二：每 1 場次使用 2 個「氣相層析儀分析」和 5 日「甲烷-非甲烷分析儀分析」(氣相層析儀分析單價每個為 10,000 元；甲烷-非甲烷分析儀分析每日為 4,000 元)。

大局經整體評估裁決以第二替代方案執行，其中氣象層析儀分析採樣地點由本局又務需求指定採樣地點進行，甲烷、非甲烷分析移分析依原地點持續監測分析離島式基礎工業區。裁決公文如圖 8.2 所示。

電子公文

檔 號：

保存年限：

雲林縣環境保護局 函

地址：雲林縣斗六市雲林路一段170

號

承辦人：張原嘉

電話：05-5526280

傳真：05-5346982

電子信箱：p0989175311@ylepb.gov.tw

受文者：國立雲林科技大學

發文日期：中華民國112年5月25日

發文字號：雲環衛字第1121016850號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：：貴校所提「雲林縣六輕環境監控及應變中心（分析實驗室）操作管理計畫」化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判工作項替代方案，本局同意方案二辦理，餘請依說明辦理相關事項，請查照。

說明：

- 一、依旨揭計畫勞務採購工作及履約規範第4點第5款第2目暨復貴校112年5月15日雲科大環諮字第1121012097號函。
- 二、旨揭計畫勞務採購工作及履約規範第4點第5款第2目：計畫執行期間事故樣品分析及研判至少2場次，若合約執行至期限屆滿前4個月未發生相關事故，每不足1場次以增辦其他雙方協議事項替代。
- 三、本案於112年5月26日以第二替代方案執行，其中氣相層析儀分析採樣地點由本局業務需求指定採樣地點進行，甲烷-非甲烷分析儀分析依原地點持續監測分析離島式基礎工業區。

正本：國立雲林科技大學

副本：本局環境衛生科



第1頁，共1頁

總收文 112/05/26



1120018610

圖 8.2 替代方案裁決公文

■ 替代方案二執行結果

1. 甲烷/非甲烷監測分析結果

本計畫將於 112 年 5 月 26 日至 112 年 6 月 5 日完成進行替代方案二監測期間進行甲烷/非甲烷監測分析，監測期間甲烷和非甲烷濃度趨勢圖如圖 8.3 至圖 8.4 所示，從分析結果得知，在 5 月 26 日至 6 月 5 日期間分析之總碳氫化合物（THC）、甲烷（CH₄）及非甲烷碳氫化合物（NMHC）平均濃度值為 2.16、2.03 和 0.12 ppm 其濃度皆在歷年濃度範圍中，而在 5 月 28 日、5 月 31 日和 6 月 4 日期間 CH₄ 和 THC 有偏高濃度情形，皆在凌晨至早上時段（0:00 ~ 07:00）所發生其次則在下午時段（17:00 ~ 19:00）發生，而 5 月 28 日、5 月 31 日和 6 月 4 月在該時段發生最大日 CH₄ 濃度為 3.06、3.09 和 3.25 ppm，最大日 THC 濃度為 3.21、3.20 和 3.36 ppm，其中 NMHC 濃度皆在正常濃度範圍中，其餘監測期間整體各污染物皆保持平緩趨勢，在大氣條件主要推斷因大氣回流導致污染物累積於該地區中產生有偏高甲烷濃度情形，在 NMHC 濃度上皆無任何異常變化趨勢，並推斷在 10 天採樣監測期間中受到麥寮六輕工業區製程污染物影響程度較低。

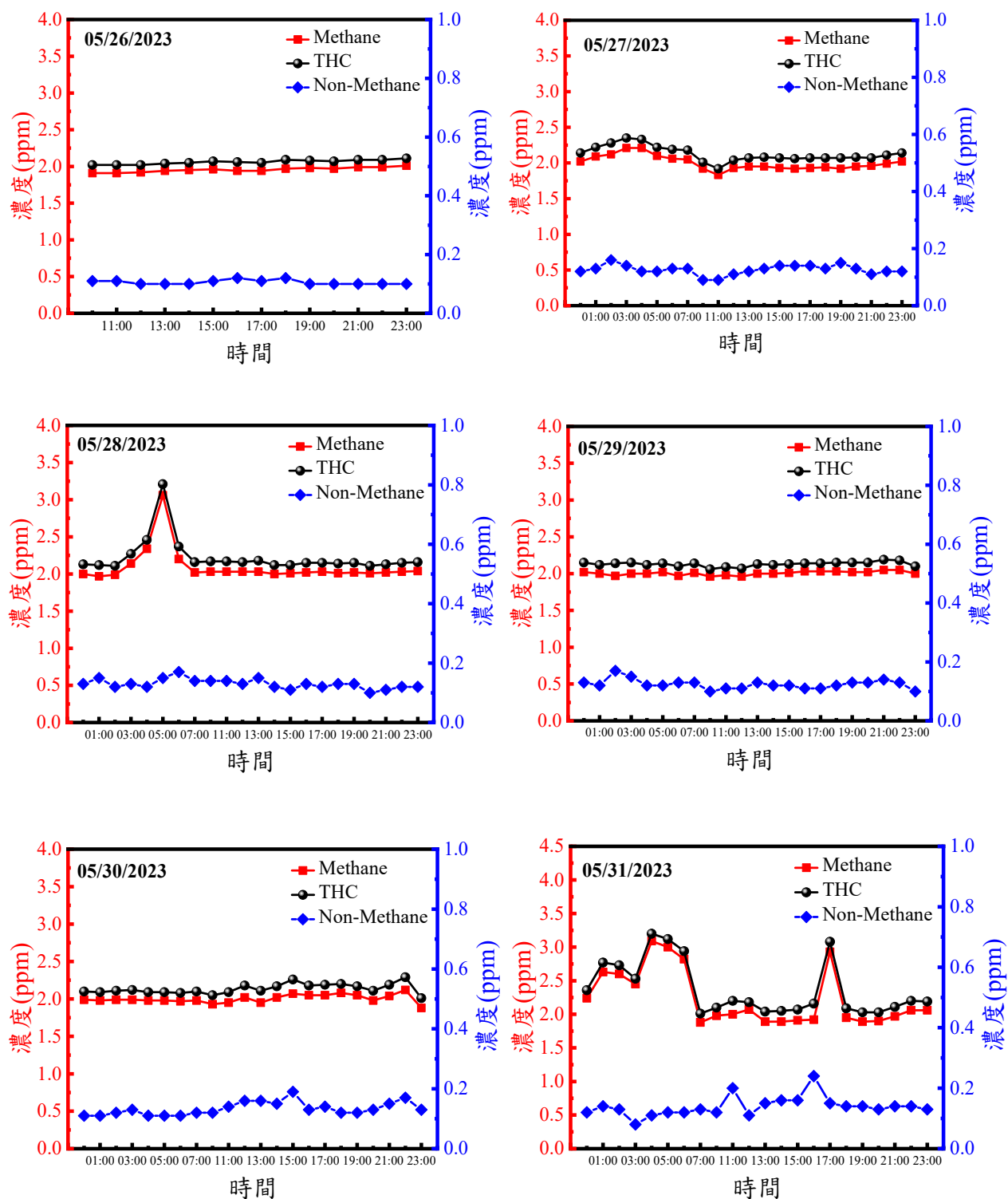


圖 8.3 2023/0526 ~ 2023/0531 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

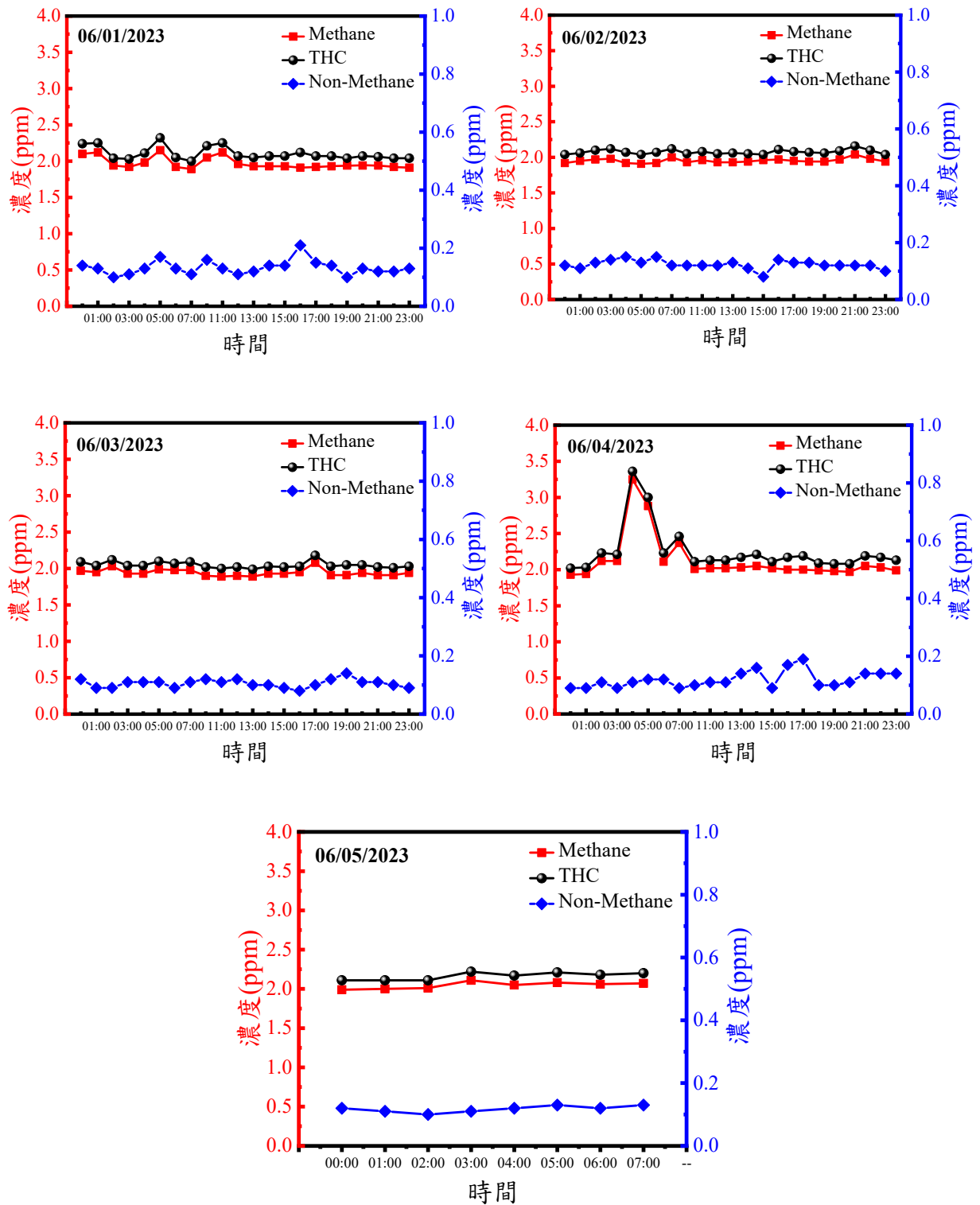


圖 8.4 2023/0601 ~ 2023/0605 之每日樣品甲烷/非甲烷分析數據

2. 指定地點 29 種有害空氣污染物種監測分析結果

本計畫將以雲林縣環境保護局指定時期及地點進行 29 種有害空氣污染物種監測分析，分別於 112 年 6 月 2 日和 6 月 8 日至石榴國小（雲林縣斗六市南仁路 51 號）與梅林國小（雲林縣斗六市梅林路 256 號）進行周界空氣採樣與風速風向量測(如圖 8.5 所示)，將所採集之樣品至所建置分析實驗室進行儀器設備分析，圖 8.6 和圖 8.7 分別為在石榴國小與梅林國小進行 29 種空氣污染物種監測分析結果，顯示整體分析可知其監測之有害空氣污染種類稀少，其中在兩個地點主要以甲苯和異丙苯為主要貢獻其次為丙酮，其測得污染物種濃度值皆小於 3 ppb 以下，而該物種濃度值較低皆在周界排放標準，符合揮發性有機物排放標準，整體濃度值屬於較低濃度值對於整體周界環境影響較小，綜合上述可得知分別在指定地點進行 29 種有害空氣污染物種採樣分析中，可知整體有害污染物皆保持較低濃度值，則所測得之污染物種類較少且各物種皆符合周界排放標準值範圍內，其主要貢獻可能歸因於採樣期間汽機車所排放之揮發性污染物，因採樣時整體風速較低易於整累積於當地周界環境中。

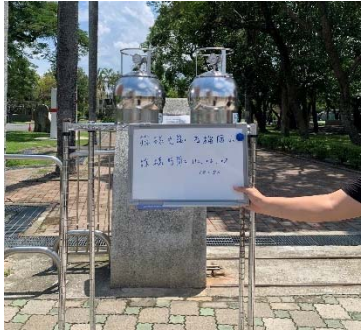
 石榴國小採樣作業	 周界環境採樣(石榴國小)	 周界環境採樣(石榴國小)
 架設風速風向儀 (石榴國小)	 風速風向儀測值 (石榴國小)	 梅林國小採樣作業
 周界環境採樣 (梅林國小)	 架設風速風向儀 (梅林國小)	 風速風向儀測值 (梅林國小)

圖 8.5 石榴國小和梅林國小周界環境採樣及量測情形

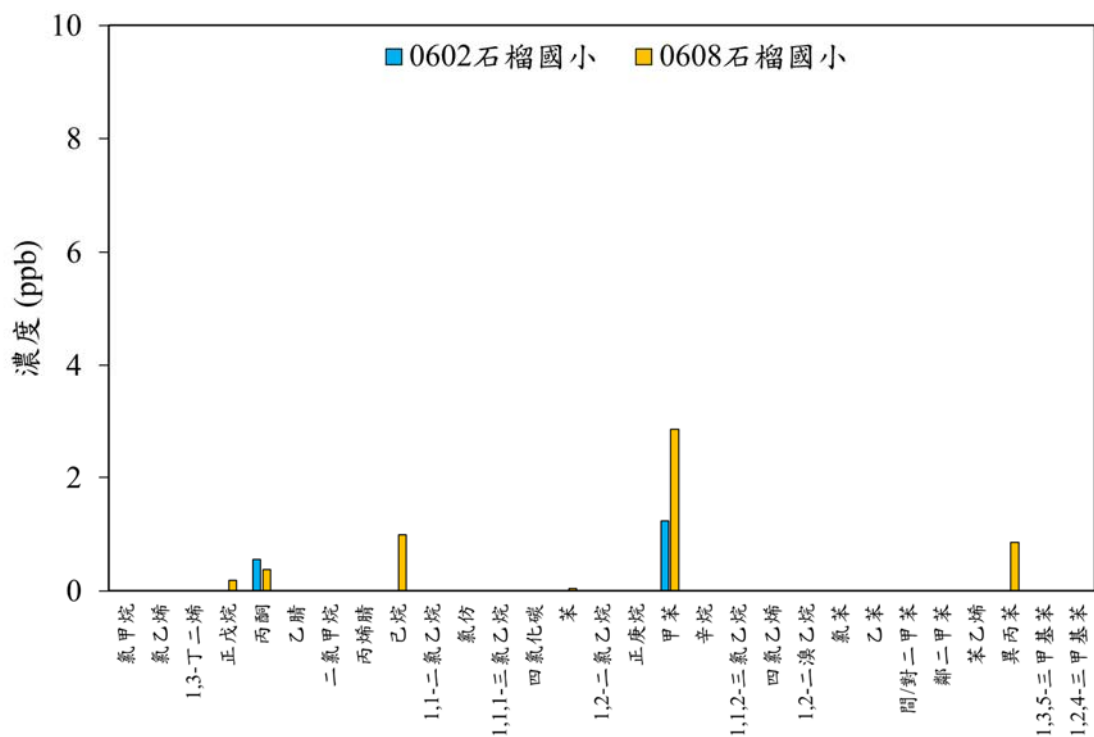


圖 8.6 石榴國小採樣分析之 29 種有害空氣污染物

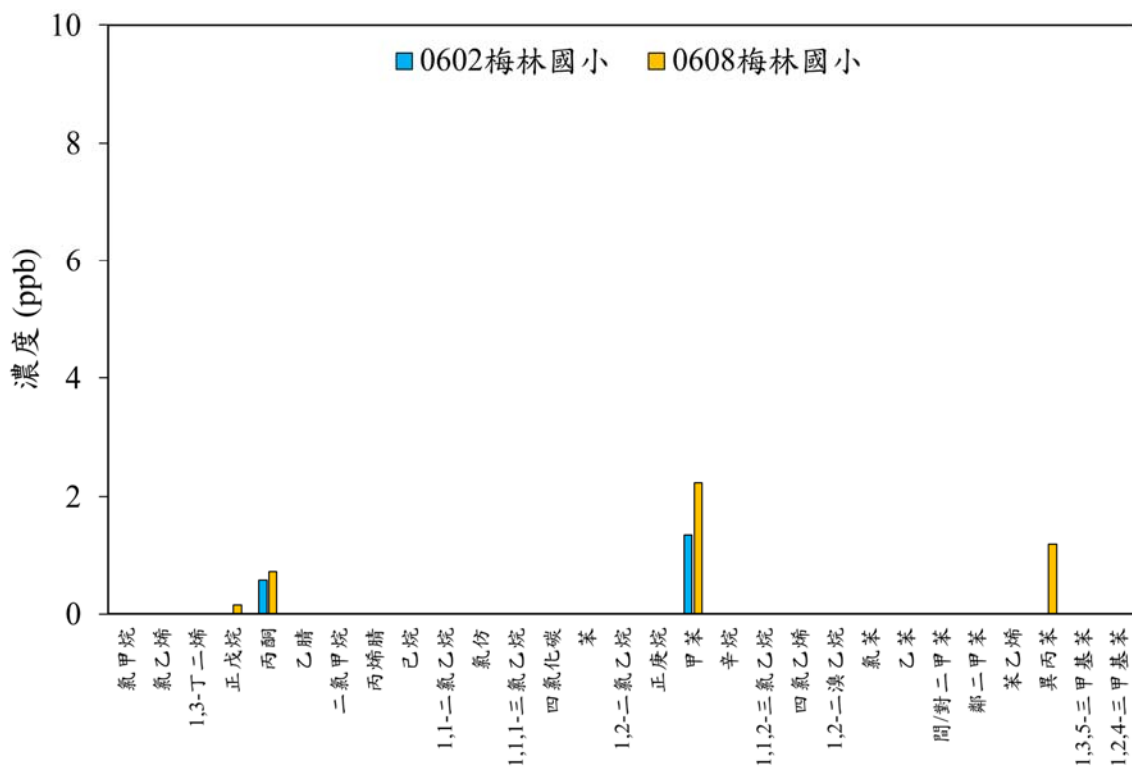


圖 8.7 梅林國小採樣分析之 29 種有害空氣污染物

● 模擬丙酮事故洩漏採樣分析

本計畫因計畫執行期間於雲林縣轄區未有空污危害或毒化災事件發生，故尚未執行緊急採樣分析，故研究團隊為證實發生化學品和緊急空氣污染事故時，並具備空氣污染物採樣和儀器分析能力，且迅速找出洩漏污染物質進行溯源解析，而研究團隊在室外環境設置一處丙酮洩漏口且進行模擬丙酮洩漏事故情境，並於雲林縣斗六市斗工十二路/一路進行採樣模擬如圖 8.7 所示，其當地風速 1.1 m/s 風向北北東。在模擬事故中分別以丙酮洩漏前背景值與洩漏後採樣之濃度進行比較，經表 8.1 顯示出 GC-MSD 分析之 29 種有害空氣污染物結果得知，在丙酮洩漏前濃度值為 5.26 ppb，經模擬丙酮洩漏後所採集樣分析濃度值高達 3,919 ppb，洩漏濃度相當為洩漏前背景濃度 745 倍具有偏高濃度值，但其洩露濃度皆符合周界排放標準 15,000 ppb 內，則在其餘測得有害空氣污染物物種皆與洩漏前濃度背景值相似，透過此次模擬事件得知該本計畫研究團隊具備處理發生緊急空氣污染事件採樣分析能力，並能準確掌握污染物種類且釐清污染物來源。

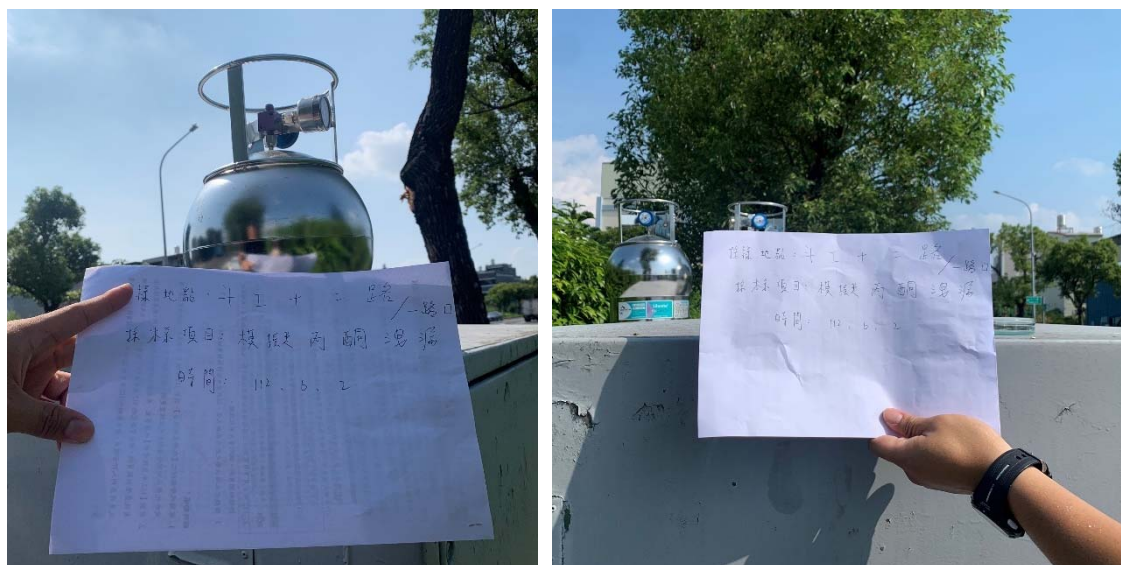


圖 8.2 模擬丙酮洩露事故採樣分析

表 8.1 模擬丙酮洩漏事故之分析 29 種有害空氣污染物

有害空氣 物種	MDL (ppbb)	洩漏前 (ppb)	洩漏後 (ppb)	有害空 氣物種	MDL (ppbb)	洩漏前 (ppb)	洩漏後 (ppb)
氯甲烷	0.20	N.D.	N.D.	1,2-二氯 乙烷	0.15	N.D.	N.D.
氯乙烯	0.18	N.D.	N.D.	正庚烷	0.16	N.D.	N.D.
1,3-丁二烯	0.15	N.D.	N.D.	甲苯	0.19	2.36	1.63
正戊烷	0.18	0.61	0.59	辛烷	0.20	N.D.	N.D.
丙酮	0.22	5.26	3919	1,1,2-三 氯乙烷	0.18	N.D.	N.D.
乙腈	0.19	N.D.	N.D.	1,2-二溴 乙烷	0.17	N.D.	N.D.
二氯甲烷	0.16	N.D.	N.D.	氯苯	0.20	N.D.	N.D.
丙烯腈	0.28	N.D.	N.D.	乙苯	0.23	N.D.	N.D.
己烷	0.19	N.D.	N.D.	間/對二 甲苯	0.27	N.D.	N.D.
1,1-二氯乙 烷	0.19	N.D.	N.D.	鄰二甲 苯	0.21	N.D.	N.D.
氯仿	0.14	N.D.	N.D.	苯乙烯	0.34	N.D.	N.D.
1,1,1-三氯 乙烷	0.11	N.D.	N.D.	異丙苯	0.08	N.D.	N.D.
四氯化碳	0.20	N.D.	N.D.	1,3,5-三 甲基苯	0.20	N.D.	N.D.
苯	0.21	N.D.	N.D.	1,2,4-三 甲基苯	0.23	N.D.	N.D.

備註: N.D. 低於偵測極限值

第九章 實驗耗材購置及設備維護管理

本計畫於例行性採樣及分析執行過程時，因儀器設備隨時皆處於上機狀態，故需大量實驗耗材，另針對緊急事故採樣之分析，也需隨時將儀器保持待機狀態，因此計畫執行過程中，將備有適當數量之耗材，並做好儀器設備維護管理，相關細項如本節說明。

9.1 購置實驗藥品、消耗性材料（吸附介質、棕色瓶等）等相關耗材及分析用氣體（標準氣體及儀器所需氣體）

為確保計畫執行過程中，能快速及準確地得到數值，計畫人員將不定期盤點實驗相關耗材，如採樣用吸附介質（採氣袋）及鐵氟龍管、分析時所需藥品及器皿（燒杯及棕色瓶等），除平日所需數量外，也將準備平日用量之 1/2 做為備用，避免臨時缺貨或突發狀況發生時，影響計畫之執行，另針對實驗用藥品，將確認藥品之有效期限及保存方法皆為可使用狀態。

各儀器設備於採樣及分析過程需選用適當氣體方能操作，進而達到準確分析結果，各儀器設備搭配氣體列表如表 9.1.1 所示。

表 9.1.1 各儀器分析用氣體彙整

儀器名稱	所需氣體
GC-MSD	液氮、普通氮氣、高純度氮氣
GC-PFPD	液氮、普通氮氣、高純度氮氣、氫氣、空氣
GC-FID	普通氮氣、氫氣、空氣
鋼瓶清洗	高純度氮氣
採樣袋清洗	普通氮氣

9.2 流量計、採樣鋼瓶等定期校正及清洗

本計畫所使用之儀器，包括輔助性量測設備等皆需要進行校正，其目的等同儀器設備定期維護保養，可延長其使用壽命，並掌握儀器設備於計畫過程中為最佳使用狀況，增加監測分析結果之品質及可信度。

說明如下：

一、校正作業

所有校正及量測儀器設備、標準氣體皆需有相關紀錄及建檔保存，以利後續可追溯，並於儀器設備校正後黏貼校正標籤，說明最近校正及下次預計校正日期。

二、流量計校正作業

氣態污染物之採樣分析結果常以 ppmv 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 來表示，其所代表之意義為通過採樣介質的空氣總量中所含之污染物體積或質量，而採樣器流量大小決定總採氣量且直接影響測定分析結果之濃度計算，因此採樣器上流量指示之準確度極為重要，採樣器流量需要經常校正，確保測定結果正確性。本計畫使用在周界空氣採樣常用的乾式氣體流量計，以乾式石墨活塞，藉由氣體的帶動量測乾式石墨活塞到特定距離外之時間以計算流率，其校正步驟如下

- (1) 將採樣泵浦、採樣介質與流量計連接。
- (2) 採樣泵浦開始抽氣後，可按下流量計啟動開關，即可由顯示螢幕讀得流量值，調整採樣泵浦流率至採樣方法建議範圍後，再由流量計讀得至少 3 次讀值後平均，即為採樣時泵浦之抽引流量。
- (3) 採樣前後均需依上述步驟校正採樣流量，若差異達 10% 以上（視各方法規定而異），即（採樣後校準值-採樣前校準值）

÷ 採樣前校準值×100%>10%，則所採樣品視同無效。

為確保在採樣期間樣品之準確性，在每日進行氣袋更換時進行流量計之校正及監控，並記錄採氣袋更換時間及更換前後之流量（圖 9.2.1），而在計劃期間每日採樣前後之流量變化差異均小於 10%，也證實了流量計之準確性及樣品之有效性。附錄四為採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表。

採樣日期	更換時間		採樣前流量		平均流量 (mL/min)	採樣後流量		平均流量 (mL/min)	更換人員簽名	備註
	起	迄	(mL/min)			(mL/min)				
11/12/21	10:20	10:45	115.6	115.8	115.7	112.4	112.5	112.4	孫安培	
11/12/22	10:05	10:15	113.3	112.2	112.7	113.2	113.6	113.4	孫安培	
11/12/23	10:01	10:35	113.3	113.3	113.3	114.2	113.6	113.9	孫安培	
11/12/26	10:20	10:45	114.3	113.6	113.9	111.5	114.0	112.2	孫安培	
11/12/27	09:00	09:33	111.5	114.9	113.2	111.9	113.5	112.7	孫安培	
11/12/28	10:00	10:40	111.3	116.5	113.9	113.9	113.8	113.8	孫安培	
11/12/29	09:00	09:20	113.9	110.8	112.3	113.9	113.8	113.8	孫安培	
11/12/30	09:00	09:18	115.4	116.1	115.7	112.2	111.9	112.0	孫安培	
11/12/31	10:05	10:40	111.2	111.7	111.4	115.4	113.3	114.3	孫安培	
12/01/01	10:05	10:46	114.3	113.6	113.9	116.2	116.2	116.2	孫安培	
12/01/02			119.3	117.8	118.5					
12/01/03	10:25	10:36	115.3	114.9	115.1	110.4	110.2	110.3	孫安培	
12/01/04	08:30	09:05	116.5	112.8	114.6	109.9	109.9	109.9	孫安培	
12/01/05	09:05	09:36	111.4	111.9	111.6	108.1	108.9	109.5	孫安培	
12/01/06	09:00	09:25	114.5	114.7	114.6	112.2	112.2	112.2	孫安培	
12/01/07	09:00	09:35	116.3	116.6	116.4	112.2	112.2	112.2	孫安培	
12/01/08	09:00	09:25	112.4	112.4	112.4	108.5	108.5	108.5	孫安培	
12/01/09	09:00	09:30	114.8	116.0	115.4	115.4	115.4	115.4	孫安培	
12/01/10	09:00	09:35	111.3	116.2	113.7	113.9	113.9	113.9	孫安培	
12/01/11	09:00	09:35	115.4	115.7	115.5	110.9	115.6	113.2	孫安培	
12/01/12	09:00	09:55	114.2	115.4	114.8	113.9	113.9	113.9	孫安培	
12/01/13	09:00	09:25	116.2	116.2	116.2	116.2	112.9	114.5	孫安培	
12/01/14	09:00	09:23	115.6	115.5	115.5	115.4	115.3	115.3	孫安培	
12/01/15	09:00	09:20	113.6	115.3	114.4	117.0	117.3	117.1	孫安培	
12/01/16						113.4	113.4	113.4	孫安培	
12/01/17	10:30	10:55	115.2	112.3	113.7	112.3	112.3	112.3	孫安培	
12/01/18	09:00	09:51	116.2	116.6	116.4	115.2	115.5	115.3	孫安培	
12/01/19	09:20	09:50	116.2	118.7	117.4	115.3	115.3	115.3	孫安培	
12/01/20	09:00	09:30	118.4	119.3	118.8	117.6	117.6	117.6	孫安培	
12/01/21	09:00	09:30	118.2	119.2	118.7	117.9	117.9	117.9	孫安培	
12/01/22	08:50	09:20	117.0	120.3	118.6	117.0	117.0	117.0	孫安培	

圖 9.2.1 採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表

三、 定期保養清洗作業

對於採樣過程所需採氣袋或不鏽鋼採樣筒，針對平日採樣監測使用之樣本，於 14 日有效期限後，將進行清洗，供後續採樣使用。另本計畫將預備 3 個不鏽鋼採樣筒，供應緊急事件採樣時使用，此採樣筒將每週進行清洗一次，緊急事件採樣時，方能提供乾淨且負壓狀態之採樣筒，避免內在因素影響後後續分析結果，清洗時將填寫紀錄表如 圖 9.2.2)，此外，不鏽鋼定期清洗保養紀錄詳見附錄七，為計畫期間定期不鏽鋼採樣桶清洗紀錄表。

表 8.2.1 不鏽鋼採樣桶清洗紀錄表

不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表	
清洗日期/時間: 112.06.07 12:50	
存放位置: 儀器分析室	
清洗鋼瓶編號: 302, 304, 310, 312	
備註:	
清洗人員簽名: 李御雲	檢核人員簽名: 李御雲

圖 9.2.2 不鏽鋼採樣桶清洗紀錄表

第十章 辦理雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及擴散模擬

為掌握雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性之廠內風險，本章節將盤點雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性之廠家資訊，並藉由盤點之內容，利用擴散模擬軟體進行風險評估，其執行方式如下所示。

10.1 模擬雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及危害潛勢分析，至少選取 34 家毒化物運作廠商進行擴散模擬分析，並將分析報告提報機關備查

以毒性及關注化學物質管理而言，業務主管單位由災害預防角度，在運作管理的架構下，平日除了加強對運作廠家稽查作業，以有效掌控雲林縣內毒性及關注化學物質運作廠家運作狀況外，更需要掌握毒性及關注化學物質運作廠（場）毒性及關注化學物質運作情形，以提升毒性及關注化學物質運作廠家之安全管理，進一步的確保社會大眾生命財產安全，本計畫執行擴散模擬分析流程如圖 10.1.1 所示。

擴散模擬分析所需之資料包括運作廠家毒化物運作資料及模擬所在區域之氣象資料，在運作廠家毒化物運作資料之建置方面，現階段雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作列管廠家共計 20 家，共有 59 廠處，本團隊於 112 年 2 月 24 日函請 大局協助發文調查，大局已於 112 年 3 月 3 日函文雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所，以協助取得相關毒化物運作儲存之資料，經查詢後知雲林離島式基礎工業區麥寮區大於分級運作量之毒化物運作場所共計 39 廠處（如表 10.1.1 所示）。

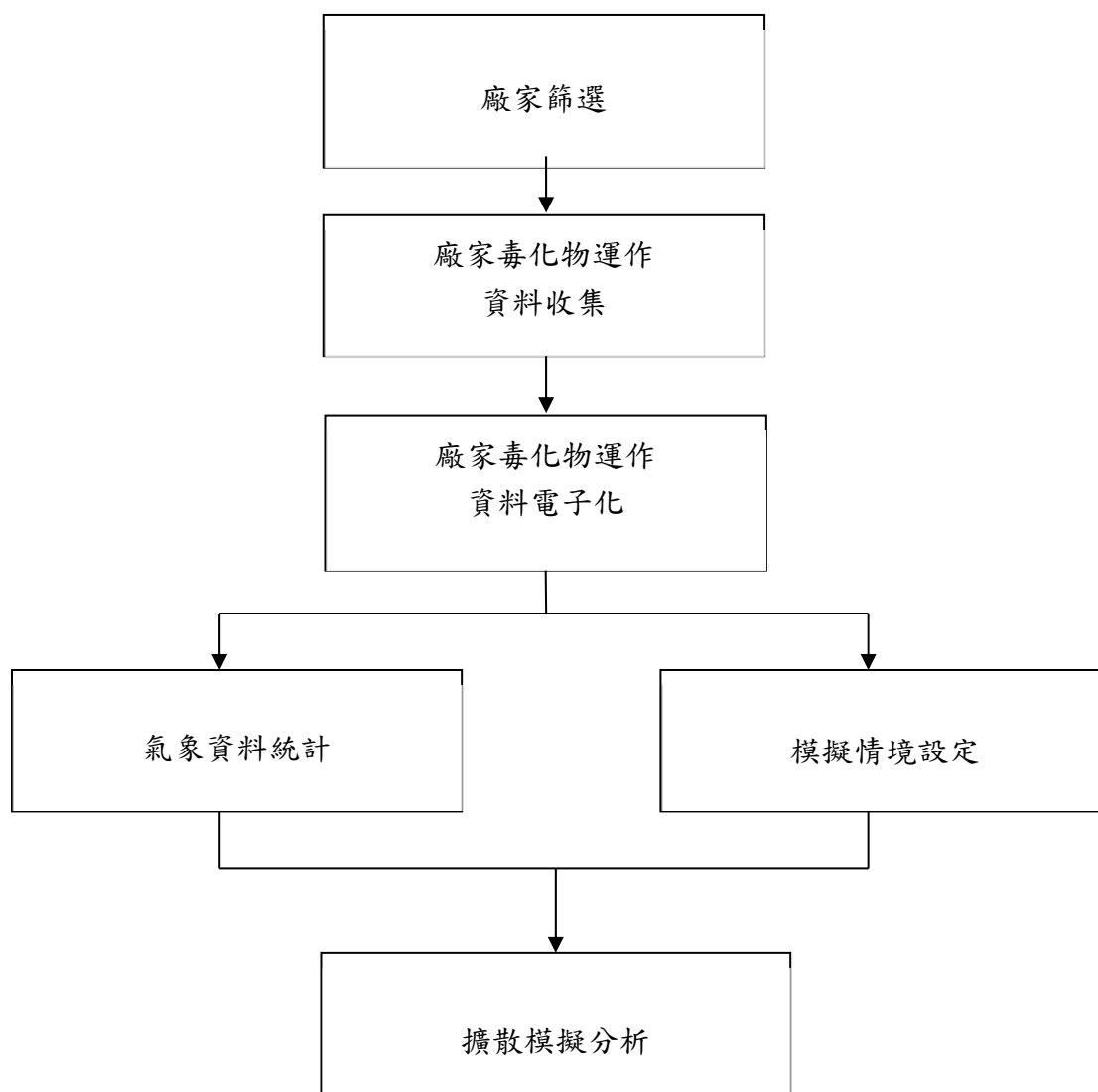


圖 10.1.1 擴散模擬分析執行流程圖

表 10.1.2 雲林離島式基礎工業區麥寮區大於分級運作量資訊彙整

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態
1	P5801728	台塑石化股份有限公司麥寮二廠烯烴一廠	1,3-丁二烯	氣
			二甲基甲醯胺	液
2	P5802421	台塑石化股份有限公司麥寮一廠碼槽處	氯乙烯	液
			環氧氯丙烷	液
			鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	液
			鄰苯二甲酸二異壬酯	液
3		台塑石化股份有限公司麥寮一廠煉油部轉化廠	四氯乙烯	液
4		台塑石化股份有限公司麥寮三廠烯烴二廠	1,3-丁二烯	氣
			二甲基甲醯胺	液
5	P5802430	台塑石化股份有限公司麥寮三廠烯烴三廠	1,3-丁二烯	氣
			二甲基甲醯胺	液
6		台塑石化股份有限公司麥寮三廠碼槽處	丙烯腈	液
			1,3-丁二烯	液
7		台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠苯乙烯廠	達諾殺	液
			苯	液
8	P5801773	台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠芳香烴一廠	苯	液
9		台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠聚苯乙烯廠	丙烯腈	液
			二甲基甲醯胺	液
	1,3-丁二烯		液	

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態
10		台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠聚碳酸酯樹脂廠	光氣	氣
			氯氣	氣
11		台灣化學纖維股份有限公司麥寮儲運處	苯	液
12	P5802092	台灣化學纖維股份有限公司海豐廠芳香烴二廠	苯	液
13		台灣化學纖維股份有限公司海豐廠芳香烴三廠	苯	液
14		台灣化學纖維股份有限公司海豐廠合成酚廠	苯	液
15		台灣化學纖維股份有限公司海豐廠聚丙烯廠	鄰苯二甲酸二丁酯	固
16		台灣化學纖維股份有限公司海豐廠苯乙烯三廠	苯	液
			達諾殺	液
17	P5801602	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠聚氯乙炔廠	氯乙炔	液
			鄰苯二甲酸二異壬酯	液
18		台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠氯乙炔廠	氯乙炔	氣
			氯	氣
19		台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠鹼廠	氯	氣、液
20		台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠丙烯腈廠	丙烯腈	液
			氰化氫	液
			甲醛	液
21		台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠化學品部甲基丙烯酸甲酯廠	氰化氫	液
22				環氧氯丙烷

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	
23		台灣塑膠工業股份有限公司 麥寮廠環氧氯丙烷廠	1,2-二氯丙烷	液	
			氯	氣	
		台灣塑膠工業股份有限公司 麥寮廠化學品部倉儲設備組	丙烯腈	液	
			環氧氯丙烷	液	
24	P5802001	台灣塑膠工業股份有限公司 麥寮碳纖廠	丙烯腈	液	
			二甲基甲醯胺	液	
25	P5801513	南亞塑膠工業股份有限公司 麥寮總廠鄰苯二甲酐廠	鄰苯二甲酐	液、固	
26		南亞塑膠工業股份有限公司 麥寮總廠可塑劑廠	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	液	
			鄰苯二甲酸二異壬酯	液	
			鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	液	
			鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	固	
			鄰苯二甲酸二異癸酯	液	
			鄰苯二甲酸二丁酯	液	
			1,3-丁二烯	氣	
			鄰苯二甲酐	液	
27		南亞塑膠工業股份有限公司 麥寮總廠丁二醇廠	1,3-丁二烯	液	
28		南亞塑膠工業股份有限公司 麥寮總廠過氧化氫廠	氯	氣	
			壬基酚	液	
29			南亞塑膠工業股份有限公司 麥寮總廠乙二醇廠	環氧乙烷	液
				氯乙烷	氣

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態
30		南亞塑膠工業股份有限公司 麥寮總廠環氧樹脂廠	環氧氯丙烷	液
			苯胺	液
31	P5805244	南亞塑膠工業股份有限公司 海豐總廠馬來酞廠	鄰苯二甲酸二丁酯	液
32		南亞塑膠工業股份有限公司 海豐總廠丁二醇二廠	1,3-丁二烯	氣
33		南亞塑膠工業股份有限公司 海豐總廠乙二醇二、三廠	環氧乙烷	液
			氯乙烷	液
34	P5802323	南中石化工業股份有限公司 乙二醇廠	環氧乙烷	液
			氯乙烷	液
35	P5805271	長春人造樹脂廠股份有限公司 麥寮廠	甲醛	液
36	P5805753	長春石油化學股份有限公司 麥寮廠	碘甲烷	液
37	P5802387	大連化學工業股份有限公司 麥寮廠	丙烯醇	液
38	P58A1635	台塑科騰化學有限公司	1,3-丁二烯	氣
39	P5801871	台塑勝高科技股份有限公司 麥寮矽晶圓廠	氟化氫 (氫氟酸)	液

10.2 雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作列管廠家擴散模擬

近年來國內科技產業蓬勃發展，各種化學物質被廣泛應用於社會各階層與領域，諸如化學工廠、學術研究機構、學校及民生用品等。然而一旦作業不慎，造成化學災害事故，不但影響環境甚劇，更可能造成重大的人命傷亡。為因應化學災害事故到場應變之需求，將透過模擬軟體模擬化學災害事故所造成的污染範圍，以降低不必要的傷亡與財物損失。透過模擬軟體應用可根據化學物質的特性及各種操作環境上的限制條件，模擬出災害情況，藉由擴散模擬軟體實際應用於擴散資料建置及污染範圍確認，期以將災害分析模擬結果作為未來緊急應變之決策參考，以提升現場指揮官應變及決策能力。

目前國際上模擬軟體運用得相當廣泛，種類上也很多元，本計畫針對較常運用擴散模擬軟體進行篩選後，運用 ALOHA 及 SLAB View 軟體針對後果分析模擬情境及儲存容器設備（如儲槽出口閥）故障或破裂洩漏，導致毒性氣雲擴散危害範圍，以建立模擬評估資料，並針對氣態與液態物質進行擴散範圍分析，以 PAC-3、PAC-2 及 PAC-1 計算影響範圍；另因受限於軟體條件下，故假設其儲存場所皆位於室外，且不考慮廠方對於儲存場所採取之任何防護阻絕措施，如氣等水霧防護措施，並假設無其他化學品同時發生洩漏。

彙整統計 2017 年至 2022 年台塑企業風場觀測站之氣象條件，其氣象資料主要包含風速、風向、相對溼度及溫度等，並以最嚴重情境 (WCS) 之條件進行後續模擬作業，其氣象統計成果如表 10.2.1。

大氣穩定度分為 A 至 F，分別表示非常不穩定至非常穩定。在不穩定的條件下，分散的氣體會迅速與周圍的空氣混合後順風延伸，污染

物很快就會被稀釋到關注水平以下，因此在不穩定狀態下擴散區域範圍較小。本計畫為模擬最嚴重情境，因此大氣穩定度採非常穩定 F 來進行模擬。風向決定了污染物雲的飄移方向，另風速不僅影響氣雲順風移動的速度，還影響它在側風和垂直方向上的移動量，因此當風速慢時，氣雲不容易擴散稀釋，導致擴散區域範圍較大，本計畫為模擬最嚴重情境，因此選定最低平均風速來進行模擬。雲覆蓋率指的是天空中被雲層覆蓋的比例，用來估計化學物質釋放時吸收的太陽輻射量。太陽輻射對液池蒸發率有重要影響，因為來自太陽的熱量可以使液池升溫並加速蒸發，本計畫為模擬最嚴重情境，因此選定無雲覆蓋情境進行模擬。

表 10.2.1 雲林縣氣象資料統計成果

最嚴重情境(WCS)	
模擬參數	麥寮(台塑企業風場觀測站)
大氣穩定度	F
最低平均風速(m/s)	5.4
最高月平均溫度(°C)	35.4
當地年平均相對濕度(%)	81
監測站高度(m)	10
地表粗糙度	市區或鄉村地形 (Urban or Forest)
雲覆蓋率 (tenths)	0
盛行風向	東北風(NE)

毒性氣雲擴散之安全距離判斷標準是依後果分析模擬終點限值，PACs 是化學品發生洩漏緊急情況下使用之曝露指南，旨在幫助保護民眾免受短期暴露於空氣中危害化學品之健康影響，PAC1-PAC3 代表一般人群（包括易感人群，如嬰兒，老人和有疾病之人群）於 60 分鐘曝露的基礎上可能受到健康影響之濃度，可用於應變單位決定採取何種措施，如疏散或避難等，來保護洩漏源鄰近人群免受曝露之危害，其定義說明如表 10.2.2。

表 10.2.2 PACs 定義說明

	定義說明
PAC-1	輕微，短暫之健康影響
PAC-2	不可逆轉或其他嚴重的健康影響，可能會影響採取保護行動之能力
PAC-3	危及生命之健康影響

本計畫應用 ALOHA 及 SLAB View 軟體針對雲林離島式基礎工業區麥寮區大於分級運作量之毒化物運作場所為對象執行進行分析模擬，在其假設模擬情境下，以初步瞭解毒化物運作廠家諾不慎發生意外洩漏時，毒性氣雲擴散危害範圍。並進一步檢視模擬軟體應用於毒化災害事件之可行性，進而協助提升緊急應變技術、建立其災害發生之後果分析評估能力，其雲林離島式基礎工業區麥寮區模擬結果如表 10.2.3 所列。

在事故情境及大氣條件洩漏參數均相同的情況下，SLAB View 與 ALOHA 模擬結果距離顯示不同，造成此差異現象的原因在於 ALOHA 模式設計為緊急應變使用，故在模擬結果較為保守，且 ALOHA 能廣

泛應用於國內外的應變及學術單位，其原因不乏為免費、使用操作容易、美國環保署(USEPA)及 NOAA 依其使用結果定期更新修正等因素，針對最嚴重模擬情境因大量洩漏導致擴散危害距離大於 10 km、洩漏時間大於 60 分鐘，則以 SLAB View 進行模擬較佳，ALOHA 在此方面受到限制，無法進行評估。

依據災害管理層面可分為災前的減災、整備、災時的應變以及災後復原等四階段，面對重大災害的處理，應朝向一系列的準備預防工作著手，以避免浪費資源與造成不必要人員傷亡。而後果分析的主要目的在於找出設備失效後危害物質的可能洩漏狀況，以及其後續的演化過程，因此在減災整備階段方面，建議可運用 SLAB View 軟體事先依據區域特性，設定模擬情境，以評估各個模擬事故情境在不同時間下造成的污染物質擴散歷程，並藉此預先規劃相應應變整備措施，以強化廠場危害預防能力及其應變能力，有效達到避災減災之目的。若不慎發生災害意外事故，考量災害搶救的急迫性，建議善用 ALOHA 軟體模擬參數收集容易及操作便利特性，以即時執行災害後果模擬分析，評估化災現場危害擴散範圍，同時搭配事故現場環境監測結果，以作為現場指揮官疏散避難參考依據，進而增強現場指揮官應變及決策能力。

表 10.2.3 雲林離島式基礎工業區參寮區模擬結果

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
1	P5801728	台塑石化股份有限公司 麥寮二廠烯烴一廠	1,3-丁二烯	氣	22,000 ppm = PAC-3	40	22,000 ppm = PAC-3	14.52
					5,300 ppm = PAC-2	96	5,300 ppm = PAC-2	91.88
					670 ppm = PAC-1	360	670 ppm = PAC-1	1,581.47
			二甲基甲醯胺	液	530 ppm = PAC-3	79	530 ppm = PAC-3	129.65
					91 ppm = PAC-2	218	91 ppm = PAC-2	468.09
					2 ppm = PAC-1	5,000	2 ppm = PAC-1	5,476.96
2	P5802421	台塑石化股份有限公司 麥寮一廠碼槽處	氯乙烯	液	4,800 ppm = PAC-3	1,100	4,800 ppm = PAC-3	1,313.98
					1,200 ppm = PAC-2	2,300	1,200 ppm = PAC-2	4,550.74
					250 ppm = PAC-1	5,600	250 ppm = PAC-1	15,194.12
			環氧氯丙烷	液	72 ppm = PAC-3	1,400	72 ppm = PAC-3	2,109.23
					24 ppm = PAC-2	3,000	24 ppm = PAC-2	4,447.11
					1.7 ppm = PAC-1	10,000	1.7 ppm = PAC-1	23,951.56

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
3		台塑石化股份有限公司麥寮一廠煉油部轉化廠	四氯乙烯	液	350 ppm = PAC-3	<10	330 ppm = PAC-3	<10
					230 ppm = PAC-2	23	55 ppm = PAC-2	1.77
					120 ppm = PAC-1	103	22 ppm = PAC-1	2
4	P5802430	台塑石化股份有限公司麥寮三廠烯烴二廠	1,3-丁二烯	氣	22,000 ppm = PAC-3	293	22,000 ppm = PAC-3	20.94
					5,300 ppm = PAC-2	599	5,300 ppm = PAC-2	63.06
					670 ppm = PAC-1	1,900	670 ppm = PAC-1	332.08
			二甲基甲醯胺	液	530 ppm = PAC-3	79	530 ppm = PAC-3	187.94
					91 ppm = PAC-2	218	91 ppm = PAC-2	674.43
					2 ppm = PAC-1	5,000	2 ppm = PAC-1	8,120.73
5		台塑石化股份有限公司麥寮三廠烯烴三廠	1,3-丁二烯	氣	22,000 ppm = PAC-3	293	22,000 ppm = PAC-3	86.78
					5,300 ppm = PAC-2	599	5,300 ppm = PAC-2	704.11
					670 ppm = PAC-1	1,900	670 ppm = PAC-1	2,000
			二甲基甲醯胺	液	530 ppm = PAC-3	40	530 ppm = PAC-3	82.09
					91 ppm = PAC-2	107	91 ppm = PAC-2	296.68

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
	6				2 ppm = PAC-1	2,100	2 ppm = PAC-1	3,310.32
		台塑石化股份有限公司麥寮三廠碼頭處	甲基第三丁基醚	液	5,300 ppm = PAC-3	72	530 ppm = PAC-3	416.4
					570 ppm = PAC-2	286	91 ppm = PAC-2	880.8
					50 ppm = PAC-1	1,400	2 ppm = PAC-1	1,541.38
			丙烯腈	液	28 ppm = PAC-3	5,100	28 ppm = PAC-3	9,549.30
					1.7 ppm = PAC-2	>10,000	1.7 ppm = PAC-2	56,800
					0.15 ppm = PAC-1	>10,000	0.15 ppm = PAC-1	288,500
7	P5801773	台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠苯乙烯廠	苯	液	4,000 ppm = PAC-3	85	4,000 ppm = PAC-3	71.56
					800 ppm = PAC-2	247	800 ppm = PAC-2	338.04
					52 ppm = PAC-1	1,500	52 ppm = PAC-1	3,230.81
8		台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠芳香烴一廠	苯	液	4,000 ppm = PAC-3	135	4,000 ppm = PAC-3	100.49
					800 ppm = PAC-2	383	800 ppm = PAC-2	455.22
					52 ppm= PAC-1	2,200	52 ppm = PAC-1	3,676.41
9			丙烯腈	液	28 ppm = PAC-3	2,700	28 ppm = PAC-3	3963.11

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
10		台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠聚苯乙烯廠			1.7 ppm = PAC-2	>10,000	1.7 ppm = PAC-2	23,110.71
					0.15 ppm = PAC-1	>10,000	0.15 ppm = PAC-1	115,536.23
			二甲基甲醯胺	液	530 ppm = PAC-3	83	530 ppm = PAC-3	1.02
					91 ppm = PAC-2	241	91 ppm = PAC-2	1.02
					2 ppm = PAC-1	5,300	2 ppm = PAC-1	5,765.71
			1,3-丁二烯	液	22,000 ppm =PAC-3	223	參數不足，無法模擬	—
					5,300 ppm = PAC-2	477	—	—
					670 ppm = PAC-1	1,500	—	—
			台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠聚碳酸酯樹脂廠	光氣	氣	0.75 ppm = PAC-3	6,300	0.75 ppm = PAC-3
		0.3 ppm = PAC-2				9,000	0.3 ppm = PAC-2	10,880
0.027 ppm = PAC-1	>10,000	0.027ppm = PAC-1				36,535		
氯氣	氣	20 ppm = PAC-3		3,500	20 ppm = PAC-3	866.5		
		2 ppm = PAC-2		9,800	2 ppm = PAC-2	5,122.96		
		0.5ppm = PAC-1		>10,000	0.5ppm = PAC-1	12,940		

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
11		台灣化學纖維股份有限公司麥寮儲運處	苯	液	4,000 ppm = PAC-3	188	4,000 ppm = PAC-3	100.36
					800 ppm = PAC-2	522	800 ppm = PAC-2	456.60
					52 ppm = PAC-1	3,000	52 ppm = PAC-1	3,728.09
12		台灣化學纖維股份有限公司海豐廠芳香烴二廠	苯	液	4,000 ppm = PAC-3	188	4,000 ppm = PAC-3	147.18
					800 ppm = PAC-2	522	800 ppm = PAC-2	656.94
					52 ppm = PAC-1	3,000	52 ppm = PAC-1	5,456.74
13	P5802092	台灣化學纖維股份有限公司海豐廠芳香烴三廠	苯	液	4,000 ppm = PAC-3	426	4,000 ppm = PAC-3	371.08
					800 ppm = PAC-2	1,100	800 ppm = PAC-2	1,613.68
					52 ppm = PAC-1	6,000	52 ppm = PAC-1	13,087.50
14		台灣化學纖維股份有限公司海豐廠合成酚廠	苯	液	4,000 ppm = PAC-3	394	4,000 ppm = PAC-3	363.74
					800 ppm = PAC-2	1,100	800 ppm = PAC-2	1,577.57
					52 ppm = PAC-1	5,400	52 ppm = PAC-1	12,621.74
15			苯	液	4,000 ppm = PAC-3	124	4,000 ppm = PAC-3	95.41
					800 ppm = PAC-1	360	800 ppm = PAC-1	430.73

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
		台灣化學纖維股份有限公司海豐廠苯乙烯三廠			52 ppm = PAC-1	2,000	52 ppm = PAC-1	3,518.44
16	P5801602	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠聚氯乙烯廠	氯乙 烯	液	4,800 ppm = PAC-3	99	4,800 ppm = PAC-3	42.03
					1,200 ppm = PAC-2	228	1,200 ppm = PAC-2	159
					250 ppm = PAC-1	616	250 ppm = PAC-1	599.9
17		台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠氯乙 烯廠	氯乙 烯	氣	4,800 ppm = PAC-3	689	4,800 ppm = PAC-3	712.82
					1,200 ppm = PAC-2	1,400	1,200 ppm = PAC-2	2,467.5
					250 ppm = PAC-1	3,500	250 ppm = PAC-1	9,109.19
18		台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠鹼廠	氯	氣、 液	20 ppm = PAC-3	>10000	20 ppm = PAC-3	16,356.99
					2 ppm = PAC-2	>10000	2 ppm = PAC-2	81,406.67
					0.5 ppm = PAC-1	>10000	0.5 ppm = PAC-1	192,000
19		台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠丙烯腈廠	丙烯腈	液	28 ppm = PAC-3	3,700	28 ppm = PAC-3	6,598.89
					1.7 ppm = PAC-2	>10000	1.7 ppm = PAC-2	39,140.79
					0.15 ppm = PAC-1	>10000	0.15 ppm = PAC-1	196,750

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
			氰化氫	液	15 ppm = PAC-3	2,000	15 ppm = PAC-3	600.55
					7.1 ppm=PAC-2	2,700	7.1 ppm=PAC-2	946.43
					2 ppm=PAC-1	4,500	2 ppm=PAC-1	2,071.72
			甲醛	液	56 ppm = PAC-3	<10	56 ppm = PAC-3	1.44
					14 ppm = PAC-2	10	14 ppm = PAC-2	5.24
					0.9 ppm = PAC-1	43	0.9 ppm = PAC-1	76.37
		台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠化學品部甲基丙烯酸甲酯廠	氰化氫	液	15 ppm = PAC-3	2,000	15 ppm = PAC-3	491.48
					7.1 ppm=PAC-2	2,700	7.1 ppm=PAC-2	900.33
					2 ppm=PAC-1	4,600	2 ppm=PAC-1	2,206.67
21		台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠環氧氯丙烷廠	環氧氯丙烷	液	72 ppm = PAC-3	1,100	72 ppm = PAC-3	1,629.61
					24 ppm = PAC-2	2,400	24 ppm = PAC-2	3,506.92
					1.7 ppm = PAC-1	>10,000	1.7 ppm = PAC-1	19,052.86
			1,2-二氯丙烷	液	2,000 ppm = PAC-3	100	2,000 ppm = PAC-3	74.98
					220 ppm = PAC-2	425	220 ppm = PAC-2	542.49

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
22			氯	氣	30 ppm = PAC-1	1,600	30 ppm = PAC-1	2,294.23
					20 ppm = PAC-3	537	20 ppm = PAC-3	30.36
					2 ppm = PAC-2	1,500	2 ppm = PAC-2	180.53
					0.5 ppm = PAC-1	2,600	0.5 ppm = PAC-1	500.95
		台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠化學品部倉儲設備組	丙烯腈	液	28 ppm = PAC-3	4,600	28 ppm = PAC-3	9,395.53
					1.7 ppm = PAC-2	>10,000	1.7 ppm = PAC-2	55,518.9
					0.15 ppm = PAC-1	>10,000	0.15 ppm = PAC-1	277,809.52
			環氧氯丙烷	液	72 ppm = PAC-3	1,000	72 ppm = PAC-3	1,425.7
					24 ppm = PAC-2	2,200	24 ppm = PAC-2	3,006.63
					1.7 ppm = PAC-1	>10,000	1.7 ppm = PAC-1	16,174.42
23	P5802001	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮碳纖廠	丙烯腈	液	28 ppm = PAC-3	3,400	28 ppm = PAC-3	6,271.70
					1.7 ppm = PAC-2	>10,000	1.7 ppm = PAC-2	36,367.27
					0.15 ppm = PAC-1	>10,000	0.15 ppm = PAC-1	59,700
			二甲基甲醯胺	液	530 ppm = PAC-3	102	530 ppm = PAC-3	169.84

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					91 ppm = PAC-2	265	91 ppm = PAC-2	620.35
					2 ppm = PAC-1	6,600	2 ppm = PAC-1	7,688.64
24	P5801513	南亞塑膠工業股份有限公司麥寮總廠可塑劑廠	1,3-丁二烯	氣	22,000 ppm = PAC-3	22	參數不足，無法模擬	—
					5,300 ppm = PAC-2	54	—	—
					670 ppm = PAC-1	206	—	—
25		南亞塑膠工業股份有限公司麥寮總廠丁二醇廠	1,3-丁二烯	液	22,000 ppm = PAC-3	179	參數不足，無法模擬	—
					5,300 ppm = PAC-2	378	—	—
					670 ppm = PAC-1	1,200	—	—
26		南亞塑膠工業股份有限公司麥寮總廠過氧化氫廠	氯	氣	20 ppm = PAC-3	1,400	20 ppm = PAC-3	1,272
					2 ppm = PAC-2	3,500	2 ppm = PAC-2	3,957.50
					0.5 ppm = PAC-1	6,100	0.5 ppm = PAC-1	7,644.29
27		南亞塑膠工業股份有限公司麥寮總廠乙二醇廠	環氧乙烷	液	200 ppm = PAC-3	2,100	200 ppm = PAC-3	2,141
					45 ppm = PAC-2	4,100	45 ppm = PAC-2	5,193
					5 ppm = PAC-1	10,000	5 ppm = PAC-1	16,969

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
28			氯乙烷	氣	20,000 ppm= PAC-3	33	20,000 ppm= PAC-3	16
					5,100 ppm = PAC-2	66	5,100 ppm = PAC-2	46
					300 ppm = PAC-1	356	300 ppm = PAC-1	381
		南亞塑膠工業股份有限公司麥寮總廠環氧樹脂廠	環氧氯丙烷	液	72 ppm = PAC-3	1,300	72 ppm = PAC-3	2,267.8
					24 ppm = PAC-2	2,800	24 ppm = PAC-2	4,771.35
					1.7 ppm = PAC-1	>10,000	1.7 ppm = PAC-1	26,568.97
			苯胺	液	20 ppm = PAC-3	1,500	20 ppm = PAC-3	2.41
					12 ppm = PAC-2	1,900	12 ppm = PAC-2	2.41
					8 ppm = PAC-1	2,300	8 ppm = PAC-1	2.41
29	P5805244	南亞塑膠工業股份有限公司海豐總廠丁二醇二廠	1,3-丁二烯	氣	3,000 ppm = PAC-3	11	參數不足，無法模擬	—
					500 ppm = PAC-2	29	—	—
					75 ppm = PAC-1	109	—	—
30			環氧乙烷	液	200 ppm = PAC-3	3,400	200 ppm = PAC-3	2,398
					45 ppm = PAC-2	6,400	45 ppm = PAC-2	7,605

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
		南亞塑膠工業股份有限公司海豐總廠乙二醇二、三廠	氯乙烷	液	5 ppm = PAC-1	10,000	5 ppm = PAC-1	2,398
					20,000 ppm = PAC-3	33	20,000 ppm = PAC-3	4
					5,100 ppm = PAC-2	66	5,100 ppm = PAC-2	14
					300 ppm = PAC-1	356	300 ppm = PAC-1	124
31	P5802323	南中石化工業股份有限公司乙二醇廠	環氧乙烷	液	200 ppm = PAC-3	2,100	200 ppm = PAC-3	1,033
					45 ppm = PAC-2	4,100	45 ppm = PAC-2	3,706
					5 ppm = PAC-1	10,000	5 ppm = PAC-1	13,931
			氯乙烷	液	20,000 ppm = PAC-3	33	20,000 ppm = PAC-3	4
					5,100 ppm = PAC-2	66	5,100 ppm = PAC-2	14
					300 ppm = PAC-1	356	300 ppm = PAC-1	124
32	P5805271	長春人造樹脂廠股份有限公司麥寮廠	甲醛	液	56 ppm = PAC-3	97	參數不足，無法模擬	—
					14 ppm = PAC-2	192	—	—
					0.9 ppm = PAC-1	1,900	—	—
33	P5805753		碘甲烷	液	125 ppm = PAC-3	1,100	125 ppm = PAC-3	948

項次	運作場所 管編	運作場所	物質名稱	型態	ALOHA 毒性氣雲模擬結果		SLAB 模擬結果	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
		長春石油化學股份有限公司麥寮廠			50 ppm = PAC-2	1,900	50 ppm = PAC-2	1,820
					25 ppm = PAC-1	3,000	25 ppm = PAC-1	2,953
34	P5802387	大連化學工業股份有限公司麥寮廠	丙烯醇	液	13 ppm = PAC-3	8,000	13 ppm = PAC-3	8,768
					1.7 ppm = PAC-2	>10,000	1.7 ppm = PAC-2	30,525
					0.09 ppm = PAC-1	>10,000	0.09 ppm = PAC-1	214,189
35	P58A1635	台塑科騰化學有限公司	1,3-丁二烯	氣	22,000 ppm = PAC-3	13	參數不足，無法模擬	—
					5,300 ppm = PAC-2	35	—	—
					670 ppm = PAC-1	130	—	—
36	P5801871	台塑勝高科技股份有限公司麥寮矽晶圓廠	氟化氫 (氫氟酸)	液	44 ppm = PAC-3	30	44 ppm = PAC-3	124.02
					24 ppm = PAC-2	41	24 ppm = PAC-2	191.41
					1 ppm = PAC-1	222	1 ppm = PAC-1	1,331.35

表 10.2.4 雲林離島式基礎工業區參寮區可燃性蒸氣雲影響範圍及爆炸過壓影響範圍模擬結果

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
1	P5801728	台塑石化股份有限公司 麥寮二廠烯烴一廠	1,3-丁二烯	氣	10,140 ppm = 60% LEL	65	8.0 psi	-
					5,070 ppm = 30% LEL	101	3.5 psi	35
					1,690 ppm = 10% LEL	205	1.0 psi	73
			二甲基甲醯胺	液	13,800 ppm = 60% LEL	39	—	—
					6,900 ppm = 30% LEL	39	—	—
					2,300 ppm = 10% LEL	53	—	—
2	P5802421	台塑石化股份有限公司 麥寮一廠碼槽處	氯乙烯	液	21,600 ppm = 60% LEL	540	8.0 psi	-
					10,800 ppm = 30% LEL	754	3.5 psi	421
					3,600 ppm = 10% LEL	1300	1.0 psi	571
			環氧氯丙烷	液	15,000 ppm = 60% LEL	-	—	—
					7,500 ppm = 30% LEL	-	—	—

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					2,500 ppm = 10% LEL	94	—	—
3	P5802421	台塑石化股份有限公司麥寮一廠煉油部轉化廠	四氯乙烯	液	—	—	—	—
					—	—	—	—
					—	—	—	—
4	P5802430	台塑石化股份有限公司麥寮三廠烯烴二廠	1,3-丁二烯	氣	10,140 ppm = 60% LEL	430	8.0 psi	-
					5,070 ppm = 30% LEL	614	3.5 psi	289
					1,690 ppm = 10% LEL	11,000	1.0 psi	456
			二甲基甲醯胺	液	13,800 ppm = 60% LEL	39	—	—
					6,900 ppm = 30% LEL	39	—	—
					2,300 ppm = 10% LEL	53	—	—
5	P5802430	台塑石化股份有限公司麥寮三廠烯烴三廠	1,3-丁二烯	氣	1,690 ppm = 60% LEL	430	8.0 psi	-
					5,070 ppm = 30% LEL	614	3.5 psi	289

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
6	P5802430	台塑石化股份有限公司 參寮三廠碼頭處	二甲基甲醯胺	液	10,140 ppm = 10% LEL	1,100	1.0 psi	456
					13,800 ppm = 60% LEL	19	—	—
					6,900 ppm = 30% LEL	19	—	—
					2,300 ppm = 10% LEL	27	—	—
			甲基第三丁基醚	液	7,380 ppm = 60% LEL	58	8.0 psi	-
					3,690 ppm = 30% LEL	90	3.5 psi	50
					1,230 ppm = 10% LEL	178	1.0 psi	73
7	P5801773	台灣化學纖維股份有限公司 參寮廠苯乙烯廠	苯	液	18,300 ppm = 60% LEL	54	—	—
					9,150 ppm = 30% LEL	108	—	—
					3,050 ppm = 10% LEL	253	—	—
					7,200 ppm = 60% LEL	54	8.0 psi	—
					3,600ppm = 30% LEL	91	3.5 psi	42

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					1,200 ppm = 10% LEL	190	1.0 psi	66
8	P5801773	台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠芳香烴一廠	苯	液	7,200 ppm = 60% LEL	89	8.0 psi	-
					3,600 ppm = 30% LEL	147	3.5 psi	60
					1,200 ppm = 10% LEL	299	1.0 psi	97
9	P5801773	台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠聚苯乙烯廠	丙烯腈	液	18,300 ppm = 60% LEL	27	—	—
					9,150 ppm = 30% LEL	52	—	—
					3,050 ppm = 10% LEL	121	—	—
			二甲基甲醯胺	液	13,800 ppm = 60% LEL	39	—	—
					6,900 ppm = 30% LEL	39	—	—
					2,300 ppm = 10% LEL	55	—	—
			1,3-丁二烯	液	10,140 ppm = 60% LEL	337	8.0 psi	—
					5,070 ppm = 30% LEL	488	3.5 psi	187

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					1,690 ppm = 10% LEL	882	1.0 psi	353
10	P5801773	台灣化學纖維股份有限公司麥寮廠聚碳酸酯樹脂廠	光氣	氣	—	—	—	—
					—	—	—	—
					—	—	—	—
			氯氣	氣	—	—	—	—
					—	—	—	—
					—	—	—	—
11	P5801773	台灣化學纖維股份有限公司麥寮儲運處	苯	液	7,200 ppm = 60% LEL	123	8.0 psi	—
					3,600 ppm = 30% LEL	202	3.5 psi	61
					1,200 ppm = 10% LEL	406	1.0 psi	99
12	P5802092	台灣化學纖維股份有限公司海豐廠芳香烴二廠	苯	液	7,200 ppm = 60% LEL	123	8.0 psi	—
					3,600 ppm = 30% LEL	202	3.5 psi	87

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					1,200 ppm = 10% LEL	406	1.0 psi	131
13	P5802092	台灣化學纖維股份有限公司海豐廠芳香烴三廠	苯	液	7,200 ppm = 60% LEL	286	8.0 psi	—
					3,600 ppm = 30% LEL	457	3.5 psi	204
					1,200 ppm = 10% LEL	889	1.0 psi	284
14	P5802092	台灣化學纖維股份有限公司海豐廠合成酚廠	苯	液	7,200 ppm = 60% LEL	260	8.0psi	—
					3,600 ppm = 30% LEL	423	3.5psi	162
					1,200 ppm = 10% LEL	829	1.0psi	253
15	P5802092	台灣化學纖維股份有限公司海豐廠苯乙烯三廠	苯	液	7,200 ppm = 60% LEL	78	8.0 psi	—
					3,600 ppm = 30% LEL	134	3.5 psi	54
					1,200 ppm = 10% LEL	280	1.0 psi	87
16	P5801602	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠聚氯乙 烯廠	氯乙烯	液	21,600 ppm = 60% LEL	44	8.0 psi	—
					10,800 ppm = 30% LEL	62	3.5 psi	24

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					3,600 ppm = 10% LEL	117	1.0 psi	54
17	P5801602	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠氯乙烯廠	氯乙烯	氣	21,600 ppm = 60% LEL	323	8.0 psi	—
					10,800 ppm = 30% LEL	456	3.5 psi	221
					3,600 ppm = 10% LEL	799	1.0 psi	347
			1,2-二氯乙烷	液	27,000 ppm = 60% LEL	—	—	—
					13,500 ppm = 30% LEL	41	—	—
					4,500 ppm = 10% LEL	130	—	—
			氯	氣	—	—	—	—
					—	—	—	—
					—	—	—	—
18	P5801602	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠鹼廠	氯	氣、液	—	—	—	—
					—	—	—	—

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					—	—	—	—
19	P5801602	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠丙烯腈廠	丙烯腈	液	18,300 ppm = 60% LEL	38	—	—
					9,150 ppm = 30% LEL	77	—	—
					3,050 ppm = 10% LEL	183	—	—
			氰化氫	液	—	—	8.0 psi	—
					—	—	3.5 psi	63
					—	—	1.0 psi	79
			甲醛	液	42,000 ppm = 60% LEL	<10	—	—
					21,000 ppm = 30% LEL	<10	—	—
					7,000 ppm = 10% LEL	<10	—	—
20	P5801602	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠化學品部甲基丙烯酸甲酯廠	氰化氫	液	—	—	8.0 psi	—
					—	—	3.5 psi	64

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					—	—	1.0 psi	80
21	P5801602	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠環氧氣丙烷廠	環氧氣丙烷	液	15,000 ppm = 60% LEL	—	—	—
					7,500 ppm = 30% LEL	—	—	—
					2,500 ppm = 10% LEL	73	—	—
			1,2-二氯丙烷	液	19,800 ppm = 60% LEL	-	—	—
					9,900 ppm = 30% LEL	27	—	—
					3,300 ppm = 10% LEL	69	—	—
			氯	氣	—	—	—	—
					—	—	—	—
					—	—	—	—
22	P5801602	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮廠化學品部倉儲設備組	丙烯腈	液	18,300 ppm = 60% LEL	46	—	—
					9,150 ppm = 30% LEL	97	—	—

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
			環氧氯丙烷	液	3,050 ppm = 10% LEL	237	—	—
					15,000 ppm = 60% LEL	—	—	—
					7,500 ppm = 30% LEL	—	—	—
					2,500 ppm = 10% LEL	68	—	—
23	P5802001	台灣塑膠工業股份有限公司麥寮碳纖廠	丙烯腈	液	18,300 ppm = 60% LEL	31	—	—
					9,150 ppm = 30% LEL	67	—	—
					3,050 ppm = 10% LEL	169	—	—
			二甲基甲醯胺	液	13,800 ppm = 60% LEL	60	—	—
					6,900 ppm = 30% LEL	59	—	—
					2,300 ppm = 10% LEL	67	—	—
24	P5801513	南亞塑膠工業股份有限公司麥寮總廠可塑劑廠	1,3-丁二烯	氣	—	—	8.0 psi	—
					—	—	3.5 psi	27

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					—	—	1.0 psi	43
25	P5801513	南亞塑膠工業股份有限公司麥寮總廠丁二醇廠	1,3-丁二烯	液	10,140 ppm = 60% LEL	267	8.0 psi	—
					5,070 ppm = 30% LEL	387	3.5 psi	192
					1,690 ppm = 10% LEL	706	1.0 psi	297
26	P5801513	南亞塑膠工業股份有限公司麥寮總廠過氧化氫廠	氯	氣	—	—	—	—
					—	—	—	—
					—	—	—	—
27	P5801513	南亞塑膠工業股份有限公司麥寮總廠乙二醇廠	環氧乙烷	液	18,000 ppm = 60% LEL	196	8.0 psi	153
					9,000 ppm = 30% LEL	306	3.5 psi	188
					3,000 ppm = 10% LEL	580	1.0 psi	399
			氯乙烷	氣	22,800 ppm = 60% LEL	31	8.0 psi	—
					11,400 ppm = 30% LEL	44	3.5 psi	25

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					3,800 ppm = 10% LEL	79	1.0 psi	42
28	P5801513	南亞塑膠工業股份有限公司麥寮總廠環氧樹脂廠	環氧氯丙烷	液	15,000 ppm = 60% LEL	—	—	—
					7,500 ppm = 30% LEL	—	—	—
					2,500 ppm = 10% LEL	84	—	—
			苯胺	固	7,800 ppm = 60% LEL	48	8.0 psi	—
					3,900 ppm = 30% LEL	71	3.5 psi	37
					1,300 ppm = 10% LEL	139	1.0 psi	57
29	P5805244	南亞塑膠工業股份有限公司海豐總廠丁二醇二廠	1,3-丁二烯	氣	10,140 ppm = 60% LEL	19	8.0 psi	—
					5,070 ppm = 30% LEL	30	3.5 psi	14
					1,690 ppm = 10% LEL	60	1.0 psi	33
30	P5805244	南亞塑膠工業股份有限公司海豐總廠乙二醇二、三廠	環氧乙烷	液	18,000 ppm = 60% LEL	424	8.0 psi	340
					9,000 ppm = 30% LEL	631	3.5 psi	398

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
			氯乙烷	液	3,000 ppm = 10% LEL	1,100	1.0 psi	750
					22,800 ppm = 60% LEL	31	8.0 psi	—
					11,400 ppm = 30% LEL	44	3.5 psi	25
					3,800 ppm = 10% LEL	79	1.0 psi	42
31	P5802323	南中石化工業股份有限公司乙二醇廠	環氧乙烷	液	18,000 ppm = 60% LEL	196	8.0 psi	153
					9,000 ppm = 30% LEL	306	3.5 psi	188
					3,000 ppm = 10% LEL	580	1.0 psi	399
			氯乙烷	液	22,800 ppm = 60% LEL	31	8.0 psi	—
					11,400 ppm = 30% LEL	44	3.5 psi	25
					3,800 ppm = 10% LEL	79	1.0 psi	42
32	P5805271	長春人造樹脂廠股份有限公司麥寮廠	甲醛	液	42,000 ppm = 60% LEL	97	—	—
					21,000 ppm = 30% LEL	97	—	—

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					7,000 ppm = 10% LEL	97	—	—
33	P5805753	長春石油化學股份有限公司麥寮廠	碘甲烷	液	51,000 ppm = 60% LEL	29	8.0 psi	—
					25,500 ppm = 30% LEL	48	3.5 psi	16
					8,500 ppm = 10 % LEL	94	1.0 psi	36
34	P5802387	大連化學工業股份有限公司麥寮廠	丙烯醇	液	15,000 ppm = 60% LEL	—	—	—
					7,500 ppm = 30% LEL	—	—	—
					2,500 ppm = 10% LEL	215	—	—
35	P58A1635	台塑科騰化學有限公司	1,3-丁二烯	氣	10,140 ppm = 60% LEL	23	8.0 psi	—
					5,070 ppm = 30% LEL	35	3.5 psi	14
					1,690 ppm = 10% LEL	70	1.0 psi	31
36	P5801871	台塑勝高科技股份有限公司麥寮矽晶圓廠	氟化氫 (氫氟酸)	液	—	—	—	—
					—	—	—	—

項次	運作場所 管編	運作場所	物運作場所質名稱	型態	可燃性蒸氣雲影響範圍		爆炸過壓影響範圍	
					指標	WCS(m)	指標	WCS(m)
					—	—	—	—

第十一章 建立離島式基礎工業區 3D 沙盤模型

本工項透過立體的場域模型，以及高流明高解析單槍投影機投射，結合互動多媒體的內容設計，將環境事故的緊急應變事件，製作成各種不同的動態情境效果的單元，例如火災、氣體外洩、爆炸，強化實體事故應變的判斷能力。原定規劃兩種規格之立體 3D 場域模型製作方案，3D 場域模型為 3D 列印壓克力材質，基座為木製材質並用白色塑膠貼皮，方案一為 200 cm*100 cm 之木桌尺寸（圖 11.1）與方案二為 360 cm*185 cm 之木桌尺寸（圖 11.2），然而透過實際考察與討論需 3D 模型建模尺寸大小與模擬情境作結合，因此整體尺寸規格確認後，場域模型將朝以下幾點方向調整製作：

1. 特別重要之煙囪模型調大
2. 模型範圍向上擴張到港口區
3. 模型範圍向下擴張到水道區
4. 模型與桌面相對方向調整為正北
5. 視情況等比例放大

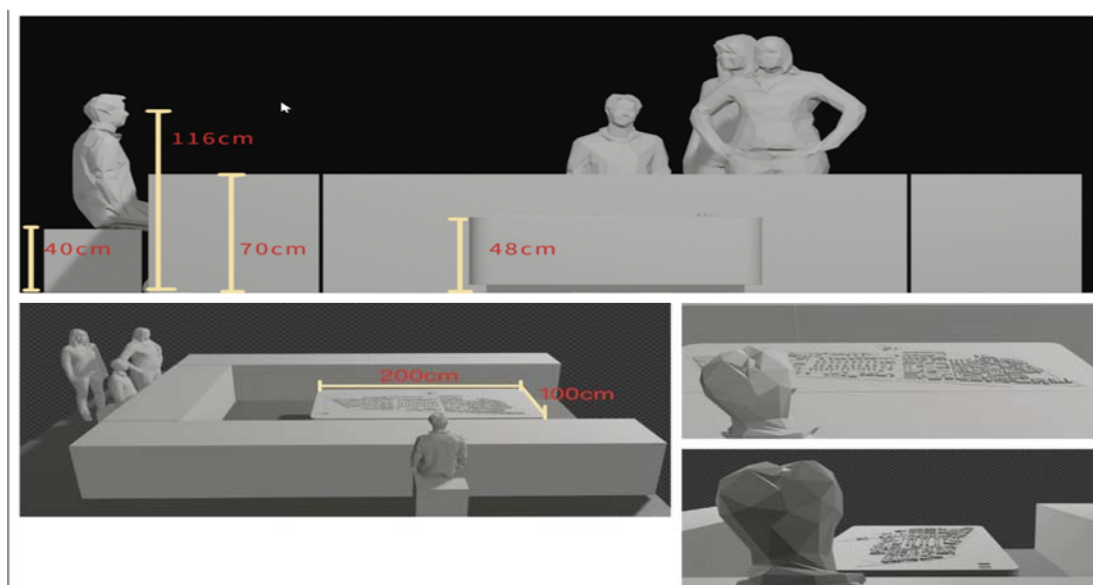


圖 11.1 方案一 200 cm*100 cm 之木桌

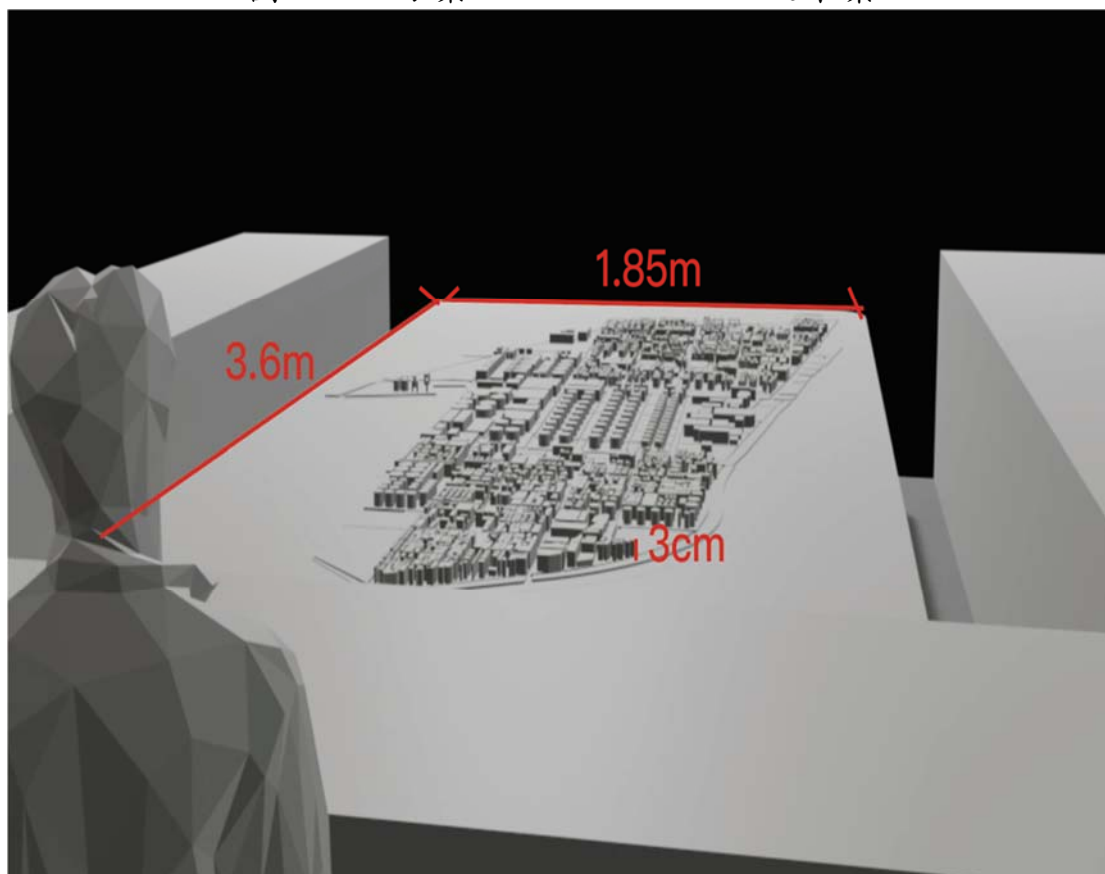


圖 11.2 方案二 360 cm*185 cm 之木桌

綜整前進指揮所中心場域空間以及投影視覺，最終規劃 3D 沙盤模型尺寸需擴充以長、寬、高 360 cm、290 cm、50cm 如圖 11.3 所示，此外將結合以動態文字搭配色塊分佈圖的方式。

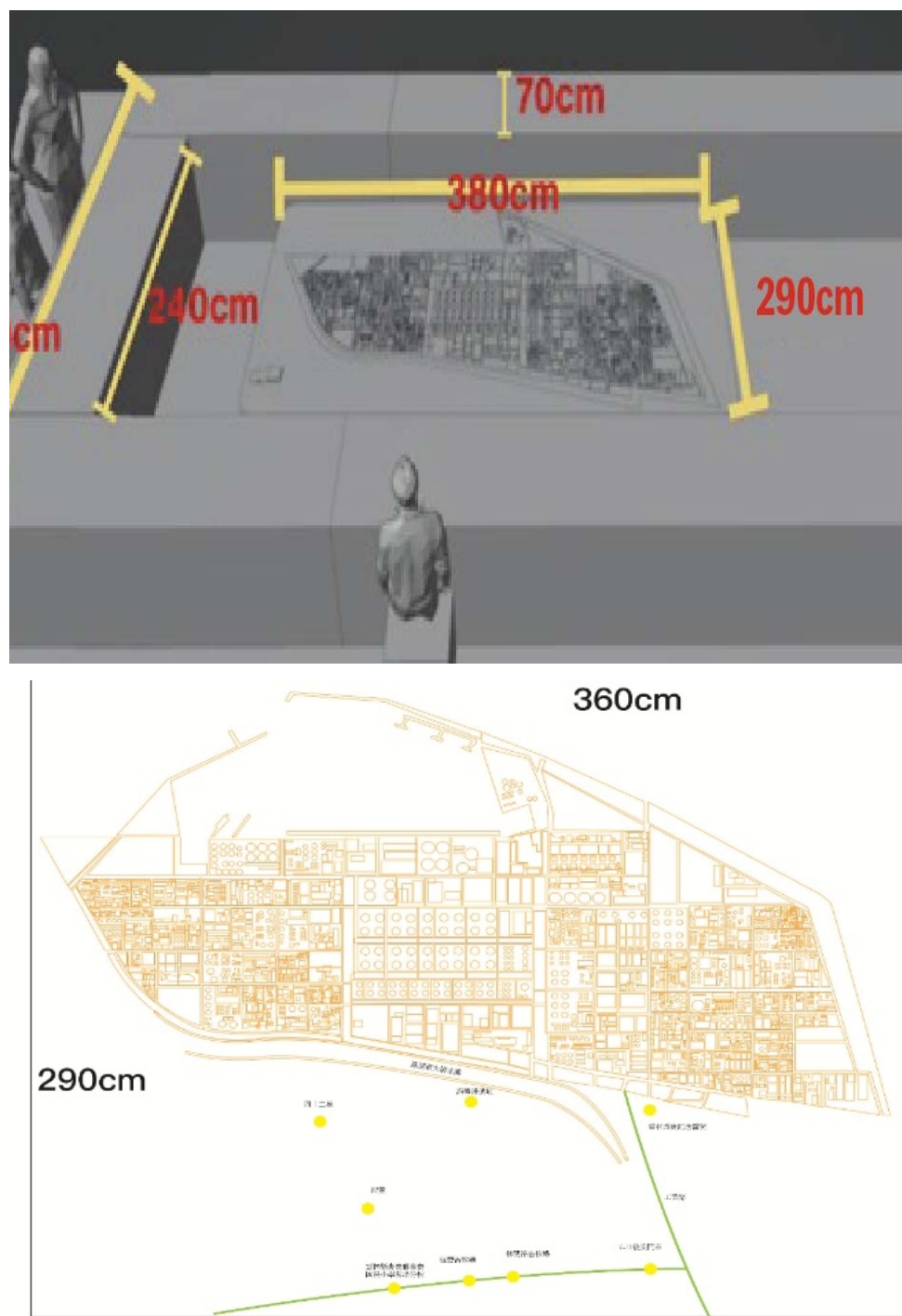


圖 11.3 3D 沙盤模型尺寸 360 cm、290 cm、50cm

● 3D 沙盤模型

本計畫於三盛林務所前進指揮所辦公室完成 3D 沙盤模型，擴大重要煙囪模型高度、模型範圍向上擴張到港口區及向下擴張到水道區如圖 11.4 上圖，在視覺投影上依據六輕麥寮工業區廠區不同位置採用顏色區塊作區分如圖 11.4 下圖顯示台塑藍色區塊、麥寮電廠深橘色、綠地防風林綠色等，團隊亦考量政體事故應變與模擬範圍，增設敏感區域影像投影畫分有海豐村、麥寮國小海豐分校、雲林長庚醫院等區域顯示，搭配事故影響範圍影響區域模擬結果與影像投影有助於指揮中心作正確人員疏散避難，降低災害事故影響程度，確保人員生命安全。

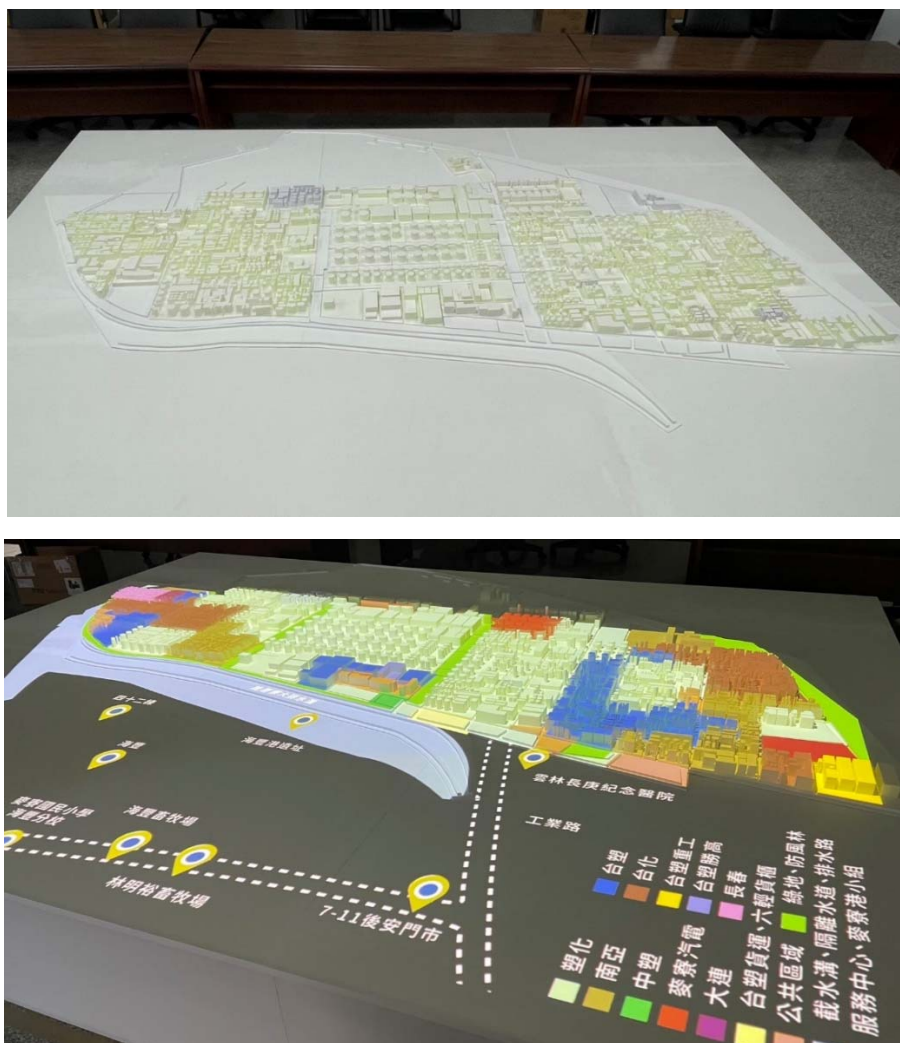


圖 11.4 3D 沙盤模型(上圖)、廠區彩色投影示意圖

- 3D 沙盤模型結合擴散模擬與光雕動態投影系統

本計畫將 3D 沙盤模型結合廠區內模擬烯烴三廠(OL-3)中 1,3-丁二烯洩漏事故光雕投影，依據洩漏量、風速、風向呈現不同危害程度之範圍資訊，圖 11.5 為 ALOHA 模擬 1,3-丁二烯洩漏事故影響範圍，顯示若 1,3-丁二烯大量洩漏且風向為西南西、風速 3.2 m/s 下，麥寮國小海豐分校將會在中程度影響範圍需立即緊急採取撤離，且撤離方向往麥寮中學或三姓寮村落避難。

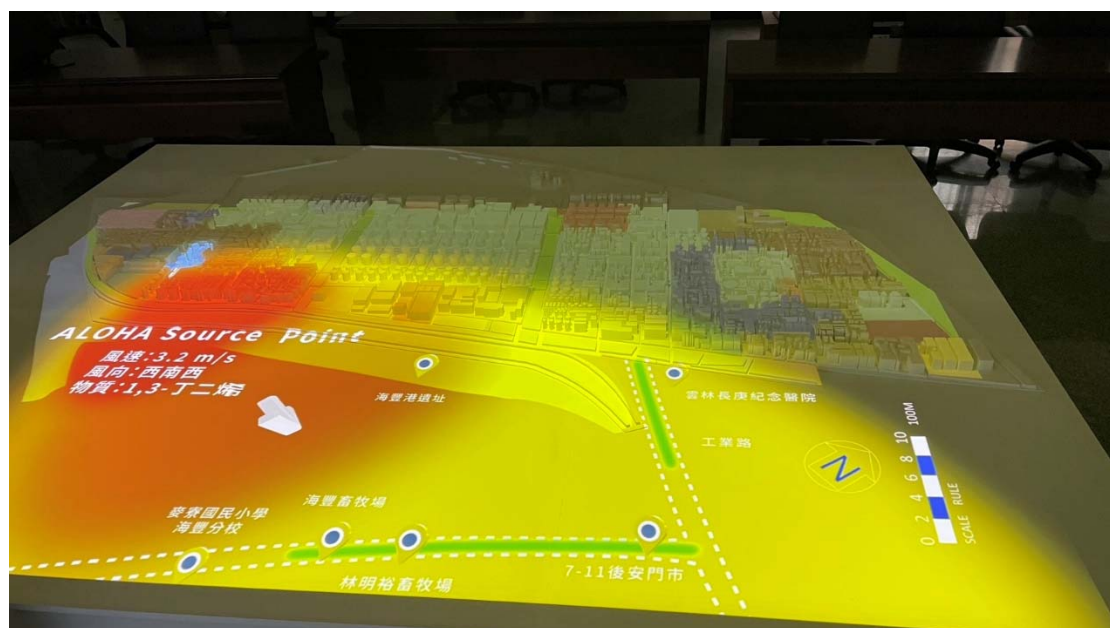


圖 11.5 烯烴三廠(OL-3)中 1,3-丁二烯洩漏事故 ALOHA 光雕投影示意圖

第十二章 結論與建議

12.1 結論

本計畫主要執行雲林縣六輕環境監控及應變中心(分析實驗室)操作管理計畫，進一步了解雲林離島基礎工業區當發生空氣污染事件或化學物質災害時之空氣污染影響，藉此計畫與鄰近林離島基礎工業區建立環境監控分析實驗室與應變指揮中心管理，得以短時間內分析空氣污染物種與濃度，強化環境污染源控制與應變能力，本計畫執行成果說明如下。

一、完成建立分析實驗室：

1. 本計畫分析實驗室已設置於本校，分析儀器有 GC-MSD、GC-PFPD、GC-FID、IC、分光光度計、甲烷-非甲烷分析儀及 HPLC 等空氣品質分析儀器，可於災害發生第一時間進行環境監測作業。
2. 分析儀器皆有管理規範包含有儀器資訊立牌、標準操作手冊、儀器使用紀錄/維修紀錄簿及氣體使用紀錄，若遇重大事件時具有追溯證明。

二、完成建立固定式自動採樣系統：

1. 本研究團隊於雲林縣麥寮鄉三盛林務所頂樓平台處架設一座，其高度離地達 20 公尺固之定式採樣架且無遮蔽物干擾，位置屬於海陸風交替敏感區，為夏季季節風之下風處(雲林離島式基礎工業區東北方)，此點可提高工業區發生緊急事故時之機動性。
2. 此固定式採樣架鏈結自動化連續採樣系統，利用電子電控閥系統進行每小時當下空氣污染物氣體採樣，每日早上 11 時至隔日早上 9 時進行每小時自動採樣，並利用三維風速風向儀進行

風速風向監測，獲知大氣條件對空氣污染擴散之影響。

三、離島工業區常見之揮發性有機物、光化前驅物及毒化物例行性採樣及分析：

1. 離島工業區周界環境甲烷/非甲烷污染物監測

本計畫執行目標為 110 日採樣天數須達 2,530 筆樣品分析，研究團隊於 111 年 12 月 20 日至 112 年 5 月 15 日進行麥寮地區空氣污染物品質監測，共完成採樣 119 日收集 2,618 個樣品。

甲烷/非甲烷監測分析結果顯示甲烷平均月濃度值介於 2.07~2.42 ppm 之間，非甲烷平均月濃度值介於 0.10~0.17 ppm，顯示監測期間皆屬低濃度傾向，監測期間在 112 年 3 月 7 日至 12 日間甲烷與非甲烷濃度較其他月份日平均濃度高(夜間凌晨時段)，經解析發現氣象條件為主要影響因素，此時段風速較低介於 0.5 ~ 2.0 m/s，加上夜間凌晨時段大氣混合層高度較低，不利空氣污染物質擴散，在大氣混合層高度較低與低風速之共伴效應，容易導致污染物累積。

2. 29 種有害空氣污染物氣相層析儀質譜微量分析

本計畫以當日非甲烷濃度最高之樣品進行 GC/MSD 29 種有害空氣污染分析，截至 112 年 5 月 15 日前，已分析 94 個樣品之 GC/MSD 分析超過計畫目標 80 個樣品達成率高達 117.5%。經分析結果 23 種揮發性有機物，整體監測期間所測的物種之總濃度多數低於 50 ppb 以下，主要貢獻皆來自於丙酮和甲苯揮發性有機物。

進一步解析所測得之 23 種揮發性有機物中，有測得毒性化學物質有氯乙烯、1,3-丁二烯、乙腈、二氯甲烷、苯、1,2-二

氯乙烷、氯苯、乙苯及異丙苯，可能來至麥寮六輕工業區製程端與製造程序中所排放擴散所導致，其所測得月平均濃度值多數保持在 2.5 ppb 以下，且皆低於周界環境排放標準。

四、研析製程與揮發性有機物污染源關係：

1. 本計畫蒐集分析歷年（101 年～111 年）六輕行政大樓與麥寮中學測站進行逸散性氣體污染源解析，在兩測站歷年監測有害空氣物種之丙酮佔比濃度較大則其次為甲苯，可歸因於丙酮為泛用之有機溶劑及清洗溶劑，且人為的露天燃燒及汽油燃燒的廢氣亦是丙酮的來源之一，而甲苯大部分受移動源排放影響，且得知每年總體有害空氣污染物濃度有逐年下降趨勢。

計畫測站監測期間由 VOCs 物種比值分析掌握有害空氣污染來為混合來源，以甲苯/苯和二甲苯/乙苯比值解析，可得知本計畫測站 $T/B > 2$ 來源居多並表示該污染物以混和排放源，可能貢獻來至移動污染源如車輛排放與柴油車尾氣。在 X/E 比值中，得知所監測之污染物皆是 X/E 0.9~1.2 之間，其可能污染來源為老化氣團與工業排放，可能貢獻為老化氣團，經風速、風向與污染源排放分析比對分析以及 10 年歷史監測數據與本計畫監測比對結果，說明主要污染物屬於老化氣團且以混合排放源為主。

2. 揮發性有機物污染源關係解析結果與歷年六輕行政大樓和麥寮中學測站相比下，得知歷年兩測站與本計畫測站具有相同趨勢並說明主要污染物皆以混和排放源且 VOCs 皆為老化氣團。

五、化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判：

由於合約執行至期限屆滿前 4 個月未發生相關事故，大局經整體評估裁決以第二替代方案執行(每 1 場次使用 2 個「氣相層析儀分析」和 5 日「甲烷-非甲烷分析儀分析」)，執行結果如下：

1. 甲烷/非甲烷監測分析結果，於分析的 10 日期間，THC、CH₄ 及 NMHC 平均濃度值為 2.16、2.03 和 0.12 ppm，在 NMHC 濃度上無任何異常變化趨勢，推斷在 10 天採樣監測期間中受到麥寮六輕工業區製程污染物影響程度較低。
2. 指定地點 29 種有害空氣污染物種監測分析結果，分別於 112 年 6 月 2 日和 6 月 8 日至石榴國小與梅林國小進行周界空氣採樣與風速風向量測，兩個地點主要以甲苯和異丙苯為主要貢獻其次為丙酮，其測得污染物種濃度值皆小於 3 ppb 以下，而該物種濃度值較低皆在周界排放標準，符合揮發性有機物排放標準，其主要貢獻可能歸因於採樣期間汽機車所排放之揮發性污染物，因採樣時整體風速較低易於整累積於當地周界環境中。

六、實驗耗材購置及設備維護管理：

在採樣期間樣品之採樣穩定性，每日進行氣袋更換時進行流量計之校正及監控，並記錄採氣袋更換時間及更換前後之流量，每日採樣前後之流量變化差異均需小於 10%，能確保流量計之準確性及樣品之有效性。

七、辦理雲林縣雲林離島式基礎工業區麥寮區毒化物運作場所之毒性及關注化學物質資料盤點及擴散模擬：

完成 36 家進行擴散模擬分析，在事故情境及大氣條件洩漏參數均相同的情況下，SLAB View 與 ALOHA 模擬結果距離顯示不同，造成此差異現象的原因在於 ALOHA 模式設計為緊急

應變使用，故在模擬結果較為保守，且 ALOHA 能廣泛應用於國內外的應變及學術單位，其原因不乏為免費、使用操作容易、美國環保署(USEPA)及 NOAA 依其使用結果定期更新修正等因素，針對最嚴重模擬情境因大量洩漏導致擴散危害距離大於 10 km、洩漏時間大於 60 分鐘，則以 SLAB View 進行模擬較佳，ALOHA 在此方面受到限制，無法進行評估。

八、完成建立離島式基礎工業區 3D 沙盤模型：

1. 本計畫於三盛林務所前進指揮所辦公室完成 3D 沙盤模型，擴大重要煙囪模型高度、模型範圍向上擴張到港口區及向下擴張到水道區，在視覺投影上依據六輕麥寮工業區廠區不同位置採用顏色區塊作區分(台塑藍色區塊、麥寮電廠深橘色、綠地防風林綠色等)。
2. 完成 3D 沙盤模型與擴散模擬範圍影像投影設計，且增設敏感區域影像投影畫分有海豐村、麥寮國小海豐分校、雲林長庚醫院等區域顯示，搭配事故影響範圍影響區域模擬結果與影像投影有助於指揮中心作正確人員疏散避難，降低災害事故影響程度，確保人員生命安全。

12.2 未來建議

1. 目前每日採樣之樣品須送回本校分析實驗進行分析，建議未來分析實驗儘速建置於麥寮三盛林務所辦公室，以利強化樣品分析時效性。
2. 廠區擴散模擬成果未來建置 3D 投影動態模擬資料庫，且具有系統化動態調整功能，未來發生事故時依資料庫程序作實際事故參數與環境條件調整，立即掌握實際事故危害影響範圍。
3. 目前擴散模擬結合 3D 投影模擬為日間場景，建議須增設以夜間 3D 投影模擬場景，有助於夜間事故發生時視覺化清楚掌握夜間影響範圍，該項夜間場景評估需要 10 萬元經費進行製作。

第十三章 參考文獻

1. 雲林縣環境保護局，111 年，雲林離島式基礎工業區資料。
2. 臺灣空氣污染物排放量清冊 11.0 版 (Taiwan Emission Data System 11.0, TEDS 11.0)。
3. 雲林縣環境保護局，110 年，110 年度雲林縣離島工業區揮發性有機物查核及有害空氣污染物調計畫。
4. 雲林縣環境保護局，110 年，110 年度雲林縣離島工業區揮發性有機物查核及有害空氣污染物調計畫。
5. 環保署「空氣污染防制法」，107 年 08 月 01 日。
6. 空污費申報系統，111 年。
7. 雲林縣環境保護局，108 年，108 年度雲林縣揮發性有害空氣污染物監測及調查計畫。
8. 行政院環境保護署-固定污染源管理資訊公開平台。
9. 徐筱雯，2022，VOCs 之 PMF 受體模式優化—以忠明測站為例。
10. Chen, C. H., Chuang, Y. C., Hsieh, C. C., & Lee, C. S. (2019). VOC characteristics and source apportionment at a PAMS site near an industrial complex in central Taiwan. *Atmospheric Pollution Research*, 10(4), 1060-1074.
11. Huang, Y. S., & Hsieh, C. C. (2019). Ambient volatile organic compound presence in the highly urbanized city: source apportionment and emission position. *Atmospheric Environment*, 206, 45-59.
12. Huang, Y. S., & Hsieh, C. C. (2020). VOC characteristics and sources at nine photochemical assessment monitoring stations in western Taiwan. *Atmospheric Environment*, 240, 117741.
13. Yan, Y., Yang, C., Peng, L., Li, R., and Bai, H. (2016). Emission

- characteristics of volatile organic compounds from coal-, coal gangue-, and biomass-fired power plants in China. *Atmospheric Environment*, 143, 261-269.
14. Barletta, B., Meinardi, S., Simpson, I. J., Zou, S., Rowland, F. S., and Blake, D. R. (2008). Ambient mixing ratios of nonmethane hydrocarbons (NMHCs) in two major urban centers of the Pearl River Delta (PRD) region: Guangzhou and Dongguan. *Atmospheric Environment*, 42(18), 4393-4408.
 15. Kumar, A., Singh, D., Kumar, K., Singh, B. B., and Jain, V. K. (2018). Distribution of VOCs in urban and rural atmospheres of subtropical India: temporal variation, source attribution, ratios, OFP and risk assessment. *Science of the Total Environment*, 613, 492-501.
 16. Niu, Z., Zhang, H., Xu, Y., Liao, X., Xu, L., and Chen, J. (2012). Pollution characteristics of volatile organic compounds in the atmosphere of Haicang District in Xiamen City, Southeast China. *Journal of Environmental Monitoring*, 14(4), 1144-1151.
 17. Li, H., He, Q., Song, Q., Chen, L., Song, Y., Wang, Y., and Shao, M. (2017). Diagnosing Tibetan pollutant sources via volatile organic compound observations. *Atmospheric Environment*, 166, 244-254.
 18. Kuntasal, Ö. O., Kılavuz, S. A., Karman, D., Wang, D., and Tuncel, G. (2013). C5–C12 volatile organic compounds at roadside, residential, and background locations in Ankara, Turkey: Temporal and spatial variations and sources. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 63(10), 1148-1162.
 19. Yurdakul, S., Civan, M., Kuntasal, Ö., Doğan, G., Pekey, H., and Tuncel, G. (2018). Temporal variations of VOC concentrations in Bursa atmosphere. *Atmospheric Pollution Research*, 9(2), 189-206.
 20. Jia, C., Mao, X., Huang, T., Liang, X., Wang, Y., Shen, Y., Jiang, W.,

- Wang, H., Bai, Z., Ma, M., Yu, Z., Ma, J., Gao, H., 2016, Non-methane hydrocarbon (NMHCs) and their contribution to ozone formation potential in a petrochemical industrialized city, Northwest China. *Atmospheric Research* 169, 225-236.
21. Wang, Y., Ren, X., Ji, D., Zhang, J., Wu, F., 2012, Characterization of volatile organic compounds in the urban area of Beijing from 2000 to 2007. *Journal of Environmental Science* 24, 95-101.

附錄一 儀器使用/維修紀錄表

儀器設備維修紀錄表

維修日期：____/____/____ 聯絡維修負責人：_____

維修單位名稱：_____ 電話：_____ 維修人員：_____

維修日期：____/____/____

發生原因：☐不明 ☐人為疏失 ☐正常消耗 ☐例行維修
☐其它_____

原因說明：_____

維修狀況：_____

維修後：_____

維修金額：_____

換修零件：_____

備註：_____

儀器管理人：_____

儀器設備使用紀錄表

設備使用狀況代號：00暖機

01正常使用

02維修

03發生異常(使用人填寫，發生異常時請立即通知保管人)

04未使用

05其他

日 期	使用人	計畫／ 預算代號	使用時 間			狀況	樣品名稱	操作條件	備 註
			起	止	合計	代號			

*1.合計時間以0.5小時為單位。

2.樣品若為混合物，請寫主成份

儀器設備定期維護／校正需求表

維護／校正項目	校正調期	校正別	標準或參考物件	維護／校正之規格標準	校正步驟及相關規定	不符需求時之處置措施

附錄二 儀器標準作業程序(Model 55C、GC-MSD)

甲烷/非甲烷分析儀操作 SOP

1. 儀器資料

儀器名稱：甲烷/非甲烷分析儀

機 型：Model 55C

財產編號：3100802032-000013

裝置日期：98 年 5 月

放置地點：雲科大水質場 1F

維修廠商：

電 話：0938559898

聯 絡 人：黃先生(校正)

操作條件：電源 110V

2. 目的

確保本儀器可正常及正確使用。

3. 適用範圍

適用於空氣中甲烷、總碳氫化合物及非甲烷總碳氫化合物含量之檢測，測定範圍不小於 0.5 ppm。

4. 注意事項

4.1 確認氣體輸送管線有無洩漏。

4.2 注意氣體壓力(空氣：40-45 psi、氫氣：80-140 psi、氮氣 40-80 psi)。

4.3 開機時需熱機 0.5-1 小時左右。

5. 維護標準

5.1 若儀器背景值過高須利用氮氣進樣沖洗儀器避免殘留。

5.2 每年委託儀器商進行儀器校正乙次。

5.3 如有更換零件或維修之步驟需記錄在儀器維修記錄簿。

6. 校正標準

建立校正需沿著以下程序概要：

6.1 在參數項目中先輸入甲烷及非甲烷 Span 的濃度。

6.2 設定“Auto Cal Check”功能 ON 或 OFF，一般情形這功能應該設定在“ON”。

6.3 轉到主項目並移到校正項目中。

6.4 到被校正狀態並選擇校正功能。

然後 Span 電磁閥將啟動並讓 Span 氣體進入到採樣管線，儀器因採樣時間將暫停如步驟 6.3 說明，然後將採樣的 Span 氣體注入到分析加熱器，隨著注入完成，儀器執行完成分析 Span 氣體且記錄檢知器中甲烷及非甲烷混合物反應，校正因數與檢知器反應有關且採樣濃度將被限定並儲存，假如 Auto Cal Check 被設定在“ON”，儀器將反覆校正檢查，校正完成後，可由項目中的診斷項目看到新的校正因數資料出現。

7. 操作步驟

一、開機程序

打開 Model 55C 主機並開啟氣體鋼瓶(空氣、氫氣和氮氣)，暖機一小時後嘗試利用以下步驟點火。

7.1.1 點選“(4)Utilities”並點選“Flame Status”確認儀器狀態。

7.1.2 返回並點選“Ignite Flame”進行手動點火。

7.1.3 成功點火後即可觀察目前背景訊號值。

二、樣品分析

7.2.1 分析前先進行操作參數設定，點選“(1)Run Parameter”，Operating Mode 設定為單一監測、Instrument Ranges 設定 0~20ppm、Sample Time 一般

設定為 30 sec。

7.2.2 返回 MENU 並選擇“(6)Diagnostics” Injector 在此設定注射體積以及洗針方式。注意當注射針的大小改變 或是樣品比較黏稠時，記得在 configure 和 more 底下

三、結果處理

$$C_{TNMHC} = C_{THC} - C_{Methane}$$

C_{TNMHC} ：非甲烷總碳氫化合物含量 (ppm)

C_{THC} ：總碳氫化合物含量 (ppm)

$C_{Methane}$ ：甲烷含量 (ppm)

其總碳氫化合物含量數值由 C_{TNMHC} 及 $C_{Methane}$ 加總所獲得。

四、開機程序

7.4.1 關閉氣體鋼瓶，等待儀器內氣體用盡。

7.4.2 按儀器 Fuel 按鈕，確認儀器內未殘留氣體。

7.4.3 關閉 Model 55C 電源。

7200 及 GC/MSD 操作 SOP

1.儀器資料

儀器名稱：7200 及氣相層析質譜儀 (GC/MSD)

放置地點：雲科大水質場 1F

維修廠商：吉偉

電 話：04-23818855

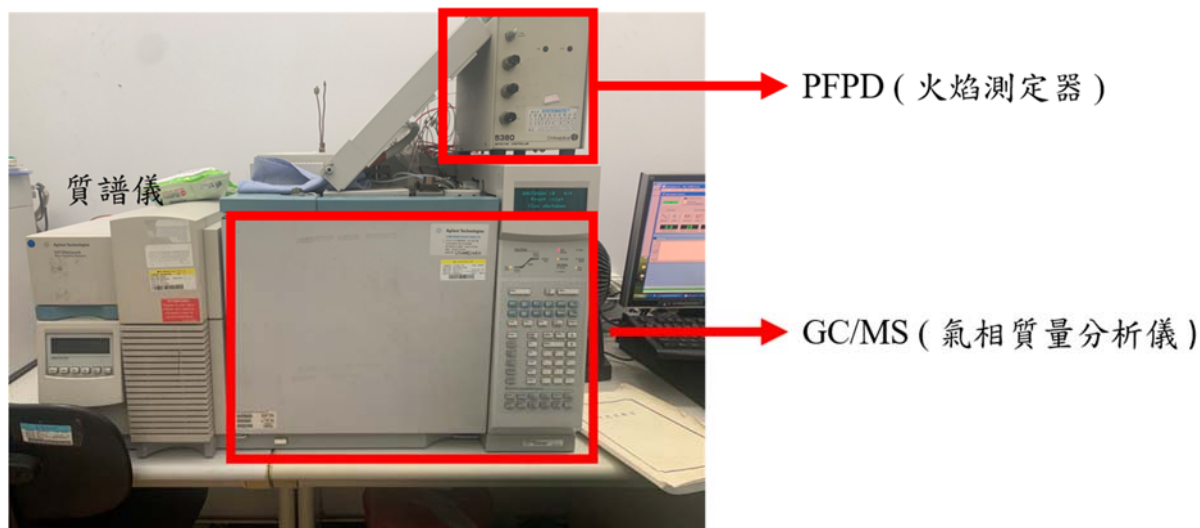
聯 絡 人：劉意滕

操作條件：

1.1 儀器說明

下圖為 7200

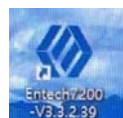


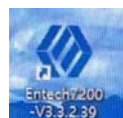


1.2 7200 儀器開機步驟

需上機分析時首先確認以下系統是否皆有開機，其開機順序如下。

- 先開啟氣體，並調成適當壓力(He 80 psi)
- 開啟 Pump
- 開啟儀器，開關於儀器前方底部。



- 開軟體 ，確認是否有連線即完成開機。

1.3 7200 儀器關機步驟

- 關閉軟體

➤ 關閉 Pump

➤ 關閉儀器

1.4 GC/MS 儀器開機步驟

需上機分析時首先確認以下系統是否皆有開機，其開機順序如下。

➤ 先開啟氣體，並調成適當壓力

➤ 開啟 MS 系統開關，開關於機台前方底部，開啟電源前須手壓住 MS 之側板等待 20 秒後放開，並等待 MS 自我檢測完畢，如圖所示 (備註:MS 系統須保持真空狀態，因此，當樣品分析結束不需關閉 MS 質譜儀，除了系館公布停電訊息主動關機外；以維持 MS 穩定性)



電源鍵



側板

➤ 開啟電腦，打開軟體 instrument#1 即進入 MS 操作介面

➤ 進入操作介面後確認 MS 是否有抽真空，點選 view → Tune and Vacuum Control → Vacuum → pump down 即完成開機程序

1.5 GC/MS 儀器關機步驟

➤ GC/MS 關機前需要洩真空，點選 view → Tune and Vacuum Control →

Vacuum → Vent 大約過 30-50 min 便完成洩真空

- 完成洩真空後關閉 MS 軟體再關閉電腦
- 再將 GC 電源關閉，MSD 電源關閉
- 最後將氣體即 PUMP 關閉

2.目的：

確保本儀器可正常及正確使用。

3.適用範圍：

- 3.1 適用於分析揮發性有機物樣品
- 3.2 樣品分析濃度 ppb 等級

4.注意事項：

- 4.1 開機前時確認個氣體鋼瓶壓力表，確認氣體是否足夠。
- 4.2 質譜儀(MS) 真空度是否穩定，除了通知停電或臨時跳電需重新關機之外，須保持 MS 開機真空狀態，以利儀器穩定。

5.維護標準

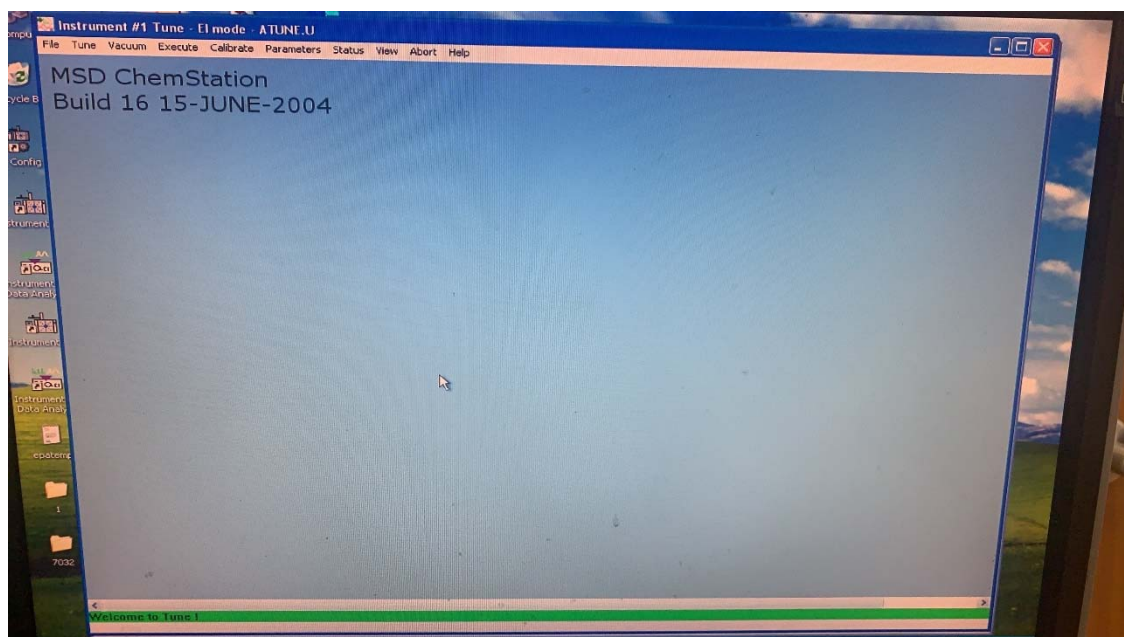
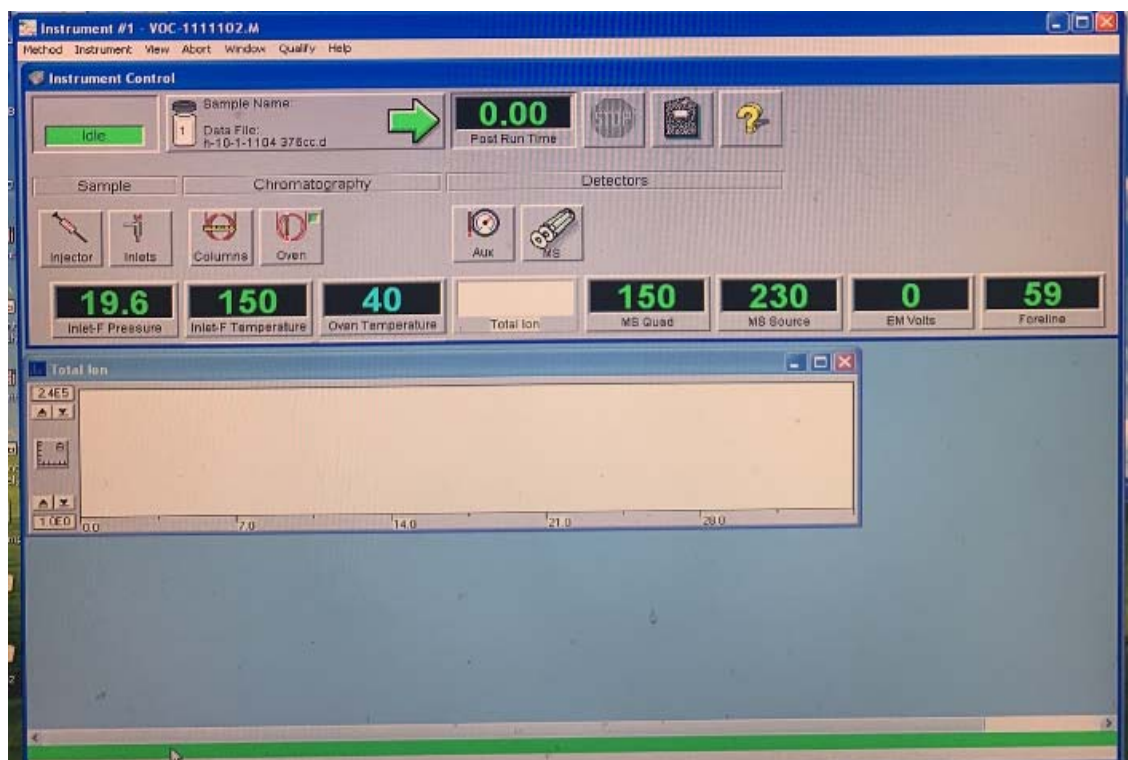
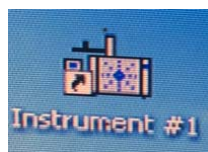
- 5.1 每禮拜例行查機

6.校正標準

- 6.1 每年半年至少執行標準品校驗確認。
- 6.2 定量分析時，每次需建立檢量線校正曲線，每一批或每 10 個樣品至少進行一次重複樣品分析。

7.分析步驟

7.1 開啟 GC/MSD 軟體



GC/MSD 操作軟體介面圖

7.1.1 在 GC/MSD 操作軟體中 主要分為 Instrument Control 及 Tune and Vacuum Control 兩個主要頁面。

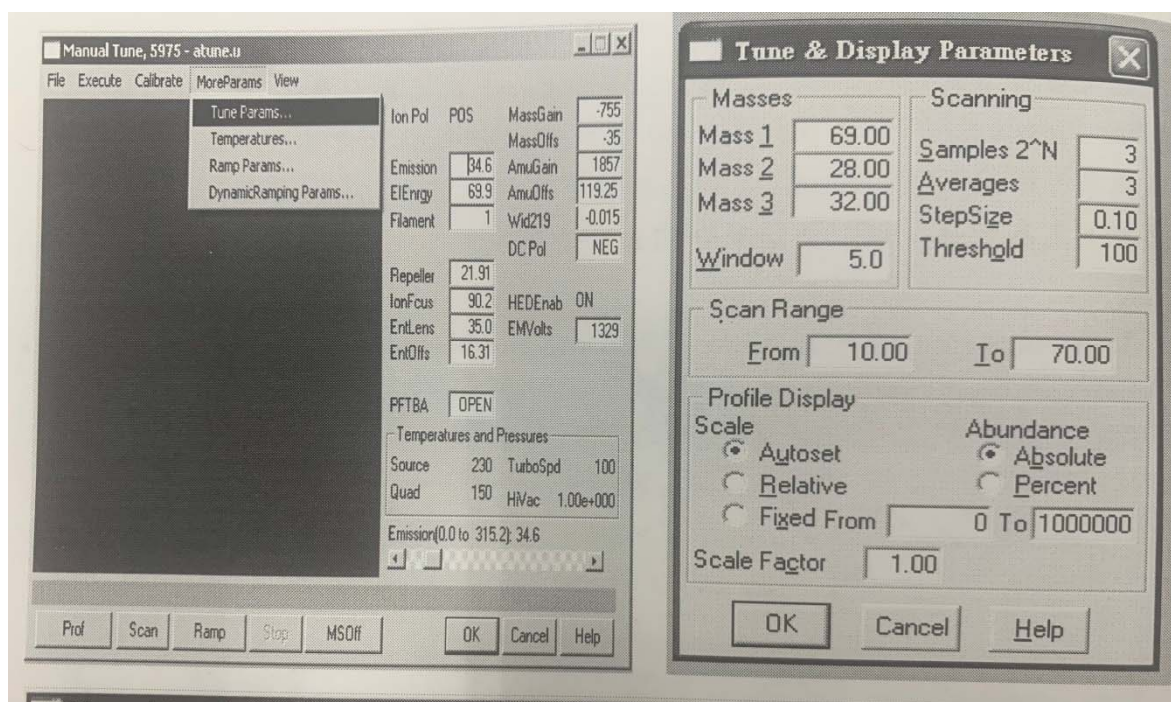
7.1.2 Instrument Control 畫面之主要功能，編輯 GC 與 MSD 的方法設定、資料存取位置設定及在自動進樣時編輯施打樣品數數量。另外還能監控部分重要參數數值。

7.1.3 Tune and Vacuum Control 主要在於設定及評估 MSD 各部分參數，例如：MSD 的抽真空及洩真空控制。

7.2 手動查機

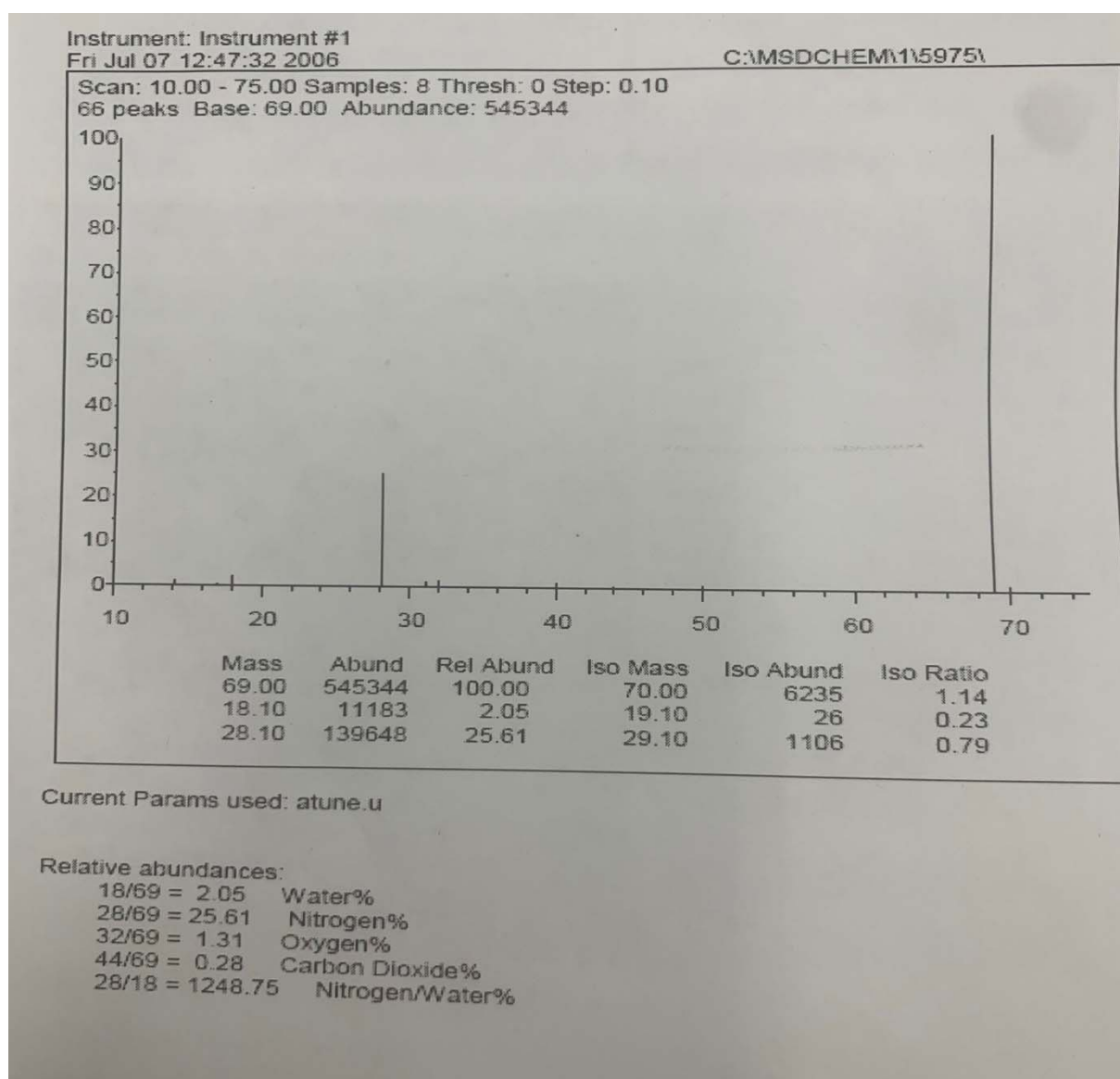
7.2.1 Instrument Control > View > Tune and Vacuum Control > Parameters > Manual Tune... > MoreParams > Tune Params...，此時會出現 Tune&Display Parameters 的 Icon 圖示如下圖，設定 Mass 1 為 69、Mass 2 為 28、Mass 3 為 32。並於 Scan Range 填入 10 to 70，後按 ok。

7.2.2 於 Tune Params...畫面中選取 Scan 功能，則可進行 Mass 的測漏，當 Ion 28 與 32 比例為 4:1 時極可能為漏氣。

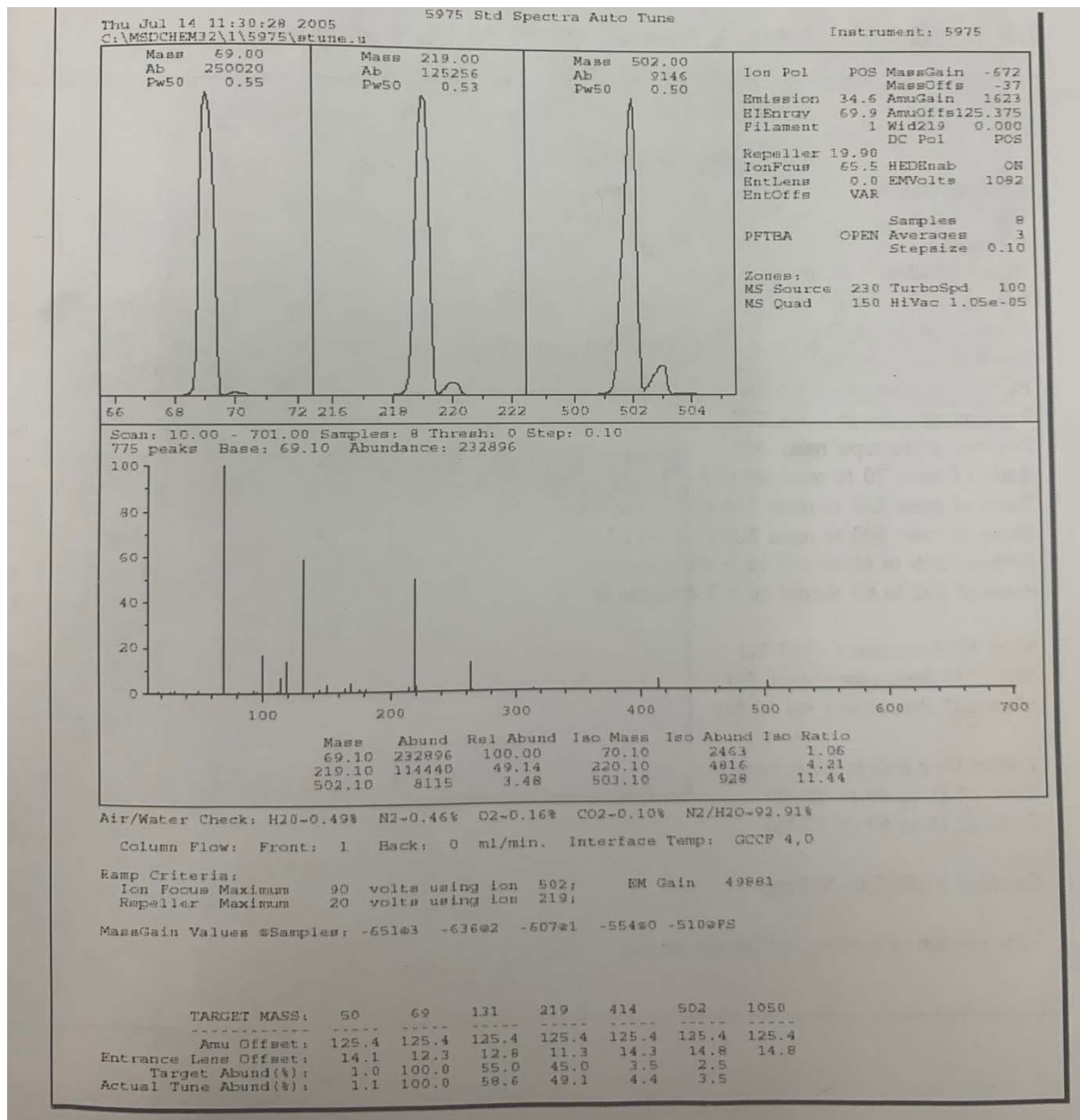


7.3 自動查機

7.3.1 Instrument Control > View > Tune and Vacuum Control > Tune > Air and Water Check，等待數分鐘後會自動生成一份報告：Air and Water Check Report 即完成空氣及水氣之檢查。



7.3.2 Instrument Control > Qualify > Checkout Tune，等待數分鐘會自動產生 Tune Report，即完成 Tune。



7.3.3 Instrument Control > Qualify > Evaluation Tune，等待數分鐘會自動產生 Evaluation Tune，即完成 Evaluation Tune。

System Verification – Tune (Detector Optimization) Portion		
Instrument Name	: 6890GC_5975MSD	
DC Polarity	: Positive	
Filament	:1	
BasePeak should be 69 or 219		ok
Position of mass 69	69.00	ok
Position of mass 219	219.00	ok
Position of mass 502	502.00	ok
Position of isotope mass 70	70.00	ok
Position of isotope mass 220	220.00	ok
Position of isotope mass 503	503.00	ok
Ratio of mass 70 to mass 69 (0.5 – 1.6 %)	1.14	ok
Ratio of mass 220 to mass 219 (3.2 – 5.4 %)	4.40	ok
Ratio of mass 503 to mass 502 (7.9 – 12.3 %)	10.11	ok
Ratio of 219 to 69 should be > 40 % and is	88.69	ok
Ratio of 502 to 69 should be > 2.4 % and is	6.74	ok
Mass 69 Precursor (<= 3 %)	0.14	ok
Mass 219 Precursor (<= 6 %)	0.28	ok
Mass 502 Precursor (<= 12 %)	0.45	ok
Testing for a leak in the system		
Ratio of 18 to 69 (< 20 %)	1.12	ok
Ratio of 28 to 69 (< 10 %)	0.65	ok
Electron Multiplier Voltage	1012	ok
Tune portion of System Verification passed		

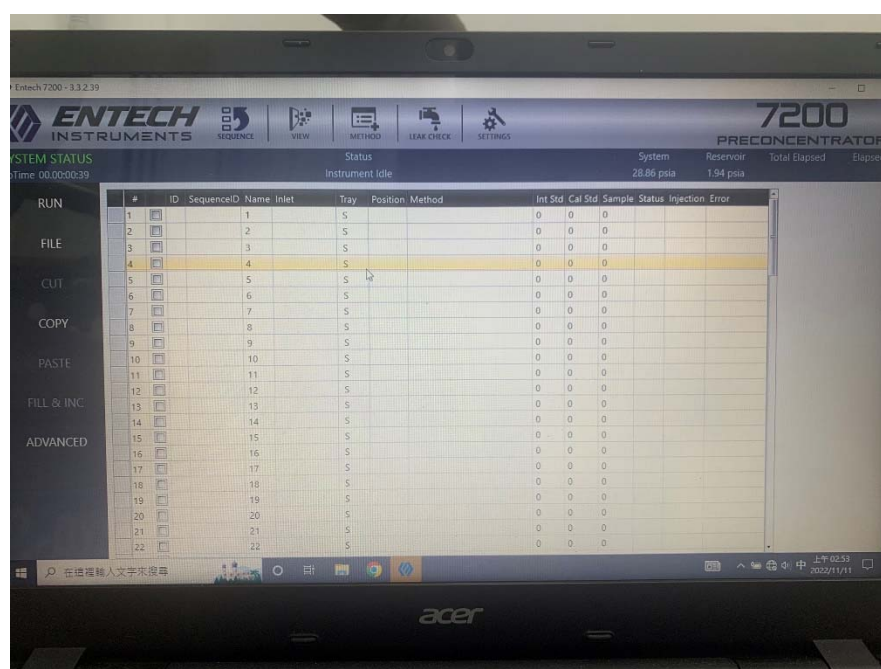
7.4 操作步驟

7.4.1 將樣品裝上 7200 之進樣口

7.4.2 於 7200 軟體點選 Sequence > Load Sequence 選取檔案，設定 Sequence ID (年/月/日 樣品名稱)、進樣口 (inlet) 及樣品體積 (sample)。

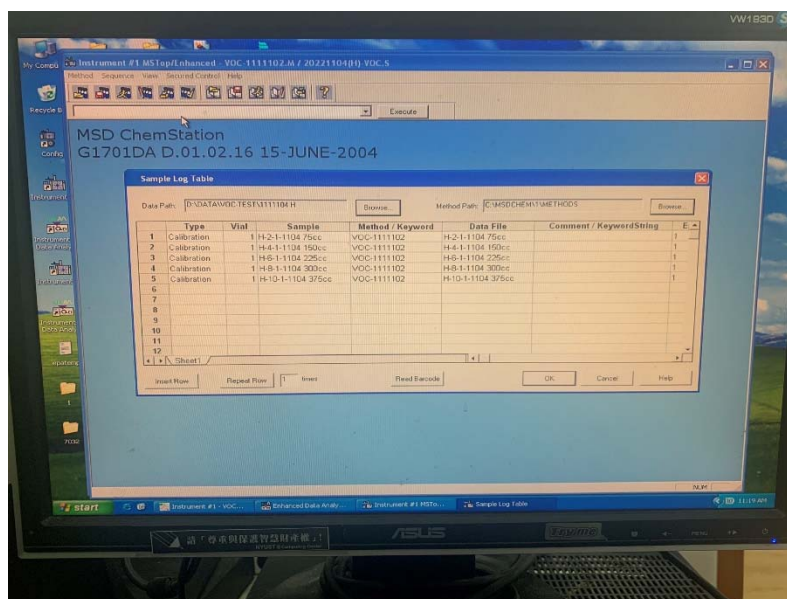
7.4.3 於 7200 軟體點選 leak check > import sequence > run flush 進行測漏，psid 需小於 0.3。

7.4.4 於 7200 軟體點選 Sequence > Run 即開始進行樣品前處理。



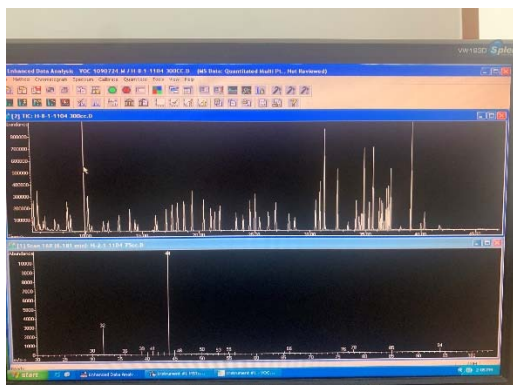
7.4.5 於 Instrument#1 MsTop/Enhanced 介面點選 Sequence > Load Sequence 選取檔案，接著 Sequence > Edit Sequence，更改 Sample 及 Data File 的名稱，前後名稱需相同，改完後點選左上角 Data Path Browse 創建新資料夾，資料夾名稱 (年/月/日 樣品名稱)，完成後 ok 儲存。

7.4.6 於 Instrument#1 MsTop/Enhanced 介面點選 Sequence > Run > Run Sequence。

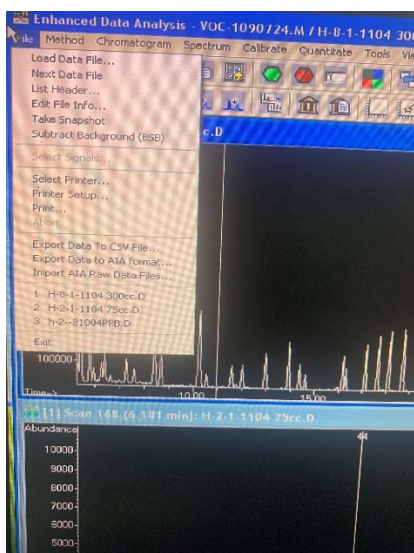


8.分析結果

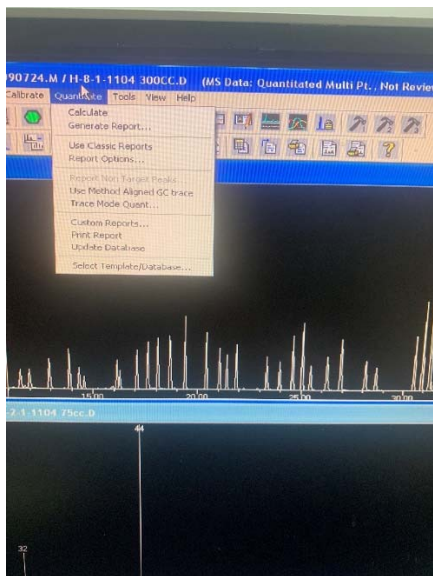
- 開啟桌面 Data Analysis 。



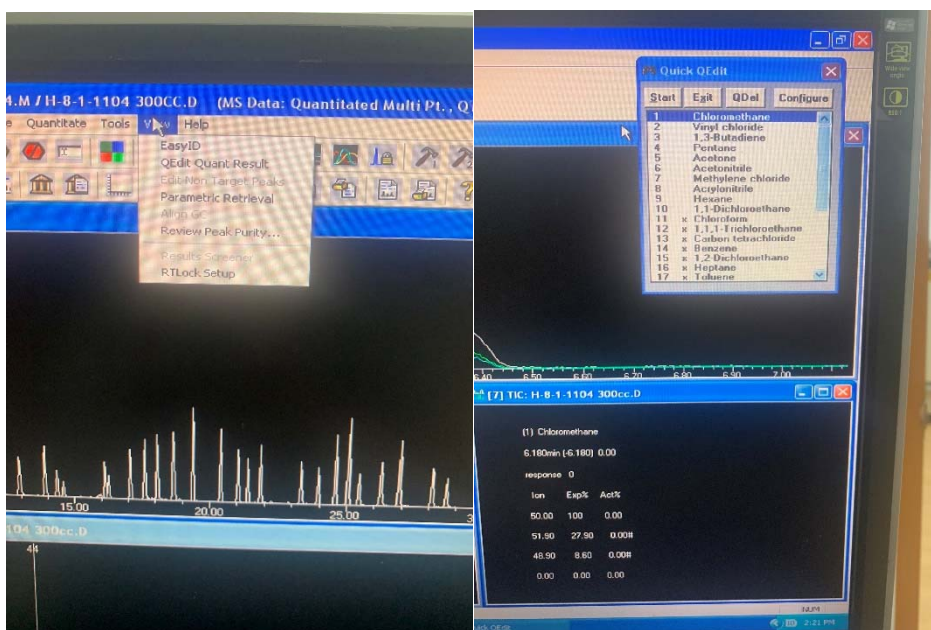
- 點選 file > Load Data File > 選取檔案 > ok 。



- 點選 Quantitate > Caulculate，進行積分。



- 點選 view > QEdit Quant Result，查看各物種結果。



附錄三 儀器標準作業程序(自動採樣系統、三維風速風向儀)

自動採樣器操作 SOP

1. 儀器資料

儀器名稱：自動採樣器

放置地點：

操作條件：電源 110V

2. 目的

確保本儀器可正常及正確使用。

3. 適用範圍

一般氣體採樣。

4. 注意事項

甲、應確保採樣管線無阻塞，阻塞會導致 Pump 死機。

乙、Pump 流量應設置 110~120 mL/min，避免 Pump 死機或採樣袋過飽和。

丙、管線連接處需檢查是否皆以封口膜包覆，避免氣體產生洩漏。

丁、採樣袋需全開，確保採樣氣體可正常收集。

戊、進行流量確認時，需將流量計平放且透明處不可照光。

5. 自動採樣設計

5.1 自動採樣器利用 24 時制，設計 24 個控制閥，內建時鐘，每個小時對應一個點，9 點之控制閥設為排氣閥，每小時前 15 分鐘排氣，後 45 分鐘進行採樣。

5.2 每日採樣 22 小時，9 點及 10 點不安裝採氣袋，用以排氣及每日採樣袋更換。

5.3 每小時採樣完畢後指示燈會亮起，需手動按下方對應按鈕進行重置。

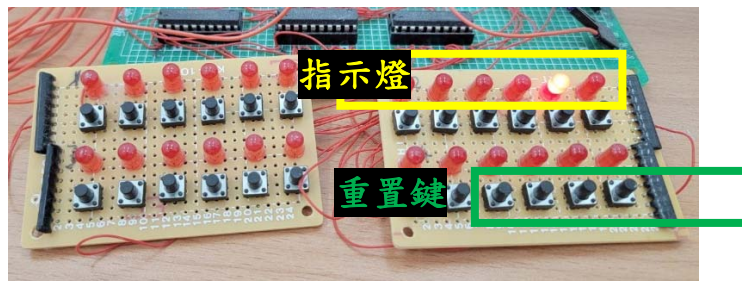


圖 1.自動採樣器控制面板

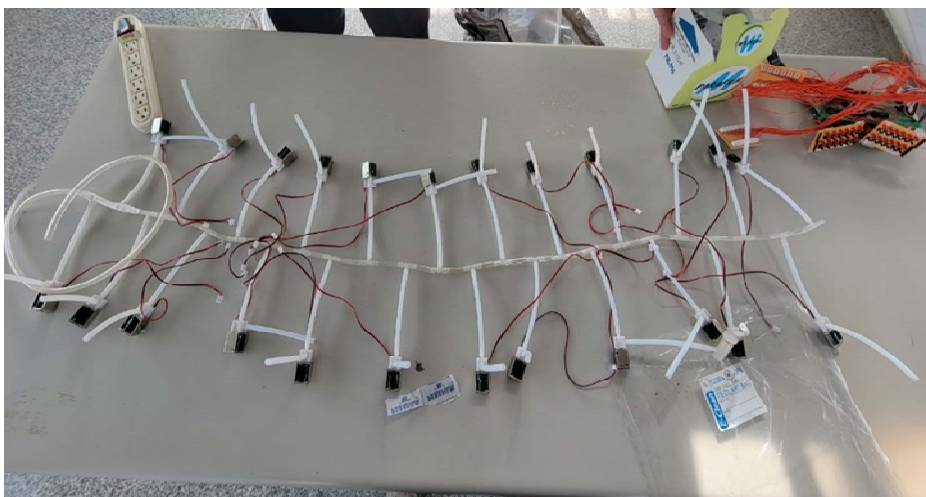


圖 2.自動採樣器

6. 操作步驟

一、氣袋安裝

6.1.1 將管線、控制閥及採樣袋進行連接，並將連接處以封口膜進行包覆。

6.1.2 每日 09:00-11:00 為氣袋更換及流量校正時間因此 09:00 及 10:00 之控制閥不需安裝 氣袋。

6.1.3 將採樣袋全開，逆時針旋轉 3~5 圈，以旋鈕不掉落為主。



圖 3.氣袋安裝操作

二、流量控制及校正

6.2.1 將控制面板之燈號全部清除來進行重置。

6.2.2 將流量計下方接口連接至目前開啟的控制閥(通常為 09:00 或 10:00，燈號閃爍為當前開啟之控制閥)



圖 4.流量計

6.2.3 將流量計連接充電器，並長按開機鍵開啟流量計。

6.2.4 開啟後點選 MEASURE，選擇 CONT.，即可進行流量校正。(校正時須保持水平並遮擋透明處)



圖 5.流量計控制面板

6.2.5 調整 pump 流量大小(順時針增加，逆時針減少)。



圖 5.pump

6.2.6 連續 3 次流量讀值介於 110~120 mL/min 之間即完成校正。

6.2.7 將校正紀錄填寫至“採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表”。

三、採樣袋更換

6.3.1 將氣袋關閉後拆除封口膜。



圖 6.氣袋更換步驟

6.3.2 於氣袋上黏貼標籤紙，以便於氣袋區分。

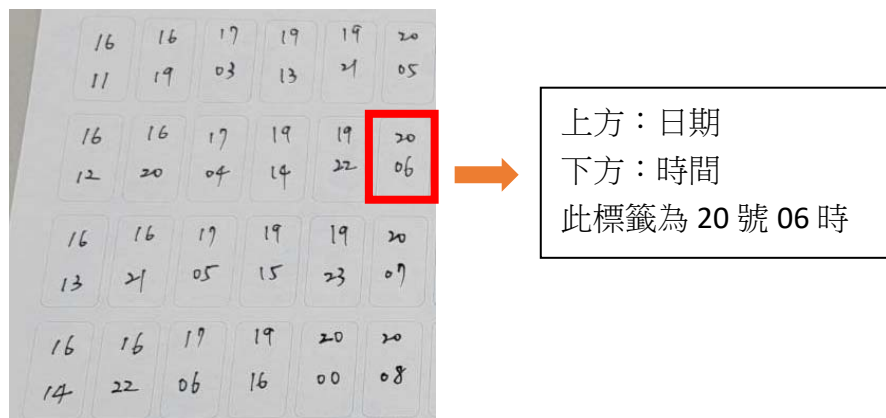


圖 7. 氣袋標籤

6.3.3 將氣袋保存至黑色塑膠袋中避免光化。

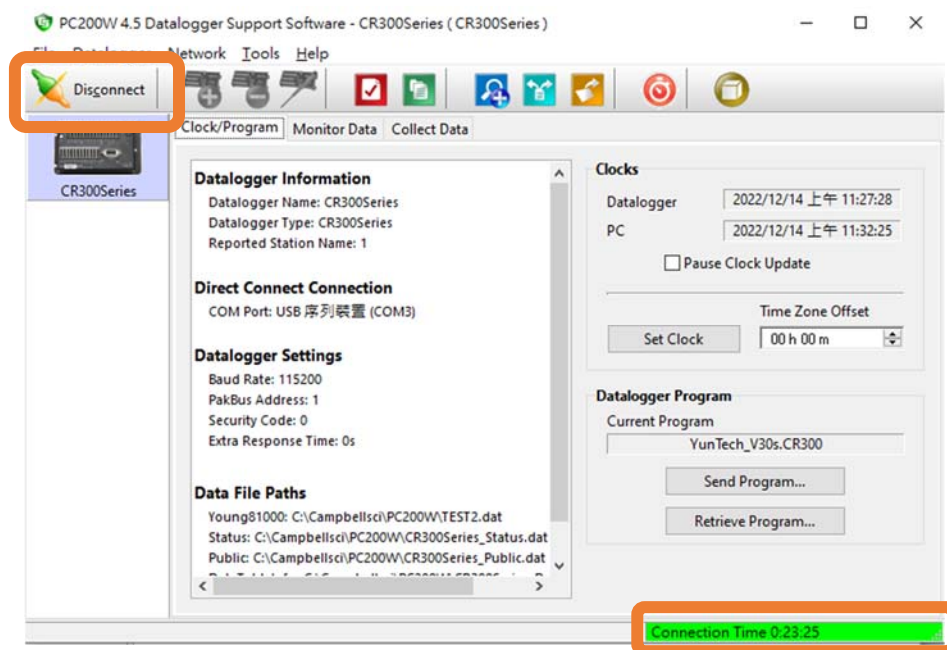


圖 8. 黑色塑膠袋

三維風速風向儀操作 SOP

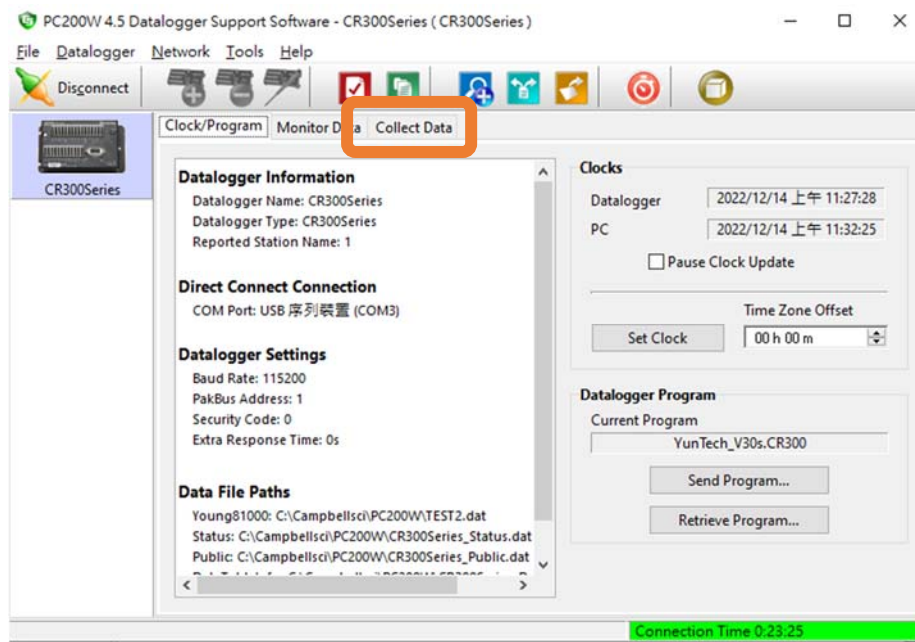
軟體連線：

1. 打開風速風向儀軟體 PC200W 
2. 按 Connect 進行連線，右下角顯示綠色表示連線成功。

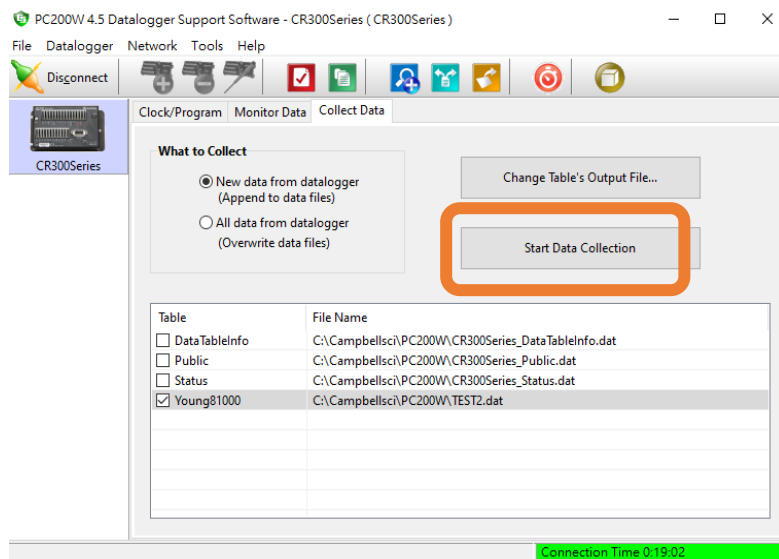


數據存取：

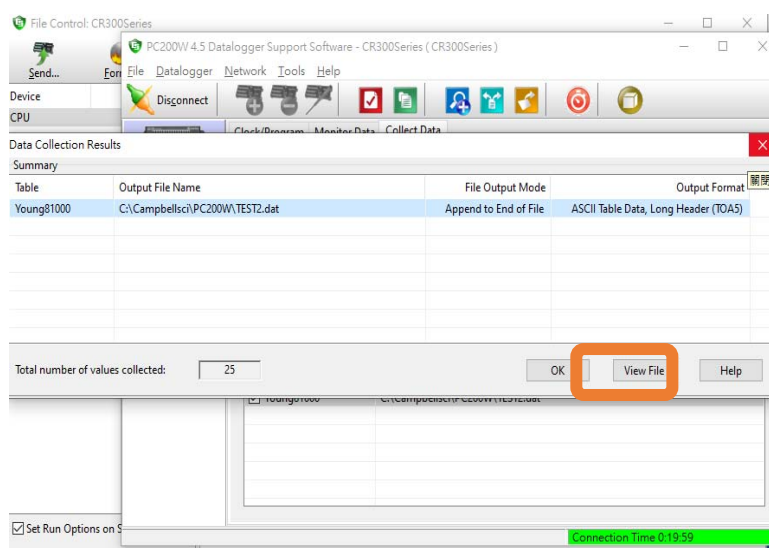
1. 點選 Collect Data



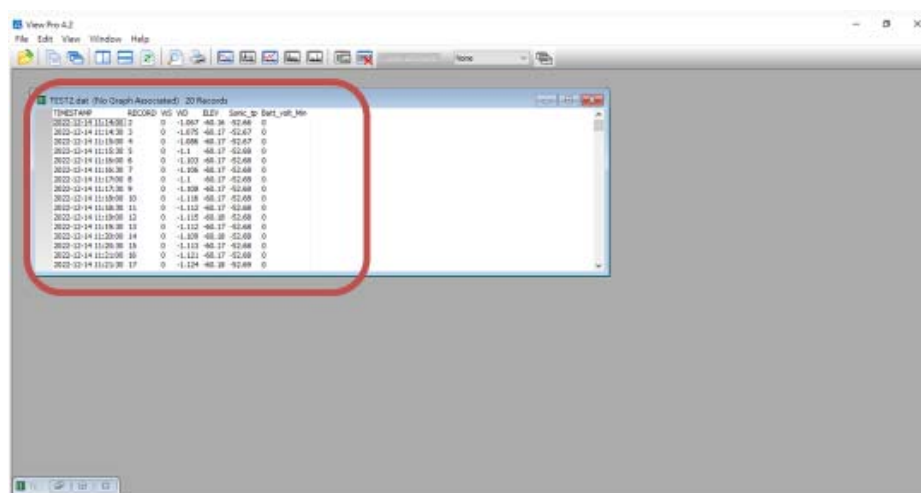
2. 點選 Start Data Collection



3. 點選 View File 顯示量測數據

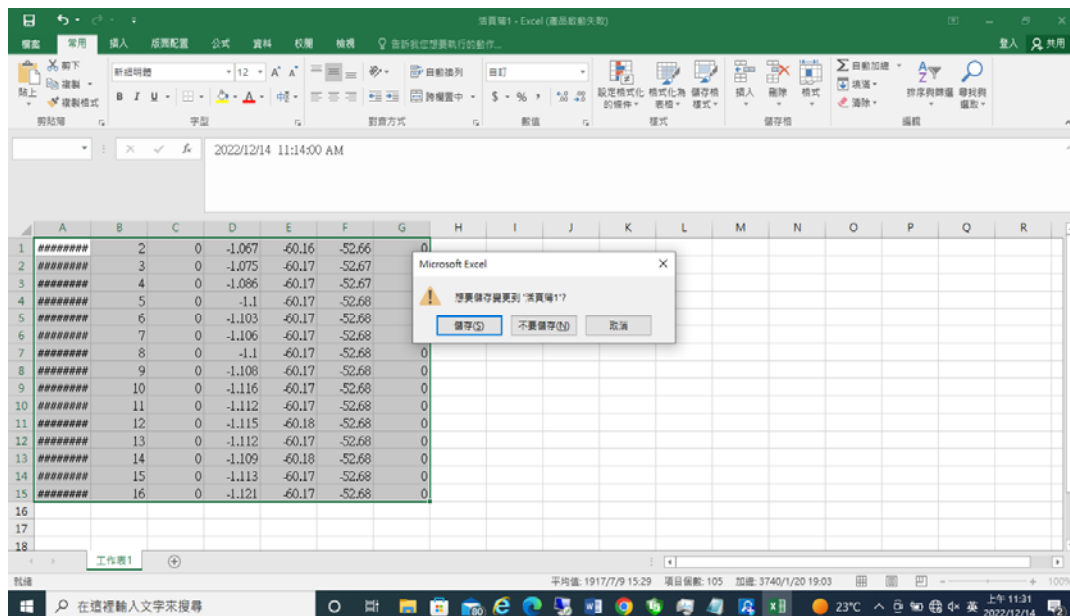


4. 將前日量測數據選取並複製
(ex:存取日期 2022/12/15 則選取 2022/12/14 11:00~2022/12/15 09:00 之數據)



5. 將複製之數據貼至 EXCEL，存取檔名為當日日期(ex:20221215)，存取位置為桌面的風速風向資料夾

附錄三 儀器標準作業程序(自動採樣系統、三維風速風向儀)自動採樣器操作 SOP

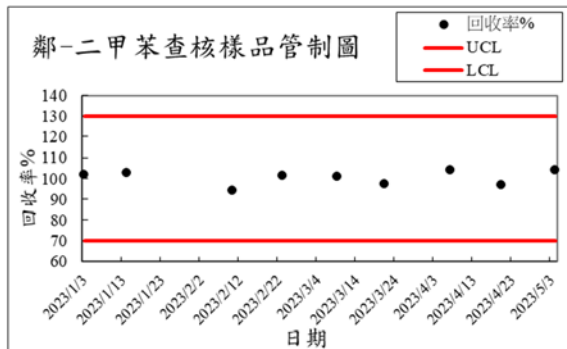
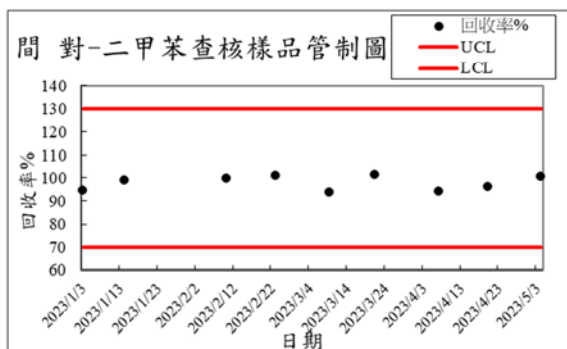
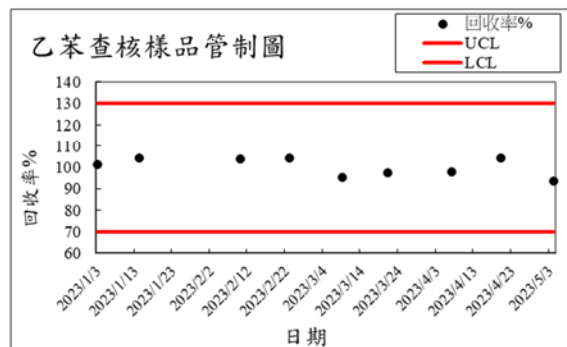
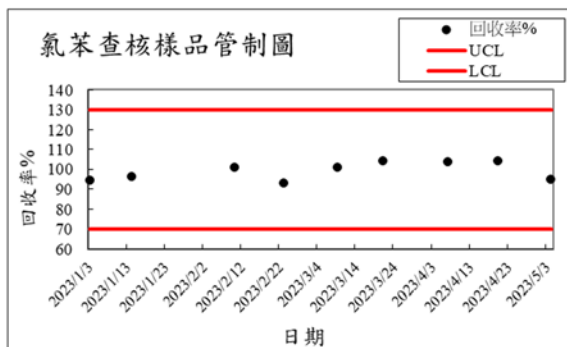
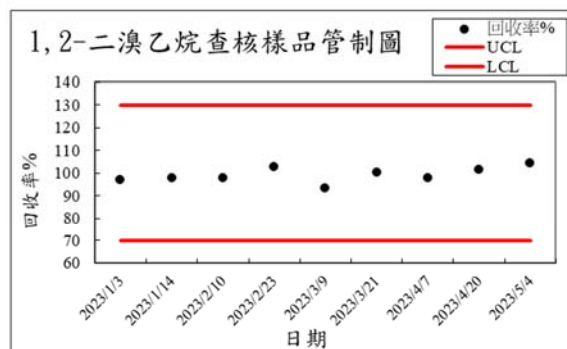
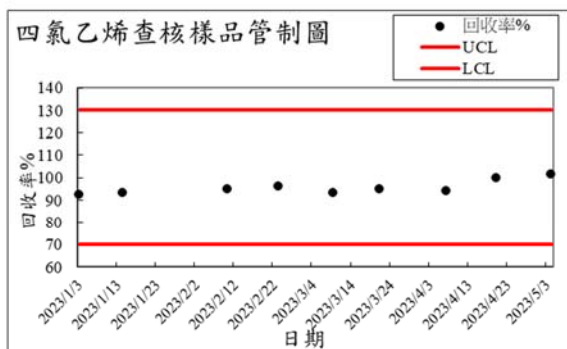
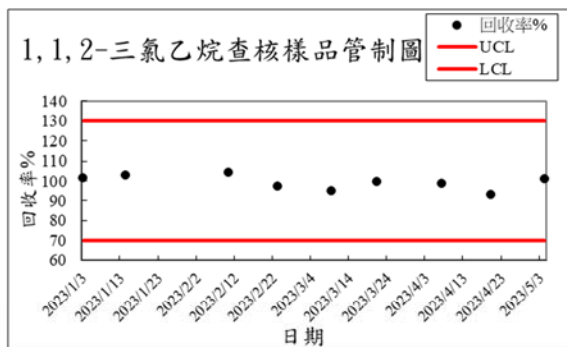
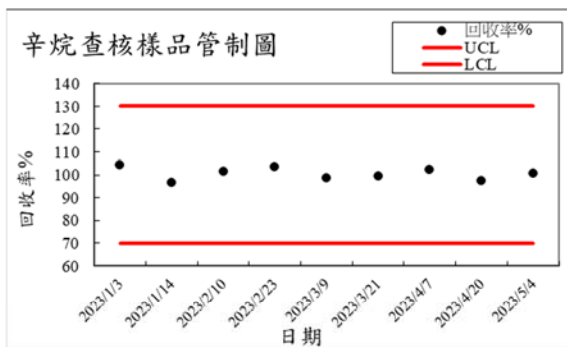


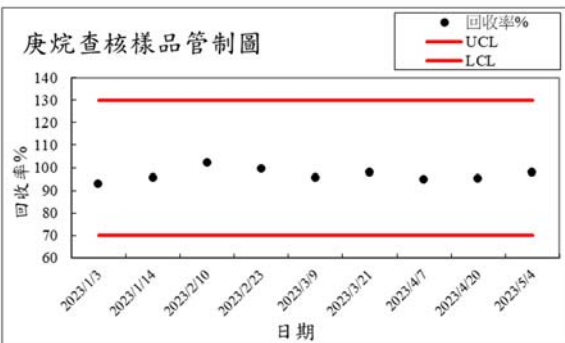
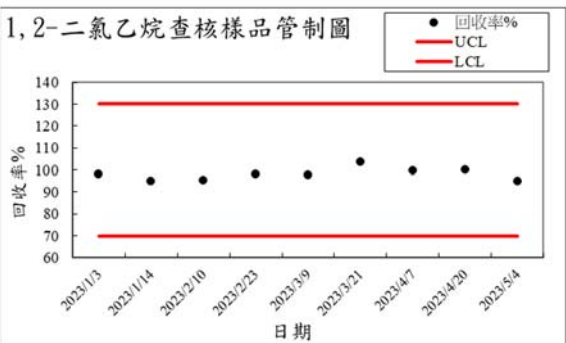
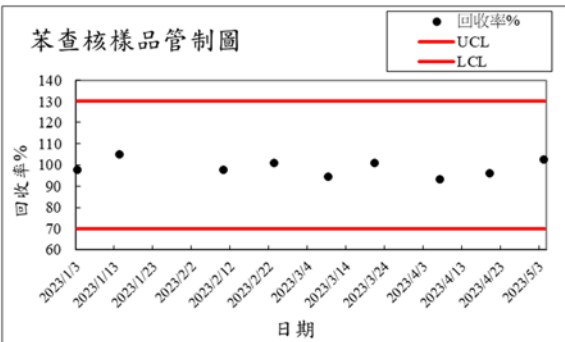
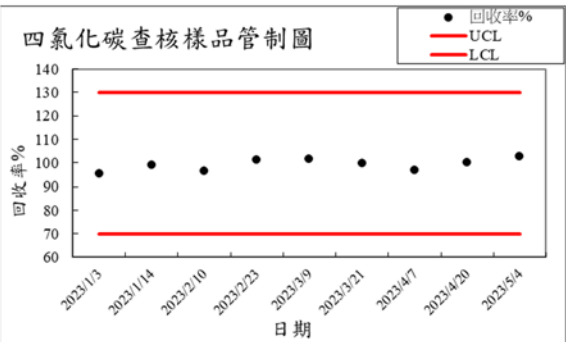
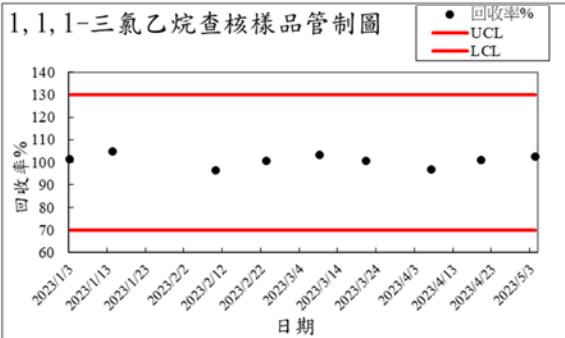
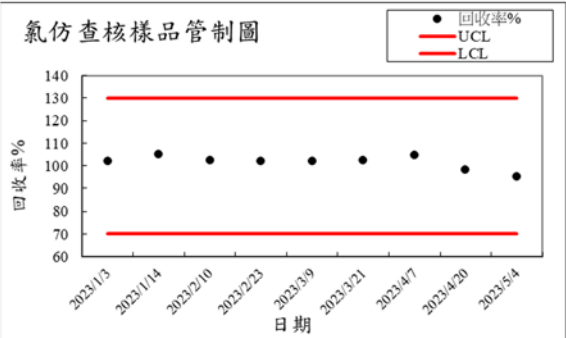
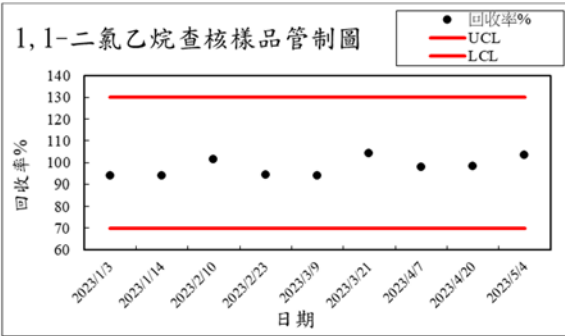
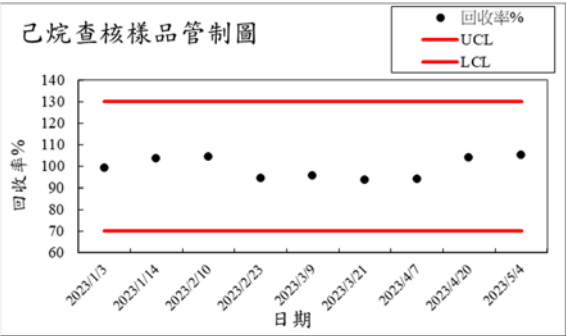
附錄四 採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表

[illegible]

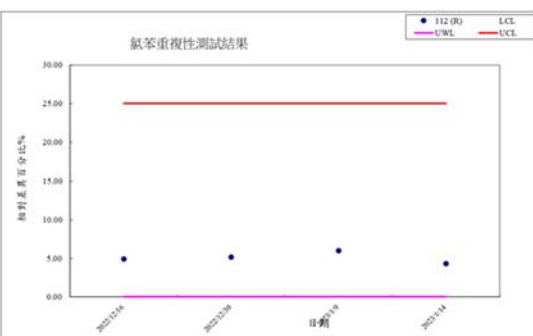
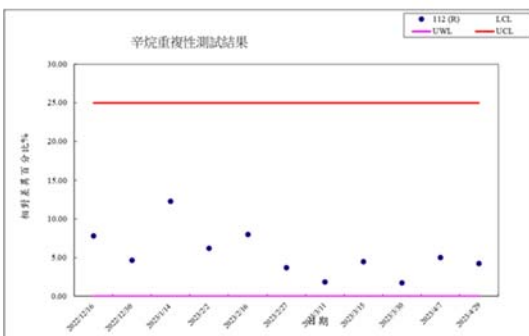
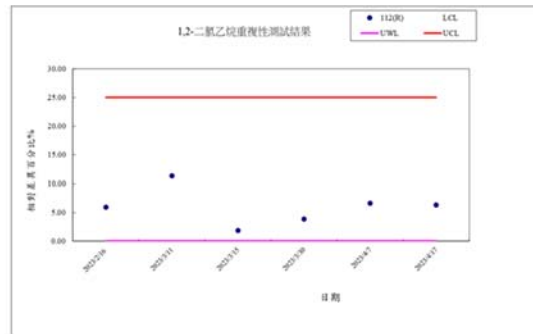
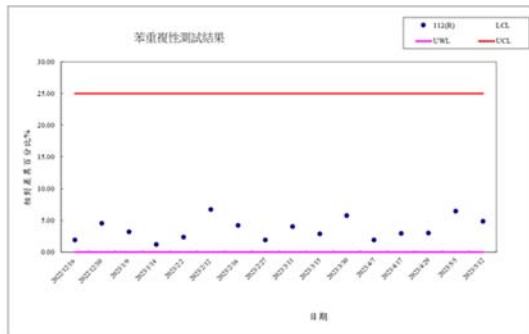
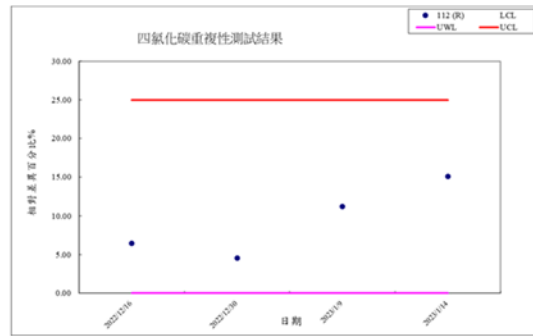
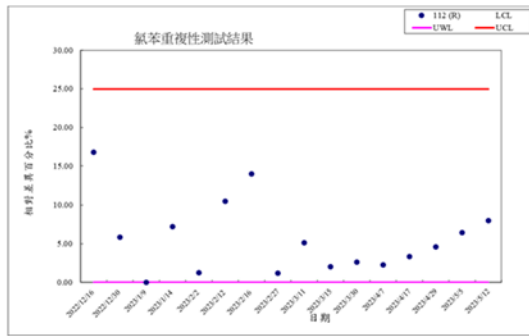
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

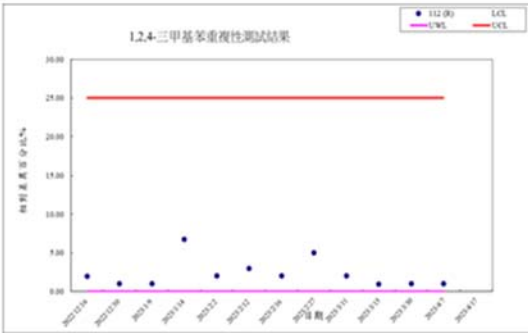
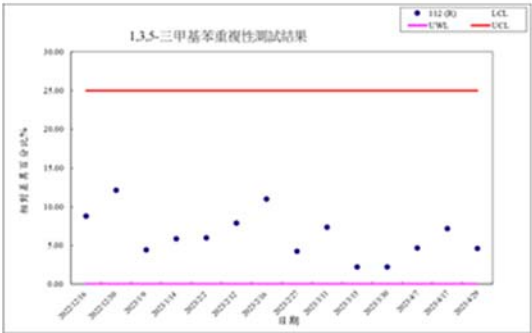
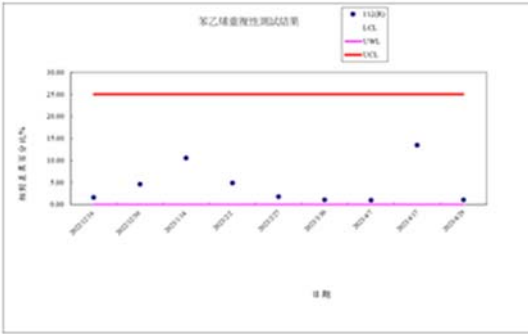
附錄五 29 種有害空氣污染物查核樣品管制圖





附錄五採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表





附錄六 採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表

採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表

採樣日期	更換時間		採樣前流量			平均流量	採樣後流量			平均流量	更換人員簽名	備註
	起	迄	(mL/min)			(mL/min)	(mL/min)			(mL/min)		
11/12/21	10:20	10:45	115.6	115.8	116.0	115.8	112.6	112.5	112.4	112.5	蔡明	
11/12/22	10:05	10:15	112.3	112.2	112.4	112.3	113.2	113.5	113.3	113.3	蔡明	
11/12/23	10:01	10:35	113.3	113.3	113.6	113.4	114.3	114.6	114.5	114.5	蔡明	
11/12/26	10:20	10:45	114.8	113.6	114.6	114.3	111.5	114.0	112.2	113.2	蔡明	
11/12/27	09:00	09:33	111.5	114.9	113.2	113.2	111.9	111.5	112.3	111.9	蔡明	
11/12/28	10:00	10:40	111.3	116.5	116.2	116.0	113.9	113.8	114.2	113.9	蔡明	
11/12/29	09:00	09:20	112.0	110.8	111.4	111.3	113.9	113.8	114.2	113.9	蔡明	
11/12/30	09:00	09:18	115.4	116.1	117.2	116.2	112.2	111.9	111.8	111.5	蔡明	
11/12/31	10:05	10:40	112.2	111.7	111.8	111.5	115.6	115.3	116.0	115.0	蔡明	
12/01/01	10:07	10:46	114.4	112.6	114.2	114.2	116.2	116.7	116.3	116.3	蔡明	
12/01/02			119.3	117.8	118.7	119.3						
12/01/03	10:25	10:36	115.5	114.9	114.8	114.9	110.4	110.3	110.4	110.3	蔡明	
12/01/04	08:30	09:05	116.5	112.8	112.3	114.0	109.5	109.9	109.7	109.4	蔡明	
12/01/05	09:05	09:36	111.4	111.7	111.4	111.3	109.1	108.9	109.0	108.3	蔡明	
12/01/06	09:00	09:25	114.5	114.7	113.7	114.2	112.2	112.3	112.4	112.3	蔡明	
12/01/07	09:00	09:35	116.6	116.6	117.0	116.7	112.2	112.2	112.4	112.3	蔡明	
12/01/08	09:00	09:25	112.2	112.2	112.6	112.3	109.8	109.4	109.4	109.0	蔡明	
12/01/09	09:00	09:30	116.8	116.6	116.3	116.5	115.4	115.5	115.5	115.4	蔡明	
12/01/10	09:00	09:35	117.0	116.8	117.0	117.0	115.4	115.5	115.5	115.4	蔡明	
12/01/11	09:00	09:35	115.4	115.7	115.7	115.7	115.4	115.5	115.5	115.4	蔡明	
12/01/12	09:00	09:35	114.2	115.4	117.3	117.3	115.4	115.5	115.5	115.4	蔡明	
12/01/13	09:00	09:25	116.2	116.7	116.5	116.5	116.2	116.7	116.8	116.7	蔡明	
12/01/14	09:00	09:23	115.6	115.5	115.5	115.5	115.4	115.5	115.5	115.4	蔡明	
12/01/15	09:00	09:20	115.6	115.5	115.6	115.6	117.0	117.3	117.3	117.2	蔡明	
12/01/16							115.4	115.5	115.5	115.4	蔡明	
12/01/17	10:30	10:55	115.2	112.3	112.3	116.0	112.3	112.3	112.3	112.3	蔡明	
12/01/18	09:00	09:51	116.6	116.6	116.6	116.6	115.2	115.5	115.4	115.4	蔡明	
12/01/29	09:20	09:50	116.7	118.7	119.2	118.2	115.3	116.0	116.5	116.5	蔡明	
12/01/30	09:00	09:30	118.9	119.8	119.8	118.2	117.6	117.3	117.4	117.2	蔡明	
12/01/31	09:00	09:30	119.2	119.2	119.2	119.2	119.1	119.5	119.3	119.2	蔡明	
12/02/04	08:50	09:20	119.7	120.3	120.3	120.1	103.0	103.0	103.0	104.1	蔡明	

採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表

採樣日期	更換時間		採樣前流量			平均流量	採樣後流量			平均流量	更換人員簽名	備註
	起	迄	(mL/min)	(mL/min)	(mL/min)	(mL/min)	(mL/min)	(mL/min)	(mL/min)	(mL/min)		
112.02.02	09:00	09:20	113.50	115.47	118.73	115.9	102.07	102.11	100.58	107.11	蔡404	
112.02.03	09:00	09:30	112.15	115.24	115.45	115.95	115.91	116.01	116.59	116.12	蔡404	
112.02.04	09:00	09:20	115.99	116.11	116.29	116.12	116.01	116.02	116.02	115.95	蔡404	
112.02.05	09:00	09:30	115.88	116.00	116.02	115.95	114.02	115.89	113.09	114.33	蔡404	
112.02.06	09:05	09:40	115.86	115.54	116.17	115.86	112.88	114.07	110.36	114.62	蔡404	
112.02.07	09:00	09:35	113.91	114.07	114.42	114.86	112.64	113.88	113.22	113.4	蔡404	
112.02.08	09:00	09:20	116.98	116.88	115.82	116.09	117.02	116.98	117.19	117.04	蔡404	
112.02.09	09:00	09:20	112.02	116.92	117.17	117.04	116.57	116.53	116.78	116.63	蔡404	
112.02.10	09:00	09:20	113.95	113.59	114.05	113.86	112.87	114.67	110.07	112.53	蔡404	
112.02.11	10:00	10:30	110.45	115.94	115.64	115.87					蔡404	
112.02.14	09:00	09:20	112.91	112.52	112.50	112.58	90.97	90.93	89.88	89.98	蔡404	
112.02.15	09:35	10:00	105.9	105.81	105.87	105.79	105.97	105.89	105.59	105.74	蔡404	
112.02.16	09:30	10:00	106.00	105.98	106.07	106.02	105.97	105.95	105.88	105.61	蔡404	
112.02.17	09:30	10:00	105.97	105.45	105.68	105.61	95.07	95.28	97.73	96.02	蔡404	
112.02.18	09:35	10:00	105.6	104.83	104.70	105.04	102.97	105.47	103.14	104.61	蔡404	
112.02.19	09:45	10:00	103.60	105.31	105.02	104.66	102.07	102.19	102.16	102.74	蔡404	
112.02.20	09:45	10:00	104.51	104.81	104.63	104.65	102.45	102.45	103.74	105.04	蔡404	
112.02.21	09:45	10:00	104.05	103.32	103.88	103.92	101.57	102.47	102.65	102.77	蔡404	
112.02.22	09:40	10:00	102.41	101.54	102.30	102.09	102.12	102.23	102.96	102.43	蔡404	
112.02.23	09:40	10:00	102.15	102.46	102.55	102.39	102.57	102.99	102.96	102.84	蔡404	
112.02.24	09:40	10:00	102.73	102.54	102.44	102.57	102.81	102.01	106.44	104.08	蔡404	
112.02.25	09:45	10:00	102.98	103.46	103.14	102.99	101.48	102.45	101.64	101.86	蔡404	
112.02.26	09:40	10:00	101.15	101.66	102.37	101.73	102.39	101.02	102.97	102.07	蔡404	
112.02.27	09:45	10:00	102.54	101.96	102.86	102.45					蔡404	
112.03.01	10:50	11:00	106.81	106.21	106.91	106.64	106.59	107.86	107.32	107.92	蔡404	
112.03.02	09:40	10:00	102.23	102.34	102.46	102.34	101.35	100.99	100.67	100.92	蔡404	
112.03.03	09:20	10:35	104.73	105.0	104.8	104.84	104.88	106.21	108.27	107.57	蔡404	
112.03.04	09:40	10:00	104.98	106.21	110.32	107.37	108.88	108.49	108.95	108.70	蔡404	
112.03.05	09:45	10:00	108.29	108.40	108.70	108.46	100.15	100.45	100.13	100.44	蔡404	
112.03.06	09:45	10:00	101.97	101.89	101.42	101.86	100.41	102.93	101.64	101.66	蔡404	
112.03.07	09:45	10:00	101.76	103.90	101.03	102.23	110.97	102.48	110.88	111.42	蔡404	

採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表

採樣日期	更換時間		採樣前流量			平均流量	採樣後流量			平均流量	更換人員簽名	備註
	起	迄	(mL/min)			(mL/min)	(mL/min)			(mL/min)		
112.03.08	09:45	10:00	111.08	110.44	110.65	110.72	102.84	103.45	106.36	104.21	林裕里	
112.03.09	09:40	10:00	103.91	103.46	104.24	103.87	105.3	105.33	105.5	105.42	林裕里	
112.03.10	09:40	10:00	105.8	105.33	105.5	105.42	104.38	104.06	101.99	105.49	林裕里	
112.03.11	09:45	10:00	104.38	104.06	109.99	105.49	95.4	95.74	95.24	95.47	蔡怡婷	
112.03.12	09:50	10:00	105.3	103.4	110.81	106.58	114.4	113.5	119.4	116.26	林裕里	
112.03.13	09:45	10:00	109.10	107.25	107.19	107.25	103.91	104.5	100.47	102.96	林裕里	
112.03.14	09:45	10:00	103.91	104.5	109.49	102.96	93.20	93.79	93.55	93.52	蔡怡婷	
112.03.15	09:45	10:00	104.81	105.56	103.14	104.50	111.90	111.69	111.59	111.66	林裕里	
112.03.16	09:45	10:00	106.82	106.58	106.66	106.68	104.59	104.01	104.07	104.33	林裕里	
112.03.17	09:45	10:00	104.50	104.4	104.07	104.33	106.19	106.55	105.51	106.44	蔡怡婷	
112.03.18	09:45	10:00	106.19	106.55	105.51	106.44	109.99	108.18	101.94	108.04	蔡怡婷	
112.03.19	09:45	10:00	101.99	108.18	109.94	108.04	101.94	113.2	100.94	101.33	蔡怡婷	
112.03.21	09:45	10:00	101.94	100.94	101.48	101.23	101.47	102.82	101.83	102	林裕里	
112.03.22	09:45	10:00	101.69	102.12	101.53	102	104.38	104.01	104.07	104.63	蔡怡婷	
112.03.23	09:45	10:00	104.75	104.62	104.50	104.63	104.62	104.19	104.03	102.28	林裕里	
112.03.24	09:45	10:00	104.62	104.19	104.03	102.28	103.9	102.2	104.09	103.82	蔡怡婷	
112.03.25	09:45	10:00	104.2	104.57	104.29	104.35	102.37	101.37	101.83	101.86	林裕里	
112.03.26	09:45	10:00	102.37	101.37	101.83	101.86	98.82	98.66	97.08	98.158	蔡怡婷	
112.03.27	09:45	10:00	104.19	103.91	101.92	104.03	105.14	105.12	104.33	105.03	林裕里	
112.03.28	09:45	10:00	104.45	104.44	104.61	104.45	108.16	106.91	107.04	107.84	林裕里	
112.03.29	09:45	10:00	107.16	106.91	107.04	107.84	106.48	106.91	106.39	106.31	蔡怡婷	
112.03.30	09:45	10:00	107.89	106.91	107.41	108.06	96.88	93.72	96.23	96.068	林裕里	
112.03.31	09:45	10:00	102.88	102.05	102.15	102.09	104.87	102.23	107.2	106.37	林裕里	
112.04.01	09:45	10:00	104.87	102.23	107.2	106.37	106.3	106.37	106.34	106.27	蔡怡婷	
112.04.02	09:45	10:00	106.3	106.37	106.34	106.27	106.59	106.91	107.18	106.89	蔡怡婷	
112.04.03	09:45	10:00	106.59	106.91	107.18	106.89	104.15	103.82	103.84	103	蔡怡婷	
112.04.04	09:45	10:00	104.15	103.82	103.84	103	105.25	104.83	110.5	106.71	蔡怡婷	
112.04.05	09:45	10:00	105.25	104.83	110.5	106.71	100.44	92.74	93.66	98.11	蔡怡婷	
112.04.06	09:45	10:00	101.57	105.72	106.59	105.02	104.17	103.70	104.12	103.99	林裕里	
112.04.12	09:45	10:00	103.92	103.83	103.67	103.82	94.34	94.89	94.96	94.516	蔡怡婷	

採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表

採樣日期	更換時間		採樣前流量 (mL/min)	平均流量 (mL/min)	採樣後流量 (mL/min)	平均流量 (mL/min)	更換人員簽名	備註
	起	迄						
112.04.13	09:41	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.14	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.15	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.16	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.17	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.18	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.19	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.20	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.21	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.22	09:55	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.23	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.24	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.25	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.26	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.27	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.28	09:50	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.29	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.04.30	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.02	09:50	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.03	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.04	10:10		107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.05	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.06	09:50	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.07	09:50	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.08	09:50	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.09	09:50	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.10	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.11	09:45	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.12	09:40	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.13	09:50	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	
112.05.14	09:50	10:00	107.56 108.04 107.76	107.78	107.56 108.04 107.76	107.78	林裕廷	

採樣系統氣袋更換及流量校正紀錄表

採樣日期	更換時間		採樣前流量 (mL/min)			平均流量 (mL/min)	採樣後流量 (mL/min)			平均流量 (mL/min)	更換人員簽名	備註
	起	迄										
112, 05, 15	0945	1000	103.80	103.10	104.54	103.91					張瑞豐	
29	0945	1000	104.49	102.90	104.33	104.10	108.01	108.10	108.19	107.96	張瑞豐	
30	0945	1000	108.01	108.10	108.19	107.96	103.5	103.7	103.7	103.64	張瑞豐	
30	0950	1000	103.5	103.7	103.7	103.64	100.2	100.5	100.1	100.37	張瑞豐	
30	0950	1000	102.38	106.5	107.0	107.22	107.1	107.2	107.52	110.50	張瑞豐	
30	0950	1000	110.7	110.7	110.52	110.50	107.5	107.7	107.9	109.58	張瑞豐	
30	0950	1000	117.5	117.7	117.9	119.58	109.7	109.16	109.34	109.39	張瑞豐	
30	0950	1000	109.7	109.16	109.34	109.39	108.56	108.74	108.26	108.18	張瑞豐	
31	0950	1000	108.56	108.74	108.26	108.18	105.6	105.70	105.40	108.62	張瑞豐	
	0950	1000	108.56	108.74	108.46	108.62	105.20	104.60	104.99	104.94	張瑞豐	
	0950	1000	105.20	104.60	104.99	104.94					張瑞豐	

附錄七 不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表

不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表 清洗日期/時間: 11/12/19 13:04 存放位置: 儀器分析室 清洗鋼瓶編號: Y02, Y03, Y04 備註: 清洗人員簽名: 李御宏 檢核人員簽名: 李家華	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表 清洗日期/時間: 11/12/26 13:24 存放位置: 儀器分析室 清洗鋼瓶編號: Y05, Y06, Y07 備註: 清洗人員簽名: 李御宏 檢核人員簽名: 李家華
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表 清洗日期/時間: 12/01/02 12:26 存放位置: 儀器分析室 清洗鋼瓶編號: Y08, Y09, Y10 備註: 清洗人員簽名: 李御宏 檢核人員簽名: 李家華	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表 清洗日期/時間: 12/01/29 14:26 存放位置: 儀器分析室 清洗鋼瓶編號: Y02, Y11, Y12 備註: 清洗人員簽名: 李御宏 檢核人員簽名: 李家華
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表 清洗日期/時間: 12/01/16 15:32 存放位置: 儀器分析室 清洗鋼瓶編號: Y03, Y04, Y05 備註: 清洗人員簽名: 李御宏 檢核人員簽名: 李家華	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表 清洗日期/時間: 12/01/23 13:22 存放位置: 儀器分析室 清洗鋼瓶編號: Y06, Y07, Y08 備註: 清洗人員簽名: 李家華 檢核人員簽名: 李御宏
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表 清洗日期/時間: 12/01/30 12:36 存放位置: 儀器分析室 清洗鋼瓶編號: Y09, Y10, Y11 備註: 清洗人員簽名: 李家華 檢核人員簽名: 李御宏	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表 清洗日期/時間: 12/02/06 14:21 存放位置: 儀器分析室 清洗鋼瓶編號: Y12, Y02, Y03 備註: 清洗人員簽名: 李家華 檢核人員簽名: 李御宏

雲林縣六輕環境監控及應變中心(分析實驗室)操作管理計畫

<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不銹鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 110.02.13 13:20</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: Y04, Y05, Y06</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李御宇</td></tr></tbody></table>	不銹鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 110.02.13 13:20		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: Y04, Y05, Y06		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不銹鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.02.20 14:11</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: Y07, Y08, Y09</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李御宇</td></tr></tbody></table>	不銹鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.02.20 14:11		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: Y07, Y08, Y09		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇
不銹鋼採樣筒清洗紀錄表																									
清洗日期/時間: 110.02.13 13:20																									
存放位置: 儀器分析室																									
清洗鋼瓶編號: Y04, Y05, Y06																									
備註:																									
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇																								
不銹鋼採樣筒清洗紀錄表																									
清洗日期/時間: 112.02.20 14:11																									
存放位置: 儀器分析室																									
清洗鋼瓶編號: Y07, Y08, Y09																									
備註:																									
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇																								
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不銹鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 110.02.27 12:03</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: Y10, Y11, Y12</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李御宇</td></tr></tbody></table>	不銹鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 110.02.27 12:03		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: Y10, Y11, Y12		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不銹鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.03.06 15:21</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: Y02, Y03, Y04</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李御宇</td></tr></tbody></table>	不銹鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.03.06 15:21		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: Y02, Y03, Y04		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇
不銹鋼採樣筒清洗紀錄表																									
清洗日期/時間: 110.02.27 12:03																									
存放位置: 儀器分析室																									
清洗鋼瓶編號: Y10, Y11, Y12																									
備註:																									
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇																								
不銹鋼採樣筒清洗紀錄表																									
清洗日期/時間: 112.03.06 15:21																									
存放位置: 儀器分析室																									
清洗鋼瓶編號: Y02, Y03, Y04																									
備註:																									
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇																								
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不銹鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.03.13 12:43</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: Y05, Y06, Y07</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李御宇</td></tr></tbody></table>	不銹鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.03.13 12:43		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: Y05, Y06, Y07		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不銹鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.03.20 15:12</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: Y08, Y09, Y10</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李御宇</td></tr></tbody></table>	不銹鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.03.20 15:12		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: Y08, Y09, Y10		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇
不銹鋼採樣筒清洗紀錄表																									
清洗日期/時間: 112.03.13 12:43																									
存放位置: 儀器分析室																									
清洗鋼瓶編號: Y05, Y06, Y07																									
備註:																									
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇																								
不銹鋼採樣筒清洗紀錄表																									
清洗日期/時間: 112.03.20 15:12																									
存放位置: 儀器分析室																									
清洗鋼瓶編號: Y08, Y09, Y10																									
備註:																									
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇																								
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不銹鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.03.27 14:44</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: Y11, Y12, Y02</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李御宇</td></tr></tbody></table>	不銹鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.03.27 14:44		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: Y11, Y12, Y02		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不銹鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.04.03 16:21</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: Y03, Y04, Y05</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李御宇</td></tr></tbody></table>	不銹鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.04.03 16:21		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: Y03, Y04, Y05		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇
不銹鋼採樣筒清洗紀錄表																									
清洗日期/時間: 112.03.27 14:44																									
存放位置: 儀器分析室																									
清洗鋼瓶編號: Y11, Y12, Y02																									
備註:																									
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇																								
不銹鋼採樣筒清洗紀錄表																									
清洗日期/時間: 112.04.03 16:21																									
存放位置: 儀器分析室																									
清洗鋼瓶編號: Y03, Y04, Y05																									
備註:																									
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李御宇																								

<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.04.10 14:54</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: 506, 507, 508</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李嘉華</td></tr></tbody></table>	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.04.10 14:54		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: 506, 507, 508		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.04.17 12:52</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: 509, 510, 511</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李嘉華</td></tr></tbody></table>	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.04.17 12:52		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: 509, 510, 511		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華		
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表																											
清洗日期/時間: 112.04.10 14:54																											
存放位置: 儀器分析室																											
清洗鋼瓶編號: 506, 507, 508																											
備註:																											
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華																										
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表																											
清洗日期/時間: 112.04.17 12:52																											
存放位置: 儀器分析室																											
清洗鋼瓶編號: 509, 510, 511																											
備註:																											
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華																										
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.04.24 16:21</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: 512, 502, 503</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李嘉華</td></tr></tbody></table>	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.04.24 16:21		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: 512, 502, 503		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.05.02 11:22</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: 504, 505, 506</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李嘉華</td></tr></tbody></table>	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.05.02 11:22		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: 504, 505, 506		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華		
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表																											
清洗日期/時間: 112.04.24 16:21																											
存放位置: 儀器分析室																											
清洗鋼瓶編號: 512, 502, 503																											
備註:																											
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華																										
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表																											
清洗日期/時間: 112.05.02 11:22																											
存放位置: 儀器分析室																											
清洗鋼瓶編號: 504, 505, 506																											
備註:																											
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華																										
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.06.01 15:29</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: 505, 508, 509, 511, 514, 515</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李嘉華</td></tr></tbody></table>	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.06.01 15:29		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: 505, 508, 509, 511, 514, 515		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.05.08 16:11</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: 507, 508, 509</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李嘉華</td></tr></tbody></table>	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.05.08 16:11		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: 507, 508, 509		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華		
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表																											
清洗日期/時間: 112.06.01 15:29																											
存放位置: 儀器分析室																											
清洗鋼瓶編號: 505, 508, 509, 511, 514, 515																											
備註:																											
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華																										
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表																											
清洗日期/時間: 112.05.08 16:11																											
存放位置: 儀器分析室																											
清洗鋼瓶編號: 507, 508, 509																											
備註:																											
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華																										
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 112.06.07 12:50</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: 502, 504, 510, 512</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李嘉華</td><td>檢核人員簽名: 李御宇</td></tr></tbody></table>	不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 112.06.07 12:50		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: 502, 504, 510, 512		備註:		清洗人員簽名: 李嘉華	檢核人員簽名: 李御宇	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">表 8.2.1 不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表</td></tr><tr><td colspan="2">清洗日期/時間: 111.12.19 15:04</td></tr><tr><td colspan="2">存放位置: 儀器分析室</td></tr><tr><td colspan="2">清洗鋼瓶編號: 502, 503, 504</td></tr><tr><td colspan="2">備註:</td></tr><tr><td>清洗人員簽名: 李御宇</td><td>檢核人員簽名: 李嘉華</td></tr></tbody></table>	表 8.2.1 不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表		不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表		清洗日期/時間: 111.12.19 15:04		存放位置: 儀器分析室		清洗鋼瓶編號: 502, 503, 504		備註:		清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表																											
清洗日期/時間: 112.06.07 12:50																											
存放位置: 儀器分析室																											
清洗鋼瓶編號: 502, 504, 510, 512																											
備註:																											
清洗人員簽名: 李嘉華	檢核人員簽名: 李御宇																										
表 8.2.1 不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表																											
不鏽鋼採樣筒清洗紀錄表																											
清洗日期/時間: 111.12.19 15:04																											
存放位置: 儀器分析室																											
清洗鋼瓶編號: 502, 503, 504																											
備註:																											
清洗人員簽名: 李御宇	檢核人員簽名: 李嘉華																										

附錄八 雲林縣六輕環境監控及應變中心(分析實驗室)操作 管理計畫期末報告「初稿」審查委員意見及回覆

(一) 廖委員崇園

項次	審查意見	辦理情形
1	基本摘要內容聯絡人未填寫，主要執行內容建議修正及補充成果，不要只是填上招標時的工作內容。	謝謝委員指導，已於期末報告修正稿之基本摘要內容補充聯絡人資料，並將執行內容進行修正與補充。
2	基本資料表「壬、本期經費」，各項支出應填上。	謝謝委員指導，期末報告修正稿之基本資料表填寫計畫經費項目支出內容。
3	各章節排版請再檢視。	謝謝委員指導，各章節排版已重新作檢視修正。
4	計畫變更內容，請在第二章節寫實際進度說明。另期末報告完成日期應明確填上。	謝謝委員指導，執行期間化學品或空污緊急事故採樣之樣品分析及研判至少 2 場次，其計畫變更內容已在期末報告修正稿第 8 頁至第 9 頁第二章表 2.2.1 實際執行進度及查核點說明。
5	表 3.1.1 工作職掌中有計畫顧問，請修正。	謝謝委員指導，已將期末報告修正稿第 12 頁表 3.1.1 計畫工作職掌之職稱計畫顧問修正為協同主持人。
6	未來建議增設夜間 3D 投影模擬場景，所需經費工項請一併提出供參。	謝謝委員指導，已將夜間場景製作所需經費補充於期末報告修正稿第 202 頁。

(二) 袁委員中新

項次	審查意見	辦理情形
1	本次委辦計畫基本已依原規劃進度完成各工項，惟於表 2.1.1 中增加實際進度和預定進度之比較。	謝謝委員指導，已於期末報告修正稿第 6 頁表 2.1.1 預定進度與查核點之工作項目新增計畫契約預計進度與實際執行進度之比較。
2	圖 6.2.2.1 及圖 6.2.2.2 中縱座標(含左側及右側)應標示甲烷、非甲烷及總碳氫化合物；另各圖左上角之日期標示似有不一致情形(如 22/12/2022 應改為 12/22/2022)。	謝謝委員指導，已於期末報告修正稿第 72 頁圖 6.2.2.1 及第 73 頁圖 6.2.2.2 中縱座標左上角之日期標示已修正之。
3	兩處固定式採樣站皆曾出現半夜(0:00~06:00)甲烷及非甲烷濃度呈現偏高情形(如:03/08/2023、03/12/2023、03/24/2023、04/10-12/2023、04/15/2023、04/17/2023、05/05/2023)其原因為何?另建議和風向資料進行比對。	謝謝委員指導，有關 03/08/2023、03/12/2023、03/24/2023、04/10-12/2023、04/15/2023、04/17/2023、05/05/2023 甲烷、THC 濃度上升偏高皆為半夜(0:00~06:00)，其可能原因為本計畫測站北-東方向經實驗統計分析周界畜牧位置分布圖如圖 6.2.10 至少有 10 處以上養豬戶估計至少上萬頭豬隻，且因 3 月、4 月及 5 月風向北北東，本計畫測站容易受上風處之畜牧影響，加上半夜時段時段風速三月、四月介於 0.5~2.0 m/s、五月風速 1.70~2.70 m/s 之低風速，可能因低風速和夜間混和層高度較低導致污染濃度累積，而造成周界環境甲烷濃度值偏高之情形，已於期末報告修正稿第 69 頁至第 71 頁說明。
4	建議彙整本計畫執行期間之 CH ₄ 背景濃度，並和文獻比較。	謝謝委員建議，因本計畫執行為半年期僅採集 112 年第一季與第

附錄八雲林縣六輕環境監控及應變中心(分析實驗室)操作管理計畫期末報告「初稿」審查委員意見及回覆

項次	審查意見	辦理情形
		二季至五月底之甲烷監測數據尚缺乏整年度監測數據，故未來在 大局規劃計畫執行第二期期間可將計畫期間規劃為一年期，將會有整年四個季節大氣條件變化之甲烷監測結果，將可進一步進行甲烷背景濃度解析。根據經濟部工業局「雲林離島式基礎工業區麥寮區環境監測中心設置計畫」111 年度期末執行成果報告顯示甲烷濃度年平均在 1.97~2.82 ppm 之間。
5	請補充說明酮類(丙酮)濃度偏高之污染來源為何?	謝謝委員指導，本計畫針對麥寮六輕工業區進行有揮發性有害空氣污染 VOCs 監測結果發現主要貢獻來至於丙酮，其結果與環保署麥寮六輕離島式基礎工業區石化工業環境監測報告中 VOCs 監測物種製程得知丙酮為主要 VOCs 來源物種一致，其來源可能因六輕工業區製程使用丙酮溶劑來源所致，已於期末報告修正稿第 102 頁至第 103 頁說明。
6	101~111 年期間，111 年之 VOCs 濃度出現不減反升趨勢，其可能原因為何?並請和 112 年(今年)加以比較。	謝謝委員指導，101~111 年歷年六輕行政大樓與麥寮中學測站進行逸散性氣體污染濃度監測，整體彙整歷年統計總 VOCs 濃度變化趨勢呈現下降趨勢，尤其國內在 COVID-19 盛行流行主要發生在 110 年六輕工業區部分製程歲修後停工，彙整資訊發現在 110 年六輕行政大樓與麥寮測站監測 VOCs 濃度為歷年最低，在

項次	審查意見	辦理情形
		111 年 COVID-19 疫情已逐漸受控制，隨之製程復工逐漸正常化，故在 111 年統計 VOCs 總濃度相較 110 年微幅增加。
7	圖 7.2.2 及圖 7.2.3 中 TBXE 比值顯示 VOCs 皆來自老化氣團，惟六輕工業區排放之 VOCs 應屬新鮮氣團，似不符現況？	謝謝委員指導，六輕行政大樓及麥寮中學測站屬於環評監測統計資料，其數據為每季隨機採樣，而三盛林務所測站是由非甲烷濃度高值抽樣做 VOCs 分析。圖 7.2.2 及圖 7.2.3 中 TBXE 比值顯示六輕行政大樓、麥寮中學測站與本計畫三盛林務所測站 VOCs 以 $X/E < 3$ 為居多，推論 VOCs 貢獻為老化氣團，主要受上風傳輸的影響。
8	第八章緊急事故採樣樣品分析，建議揭露丙酮洩漏點和採樣點之相對位置，並和當時風向加以比對。	謝謝委員指導，第八章緊急事故採樣樣品分析，因本計畫計畫執行期間於六輕未有毒化災事件發生，故未執行緊急採樣分析。而本計畫在室外環境模擬設置一處丙酮洩漏口，位於雲林縣斗六市斗工十二路/一路進行採樣模擬如圖 8.7 所示，其當地風速 1.1m/s 風向北北東，進行模擬丙酮洩漏事故情境採樣分析，已於期末報告修正稿第 146 頁說明。

(三) 劉委員惠銘

項次	審查意見	辦理情形
1	關於本計畫的初階教育訓練辦理日期(p.23)，請確認是否登載錯誤？	謝謝委員指導，本計畫的初階教育訓練辦理日期 111 年 12 月 08 日，已於期末報告修正稿第 23 頁修改。
2	有關本計畫監測的六種毒化物例如:1,2-二氟乙烷、乙苯、氯乙烯、1,3-丁二烯和苯乙烯，是否有建立 MDL=?(p.125)。	謝謝委員指導，本計畫監測的六種毒化物已將六種毒化物偵測極限(MDL)之數值建立於表格內，如表 5.2.2.4 在 P.53 呈現。
3	在本計畫探討甲烷傳輸來源，是否有將除了化石燃料等其他因子考慮進行？	謝謝委員指導，本計畫探討甲烷傳輸來源除了化石燃料外，更彙整鄰近測站地區畜牧頁養豬戶位置分布圖如 6.2.10，本測位於上風處北-東方至少有 10 處以上養豬戶估計至少上萬頭豬隻，風向為北-東方向畜牧業為甲烷排放來源之因子。
4	固定式採樣系統置放在三盛林務所與麥寮中學測站與六輕行政大樓測站距離多遠?如此安排有何意義？	謝謝委員指導，本計畫執行六輕工業環境有害空氣污染物監控分析，針對廠區內製程所可能排放 29 種 VOCs 物種進行周界環境污染物濃度變化監測，故固定式採樣系統置放在三盛林務所為緊鄰六輕工業區，若監測過程中發現 VOCs 物種濃度有顯著異常偏高時，表示廠區內有管線或製程有可能有洩漏源或空氣污染防治設備異常運作，將能即時通報主機關立即作相關預防作為，避免發生重大危害事故。 三盛林務所與麥寮中學測站距離 5,138 公尺，與六輕行政大樓測站距離 746 公尺，相對位置已

項次	審查意見	辦理情形
		於期末報告修正稿第 36 頁圖 5.1.1。

(四) 林委員伯雄

項次	審查意見	辦理情形
1	計畫執行進度大致皆符合合約要求。	謝謝委員肯定。
2	第 105 頁次至第 112 頁次，表格內毒化物濃度值請加註 ppb 以及 N.D.低於偵測極限，亦請加註各項毒化物 N.D.之數值。	謝謝委員指導，表格已經加註濃度單位 ppb 以及 N.D 低於偵測極限，亦加註各項毒化物偵測極限 (MDL)之數值於表格內，已於期末報告修正稿第 105 頁表 6.3.1 至第 113 頁表 6.3.6 呈現。
3	未來建議將歷年之 hour average concentration 將前 15 大物種進行歷年濃度變化趨勢分析可以 Mann-Kendall test 分析濃度變化趨勢，是否為下降或上昇顯著性與否。	謝謝委員建議，本計畫根據歷年蒐集近十年 (101 ~ 111 年) 離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環評監測報告之逸散性氣體數據，其數據為每季隨機採樣故其數據非連續性，經分析數據得知六輕行政大樓測站所測得物種與濃度比麥寮中學測站高。經常性測得物種有丙酮、苯、甲苯、乙苯與間/對-二甲苯共五種物種，故依據 Mann-Kendall test 濃度趨勢變化分析，進行六輕行政大樓測站以每季經常性測得五大物種之趨勢分析，結果顯示僅丙酮每季濃度變化統計 p 值小於 0.05 具有趨勢變化，且 S 值為負值顯示丙酮濃度顯著呈現下降趨勢，苯與乙苯分別僅在在第四季與第三季之濃度變化具有些微上升趨勢，其他每季監測之物種濃度無顯著上升或下降趨勢變化，已於期末報告修正稿第 125 頁表 7.1.1 呈現。

項次	審查意見	辦理情形
4	3 月及 4 月 Methane、Non-Methane、THC，污染事件日皆為 1：00-3：00 a.m.由 2 ppm 上昇至 8 ppm 建議提出可能成因。	謝謝委員指導，3 月及 4 月污染事件日 Methane、THC 濃度上升皆為凌晨 1:00~3:00，其可能原因本計畫測站北-東方向經實驗統計分析周界畜牧位置分布圖如 6.2.10 至少有 10 處以上養豬戶估計至少上萬頭豬隻，且因 3 月及 4 月風向北北東，本計畫測站容易受上風處之畜牧影響，加上凌晨時段風速介於 0.5~2.0 m/s 之低風速，可能因低風速和夜間混和層高度較低導致空氣流動性不佳，大氣擴散不佳，而造成周界環境甲烷濃度值具有累積偏高情形，詳細成因，已於期末報告修正稿第 96 頁說明。
5	第 12 章否可以增加臭氧生成潛勢貢獻物種之分析。	謝謝委員建議，本計畫進行之 29 種揮發性有害空氣污染物種分析，主要以盤點六輕工業區製程有關之 VOCs 物種，目的監測六輕工業區製程是否有洩漏疑慮，若在監測過程中 VOCs 物種濃度有顯著遽增且呈現連續性，可檢視工業區內製程管線可能有洩漏疑慮立即通報主管機關作進一步查察，避免發生化學品洩漏或火災之危害，其屬性與光化測站物種及目的不同。另本計畫執行為半年期所蒐集環境監測數據仍有限，初步評估偵測到物種對臭氧生成潛勢分析無顯著貢獻趨勢。
6	3D 沙盤模型是否可於報告中呈現其中一組視覺投影圖(彩色	謝謝委員指導，3D 沙盤模型已於期末報告修正稿第 194 頁圖

項次	審查意見	辦理情形
	圖)(第 179 頁次)。	11.4 以彩色視覺作投影示意圖成呈現。
7	表 8.1.請加註 N.D.之偵測極限值。	謝謝委員指導，已於期末報告修正稿第 147 頁表 8.1.已加註偵未達測極限值(N.D.)。
8	建議提供參考文獻有關甲苯/苯比值以及二甲苯/乙苯比值變化與貢獻來源之依據，並請定義老化氣團。	謝謝委員建議，甲苯/苯比值以及二甲苯/乙苯比值變化與貢獻來源之依據與老化氣團定義，已根據文獻作彙整。已於期末報告修正稿第 127 頁及第 128 說明。 (3) 甲苯/苯 (Toluene/Benzene, T/B) 根據文獻常用 T/B 比值於大氣中 VOCs 污染源進行初步判別，不同 T/B 比值表示不同污染源，經文獻彙整 $T/B < 2$ 表示受當地汽車尾氣影響較顯著，而 $T/B > 2$ 為較複雜的排放源，除汽車尾氣外可能還有其他來源，當 $T/B > 5$ 與化工及溶劑使用有相關，最後 $T/B > 10$ 表示附近有工業源 (Barletta et al., 2008 ; Kumar et al., 2018 ; Niu et al., 2012) (4) 二甲苯 / 乙苯 (Xylene/Ethylbenzene, X/E) 二甲苯/乙苯(X/E) 比值常作為光化學老化氣團之指標辨別，其因二甲苯大氣壽命 (大氣壽命為 3 小時) 小於乙苯 (大氣壽命 8 小時)，造成光化學反應性不同 (Li et al., 2017)，因此文獻統計顯示當 X/E 比值小於 3 為老化氣團，大於 3 為新鮮氣團 (Kuntasal et al., 2013 ; Yurdakul et

項次	審查意見	辦理情形
		al., 2018)。
9	圖 7.2.2 及 7.2.3 之 TBXE 比值所用之統計方式以及軟體(第 131 頁次)。	謝謝委員指導，期末報告修正稿第 132 頁圖 7.2.2 及圖 7.2.3 之 TBXE 比值，統計歷年六輕行政大樓與麥寮測站每季有測得 VOCs 物種甲苯、苯與二甲苯、乙苯濃度值，以 Excel 直接進行甲苯/苯(T/B)與二甲苯/乙苯(X/E)比值分析，在以作圖軟體 origin T/B 為 X 軸、X/E 比值為 Y 軸作圖。
10	建議圖 6.3.1-6.3.4 以彩色圖呈現並放大。	謝謝委員指導，期末報告修正稿第 114 頁至第 115 頁之圖 6.3.1-圖 6.3.4 已以彩色圖呈現，在有限空間內進行最大化放大。

(五) 羅委員金翔

項次	審查意見	辦理情形
1	關於模式模擬之成果，以下建議： (1) 氣象條件(表 10.2.1、p.160)之合理性與代表性，大氣穩定度 F 似乎風速不會太高。 (2) 模式有受害(衝擊)之空間標示，通常分三級及各種災害層次。 (3) 儲槽及製程位置(含物料動態資料)宜納入	謝謝委員指導 (1) 氣象條件假設是參考美國風險管理方案而來，在最嚴重洩漏情境設定上採用風速 1.5 m/sec；大氣穩定度採用 F，若分析者可以得到該地近三年內之氣象條件，其中如有較高最低風速(大於 1.5 m/sec)，或具較不穩定之穩定度，亦可採用該氣象條件。本計畫彙整統計近 3 年氣象條件，最嚴重情境以麥寮最低風速及洩漏化學品不易受大氣擾動而稀釋，大氣穩定度採 F 去評估毒性氣雲最大影響範圍。 (2) 本計畫模式盤點離島式基礎工業區麥寮區毒化物大於分級運作量，其裝載型態主要以液體，故模式分析作洩漏危害模擬化學比發生洩漏緊急情況下暴露之健康影響分為三級，PAC-1 輕微、短暫健康影響、PAC-2 不可逆轉或其他嚴重健康影響，可能要採取影響保護行動之能力、PAC-3 危及生命之健康影響。ALOHA 影響範圍除原毒性氣雲模擬影響範圍，已於期末報告修正稿第 175 頁至第 189 頁表 10.2.4 補充可燃性蒸氣雲影響範圍及爆炸過壓影響範圍。 (3) 本計畫模式盤點離島式基礎

項次	審查意見	辦理情形
		工業區麥寮區毒化物大於分級運作量，其內容包含裝載型態(固、液、氣體)、儲槽容器種類(鋼瓶、圓柱型、方柱型、球式等等)、儲槽容器材質與容器規格以及單一容器經常存量與單一容器最大存量等資訊，相關儲槽及製程位置已有於 大局其它計畫進行調查。
2	針對 3D 模型，建議： (1)硬體及資訊軟體的交互展演，納入規劃。 (2) 對照模式條件宜可將人機互動設計納入。	謝謝委員指導 (1)有關 3D 模型硬體及資訊軟體交互展演，建議 大局可納入第二期延續性計畫內容，將模擬資料與 3D 模型結合。 (2)3D 模型對照式人機互動設計，建議 大局可規劃在延續計畫第二期與第三期計畫作整合，未來建置整體環境監控及應變戰情室，即呈現人機互動式資料展示。
3	固定式採樣系統採樣高度為 20m，氣象站採樣高度是 10m，若應用於模式之風速條件及濃度擴散狀況，宜納考量差異。	謝謝委員指導，本計畫執行雲林離島式基礎工業區麥寮區環境監控，主要掌握平時麥寮六輕工業區場內運作之化學品，其製程所可能逸散 29 種揮發性有害空氣污染物之濃度變化監測，固定式採樣位置為鄰近六輕工業區附近之雲林縣環保局三盛林務分駐地點，因受限於其周圍環境樹叢圍繞樹木高度平均為 12 公尺高，為避免掩蔽物干擾阻礙，故固定式採樣系統建置建築物

附錄八雲林縣六輕環境監控及應變中心(分析實驗室)操作管理計畫期末報告「初稿」審查委員意見及回覆

項次	審查意見	辦理情形
		頂樓總高度為 20 公尺。 根據”風工概論”文獻之平均風速剖面方程式$\left(\frac{U_z}{U_\delta} = \left(\frac{Z}{\delta}\right)^\alpha\right)$，以海岸地區特性之地況指數($\alpha=0.11$)、大氣邊界層厚度($\delta=215$)評估不同採樣高度(Z) 20m 與 10m 平均風速差異，結果得知採樣高度 20m 之平均風速相較於高度 10m 將高約 8%。