

毒性及關注化學物質檢測需求評估與 採樣檢測支援計畫

成果報告

受託單位：財團法人工業技術研究院

計畫執行期間：民國 109 年 05 月 04 日至 109 年 12 月 20 日

受託單位：財團法人工業技術研究院

行政院環境保護署毒物及化學物質局編印

中國民國一〇九年十二月印製

行政院環境保護署毒物及化學物質局

毒性及關注化學物質檢測需求評估與

採樣檢測支援計畫

成果報告

受託單位：財團法人工業技術研究院

計畫執行期間：民國 109 年 05 月 04 日至 109 年 12 月 20 日

受託單位：財團法人工業技術研究院

計畫經費：6,730,000 元整

計畫主持人/協同主持人：許心蘭/鄭景智

計畫執行人員：劉沛宏、杜敬民、陳俞瑾、李佳珮、

劉曜文、賴弘智、林靜如

中國民國一〇九年十二月印製

報告基本資料表

「毒性及關注化學物質檢測需求評估與採樣檢測支援計畫」
成果報告基本資料表

委辦單位	行政院環境保護署毒物及化學物質局		
執行單位	財團法人工業技術研究院（綠能與環境研究所）		
參與計畫人員姓名	許心蘭、鄭景智、劉沛宏、杜敬民、陳俞瑾、李佳珮、劉曜文、賴弘智、林靜如		
年 度	109 年	計畫編號	
研究性質	☐ 基礎研究 ☐ 應用研究 ☒ 技術發展		
研究領域	毒性化學物質		
計畫屬性	☐ 科技類 ☒ 非科技類		
全程期間	109 年 5 月～109 年 12 月		
本期期間	109 年 5 月～109 年 12 月		
本期經費	6,730 千元		
	資本支出		經常支出
	土地建築____千元		人事費 <u>1,549</u> 千元
	儀器設備____千元		業務費 <u>560</u> 千元
	其 他____千元		材料費 <u>3,433</u> 千元
			其 他 <u>1,188</u> 千元
摘要關鍵詞（中英文各三則）			
<u>毒化物</u> (Toxic Chemical Substance)			
<u>快篩技術</u> (Screening Method)			
<u>檢測量能</u> (Analytical Capability)			

計畫成果中英文摘要（簡要版）

- 一、中文計畫名稱：
毒性及關注化學物質檢測需求評估與採樣檢測支援計畫
- 二、英文計畫名稱：
The Project of Evaluating Analytical Capability and Supporting Sample Testing for Toxic and Concerned Chemical Substances.
- 三、執行單位：
工業技術研究院綠能與環境研究所
- 四、計畫主持人（包括共同主持人）：
許心蘭/鄭景智
- 五、執行開始時間：
民國 109 年 05 月 04 日
- 六、執行結束時間：
民國 109 年 12 月 20 日
- 七、報告完成日期：
民國 109 年 12 月 20 日
- 八、報告總頁數：
210
- 九、使用語文：
中文
- 十、報告電子檔名稱：
- 十一、報告電子檔格式：
Open Document 文字(.odt)
- 十二、中文摘要關鍵詞：
毒化物，快篩技術，檢測量能
- 十三、英文摘要關鍵詞：
toxic chemical substance, screening method, analytical capability
- 十四、中文摘要

隨著毒性及關注化學物質管理法中列管的化學物質種類增加，為及早因應檢測量能不足的困境，本計畫旨在健全國內毒性及關注化學物質之檢測量能，包括檢測方法與標準品取得途徑之完備、國外化學物質分析運作系統之借鏡、評估國內化學物質水生生物毒性試驗方法等。此外，經由運作事業體訪視與採樣檢測，瞭解 33 項化學物質的運作型態與實際樣品的檢測實作，並研擬未知物採樣與檢測指導作業手冊，以及提出毒化物類別環境檢測方法認證申請。最後，研析本計畫執行之效益與規劃未來四年的執行方向。

在檢測方法方面，針對國內尚無標準檢測方法的 51 項毒性化學物質以及 20 項研擬中的關注化學物質，參考「列管毒性化學物質及其運作管理事項」第 14 條可採用之國內外檢測方法來源，皆能盤點出可運用或參

考的檢測方法，其中部分檢測方法屬家族式檢測，非單一化合物的檢測。由於國內毒管法依各項單一化合物管制，家族式檢測方法無法界定為何項化合物，在行政執法支援上略嫌不足。因應之道除了檢測技術開發之外，應同時評估調整毒管法管制方法，參考國外依毒化物毒理特性選用單一化合物管制或家族式管制，合理投入檢測資源。至於國內標準品取得困難的化學物質，向運作事業體廠家索取少量化學物質作為標準品乃一可行途徑，惟須具備濃度證明文件方可滿足標準品具量測追溯性的要件。

在研析國外化學物質分析運作部分，歐盟、美國與日韓等國均採用優良實驗室操作(Good Laboratory Practice, GLP)規範，要求化學物質檢測機構須符合一系列的實驗室運作與管理規範，以提升檢測數據品質與有效性，但不限定使用的檢測方法。此作法給予檢測機構有較大的彈性，尤其化學物質項目眾多且形態多樣化，這樣的彈性非常重要；對於執法機關而言，也較容易取得業界支援又同時保有數據品質。至於環境檢測分析，因為有限的管制項目與明確的環境基質，大多需取得對應標準方法的認證許可。相較於國內的作法，無論是執行環境基質樣品或毒性與關注化學物質的分析，環境檢驗測定機構皆需有對應方法的認證許可才能出具正式報告。所幸，近年來環保署公告的 NIEA T101 與 NIEA T102 等兩方法為現有體制賦予 GLP 彈性認證的精神，未來可望藉由認證此兩方法拓展化學物質檢測量能。

水生生物毒性試驗方法評估係以水蚤及鯉魚評估高揮發性化學物質的急毒性，並參考 OECD 建議的試驗方法以氣密容器進行毒性試驗並減少頂空氣體，試驗結果顯示密閉容器相較於開放系統較不會高估 LC₅₀ 或 EC₅₀。此外，建議未來可以參考 OECD 建議的試驗方法，以不動率(Immobility)來定義半影響濃度(50%, Effective Concentration, EC₅₀)。

為瞭解國內 33 項化學物質運作型態，共訪視了 30 家運作事業體，採集 203 個樣品進行實驗室檢驗，相關檢測方法皆於本年度提出認證申請。部分樣品檢測結果顯示與業者提供的物質資料表濃度資訊不一致，且業者普遍無法進一步提出較具數據品質的濃度證明文件，建議未來持續評估是否要求工廠自主檢驗含有毒性或關注化學物質的成品或半成品以作為備查。經歸納綜整前述執行經驗，並納入專家諮詢會的建議，本計畫完成編撰「未知物採樣與檢測指導作業手冊」，並舉辦一場訓練課，邀集各縣(市)地方環保機關進行技術擴散。

經由執行本計畫，可望達成多項效益，包括提升化學物質使用安全性、帶動快篩設備的需求與市場、毒化物檢測市場等。化學物質檢測量能的建置經過本計畫的進展也向前邁了一大步，未來仍需繼續努力的方向包括檢測方法持續建置、快篩技術持續精進、邊境查驗採樣與快篩等，此外，相關法規也有需要檢視與討論之處，包括法規管制方式以及實驗室採樣檢測毒化物相關的規定。

十五、英文摘要：

There is a growing need for chemical analysis of toxic chemical substances in order to support the administrative actions under the amended Toxic and Concerned Chemical Substances Control Act. This project aims to develop the needed analytical capabilities via the tasks including completing the analytical method database and the acquirement of the standard materials, learning from the international operations of the laboratory management for chemical substances, assessment of the aquatic toxicity, sampling and analysis of chemical substances from factories, and submission for accreditation of 33 chemical substances. Besides, benefits from this project were analyzed and the follow-up

tasks in the near future were also proposed.

To complete the analytical method database, relevant methods for the 51 toxic substances, which lack domestic standard methods, and 20 candidates of the concerned chemical substances can be found from the sources listed in Article 14 of the "Management and Operation of Toxic Chemical Substances and Regulations". However, some of the methods analyze the toxic groups of concern instead of the individual compound, whereas the concentration of the individual compound shall be on demand based on our regulation in Taiwan. Although analytical methods for the individual compound may be studied, it was suggested to consider adopting group regulations for those whose toxicity concerns are only associated with the particular groups. As for the standard materials not available in the regular commodity channel, obtaining from the users is a doable way as long as the certificate of analysis can be provided.

As for the operation system of the laboratories in countries such as those of European Union, the U.S., Korean and Japan, laboratories compliance with Good Laboratory Practice (GLP) are qualified for chemical substance analysis. GLP is a quality system of management controls without limitations on the analytical methods used. For laboratories, this way of operation provides the needed flexibility in order to analyze hundreds of chemical substances that may come in different ways. On the contrary, for the environmental sample analysis, laboratories must obtain the accreditation of the analytical method specific to the target compounds in the matrix of the samples. While there are two different operation systems in these foreign countries, there is only one system in Taiwan, which is similar to that aforementioned for the environmental sample analysis. Fortunately, the NIEA T101 and NIEA T102 methods specific for chemical substances announced in recent years by Taiwan EPA provide the flexibility similar to that of GLP and thus are very helpful for the development of the analytical capability of chemical substances.

Assessment of aquatic toxicity was conducted using daphnia and carp to evaluate the acute toxicity of volatile organic chemicals. Evaluation was performed in a close system with little headspace based on the test method recommended by OECD. Results showed that over-estimation of LC_{50} or EC_{50} can be minimized in close systems compared to open systems. Besides, it was recommended that EC_{50} be defined based on immobility instead of death.

In order to understand how the chemical substances are handled in the industries, 33 compounds were chosen as targets in this work and 30 factories handling at least one of the targets were visited. A total of 203 samples containing more or less the targets were sampled from the factories and analyzed by 2 laboratories, which completed the submission of accreditation application by the end of this project. Some of the analysis results were not consistent with the claimed concentrations on safety data sheets (SDS) provided by the factories, and frequently a certificate of analysis with data quality guaranteed was not available. It was suggested that chemical handlers should have certificates of analysis as a legal proof of the concentration especially when the toxic chemical substances are contained. With the experience of taking samples of various toxic chemical substances from industries, we incorporated the advices from several experts and completed a draft of Handbook of Sampling, Screening and Analysis for Chemicals. We also managed a training course and shared these experiences with the local enforcement officers.

Benefits of this project include enhancing the safety of chemical substances and promoting the needs and market of screening and analysis of chemical substances, not to mention a significant progress in the development of the domestic analytical capability. In the future, efforts to improve are still needed and a 4-year blueprint was presented in this work with focuses on the directions including both regulations and technical enhancement.

目次

報告基本資料表

計畫成果中英文摘要（簡要版）

目次

表次

圖次

報告大綱

計畫成果報告摘要（詳細版） I

第一章 前言 1-1

1.1 計畫緣起 1-1

1.2 計畫目標與工作項目 1-2

1.3 工作進度與查核點 1-4

第二章 執行方法 2-1

2.1 工作項目與流程說明 2-1

2.2 檢測技術缺口盤點與因應 2-2

2.2.1 毒物與關注化學物質檢測方法盤點 2-2

2.2.2 國內無標準品之因應機制 2-6

2.2.3 國外環境分析品質系統與檢測實務運作差異研析 2-6

2.3 未知物採樣與檢測流程 2-7

2.3.1 未知物採樣與檢測流程建立 2-7

2.3.2 未知物採樣及檢測之指導作業手冊 2-9

2.4 化學物質採樣檢測技術量能 2-9

2.4.1 廠家篩選流程與輔訪要點 2-10

2.4.2 化學物質檢測技術建立及認證 2-22

2.4.3 水生生物毒性試驗 2-22

2.5 效益分析與未來 4 年執行方向 2-26

2.6 會議辦理 2-27

第三章 檢測技術缺口盤點與因應 3-1

3.1	毒性化學物質國內外方法盤點及因應機制	3-1
3.1.1	毒性化學物質檢測方法盤點	3-1
3.1.2	毒化物檢測方法盤點之評析	3-10
3.2	潛在列為關注化學物質之標準方法盤點	3-11
3.3	國內無標準品卻運作之毒化物檢測因應機制	3-17
3.4	國外環境分析品質系統與實務研析	3-21
3.4.1	國外化學品試驗與檢測管理系統探討	3-21
3.4.2	國外環境品質管理系統	3-25
3.4.3	國外化學品與環境品質管理系統綜合評析	3-27
3.4.4	國內因應策略建議	3-31
第四章	未知物採樣與檢測流程	4-1
4.1	化學物質採樣	4-1
4.1.1	化學物質特性與採樣安全性辨識	4-1
4.1.2	採樣方法與工具選擇	4-6
4.1.3	採樣計劃	4-8
4.1.4	樣品保存及運送	4-8
4.2	未知物快篩與檢測	4-10
4.2.1	快篩與檢測流程概述	4-10
4.2.2	快篩技術介紹	4-11
4.2.3	檢測定量	4-21
4.3	專諮會與技術觀摩會	4-21
4.3.1	專家諮詢會	4-21
4.3.2	採樣技術觀摩會	4-25
第五章	化學物質採樣檢測技術量能	5-1
5.1	採樣與訪視成果	5-1
5.2	化學物質檢測技術量能建置與樣品分析	5-16
5.2.1	檢測方法建置	5-16
5.2.2	真實樣品分析結果	5-31
5.3	水生生物毒性試驗	5-41

5.3.1	毒性試驗結果與綜合討論	5-41
5.3.2	試驗方法評析	5-52
第六章	計畫效益與未來四年執行方向	6-1
6.1	效益分析	6-1
6.2	未來四年執行方向	6-3
6.3	專家諮詢會	6-10
第七章	結論與建議	7-1
7.1	結論	7-1
7.2	建議	7-6
參考文獻		1
附件一、歷次審查委員意見回覆		
[1]評選會議審查意見回覆表		
[2]第一次進度報告審查意見回覆表		
[3]期中報告審查意見回覆表		
[4]期末報告審查意見回覆表		
附件二、歷次會議紀錄		
[1]工作會議紀錄		
[2]實驗室輔導訪視會議紀錄		
[3]專家諮詢會會議紀錄		
附件三、51 項毒性化學物質運作盤點		
[1]51 項毒性化學物質運作量盤點		
附件四、未知物採樣與檢測程序		
[1]未知物採樣與檢測指導作業手冊		
[2]未知物採樣及檢測程序專諮會意見回覆表		
[3]化學物質檢測量能發展藍圖專諮會意見回覆表		
附件五、化學物質採樣檢測技術量能		
[1]30 場次運作事業體採樣計畫書		
[2]33 項標的毒性及關注化學物質物化性質彙整與防護等級建議		
[3]運作事業體採樣紀錄、監視鏈表		

[4]運作事業體訪視紀錄

[5]本期計畫協助化學局建置手持式拉曼圖譜資料庫之化合物清單

[6]工研院、上準公司輔導訪視意見回覆表

[7]工研院、上準公司環檢所認證申請公文

[8]水生生物毒性試驗照片

[9]真實樣品分析報告

表 次

表 1.3-1、實際預定進度及查核點說明.....	1-5
表 1.3-2、期末報告各項工作執行內容概述.....	1-6
表 2.2-1、尚無標準檢測方法之毒化物.....	2-3
表 2.2-2、潛在關注化學物質及其管制濃度清單.....	2-4
表 2.3-1、檢測需求待確認清單.....	2-8
表 2.4-1、運作事業體 30 場次清單、行業別與產品彙整.....	2-11
表 2.4-2、各廠家之採樣清單與採樣目的.....	2-13
表 2.4-3、現場採樣、監視鏈表.....	2-16
表 2.4-4、採樣方法一覽表.....	2-17
表 2.4-5、採樣防護方法一覽表.....	2-19
表 2.4-6、毒性化學物質運作事業現地訪視紀錄表.....	2-20
表 2.4-1、水蚤毒性試驗方法比較表.....	2-25
表 2.4-2、鯉魚毒性試驗方法比較表.....	2-26
表 3.1-1、51 項毒化物適用之檢測方法.....	3-3
表 3.2-2、20 項關注化學物質適用之檢測方法.....	3-15
表 3.3-1、國內無法取得標準品卻運作之毒化物清單.....	3-17
表 3.3-2、國內四項有運作無標準品訪視研析表.....	3-19
表 3.4-1、美國 TRI 管理之有毒物質清單（節錄）.....	3-24
表 3.4-2、國外化學品檢測試驗需求與實驗室管理體系彙整表.....	3-29
表 3.4-3、國外環境檢測需求與檢測機構管理體系彙整表.....	3-30
表 4.1-1、化學物質最小採樣量及保存方式.....	4-10
表 4.2-1、手持式快篩設備彙整表.....	4-14
表 4.2-2、FTIR 與 RAMAN 可篩測之氣態毒化物與關注化學物質.....	4-15
表 4.2-3、RAMAN 可篩測之固、液態毒化物.....	4-15
表 4.2-4、列管化學物質快篩試劑/試紙種類彙整表.....	4-19
表 4.2-5、列管化學物質實驗室快篩儀器彙整表.....	4-20
表 4.3-1、化學物質邊境管理與採樣檢測技術交流座談會議議程.....	4-22

表 4.3-2、「未知物採樣及檢測程序」專家諮詢會會議議程	4-24
表 4.3-3、「化學物質採樣技術觀摩及訓練會」會議議程	4-26
表 5.1-1、運作事業體採樣廠家與採樣點數	5-3
表 5.1-2、運作事業體訪視評析表	5-9
表 5.2-1、33 項標的物檢測方法彙整	5-16
表 5.2-2、石綿之分散色	5-22
表 5.2-3、33 項標的物方法建置成果	5-25
表 5.2-4、本計畫 4,4'-亞甲雙（2-氯苯胺）樣品檢測結果	5-27
表 5.2-5、毒性及關注化學物質認證實驗室輔導訪視議程	5-28
表 5.2-6、認證實驗室輔導訪視委員審查意見彙整表	5-30
表 5.2-7、檢測分析結果一覽表	5-34
表 5.3-1、以 NIEA 方法進行 DCM 對水蚤急毒性試驗之死亡數	5-42
表 5.3-2、參考 OECD 方法進行 DCM 對水蚤急毒性試驗之死亡數	5-42
表 5.3-3、毒性試驗最高濃度試驗溶液濃度變化	5-43
表 5.3-4、以 NIEA 方法進行 DCM 對鯉魚急毒性試驗之死亡數	5-44
表 5.3-5、以 OECD 方法進行 DCM 對鯉魚急毒性試驗之死亡數	5-45
表 5.3-6、以 NIEA 方法進行 MTBE 對水蚤急毒性試驗之死亡數	5-46
表 5.3-7、以 OECD 方法進行 MTBE 對水蚤急毒性試驗之死亡數	5-47
表 5.3-8、以 NIEA 方法進行 MTBE 對鯉魚急毒性試驗之死亡數	5-48
表 5.3-9、以 OECD 方法進行 MTBE 對鯉魚急毒性試驗之死亡數	5-49
表 5.3-10、本計畫 DCM 及 MTBE 對水蚤及鯉魚之毒性試驗結果比較	5-50
表 5.3-11、DCM 及 MTBE 水生毒性文獻整理	5-51
表 6.3-1、化學物質採樣檢測量能發展藍圖會議議程	6-11

圖 次

圖 1.3-1、預定(斜線)與實際(黑線)執行進度甘特圖	1-7
圖 2.1-1、本計畫執行架構	2-1
圖 2.4-1、運作事業體篩選流程	2-11
圖 2.4-2、生物毒性試驗化學物質篩選原則	2-23
圖 3.3-1、廠家出具之檢驗報告示範（部分資訊個資保護）	3-20
圖 4.1-1、防護具選用與調整流程圖	4-2
圖 4.1-2、深度 1.5 公尺以上之液體儲槽採樣深度示意圖	4-7
圖 4.2-1、樣品定性定量流程	4-11
圖 4.2-2、未知物樣品手持式快篩定性流程	4-15
圖 4.3-1、化學物質邊境管理與採樣檢測技術交流座談會議實況	4-22
圖 4.3-2、化學物質採樣技術觀摩及訓練會會議實況	4-27
圖 5.1-1、固態樣品採樣照片	5-4
圖 5.1-2、液態樣品採樣照片	5-5
圖 5.1-3、廠家自行燒製之液體採樣管	5-5
圖 5.2-1、石綿分類及分子結構	5-21
圖 5.2-2、石綿量測方法之概要	5-21
圖 5.2-3、石綿之 X 光繞射圖譜	5-22
圖 5.2-4、石綿標準品之分散色	5-23
圖 5.2-5、石綿定量流程簡述	5-24
圖 5.2-6、認證實驗室輔導訪視影像紀錄	5-29
圖 6.2-1、化學物質檢測量能發展藍圖	6-9

報告大綱

一、前言

說明計畫緣起、計畫目標、工作項目、進度查核點與人力配置。

二、執行方法

說明主要工作項目之執行方法，包括檢測方法趨口因應與盤點、國外環境品質系統研析、運作事業體訪視作業與認證申請、計畫執行效益與四年規劃等。

三、檢測方法缺口因應與盤點

針對國內尚無方法之毒化物與將公告之關注化學物質進行標準檢測方法彙整，另針對國內尚無標準品之毒化物研提因應機制，以具體的管制策略及因應機制完備國內檢測量能之缺口。蒐集並評析國際上化學物質管理之法規與檢測管理要求，並與環境品質檢測系統比較，進而提供我國毒管法執法與檢測量能建置之因應策略建議。

四、未知物採樣與快篩檢測流程

以法規列管化學物質作為未知物的範疇，建立未知物的採樣與檢測流程，並產出未知物採樣及檢測指導作業手冊。

五、化學物質採樣檢測技術量能

運作事業體訪視 30 場次、化學物質分析 203 點次與水生生物毒性試驗建置揮發性有機物甲基第三丁基醚與二氯甲烷試驗成果。

六、計畫效益與未來四年執行方向

進行計畫效益分析，包括直接效益、間接效益等；另論述未來化學物質檢測量能 4 年發展規劃。

七、結論與建議

針對本計畫之執行結果進行重點的結論描述，並提出建議。

計畫成果報告摘要（詳細版）

計畫名稱：毒物及關注化學物質檢測量能盤點與採樣檢測支援計畫

計畫執行單位：財團法人工業技術研究院（綠能與環境研究所）

計畫主持人（包括協同主持人）：許心蘭/鄭景智

計畫期程：109 年 05 月 04 日起 109 年 12 月 20 日止

計畫經費：6,730 千元

摘要

隨著毒性及關注化學物質管理法中列管的化學物質種類增加，為及早因應檢測量能不足的困境，本計畫旨在健全國內毒性及關注化學物質之檢測量能，包括檢測方法與標準品取得途徑之完備、國外化學物質分析運作系統之借鏡、評估國內化學物質水生生物毒性試驗方法等。此外，經由運作事業體訪視與採樣檢測，瞭解 33 項化學物質的運作型態與實際樣品的檢測實作，並研擬未知物採樣與檢測指導作業手冊，以及提出毒化物類別環境檢測方法認證申請。最後，研析本計畫執行之效益與規劃未來四年的執行方向。

在檢測方法方面，針對國內尚無標準檢測方法的 51 項毒性化學物質以及 20 項研擬中的關注化學物質，參考「列管毒性化學物質及其運作管理事項」第 14 條可採用之國內外檢測方法來源，皆能盤點出可運用或參考的檢測方法，其中部分檢測方法屬家族式檢測，非單一化合物的檢測。由於國內毒管法依各項單一化合物管制，家族式檢測方法無法界定為何項化合物，在行政執法支援上略嫌不足。因應之道除了檢測技術開發之外，應同時評估調整毒管法管制方法，參考國外依毒化物毒理特性選用單一化合物管制或家族式管制，合理投入檢測資源。至於國內標準品取得困難的化學物質，向運作事業體廠家索取少量化學物質作為標準品乃一可行途徑，惟須具備濃度證明文件方可滿足標準品具量測追溯性的要件。

在研析國外化學物質分析運作部分，歐盟、美國與日韓等國均採用優良實驗室操作(Good Laboratory Practice, GLP)規範，要求化學物質檢測機構須符合一系列的實驗室運作與管理規範，以提升檢測數據品質與有效性，但不限定使用的檢測方法。此作法給予檢測機構有較大的彈

性，尤其化學物質項目眾多且形態多樣化，這樣的彈性非常重要；對於執法機關而言，也較容易取得業界支援又同時保有數據品質。至於環境檢測分析，因為有限的管制項目與明確的環境基質，大多需取得對應標準方法的認證許可。相較於國內的作法，無論是執行環境基質樣品或毒性與關注化學物質的分析，環境檢驗測定機構皆需有對應方法的認證許可才能出具正式報告。所幸，近年來環保署公告的 NIEA T101 與 NIEA T102 等兩方法為現有體制賦予 GLP 彈性認證的精神，未來可望藉由認證此兩方法拓展化學物質檢測量能。

水生生物毒性試驗方法評估係以水蚤及鯉魚評估高揮發性化學物質的急毒性，並參考 OECD 建議的試驗方法以氣密容器進行毒性試驗並減少頂空氣體，試驗結果顯示密閉容器相較於開放系統較不會高估 LC₅₀ 或 EC₅₀。此外，建議未來可以參考 OECD 建議的試驗方法，以不動率(Immobility)來定義半影響濃度(50%, Effective Concentration, EC₅₀)。

為瞭解國內 33 項化學物質運作型態，共訪視了 30 家運作事業體，採集 203 個樣品進行實驗室檢驗，相關檢測方法皆於本年度提出認證申請。部分樣品檢測結果顯示與業者提供的物質資料表濃度資訊不一致，且業者普遍無法進一步提出較具數據品質的濃度證明文件，建議未來持續評估是否要求工廠自主檢驗含有毒性或關注化學物質的成品或半成品以作為備查。經歸納綜整前述執行經驗，並納入專家諮詢會的建議，本計畫完成編撰「未知物採樣與檢測指導作業手冊」，並舉辦一場訓練課，邀集各縣（市）地方環保機關進行技術擴散。

經由執行本計畫，可望達成多項效益，包括提升化學物質使用安全性、帶動快篩設備的需求與市場、毒化物檢測市場等。化學物質檢測量能的建置經過本計畫的進展也向前邁了一大步，未來仍需繼續努力的方向包括檢測方法持續建置、快篩技術持續精進、邊境查驗採樣與快篩等，此外，相關法規也有需要檢視與討論之處，包括法規管制方式以及實驗室採樣檢測毒化物相關的規定。

There is a growing need for chemical analysis of toxic chemical substances in order to support the administrative actions under the amended Toxic and Concerned Chemical Substances Control Act. This project aims to develop the needed analytical capabilities via the tasks including completing the analytical method database and the acquirement of the

standard materials, learning from the international operations of the laboratory management for chemical substances, assessment of the aquatic toxicity, sampling and analysis of chemical substances from factories, and submission for accreditation of 33 chemical substances. Besides, benefits from this project were analyzed and the follow-up tasks in the near future were also proposed.

To complete the analytical method database, relevant methods for the 51 toxic substances, which lack domestic standard methods, and 20 candidates of the concerned chemical substances can be found from the sources listed in Article 14 of the “Management and Operation of Toxic Chemical Substances and Regulations”. However, some of the methods analyze the toxic groups of concern instead of the individual compound, whereas the concentration of the individual compound shall be on demand based on our regulation in Taiwan. Although analytical methods for the individual compound may be studied, it was suggested to consider adopting group regulations for those whose toxicity concerns are only associated with the particular groups. As for the standard materials not available in the regular commodity channel, obtaining from the users is a doable way as long as the certificate of analysis can be provided.

As for the operation system of the laboratories in countries such as those of European Union, the U.S., Korean and Japan, laboratories compliance with Good Laboratory Practice (GLP) are qualified for chemical substance analysis. GLP is a quality system of management controls without limitations on the analytical methods used. For laboratories, this way of operation provides the needed flexibility in order to analyze hundreds of chemical substances that may come in different ways. On the contrary, for the environmental sample analysis, laboratories must obtain the accreditation of the analytical method specific to the target compounds in the matrix of the samples. While there are two different operation systems in these foreign countries, there is only one system in Taiwan, which is similar to that aforementioned for the environmental sample analysis. Fortunately, the NIEA T101 and NIEA T102 methods specific for chemical substances announced in recent years by Taiwan EPA provide the flexibility similar to that of GLP and thus are very

helpful for the development of the analytical capability of chemical substances.

Assessment of aquatic toxicity was conducted using daphnia and carp to evaluate the acute toxicity of volatile organic chemicals. Evaluation was performed in a close system with little headspace based on the test method recommended by OECD. Results showed that over-estimation of LC_{50} or EC_{50} can be minimized in close systems compared to open systems. Besides, it was recommended that EC_{50} be defined based on immobility instead of death.

In order to understand how the chemical substances are handled in the industries, 33 compounds were chosen as targets in this work and 30 factories handling at least one of the targets were visited. A total of 203 samples containing more or less the targets were sampled from the factories and analyzed by 2 laboratories, which completed the submission of accreditation application by the end of this project. Some of the analysis results were not consistent with the claimed concentrations on safety data sheets (SDS) provided by the factories, and frequently a certificate of analysis with data quality guaranteed was not available. It was suggested that chemical handlers should have certificates of analysis as a legal proof of the concentration especially when the toxic chemical substances are contained. With the experience of taking samples of various toxic chemical substances from industries, we incorporated the advices from several experts and completed a draft of Handbook of Sampling, Screening and Analysis for Chemicals. We also managed a training course and shared these experiences with the local enforcement officers.

Benefits of this project include enhancing the safety of chemical substances and promoting the needs and market of screening and analysis of chemical substances, not to mention a significant progress in the development of the domestic analytical capability. In the future, efforts to improve are still needed and a 4-year blueprint was presented in this work with focuses on the directions including both regulations and technical enhancement.

前 言

民國 108 年 1 月 16 日行政院環境保護署（以下簡稱環保署）將毒性化學物質管理法修正為毒性及關注化學物質管理法（以下簡稱為毒管法），擴大其化學物質管理範圍至關注化學物質，管理上對於檢測或試驗量能的需求也增加，根據毒管法第 30 條，製造或輸入每年達一定數量之既有化學物質以及製造或輸入新化學物質者，應於規定期限內申請登錄化學物質資料，始得製造或輸入；化學物質資料登錄內容包括製造或輸入情形、物理、化學、毒理、暴露、危害評估或其他經中央主管機關指定應登錄之資料項目。又，毒管法第 44 條規定，主管機關得派員進入公私場所，查核毒性化學物質、關注化學物質及其他應登錄化學物質之運作、有關物品、場所或令提供有關資料；必要時，得抽取相關化學物質或有關物品之樣品，實施檢驗。前項抽取之樣品，應儘速檢驗，並得委託取得中央主管機關核發許可證之環境檢驗測定機構為之。

面對毒管法潛在的試驗與檢測需求，國內符合法規要求的實驗室寥寥無幾，截至民國 107 年底，國內符合毒管法第 44 條要求的環檢測定機構只有 2 家，且只能檢測 1 種毒化物。

為盡快提升國內檢測支援量能，環保署於民國 107 年-108 年辦理「毒物及化學物質檢測量能盤點與採樣檢測支援計畫」與「我國化學物質風險評估與管理研析計畫」，結果顯示國內檢測量能不足初步可歸因於檢測方法缺口、標準品不易取得、檢測市場不明無法吸引實驗室認證等，檢測量能的永續經營需要有穩定的市場，惟目前的毒管法並無定期檢測的機制，業者難以評估投入認證的經濟效益，另一方面，常規之檢測分析通常僅能支應單一物質，在非法稽核時，難以有效率地提供鑑識層面的資訊，亦為檢測支援需要努力的目標。

爰此，環保署本(109)年度辦理「毒性及關注化學物質檢測需求評估與檢測支援計畫」，針對前述檢測量能提升、生物毒性試驗方法、標準品等議題提出解決方法，並研析國外化學物質檢測系統管理方式，取經如何從管理面創造檢測市場或提升業者認證意願，以維持檢測量能。

執行方法

本計畫包括檢測方法缺口因應與盤點、未知物採樣與檢測指導作業手冊、化學物質採樣與檢測技術提升、計畫效益與未來四年執行方向

及其他配合事項等。各項工作執行方法展開如後。

一、檢測方法缺口因應

(一) 毒物與關注化學物質檢測方法盤點

參考「毒物及化學物質檢測量能盤點與採樣檢測支援計畫」的盤點結果與 109 年度「列管關注化學物質及其運作管理事項」草案，彙整國內具有檢測方法缺口的毒性與化學物質清單 71 項，其中包括毒性化學物質 51 項、關注化學物質 20 項。方法盤點之執行工作將依據毒管法「列管毒性化學物質及其運作管理事項」第 14 條規定展開，毒性化學物質標準檢驗方法，有國家標準者，依國家標準；未訂國家標準者，可依序採用下列來源之檢測方法：

1. 環境檢測標準方法(NIEA)。
2. 美國環保署公告方法(USEPA)。
3. 美國公共衛生協會之水質及廢水標準方法(APHA)。
4. 日本工業規格協會之日本工業標準(JIS)。
5. 美國材料試驗協會之方法(ASTM)。
6. 國際公定分析化學家協會之標準方法(AOAC)。
7. 國際標準組織之標準測定方法(ISO)。
8. 歐盟認可之檢測方法。

其中歐盟並無化學物質濃度檢測標準方法，因此歐盟認可之檢測方法來源並無邊界，主要以「優良實驗室操作」(Good Laboratory Practice, GLP)進行實驗室品質管理，由於 GLP 並不限定檢測方法來源，僅要求方法須滿足 GLP 品質管理要求，因此，可參考的方法來源沒有限制，各國國內的標準方法如：美國食品藥品監督管理局(U.S. Food and Drug Administration, U.S. FDA)、美國國家職業安全衛生研究所(National Institute for Occupational Safety and Health Administration, NIOSH)、美國職業安全與健康管理局(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)等，或是曾發表於國內外知名期刊、研討會的論文或文獻，或是化學品製造商指定的方法。若皆未果，國內自行技術開發可納為最終解決方案。

(二) 國內無標準品之因應機制

以毒性及關注化學物質而言，其標準品可分為稀釋標準品和高純度標準品（純樣）兩類型，而我國有運作卻無標準品之毒化物包括：硫鉻酸鉛、氰化氫、順丁烯二酸三丁錫、三氯化磷等 4 項，本計畫首先研

擬兩種作法，並經由實際運作事業體訪視作業或電訪評析其可行性，作法分別為：

1.共同供應契約模式取得客製化稀釋標準品

由實驗室個別委託供應商配置客製化稀釋標準品的成本相當高，化零為整的一次性採購則能分攤高成本。由於環保署環境檢驗所規劃成為國內毒化物標準品最完備的單位，未來可協商其進行毒化物及關注化學物質標準品採購計畫時，以「共同供應契約模式」提供，便利其他檢測機構購置標準品。後續將進一步與相關單位研析此機制可行的細部作法。

2.由運作端取得高純度標準品

毒性與關注化學物質管制的項目眾多，其中，國內有運作的化學物質優先具有檢測需求，亦有標準品需求。建立由運作端取得標準品的管道，不失為一勞永逸的解決方案。因此將藉由運作事業體訪視作業，瞭解國內毒化物運作機制及標準品取得之可行性，進而評析是否可由運作端取得高純度標準品。

（三）國外環境分析品質系統與檢測實務運作差異研析

有鑑於檢測需求市場與法規息息相關，本計畫將針對國際上(1)歐盟－REACH；(2)美國－毒性物質管理法(Toxic Substances Control Act, TSCA)、緊急計畫及社區知情權法案(Emergency Planning and Community Right-to-Know Act, EPCRA)；(3)日本－化審法(Chemical Substance Control Law, CSCL)；(4)韓國－化學品註冊評估法(Act on Registration and Evaluation of Chemicals, ARECs)，又稱為 Korea-REACH 等已進行化學物質管理之國家或組織，蒐集其管理化學物質之相關法規，進而研析其中之檢測需求、檢測規範與其現有之檢測管理體制。另外同樣針對國外環境品質分析系統譬如(1)德國－德國國家認證機構(Deutsche Akkreditierungsstelle, DAkkS)；(2)美國－全面性環境對策、賠償及責任法案(Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act, CERCLA)；(3)日本；(4)韓國等進行研析，最後綜整與評析國內現有之規範與相關體制，研提合適的具體因應策略與建議。

二、未知物採樣與檢測

（一）未知物採樣與檢測流程

依毒管法第 44 條，查核的化學物質標的包括毒性化學物質（目前公告 341 項）、關注化學物質（目前公告 1 項）及其他應登錄化學物質

(目前清單已超過十萬項)，其中應登錄化學物質種類太多，方法程序建立初期暫不考慮。其次，考量並非所有的毒性化學物質與關注化學物質皆有採樣檢測需求，有些化學物質的運作較無非法使用或不當使用之虞，譬如符合以下條件者檢測需求較低，可予以排除。

1. 研究、試驗、教育用途，於「列管毒性化學物質及其運作管理事項」中附表一歸類為僅限研究、試驗、教育用途者。
2. 結餘量為 5 公斤~1 公噸，逐一盤點廠家申報的運作行為是否為研究、試驗、教育用途，如是，則予以排除。
3. 國內仍有貯存行為，其貯存為能作為戰備需求之物資，但目前已無運作使用量。
4. 三氯化磷(高反應性物質)或僅存在於非移動式製程管線中之物質。
5. 檢測需求待釐清之物質。

再依毒管法第 44 條，主管機關得派員進入公私場所進行查核。公私場所包括對化學物質進行製造、輸入、輸出、販賣、運送、使用、貯存或廢棄等運作行為之公共或私人場所，限縮以公私場所為限。

綜合採樣檢測標的與採樣情境之限縮，本計畫參照環檢所於民國 109 年 10 月 14 日公告之「化學物質採樣方法」為基礎加入今(109)年度執行採樣的經驗，建立安全性辨識、採樣程序與檢測程序等細部指引。

(二) 未知物採樣與檢測指導作業手冊

綜合未知物採樣與檢測流程，編撰《未知物採樣及檢測之指導作業手冊》，供稽查或相關調查檢測人員參考。作業手冊大綱及預計編撰內容包括前言、適用之化學物質清單、化學物質採樣、快篩定性與檢測定量、應用範例與參考文獻等章節。

三、化學物質採樣與檢測技術提升

(一) 輔導訪視廠家篩選

以「毒性化學物質登記申報系統平台(管理端)」彙整本期計畫中 33 項化學物質 108 年度運作廠家資訊，並以以下原則：(1)運作多種毒化物者，可同時採集不同種毒化物，又可彙整不同毒化物運作用途、貯存設施等；(2)可同時獲取國內無標準品卻有運作毒化物的資訊等進行 30 場次廠訪篩選。

(二) 訪視工作規劃

依篩選後的清單擬訂採樣計畫書（包含防護裝備、採樣程序及樣品保存等）與蒐集現地訪視資料，並瞭解廠家毒化物運作現況、製程與後端產品、廠家使用的採樣工具與檢測分析方法等為訪視重點。

（三）標的化合物分析方法建置

石綿、一氧化二氮、氫氟酸、重鉻酸鉀、重鉻酸銨、三氧化鉻、氰化鉀、氰化銅鈉、1,4-二氧陸園、乙二醇乙醚、二甲基甲醯胺、二異氰酸甲苯、二氯甲烷、三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯、六氯乙烷、環己烷、甲基異丁酮、甲基第三丁基醚、異丙苯、鄰苯二甲酸二甲酯、4,4'-亞甲雙（2-氯苯胺）、壬基酚聚乙氧基醇、丙烯酸丁酯、丙烯醯胺、硫脲、二乙醇胺、三乙胺、丁醛、氯乙酸、硫酸二甲酯及全氟辛烷磺酸等毒性與關注化學物質採樣調查，本計畫參考環檢所公告方法進行技術建立，並分析真實樣品研析其技術限制性，並向環檢所提出上述 33 種毒性與關注化學物質環檢所認證申請。

（四）水生生物毒性試驗

針對揮發性高之毒化物，包括甲基第三丁基醚、二氯乙烷兩項進行水生生物毒性試驗，將先以環檢所的公告方法作為試驗對照組，並依試驗結果並同時參考以歐洲為主體的經濟合作發展組織(Organization of Economic Cooperation and Development, OECD)、國際標準化組織(International Organization for Standardization, ISO)與美國公共衛生組織(American Public Health Association, APHA)等進行試驗修正，比對試驗修正前後 LC_{50} 之差異性，並研提水生毒性試驗方法修正建議。

四、效益分析與未來 4 年執行方向

本計畫投入後，目標為完備我國檢測技術量能，研析國外針對化學物質管理因應政策與機制全面強化物質管理能力，同時藉由實際廠家輔導訪查採集真實樣品進行分析，期能從中發現檢測需求與擴充檢測市場。因此，於經濟效益分析部分，將包括不可量化的：對社會大眾所帶來的好處；與可量化的：檢測市場產值、化學品與實驗耗材產值、快篩設備產值等進行論述。

未來執行方向則以本期計畫執行發現之檢測量能缺口或潛在問題，及參考「國家化學物質管理政策綱領」之檢測勾稽策略與毒管法政策需求，從中研提計畫未來 4 年執行方向。

五、專家諮詢會與採樣技術觀摩訓練會辦理

（一）專家諮詢會：本計畫辦理 3 場次專家諮詢會，主要諮詢的議題與

預達到的效益說明如下：

1. 化學物質邊境管理與採樣檢測技術交流座談會議

為能共同協助化學局推動跨部會與海關合作，防堵邊境非法化學品輸入，透過交流座談會議瞭解海關執行邊境物品查驗時，可能面臨的採樣或檢測困境。

2. 未知物採樣及檢測程序

為能判斷稽查樣品是否為列管毒性或關注化學物質，本計畫建立一套毒化物採樣、定性快篩、定量分析之採樣檢測流程，並編撰成作業手冊，請專家學者進行技術指導。

3. 毒性與關注化學物質檢測四年執行方向

為能永續發展毒性與關注化學物質檢測量能，本計畫研提化學局未來四年在檢測業務的執行方向，徵詢專家學者回饋與指點。

(二) 採樣技術觀摩會

執行運作事業體訪視作業，將參照化學物質採樣方法(NIEA T103.10C)為原則，研擬細部之作業指引，譬如個人防護具選用、採樣程序與檢測程序，為能輔助主管機關毒化物稽查人員於現場作業時的安全，辦理一場次化學物質採樣技術觀摩及訓練會。本會議內容個別說明化學物質採樣方法與本計畫研擬之採樣與檢測程序，以及現場化學物質採樣、快篩定性示範與實作練習。

結 果

本計畫執行成果歸納如下：

一、健全化學物質檢測技術

(一) 針對國內尚無標準檢測方法的 51 項毒性化學物質以及 20 項研擬中的關注化學物質，本計畫參考「列管毒性化學物質及其運作管理事項」第 14 條可採用之國內外檢測方法來源，盤點出可運用或參考的檢測方法，其中部分檢測方法屬家族式檢測，非單一化合物的檢測。由於國內毒管法依各項單一化合物管制，家族式檢測方法無法界定為何項化合物，在行政執法支援上略嫌不足。因應之道除了檢測技術開發之外，應同時評估調整毒管法管制方法，參考國外依毒化物毒理特性選用單一化合物管制或家族式管制，合理投入檢測資源。

(二) 依毒化物檢測方法盤點結果，列管項目中有部分屬於家族式檢

- 測方法，譬如氯化三丁錫、氧化三丁錫等三丁錫類的檢測方法為檢測三丁錫官能基之濃度，無法辨識其為氯化三丁錫或氧化三丁錫或其他種類的三丁錫。此與歐美的管制方式有關，以三丁錫為例，由於各不同種類的三丁錫毒性僅跟三丁錫的濃度有關，因此檢測三丁錫的總濃度(通常以錫濃度表示)可以適切反映毒性危害程度。具有類似考量與家族式檢測方法之毒性化學物質包括聯苯胺及其鹽類、2-萘胺及其鹽類及所有有機錫類。
- (三) 部分毒性化學物質在國內有運作，但透過藥品通路無法取得標準品。因應策略為向運作廠家索取少量樣品作為檢測標準品，但須有公權力協助，且須具備濃度證明文件方可滿足標準品具量測追溯性的要件。然而並非所有工廠皆具備有量測追溯性的濃度證明文件，以國內化學品製造商為例，雖然有檢驗報告，但其量測追溯性不似一般檢驗標準品嚴謹。
- (四) 從法規面研析國外化學物質管理上的檢測需求，歐盟 REACH 要求廠商註冊或通報化學物質時須提交該物質之試驗或分析資料，以利針對該物質進行風險評估，或確認商品中之高度關切物質(Substance of Very High Concern, SVHC)含量以及其含量未違反 REACH 附件 17 之限制濃度閾值；美國 TSCA 要求化學製造商或進口商須依 TSCA 之要求，針對化學物質進行試驗(Testing)、報告提交及紀錄保存，以供環保署進行化學物質之風險評估；韓國則參照歐盟管理模式，制定 Korea-REACH，要求廠商註冊化學物質，並針對化學物質風險評估、授權和限制進行管理。
- (五) 有關國外化學物質分析品質系統，歐盟、美國與日韓等國均採用優良實驗室操作(GLP)規範，要求化學物質檢測機構須符合一系列的實驗室運作與管理規範，以提升檢測數據品質與有效性，但不限定使用的檢測方法。
- (六) 環境分析品質系統上，各國管理方式與我國相同，依據不同環境基質（空氣、水、土壤等）皆訂有標準方法，且實驗室須取得認證許可方可檢測的環境樣品。環境樣品需遵循認證與檢測方法規範，逐步執行樣品採集、運送保存、前處理及分析，產出具有一定品質之檢測數據。
- (七) 國內的化學物質分析與環境分析採用相同的環境檢測認證系

統，需要使用公告的標準方法並逐項取得認證許可。由於毒性及關注化學物質管制項目逐年增加，為避免標準方法公告趕不上行政管制的速度，環保署公告了化學物質檢測方法—有機類定性及定量分析法(NIEA T101)與化學物質檢測方法—無機類定性及定量分析法(NIEA T102)等兩個檢測方法，與多數實質標準方法不同的是此兩方法為原則性方法，沒有限定檢測方法，適用的化學物質沒有設限且可靈活運用合適的檢測儀器，惟明確要求產出數據的品質。此做法類似優良實驗室操作規範(GLP)，讓實驗室有彈性可依各自資源建立方法，只要具備符合品質規範。

二、提升化學物質之採樣檢測技術與量能

- (一) 建立 NIEA T101.11C、NIEA T706.24B、NIEA T102.11C、NIEA T303.12C、NIEA T305.10B、NIEA T306.11B、NIEA T404.11C、NIEA T509.20C、NIEA R502.11C、NIEA R411.20C 與 NIEA T104.10C 等環保署公告檢測方法，可檢測共計 33 項毒性及關注化學物質並提出認證申請，包括石綿、二氧化氮、氫氟酸、重鉻酸鉀、重鉻酸銨、三氧化鉻、氰化鉀、氰化銅鈉、1,4-二氧陸園、乙二醇乙醚、二甲基甲醯胺、二異氰酸甲苯、二氯甲烷、三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯、六氯乙烷、環己烷、甲基異丁酮、甲基第三丁基醚、異丙苯、鄰苯二甲酸二甲酯、4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)、壬基酚聚乙氧基醇、丙烯酸丁酯、丙烯醯胺、硫脲、二乙醇胺、三乙胺、丁醛、氯乙酸、硫酸二甲酯及全氟辛烷磺酸等。其中 25 項化學物質的方法定量極限均遠低於法規管制值，可以滿足環保主管機關行政管理的需求。
- (二) 完成 30 家運作毒化物事業體的輔導訪查，行業涵蓋化學製品製造、製藥業、石化業、電鍍業、金屬製品製造、半導體製造、印刷電路板製造等，並完成 203 個毒化物樣品採樣與檢測。樣品型態包括固體、液體與氣體，固體樣品多以袋裝為主，可直接以採樣杓進行採樣；液體樣品可分為儲槽以取樣口或取樣閥直接採樣、53 加侖桶以液體採樣管(coliwasa)或移液管(pipet)進行採樣；氣體樣品則透過管線與氣體轉接閥，直接裝入氣體採樣袋中。
- (三) 毒化物製程後端成品可分為化學反應與物理反應，化學反應

毒化物最終將轉化為其它物質，而物理反應又可分為兩種，第一種僅單純作為溶劑使用，溶劑最終會經製程設備蒸餾回收利用，不會存在於後端產品；第二種則是作為溶劑、觸媒或分散劑使用，但列管化學物質可能殘留於成品當中，此類型使用廠家通常是控制各項物質添加的比例，使毒化物最終濃度低於法規管制濃度，但毒化物殘留量是否低於法規管制濃度，並無實際檢測。本次運作事業體訪視作業，曾採樣一廠家的成品，該製程即是將毒化物與其它物質依比例混合，經檢測分析後本產品中標的毒化物濃度為 6.07%，有超過法規管制標準之虞。

- (四) 水生生物毒性試驗方法評估係以水蚤及鯉魚評估高揮發性化學物質甲基第三丁基醚、二氯甲烷的急毒性，並參考 OECD 建議的試驗方法以氣密容器進行毒性試驗並減少頂空氣體，試驗結果顯示密閉容器相較於開放系統較不會高估 LC_{50} 或 EC_{50} 。發現因物質揮發度高，故添加於水中其濃度會逐漸減少，導致半致死濃度高估，未來應可改以不動率(Immobility)而求出的半影響濃度(50%, Effective Concentration, EC_{50})。
- (五) 參考化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)與本期計畫執行 30 場次運作事業體訪視作業，研擬「未知物採樣及檢測指導作業手冊」，手冊內容涵蓋未知物範疇界定、採樣場所適用性、化學物質適用清單、化學物質採樣程序、快篩與定量檢測程序與應用範例等，期能作為未來主管機關稽查時之作業參考。

三、效益分析與未來四年方向

- (一) 本計畫執行之效益可分為可量化與不可量化，其中可量化估算之經濟效益又可分(1)直接效益，如快篩設備購入產值、檢測市場產值、採樣市場產值與相關標準品與耗材產值；(2)間接效益，如快篩技術降低之檢測成本、安全設備產值與化學品危安事件之社會成本減少。不可量化之效益，如提升化學物質使用之危害認知、提升主管機關稽查作業的基本安全等。
- (二) 參考「國家化學物質管理政策綱領」工作目標及策略與毒管法需求，未來檢測量能發展期以增加化學物質檢測例行業務、拓展我國採樣與檢測量能為目標。於檢測業務面，應逐步建立毒性化學物質與產品檢測需求排序，盤點其檢測方法並評析方

法限制性，嘗試推動廠家自主申報管理，或經由化學局之查核計畫抽檢等。於技術面，應及早建立邊境化學品查驗工作所需之採樣方法，研擬相關作業程序；建立國內混合物篩測技術；逐步擴充毒化物認證檢測機構與認證項目。

四、會議召開與配合事項

- (一) 辦理 3 場次專家諮詢會，分別討論 3 個議題。議題一為邊境化學品採樣與檢測技術，探討海關人員在邊境執行毒化物採樣與檢測面臨的問題，瞭解現有技術在應用拓展上可以再發揮的空間，並作為未來跨部會實質合作的鏈結；議題二為未知物快篩及檢測指導作業手冊，請專家學者給予手冊草稿意見；議題三為化學物質檢測量能發展藍圖，請專家學者針對發展藍圖規劃提出見解與指教。
- (二) 辦理 1 場次化學物質採樣技術觀摩與訓練會，為期一天，邀請行政院環境保護署毒物及化學物質局、各縣市環境保護局等人員與會。訓練內容包括課程講解化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)、化學物質採樣與檢測流程，以及現場示範採樣與快篩設備操作，並讓參與人員實作練習。活動過程中，與會人員皆積極參與各項實作並熱烈討論，交換諸多毒化物採樣與稽查實務心得。
- (三) 民國 109 年 10 月 30 日與 11 月 4 日分別在財團法人工業技術研究院及上準環境科技股份有限公司各辦理 1 天 2 場次的實驗室輔導訪視，針對本計畫標的毒性及關注化學物質共 33 項的檢測方法建置提供指導，以加速認證申請。
- (四) 實驗室輔導訪視結果顯示部分化學物質仍須有適當的法規配合或檢測方法調整，方能取得認證，逐一說明如下：
 1. 依環境檢驗測定機構管理辦法第 12 條，申請認證的項目以環境法規規定之管制項目及中央主管機關已公告檢測方法之項目或其他經中央主管機關公告之項目為限。氫氟酸目前非毒管法管制項目，因此其申請認證的資格有待商榷。
 2. 壬基酚聚乙氧基醇泛指具有壬基酚與乙氧基聚合物的家族，非單一化合物。目前毒管法列管兩項壬基酚聚乙氧基醇（CAS No. 9016-45-9 與（CAS No. 26027-38-3），但透

過層析方法也僅能檢出壬基酚聚乙氧基醇家族，無法定性區分兩者。事實上，此兩個化學文摘社登記號碼(CAS No.)登錄名稱皆為壬基酚聚乙氧基醇，都是沒有明確定義的混合物，而非單一化合物，定義上已難區分兩者，更別提及檢測或管制。

3. 毒管法管制氰化銅鈉及其氰離子濃度，目前氰離子濃度定量檢測方法已完成建置，但須搭配定性方法以鑑定氰化銅鈉，而氰化銅鈉的定性標準圖譜取得不易。
4. 依公告標準方法 NIEA T706.24B 使用氣相層析質譜儀檢測 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)，結果與廠家揭示濃度差異甚大，但若改用液相層析串聯質譜儀檢測，則結果與揭示濃度相符，因此，改用 NIEA T101.11C 方法取得認證較適當。然而，4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)並非 NIEA T101.11C 目前羅列適用的化合物，有機會擴大適用性，然而擴大適用的方法並不明確。
5. 依公告標準方法 NIEA T303.12C 檢測三氧化鉻、重鉻酸鉍與重鉻酸鉀，但添加樣品回收率無法符合方法規範，該方法對於高濃度的樣品檢測可能不適用。
6. 依公告標準方法 NIEA T706.24B 檢測氯乙酸，檢量線無法符合方法規範。

結 論

本計畫的執行已逐步提升國內毒性與關注化學物質檢測量能，包括化學物質的檢測、採樣與水生生物毒性試驗。檢測部分，完成國內外檢測方法盤點與方法資料庫，目前公告 341 項毒性與 1 項關注化學物質皆有可參考的檢測方法；未來，參考檢測方法資料庫建立實驗室能力，再透過 NIEA T101.11C 及 NIEA T102.11C 此兩方法取得認證許可，可達到類似國外化學物質檢測品質系統採用的 GLP 模式，作為國內化學物質的檢測量能。此外，本計畫完成 30 場次之工廠輔導訪查以及 203 個真實樣品分析，並提出 33 項毒性及關注化學物質認證申請，部分已獲得許可。統計毒性及關注化學物質檢測量能提升至目前的成果，國內累計共有 4 家具有毒化物類別之認證實驗室，取得認證許可的毒性及關注化學物質共計 23 項，另已提出申請並審查中的共有 27 項。採樣

部分，集結計畫執行經驗研擬出「未知物採樣與檢測指導作業手冊」，可提升未來地方主管機關稽查時採樣安全與採樣有效性。水生生物毒性部分，對於揮發性有機物的水生生物毒性評估則是經由實驗測試提出顯著改善的建議。檢測量能建置仍需持續進展，綜整本計畫執行心得以及多位專家交流結果，本計畫並提出未來仍須努力或應持續發展的方向。

建議事項

- 一、化學物質檢測方法－無機類定性及定量分析法(NIEA T102.11C)與化學物質檢測方法－有機類定性及定量分析法(NIEA T101.11C)是執行化學物質檢測極重要的兩個方法，過去因為適用範圍定義模糊，導致實驗室怯步。今改版後的 NIEA T102.11C 已經明確說明適用範圍的擴大程序，滿足公告物質日新月異的需求。建議 NIEA T101.11C 應比照 NIEA T102.11C 修正，讓適用範圍的擴大程序明確化。
- 二、應用手持式快篩設備可於採樣現場快速篩檢樣品、鑑定是否含管制化學物質。但是，當樣品混有多種物質時，快篩設備容易出現偽陰性。建議未來仍需繼續尋求並評估高階或新穎快篩技術，建置混合物快篩技術，以降低偽陰性的機率。
- 三、本計畫的採樣技術建置著重於公私場所稽查需求，然而邊境查驗是另一重要的稽查場所，經由本期計畫與海關交流亦發現有顯著的情境差異，建議未來應深入瞭解並建立邊境查驗採樣程序與方法，與海關共同維護邊境化學品源頭管理。
- 四、利用工廠訪視採樣毒性與關注化學物質樣品，可瞭解坊間使用毒化物的樣態以及樣品檢測潛在的問題，有助實驗室建立檢測能力及申請環境檢測認證，建議應持續以實廠採樣真實樣品檢測方式提升國內化學物質檢測量能。
- 五、部分業者經由物理混摻製造成品，基於配方比例低於管制標準並沒有申報，但經檢測結果顯示其毒化物殘留量超過法規管制濃度。建議主管機關應評估調查毒化物製成的混合物，如原料及其成品或半成品等，並將採集樣品送檢，以確保業者無規避管制之虞。
- 六、為建立化學物質採樣技術之能力，建議推動檢測機構申請化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)環境檢測認證，另為提升及精進採樣

能力，建議未來可評估採樣難度較高之高黏滯性液體，建置相關採樣技術。

第一章 前言

【章節摘要】本章說明計畫緣起、計畫目標、工作項目與執行時程。

1.1 計畫緣起

民國 108 年 1 月 16 日行政院環境保護署（以下簡稱環保署）將毒性化學物質管理法修正為毒性及關注化學物質管理法（以下簡稱為毒管法），擴大其化學物質管理範圍至關注化學物質，管理上對於檢測或試驗量能的需求也增加，根據毒管法第 30 條，製造或輸入每年達一定數量之既有化學物質以及製造或輸入新化學物質者，應於規定期限內申請登錄化學物質資料，始得製造或輸入；化學物質資料登錄內容包括製造或輸入情形、物理、化學、毒理、暴露、危害評估或其他經中央主管機關指定應登錄之資料項目。又毒管法第 44 條規定，主管機關得派員進入公私場所，查核毒性化學物質、關注化學物質及其他應登錄化學物質之運作、有關物品、場所或令提供有關資料；必要時，得抽取相關化學物質或有關物品之樣品，實施檢驗。前項抽取之樣品，應儘速檢驗，並得委託取得中央主管機關核發許可證之環境檢驗測定機構為之。

面對毒管法潛在的試驗與檢測需求，國內符合法規要求的實驗室寥寥無幾，截至民國 107 年底，國內符合毒管法第 44 條要求的環檢測定機構只有 2 家，且只能檢測 1 種毒化物。為盡快提升國內檢測支援量能，環保署於民國 107 年-108 年辦理「毒物及化學物質檢測量能盤點與採樣檢測支援計畫」與「我國化學物質風險評估與管理研析計畫」，結果顯示國內檢測量能不足初步可歸因於(環保署，民 108a)：

一、檢測方法缺口

為能因應數種列管化學物質之檢測並辦理檢測機構認證，環保署雖已公告《化學物質檢測方法－有機類定性及定量分析法(NIEA T101.11C)》及《化學物質檢測方法－無機類定性及定量分析法(NIEA T102.11C)》兩大方法，但此二方法未能像其他標準方法提供確保數據品質品管之逐步檢測步驟，檢測機構仍需另外輔以標的化學物質既有的檢測標準程序或業經實驗證實之文獻成果，然而目前國內可據以參考的檢測標準程序仍

嫌不足；有些現有公告試驗方法如生物急毒性檢測方法經評估後發現，對於具有特定性質（如揮發性、易光解、易水解、易氧化、難溶解等）的化學物質並不適用，有評估修改之必要（環保署，民 108b）。

二、標準品不易取得

列管化學物質種類多，部分化學物質甚至無法取得標準品。沒有標準品，就無法建立方法取得認證。

三、檢測市場不明無法吸引實驗室認證

檢測量能的永續經營需要有穩定的市場，惟目前的毒管法並無定期檢測的機制，沒有穩定的樣品來源之下，業者難以評估投入認證的經濟效益。

另一方面，常規之檢測分析通常僅能支應單一物質，在非法稽核時，難以有效率地提供鑑識層面的資訊，亦為檢測支援需要努力的目標（環保署，民 108a）。

爰此，環保署本(109)年度辦理「毒性及關注化學物質檢測需求評估與檢測支援計畫」，針對前述檢測量能提升、生物毒性試驗方法、標準品等議題提出解決方法，並研析國外化學物質檢測系統管理方式，取經如何從管理面創造檢測市場或提升業者認證意願，以維持檢測量能。

1.2 計畫目標與工作項目

依據本計畫評選須知內容，本計畫目標如下：

- （1）健全化學物質檢測技術。
- （2）提升化學物質之採樣檢測技術與量能。
- （3）本計畫執行之經濟效益分析。
- （4）會議召開及其他為達成工作目標之指定事項。

依評選須知內容，本計畫工作項目有：

（1）健全化學物質檢測技術

- A.建立快篩及檢測技術應用於未知物之流程，並製作未知物採樣及檢測之指導作業手冊。
- B.研析國內尚無公告標準方法之毒性及關注化學物質，盤點及歸納國外標準檢測方法，並蒐集國外對於無方法或無標準品但有運作毒性及關注化學物質之管制策略及因應機制。

C.研析國外環境分析品質系統與毒性及關注化學物質分析之檢測實務運作差異，並研提具體因應策略及建議。

(2) 提升化學物質之採樣檢測技術與量能

A.執行以下化學物質及其成品或半成品等檢測作業，進行運作事業現地採樣至少 30 場次，完成至少 200 個樣品檢測，採樣時應一併提出採樣計畫書（包含防護裝備、採樣程序及樣品保存等）。

- a.無機類：石綿、一氧化二氮、氫氟酸、重鉻酸鉀、重鉻酸鉍、三氧化鉻、氰化鉀、氰化銅鈉。
- b.有機類：1,4-二氧陸園、乙二醇乙醚、二甲基甲醯胺、二異氰酸甲苯、二氯甲烷、三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯、六氯乙烷、環己烷、甲基異丁酮、甲基第三丁基醚、異丙苯、鄰苯二甲酸二甲酯、4,4'-亞甲雙（2-氯苯胺）、壬基酚聚乙氧基醇、丙烯酸丁酯、丙烯醯胺、硫脲、二乙醇胺、三乙胺、丁醛、氯乙酸、硫酸二甲酯及全氟辛烷磺酸。

B.建立上述物質檢測品保管標準作業程序，並備齊行政院環境保護署環境檢驗所環境檢測機構認證相關資料及文件，經本局輔導訪視確認後提出認證申請。

C.研析國內現有水生生物毒性檢測方法用於檢測毒性及關注化學物質之適用性與限制，並以 2 種化學物質試行驗證，提出技術修正建議。

D.化學局可視需求調整檢測之化學物質種類。

(3) 本計畫執行之經濟效益分析

分析本計畫工作執行後對公眾之好處及經濟效益等，並評估毒性及關注化學物質潛在檢測需求，及未來 4 年執行方向。

(4) 會議召開及其他為達成工作目標之指定事項

A.辦理至少 3 場次專家諮詢會議，每場次至少邀請 5 位專家學者參加（每場次預定半天、供膳，出席委員支給出席費及交通費）。

B.辦理採樣或初/快篩檢測技術觀摩會至少 1 場次，每場次需邀請產官學等（每場次預定 35 人、半天、供膳）。

C.其他為達成本工作目標之本局指定事項。

1.3 工作進度與查核點

本計畫期程自民國 109 年 05 月 04 日至 109 年 12 月 20 日止，規劃了 3 個進度查核點，分別為第一次進度報告、期中報告與期末報告。實際進度與預定預定進度說明如表 1.3-1，已完成期末報告之查核點，達整體計畫進度 100%，詳表 1.3-2，計畫甘特圖如圖 1.3-1 所示，其中斜線表示預定時程，實線表示實際執行時程。

表 1.3-1、實際預定進度及查核點說明

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. 第一次進度報告	已完成	√			-	-	-
2. 期中報告	已完成	√			-	-	-
3. 成果報告	已完成	√			-	-	-
查核點	預定完成時間	查核點內容說明					
第一次 進度報告	109.06.24	- 完成運作事業體廠家篩選與採樣規劃。 - 完成標的化學物質方法建置與認證申請確認。 - 完成水生生物毒性揮發性有機物篩選。					
期中報告	109.07.30	- 完成盤點國內尚無公告標準方法之毒性及關注化學物質其國外標準檢測方法。 - 完成國外對於無方法或無標準品但有運作毒性化學物質之管制或因應的文獻或相關資料。 - 完成未知物採樣及檢測之指導作業手冊初稿。 - 完成 70 個樣品檢測。					
成果報告	109.11.15	- 完成國外環境分析品質系統與檢測實務運作差異研析。 - 完成 30 場廠家採樣輔訪與 130 個樣品檢測。 - 完成水生生物毒性技術修正建議。 - 完成經濟效益分析與未來四年執行方向規劃。 - 完成 3 場次專家諮詢會與 1 場次技術觀摩會。					

表 1.3-2、期末報告各項工作執行內容概述

工作項目	主要完工內容	對應 章節	項目 權重	完成比例 (%)
提出國外對於無方法或無標準品但有運作毒性及關注化學物質之管制策略及因應機制	● 完成毒物與關注化學物質方法盤點。 ● 國內無標準品但有運作毒化物提出可行因應機制。 ● 完成蒐集國外對於無方法或無標準品但有運作毒性及關注化學物質之管制策略及因應機制。	第 3 章	15	100
研析國外環境分析品質系統	完成國外環境分析品質系統與化學品管理系統的資料蒐集，研提具體因應策略及建議。	3.4 節	15	100
未知物採樣及檢測之指導作業手冊	● 完成未知物採樣流程。 ● 完成快篩流程研擬與相關手持式設備、快篩試劑/試紙、實驗室快篩儀器盤點。快篩與檢測流程。 ● 完成未知物採樣及檢測之指導作業手冊。	第 4 章	15	100
運作事業體訪視與採樣作業。	● 完成 30 場次運作事業體訪視。 ● 個別研擬各廠採樣計畫書，並擬定採樣作業程序。 ● 彙整各廠家於標的物使用目的、製程簡述等總評析。	5.1 節	10	100
標的物方法建置與真實樣品分析，最後向環檢所提出認證申請	● 完成標的物認證方法確認，除管制層面與技術不可行之標的物，本期標的物擬於 11 月 30 日完成毒性與關注化學物質認證申請。 ● 採集 203 點次真實樣品分析。	5.2 節	15	100
水生生物毒性試驗	● 以二氯甲烷和甲基第三丁基醚為標的，參照環檢所公告方法，並研擬其修正方法進行水蚤和鯉魚的水生毒性試驗。	5.3 節	10	100
計畫效益分析	● 完成未來計畫效益分析。 ● 完成未來四年執行方向研擬。	第 6 章	10	100
專家諮詢會與技術觀摩會	● 109 年 7 月 7 日辦理「化學物質邊境管理與採樣檢測技術交流座談會議」。 ● 109 年 11 月 2 日辦理「未知物採樣與指導作業手冊」專諮會。 ● 109 年 11 月 20 日辦理「化學物質檢測量能發展藍圖」專諮會。 ● 109 年 11 月 26 日辦理「化學物質採樣技術觀摩及訓練會」	4.3 節 6.3 節	10	100

合計計畫執行進度達 100%。

工作項目		權重 (%)	預定進度(%)	實際進度(%)
(1) 健全化學物質檢測技術		45	100	100
A	建立快篩及檢測技術應用於未知物之流程與指導手冊	15	100	100
B	研析國外於毒物及關注化學物質之標準方法、管制策略及因應機制	15	100	100
C	研析國外環境分析品質系統與檢測實務差異	15	100	100
(2) 化學物質採樣技術與量能提升		35	100	100
A	廠家輔訪採樣與檢測	10	100	100
B	建立標的化合物之檢測標準作業程序與建立品保程序	15	100	100
C	水生生物毒性試驗方法適用性評析	10	100	100
(3) 計畫執行之經濟效益分析與未來方向		10	100	100
	分析計畫執行對公眾之好處及經濟效益，評估化學物質潛在檢測需求及未來4年執行方向	10	100	100
(4) 會議召開及其他為達成本工作目標之指定事項		10	100	100
A	辦理3場專家諮詢會	6	100	100
B	辦理1場技術觀摩會	4	100	100
C	其他為達工作目標之指定事項	-	100	100
預定進度累積百分比(%)		100	100	100

圖 1.3-1、預定(斜線)與實際(黑線)執行進度甘特圖

第二章 執行方法

【章節摘要】本章簡要說明本計畫各工項之執行方法。

2.1 工作項目與流程說明

本計畫執行架構如圖 2.1-1，包括化學物質檢測技術與量能完備、快篩及檢測技術應用於未知物之流程建立、運作事業現地訪視與採樣檢測作業、計畫執行之經濟效益評估、潛在檢測需求與未來 4 年執行方向等。

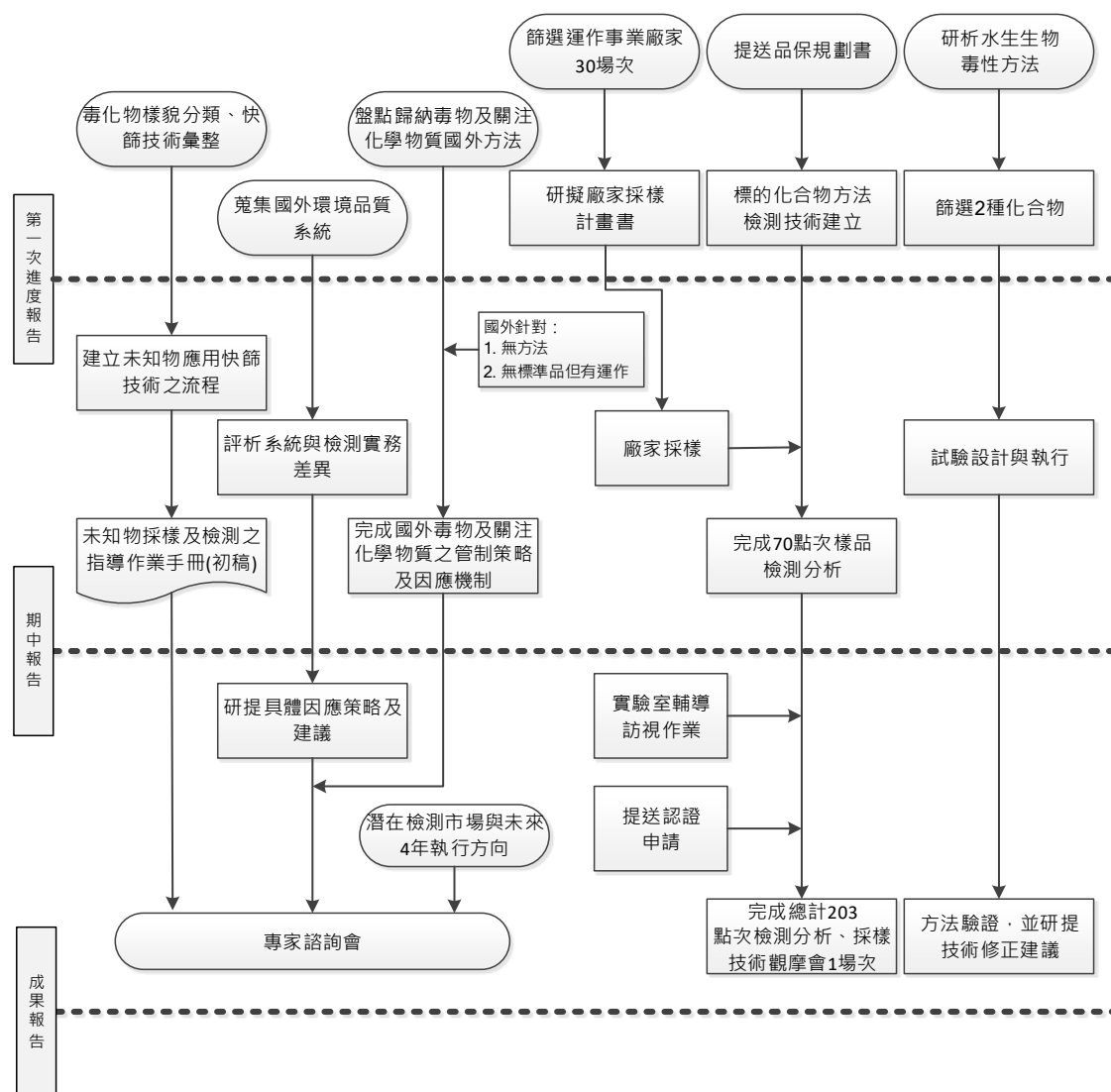


圖 2.1-1、本計畫執行架構

2.2 檢測技術缺口盤點與因應

為有效管理毒性化學物質，以及因應未來擴大管理關注化學物質之需求，本工作將針對檢測方法缺口、標準品取得途徑、檢測市場不明無法吸引實驗室認證等研擬相關因應機制。

2.2.1 毒物與關注化學物質檢測方法盤點

參考「毒物及化學物質檢測量能盤點與採樣檢測支援計畫」的盤點結果，再經本團隊今年度資訊更新之後，彙整國內尚無檢測方法的毒性化學物質清單 51 項，清單如表 2.2-1。

關注化學物質除化學局於民國 109 年 10 月正式公告一氧化二氮為關注化學物質外，其它 19 項關注化學物質清單尚未正式公告，參考即將公告之「列管關注化學物質及其運作管理事項」，其初擬之草案總說明「鑑於近年來國內外所發生之數起社會高度關注事件，多涉及化學物質不當的使用、誤用或濫用有相關，例如爆裂物事件、毒品汙濫事件、食安事件、化學品傷人事件及其他等。…」，潛在增加之關注化學物質 19 項，清單如表 2.2-2。

表 2.2-1、尚無標準檢測方法之毒化物

類別	型態	列管編號	毒化物名稱	CAS NO.
有機	固體	031-01	α -氰溴甲苯	5798-79-8
		034-02	對-胺基聯苯鹽酸鹽	2113-61-3
		035-02	2-萘胺醋酸鹽	553-00-4
		035-03	2-萘胺鹽酸鹽	612-52-2
		036-02	聯苯胺醋酸鹽	36341-27-2
		036-03	聯苯胺硫酸鹽	531-86-2
		036-04	聯苯胺二鹽酸鹽	531-85-1
		036-05	聯苯胺二氫氟酸鹽	41766-73-8
		036-06	聯苯胺過氯酸鹽(一)	29806-76-6
		036-07	聯苯胺過氯酸鹽(二)	38668-12-1
		036-08	聯苯胺二過氯酸鹽	41195-21-5
		148-03	醋酸三丁錫	56-36-0
		148-06	氟化三丁錫	1983-10-4
		148-08	月桂酸三丁錫	3090-36-6
		171-01	六溴聯苯	36355-01-8
		174-04	γ -六溴環十二烷	134237-52-8
		195-01	大克蠟	115-32-2,10606-46-9
	液體	007-02	月桂酸五氯苯酯	3772-94-9
		048-01	異氰酸甲酯	624-83-9
		148-04	溴化三丁錫	1461-23-0
		148-07	氫化三丁錫	688-73-3
		148-09	順丁烯二酸三丁錫	4027-18-3,14275-57-1
		173-01	三 2-(氯乙基)磷酸酯	115-96-8
	氣體	136-01	溴乙烯	593-60-2
	未知	148-29	氫氧化三甲苯錫	228262-76-8
		148-10	三正丙基乙錫	3440-79-7
		148-11	三正丙基異丁錫	92154-74-0
		148-12	三正丙基正丁錫	3634-62-6
		148-13	碘化三正丙錫	7342-45-2
		148-15	三苯基甲錫	1089-59-4
		148-16	三苯基-對-甲苯錫	15807-28-0
		148-17	溴化三苯錫	962-89-0
		148-18	氟化三苯錫	379-52-2
		148-19	碘化三苯錫	894-09-7
		148-22	三苯基- α -萘錫	—
		148-23	溴化三丙錫	2767-61-5
		148-14	三苯基苄錫	2847-58-7
		148-25	氟化三丙錫	—
		148-26	溴化三甲苯錫	—
		148-27	氟化三甲苯錫	353747-42-9
		148-28	氟化三甲苯錫	353747-43-0
		148-30	碘化三甲苯錫	353747-44-1
		148-31	參(三苯錫)甲烷	—
		148-32	溴化三苴錫	353747-45-2
		148-33	氟化三苴錫	353747-46-3
		148-34	氟化三苴錫	353747-47-4
		148-35	碘化三苴錫	353747-48-5
無機	液體	099-01	四羰化鎳	13463-39-3
		158-01	三氯化磷	7719-12-2
	氣體	142-01	三氟化硼	7637-07-2
		156-01	氟	7782-41-4

資料來源：108 年行政院環境保護署「毒物及化學物質檢測能量盤點與採樣檢測支援計畫」。

表 2.2-2、潛在關注化學物質及其管制濃度清單

列管編號	序號	名稱	分子式	CAS NO.	管制濃度 w/w %
001	01	一氧化二氮(笑氣)	N ₂ O	10024-97-2	全濃度管制
002	01	氟化氫	HF	7664-39-3	40
003	01	硝基甲烷	CH ₃ NO ₂	75-52-5	30
004	01	疊氮化鈉	NaN ₃	26628-22-8	95
005	01	環六亞甲基四胺	C ₆ H ₁₂ N ₄	100-97-0	1
006	01	硝酸鈣	Ca(NO ₃) ₂	10124-37-5	1
006	02	硝酸鉀	KNO ₃	7757-79-1	65
006	03	硝酸鈉	NaNO ₃	7631-99-4	65
006	04	硝酸銨	NH ₄ NO ₃	6484-52-2	80
007	01	硝酸銨鈣	CaH ₄ N ₄ O ₉	15245-12-2	80
008	01	過氯酸銨	NH ₄ ClO ₄	7790-98-9	65
008	02	過氯酸鈉	NaClO ₄	7601-89-0	40
009	01	氯酸鈉	NaClO ₃	7775-09-9	40
010	01	一氧化鉛	PbO	1317-36-8	1
010	02	氧化鉛	OPb	68411-78-9	1
011	01	硼砂	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	1344-90-7	1
012	01	硫氰酸鈉	NaSCN	540-72-7	1
013	01	硫化鈉	Na ₂ S	1313-82-2	1
014	01	水楊酸	HOC ₆ H ₄ CO ₂ H	69-72-7	1
015	01	β-茶(萘)酚	C ₁₀ H ₇ OH	135-19-3	1

得到以上毒性及關注化學物質清單後，將依毒管法「列管毒性化學物質及其運作管理事項」第 14 條規定，毒性化學物質標準檢驗方法，有國家標準者，依國家標準；未訂國家標準者，可依序採用下列來源之檢測方法：

- (一) 環境檢測標準方法 (NIEA)。
- (二) 美國環保署公告方法 (USEPA)。
- (三) 美國公共衛生協會之水質及廢水標準方法 (APHA)。
- (四) 日本工業規格協會之日本工業標準 (JIS)。
- (五) 美國材料試驗協會之方法 (ASTM)。
- (六) 國際公定分析化學家協會之標準方法 (AOAC)。
- (七) 國際標準組織之標準測定方法 (ISO)。

(八) 歐盟認可之檢測方法。

其中，歐盟並無化學物質濃度檢測標準方法，因此歐盟認可之檢測方法空間實則無邊界。歐盟「化學品登錄、評估、授權及限制規章」(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals, REACH)第 13 條規定，生態毒理學和毒理學試驗以及其他分析所採用之方法可以是委員會規章(Commission Regulation)中規定的試驗方法或委員會認可的其他國際試驗方法，且執行這些試驗和分析應遵循 Directive 2004 / 10 / EC 中規定的「優良實驗室操作」(Good Laboratory Practice, GLP)原則或委員會認為等同的其他國際標準及 Directive 86 / 609 / EEC (特定情況適用)，以確保數據品質。由此歸納歐盟認可的方法有三：

1. 委員會規章(Commission Regulation)中規定的試驗方法為經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)所制定之化學物質試驗指引(Guidelines for the Testing of Chemicals)，內容以化學物質的物化、生態毒理與環境宿命等基本特性的測試方法為主，無化學組成分之檢測方法著墨。
2. 委員會認可的其他國際試驗方法，但此部分尚無相關清單。
3. 符合 GLP 原則所實施的分析方法。GLP 內容為優良實驗室操作的品質管理原則，涵蓋非臨床健康及環境研究之計劃、執行、監督、紀錄、報告等組織性的程序及運作條件，作為試驗單位針對設施、研究用儀器設備、標準操作程序、原始紀錄文件、研究報告及檔案管理等最低限度的要求；適用的化學物質或化學產品範疇包括藥品、農藥（含生物製劑）、化妝品、動物用藥、食品添加物、飼料添加物、工業化學品等。

由於 GLP 並不限定檢測方法來源，僅要求方法須滿足 GLP 品質管理要求，因此，可參考的方法來源沒有限制，各國國內的標準方法如：美國食品藥品監督管理局(U.S. Food and Drug Administration, U.S. FDA)、美國國家職業安全衛生研究所(National Institute for Occupational Safety and Health Administration, NIOSH)、美國職業安全與健康管理局(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)等，或是曾發表於國內外知名期刊、研討會的論文或文獻，或是化學品製造商指定的方法。若皆未果，國內自行技術開發可納為最終解決方案。

2.2.2 國內無標準品之因應機制

以毒性及關注化學物質而言，其標準品可分為稀釋標準品和高純度標準品（純樣）兩類型，而我國有運作卻無標準品之毒化物包括：硫鉻酸鉛、氰化氫、順丁烯二酸三丁錫、三氯化磷等 4 項，本計畫首先研擬兩種作法，並經由實際運作事業體訪視作業或電訪評析其可行性，作法分別為：

一、共同供應契約模式取得客製化稀釋標準品

由實驗室個別委託供應商配置客製化稀釋標準品的成本相當高，化零為整的一次性採購則能分攤高成本。由於環保署環境檢驗所規劃成為國內毒化物標準品最完備的單位，未來可協商其進行毒化物及關注化學物質標準品採購計畫時，以「共同供應契約模式」提供，便利其他檢測機構購置標準品。後續將進一步與相關部會研析此機制可行的細部作法。

二、由運作端取得高純度標準品

毒性與關注化學物質管制的項目眾多，其中，國內有運作的化學物質優先具有檢測需求，也較有標準品需求。建立由運作端取得標準品的管道，不失為一勞永逸的解決方案。因此將藉由運作事業體訪視作業，瞭解國內毒化物運作機制及標準品取得之可行性，進而評析是否可由運作端取得高純度標準品。

2.2.3 國外環境分析品質系統與檢測實務運作差異研析

有鑑於檢測需求市場與法規息息相關，本計畫將針對國際上(1)歐盟－REACH；(2)美國－毒性物質管理法(Toxic Substances Control Act, TSCA)、緊急計畫及社區知情權法案(Emergency Planning and Community Right-to-Know Act, EPCRA)；(3)日本－化審法(Chemical Substance Control Law, CSCL)；(4)韓國－化學品註冊評估法(Act on Registration and Evaluation of Chemicals, ARECs)，又稱為 Korea-REACH 等已進行化學物質管理之國家或組織，蒐集其管理化學物質之相關法規，進而研析其中之檢測需求、檢測規範與其現有之檢測管理體制。另外同樣針對國外環境品質分析系統譬如(1)德國－德國國家認證機構(Deutsche Akkreditierungsstelle, DAkkS)；(2)美國－全面性環境對策、賠償及責任法案(Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act, CERCLA)；(3)日本；(4)韓國等進行研析，最後綜

整與評析國內現有之規範與相關體制，研提合適的具體因應策略與建議。

2.3 未知物採樣與檢測流程

2.3.1 未知物採樣與檢測流程建立

一、未知物範疇說明

依毒管法第 44 條，查核的化學物質標的包括毒性化學物質（目前公告 341 項）、關注化學物質（目前公告 1 項）及其他應登錄化學物質（目前清單已超過十萬項），其中應登錄化學物質種類太多，方法程序建立初期暫不考慮。其次，考量並非所有的毒性化學物質與關注化學物質皆有採樣檢測需求，有些化學物質的運作較無非法使用或不當使用之虞，譬如符合以下條件者檢測需求較低，可予以排除。

1. 最近連續五年全國年結餘量小於 0.005 公噸之化學物質。此類化學物質的運作恰為兩種極端，一是國內無廠家使用；二是工廠製程大量使用，但因高危害性，故製造後立即管線輸送到相鄰製程用罄，故製造量與使用量是一致的，沒有結餘量。此類化學物質包括氰化氫、異氰酸甲酯、光氣、鉻化砷酸銅等
2. 「列管毒性化學物質及其管理事項」附表三中明定僅能作為研究、試驗、教育用途者。此類化學物質依法僅可實驗室少量運作。
3. 最近連續五年全國年結餘量小於 1 公噸之化學物質，且運作行為屬研究、試驗、教育用途者。此類化學物質之用途雖未受限於前述附表三，但在國內實際運作情形主要為實驗室少量運作。此類化學物質有 32 項包括碳酸鎘、氯化鎘、對-甲苯胺、1-萘胺、鄰-二甲基聯苯胺、三氯甲苯、氰化銅、四氯化碳、鉻酸鋁、鉻酸鉀、2,4,6-三氯酚、二溴乙烷（二溴乙烯）、1,3-二氯苯、氯甲酸乙酯、2,4-二硝基酚、1,2-二苯基聯胺、蒽、二溴甲烷、三溴甲烷（溴仿）、六氯芬（2,2'-二氫-3,3', 5,5',6,6'-六氯二苯甲烷）、六甲基磷酸三胺、溴乙烯、甲基聯胺、氯化三丁錫、六氯-1,3-丁二烯、二甲基胺甲醯氯、氧化苯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、2,4-二氯酚、三 2-（氯乙基）磷酸酯、溴酸鉀與蘇丹 3 號等。
4. 近五年曾經全國年結餘量大於 0.005 公噸之化學物質，但無輸入、販賣、使用等運作量。此類化學物質屬國家戰備物資，但目前已找到替代化學品故僅剩貯存行為，如六氯乙烷。

5. 化學物質的運作皆在非移動式的高壓儲槽或壓力管線內者。此類化學物質多為高壓液化氣體或高壓氣體，且為大型工業製程規模，若有非法使用極難隱匿，故業者較不會以身試法，如氯甲烷、氯乙烷。
6. 反應性極高之化學物質三氯化磷。該物質一旦與空氣接觸，就會立即反應形成白色鹽酸氣體，因此三氯化於製造、輸入、販賣、使用、儲存等所有運作上皆需要特殊設備或措施以避免空氣接觸，若有非法使用極難隱匿，故業者較不會以身試法。
7. 藉由本期計畫發現部分列管物質反應性極高，無檢測需求，因此本計畫依據環保署化學局官網上之安全資料表資訊，蒐集這類毒化物詳表 2.3-1，總計 4 項。惟目前尚無法透過安全資料表之資訊判定其化合物之不安定性、反應性劇烈程度，這類物質建議未來經由廠家訪視作業瞭解其檢測需求性，假設與上述三氯化磷情境相似，應予以排除，現階段因檢測需求不明朗，故列為暫無檢測需求之物質清單。

表 2.3-1、檢測需求待確認清單

列管編號	物質名稱	安全資料表上反應性/不安定性之相關資訊擷錄
06101	環氧乙烷	正常狀況下不安定。極易燃氣體或液體，於室溫下很容易引燃。
14201	三氟化硼	應避免與水接觸，遇水會水解產生硼酸、氫氟酸、鹽酸等。
15601	氟	遇水會產生氫氟酸，二氟化氧等有毒氣體。
15701	磷化氫	不安定，在空氣中可能自燃。

經排除符合前述檢測需求較低之化學物質後，本計畫盤點之未知物範疇計有 121 項毒性化學物質與 1 項關注化學物質。

二、採樣情境說明

為落實毒管法的查緝，毒性及關注化學物質可能的採樣場所有兩大類：

1. 公私場所

依毒管法第 44 條，主管機關得派員進入公私場所進行查核。公私場所包括對化學物質進行製造、輸入、輸出、販賣、運送、使用、貯存或廢棄等運作行為之公共或私人場所。

2. 海關

依毒管法第 14 條與第 29 條，輸入未經主管機關許可或核准之毒性或關注化學物質，海關應責令納稅義務人限期辦理退運。因此，海運或空運貨品經海關查核時，疑似毒性及關注化學物質貨品有立即採樣與檢測需求。

由於海關對於貨品的採樣檢測要求與限制大異於一般公私場所，其特殊應用情境尚待更多實務驗證。因此，本計畫以公私場所為限。

經由以上採樣檢測標的與採樣情境之限縮，本計畫將參照環檢所於民國 109 年 10 月 14 日公告之「化學物質採樣方法」為基礎加入今年度採樣運行的經驗，建立安全性辨識、採樣程序與檢測程序等細部指引。

檢測方面，考量毒化物如要逐項檢測將會耗費很多檢測資源與時間，因此應以快篩設備（譬如手持式快篩設備、快篩試劑/試紙、實驗室定性）等技術確認樣品是否為列管化學物質，為能瞭解各項技術之選用時機，本計畫盤點各項技術之基本原理、適用範圍、偵測極限與限制性等，研擬快篩定性與檢測程序。

2.3.2 未知物採樣及檢測之指導作業手冊

綜合未知物採樣與檢測流程，編撰《未知物採樣及檢測指導作業手冊》，供稽查或相關調查檢測人員參考。作業手冊大綱及預計編撰內容包括前言、適用之化學物質清單、化學物質採樣、快篩定性與檢測定量、應用範例與參考文獻等章節。

2.4 化學物質採樣檢測技術量能

為加速我國化學物質採樣技術與量能提升，先行彙整(1)近 5 年內環保署化學局曾委由行政院環境保護署環境檢驗所（以下簡稱為環檢所）檢驗是否為毒化物清單，(2)108 年度毒性及化學物質檢測量能盤點與採樣檢測支援計畫所研究之部分毒性化學物質優先級調查項目（環保署，民 108a），(3)主管機關要求項目如：石綿、一氧化二氮等，標的化合物將進行廠家篩選與輔導訪視作業，採集真實樣品，建立國內檢測技術量能，輔導實驗室申請環檢所認證系統毒化物類別。

2.4.1 廠家篩選流程與輔訪要點

一、廠家名單與採樣物質篩選

主管機關經由「毒性化學物質登記申報系統平台（管理端）」提供民國 108 年本計畫 33 項標的化學物質之運作量與運作廠家，經由用量多寡、可採集的標的物種類、行業別重複性等原則篩選運作事業體，其篩選流程圖詳圖 2.4-2。其中，一氧化二氮、氫氟酸為關注化學物質，本計畫經由化學品貿易商詢問該兩種化合物多為何種行業別的廠家使用，再電訪確認可訪視之廠家，最後得 30 場次之運作事業體廠家清冊表 2.4-1。其中，全氟辛烷磺酸於國內全為研究、試驗、教育用途的研究單位或學術機構使用，非工廠類型運作，故本計畫未安排此化合物的訪視與採樣作業。

為拓展訪視效益，除了本期計畫標的物之外，逐一確認每一運作事業體所運作的毒化物清單，並將該毒化物運作清單提供予化學局，確認是否需額外採集其他化學物質，以協助建立手持式拉曼毒化物圖譜，其圖譜將建立於環檢所與海關之手持式拉曼設備，期能共同強化我國邊境化學品管理。

由於每廠家可採集之化合物不盡相同，依據化合物採樣目的，彙整各廠家需採樣之化合物清單詳表 2.4-2。

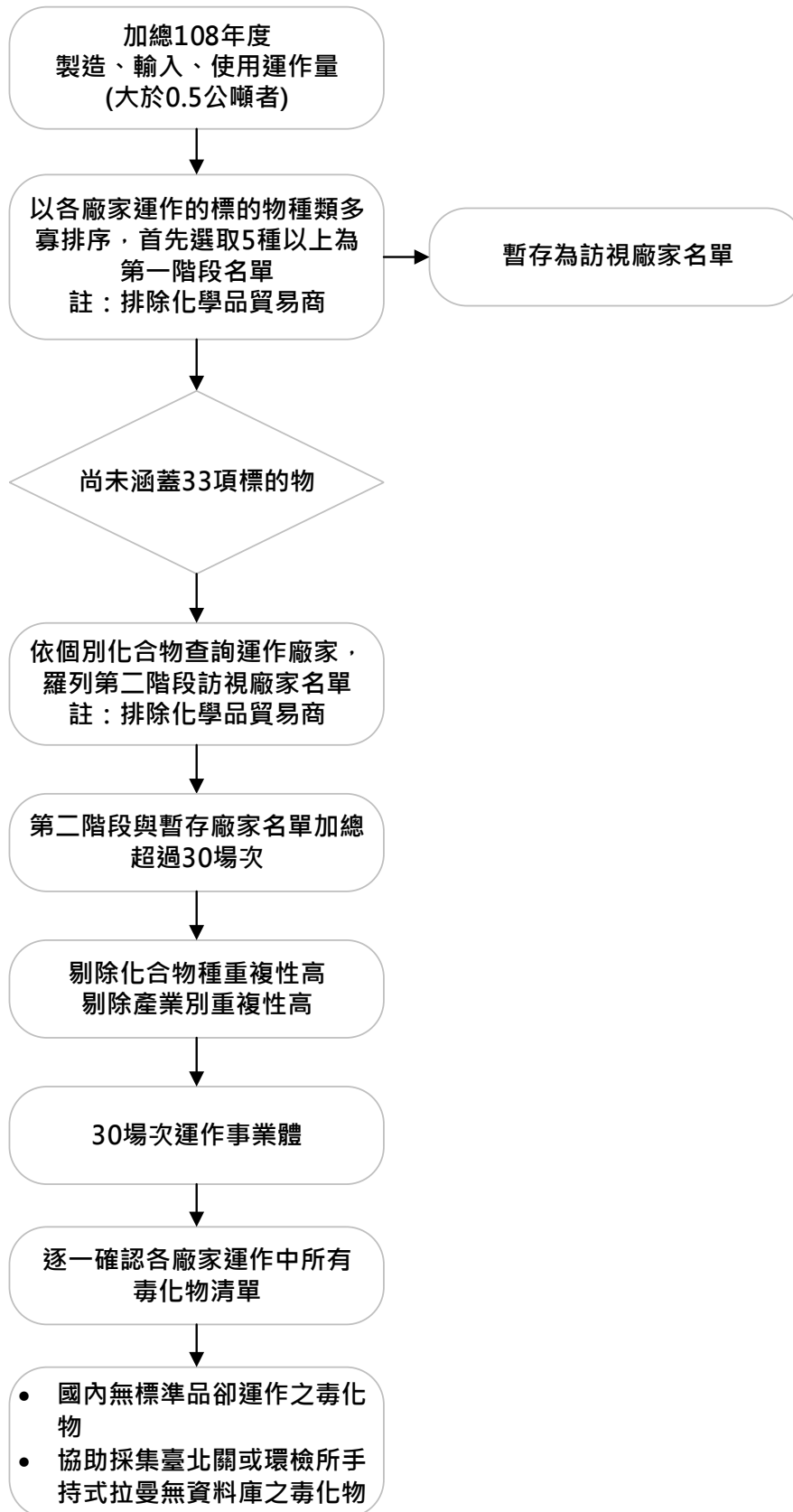


圖 2.4-1、運作事業體篩選流程

表 2.4-1、運作事業體 30 場次清單、行業別與產品彙整

項次	運作廠家名稱	行業別	產品
1	○○○○股份有限公司二廠	化學製品製造	紡織品、PU 樹脂、硬化劑、熱塑性 PU、光啟始劑
2	○○○○股份有限公司蘆竹廠	製藥	類固醇、止痛劑及神經、免疫、抗癌用藥等藥品
3	台灣○○○○科股份有限公司	化學材料	彩色光阻、配向膜、絕緣膜
4	○○塑膠工業股份有限公司仁武廠	石化	煉油、石化原料、塑膠加工
5	○○塑膠工業股份有限公司麥寮廠	石化	煉油、石化原料、塑膠加工
6	台灣○○○○股份有限公司嘉義廠	化學製品製造	界面活性劑、洗衣粉、生質燃料
7	○○○化學股份有限公司苗栗二廠	化學材料	樹脂、薄膜、半導體材料、紡織材料、電池材料
8	○○塑膠工業股份有限公司麥寮總廠	化學材料	電子材料、人造纖維、塑膠製品
9	○○股份有限公司	基本金屬	鍍(鋁)鋅鋼品、烤漆鋼品、特殊鋼品
10	○○○教育用品股份有限公司過嶺第一廠	樂器製造	管樂器、弦樂器、打擊樂器、樂器零件
11	○○造漆工業股份有限公司	塗料製造	建築塗料、防火塗料、船舶塗料
12	○○化學工業股份有限公司	化學材料	聚胺酯、環氧樹脂、壓克力、水性樹脂
13	○○電鍍廠有限公司	電鍍	金屬表面處理、電鍍加工、建築組件
14	○○樹脂股份有限公司	化學材料	壓克力、皮革塗飾劑、樹脂塗料
15	○○實業股份有限公司觀音廠	塗料製造	透明漆、電著塗料(電泳塗料)、電路板油墨
16	○○化學工業股份有限公司	化學製品製造	橡膠乳液、隔熱泡棉、食品用接著劑
17	○○企業股份有限公司	金屬製品製造	螺絲、螺帽、螺絲釘、及鉚釘等製品
18	○○樹脂企業股份有限公司	化學製品製造	塗料用樹脂、防水膠、PVC 膠、強力膠
19	○○材料工業股份有限公司屏南分公司	化學材料	樹脂、電子材料、特用材料
20	○○化學工業股份有限公司觀音廠	化學製品製造	界面活性劑、助劑、乳化劑
21	○○○○塗料股份有限公司	塗料製造	鋼板塗料、貨櫃塗料、建築塗料
22	○○通訊股份有限公司觀音廠	印刷電路板製造	印刷電路板、絕緣背板、鋁基板、IC 載板
23	○○企業股份有限公司	化學製品製造	保護膜、積材膜、密著膜、熱接著膜等功能性薄膜
24	○○重工股份有限公司仁武廠	機械	煉油、石化、塑膠、人造纖維及鋼鐵等產業之機械設備製造
25	○○實業股份有限公司	化學材料	光電材料
26	○○○○○○生產製造中心第二○二廠-○○廠區	軍事機構	無
27	○○○○○○生產製造中心第二○二廠-○○廠區	軍事機構	無
28	○○企業股份有限公司岡山二廠	基本金屬	鍍(鋁)鋅鋼品、烤漆鋼品、酸洗鋼品、冷軋鋼品
29	○○電子股份有限公司新豐一廠	印刷電路板製造	印刷電路板、IC 載板
30	○○○○○○製造股份有限公司十二廠	半導體製造業	半導體

表 2.4-2、各廠家之採樣清單與採樣目的

項次	廠家	採集之化合物	
		目的：建至本期標地化合物運作樣態資訊與檢測能力	目的二：建置快篩儀器拉曼圖譜
1	○○實業股份有限公司二廠	4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)、二甲基甲醯胺、二異氰酸甲苯	-
2	○○化學股份有限公司蘆竹廠	1,4-二氧陸園、二甲基甲醯胺、二氯甲烷、三乙胺、甲基第三丁基醚、硫酸二甲酯、環己烷	鄰-二氯苯
3	台灣○○○○科股份有限公司	1,4-二氧陸園	-
4	○○塑膠工業股份有限公司仁武廠	二甲基甲醯胺、二氯甲烷、三氯甲烷、丙烯酸丁酯	1,3-丙烷磺內酯
5	○○塑膠工業股份有限公司麥寮廠	丙烯酸丁酯、四氯乙炔、甲基異丁酮、甲基第三丁基醚	-
6	台灣○○○股份有限公司嘉義廠	二乙醇胺、氯乙酸	-
7	○○○○化學股份有限公司苗栗二廠	丁醛、三氧化鉻(鉻酸)、壬基酚聚乙氧基醇、丙烯酸丁酯	-
8	○○塑膠工業股份有限公司麥寮總廠	丁醛、甲基異丁酮	-
9	○○股份有限公司	三氧化鉻(鉻酸)、重鉻酸鉍	-
10	○○○教育用品股份有限公司過嶺第一廠	三氯乙炔	-
11	○○造漆工業股份有限公司	二異氰酸甲苯、三乙胺、丙烯酸丁酯、甲基異丁酮	鉬鉻紅、硫鉻酸鉛、4,4'-二胺基二苯甲烷
12	○○化學工業股份有限公司	4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)	-
13	○○電鍍廠有限公司	重鉻酸鉀、氰化鉀、氰化銅鈉	-
14	○○樹脂股份有限公司	二甲基甲醯胺、丙烯酸丁酯、鄰苯二甲酸二甲酯	-
15	○○實業股份有限公司觀音廠	乙二醇乙醚、二異氰酸甲苯、丙烯酸丁酯、甲基異丁酮	-
16	○○化學工業股份有限公司	二乙醇胺、二異氰酸甲苯、丙烯酸丁酯、異丙苯、環己烷	-
17	○○○有限公司彰濱廠	氰化銅鈉	-
18	○○樹脂企業股份有限公司	壬基酚聚乙氧基醇(固、液態)、丙烯酸丁酯、丙烯醯胺	-
19	○○○○工業股份有限公司屏南分公司	二乙醇胺、二異氰酸甲苯、三乙胺、壬基酚聚乙氧基醇、丙烯酸丁酯、丙烯醯胺、甲基異丁酮	-
20	○○化學工業股份有限公司觀音廠	二乙醇胺、硫酸二甲酯、氯乙酸	苯甲氯(95~100%液)
21	○○○○塗料股份有限公司	三乙胺、甲基異丁酮、鄰苯二甲酸二甲酯	-
22	○○通訊股份有限公司觀音廠	硫脲、氰化鉀	-
23	○○企業股份有限公司	乙二醇乙醚	-
24	○○重工股份有限公司仁武廠	三氧化鉻(鉻酸)、三氯乙炔	-
25	○○實業股份有限公司	二氯甲烷、三氯甲烷	鄰-二氯苯(95~100%固態)
26	○○○○○○生產製造中心第二○二廠-○○廠區	六氯乙炔	-

項次	廠家	採集之化合物	
		目的二：建置快篩儀器拉曼圖譜	目的二：建置快篩儀器拉曼圖譜
27	○○○○○○○生產製造中心第二○二廠-○○ 廠區	石綿	-
28	○○企業股份有限公司岡山二廠	三氧化鉻(鉻酸)、重鉻酸鉍	-
29	○○電子股份有限公司新豐一廠	硫脲、氰化鉀	-
30	○○○○○○○製造股份有限公司十二廠	氫氟酸、一氧化二氮	-

二、採樣與訪視作業工作方法

得到廠家清單後，運作事業體的採樣與訪視計畫規劃成三個階段，分為前置作業、現場輔訪和資料評析。前置作業係確認訪視的毒性及關注化學物質清單，撰寫採樣計畫書；現場輔訪工作則包括化學物質採樣與訪視紀錄表填寫；最後則是資料評析，將廠家所提供的意見回饋彙整成各項毒性及關注化學物質的訪視評析表，三階段個別論述如后。

第一階段：前置作業

前置作業最重要為研擬採樣計畫書，為避免採樣與訪視人員暴露於危害中，需事先針對訪視廠家研擬一份採樣計畫書，其內容包括：該廠家預計採集的標的物物化特性、採樣工具與個人防護等級等，其內容與章節至少包括以下：

(一) 工廠背景與採樣目的

說明採樣需求的背景與採樣目的，目的應包括標的化學物質、採樣數量、與物化特性等資訊。

(二) 採樣工具

說明所有採樣標的化學物質的採樣工具（含材質）。

(三) 現場工作流程

說明採樣人員抵達採樣地點之後的工作流程，包括現場防護等級調整、採樣方法與數量、樣品標籤與封條、除污步驟等，並將相關資訊紀錄在採樣監視鏈表詳表 2.4-3。

(四) 樣品標示、保存及運送作業

說明樣品標示方式、保存方式與運送程序。樣品標示依各實驗室而定，應至少包括樣品編號、採樣日期、分析項目等資訊。

(五) 化學物質採樣器材設備及相關器材檢點

建議製成一檢點表，羅列採樣工具、個人防護裝備、環境偵檢設備等相關器材。

(六) 安全衛生及緊急應變

說明該此採樣行程所需之個人防護裝備，以及發生緊急事故時可就近求援之單位電話與地址，例如緊急處置的醫院、消防救災管道等。

表 2.4-3、現場採樣、監視鏈表

技服/計畫編號				委託廠商		
採 樣 事 業				採樣地址		
聯絡人資訊				日期		
現場環境監測	PID(ppm)	H ₂ S	CO	LEL	O ₂ (%)	其它
測 定 結 果						
現場粉塵度 (化學品分級管理運作手冊)	☐ 低，為不會碎屑的固體小球。使用時可以看到細小的粉塵，如 PVC 小球。 ☐ 中，晶體狀或粒狀固體，使用中可以看到粉塵，但很快就下沉，使用後粉塵留在表面，如肥皂粉。 ☐ 高，細微、輕重量的粉末。使用時可以看到塵霧形成，並在空氣中保留數分鐘，如：水泥、碳黑、粉筆灰。					
防護裝備調整	☐ 是(請說明)_____； ☐ 否，依採樣計畫書內容選取					
樣 品 編 號						
採 樣 設 備 ¹						
採 樣 時 間						
樣品選取方式	☐ 單一採樣 ☐ 混合採樣 ☐ 其它(請說明)：_____		☐ 單一採樣 ☐ 混合採樣 ☐ 其它(請說明)：_____		☐ 單一採樣 ☐ 混合採樣 ☐ 其它(請說明)：_____	
樣 品 容 器	☐ 玻璃瓶 ☐ 塑膠瓶(PP) ☐ 塑膠瓶(HDPE) ☐ 其它(請說明)：_____		☐ 玻璃瓶 ☐ 塑膠瓶(PP) ☐ 塑膠瓶(HDPE) ☐ 其它(請說明)：_____		☐ 玻璃瓶 ☐ 塑膠瓶(PP) ☐ 塑膠瓶(HDPE) ☐ 其它(請說明)：_____	
樣 品 保 存 ²						
除 污 方 式 ³						
分 析 項 目						
其 它 現 場 情 形 說 明						
採 樣 人 員				會 同 人 員		
註 1 採樣工具：1.採樣瓶、2.採樣杓(Dipper sampler)、3.採樣管、4.採樣鏟、5.採樣刀(Thief)、6.套管式採樣刀、7.螺旋鑽組、8.氣體採樣袋、9.氣體玻璃採樣管、10.氣體採樣鋼瓶、11.吸附劑採樣管、12 其它(請說明) 註 2 保存方式：1.4±2℃冷藏保存、2.以鹽酸或硫酸調整 pH 值<2、3.以鹼調整 pH 值 12.0~12.5、4.室溫、5.其它(請說明) 註 3 除污方式：1.可棄式器材或設備以膠膜外罩保護、2.試劑水清洗、3.清洗劑清洗、4.其它(請說明)						
樣 品 移 交	☐ 樣品移交至工研院檢測接收窗口 ☐ 樣品轉委託至上準股份有限公司					
移交日期時間			接收人員			接收日期時間

針對採樣計畫書中的第二點採樣工具與和第五點安全衛生中的個人防護具，

這兩章節的規劃原則如下：

本次計畫訪查採樣的毒性及關注化學物質可分為固態、液態和氣態，針對個別型態之建議採樣方式彙整如表 2.4-4。固體採樣方法較單純，主要依據其貯放方式不同（桶、袋、瓶等），使用合適材質之採樣鏟進行樣品採集。而液體方面，若其貯存於儲槽中且為均勻混合，可使用調節閥或控制閥直接用採樣瓶採樣；若貯存容器為桶裝、瓶裝等，則依據採樣深度與所需樣品體積，選擇合適長度和大小之採樣管進行採樣，例如：大量取樣可使用長度較長（>1 公尺）之混合廢液取樣器 (Coliwas)；少量取樣則可使用移液器(Pipet)或滴管(Dropper)等。而本計畫氣態採樣物質僅一氧化二氮一種，該物質非腐蝕性或易燃性氣體，因此以氣體採樣袋進行樣品採集即可。

表 2.4-4、採樣方法一覽表

毒化物型態	容器型態	採樣方法類型
固體	桶裝、罐裝、袋裝、紙箱	採樣鏟
液體	儲槽(地上儲槽、槽車)	龍頭及控制閥
	50 加侖桶、貝克桶、瓶裝或罐裝	採樣管
		採樣瓶
氣體	儲槽、鋼瓶	氣體採樣袋

個人防護裝備則應依毒化物之毒理與物化特性、存在型態與工廠作業環境（即採樣環境），研擬合適之採樣與防護方式。參考環保署環境毒災應變中心之建議資料，彙整不同採樣環境相對應之採樣防護方法。若其採樣環境為粉塵密度高、密閉式或具有吸入或接觸危害之化學物質，其建議防護設備為護目鏡或面罩、防毒面具、防潑灑 C 級防護衣、抗化學或酸鹼手套及膠鞋。若採樣環境通風性高、化合物其揮發性低、化合物穩定性高、無吸入/接觸危害之化學物質，其可搭配 D 級防護設備，如：護目鏡、抗有機氣體/防塵口罩/防毒面具、工作服/工作褲、手套/抗化學或酸鹼手套及安全鞋。但有些化學物質的採樣情境為對於人體的呼吸道具有危害，或者噴濺具有皮膚腐蝕性，僅穿著 D 級防護衣可能不足以支應毒化物採樣情境，本計畫特別針對 D 級防護衣再細分為 D+，分別針對各種不同物化特性進行選用，其選用和使用情境彙整於表 2.4-5。訪視隨同人員之防護裝備則建議應含安全帽、護目鏡或眼鏡、長袖襯衫及安全鞋等，手套及口罩則依現場環境需求而定。

本計畫現地訪視皆以表 2.4-4 及表 2.4-5 為採樣與個人防護的基礎，規劃應準備之工具。

第二階段：現場輔訪

本計畫訪視作業目的說明如下：

- (1) 毒化物運作資訊，如：原料、產品或半成品之製程、原物料儲存設施、運作目的、用途與成品中毒化物含量是否可能超過管制濃度等。
- (2) 廠家在執行自主檢測時所使用的檢測方法及採樣工具，與廠商進行意見交流，學習各廠的採樣與檢測技術。由於國內目前認證檢測機構不足，各廠可能會設置內部實驗室進行初步的檢測分析或委外，可藉此評估本計畫建置之檢測方法是否有精進空間。

採樣當天將廠家提供的毒性及關注化學運作資訊填寫於訪視紀錄表詳表 2.4-6。

第三階段：訪視評析

將分別論述各標的物質於本次計畫訪視的產業別應用的情境，譬如丙烯酸丁酯於本次訪視中，看到我國主要應用可分為壓克力樹脂原物料、水性樹脂原物料、製漆原物料，甚至有可能為我國化工業大廠自行製造的成品，將個別廠家得到的訪視資料、製程或產品資訊回饋一評析總表。

表 2.4-5、採樣防護方法一覽表

防護等級	環境條件	防護部位與配備		
A 級	現場已測得高濃度蒸氣、氣體或懸浮微粒，或採樣時有可能會接觸到毒性化學物質。	頭部		含面罩自供空氣式人工呼吸器(SCBAs)。
		眼部		
		口鼻		
		手部		內式化學防護手套。
		足部		具化學防護之長（半）統安全鞋
		身體		正壓全密封式化學防護衣
B 級	現場已測得高濃度蒸氣、氣體或懸浮微粒，但對皮膚不致有害或現場氧氣濃度低於 19.5%。	頭部		含面罩自供空氣式人工呼吸器
		眼部		
		口鼻		
		手部		內、外式化學防護手套。
		足部		具化學防護之長（半）統安全鞋
		身體		頭套連身式化學防護衣
C 級	已知採樣現場危害氣體濃度，且濾毒罐能有效吸收此氣體，作業場所為與大氣相通之開放式空間，皮膚直接碰觸危害物不會造成嚴重傷害。	頭部		安全帽
		眼部		全面式面罩
		口鼻		防毒面具含濾毒罐
		手部		內、外式化學防護手套。
		足部		具化學防護之長（半）統安全鞋
		身體		頭套連身式化學防護衣
D	•氣體不包含未知的危害物 •必須降低噴濺、浸泡或意料外的吸入及碰觸所造成之化學性傷害程度。 •氧氣濃度必須保持在至少有 19.5%。	腐蝕性固體物	頭部	安全帽
			眼部	全面式面罩
			口鼻	活性碳口罩
			手部	防酸鹼或抗化手套
			足部	安全鞋
			身體	適當之工作服
D+		粉塵度高固體物	頭部	安全帽
			眼部	護目鏡
			口鼻	N95 口罩
			手部	Nitrile 手套
			足部	安全鞋
			身體	適當之工作服
D+		吸入具有危害性，但不具有皮膚腐蝕性液體	頭部	安全帽
			眼部	護目鏡
			口鼻	活性碳口罩
			手部	防酸鹼或抗化手套
			足部	安全鞋
			身體	適當之工作服
D+		通則	頭部	安全帽
			眼部	護目鏡
			口鼻	活性碳口罩
			手部	Nitrile 手套
			足部	安全鞋
			身體	適當之工作服

表 2.4-6、毒性化學物質運作事業現地訪視紀錄表

訪查工作紀錄表			
事業名稱			日期
採樣地址			聯絡資訊
標的化合物			
運作行為	☐ 製造 ☐ 輸入 ☐ 輸出 ☐ 使用 ☐ 販賣 ☐ 貯存	☐ 製造 ☐ 輸入 ☐ 輸出 ☐ 使用 ☐ 販賣 ☐ 貯存	☐ 製造 ☐ 輸入 ☐ 輸出 ☐ 使用 ☐ 販賣 ☐ 貯存
採樣種類	☐ 原物料 ☐ 成品 ☐ 半成品	☐ 原物料 ☐ 成品 ☐ 半成品	☐ 原物料 ☐ 成品 ☐ 半成品
貯存設施 ¹			
採樣時間			
採樣工具 ²			
自行採樣防護裝備	☐ A級 ☐ B級 ☐ C級 ☐ D級	☐ A級 ☐ B級 ☐ C級 ☐ D級	☐ A級 ☐ B級 ☐ C級 ☐ D級
廠家採樣防護裝備	☐ A級 ☐ B級 ☐ C級 ☐ D級 ☐ 其它(請說明): _____	☐ A級 ☐ B級 ☐ C級 ☐ D級 ☐ 其它(請說明): _____	☐ A級 ☐ B級 ☐ C級 ☐ D級 ☐ 其它(請說明): _____
樣品型態	☐ 固體 ☐ 液體 ☐ 氣體 ☐ 其它(請說明): _____	☐ 固體 ☐ 液體 ☐ 氣體 ☐ 其它(請說明): _____	☐ 固體 ☐ 液體 ☐ 氣體 ☐ 其它(請說明): _____
外觀描述 (顏色、黏稠性、是否分層等)			
樣品編號			
樣品量			
樣品容器	☐ 玻璃瓶 ☐ 塑膠瓶(PP) ☐ 塑膠瓶(HDPE) ☐ 其它(請說明): _____	☐ 玻璃瓶 ☐ 塑膠瓶(PP) ☐ 塑膠瓶(HDPE) ☐ 其它(請說明): _____	☐ 玻璃瓶 ☐ 塑膠瓶(PP) ☐ 塑膠瓶(HDPE) ☐ 其它(請說明): _____
物質安全資料表(SDS)	☐ 有。 ☐ 非化學品的成品不需檢附 SDS。 ☐ 其它(請說明): _____	☐ 有。 ☐ 非化學品的成品不需檢附 SDS。 ☐ 其它(請說明): _____	☐ 有。 ☐ 非化學品的成品不需檢附 SDS。 ☐ 其它(請說明): _____
註 1 貯存設施：1.桶裝、2.袋裝、3.地下儲槽、4.地上儲槽、5.製程設備(請說明)、6.輸送管線、7.其它(請說明) 註 2 採樣工具：1.採樣瓶、2.採樣杓(Dipper sampler)、3.採樣管、4.採樣鏟、5.採樣刀(Thief)、6.套管式採樣刀、7.螺旋鑽組、8.氣體採樣袋、9.氣體玻璃採樣管、10.氣體採樣剛瓶、11.吸附劑採樣管、12 其它(請說明)			

訪查工作紀錄表

廠家常用的 採樣/檢測 方法、頻率							
標的物的 主要用途 (製程或產 品簡述等)							
其它訪視 情形說明							
受訪視廠 商簽章		會同 人員		訪視 人員 簽章		採樣 人員 簽章	

2.4.2 化學物質檢測技術建立及認證

石棉、一氧化二氮、氫氟酸、重鉻酸鉀、重鉻酸銨、三氧化鉻、氰化鉀、氰化銅鈉、1,4-二氧陸圈、乙二醇乙醚、二甲基甲醯胺、二異氰酸甲苯、二氯甲烷、三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯、六氯乙烷、環己烷、甲基異丁酮、甲基第三丁基醚、異丙苯、鄰苯二甲酸二甲酯、4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)、壬基酚聚乙氧基醇、丙烯酸丁酯、丙烯醯胺、硫脲、二乙醇胺、三乙胺、丁醛、氯乙酸、硫酸二甲酯及全氟辛烷磺酸等毒性與關注化學物質採樣調查，本計畫參考環檢所公告方法進行技術建立，並分析真實樣品研析其技術限制性，最後向環檢所提出 33 項毒性與關注化學物質環檢所認證申請。

2.4.3 水生生物毒性試驗

一、物質篩選原則

本工作項次主要目的在於參考環檢所現行之毒性試驗標準方法，應用該標準方法測試具揮發性的物質的毒性評估。試驗物質的選定原則詳見圖 2.4-2。篩選標的為本計畫工作計畫書中「化學物質採樣與檢測技術提升」所列之標的化學物質中的有機類，篩選出具較高揮發性及水溶性之物質。

本計畫化學物質中有機類的標的物為範疇，配合本工作項次主要執行環檢所現行毒性標準方法施用在具揮發性化學物質的限制評估，因此首先由標的中篩選出蒸氣壓 >100 mmHg、具較高揮發之化學物質：二氯甲烷(356 mmHg, 25°C)、三氯甲烷(160 mmHg, 25°C)、甲基第三丁基醚(201 mmHg, 20°C)。而水生生物毒性乃生物曝露於某種物質中對水生生物所造成的生理或行為上的影響，因此，化學物質溶解於水環境中是造成水生生物毒性的條件之一，故由上述三種化學物質中進一步篩選水溶解度 > 10 mg/L 的二氯甲烷（水溶解度 20 g/L）及甲基第三丁基醚（水溶解度 42 g/L）等兩種化學物執行水生生物毒性之限制評析及方法修訂建議。

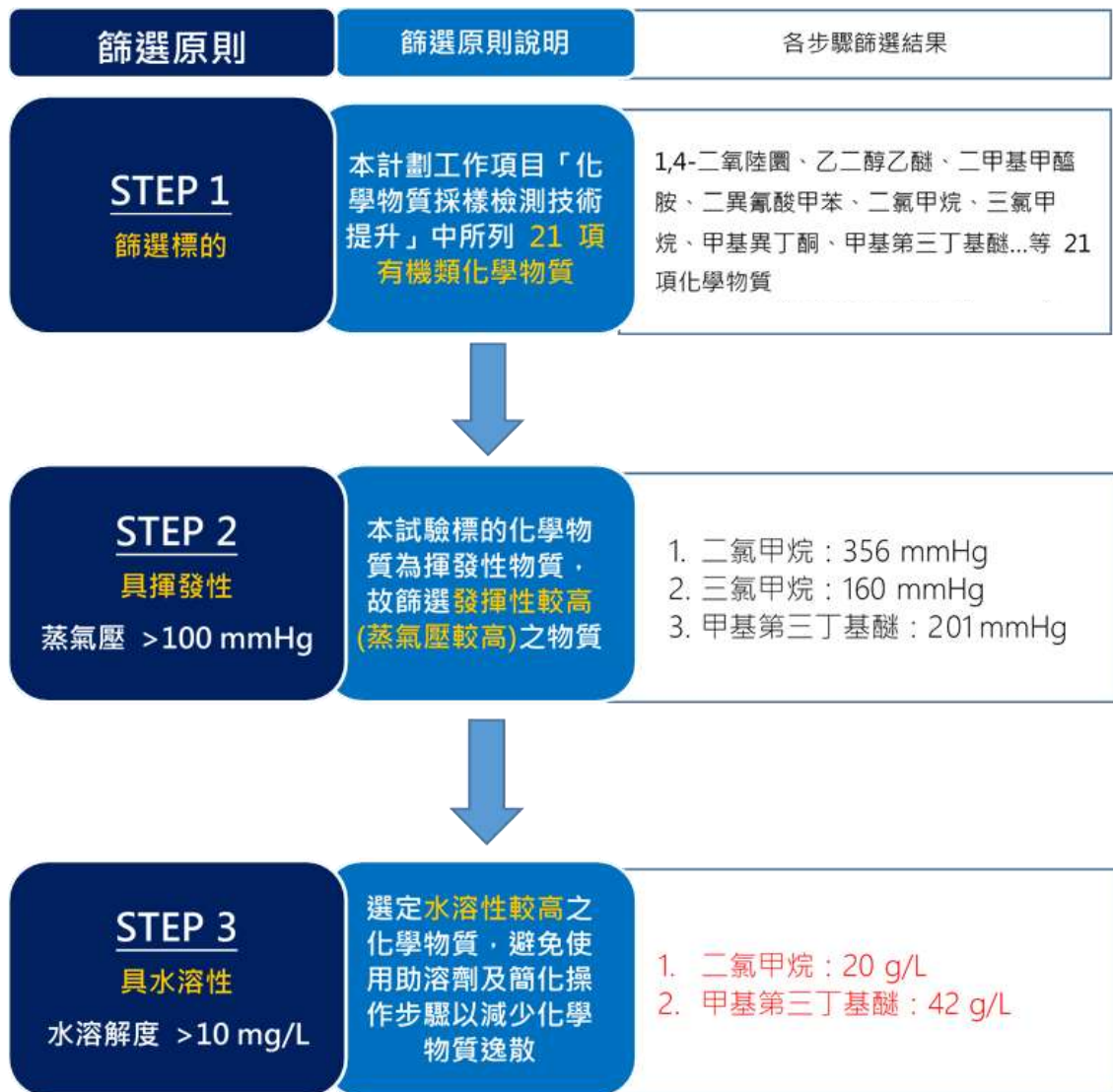


圖 2.4-2、生物毒性試驗化學物質篩選原則

二、工作方法

(一)水蚤急毒性試驗

利用少於 24 小時時齡的水蚤(*Daphnia magna*)為試驗生物，將試驗生物放入不同濃度之試驗溶液中，觀察並記錄試驗物質對水蚤的毒性影響，計算 48 小時之半致死濃度(Lethal Concentration 50%, LC₅₀)或半影響濃度(Effective Concentration 50%, EC₅₀)，本計劃將參考以下兩種方法進行水蚤毒性試驗。

- A. 參考環檢所生物毒性標準方法 NIEA B901.14B (環保署，民 102a) 進行兩種選定化學物質 DCM 及 MTBE 對水蚤急毒性試驗。
- B. 參考 OECD guideline 202(OECD, 2004)及 OECD document no.23(guidance document on aquatic toxicity testing of difficult substance and mixtures)(OECD,

2019a)文件進行 DCM 及 MTBE 對水蚤急毒性試驗。

(二)鯉魚急毒性試驗

利用 2-3 公分鯉魚魚苗(*Cyprinus carpio*)為試驗生物，將鯉魚放入不同濃度之試驗溶液中，觀察試驗物質對鯉魚的毒性影響並記錄死亡數，進一步計算 96 小時之半致死濃度(Lethal Concentration 50%, LC₅₀)。本計劃將參考以下兩種方法進行鯉魚急毒性試驗。

- A. 參考環檢所生物毒性標準方法 NIEA B904.13B (環保署，民 102b)，進行兩種選定化學物質 DCM 及 MTBE 對鯉魚急毒性試驗。
- B. 參考 OECD guideline 203(OECD, 2019b)及 OECD document no.23(guidance document on aquatic toxicity testing of difficult substance and mixtures)(OECD, 2019a)文件進行 DCM 及 MTBE 對鯉魚急毒性試驗。

上述鯉魚及水蚤的毒性試驗之方法，皆先進行毒性範圍尋找試驗，試驗濃度由 DCM 及 MTBE 的最高溶解度 (20 g/L 及 42 g/L) 往更低濃度適度稀釋，進行生物毒性的濃度範圍尋找，初步瞭解半致死或半影響濃度所落之濃度範圍後，再縮小試驗濃度範圍，並進行正式試驗。範圍尋找試驗之試驗條件流程與正式試驗皆相同，但使用較少的試驗生物 (水蚤 10 隻、鯉魚 5 隻)。

LC₅₀ 及 EC₅₀ 計算流程參考環檢所毒性標準方法 NIEA B901.14B (環保署，民 102a)，依試驗結果之不同選擇使用適當之計算方法：共有圖解法(Graphic Method)、機率單位法(Probit Method)、史丕曼－卡伯法(Spearman – Karbermethod)、史丕曼－卡伯修正法(Trimmed Spearman – Karber Method)等四種方法。

(一)NIEA 與 OECD 試驗方法簡述及比較

NIEA 與 OECD 試驗方法比較如表 2.4-7、表 2.4-8 下：

表 2.4-7、水蚤毒性試驗方法比較表

水蚤毒性試驗		
試驗方法項目	毒性試驗法規	
	NIEA B901.14B	OECD guideline 202 OECD document no.23 (針對揮發性物質之試驗建議)
試驗生物	時齡小於 24 小時之水蚤(<i>D. magna</i>)	
試驗容器	100 mL 硼矽玻璃燒杯	使用密封之玻璃容器，本試驗使用 65mL 可密封之樣品瓶，墊片材質為鐵氟龍(Teflon)
試驗溶液配製	將受試物質配製儲備溶液(Stock Solution)，再適度進行序列稀釋	直接將試驗物質加入水中配製成試驗溶液(Test Solution)，而不配製儲備溶液，簡化配製流程，減少試驗物質揮發，並且將溶液填滿容器使試驗過程無頂空氣體(headspace)
試驗魚數與試液容量	每 25mL 試驗溶液放入 10 隻水蚤，每一濃度 20 隻水蚤。	每 65 ml 水樣放入 5 隻水蚤，每一試驗濃度 20 隻水蚤；使用密閉式容器進行試驗，為避免溶氧成為試驗的影響因子，故增加試驗溶液量。
試驗時間	48 小時，每 24 小時觀察並記錄	
試驗環境	光照時間：每日 16 小時光照；照度：400-600 lux 溫度：25±1°C	
試驗溶液之更換	靜水式試驗：試驗期間不換水	
毒性判斷終點(endpoint)	水蚤死亡(Mortality)：將試驗水樣輕微擾動，觀察水蚤是否仍會活動	水蚤不動(Immobilization)：擾動試液，水蚤 15 秒內無法游動(僅枝角可動而不游動仍定義為不動)
毒性結果	以半致死濃度 LC ₅₀ 表示	以半影響濃度 EC ₅₀ 表示
試液濃度分析	未針對揮發性物質提出建議	建議分析試驗溶液濃度，本計劃分析最高試驗濃度於試驗起始及結束之實際濃度
其他事項	未針對揮發性物質提出建議	試驗過程中減少容器的開啟以避免試驗物質的揮發。

表 2.4-8、鯉魚毒性試驗方法比較表

鯉魚毒性試驗		
試驗方法項目	毒性試驗法規	
	NIEA B904.13B	OECD guideline 203 OECD document no.23 (針對揮發性物質之試驗建議)
試驗生物	2-3 公分鯉魚(<i>C. carpio</i>)	
試驗容器	開放式容器： 2 公升硼矽玻璃燒杯	密封式容器： 2 公升可密封之血清瓶，墊片材質 為鐵氟龍(Teflon)
試驗溶液配製	將受試物質配製儲備溶液(Stock Solution)，再適度進行序列稀釋	直接將試驗物質加入水中配製成試驗溶液(Test Solution)，而不配製儲備溶液，簡化配製流程，減少試驗物質揮發，並且將溶液填滿容器使試驗過程無頂空氣體(Headspace)
試驗魚數與試液容量	每 1.5 公升試驗溶液放入 10 隻鯉魚苗，每一濃度 20 隻	每 2 公升水樣放入 2 隻鯉魚苗，每一試驗濃度 8 隻；使用密閉式容器進行試驗，為避免溶氧成為試驗的影響因子，故增加試驗溶液量。
試驗時間	96 小時	
試驗環境	光照時間：每日 16 小時光照；照度：400-600 lux 溫度：25±1℃	
試驗溶液之更換	靜水式試驗 試驗期間不換水	半靜水式（更水式）試驗 每 24 小時更換試驗溶液
毒性判斷終點(endpoint)	魚隻死亡(Mortality)： 1. 鰭及鰓的活動停止 2. 魚體輕輕觸沒反應	
毒性結果	未針對揮發性物質提出建議	建議分析試驗溶液濃度，本計劃分析最高試驗濃度於試驗起始及結束之實際濃度。檢測方法為環檢所方法 NIEA W784.52C。
試液濃度分析	未針對揮發性物質提出建議	試驗過程中減少容器的開啟以避免試驗物質的揮發。
其他事項	每 1.5 公升試驗溶液放入 10 隻鯉魚苗，每一濃度 20 隻	每 2 公升水樣放入 2 隻鯉魚苗，每一試驗濃度 8 隻；使用密閉式容器進行試驗，為避免溶氧成為試驗的影響因子，故增加試驗溶液量。

2.5 效益分析與未來 4 年執行方向

本計畫投入後，目標為完備我國檢測技術量能，研析國外針對特殊議題因應政策與機制全面強化物質管理能力，同時藉由實際廠家輔導訪查採集真實樣品進行分析，期能從中發現檢測需求與擴充檢測市場。因此，於經濟效益分析部分，將包括不可量化的：對社會大眾或主管機關所帶來的好處，如促進主管機關稽查作業之

安全、提升化學物質使用之危害認知等；與可量化的：檢測市場產值、化學品與實驗耗材產值、快篩設備產值等進行論述。

未來執行方向則以本期計畫執行發現之缺口或潛在問題，再加上「國家化學物質管理政策綱領」內有關於檢測技術議題與毒管法政策需求，從中研提計畫未來 4 年執行方向。

2.6 會議辦理

一、專家諮詢會：本計畫辦理 3 場次專家諮詢會，每場次邀請 5 位以上專家學者參加，會議議程為半天，主要諮詢的議題與預達到的效益說明如下：

1. 化學物質邊境管理與採樣檢測技術交流座談會議

為能共同協助化學局推動跨部會與海關合作，防堵邊境非法化學品輸入，透過交流座談會議瞭解海關執行邊境物品查驗時，可能面臨的採樣或檢測困境。

2. 未知物採樣及檢測程序

為能判斷稽查樣品是否為列管毒性或關注化學物質，本計畫建立一套毒化物採樣、定性快篩、定量分析之採樣檢測流程，並編撰成作業手冊，請專家學者進行技術指導。

3. 毒性與關注化學物質檢測四年執行方向

為能永續發展毒性與關注化學物質檢測量能，本計畫研提化學局未來四年在檢測業務的執行方向，徵詢專家學者回饋與指點。

二、採樣技術觀摩會

執行運作事業體訪視作業，將參照化學物質採樣方法(NIEA T103.10C)為原則，研擬細部之作業指引，譬如個人防護具選用、採樣程序與檢測程序，為能輔助主管機關毒化物稽查人員於現場作業時的安全，辦理一場次化學物質採樣技術觀摩及訓練會。本會議內容個別說明化學物質採樣方法與本計畫研擬之採樣與檢測程序，以及現場化學物質採樣、快篩定性示範與實作練習。

第三章 檢測技術缺口盤點與因應

【章節摘要】本章針對國內尚無方法之毒化物與將公告之關注化學物質進行標準檢測方法彙整，另針對國內尚無標準品之毒化物研提因應機制，以具體的管制策略及因應機制完備國內檢測量能之缺口。

3.1 毒性化學物質國內外方法盤點及因應機制

3.1.1 毒性化學物質檢測方法盤點

參考「毒物及化學物質檢測量能盤點與採樣檢測支援計畫」計畫成果，方法待確認之毒化物尚有50項（環保署，民108a），再加上今年新公告的一項毒化物大克蠟總計51項，其清單如表 2.2-1，盤點方法結果分為三類說明，包含有相關標準方法，且方法為指向單一化合物檢測，或為有相關標準方法，惟方法指向為家族式檢測，最後為研究成果表可能適用之檢測方法等三類，盤點51項毒化物檢測方法成果如表 3.1-1。除方法盤點外，為瞭解該51項毒性化學物質於國內是否有檢測需求，另盤點近年51項毒性化學物質之運作量，彙整於附件3-1。

一、有相關標準方法（單一化合物檢測）-12項

包含 γ -六溴環十二烷等11項，方法明確指出適用於該毒化物分析，盤點之方法來自於我國環境檢驗所(NIEA)、美國環保署(USEPA)、美國職業安全與健康管理局(OSHA)、美國公共衛生協會之水質及廢水標準方法(APHA)、國際公定分析化學家協會之標準方法(AOAC)、美國國家生物技術資訊中心(NCBI)、英國國家標準(BS)及美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH)等單位發佈之方法，雖多數之方法適用於其他基質檢測，但毒化物樣品通常屬於原物料，且成份組成多屬單一化合物，依樣品特性多不需要複雜前處理程序，因此即便方法適用於排放管道、水質、土壤或污泥等，仍可參照其中的儀器設備、儀器參數、管柱條件等資訊，執行毒化物檢測。

二、有相關標準方法（家族式檢測）-21項

對-胺基聯苯鹽酸鹽等21項毒化物，具屬於該化合物家族式項目之檢測方法，對於21項毒化物而言分為檢測2-萘胺家族、聯苯胺家族、三丙基錫家族、三丁基錫

家族與三苯基錫家族等類。2-萘胺類之檢測採用OSHA方法檢測2-萘胺，聯苯胺類採用NIEA或USEPA檢測半揮發性有機物方法，三丁基錫類採NIEA T504.30B或C502.00B方法檢測三丁基錫家族化合物，三丙基錫類及三苯基錫類亦採用NIEA T504.30B方法分析。

三、研究成果發表可能適用之檢測方法-18項

18項毒化物為三丙基錫類、三丁基錫類與三苯基錫類以外之有機錫類化合物，有機錫化合物一般以離子型態存在於自然界中，不同的有機錫物種鑑定，多數仍以層析法進行分離與鑑定，且以氣相層析法為最常用，故樣品以溶劑配製或萃取後，可衍生化再透過GC/MS或GC/FPD定性及定量分析，再以離子層析儀檢測其陰離子，定性其是否為列管有機錫化學物質（林維炤及林瓊玟，民91年；李俊璋等人，民95年）

以下針對上述三種分類的各項檢測方法、儀器設備、基質等細部資訊做詳細說明。

表 3.1-1、51 項毒化物適用之檢測方法

檢測方法屬性	毒化物名稱	CAS NO.	方法來源	方法編號	方法名稱
有相關標準方法（單一化合物檢測）	γ -六溴環十二烷	134237-52-8	NIEA	T706.24B	毒性化學物質中有機化合物檢測方法－氣相層析質譜儀法
	異氰酸甲酯	624-83-9	USEPA	OTM 14	Method for Measuring Isocyanates in Stationary Source Emissions
	溴乙烯	593-60-2	USEPA	METHOD 0040 及 METHOD 8260D（0040 指向使用 8260D 分析）	SAMPLING OF PRINCIPAL ORGANIC HAZARDOUS CONSTITUENTS FROM COMBUSTION SOURCES USING TEDLAR® BAGS & VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS BY GAS CHROMATOGRAPHY/MASS SPECTROMETRY
	三氟化硼	7637-07-2	OSHA	ID216SG	Chemical Sampling - Boron Trifluoride
	三 2-(氯乙基)磷酸酯	115-96-8	APHA	6810	PHARMACEUTICALS AND PERSONAL CARE PRODUCTS
	氟	7782-41-4	AOAC	961.16	Microchemical Determination of Fluorine Titrimetric Method
	α -氰溴甲苯	5798-79-8	NCBI	—	IRRITANT GAS USED BY MILITARY AND LAW ENFORCEMENT AGENCIES CAN BE DETERMINED BY GAS LIQ CHROMATOGRAPHY
	六溴聯苯	36355-01-8	USEPA	EPA-560/13-79-001（研究報告）	Analysis for Polybrominated Biphenyls(PBBs) in Enviromental Samples
	月桂酸五氯苯酯	3772-94-9	BS	5666-6:1983	Methods of analysis of wood preservatives and treated timber. Quantitative analysis of preservative solutions and treated timber containing pentachlorophenol, pentachlorophenyl laurate, γ -hexachlorocyclohexane and dieldrin
	四羰化鎳	13463-39-3	NIOSH	6007, Issue 2	NICKEL CARBONYL
	三氯化磷	7719-12-2	NIOSH	6402, Issue 2	PHOSPHORUS TRICHLORIDE
	大克蠟	11-32-2	NIEA	W658.51B	水中有機氯農藥分析方法－固相萃取/氣相層析儀/電子捕捉偵測器法
	對-胺基聯苯鹽酸鹽	2113-61-3	OSHA （檢測 2-萘胺家族）	METHOD 93	
	2-萘胺醋酸鹽	553-00-4			

檢測方法屬性	毒化物名稱	CAS NO.	方法來源	方法編號	方法名稱
有相關標準方法（家族式檢測）	2-萘胺鹽酸鹽	612-52-2			4-Aminodiphenyl (4-Aminobiphenyl) α-Naphthylamine (1-Naphthylamine) β-Naphthylamine (2-Naphthylamine)
	聯苯胺醋酸鹽	36341-27-2	USEPA （檢測聯苯胺家族）	M731.02C METHOD 8270E	半揮發性有機物檢測方法—氣相層析質譜 SEMIVOLATILE ORGANIC COMPOUNDS BY GAS CHROMATOGRAPHY/MASS SPECTROMETRY
	聯苯胺硫酸鹽	531-86-2			
	聯苯胺二鹽酸鹽	531-85-1			
	聯苯胺二氫氟酸鹽	41766-73-8			
	聯苯胺過氯酸鹽(一)	29806-76-6			
	聯苯胺過氯酸鹽(二)	38668-12-1			
	聯苯胺二過氯酸鹽	41195-21-5			
	醋酸三丁錫	56-36-0	NIEA （檢測三丁錫家族）	T504.30B C502.00B	毒性化學物質有機錫類化合物於紡織品之檢測方法— 氣相層析法 魚介類三丁基錫檢測方法—氣相層析法/質譜法 （GC/MS）及氣相層析法/火焰光度偵測法 （GC/FPD）
	溴化三丁錫	1461-23-0			
	氟化三丁錫	1983-10-4			
	氫化三丁錫	688-73-3			
	月桂酸三丁錫	3090-36-6			
	順丁烯二酸三丁錫	4027-18-3,14275-57-1			
	溴化三苯錫	962-89-0	NIEA （檢測三苯基錫與三丙基錫家族）	T504.30B	毒性化學物質有機錫類化合物於紡織品之檢測方法— 氣相層析法
	氟化三苯錫	379-52-2			
	碘化三苯錫	894-09-7			
	溴化三丙錫	2767-61-5			
	氟化三丙錫	—			
研究成果發表可能適用之檢測方法	三正丙基乙錫	3440-79-7	應檢測丁錫、苧錫、三 甲苯錫、三苴錫等家族	林維昭及林瓊玟， 民 91 年；李俊璋等 人，民 95 年	—
	三正丙基異丁錫	92154-74-0			
	三正丙基正丁錫	3634-62-6			
	碘化三正丙錫	7342-45-2			
	三苯基苧錫	2847-58-7			
	三苯基甲錫	1089-59-4			
	三苯基-對-甲苯錫	15807-28-0			
	三苯基-α-萘錫	—			
	溴化三甲苯錫	—			
	氟化三甲苯錫	353747-42-9			

檢測方法屬性	毒化物名稱	CAS NO.	方法來源	方法編號	方法名稱
	氟化三甲苯錫	353747-43-0			
	氫氧化三甲苯錫	228262-76-8			
	碘化三甲苯錫	353747-44-1			
	參(三苯錫)甲烷	—			
	溴化三苐錫	353747-45-2			
	氯化三苐錫	353747-46-3			
	氟化三苐錫	353747-47-4			
	碘化三苐錫	353747-48-5			

一、有相關標準方法（單一化合物檢測）-12 項

1. γ -六溴環十二烷

採用環境檢測標準方法「毒性化學物質中有機化合物檢測方法－氣相層析質譜儀法(NIEA T706.24B)」方法分析，方法適用於毒化物樣品檢測，且明述適用的化合物含 γ -六溴環十二烷。方法參考適用管柱為DB5-MS，對應使用之內標準品為perylene-d₁₂，依據本方法所述的定量範圍可達 $\mu\text{g/mL}$ ，其毒化物之樣品需要經過適當稀釋後才能適用於T706方法檢測。

2. 異氰酸甲酯

採用美國環保署(USEPA)方法，採用美國環保署(USEPA)方法，方法名稱為「Method for Measuring Isocyanates in Stationary Source Emissions」，方法編號為OTM 14，方法適用於排放管道氣體。將待測氣體採集至衝擊瓶中衍生為異氰酸甲酯之衍生物，再以高效能液相層析儀(High Performance Liquid Chromatograph, HPLC)分析，參考異氰酸甲酯安全資料表在室溫下為液體，後續執行異氰酸甲酯毒化物樣品分析時，得參考以上衍生化與儀器等方法分析程序。異氰酸甲酯之管制濃度為1%，OTM 14方法說明異氰酸甲酯偵測之極限為228 ng/m³，其毒化物樣品可能需要經過稀釋後才適用於該方法分析。

3. 溴乙烯

採用美國環保署(USEPA)方法，方法名稱為「SAMPLING OF PRINCIPAL ORGANIC HAZARDOUS CONSTITUENTS FROM COMBUSTION SOURCES USING TEDLAR® BAGS(METHOD 0040)」以及「VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS BY GAS CHROMATOGRAPHY/MASS SPECTROMETRY (METHOD 8620D)」，溴乙烯在常溫下型態為氣體，由METHOD 0040該方法採樣後，可循採樣方法中建議的METHOD 8260D進行溴乙烯分析。溴乙烯之毒化物管制濃度為1%，其毒化物之樣品若經稀釋後應可適用於該方法分析。

4. 三氟化硼

由美國環保署指向採用美國職業安全與健康管理局(OSHA)之「Chemical Sampling - Boron Trifluoride(ID216SG)」方法分析。三氟化硼於常溫之下為無色氣體，ID216SG方法為由吸收液捕捉三氟化硼氣體，再使用離子選擇性電極分析氟硼酸鹽(BF₄⁻)，再換算成三氟化硼濃度，依方法之說明其偵測極限為10 μg 到1950 μg 的

三氟化硼，而三氟化硼之毒化物管制濃度為1%，毒化物之樣品需經稀釋後才能適用於該方法分析。

5. 三2-(氯乙基)磷酸酯

採用美國公共衛生協會之水質及廢水標準方法(APHA)分析，方法名稱為「PHARMACEUTICALS AND PERSONAL CARE PRODUCTS」，方法編號為6810。三2-(氯乙基)磷酸酯的型態為澄清、透明狀液體或為低黏度液體，使用APHA 6810方法分析，其樣品經過濃縮並通過固相萃取法消除干擾，最後使用液相層析串聯質譜儀(Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry, LC-MS/MS)分析。三2-(氯乙基)磷酸酯之毒化物管制濃度為1%，惟計畫並未收集到該方法之詳細資料，故無法說明方法是否適合於該濃度檢測。

6. 氟

採用國際公定分析化學家協會之標準方法(AOAC)分析，可採用的分析方法有2種，分別為「Microchemical Determination of Fluorine Titrimetric Method(961.16)」或「Fluorine (Total) in Pesticide Formulations(933.03)」。氟採集後溶到溶液中，調整pH值以後滴定。氟之毒化物管制濃度為1%，惟該方法並未說明適用之檢測範圍。

7. α -氰溴甲苯

α -氰溴甲苯之分析方法參考美國國家生物技術資訊中心(National Center for Biotechnology Information, 簡稱NCBI)，所引用的方法文獻：IRRITANT GAS USED BY MILITARY AND LAW ENFORCEMENT AGENCIES CAN BE DETERMINED BY GAS LIQ CHROMATOGRAPHY，方法使用氣相層析儀分析 α -氰溴甲苯，偵測極限範圍為mg~ng，可分析多種不同樣品類行，例如氣體、濃縮液或稀釋液，亦可針對樣品中的化合物或化合物可能之不純物(例如水解後的物質或殘留物)進行分析。 α -氰溴甲苯之毒化物管制濃度為1%，依前述方法可測範圍為mg~ng之間，故毒化物樣品需經適當之稀釋才可適用於方法分析。

8. 六溴聯苯

採用美國環保署(USEPA)發佈報告之檢測方法，報告名稱為「Analysis for Polybrominated Biphenyls(PBBs) in Enviromental Samples」，編號為EPA-560/13-79-001，報告中說明可檢測土壤、底泥、動植物等生物體樣品之六溴聯苯，惟並未說明是否適用於毒化物，分析方法係將樣品萃取後再以氣相層析質譜儀分析。六溴聯

苯之毒化物之管制濃度為1%，而該報告中檢測的濃度範圍為ppb，故毒化物樣品經適當稀釋應可適用。

9. 月桂酸五氯苯酯

月桂酸五氯苯酯主要用途用作木材防腐劑，相關之分析方法可參考英國國家標準BS 5666-6:1983之方法，方法之標題說明為適用木材防腐劑和經處理木材基質類型。月桂酸五氯苯酯之毒化物之管制濃度為0.01%，惟計畫並未收集到該方法之詳細資料，尚無法提供相關資料評析與說明。

10. 四羰化鎳

四羰化鎳參考NIOSH的METHOD 6007(Issue 2)，方法為利用吸附介質採集氣體樣品後，樣品經備製使用原子吸收光譜儀(Atomic Absorption Spectrophotometer, AA)分析，將分析測得的鎳濃度乘上轉換因子後即為四羰化鎳濃度；常溫下四羰化鎳為無色液體，經適當稀釋應可採用AA分析之。四羰化鎳之毒化物之管制濃度為1%，依該方法之說明其偵測極限達 μg 。

11. 三氯化磷

三氯化磷參考NIOSH的METHOD 6402(Issue 2)，方法為利用吸附介質採集氣體樣品後，樣品經備製後將三氯化磷氧化成磷酸，使用分光光度計分析磷酸濃度，最後再換算三氯化磷濃度；常溫下三氯化磷為無色清澈液體，故應可採用本方法之樣品備製程序後使用分光光度計分析。三氯化磷之毒化物之管制濃度為1%，依該方法之說明偵測極限為mg，故毒化物之樣品需經過適當稀釋。

12. 大克蟎

大克蟎參考NIEA W658.51B，該方法主要是測定水中有機氯農藥分析，選用合適萃取匣自水中將大克蟎等農藥經由固相萃取法萃取至溶劑相，再透過氣相層析儀-電子捕捉偵測器進行分析。大克蟎管制濃度為1%，依該方法之說明偵測極限為0.009 $\mu\text{g/L}$ ，故毒化物之樣品需經過適當稀釋。

二、 毒化物有適用方法但非法源所授權之方法來源-21 項

其中檢測方法屬於家族式檢測的物質，包括對-胺基聯苯鹽酸鹽、2-萘胺醋酸鹽、2-萘胺鹽酸鹽、聯苯胺醋酸鹽、聯苯胺硫酸鹽、聯苯胺二鹽酸鹽、聯苯胺二氫氟酸鹽、聯苯胺過氯酸鹽(一)、聯苯胺過氯酸鹽(二)、聯苯胺二過氯酸鹽、醋酸三

丁錫、溴化三丁錫、氟化三丁錫、氫化三丁錫、月桂酸三丁錫、順丁烯二酸三丁錫、溴化三苯錫、氟化三苯錫、碘化三苯錫、溴化三丙錫與氟化三丙錫等21項。

1. 對-胺基聯苯鹽酸鹽、2-萘胺醋酸鹽、2-萘胺鹽酸鹽

對-胺基聯苯鹽酸鹽、2-萘胺醋酸鹽、2-萘胺鹽酸鹽等3項目參考OSHA 的METHOD 93 分析，該方法適用於對-胺基聯苯(4-Aminodiphenyl)、1-萘胺(α -Naphthylamine)及2-萘胺(β -Naphthylamine)的分析，方法適用基質為空氣類樣品，經採樣後利用氣相層析電子捕捉偵測器(Gas Chromatography-Electron Capture Detector, GC-ECD)分析胺類在heptafluorobutyric acid anhydride的衍生物。由於方法牽涉衍生化反應，故後續可再評估是否適用於其胺鹽類之分析。3項目之毒化物之管制濃度為1%，而方法說明檢測之定量極限為ppt等級，故毒化物樣品需經適當之稀釋才可適用於方法分析。

2. 聯苯胺醋酸鹽、聯苯胺硫酸鹽、聯苯胺二鹽酸鹽、聯苯胺二氫氟酸鹽、聯苯胺過氯酸鹽(一)、聯苯胺過氯酸鹽(二)、聯苯胺二過氯酸鹽

聯苯胺之鹽類等7項化合物參考NIEA M731.02C或USEPA METHOD 8270E的半揮發性有機物檢測方法分析，環檢所公告之半揮發性有機物檢測方法即是參考USEPA METHOD 8270D方法，方法說明適用於事業廢棄物、TCLP萃出液、土壤及底泥等基質，方法之適用範圍也說明可分析聯苯胺(Benzidine)，然而這7項化合物則屬於聯苯胺的鹽類，是否也適用於其鹽類分析，仍需經由實驗室實地測試進行方法適用性評估。

3. 三丁錫、三苯錫與三丙錫類

醋酸三丁錫、溴化三丁錫、氟化三丁錫、氫化三丁錫、月桂酸三丁錫及順丁烯二酸三丁錫等6項三丁基錫類建議NIEA T504.30B或NIEA C502.00B方法檢驗，T504方法之適用類型為紡織品，適用之毒化物為三丙基錫、三丁基錫及三苯基錫，其樣品以溶劑萃取後經衍生化，最後使用氣相層析火焰光度偵測器(Gas Chromatography-Flame Photometric Detector, GC-FPD)分析，但細究T504方法使用之標準品為氯化三丙基錫、氯化三丁基錫與氯化三苯基錫，檢測標的則為三丙基錫、三丁基錫與三苯基錫的濃度，屬家族性檢測方法，如要以目前法規管制需求測出個別有機錫類毒化物之濃度，則必須優先評估是否有各種毒化物之標準品。

三、 研究成果發表可能適用之檢測方法-18 項

三正丙基乙錫、三正丙基異丁錫、三正丙基正丁錫、碘化三正丙錫、三苯基苳錫、三苯基甲錫、三苯基-對-甲苯錫、三苯基- α -萘錫、溴化三甲苯錫、氯化三甲苯錫、氟化三甲苯錫、氫氧化三甲苯錫、碘化三甲苯錫、參（三苯錫）甲烷、溴化三苳錫、氯化三苳錫、氟化三苳錫及碘化三苳錫等18項有機錫類，由於以上毒化物皆屬於有機錫類，其屬於離子化合物，故以溶劑配製或萃取後，可衍生化再透過氣相層析質譜儀(Gas Chromatography Mass Spectrometry, GC-MS)或氣相層析火焰光度偵測器(Gas Chromatography-Flame Photometric Detector, GC-FPD)定性及定量分析，再以離子層析儀檢測其陰離子，定性其是否為列管有機錫化學物質（林維炤及林瓊玟，民91年；李俊璋等人，民95年）。

3.1.2 毒化物檢測方法盤點之評析

一、 毒化物檢測方法資料庫之運用：

前節評析尚無檢測方法之毒化物檢測方法，除 γ -六溴環十二烷為明確指向為毒化物類別之檢測方法，其他有檢測方法者，可能未必為適用於毒化物基質類型，如異氰酸甲酯建議之 OTM 14 方法為適用於排放管道類之檢測等，特此說明資料庫應用方式，資料庫內詳列檢測方法來源、編號、名稱、公告日期、適用之毒化物、所使用之儀器、適用之濃度級別(Level)、適用之樣品基質，以及是否需要前處理和前處理方法等。因此，以化學物質之名稱，即可依樣品性質，查找適用或可參考之檢測方法。原則上，化學物質之物理、化學性質以及其濃度等級決定其分析儀器；而樣品基質（空氣、水、廢棄物、土壤、環境生物體、高純度原物料、食品、飲品、食品容器、化粧品、中西藥等）與欲採用的分析儀器，則會牽涉到樣品前處理方法之挑選，因此，可參考基質相近者之前處理方式，依照欲分析之樣品基質，將其修正成適用之方法。由於化學原物料純度高且基質單純，無須複雜之前處理，故可參考各類基質之分析方法所選用之儀器設備進行分析。

二、 家族性化合物管制策略因應：

現有之「列管毒性化學物質及其運作管理事項」管制單一物種及其濃度，但國內外檢測方為檢測三丁錫家族總濃度，無法定性定量單一種類之三丁錫，其家族性檢測方法，並無法提供足夠資訊支持行政管制。參考歐盟 REACH 法規附件

17(ANNEX XVII)限制清單中，其管制濃度為換算後的錫重量百分濃度。此外，從風險管理之角度，毒性與有機錫種類較相關，而與其取代基較無關。因此對於有機錫類管制，建議主管機關可由法規管制面著手，參考國外法規之管制方式，以同種類家族性化合物方式管理。

3.2 潛在列為關注化學物質之標準方法盤點

經盤點，目前20項的關注化學物質（包括已公告的一氧化二氮1項與研擬中的19項），共有14項關注化學物質有法源授權適用之檢測方法，6項關注化學物質有適用方法但非法源所授權之方法來源，表 3.2-1為彙整目前檢測方法評析結果。

相關分析方法可分為，方法指向單一化合物檢測，或為有相關標準方法，惟方法指向為家族式檢測等二類，其中過氯酸銨及過氯酸鈉USEPA METHOD 6850或6860方法分析，惟方法分析過氯酸鹽，為屬於家族式檢測。其它化合物均屬於單一化合物檢測，方法來源包括我國國家標準、NIEA、NIOSH及OSHA等單位發佈之標準檢測方法。此外，硝酸鈣及硝酸銨鈣以CNS方法檢測，惟方法皆已廢止，其廢止原因如硝酸鈣為53年7月7日公佈之方法，其方法已過於老舊，故該方法已於108年02月01日廢止；硝酸銨鈣方法已於76年09月17日廢止；雖然硝酸鈣及硝酸銨鈣二項檢驗方法在CNS系統顯示廢止，惟檢驗方法仍可在舊版標準中查詢。

一、有相關標準方法（單一化合物檢測）-18項

1. 一氧化二氮（笑氣）

環檢所已公告一氧化二氮檢驗方法，方法可使用傅里葉轉換紅外光譜儀(Fourier-Transform Infrared Spectrometer, FTIR)、氣相層析儀搭配熱導型偵測器(Gas Chromathermal Conductivity Detector, GC-TCD)或GC-MS檢測，採樣時可由鋼瓶直接分析或藉由採樣袋採樣後分析，由於一氧化二氮管制濃度為全濃度，即表示各濃度皆需納入管制，分析之最低限值取決於儀器偵測極限。

2. 氟化氫

氟化氫依環檢所公告之NIEA T102.11C方法分析，該方法中表一化學物質定性及定量分析方法參考表列出氟化氫適用於本方法分析，分析方式為樣品經適當稀釋後使用離子選擇性電極分析，樣品利用電極測定電位(mV)後，由檢量線求得離子濃度，再換算其化學物質含量，預計管制之濃度為40%，評估T102方法適用於分

析預定管制之濃度範圍。

3. 硝基甲烷

硝基甲烷建議參考NIOSH METHOD 2527分析，該方法適用氣體基質的檢測，並搭配氣相層析儀作為分析儀器，方法定量範圍為0.3~2 mg之間。硝基甲烷在室溫下為透明液體，預計管制之濃度為30%，評估樣品需經適當稀釋方能適用。

4. 疊氮化鈉

疊氮化鈉分析方式參考USEPA的化學品資訊說明，化合物參考資訊說明分析指向OSHA，為OSHA的Method ID-211，該方法適用氣體基質的檢測，所收集到的樣品經脫附後使用IC分析，方法適合範圍為0.057~2.63 PPM。疊氮化鈉在常溫下為固體，預計管制之濃度為95%，因此分析時需評估選擇適合之前處理方式，以適用於使用IC分析。

5. 環六亞甲基四胺

環六亞甲基四胺使用CNS 5451 K1236方法分析，方法適用於工業用之環六亞甲基四胺，方法使用滴定法測定環六亞甲基四胺純度，以溴酚藍溶液為指示劑並使用氫氧化鈉滴定。方法滴定後使用單位為%，環六亞甲基四胺預計管制之濃度為1%，評估CNS方法適用於環六亞甲基四胺分析。

6. 硝酸鈣

硝酸鈣具已廢止CNS 1626 K7126方法，方法用於硝酸鈣之化學試藥，且為已經廢止使用之方法。對於CNS已廢止方法，本計畫曾詢CNS管理方法承辦人員，其表示由於CNS方法數量龐大，方法每5年盤點時，若為早期方法、已無使用之方法，或已具有其他適用檢測標準方法者，經評議後會廢止方法，惟方法仍可提供給需求者用。化學試藥檢測方法如用於關注化學物質檢測分析時，可能尚需經過適當的方法修訂。

7. 硝酸鉀及硝酸鈉

硝酸鉀具CNS 1894 K7395方法，硝酸鉀具CNS 1971 K7472方法，二方法皆適用於化學試藥，用於關注化學物質檢測分析時可能尚需經過適當的方法修訂。

8. 硝酸銨

硝酸銨使用CNS 1556 K7056方法分析，方法為適用於試藥級硝酸銨，方法使用滴定法測定硝酸銨純度，以酚酞指示劑並使用氫氧化鈉滴定。方法滴定後使用單位

為%，硝酸銨預計管制之濃度為80%，評估CNS方法適用於硝酸銨分析。

9. 硝酸銨鈣

硝酸銨鈣具已廢止CNS 11953 K3066方法，方法適用於硝酸銨鈣之肥料，且為已經廢止使用之方法，更多方法內容與資訊無法取得，未必適用於關注化學物質定量定性檢測分析。

10. 氯酸鈉

氯酸鈉具CNS 1957 K7458方法，方法適用於化學試藥，方法中定量指向CNS 1881 K7382，以過錳酸鉀滴定後再換算氯酸鈉含量。氯酸鈉預計管制之濃度為40%，依CNS 1957方法說明，方法可適用其濃度範圍分析。

11. 一氧化鉛、氧化鉛及硼砂

一氧化鉛、氧化鉛及硼砂依環檢所公告之NIEA T102.11C方法分析，該方法中表一化學物質定性及定量分析方法參考表列出一氧化鉛、氧化鉛及硼砂適用於本方法分析，方法說明定量適用之設備包括原子吸收光譜儀(Atomic Absorption Spectrophotometer, AA)、電感耦合電漿體質譜法(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS)等，分析方式為以元素的濃度換算化學物質的含量，將樣品消化後分析，再由AA或ICP-MS等檢測。消化液由檢量線求得元素之濃度(mg/L)，再換算化學物質含量(%），一氧化鉛、氧化鉛及硼砂預計管制之濃度皆為1%，評估T102方法所說明適用於分析預定管制之濃度範圍。

12. 硫氰酸鈉及硫化鈉

硫氰酸鈉及硫化鈉同樣依環檢所公告之NIEA T102.11C方法分析，該方法中表一化學物質定性及定量分析方法參考表列出硫氰酸鈉及硫化鈉適用於本方法分析，將樣品消化後分析，由AA或ICP-MS等進行檢測，消化液由檢量線求得元素之濃度(mg/L)，再換算化學物質含量(%);陰離子部分，由陰離子濃度換算化學物質含量，樣品經適當稀釋後分析，並由離子層析儀(Ion Chromatograph, IC)分析得溶液中待測離子之濃度(mg/L)，再換算化學物質含量。硫氰酸鈉及硫化鈉預計管制之濃度皆為1%，評估T102方法所說明適用於分析預定管制之濃度範圍。

13. 水楊酸及β-茶(萘)酚

水楊酸及β-茶(萘)酚依環檢所公告之NIEA T101.11C方法分析，該方法中表一化學物質定性及定量分析方法參考表列出水楊酸及β-茶(萘)酚適用於本方法分析，

方法說明定量適用之設備有液相層析儀/紫外線(Liquid Chromatograph UV Detector, LC-UV)、液相層析串聯質譜儀(Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry, LC-MS/MS)及液相層析高解析質譜儀(Liquid Chromatography High Resolution Mass Spectrometry, LC-HRMS)。水楊酸及 β -茶(萘)酚預計管制之濃度皆為1%，評估T101方法所說明適用於分析預定管制之濃度範圍。

二、有相關標準方法(家族式檢測)-2項

4. 過氯酸銨及過氯酸鈉

過氯酸銨及過氯酸鈉之分析建議參考USEPA的METHOD 6850或METHOD 6860，二方法皆分析過氯酸鹽，適用類型為水質或土壤。METHOD 6850之檢測設備為高效能液相層析儀(High Performance Liquid Chromatograph, HPLC)或液相層析串聯質譜儀(Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry, LC-MS/MS)，METHOD 6860檢測設備為IC，檢測方式為樣品直接或經過萃取後上機分析。過氯酸銨及過氯酸鈉預計管制之濃度為65%及40%，方法測定之量級為 $\mu\text{g/g}$ ，然方法測定過氯酸鹽，假設以單一化合物管制方式則會出現目前毒管法中檢測分析不足以因應行政支援問題，因此建議化學局未來針對此2項物質僅管制過氯酸鹽濃度。

表 3.2-1、20 項關注化學物質適用之檢測方法

類型	中文名稱	CAS No.	方法依據	方法編號	方法名稱	說明
事故預防化學物質	一氧化二氮(笑氣)	10024-97-2	NIEA	T104.10C	化學物質檢測方法——一氧化二氮定性分析法	—
食安疑慮化學物質	氟化氫	7664-39-3	NIEA	T102	化學物質檢測方法—無機類定性及定量分析法	—
爆裂先驅化學物質	硝基甲烷	75-52-5	NIOSH	METHOD 2527	NITROMETHANE	—
爆裂先驅化學物質	疊氮化鈉	26628-22-8	OSHA	Method ID-211	Sodium Azide and Hydrazoic Acid in Workplace Atmospheres	—
爆裂先驅化學物質	環六亞甲基四胺 (烏洛托品)	100-97-0	CNS 國家標準	5451 K1236	六亞甲四胺	—
爆裂先驅化學物質	硝酸鈣	10124-37-5	CNS 國家標準	1626 K7126	化學試藥（硝酸鈣）	方法已廢止，廢止日期 108 年 02 月 01 日
爆裂先驅化學物質	硝酸鉀	7757-79-1	CNS 國家標準	1894 K7395	化學試藥（硝酸鉀）	—
爆裂先驅化學物質	硝酸鈉	7631-99-4	CNS 國家標準	1971 K7472	化學試藥（硝酸鈉）	—
爆裂先驅化學物質	硝酸銨	6484-52-2	CNS 國家標準	998 K6081	化學試藥（硝酸銨）	—
爆裂先驅化學物質	硝酸銨鈣	15245-12-2	CNS 國家標準	11953 K3066	硝酸銨鈣	方法已廢止，廢止日期 76 年 09 月 17 日
爆裂先驅化學物質	過氯酸銨	7790-98-9	USEPA	METHOD 6850	PERCHLORATE IN WATER, SOILS AND SOLID WASTES USING HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY/ELECTROSPRAY IONIZATION /MASS SPECTROMETRY (HPLC/ESI/MS OR HPLC/ESI/MS/MS)	方法測過氯酸鹽，有相關標準方法（家族式檢測）
爆裂先驅化學物質	過氯酸鈉	7601-89-0		METHOD 6860	PERCHLORATE IN WATER, SOILS AND SOLID WASTES USING ION CHROMATOGRAPHY/ELECTROSPRAY IONIZATION/MASS SPECTROMETRY	
爆裂先驅化學物質	氯酸鈉	7775-09-9	CNS 國家標準	1957 K7458	化學試藥（氯酸鈉）	—
食安疑慮化學物質	一氧化鉛/鉛黃	1317-36-8	NIEA	T102	化學物質檢測方法—無機類定性及定量分析法	—
食安疑慮化學物質	氧化鉛	68411-78-9	NIEA	T102	化學物質檢測方法—無機類定性及定量分析法	—

類型	中文名稱	CAS No.	方法依據	方法編號	方法名稱	說明
食安疑慮化學物質	硼砂	1344-90-7	NIEA	T102	化學物質檢測方法－無機類定性及定量分析法	—
食安疑慮化學物質	硫氰酸鈉	540-72-7	NIEA	T102	化學物質檢測方法－無機類定性及定量分析法	—
食安疑慮化學物質	硫化鈉	1313-82-2	NIEA	T102	化學物質檢測方法－無機類定性及定量分析法	—
食安疑慮化學物質	水楊酸	69-72-7	NIEA	T101	化學物質檢測方法－有機類定性及定量分析法	—
食安疑慮化學物質	β-茶(萘)酚	135-19-3	NIEA	T101	化學物質檢測方法－有機類定性及定量分析法	—

3.3 國內無標準品卻運作之毒化物檢測因應機制

化學檢測上使用標準品來標定待測物濃度，故標準品其濃度必須具有可追溯性。以毒性及關注化學物質而言，其標準品可分為兩類型：

一、稀釋標準品

濃度多為 1% 以下，具有化學物質濃度的證明文件(Certificate of Analysis, COA)，此類標準品通路主要為實驗藥品供應商，並且檢測需求較大的化學品較容易取得稀釋標準品。有些供應商可以提供客製化標準品的服務，但費用較高。

二、高純度標準品（純樣）

濃度多為 % 等級以上，具有純度的證明文件，此類標準品通路可為實驗藥品供應商或化學原料供應商，但後者有些主要供應使用量大的工廠，最小販賣量體較大，不適合作為檢測實驗室的標準品來源。實驗室購買此類毒化物標準品，需先申請毒化物核可文件。

參考「毒物及化學物質檢測量能盤點與採樣檢測支援計畫」的盤點結果，近六年內國內皆有運作但無法自供應商取得標準品的毒化物有 15 種，本團隊更新資訊，排除石綿、1,2-二苯基聯胺、 α -苯氯乙銅、六氯酚、六甲基磷酸三胺、N-亞硝二乙胺、氧化三丁錫、氰化銅鈉、六溴環十二烷、氟及磷化氫等 11 種國內現已可買到標準品，仍有 4 種（清單如表 3.3-1 所示）無法取得，為開拓標準品取得管道以解決此困境，本計畫研擬潛在可行的因應機制有二，分別為(1)共同供應契約模式取得客製化標準品；(2)由運作端取得高純度標準品，其中客製化標準品因化學品貿易商無相關販售許可證，國外標準品製造商也沒有標準品可進行配製，評估為不可行，而由運作端取得高純度標準品之因應機制論述如后：

表 3.3-1、國內無法取得標準品卻運作之毒化物清單

項次	CAS No.	化合物名稱	項次	CAS No.	化合物名稱
1	74-90-8	氰化氫	3	4027-18-3,14275-57-1	順丁烯二酸三丁錫
2	1344-37-2	硫鉻酸鉛	4	7719-12-2	三氯化磷

本計畫執行運作事業體訪視工作時，逐一確認各廠家是否擁有此 4 項毒化物，並藉由訪視確認以下要素：濃度證明文件取得性、採樣可行性、販售適法性與廠家製程使用方式等，經廠家訪視資訊研析氰化氫、三氯化磷與順丁烯二酸三丁錫等 3

項無檢測必要性，因此取得標準品之需求相對低，相關訪視紀錄彙整於表 3.3-2。而，無檢測必要性之因素可分為為：(1)僅提供一種製程使用，製造後立刻經化學反應轉化成其他物質，譬如氰化氫為廠家製程中副產物，會經由特殊管線輸送至他廠的製程中作為反應物用罄；(2)保存不易，譬如三氯化磷：反應性高，接觸至水分即變成鹽酸氣體，不易保存，研判三氯化磷不容易殘留於產品、成品、半成品或環境介質中；(3)不具運作量，譬如順丁烯二酸三丁錫：唯一貿易廠商撤銷販售許可證，國內未來應不具使用量。

經上述結果評估，國內無法取得標準品卻運作之毒化物，同時又具有檢測需求者應只剩硫鉻酸鉛 1 項，目前已確定硫鉻酸鉛可經由運作事業廠家取得少量高純度標準品作為未來檢測分析使用。然而，雖已經確認可取得標準品，卻發現有些潛在問題，包括：

5. 廠家未必願意提供濃度證明文件

雖然本計畫已確認廠家可提供原物料作為標準品，但卻無法取得濃度證明文件(Certificate of Analysis, COA)，僅由安全資料表上的資訊得知其硫鉻酸鉛濃度為 90~95%，因濃度證明文件非毒管法規定運作事業場所須具備的文件之一，倘若產品品質、製程良率不受影響，是否有濃度證明文件可證明原物料之品質並非廠家關切重點。本期計畫未能如期自廠家取得 COA，也曾嘗試向上游貿易商索取，但貿易商卻以保密為由婉拒，未來如要將高純度樣品作為標準品闕如之主要因應機制，相關濃度證明文件之取得可能須仰賴公權力介入，譬如經由主管機關稽查時向貿易商索取。

6. COA 作為標準品濃度證明文件之可行性

依據「環境檢驗測定機構實驗室品質系統基本規範」，量測追溯性要求參考物質應儘可能追溯到國際標準量測單位，或追溯到已被驗證之參考物質。運作端取得之化學品倘若具備可追溯到國際標準濃度確認證明文件，則可作為標準品或參考物質。

國內化學物質製造商通常會自行抽驗產品品質如圖 3.3-1，然而相關檢驗報告是否具量測可追溯性，以符合濃度證明文件需求，目前仍未知。以目前國內環境用藥為例，亦僅有廠家提供檢驗報告，依據「環境用藥許可證申請核發作業準則」第

22 條規定，環境用藥藥效（效力）檢測、有效成分含量分析或物理化學性質檢測報告可由運作者提供，換言之，環境用藥廠家出具之有效成分含量分析可視為標準品濃度證明文件，然目前毒化物是否制定相關管理辦法可能尚需化學局與環檢所進一步共同研議。

表 3.3-2、國內四項有運作無標準品訪視研析表

氰化氫	
廠家製程/使用方式	廠家使用丙烯與氨氣(NH ₃)製造丙烯晴過程中會產生乙腈、氰化氫兩種副產物，氰化氫隨後會直接經由雙套管管線（外為不銹鋼、內加壓）輸送至甲基丙烯酸甲酯(MMA)廠，以作為製造 MMA 的原料。如後端 MMA 廠生產線未開放，則直接轉而輸送至高溫燃燒塔廢棄。
濃度證明文件	無。廠家從未測過氰化氫濃度，其濃度核可文件申請範圍係由國外廠商技轉時提供，其轉換效率高達 99 %。
採樣可行性	輸送管線未設置採樣點。
檢測必要性	低。
三氯化磷	
廠家製程/使用方式	廠家生產抗氧化劑，以三氯化磷作為其中之一的原料。三氯化磷常溫下為液體，當洩漏至空氣中，三氯化磷遇水會迅速產生鹽酸氣體，反應性極高，故評析三氯化磷應不存在於任何成品或產品。換言之，應無檢測之必要性。
濃度證明文件	有。
採樣可行性	三氯化磷桶槽運送時為氮封，廠家亦使用相同設備貯存該物質，未設置採樣點。
檢測必要性	低。
順丁烯二酸三丁錫	
廠家製程/使用方式	購入順丁烯二酸三丁錫為 25%，屬混合物。購入後少量添加(幾毫升)於製程中一同參與反應，以作為泡綿產品的抗菌劑。
濃度證明文件	無。上游廠家不願提供。
採樣可行性	目前國內僅存一家廠商使用順丁烯二酸三丁錫，現有存量為 18 公斤，由於上游已註銷販賣許可證，故使用廠家已更換溶劑。
檢測必要性	低。國內未來應無使用量。
硫鉻酸鉛	
廠家製程/使用方式	使用於造漆業，硫鉻酸鉛為其中之一的組成分，添加入進行物理混拌。
濃度證明文件	無，上游廠家（大陸）不願提供，僅提供濃度範圍，譬如 70~100 %予廠家申請運作核可文件。於物理混拌製程中，不影響終端產品的品質，因此廠家未進一步確認其濃度。
採樣可行性	確認可獲得高純度標準品。
檢測必要性	如有必要，得採集標準品進行 XRD、六價鉻等分析方法建置。主要係以靠組成分的配比控制其終端產品毒化物含量小於管制，業者同時表明鉻化物產品屬毒性及關注化學物質管理法六條一的排除事項，但偶爾會應客戶需求，委外檢測產品組成分含量。

檢驗報告(Certificate of Analysis)

發出日期(Date Issued): 06/09/2020 採樣日期(Date Received): 06/09/2020

樣品來源(Source of Sample): T254B 報告編號(Report No.): NBAL0013

樣品名稱(Name of Sample): n-Butyraldehyde 樣品批號(Sample No.): NBAL1090609

檢驗項目(Analysis Item)	檢驗結果(Result of Test)
純度(Purity), 99.00 wt% min.	99.91 %
異丁醛(i-Butyraldehyde), 0.10 wt% max.	0.06 %
正丁酸(n-Butyric acid), NIL wt%	0.00 %
丁醇(Butanol), 0.50 wt% max.	0.00 %
重沸物(Heavies), 0.50 wt% max.	0.01 %
水份(Water), NIL wt%	0.02 %

主 管:

(Approved by)

審 核:

(Checked by)

檢驗者:

(Tested by)

版次:第 1 版 修改日期:95.03.08

圖 3.3-1、廠家出具之檢驗報告示範（部分資訊個資保護）

3.4 國外環境分析品質系統與實務研析

蒐集並評析國際上化學物質管理之法規與檢測管理要求，並與環境品質檢測系統比較，進而提供我國毒管法執法與檢測量能建置之因應策略建議。

3.4.1 國外化學品試驗與檢測管理系統探討

我國毒性及關注化學物質管理法自 108 年修正公告後，除了管理毒性化學物質之運作外，亦將於未來提出關注化學物質清單並進行控管。根據毒管法第 11 條、第 24 條「主管機關得依管理需要，公告物質之管制濃度及分及運作量」及第 44 條「毒性化學物質、關注化學物質及其他應登錄化學物質檢測之方法及品質管制事項，由中央主管機關公告之」，可知執法上有化學物質濃度檢測和公告檢測方法與檢測品質規範之需求。

有鑑於檢測需求市場與法規息息相關，本計畫擬針對國際上已進行化學物質管理之國家或組織，蒐集其管理化學物質之相關法規，進而研析其中之檢測需求、檢測規範與其現有之檢測管理體制，並與其環境品質系統比較，再依國內現有之規範與相關體制，研提合適的具體因應策略與建議。

國際上對於化學物質之管理最早可溯及日本及美國所頒布的《化學物質審查及製造管理法(Act on the Regulation of Manufacture and Evaluation of Chemical Substances)》與《毒性物質管理法(Toxic Substances Control Act, TSCA)》，隨後，歷經「環境發展里約宣言」、「約翰尼斯堡行動計畫」、數次「國際化學物質管理大會(International Conference on Chemicals Management, ICCM)」以及「杜拜宣言」所通過的「國際化學物質管理策略方針(The Strategic Approach to International Chemical Management, SAICM)」，各國及國際組織紛紛推動化學物質管理相關法規(楊及謝，民 103；環保署，民 107)，以下茲就歐盟及主要國家（美國、日本及韓國）簡述其在化學物質管理上之檢測需求與分析品質之規範，並將其與該國之環境檢測管理體制進行比較。

一、歐盟—REACH

歐盟在 2007 年推出《化學品登錄、評估、授權及限制規章(Registration,

Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals, REACH)》，目的在於保護人類健康和環境、保持和提高歐盟化學工業的競爭力、增加透明度和提高消費者意識、促進非動物試驗以及與歐盟在 WTO 的國際義務保持一致，由歐洲化學總署(European Chemicals Agency, ECHA)負責管理，主要係針對成品所含之化學物質進行管理，但管理範疇不包含醫用品、獸醫用品、食品、化妝品及聚合物等。此規章要求(1)成品中含化學物質總計超過每年 1 噸，且正常合理使用下預期釋放，則該成品的製造或進口商必須註冊(Registration)該物質；(2)任何成品中含有高度關切物質(Substances of Very High Concern, SVHC)，其含量大於等於 0.1% (w/w)且年使用量超過 1 噸以上時，須向歐洲化學總署通報(Notification) (REACH 第 7 條)，除非製造商或進口商能證明該物質使用時不會造成人體暴露或環境暴露(Regulation (EC) No 1907/2006)。由於 REACH 要求廠商進行化學物質註冊或通報時須提交該物質之試驗或分析資料，以利針對該物質進行風險評估，或確認商品中之 SVHC 含量以及其含量未違反 REACH 附件 17 之限制濃度閾值，因此，REACH 第 13 條第 3 項及第 4 項規定，生態毒理學和毒理學試驗以及其他分析所採用之方法可以是委員會規章(Commission Regulation)中規定的試驗方法或委員會認可的其他國際試驗方法，且執行這些試驗和分析應遵循 Directive 2004/10/EC 中規定的「優良實驗室操作(Good Laboratory Practice, GLP)」原則或委員會認為等同的其他國際標準及 Directive 86/609/EEC (如果適用)，以確保數據品質。在此主要是採納經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)所制定之 GLP 規範以及化學物質試驗指引(Guidelines for the Testing of Chemicals)或其他符合 GLP 原則所實施的分析方法(ECHA, 2020)。

二、美國—TSCA、EPCRA-TRI、FIFRA

美國自 1977 年推動《毒性物質管理法(Toxic Substances Control Act, TSCA)》，並於 2016 年提出 TSCA 修正案《化學品 21 世紀法案(Frank R. Lautenberg Chemical Safety for the 21st Century Act, LCSA)》，收錄在《美國法典(Code of Laws of the United States of America)》，由美國環保署主管。TSCA 主要針對境內化學品的製造、使用、運輸及廢棄等生命週期各階段進行管理，目的在於避免化學物質之製造、調配、銷售、使用或廢棄時，對人體及環境造成不合理之風險，但管理範疇不包含食物、藥

物、化妝品及殺蟲劑(15 U.S.C. §2601 et seq., 1976)。化學製造商或進口商須依 TSCA 之要求，針對化學物質進行試驗(testing)、報告提交及紀錄保存，以供環保署進行化學物質之風險評估。在執法方面，美國各州及環保署則透過全面性的 TSCA 合法性監測計畫(TSCA Compliance Monitoring Program)確認廠商是否符合 TSCA 之規範(USEPA, 2019)。為確保廠商所提交給環保署的試驗數據與資料品質，執行化學物質試驗之實驗室須符合「優良實驗室操作標準(Good Laboratory Practices Standards, GLPS)」，GLPS 中提及如何管理試驗機構，包含撰寫試驗方法之程序(Protocol)、人員配置與管理、設施/設備與參考物質之管理等，並由美國環保署進行訪視審查。有關化學物質試驗的指引，通常頒布在《聯邦規則(Code of Federal Regulations, CFR)》第 40 章第 799 部分(USEPA, 2017)。此外，根據《Index to EPA Test Methods》(Nelson, P., 2003)，EPA 有部分標準方法適用於 TSCA，如 Method 0810-Method 0885。

另一方面，美國在 1986 年通過了《緊急計畫及社區知情權法案(Emergency Planning and Community Right-to-Know Act, EPCRA)》，以應對有毒化學品的儲存和處理所造成的環境和安全危害的擔憂(USEPA, 2020)。EPCRA 的第 313 節為《有毒化學品釋放清單(Toxics Release Inventory, TRI)》(42 U.S.C. § 11023 Section 313)，由美國環保署執行 TRI 計畫(Toxics Release Inventory Program)，要求運作有毒物質之事業(Facilities)每年必須針對超過運作量閾值的每一種有毒物質提交一份排放清單。TRI 計畫所涵蓋之有毒物質包含(1)具致癌性或其他對人類健康具慢性影響者、(2)具嚴重的急性健康危害者、(3)對環境具有重大不利影響者，目前共包含 33 種化學物質類別及 755 種化學物質(USEPA, 2020)，表 3.4-1 為 TRI 有毒物質清單之節錄，其訂有最小濃度(De Minimis Level)及運作量閾值(Threshold)，當事業單位運作之有毒物質超過運作量閾值時，則須提報該項毒化物之釋放量。運作量閾值之計算牽涉到化學原料中有毒物質之濃度及原料之運作量，一般來說，事業單位僅須透過物質安全資料表或製造商所提供的濃度或濃度範圍進行該項化學物質運作量之計算即可，毋須特別針對原物料進行化學物質之濃度檢測。對於事業單位所提交的數據，則由環保署的 TRI 計畫進行數據品質之審查，環保署會於當年的報告提交期限之後及下一年度的春季分別執行「國家分析數據品質電訪(National Analysis Data

Quality Calls)」和「臨時數據品質電訪(Ad Hoc Data Quality Calls)」與一些事業單位聯繫，以驗證其所提交之數據正確性。當事業單位未提交報告或報告中有嚴重之數據品質問題時，環保署可能會採取執法行動(USEPA, 2020)。

表 3.4-1、美國 TRI 管理之有毒物質清單（節錄）

◆ CAS Number	◆ Chemical Name	◆ <i>de minimis</i> Limit %	◆ M,P/OU (lb)
71751-41-2	Abamectin [Avermectin B1]	1	25,000/10,000
30560-19-1	Acephate (Acetylphosphorothioic acid O,S-dimethyl ester)	1	25,000/10,000
75-07-0	Acetaldehyde	0.1	25,000/10,000
60-35-5	Acetamide	0.1	25,000/10,000
75-05-8	Acetonitrile	1	25,000/10,000
98-86-2	Acetophenone	1	25,000/10,000
53-96-3	2-Acetylaminofluorene	0.1	25,000/10,000
62476-59-9	Acifluorfen, sodium salt [5-(2-Chloro-4-(trifluoromethyl)phenoxy)-2-nitrobenzoic acid, sodium salt]	1	25,000/10,000
107-02-8	Acrolein	1	25,000/10,000
79-06-1	Acrylamide	0.1	25,000/10,000
79-10-7	Acrylic acid	1	25,000/10,000
107-13-1	Acrylonitrile	0.1	25,000/10,000

註：(1)持久性生物累積毒性物質(Persistent Bioaccumulative Toxic, PBT)無最小濃度(*de minimis* levels)。(2)「M,P/OU (lb)」分別代表製造商或處理商(Manufacturing or Processing, M/P)以及其他運作方式的活動閾值(activity thresholds) for manufacturing or processing (Otherwise Use, OU)，單位為 lb。

資料來源：USEPA. (2020). Combined List of Individually-Listed Chemicals and Chemical Categories Subject to EPCRA Section 313. https://ofmpub.epa.gov/apex/guideme_ext/f?p=guideme:rfi:::rft:table_ii_2.

美國現行的「聯邦殺蟲劑、殺菌劑和滅鼠劑法」(Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act, FIFRA)係 1947 年由國會通過修改「聯邦殺蟲劑法」(Federal Insecticide Act, FIA)而來，建立了美國基本的農藥管理體系，以保護施藥者、消費者和環境，由美國環保署和各州適當的環境保護機構進行管理和監管。根據此法規，在美國生產及使用的農藥必須進行註冊，並經過一段時間收集相關數據，以確定其預定用途的有效性、適當的劑量以及特定材料的危害，且必須證明農藥活性成分、農藥產品或擬議的註冊農藥新用途不會對人類健康和環境造成不合理的不利影響(Schierow and Esworthy, 2012)，並提供標籤以便說明使用方式。為了執行 FIFRA，美國環保署的執法與合規確認辦公室(Office of Enforcement and Compliance Assurance, OECA)會透過合規性監測策略(Compliance Monitoring Strategy, CMS)來進行生產場所稽查(inspection)、進口稽查、使用稽查、認證施藥者稽查(Certified

Applicator Inspections)、限制使用農藥之經銷商稽查、市場稽查以及優良實驗室規範(GLP)稽查和數據審核(USEPA, 2015)，因此，在 FIFRA 下，提交給環保署的測試數據亦須由符合 GLP 之實驗室產出。

三、日本—CSCL

日本於 1973 年頒布《化學物質審查及製造管理法(Act on the Regulation of Manufacture and Evaluation of Chemical Substances)》(Act No. 117, 1973)，簡稱為 CSCL(Cheical Substance Control Law)或化審法，是世界上第一部管控化學物質風險的法規，化審法對日本境內生產或進口的工業化學品進行風險管理，由日本厚生勞動省(Ministry of Health, Labour and Welfare, MHLW)、環境省(Ministry of the Environment, MOE)、經濟產業省(Ministry of Economy, Trade and Industry, METI)三個部門共同監管。由於日本也是 OECD 的成員國之一，有關新化學物質之物化及生物毒理試驗，CSCL 亦採用 OECD 的測試指引以及 GLP 規範，要求執行試驗之設施均須符合 GLP，並由隸屬於國家技術與評估研究所(National Institute of Technology and Evaluation, NITE)的化學管理中心(Cheical Management Center)進行查核，以確保試驗的可靠性與國際相容性(NITE, 2020)。

四、韓國—Korea-REACH

韓國為保護人體健康和環境安全，根據歐盟 REACH 法規框架制定《化學品註冊評估法(Act on Registration and Evaluation of Chemicals, ARECs)》，又稱為 Korea-REACH，其管理制度亦包含化學物質之註冊、風險評估、授權和限制，由環境部主管，於 2015 年正式實施。ARECs 不適用於已有其他法律規範物質，如藥品、農藥。對於註冊化學物質所需提交的測試資料，ARECs 第 14 條規定，執行測試之機構應為環境部指定之研究機構或經確認符合 OECD 的 GLP 規範之國外實驗室，此外，此二者須同時符合環境部條例之規範(Act No.15844, 2018)。

3.4.2 國外環境品質管理系統

為了因應環境保護政策，各國紛紛立有環境保護或環境衛生之相關法規，更針對不同環境介質（如：空氣、地表水、地下水或土壤等）制定相關污染防治法，並

訂定相關的濃度標準。在執法上，各國之環境主管機關也都訂有一套品質管理系統，以確保數據之品質。以下針對德國（歐盟成員國）、美國、日本及韓國，分別簡述其環境品質之檢測需求、管理體系及是否訂有標準分析方法。

一、德國

德國在環境保護方面訂有《聯邦土壤保護法(BBodSchG)》，針對此母法另訂有《聯邦土壤保護和受污染場地條例(BBodSchV)》，該條例第二部分提及對可疑區域及疑似受污染區域進行調查與評估之要求，並於附錄 1 說明其對於採樣、分析和品質保證的細節。由附錄 1 可知，德國對於土壤之檢測需求包含土壤之理化特性（pH、粒徑）以及重金屬、氰化物、有機污染物等濃度檢測，且依不同檢測項目訂有相關檢測方法，檢測方法皆收錄在德國標準化學會（Deutsches Institut für Normung e.V., DIN）的標準方法中，而檢測實驗室則須向德國國家認證機構（Deutsche Akkreditierungsstelle, DAkkS）取得認可。

二、美國

美國的聯邦超級基金法案(Federal Superfund Law)於 1980 年正式稱為《全面性環境對策、賠償及責任法案(Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act, CERCLA)》，並於 1986 年推出修正法案《超級基金修訂和再授權法(Superfund Admendments and Reauthorization Act, SARA)》，旨在調查和清理被有害物質污染的場址(42 U.S.C. § 9601 et seq.)，由美國環保署主管。為了支援法案的執法與超級基金場址的樣品檢測，美國環保署的國家計畫辦公室(National Program Office, NPO)建立合約實驗室計畫，此計畫係由環保署成員、商業實驗室與承包商所組成的全國性網絡，其主要功能在於以大量且性價比高為基礎，提供最先進且已知品質的分析服務以及有法律根據的分析數據。合約實驗室分析之樣品主要係環境樣品，例行性的分析服務分為有機分析及無機分析，依樣品基質與分析物濃度則可再區分成水中低濃度、空氣中低濃度，以及多介質與多種濃度和高濃度等四大類。而合約實驗室所使用的分析方法則係根據環保署所開發及核准之方法(USEPA, 1991)。

此外，為了確認飲用水水質符合《安全飲用水法案(Safe Drinking Water Act,

SDWA)》以及《國家主要飲用水條例(National Primary Drinking Water Regulations, NPDWR)》的要求，NPDWR 規定水質之監測與分析須由環保署或各州所認證之實驗室實施，並制定了認證實驗室的規範(USEPA, 2005)。認證實驗室必須採用飲用水法規所指定的檢測方法，或經過 EPA 替代測試方法程序(Alternate Test Procedure)認可之方法。

三、日本

日本則訂有《環境基本法(Basic Environment Law)》，由環境省主管，其針對土壤、水質及空氣等不同環境介質之污染防治訂有相關法規及管制標準，例如《土壤污染對策法(Soil Contamination Countermeasures Law)》，其管制項目主要係包含重金屬與有機污染物，針對不同基質及管制項目檢測方法由日本工業標準委員會(Japanese Industrial Standards Committee, JISC)制定，並收錄在日本工業標準方法(Japanese Industrial Standards, JIS)之 K 類，而樣品之檢測須透過 NITE、日本認可委員會(Japan Accreditation Board, JAB)所認證之實驗室進行。

四、韓國

韓國環境部訂有《環境衛生法 (환경보건법)》，其目的在於藉由調查、監測及辨識環境污染和有害化學物質對人體健康及生態系統的影響和危害，並藉由制定相關措施保護人體健康及生態系統。在執法上，針對各種環境基質（土壤、水質和空氣等）之檢測訂有《環境領域試驗檢查法 (환경분야 시험·검사 등에 관한 법률)》，檢測項目包含重金屬與各類有機化合物，並由國韓國國家環境研究所(National Institute Of Environmental Research, NIER)公告標準檢測方法，檢測機構之管理亦由 NIER 負責。

3.4.3 國外化學品與環境品質管理系統綜合評析

國外對於化學品及環境品質之管理資訊已分別彙整於表 3.4-2 及表 3.4-3。在化學品管理方面，由各國對於化學品管理之法規，可看出各國對於化學品之管理皆著重於風險管理，僅有少數條文提及化學物質之濃度，因此，可分為風險管理及濃

度管理兩大區塊來探討。

1. 風險管理面：

化學品之實驗需求主要係偏重在物化性質及毒理方面之試驗，由於試驗之範圍及項目廣泛而無法逐步訂定標準方法之詳細步驟，故國際上大多參考 OECD 之化學品試驗指引(Guidelines for the Testing of Chemicals)，美國則是在環保署測試方法(EPA Test Methods)中訂有相關的試驗方法（方法編號為 M0810-M0885），再以優良實驗室操作(GLP)進行實驗室之品質管理。

2. 濃度管理面：

國外僅針對達一定濃度及運作量之化學物質（例如聚合物、高度）或成品訂有須註冊或通知之濃度，或是針對危險物質、製劑和物品訂有限制使用或販售之濃度(REACH 附件 17)，其餘條文則未見訂有濃度標準。有關註冊或通知所規定之濃度，並未見其濃度認定之依據。對於限制使用及販售之化學物質濃度檢測，僅歐盟於 REACH 第 13 條及第 14 條提到「其他分析」所採用之方法可以是委員會規章中規定的試驗方法或委員會認可的其他國際試驗方法，並由符合 GLP 之實驗室進行；另外，歐盟曾評估過各國對於 REACH 附件 17 所採用的檢測方法在國際上的通用性，評估項目包含適用性、檢測極限、回收率、再現性和測量不確定度等，但目前該評估報告僅供歐洲化學總署參考，尚未成為化學品管理的標準檢測方法(European Chemicals Agency, 2016)，其餘各國則未有化學品濃度檢測之相關資訊。從法規上雖可看出部分國家在執法上有稽核採樣需求，但其實際稽核內容是否涉及濃度之檢測目前尚無法得知。

在環境品質方面，各國針對不同環境基質（空氣、水、土壤等）皆訂有品質標準，因此，在實驗方面著重於污染物的濃度檢測。由於環境品質標準所列管之項目有限、項目不多，且可依環境基質和污染物特性區分檢測所採用之前處理方法和分析儀器，因此各國對於不同環境基質及其關切之污染物訂有標準檢測方法，並規定樣品檢測須經由指定機構認證之實驗室執行，經認證之實驗室依據標準檢測方法逐步執行樣品之採集、運送保存、前處理及分析，即可產出具有一定品質保證之檢測數據。

表 3.4-2、國外化學品檢測試驗需求與實驗室管理體系彙整表

國家/組織	法規	管制項目/樣品類別	試驗/檢測需求	主管機關	實驗室管理體系	標準或建議參考方法	實驗室查詢管道
歐盟	REACH	化學物質/物質、混合物、成品	◦ 風險評估之物化及毒理試驗 ◦ 達一定重量及濃度之物質須註冊或通報(§ 6、7)：2%以上且 1 噸/年以上的聚合物；含有 0.1%以上 SVHC 且總量超過 1 噸之產品。 ◦ 製劑所含物質的濃度低於規定者，則無需對其進行化學安全評估(§ 14)	歐盟化學總署	GLP	OECD 之 Guidelines for the Testing of Chemicals	歐盟網站有公告各國 GLP 實驗室清單
美國	TSCA	有毒物質	◦ 風險評估之物化及毒理試驗 ◦ 未以濃度作為管理依據，稽核方面可能會採集樣品	環保署	GLP	EPA Test Methods 中的 M810-M885	環保署網站有公告完成 GLP 實驗室稽查之清單
	FIFRA	殺蟲劑	◦ 雖然須提供殺蟲劑成分，但以理論成分提供即可(§ 158.320) ◦ 預定用途的有效性、適當的劑量以及物化及毒理特性等試驗評估		GLP		
	EPCRA-TRI	有毒化學品	◦ 無		-	無	無
日本	CSCL	化學物質	◦ 風險評估之物化及毒理試驗 ◦ 未以濃度作為管理依據，但稽核方面會採集樣品	厚生勞動省 環境省 經濟產業省	GLP	訂有新化學物質的測試方法（新規化学物質等に係る試験の方法について）	由各省提供不同試驗之 GLP 實驗室清單
韓國	Korea-REACH	化學物質/物質、混合物、成品	◦ 風險評估之物化及毒理試驗 ◦ 成品中，受嚴格控管之物質超過 0.1%，且每年總量超過 1 噸時應通報。(§ 32)	環境部	GLP	OECD 之 Guidelines for the Testing of Chemicals	環境部有公告 GLP 實驗室清單

表 3.4-3、國外環境檢測需求與檢測機構管理體系彙整表

國家	法規	樣品類別	檢測需求	主管機關	檢測機構 管理體系	標準或建議 參考方法	檢測機構 查詢管道
德國	聯邦土壤 保護和受 污染場地 條例	土壤	土壤之理化特性（pH、粒 徑）、重金屬、氰化物、有機 污染物之濃度檢測	環境署 (Umweltbundesamt - UBA)	德國國家認證機構 (Deutsche Akkreditierungsstelle, DAkkS)認可的測試 實驗室	皆收錄在德國標準化學會 (Deutsches Institut für Normung e.V.，縮寫：DIN) 的標準方法中，可參考聯邦 土壤保護和污染場所條例 附錄 1	可至 DAkkS 認可機構之 網站查詢
美國	CERCLA SARA	環境樣品	超級基金場址環境基質樣品 檢測	環保署	CLP	EPA Test Methods 中各類環 境基質檢測方法	依地區聯絡 主負責人
	SDWA NPDWR	飲用水	飲用水水質標準檢測需求		認證實驗室 (Certification of Laboratories)	EPA Test Methods 中有關飲 用水之檢測方法	由各州政府 提供認證實 驗室清單
日本	環境基本 法	土壤 水質 空氣	重金屬、有機污染物之濃度 檢測等	環境省	NITE、JAB (Japan Accreditation Board) 所認證之實驗室	JISC 所制定之標準方法	公告於 NITE 網站
韓國	環境領域 試驗檢查 法	土壤 水質 空氣	重金屬、有機污染物之濃度 檢測等	環境部	韓國國家環境研究 所(National Institute Of Environmental Research ,NIER)指定 之檢測機構	國家環境科學技術局所公 告之標準方法	公告於 NIER 網站

3.4.4 國內因應策略建議

我國在環境品質領域之作法與國際相同，皆有訂定標準方法並由認證之檢測機構執行樣品檢測。在化學品的管理上，我國對於列管之毒性化學物質皆訂有管制濃度，未來對於關注化學物質之管理亦將設有管制濃度，再加上國內化學物質之主管機關隸屬於環保署，因此，環檢所到目前為止已針對毒化物公告不少標準檢測方法，近兩年更公告修訂《化學物質檢測方法－無機類定性及定量分析法(NIEA T102.11C)》方法，此公告方法比照國外優良實驗室操作規範(Good Laboratory Practice, GLP)策略提供彈性認證的精神，檢驗室若可提出經七、步驟之定性、定量分析確認及符合九、品質管制之檢驗數據，方能提送認證申請。有鑑於各國國情不同以及考量國內目前的發展趨勢，依本國檢測要求與認證系統維持，建議以下事項：

- 一、修訂 NIEA T101.11C 方法：公告方法 NIEA T102.11C 之適用範圍內容與過往公告方法大為不同，過往公告方法適用範圍未明列者，需經環檢所驗證準則逐一驗證其方法適用性，但 NIEA 102.11C 之適用範圍描述更符合彈性認證精神，惟目前化學物質檢測方法－有機類定性及定量分析法(NIEA T101.11C)之適用範圍，仍為“經確認”詞彙，為避免解讀上之模糊空間使檢測認證受阻，建議化學局再明確地向環檢所提出化學物質檢測需求，以利促進公告方法 NIEA T101.11C 修訂。
- 二、認證申請原則調整：環檢所目前公告之 NIEA T101.11C 及 NIEA T102.11C 具有 GLP 之彈性認證精神。然環檢所目前的現行作法為，當某一公告方法內適用範圍明述特定毒性化學物質，環檢機構則優先以該公告方法進行特定毒性化學物質認證申請，而非 NIEA T101 或 NIEA T102，為快速拓展國內化學物質之檢測量能，期未來環檢所可調整該申請原則。
- 三、評估廠家自主申報之可行性：透過主管機關不定時稽查採集樣品（建議可以多種化學物質之混合物為稽核標的），再經由環保署認證之檢測機構進行濃度分析，將濃度分析結果與申報系統上所申報之濃度進行比對，以確認未來廠家自主申報之可行性；除外，更能經由樣品送檢，進一步維持毒化物類別環檢測定機構檢測業務。

第四章 未知物採樣與檢測流程

【章節摘要】本章節以法規列管化學物質作為未知物的範疇，建立未知物的採樣與檢測流程，並產出指導手冊。

4.1 化學物質採樣

主管機關進行化學物質採樣時，通常都有預設標的。然而，實際採樣的化學物質未必是標的化學物質，譬如不法情事存在時。此間差異最攸關的是採樣安全性的決定，包括採樣人員安全性防護、採樣工具材質、樣品盛裝容器材質等。為合理運用採樣資源，本手冊採樣工作流程規劃係以標的化學物質為出發點，現場作業時輔以環境量測與判斷，調整採樣安全性因應。

化學物質採樣的規劃大致可分為四階段，分別為化學物質特性與採樣安全性辨識、採樣方法與工具選擇、採樣計劃、樣品保存及運送等四大階段。

4.1.1 化學物質特性與採樣安全性辨識

考量毒性及關注化學物質採樣場所為運作廠家為主，因此可依據以下三個階段選擇最合適之防護具，完整流程圖詳圖 4.1-1，包括：

第一階段：接近採樣現場時，採樣人員目視判定現場是否有立即性危害

第二階段：確認無立即性危害，依安全資料表上物化特性選取合宜個人防護具

第三階段：抵達採樣現場，抵達採樣現場，輔以環境監測結果隨時調整個人防護具

以下針對此三階段個人防護具選用與調整流程說明。

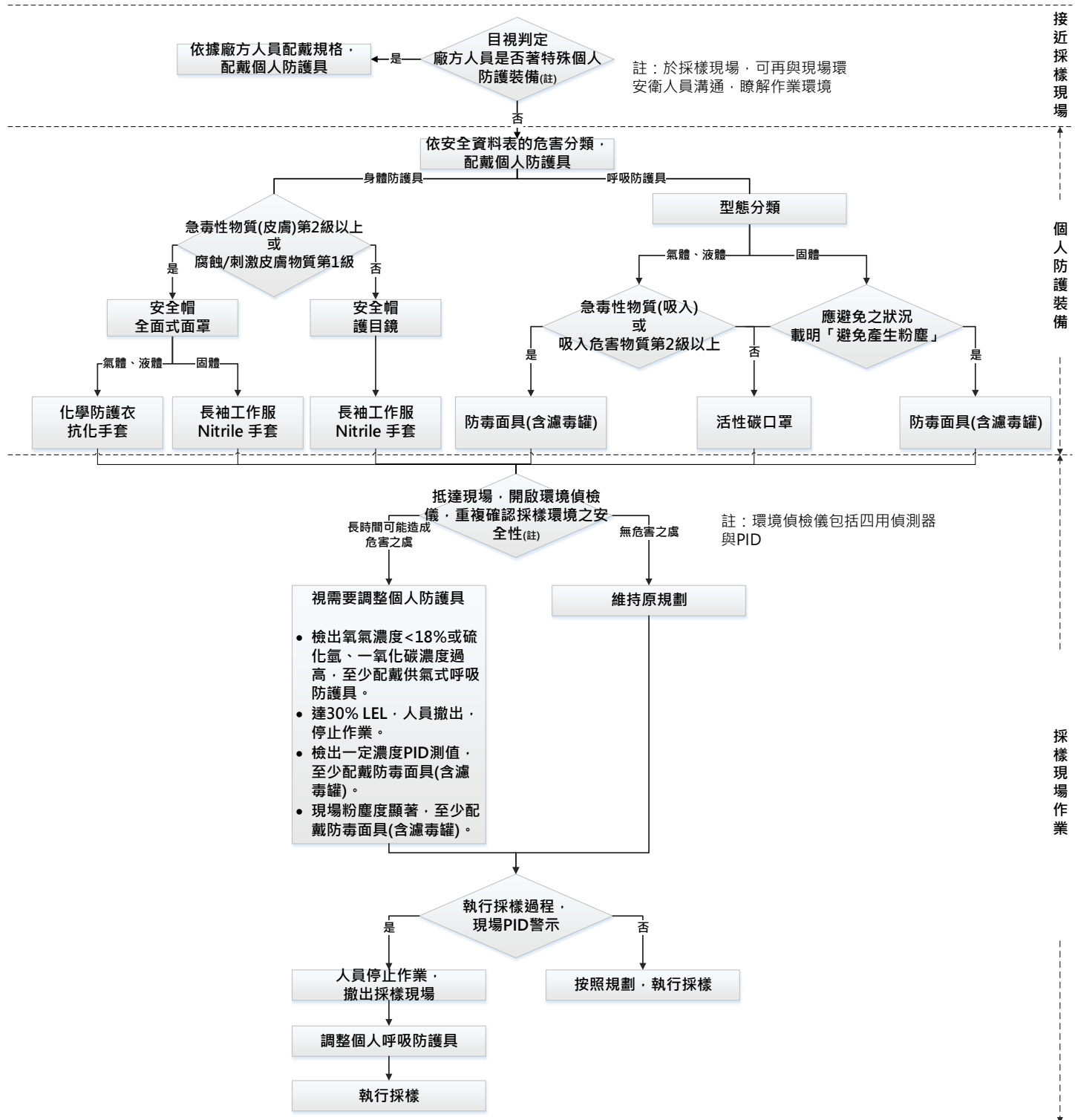


圖 4.1-1、防護具選用與調整流程圖

第一階段：接近採樣現場，採樣人員目視判定現場是否有立即性危害

以目前公私場所之採樣情境而言，主管機關接近查核現場應可先透過廠方人員是否穿著特殊個人防護具或其它環境異狀，先行辨識採樣現場是否有立即性危害，確認無人員立即性危害，再依查核目的與採樣規劃執行採樣作業。

第二階段：確認無立即性危害，依安全資料表上物化特性選取合宜個人防護具

為能選擇適當的採樣人員安全防護、挑選安全的採樣器具與盛裝容器，在規劃採樣之前，應對採集的化學物質特性有適當的瞭解。這些資訊通常可經由安全資料表(Safety data sheet, SDS)取得。行政院環境保護署毒物及化學物質局之毒災防救管理資訊系統(<https://toxicdms.epa.gov.tw/Chm>)提供所有列管毒性化學物質之安全資料表，不限但務必留意的資訊如下：

1. 危害辨識資料：安全資料表中第二項為危害辨識資料，資訊包括化學品危害分類、標示內容與其它危害等。其中，化學品危害分類乃依據化學品全球調和制度(Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS)將化學品依據其健康、環境及物理性危害進行分類分級，依此分級可初步判定化學物質採樣個人防護具之選用。
2. 急救措施：安全資料表中第四項為急救措施，資訊包括不同暴露途徑之急救方法、最重要症狀及危害反應、對急救人員之防護、對醫師之指示等。即使危害性發生機率不高，現場工作人員仍應對危害發生時的急救與因應有所準備。
3. 物理及化學性質：安全資料表中第九項為物理及化學性質，資訊包含 15 種化學物質之物化特性。其中，沸點、熔點等特性可用以判斷該化學物質於常溫狀態下為固態、液態或氣態，有助於決定採樣方法；爆炸界限之容許範圍可作為現場環境測定時可燃性氣體濃度警示值的設定依據。
4. 安定性及反應性：安全資料表中第十項為安定性及反應性，資訊包括安定性、特殊狀況下可能之危害反應、應避免之狀況、應避免之物質與危害分解物等。反應特性攸關採樣工具、盛裝容器的材質等的選擇。

根據蒐集的化學物質特性，可決定採樣人員安全性防護、採樣工具材質、樣品

盛裝容器材質等採樣安全性內容，其中採樣人員的安全防護又分為呼吸防護與身體防護。

一、安全性防護-呼吸防護

於規劃階段，呼吸防護的選擇應考量化學物質的危害性，此資訊乃參考安全資料表。化學物質的危害性依其在常溫下的狀態而有考量上的差異。固體主要的危害是粉塵吸入，若安全資料表中安定性及反應性的特性描述提到應避免粉塵，則宜佩戴防毒面具；液體與氣體兩者主要的危害是危害性氣體的吸入，尤其是液體之吸入性危害容易受到忽視，實際上許多有害之液態化學物質本身具揮發性（如三氯乙烯等揮發性有機物），倘若安全資料表中危害辨識資料的化學品危害分類顯示為急毒性物質（吸入）第 2 級以上或吸入性危害物質第 1 級，其危害警告訊息分別代表吸入致命或該物質進入呼吸道可能致命，則宜佩戴防毒面具。否則，僅須佩戴活性碳口罩做簡易的呼吸防護即可。

二、安全性防護-身體防護

身體防護分為臉部與臉部以外皮膚的防護，以隔絕化學物質的接觸性危害為主：

(一) 臉部防護

倘若危害辨識資料的化學品危害分類顯示為急毒性物質（皮膚）第 2 級以上或腐蝕/刺激皮膚物質第 1 級，其危害警告訊息分別代表皮膚接觸致命或該物質可能造成嚴重皮膚灼傷和眼睛損傷，應提升臉部防護為全面式面罩，以避免蒸氣、液體噴濺、固體粉塵或偶發性顆粒揚起造成的臉部接觸危害。否則，配戴護目鏡即可。

(二) 臉部以外皮膚的防護

由於氣體與液體愈具有高滲透性，可能穿過一般的工作服而接觸皮膚，因此，對於前述接觸性危害較高的化學物質，除了提升臉部防護之外，應同時提升臉部以外皮膚的防護為化學防護衣，手套也提升為抗化手套。至於固體，一般的工作服與手套已具備隔離效果，惟一旦不慎沾到，應有適當除污程序，如丟棄或妥善清潔。

第三階段：抵達採樣現場，輔以環境監測結果隨時調整個人防護具

雖已透過目視判定現場無立即性危害，但為重複確認採樣人員之作業安全性，進入採樣場所，應立即目視現場粉塵狀況，並執行現場環境偵檢，現場環境偵檢項

目建議至少應包括一氧化碳、氧氣、可燃性氣體、和揮發性有機物偵檢器（如光離子化偵檢器(Photoionization Detector, PIDs)或火焰離子化偵檢器(Flame Ionization Detectors, FID)），如檢出些微缺氧、有害物濃度瀕臨警戒值等情形應視需要先行調整個人防護具，再執行採樣工作；如無，按照規劃執行採樣作業。

執行採樣全程均須以 PID 執行偵檢有害物濃度，同樣地，如出現 PID 警示人員先撤出採樣現場，調整防護裝備後再完成採樣；如 PID 無警示，人員完成採樣作業離開現場。以下針對各項環境偵檢與防護具調整原則說明如下：

- (1) 現場有粉塵疑慮時，無論該粉塵為何，應至少配戴防毒面具。
- (2) 依「職業安全衛生法」第 12 條，現場若檢出一氧化碳濃度超過「勞工作業場所容許暴露標準」，應至少配戴供氣式呼吸防護具。否則，吸入可能會導致採樣人員失去意識，
- (3) 自然界氧氣濃度約為 20.9%，依「職業安全衛生法」第 6 條所訂定之「缺氧症預防規則」，現場空氣中氧氣濃度未滿 18%屬缺氧；再依「侷限空間作業危害預防要點」第 19 條，作業環境氧氣濃度不宜高於 23%（富氧環境），因此現場氧氣濃度低於 18%或高於 23%，應至少配戴供氣式呼吸防護具。否則，氧氣不足可能會導致人出現顏面蒼白或紅暈、脈搏及呼吸加快、呼吸困難，目眩或頭痛等症狀，甚至失去意識、痙攣、呼吸停止，高濃度的氧氣則可能有胸悶、胸痛、鼻黏膜充血、喉嚨痛、咳嗽、呼吸困難、易疲倦、手足麻痺等氧氣中毒症狀。
- (4) 依「職業安全衛生設施規則」第 177 條，倘若可燃性氣體濃度達爆炸下限值(Lower Explosive Limit, LEL)之 30%時，採樣人員應即刻撤離採樣現場，不進行採樣，除非現場增加通風排氣設備，使可燃性氣體濃度低於警示值，方可執行採樣。化學物質的爆炸下限濃度可參考安全資料表中物理及化學性質的描述。
- (5) 依「勞工作業場所容許暴露標準」應監測空氣中有害物濃度，且應符合連續十五分鐘內之時量平均濃度不得超過短時間時量平均容許濃度，且任一時間均不得超過最高容許濃度。倘若揮發性有機物超過警示值時，代表

採樣現場揮發性有機物濃度偏高，無論該揮發性有機物為何，應至少配戴防毒面具。PID 警示值之設定可參考安全資料表中暴露預防措施的描述。

三、採樣器材與樣品容器之材質選擇

採樣器材與樣品容器跟化學物質有直接的接觸，選擇的材質必須不與採集的化學物質反應為原則。

環保署公告的化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)列舉了多種採樣器材與樣品容器，適用固、液、氣體等各種化學物質狀態的採樣，可選用的材質也有多種，譬如採樣鏟可使用不鏽鋼或塑膠材質、採樣杓可使用玻璃或塑膠材質、無機鹽類樣品容器可為玻璃或塑膠材質等，可使用的材質可歸納為金屬、玻璃、塑膠等三種。材質的選擇方法可參考以下幾種方式：

1. 參考安全資料表中第七項安全處置與儲存方法中的適當容器建議。
2. 參考化學品原包裝材質。
3. 參考安全資料表中物化特性與反應性，避免可能與化學物質反應的材質，譬如強鹼性化學物質應避免玻璃材質、強酸性化學物質應避免金屬材質、有機液體則盡量避免使用塑膠材質。

4.1.2 採樣方法與工具選擇

視化學物質之型態（固態、液態、氣態）及貯存方式自列下列方法中選用合適之採樣方法。

1. 整體包裝採樣：罐裝、瓶裝或袋裝等整體包裝之固體、液體或氣體，可將整體包裝直接置於塑膠袋或適當之樣品容器中。
2. 固體採樣：已開封包裝、堆置區或輸送帶上之固體，可選擇適用採樣工具（如：採樣鏟（匙）、採樣刀或螺旋鑽組等）採集適量樣品，盛裝於樣品容器中。
3. 液體採樣：
 - (1) 罐裝或瓶裝液體採樣：已開封之罐裝或瓶裝液體，可選擇適用採樣工具

（如：採樣匙、採樣杓等）採集適量樣品，盛裝於樣品容器中。

- (2) 桶裝液體採樣：貯存容積 20 公升以上之桶裝液體，可選用適當尺寸及材質之液體採樣管，採集全深度樣品，將液體採樣管放置達貯存容器底部時，隨後封住管口，取出液體採樣管，再將液體採樣管中內容物轉移到樣品容器中。

- (3) 儲槽採樣：

A. 儲槽深度小於 1.5 公尺時，可使用液體採樣管採集全深度樣品。

B. 儲槽深度 1.5 公尺以上時，將負重且塞住的瓶子降低到適當的深度（圖 4.1-2），拉出塞子，使瓶子在所選採樣層完全填滿（可透過無氣泡冒出來確認）。裝滿後，拉起瓶子，然後立即塞住。分別採上層、中層及下層樣品後，將樣品混合均勻後再轉移到樣品瓶中。

(A)儲槽中化學物質無分層現象，可於任一深度進行採樣。

(B)儲槽中化學物質有分層現象，可分層採等量樣品混合。

(C)無法確認儲槽中化學物質是否有分層現象，可採上層、中層及下層之等量樣品混合。

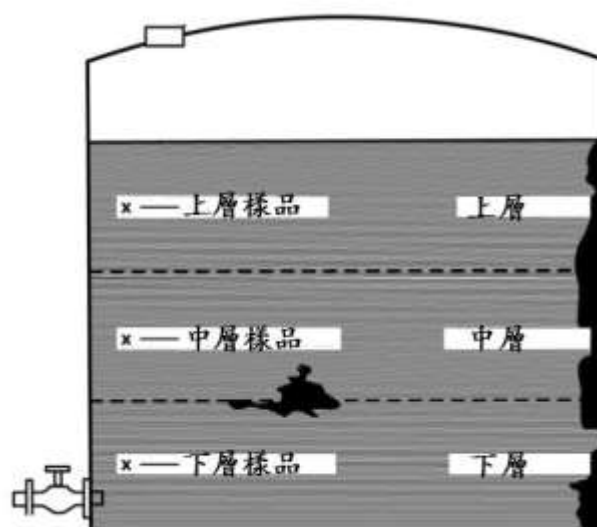


圖 4.1-2、深度 1.5 公尺以上之液體儲槽採樣深度示意圖

- (4) 輸送管線或灌裝管線等設施中液體採樣：以樣品容器直接從取樣口裝取樣品。

4. 氣體採樣：

- (1) 一般氣體採樣：使用氣體鋼瓶或氣體採樣袋作為採樣器進行採樣。氣體鋼瓶使用前須抽至真空度 10 mmHg 絕對壓力以下。採樣前，可依採樣現場需求安裝調壓器、針閥等，以調節壓力至略高於 1 大氣壓。採樣時，將乾淨且乾燥的採樣器接上採樣管路後，打開採樣閥填充樣品，俟管路壓力與採樣器內之壓力達平衡後，再依序關閉出口及進口之採樣閥，移除採樣器。
- (2) 液化氣體採樣：貯存於鋼瓶、儲槽或管線中等之液化氣體，可使用液化氣體鋼瓶連接至液化氣體貯存設施採集液化氣體樣品。可視需要將液化氣體鋼瓶連接於汽化器或調壓閥，以汽化方式將其轉入氣體採氣袋、玻璃採樣管等樣品容器。

4.1.3 採樣計劃

在執行採樣工作之前，將採樣規劃有系統的撰寫成採樣計畫書，有助於採樣工作順利的進行。目前，環保署公告的化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)並無規定須撰寫採樣計畫書，也無相關格式可依循。本手冊參考公告方法的內容，提供採樣計畫書基本架構可參閱 2.4.1 節。

4.1.4 樣品保存及運送

一、採樣保存

環保署公告的化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)中，列舉樣品保存條件如表 4.1-1，如標的化合物之檢測方法另有規定者，應依其規定進行樣品保存。

二、樣品運送

樣品經適當標示後，包括樣品編號、樣品名稱、採樣日期及分析項目等，貼上封條後，使得運送。

依民國 109 年 1 月修正之「毒性及關注化學物質運送管理辦法」第 3 條，少

量樣品運送的規範如下：

1. 常溫常壓下為液體或固體之第一類、第二類毒性化學物質與關注化學物質，運送淨重未逾 5 公斤者，化學物質所有人免申報運送表單。
2. 常溫常壓下為氣體之第一類、第二類毒性化學物質與關注化學物質，運送淨重未超過 50 公斤者，化學物質所有人應申報簡易運送表單。
3. 第三類毒性化學物質運送淨重未超過氣體 50 公斤、液體 100 公斤、或固體 200 公斤者，化學物質所有人應申報簡易運送表單。

符合應申報簡易運送表單時，「毒性及關注化學物質運送管理辦法」第 4 條與第 6 條規定，化學物質所有人應於運送前向起運地之直轄市、縣（市）主管機關申報運送表單；運送表單經核准後，直轄市、縣（市）主管機關應以網路傳輸方式回覆毒性或具危害性關注化學物質所有人，並由所有人副知迄運地之直轄市、縣（市）主管機關。毒性或具危害性關注化學物質所有人應將核准之運送表單依下列規定分送、收存：

- 一、毒性或具危害性關注化學物質所有人收存備查。
- 二、運送前交付毒性或具危害性關注化學物質運送人。
- 三、運送前送交受貨人。

運送表單以書面方式申報者，毒性或具危害性關注化學物質所有人應自行將核准後之運送表單副知迄運地之直轄市、縣（市）主管機關。

樣品運送過程應符合樣品保存條件，將樣品送達檢驗室後，應由專人負責接收，運送人員應提供現場採樣監視鏈表以利接收人員進行樣品盤點與確認，樣品點交完成後，後續樣品登錄程序則依各檢驗室規定辦理。

表 4.1-1、化學物質最小採樣量及保存方式

檢測項目	樣品最少量	容器	保存條件
石棉	2 g	玻璃瓶、塑膠瓶或塑膠袋(避免逸散)	室溫
金屬	50 g	玻璃瓶或塑膠瓶(汞僅能密封保存於玻璃瓶)	室溫；鈉、鉀化性活潑須保存在礦物油中
無機鹽類	50 g	玻璃瓶、塑膠瓶或塑膠袋	室溫
氰化物	液態：250 mL 固態：50 g	高密度聚乙烯瓶	室溫；如樣品為氰化鈉液態樣品則加入氫氧化鉀調整 pH 值 12.0 至 12.5；如樣品為氰化鉀液態樣品則加入氫氧化鈉調整 pH 值 12.0 至 12.5
無機酸類	250 mL	玻璃瓶或塑膠瓶；氫氟酸限用塑膠瓶	室溫
揮發性有機物	液態：50 mL 固態：10 g	褐色玻璃瓶附鐵氟龍內墊瓶蓋	4°C ± 2°C 冷藏
半揮發性有機物	液態：50 mL 固態：10 g	褐色玻璃瓶附鐵氟龍內墊瓶蓋	4°C ± 2°C 冷藏
液化氣體	0.5 L 或安全灌裝量	液化氣體鋼瓶	室溫
壓縮氣體	0.1 L 或適當之體積	氣體鋼瓶	室溫
一般氣體	1 L 或適當之體積	氣體採樣袋、氣體鋼瓶、氣體玻璃採樣管；以氣體採樣袋採集之樣品須避光	室溫
其他固體	依檢測方法所需取適當重量	玻璃瓶、塑膠瓶或塑膠袋	室溫
其他液體	依檢測方法所需取適當體積	褐色玻璃瓶附鐵氟龍內墊瓶蓋	4°C ± 2°C 冷藏

4.2 未知物快篩與檢測

4.2.1 快篩與檢測流程概述

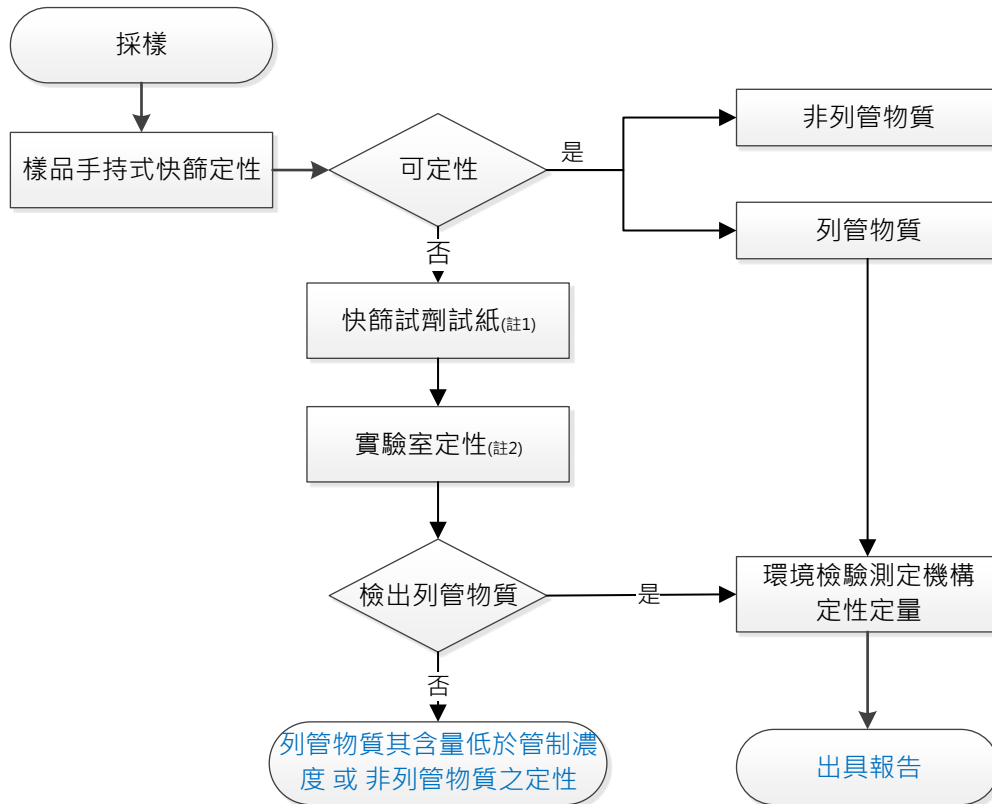
考慮到樣品未必如預期為標的化學物質，利用快篩設備提供未知物定性資訊，再以實驗室檢測儀器作定量分析，可以將檢測資源作最佳化的運用。

樣品經快篩定性到檢測定量的流程如圖 4.2-1 所示，大致可分為兩種情境。

1. 未知物經手持式快篩流程，定性研判為某化學物質，若恰為列管物質，則送實驗室作定量檢測分析。
2. 手持式快篩設備無法辨識樣品的定性組成，可能因為樣品為混合物，而手持式

快篩設備對混合物的辨識度較差。此時，可使用快篩試劑/試紙或實驗室快篩儀器作定性研判，若含列管物質，則送實驗室作定量檢測分析。

有關上述的手持式快篩流程、快篩試劑/試紙、實驗室快篩、實驗室定量檢測等則進一步詳述如后。



註1：如無適用試劑/試紙，則進入實驗室快篩步驟

註2：如快篩試劑/試紙已判定是否為列管物質，則不用進行實驗室快篩，進入環境檢驗測定機構定性定量步驟

圖 4.2-1、樣品定性定量流程

4.2.2 快篩技術介紹

一、手持式快篩流程

手持式快篩設備具有攜帶方便、篩測速度快、鑑別能力高等優點，參考環檢所公告方法 NIEA T101.11C、T102.11C 中建議的快篩設備，目前市面上較為常見的手持式快篩設備包括拉曼光譜儀(Raman Spectrometer, Raman)、傅立葉轉換紅外光光譜儀(Fourier-Transform Infrared Spectrometer, FTIR)、近紅外光光譜儀(Near

Infrared Spectroscopy, NIRS)、X 射線螢光分析儀(X-ray Fluorescence Spectrometer, XRF)與 X 射線繞射分析儀(X-ray Diffraction Analysis, XRD)等，每一快篩設備可獲得的資訊不盡然相同，簡述各設備如后：

(1) 可同時篩測有機物和無機物的快篩設備：

Raman、FTIR 與 NIRS 均可同時篩測有機物和無機物，拉曼光譜(Raman Spectra)與紅外線光譜(IR spectra)都是屬於振動光譜，兩者屬於互補關係，舉例來說，當樣品的化學式屬偶極矩(Dipole Moment)較強的結構，例如：C-O 或 C=O 鍵結，對於紅外線光源(IR source)有較強的吸收；反之，若是偶極矩較弱的結構，例如 C-C 或 C=C 等，則是較容易使用拉曼光譜儀(Raman Spectrometer)進行偵測。

近紅外光光譜儀之原理與 FTIR 相似，其光譜範圍為 700-2500 nm，大多數物質的分子官能基如 C-H，O-H，N-H 等，其固定吸收振動光譜都在此範圍，藉由光譜能量的吸收與轉換，達到物種的定性與定量分析。目前有一石綿快篩試備即利用近紅外光光譜儀的原理所設計，該設備可篩測常見之石綿，如白石綿(Chrysotile)、褐石綿(Amosite)、青石綿(Crocidolite)、斜方角閃石(Anthophyllite)、透閃石(Tremolite)與陽起石(Actinolite)等，其偵測極限為%等級。

無論是 Raman、FTIR 甚至 NIRS，均利用待測物質測得的光學圖譜與標準圖譜進行比對，以鑑定待測物種。

(2) 篩測無機物的快篩設備：

XRF 主要是利用 X 光或其他激發源照射待分析樣品，樣品中的元素之內層電子被擊出後，造成核外電子的躍遷，被激發的電子返回基態的時候，會放射出特徵 X 光，偵測器探測不同元素的特徵 X 光的波長特性，以辨識出樣品內含有的元素組成。XRD 則主要檢測無機物質的晶體結構，利用繞射峰位、繞射峰強度、繞射峰線型等資訊獲得晶體結構的特徵，並將該特徵與標準圖譜進行比對，以達到定性與初步定量的功能。

手持式快篩設備雖具有相當的定性功能，但適用情境多屬純物質，或當物質濃度高達%等級才能有效研判，當樣品屬於混合物，因圖譜上的波峰可能互相干擾，所得的樣品圖譜不易與標準圖譜比對，造成比對的信賴程度降低，無法有效認定為

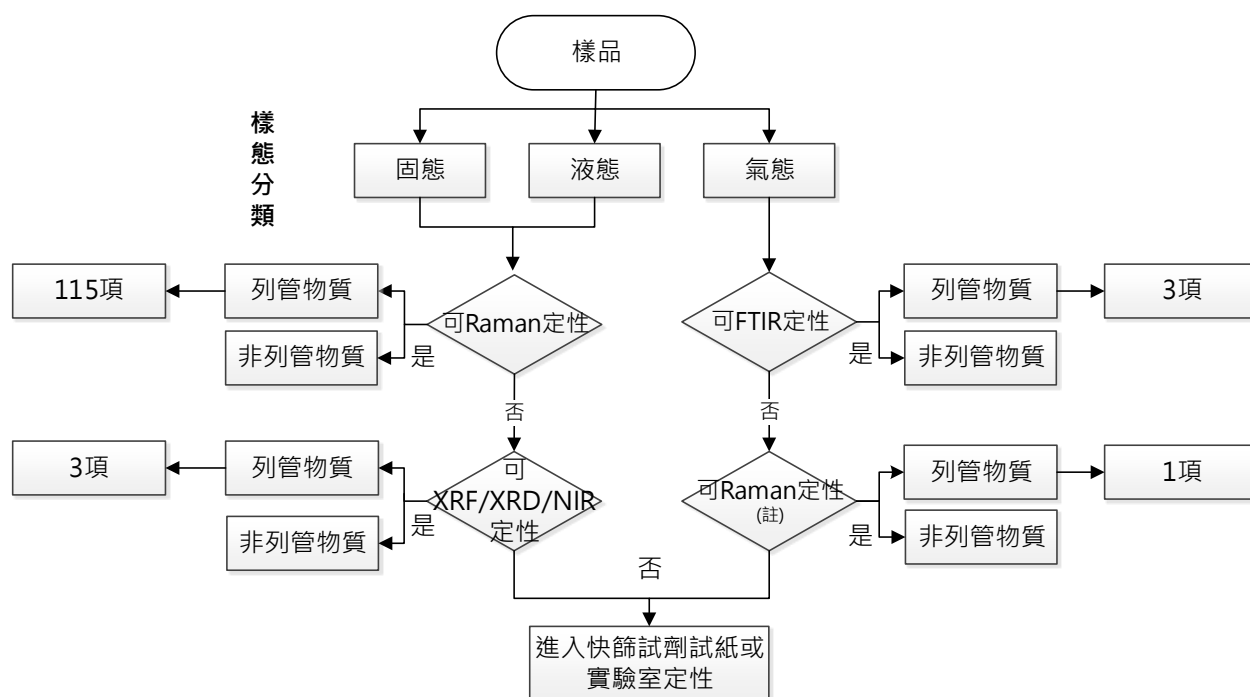
某種列管化學物質，目前可解決手持式快篩設備篩測混合物之技術為圖譜解析，該解析技術需透過龐大的圖譜資料庫與軟體進行，惟該技術正處萌芽階段，相關的圖譜解析能力尚待建立與驗證，因此手持式快篩設備僅先就篩測純物質情境進行說明，評析上述提及之手持式快篩設備及其原理、適用基質、篩檢靈敏度、限制情境等彙整詳表 4.2-1。

針對國內可能具檢測需求之毒化物與關注化學物質，應用手持式快篩設備定性流程如圖 4.2-2，選用時機、判斷基準與策略說明如下：

1. 於使用篩測工具前，應將化學物質樣品依據型態（固態、液態、氣態）進行分類。
2. 由於各種氣體分子均有其特定之紅外光吸收特性，故未知氣體樣品建議可先透過 FTIR 定性，可被定性之化學物質應包括 1,3-丁二烯、氯乙烯、一氧化二氮（笑氣），然而並非所有分子在振動能階躍遷時都有紅外光的吸收，欲有紅外光吸收，分子振動時必須同時有雙極矩(Dipole Moment)的改變，因此同核雙原子分子(Homonuclear Diatomics)並無紅外光光譜，例如氯氣，如樣品為疑似氯氣，應再利用 Raman 或氣體檢知管進行篩測，此兩個設備可篩測之氣體清單詳表 4.2-2。
3. 固態或液態未知樣品第一階段可直接以手持式拉曼光譜儀進行定性分析，拉曼設備若具有充足的圖譜資料庫，應可辨識固、液態物質達 115 種詳表 4.2-3。其它尚無法辨識的固、液態物質應包括石綿、鎘、汞等 3 項，鎘和汞可經由 XRF 快速定性；如樣品疑似為石綿化學物質，則可使用 XRD 觀察未知樣品中是否有石綿波峰，或選用 NIRS 快篩儀器進行石綿的定性定量分析。

表 4.2-1、手持式快篩設備彙整表

設備	Raman	FTIR	XRF
原理	震動分子產生光的散射	震動分子而吸收光線	原子中的電子吸收 X 光躍遷出原有軌道，放出螢光能量
光源/射源	雷射光源	紅外線光源	X 射線
功能	物種定性與定量	物種定性與定量	元素組成
適用基質	固體、液體、水溶液、氣體	固體、非水溶液液體、氣體	固體、液體
適用物種	有機、無機化合物 樣品為 C-C 或 C=C 鍵結	有機、無機化合物 樣品為 C-O 或 C=O 鍵結	無機化合物
篩測濃度	% level	% level	ppm~% level
優點	●非破壞性檢測 ●不需樣品製備 ●立體異構物辨識	非破壞性檢測	非破壞性檢測
限制情境	●螢光干擾 ●深色樣品較不適用 ●金屬或合金無法以拉曼進行分析	●樣品需製備 ●水氣與二氧化碳易產生干擾訊號 ●同核分子(O₂、N₂、Cl₂)不適用	輕元素感度不佳（低於 ¹² 鎂元素之輕元素多無法測量）
設備	XRD	Near-IR	
原理	原子散射波相互干擾產生衍射，以衍射圖譜分析物質結構	化合物隨官能基類別及濃度對近紅外光呈現不同的吸光值	
光源/射源	X 射線	近紅外光源	
功能	物種定性	物種定性與定量	
適用基質	固體	固體、非水溶液液體、石綿	
適用物種	無機化合物	有機、無機化合物	
篩測濃度	ppm~% level	% level	
優點	非破壞性檢測	●非破壞性檢測 ●不需樣品製備 ●可穿透玻璃或 PE 袋量測	
限制情境	僅適用於晶體，非晶相固體不適用	●0.5%以下的有效分析成分測得的準確度不高 ●樣本內各成分其作用波長往往相近，因此數據處理時，容易受重合性的嚴重干擾	



註：氣體列管化學物質亦可選用檢知管快篩。

圖 4.2-2、未知物樣品手持式快篩定性流程

表 4.2-2、FTIR 與 Raman 可篩測之氣態毒化物與關注化學物質

項次	列管編號	化合物名稱	型態	有機/無機	項次	列管編號	化合物名稱	型態	有機/無機
FTIR					Raman				
1	06201	1,3-丁二烯	氣體	有機	1	04901	氯	氣體	無機
2	06501	氯乙烯	氣體	有機	-				
3	00101	一氧化二氮(笑氣)	氣體	有機	-				

表 4.2-3、Raman 可篩測之固、液態毒化物

項次	列管編號	化合物名稱	型態	有機/無機	項次	列管編號	化合物名稱	型態	有機/無機
1	01901	靈丹	固體	有機	59	08002	鄰苯二甲酸二丁酯	液體	有機
2	03702	氧化鎘	固體	無機	60	08101	異丙苯	液體	有機
3	03704	硫化鎘	固體	無機	61	08201	環己烷	液體	有機
4	03705	硫酸鎘	固體	無機	62	08301	氯乙酸	固體	有機
5	03706	硝酸鎘	固體	無機	63	08601	硫酸二甲酯	液體	有機
6	03801	苯胺	液體	有機	64	08901	二硫化碳	液體	無機
7	03901	鄰-甲苯胺	液體	有機	65	09001	氯苯	液體	有機

項次	列管編號	化合物名稱	型態	有機/無機	項次	列管編號	化合物名稱	型態	有機/無機
8	03902	間-甲苯胺	液體	有機	66	09101	十溴二苯醚	固體	有機
9	04501	三氧化二砷	固體	無機	67	09301	1,4-二氧陸圓	液體	有機
10	04601	氰化鈉	固體	無機	68	09501	碘甲烷	液體	有機
11	04602	氰化鉀	固體	無機	69	09701	吡啶	液體	有機
12	04603	氰化銀	固體	無機	70	09801	二甲基甲醯胺	液體	有機
13	04604	氰化亞銅	固體	無機	71	09802	甲醯胺	液體	有機
14	04605	氰化鉀銅	固體	無機	72	10001	丙烯醛	液體	有機
15	04607	氰化鋅	固體	無機	73	10101	丙烯醇	液體	有機
16	04609	氰化銅鈉	固體	無機	74	10401	乙醛	液體	有機
17	05001	丙烯醯胺	固體	有機	75	10501	乙腈	液體	有機
18	05101	丙烯腈	液體	有機	76	10601	苯甲氯	液體	有機
19	05201	苯	液體	有機	77	10701	丙烯酸丁酯	液體	有機
20	05401	三氯甲烷	液體	有機	78	10801	丁醛	液體	有機
21	05501	三氧化鉻(鉻酸)	固體	無機	79	11201	間-甲酚	液體	有機
22	05502	重鉻酸鉀	固體	無機	80	11401	二乙醇胺	液體	有機
23	05503	重鉻酸鈉	固體	無機	81	11501	二苯胺	固體	有機
24	05504	重鉻酸鉍	固體	無機	82	11601	乙苯	液體	有機
25	05510	鉻酸鉍	固體	無機	83	11701	甲基異丁酮	液體	有機
26	05512	鉻酸鈣	固體	無機	84	11801	4,4'-二胺基二苯甲烷	固體	有機
27	05515	鉻酸鉛	固體	無機	85	11901	三乙酸基氨	固體	有機
28	05520	鉻酸鈉	固體	無機	86	12001	1,3-丙烷磺內酯	固體	有機
29	05522	鉻酸鋇	固體	無機	87	12101	三乙胺	液體	有機
30	05523	鉻酸鋅(鉻酸鋅氫氧化合物)	固體	無機	88	12901	硝苯	液體	有機
31	05526	鉬鉻紅	固體	無機	89	13101	硫酸乙酯(硫酸二乙酯)	液體	有機
32	05527	硫鉻酸鉛	固體	無機	90	14001	炔丙醇(2-丙炔-1-醇)	液體	有機
33	06301	四氯乙烯	液體	有機	91	14301	巴豆醛(2-丁烯醛)	液體	有機
34	06401	三氯乙烯	液體	有機	92	14401	硫脲	固體	有機
35	06601	甲醛	液體	有機	93	14601	醋酸乙烯酯	液體	有機
36	06701	4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)	固體	有機	94	14701	1,2-二氯丙烷	液體	有機
37	06801	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	液體	有機	95	14801	氧化三丁錫	液體	有機
38	06802	鄰苯二甲酸二辛酯	液體	有機	96	14806	氟化三丁錫	固體	有機
39	06803	鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	液體	有機	97	14807	氫化三丁錫	液體	有機
40	06804	鄰苯二甲酸二異壬酯	液體	有機	98	14809	順丁烯二酸三丁錫	液體	有機
41	06805	鄰苯二甲酸二異癸酯	液體	有機	99	16001	甲基第三丁基醚	液體	有機
42	06806	鄰苯二甲酸二乙酯	液體	有機	100	16301	二環戊二烯	固體	有機
43	06810	鄰苯二甲酸二異丁酯	液體	有機	101	16401	聯胺	液體	有機

項次	列管編號	化合物名稱	型態	有機/無機	項次	列管編號	化合物名稱	型態	有機/無機
44	06813	鄰苯二甲酸二環己酯	液體	有機	102	16501	壬基酚	液體	有機
45	06902	鄰-二氯苯	液體	有機	103	16502	壬基酚聚乙氧基醇	固體	有機
46	07001	1,2,4-三氯苯	液體	有機	104	16601	雙酚 A	固體	有機
47	07101	乙二醇乙醚	液體	有機	105	17401	六溴環十二烷	固體	有機
48	07102	乙二醇甲醚	液體	有機	106	17501	孔雀綠	固體	有機
49	07201	環氧氯丙烷	液體	有機	107	17601	順丁烯二酸（馬來酸）	固體	有機
50	07301	鄰苯二甲酐	固體	有機	108	17602	順丁烯二酸酐	固體	有機
51	07401	二異氰酸甲苯	液體	有機	109	17901	富馬酸二甲酯	液體	有機
52	07402	2,4-二異氰酸甲苯	液體	有機	110	18201	玫瑰紅 B	固體	有機
53	07501	1,2-二氯乙烷	液體	有機	111	18401	甲醛次硫酸氫鈉（吊白塊）	固體	無機
54	07601	1,1,2,2-四氯乙烷	液體	有機	112	18501	三聚氰胺	固體	有機
55	07701	1,2-二氯乙烯	液體	有機	113	18601	α -苯並吡喃酮（香豆素）	固體	有機
56	07702	1,1-二氯乙烯	液體	有機	114	18701	蘇丹 1 號	固體	有機
57	07901	二氯甲烷	液體	有機	115	18704	蘇丹 4 號	固體	有機
58	08001	鄰苯二甲酸二甲酯	液體	有機	-				

二、快篩試劑

已知我國目前商業化之快篩試劑/試紙多以食品篩檢為主要標的，而食品快篩檢驗試劑須通過衛生福利部食品藥物管理署確認方能供各界參考使用，本計畫經食藥署官網開發快篩試劑/試紙的廠家，再經由廠家官網查詢或電子郵件方式瞭解快篩試劑開發現況，依此蒐集我國列管化學物質已研發之商用快篩試劑/試紙種類外，並加以評析其適用基質、靈敏度（偵測極限）、偽陰性率等詳表 4.2-4。

快篩試劑/試紙優點為(1)使用簡易，若毒化物型態為液體，可直接取樣加入稀釋液；若是固體則可加入少許的水或甲醇溶劑（視化合物需求）進行稀釋，最後取少量稀釋液即可迅速以檢測液或試紙進行檢測。(2)靈敏度較高，偵測極限多為 ppb 或 ppm 等級，當試紙檢出陽性，排除環境干擾後，幾乎可確定樣品中確實含篩測的標的物。

試紙的特異性也成為該技術的限制性，快篩試劑/試紙通常會在有疑似標的物的前提下選用，譬如經 XRF 篩測該未知樣品中含鉻金屬元素，則可使用六價鉻的

快篩試紙進行重複確認；或者是未知物的樣品顏色與快篩試劑/試紙可篩測的標的物一致，譬如樣品呈現綠色，想釐清是否確實含有孔雀綠。除特異性外，快篩試劑或試紙亦受限於適用基質種類，如六價鉻、錫、氰化物、鎘、砷等試紙僅適用於液態樣品，如遇到無法以水或甲醇溶解的固體樣品，則無法經由快篩試紙進行篩測。因此，在未知物快篩流程中，試劑或試紙多數扮演重複確認的角色，鮮少以該技術直接作為第一階段的初篩定性。

三、實驗室儀器定性

假設以上快篩技術均無法進一步定性未知物，可利用實驗室的高階儀器設備執行定性分析。一般實驗室的檢測分析可分為以下幾個層次：

- (1) 定性：經由資料庫中參考圖譜的比對，辨識未知物可能為某化學物質，但不知其濃度範圍。
- (2) 定性半定量：除了上述定性之外，若輔以相對其他標準品方式提供該化學物質之量化指標，因為不是真實濃度，故稱半定量。
- (3) 定性定量：以定性得到的化學物質製備一符合品質管制之檢量線，據以回推待測物中化學物質之含量，是為定性定量。

本計畫參考環檢所公告方法 NIEA T101.11C、T102.10C 中建議的定性設備，綜整各項儀器的特點如表 4.2-5。可用於定性有機或無機列管化學物質的儀器差異甚大，建議以 XRF 的篩測結果將未知樣品分為有機或無機化合物，譬如未知樣品中含有金屬元素，則可能為無機未知物，反之則為有機未知物，再依據表 4.2-5 內容選擇適用的儀器進行定性分析。相關儀器選用原則建議參考本計畫所產出之方法資料庫。

表 4.2-4、列管化學物質快篩試劑/試紙種類彙整表

CAS No.	適用化學物質	適用基質	靈敏度	偽陰性機率
569-64-2	孔雀石綠	● 水產(魚、蝦..等) ● 水質檢測	0.5 ppb	非常低。設有 C 線，如測試結果未出現 C 線或任何色帶，表示試劑失效。
108-78-1	三聚氰胺	● 乳品 ● 生乳 ● 飼料 ● 魚肉 ● 美耐皿餐具	10 ppb	非常低。設有 C 線，如測試結果未出現 C 線或任何色帶，表示試劑失效。
066-01	甲醛	● 水發產品 ● 乾製水產品（魚類、蝦、蟹、貝類等） ● 蔬菜類、腐竹 ● 豆製品	NA	非常低。陰性：檢體上的液樣若呈現原滴劑的透明無色，則為陰性反應。陽性：檢體上的液樣若由無色轉為紫色，則為陽性反應。
184-01	吊白塊	● 麵粉、米粉、速食麵、腐竹、豆製品	溶液：1 mg/L(以甲醛計)；樣品：10 mg/kg(以甲醛計)	非常低。陰性：檢體上的液樣若呈現原滴劑的透明無色，則為陰性反應。陽性：檢體上的液樣若由無色轉為紫色，則為陽性反應。
181-01	皂黃	● 豆製品 ● 乾貨 ● 醃製物	NA	非常低。陰性：檢體上的液樣若呈現原滴劑的淡黃色，則為陰性反應。陽性：檢體上的液樣若呈現黃褐色或紅褐色，則為陽性反應。
183-01	二甲基黃	● 豆製品 ● 乾貨 ● 醃製物	NA	非常低。陰性：檢體上的液樣若呈現原滴劑的淡黃色，則為陰性反應。陽性：檢體上的液樣若呈現黃褐色或紅褐色，則為陽性反應。
188-01	二乙基黃	● 豆製品 ● 乾貨 ● 醃製物	NA	非常低。陰性：檢體上的液樣若呈現原滴劑的淡黃色，則為陰性反應。陽性：檢體上的液樣若呈現黃褐色或紅褐色，則為陽性反應。
187-01	蘇丹 1 號	● 鴨蛋	NA	非常低。陰性：上層液樣若呈現樣品原色，則為陰性反應。陽性：上層液若呈現紅色或背景色與紅色產生的混合色，則為陽性反應。
187-02	蘇丹 2 號	● 鴨蛋	NA	非常低。陰性：檢體上的液樣若呈現原滴劑的透明無色，則為陰性反應。陽性：檢體上的液樣若由無色轉為紫色，則為陽性反應。
187-03	蘇丹 3 號	● 鴨蛋	NA	非常低。陰性：檢體上的液樣若呈現原滴劑的透明無色，則為陰性反應。陽性：檢體上的液樣若由無色轉為紫色，則為陽性反應。
187-04	蘇丹 4 號	● 鴨蛋	NA	非常低。陰性：檢體上的液樣若呈現原滴劑的透明無色，則為陰性反應。陽性：檢體上的液樣若由無色轉為紫色，則為陽性反應。
-	六價鉻(離子態)	水質(地下水、飲用水、地表水、工廠廢水、滲透水等)	0.10 ppm	非常低。

CAS No.	適用化學物質	適用基質	靈敏度	偽陰性機率
-	氰化物 (離子態)	液態樣品	0.002 ppm	非常低。測定液態樣品中游離 CN ⁻ 的含量。氰離子與氯化劑反應生成氯化氰。在具有吡啶環境下與 1,3-dimethylbarbituric acid 反應呈紫色。
-	錫 (離子態)	● 廢水電鍍池 ● 還原劑 ● 催化劑 ● 農業上用的消毒殺菌劑 ● 食品，例如果汁、罐裝飲、保久乳等	10 ppm	非常低。含有錫反應區會呈紅色。
-	砷 (離子態)	● 水質 ● 土壤萃取液 ● 藥品 ● 製備的生物樣本 ● 液體食品中的砷	NA	非常低。藉由添加鋅粉、氧化劑等，可將樣品中的砷釋放出來，並於反應區顯示出黃棕色。如為高濃度的樣品需先經過稀釋才能以此試紙快篩測試。
-	鎘 (離子態)	● 地下水 ● 地表水 ● 飲用水 ● 工業廢水	0.002 ppm	非常低。鎘與其衍生物會呈紅色。

表 4.2-5、列管化學物質實驗室快篩儀器彙整表

分類	儀器名稱	基質	靈敏度	量測範圍
有機列管化學物	拉曼光譜儀	固、液、材料	%	光譜解析度 < 5 cm ⁻¹ 半峰全寬(Full Width at Half Maximum, FWHM)
	紅外線光譜儀	氣	%	光譜檢測範圍約 400~1500 cm ⁻¹
	氣相層析質譜儀	固、液、氣	ppm	40~500 原子質量單位 (Atomic Mass Unit, amu)
	氣相層析串聯質譜儀	固、液、氣	ppt	偵測質量範圍可達 1000 amu 以上，解析度：1 unit。
	氣相層析高解析質譜儀	固、液、氣	pg	偵測範圍：50~2000 m/z；解析度：≥ 60000(10% valley)；準確度：≤ 5ppm
	飛行時間質譜儀	液	pg	10 kDa
	傅立葉轉紅外線分析儀	固、液、氣	%	光譜檢測範圍至少可涵蓋 550~6,000 cm ⁻¹ 。光譜解析度 0.5 cm ⁻¹ ~128 cm ⁻¹
無機列管化學物質	X-射線螢光分析儀	固、液、材料	ppm	元素分析範圍 ⁸ O 至 ⁹² U
	掃描式電子顯微鏡	固、材料	-	-
	感應耦合電漿原子發射光譜儀	固、液	μg/L	波長範圍 166.25~847nm。
	感應耦合電漿質譜儀	固、液	ppt	質量分析範圍至少 4~256 amu，解析度在 10% 波峰高度時的寬度小於 1 amu。
	X 光繞射分析儀	晶態物質的固相分析	%	掃描範圍：0.3°~+90°
	拉曼光譜儀	固、液、材料	%	光譜解析度 < 5 cm ⁻¹ 半峰全寬(Full Width at Half Maximum, FWHM)
	紅外線光譜儀	固、液、氣	%	光譜檢測範圍約 400~1500 cm ⁻¹

註：1.每一儀器解析度依型號、廠牌不同而異，以上資訊僅供參考。

2.儀器選用時機建議參考檢測方法資料庫，依據列管物質選取適當儀器設備進行定性分析。

4.2.3 檢測定量

經定性為列管物質，相關檢測方法得參考民 108 年「毒物及化學物質檢測量能盤點與採樣檢測支援計畫」提供的檢測方法資料庫，資料庫內詳列檢測方法來源、編號、名稱、公告日期、適用之毒化物、所使用之儀器、適用之濃度級別(Level)、適用之樣品基質，以及是否需要前處理和前處理方法等。因此，以化學物質之名稱，即可依樣品性質，查找適用或可參考之檢測方法。原則上，化學物質之物理、化學性質以及其濃度等級決定其分析儀器；而樣品基質（空氣、水、廢棄物、土壤、環境生物體、高純度原物料、食品、飲品、食品容器、化粧品、中西藥等）與欲採用的分析儀器，則會牽涉到樣品前處理方法之挑選，因此，可參考基質相近者之前處理方式，依照欲分析之樣品基質，將其修正成適用之方法。由於化學原物料純度高且基質單純，無須複雜之前處理，故可參考各類基質之分析方法所選用之儀器設備進行分析。

本計畫彙整未知物採樣與檢測流程的執行成果，研擬未知物採樣與檢測指導作業手冊，其手冊內容除包括以上流程外，另提供 2 個應用範例進行，以利讀者更能明白其流程之精隨，手冊內容詳[附件 4-1](#)。

4.3 專諮會與技術觀摩會

4.3.1 專家諮詢會

本計畫辦理 3 場次專家諮詢會，每場次邀請 5 位以上專家學者參加，議程為半天。以下彙整其中兩場次專家諮詢會議與一場次技術觀摩會辦理情形：

一、化學物質邊境管理與採樣檢測技術交流座談會議

(一) 會議緣起

鑒於毒性及關注化學物質可能經由海運或空運方式進入國內，為共同防堵不肖業者非法輸入列管化學品，化學局密切地與關務署進行跨部會合作。化學局作為列管化學物質主要權責單位，為能瞭解關務署於化學物質採樣、檢測等可能面臨之問題或困境，辦理一座談會議與關務同仁進行意見交流，期能透過本次會議建立更良好溝通平台，強化合作機制，使邊境防堵非法化學品成效更為顯著。

(二) 辦理情形

時間：民國 109 年 7 月 7 日（星期二）上午 9 時 50 分

地點：行政院環境保護署環境檢驗所

參與人員：毒物及化學物質局局長謝燕儒及其同仁、財政部關務署臺北關關務長陳長庚及其同仁、環境檢驗所主任秘書翁英明及其同仁與財團法人工業技術研究院

議程：本座談會議議程如表 4.3-1，會議照片如圖 4.3-1。

表 4.3-1、化學物質邊境管理與採樣檢測技術交流座談會議議程

時間	流程	地點
09：50~10：00	致歡迎詞、人員介紹	M401
10：00~10：30	1、業務介紹 2、毒化物（或其他化學物質）邊界管理與實務檢測技術交流	M401
10：30~11：45	本署新世代檢測技術實地觀摩： 1、毒物及有機新興污染物檢驗（4樓） 2、微量化學物質分析實驗室（1樓）	環檢所實驗室
11：45~13：00	意見交流及午餐	M401
13：00~	散會	



圖 4.3-1、化學物質邊境管理與採樣檢測技術交流座談會議實況

(三) 會議結論

會議中主要針對如何防堵不肖業者或有故意虛報進口貨品名稱、數量、重量、品質、價值或規格，意圖規避海關檢查等情事進行探討，蒐集環保署與邊關（臺北關）兩方的意見，擷取有關於化學物質採樣與檢測技術的會議資訊與規劃的因應措施如下：

1. 快篩設備圖譜分享：因各廠家的資料庫型式與規格不同，圖譜資料無法共享，且目前儀器內建的圖譜資料庫有限。為共同強化化學物質邊境管理，快速擴充我國毒化物圖譜資料庫為必然，因此本計畫於執行運作事業體訪視作業時，將協助化學局同步蒐集各廠家所有的毒化物運作清單，並依據主管機關的需求協助採集少許樣品進行圖譜自建。
2. 邊境化學物質採樣情境：第一線的查緝人員查獲可疑物品輸入/輸出時，可依法進行查核抽驗作業，針對非法輸入具有毒性、危害性或高風險的化學物質，應優先建立一採樣或檢測作業程序。已知目前產出的未知物採樣流程未能全然適用於邊境化學物質輸入/輸出情境，考量邊境貨品的型態可能更為複雜，採樣場所也較為封閉，建議未來可實地訪查邊境查驗工作，針對可能的採樣情境（譬如包裝、固態、液態、氣態或混合態等）進行更深入的瞭解，視需要建立專屬邊境查驗之採樣與檢測程序。

二、未知物採樣及檢測程序專家諮詢會

（一）會議緣起

近年來化學物質產業興盛，國際間已知化學物質可能高達上萬種，其中，毒性化學物質因具有較高的毒性、危害性、致癌率等因素，於國際間之管理日趨重視。環保署於民國108年修訂毒性及關注化學物質管理法，增加列管化學物質種類，並強化主管機關稽查權力，因應毒管法修法，應儘速建置我國化學物質採樣與檢測技術，並研擬相關作業程序。

本計畫先行盤點國內時既具有檢測需求之列管化學物質，總計有121項毒性化學物質與1項關注化學物質，以此為範疇，參照環檢所公告之「化學物質採樣方法」為原則，建立一套未知物採樣、快篩及檢測等流程，並撰寫一未知物採樣與檢測指導作業手冊。本手冊內容自未知物範疇界定、採樣資料蒐集、安全性防護辨識、採樣方法與工具選擇、採樣計劃書製作、樣品運輸與保存至未知物樣品快篩與檢測流程等研擬細部的指引，期能提供主管機關、縣市環保單位、現場查驗人員等執行化學物質採樣與檢測之參考。

為使未知物採樣與檢測程序更具實用性，辦理本次專家諮詢會議，針對(1)未知物適用範疇的排除原則；(2)手冊應用於主管機關稽查採樣、邊境物品查驗或其

它採樣情境的妥適性；(3)化學物質採樣、快篩與檢測流程的妥適性等向專家進行意見諮詢。

(二) 辦理情形

時間：民國 109 年 11 月 2 日（星期一）下午 3 時 00 分

地點：行政院環境保護署毒物及化學物質局

參與人員：毒物及化學物質局；委員李俊福、陳元武、林柏蒼、楊喜男、翁英明；

財團法人工業技術研究院；上準科技股份有限公司

議程：本座談會議議程如表 4.3-2，專家諮詢會意見回覆如附件 4-2。

表 4.3-2、「未知物採樣及檢測程序」專家諮詢會會議議程

時間	內容	時數
15:00-15:05	主席致詞	5分鐘
15:05-15:30	報告說明「未知物（毒化物）採樣及檢測程序流程圖」及「未知物採樣及檢測指導作業手冊（初稿）」內容	25分鐘
15:30-16:15	綜合討論	45分鐘
16:15-16:30	結論	15分鐘
16:30	散會	-

(三) 會議結論

1. 邊境物品查驗程序：鑒於邊境採樣作業場所較為封閉，且海關人員之個人防護裝備略顯不足，因此目前研擬之化學物質採樣與檢測程序應用於邊境採樣上有其困難性，建議未來執行方向除滾動式檢討目前採樣與檢測程序之妥適性，另研擬我國邊境採樣與查驗程序供海關人員參考。
2. 個人防護具選用流程之妥適性：多數專家認為進入採樣場所應先執行現場環境偵檢，判定現場是否有立即性危害，因此人員進入場所第一步驟應至少著 C 級以上防護裝備。但本計畫經 30 場次運作事業體訪視作業試運行，評估運作廠家實際的採樣情境與廢棄物採樣大為不同，採樣人員接近採樣現場，應可透過目視判定廠方人員是否著特殊個人防護裝備，辨識現場是否存在立即性危害，如無立即性危害，則依化學物質之物化特性進行個人防護衣著裝，最後再依據環境監測結果隨時調整個人防護具，以上防護具

挑選流程應較符合實務運行。

3. 化學物質採樣與檢測需求清單：本計畫盤點近五年國內有運作之化學物質清單，將隨著國內廠家使用概況逐年調整。針對國內有存量卻無運作之戰備物資六氯乙烷，後續應繼續盤查是否有其他廠家具運作量；僅儲存於非移動式儲槽或管線之化學物質（不包括移動式槽車），則可予以排除。

4.3.2 採樣技術觀摩會

(一) 會議緣起

毒性及關注化學物質管理法第44條明定主管機關得派員進入公私場所，查核毒性化學物質、關注化學物質及其他應登錄化學物質之運作、有關物品、場所或令提供有關資料；必要時，得抽取相關化學物質或有關物品之樣品，實施檢驗。為強化我國化學物質採樣量能，確保採樣樣品之代表性與維護採樣人員之採樣安全，環保署毒物及化學物質局委辦「毒性及關注化學物質檢測需求評估與採樣檢測支援計畫」執行30場次事業體訪視採樣作業，建立各型態（固、液、氣三態）化學物質採樣技術，並將回饋經驗辦理採樣技術觀摩會。

本會議分為課程說明與現場採樣示範，首先說明化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)，接著介紹採樣與檢測細部作業，其內容包括資料蒐集與判定、現場環境偵檢、防護工具選用、採樣工作規劃等，並介紹國內常見快篩設備及其應用流程，後段則現場進行固態、液態與氣態化學物質採樣及手持式快篩設備操作示範，並請參與人員實地操作，藉以闡揚採樣與快篩之基本概念與注意事項。

(二) 辦理情形

時間：109 年 11 月 26 日（星期四）上午 10 時至下午 4 點

地點：工業技術研究院中興院區 51 館 2D 會議室（2 樓）

參與人員：毒物及化學物質局；各縣市環保局等化學物質稽查；化學物質採樣相關從業人員

議程：本會議議程詳表 4.3-3，訓練會照片如圖 4.3-2。

表 4.3-3、「化學物質採樣技術觀摩及訓練會」會議議程

時間	內容	時數	主講人
09:45~10:00	報到	15分鐘	-
10:00~10:05	主席致詞	5分鐘	-
10:05~10:55	化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)	50分鐘	許心蘭
10:55~11:05	中場休息	10分鐘	-
11:05~11:55	採樣與檢測作業程序介紹 -採樣、快篩與檢測介紹 -防護衣與採樣工具示範	50分鐘	陳俞瑾 周志彥
11:55~13:00	午餐	65分鐘	-
13:00~13:30	化學物質採樣示範 固態、液態化學物質與氣體採樣示範	30分鐘	陳俞瑾
13:30~14:10	快篩設備操作示範 手持式 Raman、手持式 XRF	40分鐘	黃彰彥 林聖杰
14:10~14:20	中場休息	10分鐘	-
14:20~15:35	參與人員實作練習 防護衣著裝及化學物質採樣與快篩	75分鐘	-
15:35~16:15	綜合交流及討論	40分鐘	-
16:15	賦歸	-	-





圖 4.3-2、化學物質採樣技術觀摩及訓練會會議實況

(三) 會議結論

1. 笑氣採樣，以整體包裝為主：為維護主管機關稽查一氧化二氮高壓氣體鋼瓶之人身安全，化學局請各縣市環保局將稽查之笑氣鋼瓶，完整送至環境檢驗所進行檢測分析，不建議由各縣市環保局進行採樣轉出的作業。
2. 黏滯度較高液體，應建議仍以液體採樣管(coliwasa)進行採樣：環保局人員

曾遇到油漆等黏稠性較高液體，使用液體採樣管(coliwasa)並無法順利取得代表性樣品，改使用油抽管進行大量抽取，考量油漆應為混合物，如使用油抽抽取可能並未能取得均勻的樣品，也未能確保樣品代表性，因此仍建議選用機械原理的液體採樣管(coliwasa)進行採樣，但採樣管的口徑應盡量廣口，惟本計畫尚無實場驗證其論述是否確實可行。建議化學局未來可針對黏稠度較高的混合液體開發採樣技術，並尋找實場進行驗證。

第五章 化學物質採樣檢測技術量能

【章節摘要】本章說明運作事業體訪視 30 場次、化學物質分析 200 點次與水生生物毒性試驗建置揮發性有機物甲基第三丁基醚與二氯甲烷試驗成果。

5.1 採樣與訪視成果

目前已完成 30 場次運作事業體採樣，樣品採集點數共計 203 點，標的化學物質涵蓋 32 項，其中有 1 項全氟辛烷磺酸由於國內並於運作廠家，均屬研究、試驗教育用途，因此無法採集，廠家名稱與個別完成的採樣點次詳表 5.1-1。訪視作業部分目前累計 30 場次，彙整所有廠家之採樣計畫書於附件 5-1，個別化合物應穿戴之防護裝備、樣品保存與運送條件等補充於附件 5-2。相關的採樣監視鏈表與訪視紀錄分別彙整於附件 5-3、附件 5-4。

一、實際樣品樣態

本次所採集的 203 點次樣品多為集原物料類型，其中，除了採樣原物料之外，三氧化鉻另採集廠家於製程當中自行調配之半成品、硫脲另進行硫脲製程廢液（桶內、外）的採樣、氰化鉀則收集廠家鍍銀槽的液體。而少數毒化物採集廠家製品化的成品，譬如：4,4'-亞甲雙（2-氯苯胺）、鄰苯二甲酸二甲酯、丙烯酸丁酯、二異氰酸甲苯、二乙醇胺、甲基異丁酮等。

依據樣品型態可分為固態及液態以及氣態，固態樣品有 1,4-二氧陸園、4,4'-亞甲雙（2-氯苯胺）、氯乙酸、二乙醇胺、三氧化鉻、壬基酚聚乙氧基醇、丙烯醯胺、丙烯酸丁酯、石棉、硫脲、氰化鉀、氰化銅鈉、重鉻酸鉀和六氯乙烷；液態樣品有 1,4-二氧陸園、乙二醇乙醚、三氧化鉻、異丙苯、硫脲、氫氟酸、二乙醇胺、重鉻酸鉍、二異氰酸甲苯、三乙胺、丙烯酸丁酯、甲基異丁酮、二甲基甲醯胺、二氯甲烷、三氯甲烷、丁醛、甲基第三丁基醚、四氯乙烯、三氯乙烯、硫酸二甲酯、環己烷、氰化鉀、鄰苯二甲酸二甲酯等。氣態樣品則有一氧化二氮。

二、樣品採樣方法的運用

針對以上固態樣品的採樣，多數使用採樣鏟並以玻璃瓶或塑膠瓶進行盛裝，

保存於室溫，相關採樣照片如圖 5.1-1 所示。液態樣品則依貯存方式不同而有所差異，如為大型地上儲槽或槽車，通常於儲槽外面具有調節閥或採樣閥，可直接使用控制閥件採樣，部分儲槽備甚至具有不銹鋼快速接頭，此類型的液體採樣則透過高壓鋼瓶轉接，送至實驗室內後，再從高壓鋼瓶洩進採樣瓶中；如果是 50 加侖桶或塑膠桶則使用移液管、滴管、採樣瓶，當液面較低，則需依照液面深度使用不同工具，此類液體採樣則需以混合液採樣管進行取樣，相關採樣照片如圖 5.1-2 所示。氣體採樣部分則是以採樣袋作為採樣器進行採樣，備妥採樣袋後將採樣袋接管連接至進氣口，轉開採樣袋的進氣接頭使氣體填充至採樣袋，俟管路壓力與採樣器內之壓力達平衡後，再依序關閉出口及進口之採樣閥，移除採樣器。

三、業者技術交流

執行運作事業體訪視與採樣作業時，除瞭解化學物質樣態與運作事業體之主要用途，也希望向各廠交流採樣或檢測技術之經驗。於某一製藥廠採樣時，發現廠家是使用自行燒製的特殊液體採樣管採集均勻液體物質，該液體採樣管前端縮口較 coliwasa 小如圖 5.1-3，因此特別適用於液面較低的採樣作業，如果使用傳統 coliwasa 因為前端切口較大，可能需同步執行多次才能採集適量之樣品，但若使用該廠這種特殊的液體採樣管，則會便利許多。但該液體採樣管僅能採集單一深度之樣品，因此若未能確保樣品是均勻分布的單一物質，譬如混合物或具有分層現象，仍建議採用傳統 coliwasa 液體採樣管。

四、共同建置手持式拉曼圖譜資料庫

為拓展訪視效益，除了本期計畫標的物之外，供每廠家的運作清單予主管機關，確認是否需額外採集其他化學物質，以配合環檢所與臺北關手持式拉曼光譜儀圖譜建置，共同強化我國邊境化學品管理，本計畫總計提供 20 項毒性化學物質，清單詳附件 5-5。

表 5.1-1、運作事業體採樣廠家與採樣點數

項次	廠家名稱	成品/半成品/原物料的採樣項目和點次	點次小計
1	台灣○○○○科股份有限公司	1,4-二氧陸園(1)	1
2	○○股份有限公司	重鉻酸鉍(3) 三氧化鉻(3)	6
3	○○造漆工業股份有限公司	二異氰酸甲苯(4) 三乙胺(1) 丙烯酸丁酯(4) 甲基異丁酮(4)	13
4	○○塑膠工業股份有限公司仁武廠	丙烯酸丁酯(3) 二甲基甲醯胺(3) 二氯甲烷(3) 三氯甲烷(3)	12
5	○○塑膠工業股份有限公司麥寮總廠	甲基異丁酮(2) 丁醛(4)	6
6	○○塑膠工業股份有限公司麥寮廠	丙烯酸丁酯(2) 甲基異丁酮(2) 甲基第三丁基醚(3) 四氯乙烯(2)	9
7	○○實業股份有限公司二廠	4,4-亞甲雙(2-氯苯胺)(3) 二異氰酸甲苯(1) 二甲基甲醯胺(4)	8
8	○○化學工業股份有限公司	4,4-亞甲雙(2-氯苯胺)	3
9	台灣○○○股份有限公司嘉義廠	氯乙酸(3) 二乙醇胺(4)	7
10	○○化學股份有限公司蘆竹廠	1,4-二氧陸園(1) 二甲基甲醯胺(1) 二氯甲烷(1) 三乙胺(1) 甲基第三丁基醚(1) 硫酸二甲酯(1) 環己烷(1)	7
11	○○○教育用品股份有限公司過嶺第一廠	三氯乙烯(8)	8
12	○○○○化學股份有限公司苗栗二廠	三氧化鉻(2) 丙烯酸丁酯(2) 壬基酚聚乙氧基醇(3) 丁醛(1)	8
13	○○樹脂股份有限公司	丙烯酸丁酯(2) 鄰苯二甲酸二甲酯	7
14	○○化學工業股份有限公司	二異氰酸甲苯(2) 環己烷(1) 二乙醇胺(2)	5
15	○○實業股份有限公司	三氯甲烷(2)	2
16	○○○○○○生產製造中心第二○二廠區-○○廠區	廢棄石棉(4) 石棉瓦(2)	6
17	○○○○○○生產製造中心第二○二廠區-○○廠區	六氯乙烷(5)	5
18	○○化學工業股份有限公司觀音廠	硫酸二甲酯(2) 氯乙酸(3) 二乙醇胺(3)	8
19	○○實業股份有限公司觀音廠	丙烯酸丁酯(2) 甲基異丁酮(3)	12

項次	廠家名稱	成品/半成品/原物料的採樣項目和點次	點次小計
		乙二醇乙醚(3) 二異氰酸甲苯(4)	
20	○○通訊股份有限公司觀音廠	硫脲(4) 氰化鉀(2)	6
21	○○電子股份有限公司新豐一廠	硫脲(3) 氰化鉀(1)	4
22	○○○○○○製造股份有限公司十二廠	氫氟酸(6) 一氧化二氮(5)	11
23	○○○○塗料股份有限公司	三乙胺(2) 甲基異丁酮(1) 鄰苯二甲酸二甲酯(3)	6
24	○○企業股份有限公司岡山二廠	三氧化鉻(2) 重鉻酸鉞(2)	4
25	○○重工股份有限公司仁武廠	三氧化鉻(2) 三氯乙烯(5)	7
26	○○○○工業股份有限公司屏南分公司	壬基酚聚乙氧基醇(2) 丙烯醯胺(3) 丙烯酸丁酯(2) 甲基異丁酮(2) 二乙醇胺(3) 二異氰酸甲苯(2) 三乙胺(3)	17
27	○○樹脂企業股份有限公司	壬基酚聚乙氧基醇(2) 丙烯醯胺(3) 丙烯酸丁酯(1)	6
28	○○○有限公司彰濱廠	氰化銅鈉(3)	3
29	○○電鍍廠有限公司	氰化鉀(2) 重鉻酸鉀(2)	4
30	○○企業股份有限公司	乙二醇乙醚(3)	3
總計			203



圖 5.1-1、固態樣品採樣照片



(左上)控制閥採樣、(右上)高壓鋼瓶採樣、(左下)移液管採樣、(右下)混合液採樣管採樣

圖 5.1-2、液態樣品採樣照片



圖 5.1-3、廠家自行燒製之液體採樣管

五、化學物質於運作廠家的用途

個別廠家的訪視作業，逐一針對個別標的物的運作用途、製程與產品簡述進行資料蒐集，並將最原始的訪視紀錄進行系統性地彙整，以個別化合物為清單，歸納國內毒性或關注化學物質可能應用於何種產品類別的製程、工廠貯存設施、採集原物料/成品半成品與運作概況做一評析表詳表 5.1-2。

1. 廠家（製造商）成品即為毒化物：二氯甲烷、三氯甲烷、丙烯酸丁酯、4,4'-亞甲雙（2-氯苯胺）、甲基第三丁基醚等 5 項為國內廠家自行製造，這類的毒化物屬於下游廠商的原物料，以二氯甲烷、三氯甲烷而言，廠家製造後均輸出至國外。
2. 物理反應使用：國內廠家製程中屬於物理性反應者，又可分為兩種：
 - (1) 作為溶劑使用，最後會經由廠家蒸餾回收再利用，不會存在成品中，此類化學物質包括二甲基甲醯胺、二氯甲烷、三乙胺、甲基異丁酮、環己烷、異丙苯、氫氟酸等。
 - (2) 作為溶劑、觸媒或分散劑使用，但列管化學物質會存在於成品當中，廠家通常是依據製程添加的配比控制後端成品中毒化物的含量，並不會實際檢測，假設最終成品樣態較為黏稠或有分層現象，可能會使最終成品其毒化物含量有超標嫌疑，此類化學物質包括鄰苯二甲酸二甲酯、壬基酚聚乙氧基醇、1,4-二氧陸園、丁醛、二乙醇胺與 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)等。
3. 化學反應使用：其它毒化物或關注化學物質則直接參與製程，並與製程中的其它原物料反應形成另一種化學結構，換言之，該產品中已不存在列管化學物質，譬如重鉻酸鉀、氰化鉀、氰化銅鈉、三氧化鉻等主要是用於電鍍產業，許多電鍍工廠或金屬表面處理工廠，為增加電鍍金屬表面的光澤與美觀，常在電鍍製程中加入氰化物。因為在電鍍中，必須控制電鍍液中游離金屬離子的濃度，一方面可以控制鍍層金屬的沉積速度，另一方面也可以盡可能阻止置換反應的發生，特別是電鍍銀、金等貴金屬。控制游離金屬離子濃度的有效方法就是使得游離金屬離子成為不容易解離的配離子，其作法就是需要在電鍍液中加入螯合劑，螯合游離金屬離子使之成為配離子。大多數鍍層金屬都是過渡金屬，而對於過渡金屬離子，氰離子正是最有效的配位體之一。

六、化學物質濃度證明文件

1. 無化學物質濃度檢測需求：

於訪視作業過程中發現多數廠家都是從貿易商或化學品供應商購入化學品原材料，有少數則是自行從國外輸入，但多不會向貿易商索取濃度證明文件或檢驗報告，證明該批原材料品質，更不會進一步自主檢測其濃度，廠家僅關切後端製程與終端產品之品質不受影響，因此化學物質之濃度廠家多數仰賴安全資料表上濃度標示。

目前具備化學物質濃度檢驗報告者多為國內化學物質製造廠商，如製造二氯甲烷、三氯甲烷、甲基第三丁基醚、丙烯酸丁酯等大廠，廠內備有檢測實驗室與品保品管人員進行產品品質抽驗與把關，以確保產品品質符合下游業者需求。

2. 廠家製作的安全資料表，其濃度僅粗估，並未實際檢測

為瞭解作為溶劑、觸媒等使用之毒化物，是否仍殘留於毒化物成品當中，本次採集○○化學工業股份有限公司生產的 PU 樹脂，該廠家所提供的安全資料表揭示 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)濃度為 1%以下，係以 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)、填充物料、可塑劑等以特定比例混合粗估，並無實際檢測作為，然而本產品中 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)是否符合安全資料表上揭示資訊，則須進一步進行檢測分析。

七、建議

1. 申請毒化物運作核可文件，需檢附濃度證明文件：考量運作廠家申請毒性化學物質運作時，主管機關會以 5%濃度區間作為核可原則，換言之，業者所核可的運作濃度有其濃度範圍，因此為避免業者核可文件上濃度與實際運作不符，應於申請核可時同時檢附濃度證明文件。
2. 揭示安全資料表上物質濃度資訊，應確實檢測：經訪視發現部分廠家製作安全資料表時，其濃度資訊多為製程摻混比例粗估，而非實際送檢，如製程過程屬於物裡反應摻混，可能因比例調配誤差、混合物分布不均、溶液分層等造成毒化物含量可能超過法規管制濃度，為確保毒化物使用安全，主管機關應要求業者實際檢附檢測報告，以茲證明成品中毒化物殘留量。
3. 毒化物製成的混合物，應定期稽查：以上述案件為例，當廠家認為自家產品低於毒化物管制濃度，則不會依法申報其運作量，必須仰賴主管機關定期稽查，並將採集而得的樣品送檢，其中針對物理混摻的毒化物混合物可視需求提高稽

查頻率。於執行混合物稽查時，為確保樣品代表性，應特別留意採樣方法，依據化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)，如儲槽深度小於 1.5 公尺，則以液體採樣管採集全深度樣品；當儲槽深度大於 1.5 公尺以上，且樣品出現分層現象，甚至未知樣品是否有分層現象，需採集各層樣品充分混合，才能確保該樣品稽查結果具實質效力。

表 5.1-2、運作事業體訪視評析表

項次	化合物名稱	工廠 貯存設施	依產品屬性 分類	原物料/成 品/半成品	廠家製程/產品/用途簡述	使用方式為 物理反應或 化學反應
1	丙烯酸丁酯	桶裝	造漆	原物料	用於造漆上，其造漆製程可分為兩種，物理混拌（控制添加之組成份的配比）與化學反應（透過化合物間的螯合反應將毒化物反應），丙烯酸丁酯屬於化學反應，廠家曾委冊成品的組成份分析，丙烯酸丁酯的含量很低。	化學反應
		儲槽	樹脂製造	原物料	生成壓克力樹脂。丙烯酸及其酯類自身或其它單體混合後，會發生聚合反應生成均聚物或共聚物，這類聚合物最後可用於生產各式塑料、塗層或樹脂	化學反應
		儲槽	橡膠乳液製造	原物料	合成橡膠乳液製程中間原料的乳化劑，丙烯酸丁酯會被包覆在乳化層內，不容易釋放出來，且廠家少量添加入製程中，評估成品的丙烯酸丁酯含量很低。	物理反應
		儲槽	化學品製造	成品	以丙烯酸+丁醇即可生成丙烯酸丁酯+水	化學反應
		桶裝	塗料製造	原物料	丙烯酸丁酯與甲基丙烯酸甲酯進行聚合反應，再添加入少許溶劑後，製成汽車噴漆使用的塗料	化學反應
		儲槽	樹脂製造	原物料	主要用作為多種丙烯酸類樹脂產品，也可用來生產聚合物、樹脂和膠粘劑、塗料等，有機合成的中間體	化學反應
2	1,4-二氧陸圜	袋裝	感光劑製造	原物料	將 Polymer/感光劑/添加劑/溶劑進行混拌，產品為混合體，其中依混拌比例試算 1,4-二氧陸圜製品後濃度低於 0.5%。	物理反應
		桶裝	製藥	原物料	製程溶劑，溶劑會經由固液分離循環再利用。製程添加的含量應下游廠商需求調配配比，占比很低。	物理反應
3	4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)	袋裝	化學品製造	成品	以氯苯胺與鹽酸進行質子化反應，生成初產物後，再以氫氧化鈉中和析出，水洗後造粒烘乾。	化學反應
		袋裝	PU 產品製造	原物料	與其它物質摻混，製程液態的 PU 產品，產品中內含少許 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)，其功用是作為 PU 產品的膠黏劑，使塗布後的防水效果更佳。	物理反應

項次	化合物名稱	工廠 貯存設施	依產品屬性 分類	原物料/成 品/半成品	廠家製程/產品/用途簡述	使用方式為 物理反應或 化學反應
4	丁醛	儲槽	化學品製造	中間產物	用於生產異辛醇。經由丙烯與合成氣，以 Rh 為觸媒生成正丁醛與異丁醛，再經蒸餾塔取其正丁醛進行縮和、氫化等反應，最終產品無正丁醛組成。	化學反應
		儲槽	化學品製造	原物料	聚乙烯醇 PVA 製程使用，丁醛可使分子乳化分散，使縮醛反應分布更加均勻，可用於用作漿料、塗料、黏著劑（例如透明膠水）、穩定劑、分散劑、乳化劑、增厚劑、感光劑。	物理反應
5	二甲基甲醯胺	儲槽	紡織品	原物料	於聚丙烯晴纖維製程中，扮演溶劑角色，最後經由溶劑回收再次循環利用，其產品如壓克力纖維、碳纖維等。	物理反應
		儲槽	PU 產品製造	原物料	使樹脂溶在含有二甲基甲醯胺、甲苯等混合溶劑中，再進行紡織品(水性 PU)的塗布使用。	物理反應
		桶裝	製藥	原物料	部分藥泥或藥錠的製程反應物。	化學反應
6	二異氰酸甲苯	桶裝	造漆	原物料	化學反應，加熱使其與其它化合物進行螯合。	化學反應
		儲槽	PU 產品製造	原物料	PU 樹脂製程中的原物料使用，經反應後已轉化為其它物質。	化學反應
		儲槽	接著劑製造	原物料	生產接著劑的原料，產品為聚氨酯類，多應用於商品包裝，譬如口香糖包裝的封膜等。	化學反應
		桶裝	接著劑製造	原物料	用於聚胺基甲酸乙酯黏著劑中的硬化劑、密封劑等	化學反應
		桶裝	塗料製造	原物料	乙二醇乙醚與二異氰酸甲苯反應，生成中間產物。該中間產物再進入下階段反應，製成塗料產品	化學反應
7	二氯甲烷	儲槽	化學品製造	成品	台塑仁武廠的鹼廠氯碳課製造，利用氯甲烷與氯氣反應，生成二氯甲烷。	化學反應
		桶裝	造漆	原物料	製程溶劑，溶劑會經由固液分離循環再利用。製程添加的含量應下游廠商需求調配配比，占比低。	物理反應
		桶裝	萃取溶劑	原物料	作為索氏萃取溶劑，或做沖提液，生成高分子材料應用於光電產業。二氯甲烷最後會經由蒸餾回收系統將二氯甲烷回收，以廢液處置。	物理反應

項次	化合物名稱	工廠 貯存設施	依產品屬性 分類	原物料/成 品/半成品	廠家製程/產品/用途簡述	使用方式為 物理反應或 化學反應
8	三乙胺	桶裝	造漆	原物料	用於造漆上，其造漆製程可分為兩種，物理混拌（控制添加之組成份的配比）與化學反應（透過化合物間的螯合反應將毒化物反應），甲基異丁酮屬於化學反應，廠家曾委冊成品的組成份分析，甲基異丁酮的含量很低。	化學反應
		桶裝	製藥業	原物料	製程溶劑，溶劑會經由固液分離循環再利用。製程添加的含量應下游廠商需求調配配比，占比低。	物理反應
		桶裝	塗漆製造	原物料	用於 PCM 塗料製程中調整 pH 用，並不參與反應，可以使油漆塗料偏鹼性，較安定可以儲存較久	物理反應
		桶裝	橡膠製造	原物料	橡膠的催速活化劑，聚合物的熟化劑和變硬劑	物理反應
9	三氧化鉻	儲槽	鋼捲製造	原物料	製程過程中將該混合物塗抹於鋼捲上，可使鋼捲抗鏽蝕、抗酸鹼。	化學反應
		儲槽	銅箔製造	原物料	塗抹於銅箔製程上，同樣使最終產品如印刷電路板、鋰電池等具抗鏽蝕功能。	物理反應
		桶裝	鋼捲製造	原物料	為一鍍鋅鋼板的防鏽劑，直接壓印上去形成一個薄膜。（會用 5%~10% 的濃度去進行製程）。	化學反應
		桶裝	重工業	原物料	電鍍熱研磨製程中使用（產品主要為膠布機的滾輪，滾輪可使布更薄），三氧化鉻加入電鍍槽溶解後，鍍鉻上去滾輪，使滾輪磨損較小，可用較久。	物理反應
10	三氯乙烯	桶裝	樂器製造	原物料	金屬表面去脂劑，將成品浸泡於三氯乙烯溶劑中將表面油脂去除後，烘乾，再進入下階段組裝製程。	物理反應
		桶裝	重工業	原物料	用為 PVDF 橡膠裡襯的接著劑，PVDF 橡膠裡襯主要用在驟冷塔中使驟冷時 ETC 和溫度不容易破壞塔（因為 PVDF 對 1,2-二氯乙烷滲透性較低，可防鏽跟防蝕）。	物理反應
11	三氯甲烷	儲槽	化學品製造	成品	台塑仁武廠的鹼廠氯碳課製造，二氯甲烷再次與氯氣反應，生成三氯甲烷。	化學反應
		桶裝	萃取溶劑	原物料	作為索氏萃取溶劑，或做沖提液，生成高分子材料應用於光電產業。	物理反應

項次	化合物名稱	工廠 貯存設施	依產品屬性 分類	原物料/成 品/半成品	廠家製程/產品/用途簡述	使用方式為 物理反應或 化學反應
12	壬基酚聚乙氧基醇	袋裝	化學品製造	原物料	可當作丁醛的介面活性劑，使水溶性的 PVA 和丁醛能混和均勻	物理反應
		袋裝	化學工業	原物料	可作為乳化劑用於紙漿、塗料、黏著劑、皮革製品、橡膠與塑膠的生產	物理反應
		袋裝	樹脂製造	原物料	用於製造樹脂過程中的乳化劑、界面活性劑（利用高速攪拌把他打成泡沫再去包覆單體）	物理反應
13	四氯乙烯	瓶裝	萃取溶劑	原物料	萃取水中油脂使用，溶劑會回收報廢。	物理反應
14	甲基異丁酮	桶裝	造漆	原物料	用於造漆上，其造漆製程可分為兩種，物理混拌（控制添加之組成份的配比）與化學反應（透過化合物間的螯合反應將毒化物反應），甲基異丁酮屬於化學反應，廠家曾委冊成品的組成份分析，甲基異丁酮的含量很低。	化學反應
		儲槽	化學品製造	原物料	雙酚 A 製程，少量添加入製程中，促使水和酚分離完全，甲基異丁酮會回收使用。	物理反應
		儲槽	Epoxy 製造	原物料	Epoxy 製程，甲基異丁酮稀釋後添加，未參與製程反應，僅使樹脂具流動性。	物理反應
		儲槽	化學品製造	原物料	參與丙烯酸精餾反應，利用甲基異丁酮和水共沸特性，將丙烯酸內的水分脫除，再進入下段溶液分離塔，少量添加與製程中。	物理反應
		桶裝	塗料製造	原物料	與二乙酸三胺反應，生成 ketamine，ketamine 再進入下階段反應，製成車著塗料，主要功能為防鏽	化學反應
		桶裝	橡膠製造	原物料	用作天然合成橡膠的溶劑	物理反應
15	甲基第三丁基醚	儲槽	化學品製造	成品	台塑麥寮四碳廠製程，以丁二烯萃餘油與甲醇反應，生成甲基第三丁基醚。輸送至煉油廠進行添加使用，用於汽油添加劑中。	化學反應
		桶裝	製藥	原物料	製程溶劑，溶劑會經由固液分離循環再利用。製程添加的含量應下游廠商需求調配配比，占比很低。	物理反應
16	重鉻酸鉍	桶裝	鋼捲製造	原物料	製程過程中將該混合物塗抹於鋼捲上，可使鋼捲抗鏽蝕、抗酸鹼。	化學反應

項次	化合物名稱	工廠 貯存設施	依產品屬性 分類	原物料/成 品/半成品	廠家製程/產品/用途簡述	使用方式為 物理反應或 化學反應
17	異丙苯	桶裝	化學品製造	原物料	過氧化氫異丙苯與異丙苯其組成配比約為 80%~85%、10~15%，該物質添加於製程中作為觸媒，不參與製程反應。	物理反應
		桶裝	橡膠製造	原物料	合成橡膠乳液製程的起始劑，促使反應能順利進行，少量添加入製程中使用	物理反應
18	硫酸二甲酯	桶裝	製藥業	原物料	二甲基甲醯胺、硫酸二甲酯等為製程的反應物，生成藥泥或藥錠。	化學反應
		桶裝	化學品製造	原物料	與三級胺進行反應，形成柔軟劑	化學反應
19	鄰苯二甲酸二甲酯	桶裝	造漆	原物料	用於塗料製程。將半成品+色素+鄰苯二甲酸二甲酯生成各式顏色的塗料產品，以摻混比例控制產品中毒化物組成含量。	物理反應
		桶裝	造漆	原物料	用於可塑劑（例如：大樓外牆塗料），加入可塑劑的話塗料不易龜裂，成品約含 2%~3%鄰苯二甲酸二甲酯，為一添加劑	物理反應
20	環己烷	桶裝	製藥	原物料	製程溶劑，溶劑會經由固液分離循環再利用。製程添加的含量應下游廠商需求調配配比，占比很低。	物理反應
		儲槽	橡膠製造	原物料	粗橡膠溶劑使用，並不參與乳膠製程，使用過的環己烷會與水混合再一起，循環再利用。	物理反應
21	二乙醇胺	桶裝	化學品製造	原物料	做發泡劑使用，發泡劑分為 A、B 兩劑，其中的 polyol 發泡 B 劑含有少量二乙醇胺，二乙醇胺扮演角色為觸媒，促進發泡的製程反應。	物理反應
22	石綿	-	國家軍事用途	廢棄物	廠家以某特定比例混合石綿、鉻酸鉍、鋳粉等，生成一次性的熱電池，石綿的主要功用為隔熱、保溫材料，於成品燃燒過程當中提供較良好的穩定性。	物理反應
		-	建築材料	廢棄物	過去有大量建築物以石綿瓦作為建築材料，具有良好的隔熱效果。目前該些石綿廢棄物均委由特定廢棄物處理商進行處置。	物理反應
23	六氯乙烷	桶裝	國家軍事用途	原物料	廠家已某特定比例混合六氯乙烷和氧化鋅，透過燃燒會產生白色煙幕，由於燃燒過後會產生六氯乙烷和其他致癌物質，故以更換其他物質進行替代。	化學反應

項次	化合物名稱	工廠 貯存設施	依產品屬性 分類	原物料/成 品/半成品	廠家製程/產品/用途簡述	使用方式為 物理反應或 化學反應
24	一氧化二氮	儲槽	半導體製造	原物料	使用於化學氣相沉積，將一氧化二氮與其它反應物進行化學反應，生成固態的生成物，並在晶片表面沉積薄膜。薄膜用於半導體上導電的材料。	化學反應
25	乙二醇乙醚	桶裝	塗料製造	原物料	乙二醇乙醚與二異氰酸甲苯反應，生成中間產物。該中間產物再進入下階段反應，製成塗料產品。	化學反應
		罐裝	聚烯薄膜材料 檢測	原物料	用於實驗測試，表面張力檢測（塑膠膜），將乙二醇乙醚塗在塑膠膜上看 spreading 狀況。	物理反應
26	丙烯醯胺	袋裝	樹脂製造	原物料	丙烯醯胺單體聚合而成的聚合物為聚丙烯醯胺(PAM)，其黏稠的特性使它常被用於特定工業，包括染料、化妝品、塑膠、滲透膜等。	化學反應
		袋裝	樹脂製造	原物料	用於氟素丙烯酸樹脂、壓克力樹脂製造中的反應物。	化學反應
27	重鉻酸鉀	袋裝	電鍍業	原物料	重鉻酸鉀是強氧化劑，可以和許多還原性物質反應。抗氧化用，主要是防空氣中的水，怕產品因水變色，使用重鉻酸鉀保護。	化學反應
28	氫氟酸	儲槽	半導體製造	原物料	二氧化矽層蝕刻(SiO ₂ Etching)使用，常用於清洗控片（控片用於定期監測機台狀態）。	化學反應
29	硫脲	桶裝	PCB 業	原物料	可改變原有金屬的電負度，讓電路板上的鍍錫反應順利進行	化學反應
		桶裝	PCB 業	原物料	印刷電路板中化錫槽的藥水，主要是防止電路板上 Epoxy 材料的綠漆沉積	化學反應
30	氯乙酸	袋裝	化學品製造	原物料	與三級胺反應生成兩性型界面活性劑（同時帶有正電與負電）主要用於起泡劑，添加於個人衛生用品（如沐浴精、洗髮乳等）	化學反應
		袋裝	化學品製造	原物料	廠商會將一整包的氯乙酸投入反應槽中，形成醯胺，用於起泡劑、界面活性劑	化學反應
31	氰化鉀	罐裝	電鍍	原物料	印刷電路板上電鍍使用（鍍金）	化學反應
		桶裝	電鍍	原物料	印刷電路板上電鍍使用（鍍金/銀）	化學反應

項次	化合物名稱	工廠 貯存設施	依產品屬性 分類	原物料/成 品/半成品	廠家製程/產品/用途簡述	使用方式為 物理反應或 化學反應
		袋裝	電鍍	原物料	電鍍五金使用	化學反應
32	氰化銅鈉	袋裝	電鍍	原物料	用於電鍍小五金上，若須鍍成白色會使用氰化銅鈉去調	化學反應

5.2 化學物質檢測技術量能建置與樣品分析

5.2.1 檢測方法建置

一、各項目檢測方法

依計畫中 33 項標的物，又可分為無機化合物和有機化合物，各標的物使用之檢測方法如表 5.2-1，說明如下：

表 5.2-1、33 項標的物檢測方法彙整

項次	檢測項目	檢測方法	方法編號	負責單位
1	三氯乙烯	化學物質檢測方法－有機類定性及定量分析法 (NIEA T101.11C)	NIEA T101.11C	工研院
2	四氯乙烯			
3	三氯甲烷			
4	1,4-二氯陸圓			
5	二氯甲烷			
6	甲基第三丁基醚			
7	甲基異丁酮			
8	硫脲			
9	二乙醇胺			
10	三乙胺			
11	二異氰酸甲苯			
12	二甲基甲醯胺	毒性化學物質中有機化合物檢測方法－氣相層析質譜儀法	NIEA T706.24B	
13	丙烯酸丁酯			
14	環己烷			
15	鄰苯二甲酸二甲酯			
16	乙二醇乙醚			
17	異丙苯			
18	4,4'-亞甲雙（2-氯苯胺）	毒性化學物質中有機化合物檢測方法－氣相層析質譜儀法	NIEA T706.24B	上準
19	六氯乙烷			
20	硫酸二甲酯			
21	氯乙酸	化學物質檢測方法－無機類定性及定量分析法	NIEA T102.11C	
22	氫氟酸			
23	重鉻酸鉀	毒性化學物質中鉻酸鹽及重鉻酸鹽類檢測方法	NIEA T303.12C NIEA T305.10B	
24	重鉻酸鉍			
25	三氧化鉻(鉻酸)			
26	氰化銅鈉	毒性化學物質中金屬及其化合物、無機鹽類之檢測方法	NIEA T306.11B	
27	氰化鉀	氰化鉀化學製劑檢測方法－滴定法／原子吸收光譜法	NIEA T404.11C	
28	丙烯醯胺	毒性有機化合物檢測方法－液相層析法	NIEA T509.20C	
29	壬基酚聚乙氧基醇			
30	全氟辛烷磺酸(PFOS)			
31	丁醛	醛酮類化合物檢測方法－高效能液相層析法	NIEA R502.11C	
32	石棉	建築材料中石棉含量試驗法	NIEA R411.20C	
33	一氧化二氮	化學物質檢測方法－一氧化二氮定性分析法	NIEA T104.10C	

1. 有機類三氯乙烯、四氯乙烯、三氯甲烷、1,4-二氯陸圈、二氯甲烷、甲基第三丁基醚、甲基異丁酮、硫脲、二乙醇胺、三乙胺、二異氰酸甲苯等 11 項化學物質，主要參考 NIEA T101.11C 進行檢測技術建立，以氣相層析質譜儀(Gas Chromatography-Mass Spectrometry, GC-MS)與感應因子方法進行標的物定性與定量分析。
2. 有機類二甲基甲醯胺、丙烯酸丁酯、環己烷、鄰苯二甲酸二甲酯、乙二醇乙醚、異丙苯、4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)、六氯乙烷、氯乙酸、硫酸二甲酯等 10 項化學物質，主要參考 NIEA T706.24B 進行檢測技術建立，以氣相層析質譜儀(Gas Chromatography-Mass Spectrometry, GC-MS)與感應因子方法進行標的物定性與定量分析。
3. 氫氟酸參考 NIEA T102.11C，採用離子層析儀(Ion Chromatograph, IC)分析。
4. 重鉻酸鉀、重鉻酸銨及三氧化鉻(鉻酸)等毒化物，參考 NIEA T303.12C 及 NIEA T305.10B 之方法，先以 NIEA T305.10B 方法使用 X 射線螢光分析儀(X-ray Fluorescence Spectrometer, XRF)快速篩選原物料且為固體樣品的元素成分，確定是否含鉻。如是，可能有鉻酸鹽、重鉻酸鹽、鉻酸等幾種可能，可進一步藉由 X 射線繞射分析儀(X-ray Diffraction Analysis, XRD)與分光光度計等儀器判定樣品中除鉻以外所含元素之種類。各類樣品中六價鉻濃度則依 NIEA T303.12C 定量。
5. 氰化銅鈉之檢測方法參考 NIEA T306 方法，方法先以元素分析儀器如 X 射線螢光分析儀(XRF)、原子吸收光譜儀(AA)、感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP-OES)或感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)等進行元素分析，若元素含量大於毒性化學物質管制濃度之十分之一時，則續以 X-射線繞射儀(XRD)檢測，並與繞射圖譜資料庫比對，鑑定毒性化學物質之物種。樣品經定性分析及物種比對後，再依其物種的特性進行溶解消化，最後以滴定法或比色法測定氰離子含量。
6. 氰化鉀之檢測方法參考 NIEA T404.11C 方法，樣品經酸化轉為氰化氫，氰化物之濃度可用滴定法測定之；氰化鉀中鉀離子含量之測定係將樣品溶解於鹼性溶液後，直接吸入原子吸收光譜儀(Atomic Absorption Spectrophotometer, AA)定量。
7. 丙烯醯胺、壬基酚聚乙氧基醇、全氟辛烷磺酸(PFOS)等 3 項，參考 NIEA T509.20C、NIEA T701.10C 方法，樣品經適當前處理後，以液相層析儀(Liquid

Chromatography, LC)搭配串聯式質譜儀(Tandem Mass Spectrometer)分析。

8. 丁醛之檢測方法將依據 NIEA R502.11C 進行樣品製備後，參照方法以高效能液相層析儀(High Performance Liquid Chromatograph, HPLC)分析。
9. 石綿之檢測方法採用 NIEA R411.20C，方法引用 CNS「建築材料中石綿含量試驗法（總號 15546，類號 R3216）」，利用 X 光繞射裝置(XRD)及相位差顯微鏡(Phase-Contrast Microscopy)，定性及量測石綿含量。量測方法說明如下：

(1)量測方法概要

石綿指屬蛇紋石族之纖維狀矽酸鹽礦物（纖維蛇紋石，俗稱白石綿）及屬角閃石族之纖維狀矽酸鹽礦物（褐石綿、青石綿、透閃石、陽起石、斜方角閃石）等礦物，**圖 5.2-1** 為石綿之分類及其分子結構式。

CNS 15546 R3216 方法中石綿含量之量測，係以 X 光繞射之定性分析方法及顯微鏡定性分析方法，確認是否含有石綿後，針對判斷為”含有石綿”之試樣，再以 X 光繞射分析方法進行石綿定量分析之方法。量測方法之概要如**圖 5.2-2**。

(2)取樣方法

試樣量之大小，可以充分代表量測對象之建材大小即可。若為噴塗材料、保溫材料等軟質材料，須取樣 3 處，每處取樣量約 10 cm^3 。若為板狀比較硬質之材料時，須取樣 3 處，每處取樣量約 100 cm^2 。故每一石綿樣品會有 3 個待測試樣。

(3)定性分析方法

- A. 定性分析 X 光繞射分析方法，係將 X 光照射在石綿時，因應不同之石綿種類，有特有之繞射角度，據此，鑑別出試樣中是否含有石綿，白石綿等各種石綿之繞射角圖譜如**圖 5.2-3**，其中透閃石及陽起石很難依 X 光繞射圖譜分別判定，因此當成同一種類處理。
- B. 定性分析所使用相位差顯微鏡之分散染色法，係依試樣之形狀及試樣折射率之色澤變化，以鑑別出是否含有石綿，判斷各類石綿之分散色如**表 5.2-2**，各類石綿標準品於認定之折射率照片如**圖 5.2-4**。石綿判定方式為每一試樣使用相位差顯微鏡之 10 倍內目鏡，觀察目鏡上分刻直徑 $100\text{ }\mu\text{m}$ 圓形內之纖維狀粒子，移動視野進行數量計算，直到數量達 1,000 粒，記錄分散色之石綿種類及粒子數量。三試樣合計 3,000 粒子中，石綿在 4 纖維粒子

以上，即判定“含有石綿”。

(4) 定量分析方法

石綿之 X 光繞射強度，與所含石綿量有關。因此比較分析試樣之 X 光繞射強度與已知石綿含量之標準試樣的 X 光繞射強度，可以測定建材中之石綿含量，依 CNS 15546 R3216 方法定量之流程簡述如圖 5.2-5。惟此備製完成之試樣其殘渣率應小於 0.15，否則試樣應再經備製。

依前述定性方法判斷含有石綿之種類後，各種類之石綿依照其各自之檢量線進行定量，每一樣品之三試樣分別定量後平均，即可得該種類石綿之含量百分比。依 CNS 方法，定量係以石綿標準試樣(0.1mg、0.5mg、1mg、3mg、5mg) 備製成檢量線，比較試樣之 X 光繞射強度後換算。

10. 一氧化二氮之檢測方法依環檢所公告之「化學物質檢測方法——一氧化二氮定性分析法(NIEA T104.10C)」，使用傅立葉紅外線光譜儀分析。

(1) 檢測方法概要

NIEA T104.10C 方法說明利用傅立葉紅外線光譜儀(FTIR)、氣相層析儀搭配熱導型偵測器(GC-TCD)或氣相層析質譜儀(GC-MS)進行一氧化二氮定性分析，計畫中團隊採用傅立葉紅外線光譜儀定性。

(2) 採樣與保存

A. 使用採樣袋採樣，採樣時，將乾淨且乾燥的採樣器接上採樣管路後，打開採樣閥填充樣品，俟管路壓力與採樣器內之壓力達平衡後，再依序關上出口及進口之採樣閥，移除採樣器。如以採樣袋盛裝的氣體濃度或濕度常隨著時間而改變，因此應儘快分析。

B. 如待測樣品原氣體鋼瓶或原裝載容器係便於搬運(例如：1 L 或 5 L 鋼瓶)，亦可直接以此原氣體鋼瓶或原裝載容器為樣品進行後續之樣品處理、保存及運送。

(3) 分析步驟

A. 將稀釋後或經氣體稀釋器稀釋之樣品直接導入 FTIR 進行檢測。

B. 將 FTIR 檢測所得之樣品圖譜，經由比對標準品圖譜或由儀器內建資料庫，判定是否為一氧化二氮。

C. 進行標準品定性比對時，可使用小於法規管制濃度十分之一，如無法規管

制濃度可使用適當濃度（例如：儀器測定範圍之中間濃度或與待測樣品稀釋後濃度相當）之標準品進行比對分析。

(4)結果處理

當提供樣品一氧化二氮定性結果時，可參考各該儀器特性適當評估之定性檢出下限或環境背景值，若檢測結果大於該值，以「定性檢出一氧化二氮」出具定性報告；若檢測結果小於該值時，以「定性未檢出一氧化二氮」出具定性報告。

	Group	Asbestos	Mineral name	Normal Composition
A S B E S T O S	Serpentine	Chrysotile	Chrysotile	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ (白石綿)使用上佔95%以上
		Crocidolite	Riebeckite	$Na_2Fe_3^{2+}Fe_2^{3+}Si_8O_{22}(OH)_2$ (青石綿)
	Amphibole	Amosite	Grunerite	$(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$ (褐石綿)
		Anthophyllite	Anthophyllite	$(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$ (斜方角閃石)
		Tremolite	Tremolite	$Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$ (透閃石)
		Actinolite	Actinolite	$Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$ (陽起石)

資料來源：石綿檢測方法－偏光位相差顯微鏡之研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，105 年 3 月。

圖 5.2-1、石綿分類及分子結構

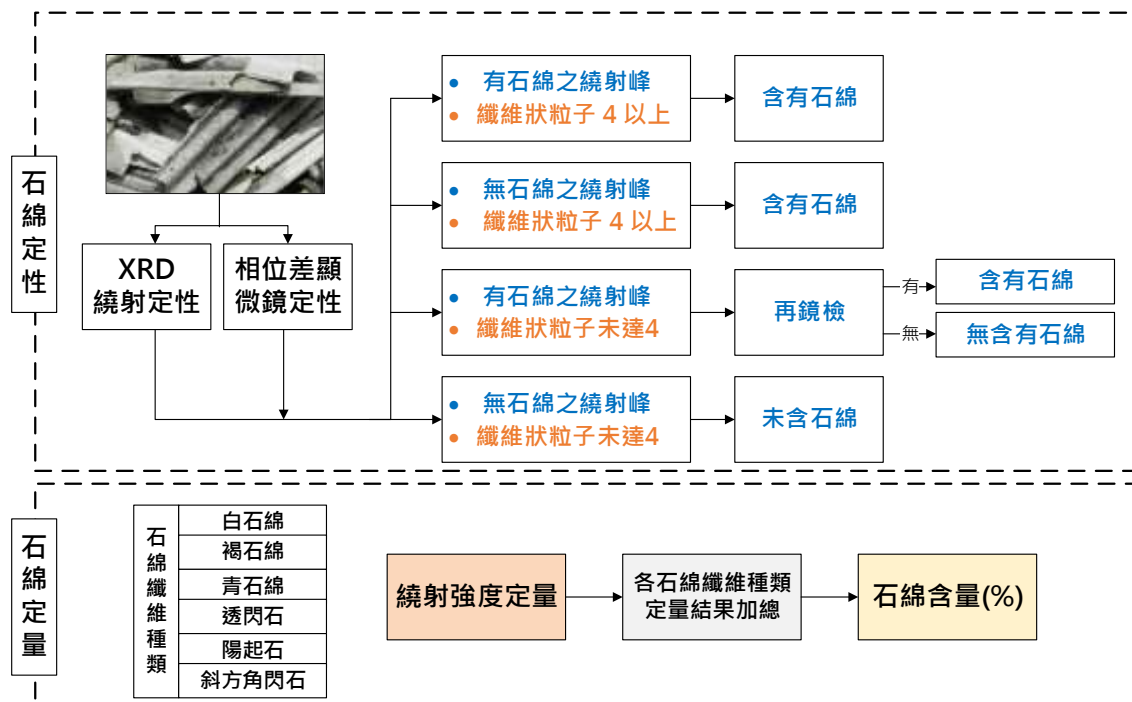
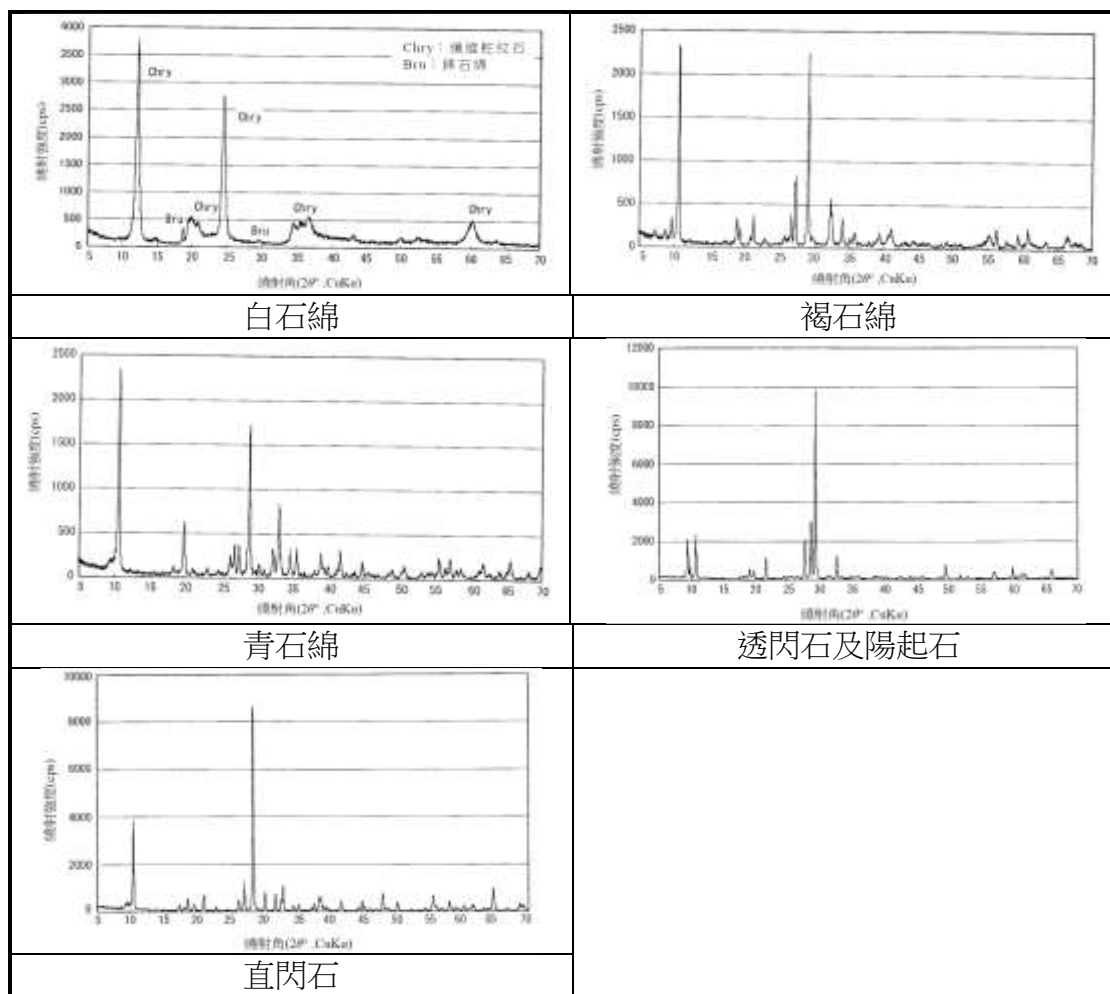


圖 5.2-2、石綿量測方法之概要



資料來源：CNS 15546 R3216

圖 5.2-3、石綿之 X 光繞射圖譜

表 5.2-2、石綿之分散色

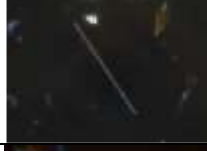
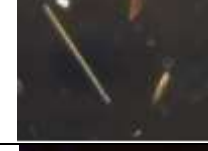
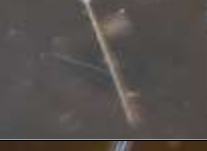
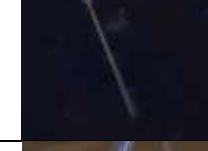
石綿種類	折射率($n_D^{25^\circ}$) ⁽²⁾	分散色
白石綿	1.550 ⁽³⁾	紅紫~藍帶綠
褐石綿	1.680 ⁽³⁾	粉紅
	1.700	藍帶綠
青石綿	1.680 ⁽³⁾	橙~紅褐
	1.690	粉紅
	1.700	藍帶綠
透閃石/陽起石 ⁽¹⁾	1.605	金黃
	1.620 ⁽³⁾	紅紫
	1.640	藍帶綠
直閃石	1.605	金黃
	1.618 ⁽³⁾	紅紫
	1.640	藍帶綠

註：1.透閃石/陽起石，因難依各別折射率之分散性分別判別，故分析上以同一種類處理。

2. $n_D^{25^\circ}$ 表 25°C 時之折射率。

3. 表示個別石綿高敏感色之折射率。

資料來源：CNS 15546 R3216

石綿 種類	折射率 ($n_D^{25^\circ}$)	分散色(無偏光)	分散色($\perp$)	分散色($\parallel$)
白石綿	1.550			
褐石綿	1.680			
青石綿	1.680			
	1.700			
斜方 角閃石	1.606			
	1.640			
陽起石	1.606			
	1.640			
透角閃 石	1.606			
	1.640			

資料來源：石綿檢測方法—偏光位相差顯微鏡之研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，105 年 3 月。

圖 5.2-4、石綿標準品之分散色

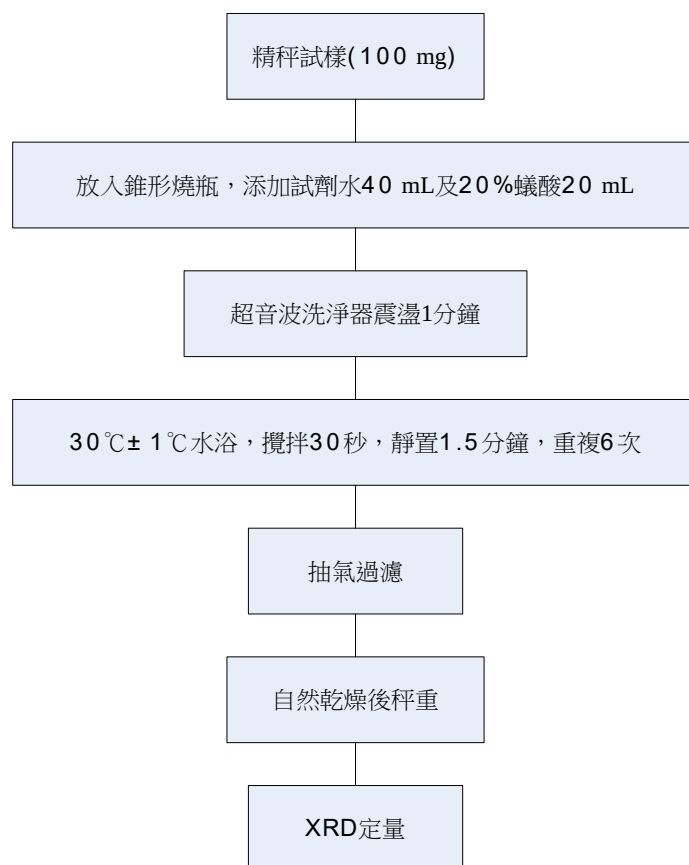


圖 5.2-5、石綿定量流程簡述

二、方法建置成果

彙整本計畫 33 項標的物方法建置成果，分別列出方法偵測極限(Method Detection Limit, MDL)、方法定量極限(Quantitation Detection Limit, QDL)、精密度與準確度資訊詳表 5.2-3。其中 11 項有機物參照 NIEA T101.11C 方法內容本計畫僅建立 QDL 無 MDL 資訊，係依據 NIEA T101.11C 方法之結果處理規範，“當樣品僅需提供化學物質成分之定性報告時，若僅測結果小於管制濃度十分之一時，以「小於管制濃度」出具定性報告”；“當樣品必須提供化學物質成分之定量報告時，以「化學物質名稱及濃度(%)」出具定量報告”，考量毒管法針對毒性化學物質管理均設有管制濃度，譬如三氯乙烯管制濃度為 50%，換言之，當三氯乙烯檢出超過管制濃度 50%且運作廠家有違法之虞，主管機關才有執行行政處分之需求。因此當環檢測定機構足以提供主管機關行政支援，即符合毒性化學物質管理法之本意。因此，工研院內部決議 QDL 需符合方法需求，其濃度可涵蓋管制濃度十分之一，即不需要執行 MDL。

表 5.2-3、33 項標的物方法建置成果

項次	化合物名稱	毒管法 管制濃度 %(w/w)	MDL ¹ %(w/w)	QDL ¹ %(w/w)	精密度 ²	準確度 ³
1	三氯乙烯	10	依據毒管法法規，本實驗室 QDL 已足夠提供主管機關行政支援，毋須執行 MDL。	0.040	<25%	±20%
2	四氯乙烯	10		0.042	<25%	±20%
3	三氯甲烷	50		0.040	<25%	±20%
4	1,4-二氯苯	1		0.041	<25%	±20%
5	二氯甲烷	25		0.040	<25%	±20%
6	甲基第三丁基醚	20		0.040	<25%	±20%
7	甲基異丁酮	1		0.040	<25%	±20%
8	硫脲	1		0.080	<25%	±20%
9	二乙醇胺	50		0.409	<25%	±20%
10	三乙胺	1		0.041	<25%	±20%
11	二異氰酸甲苯	1		0.040	<25%	±20%
12	二甲基甲醯胺	30	0.00274	0.040	<25%	±20%
13	丙烯酸丁酯	1	0.00099	0.040	<25%	±20%
14	環己烷	1	0.00150	0.040	<25%	±20%
15	鄰苯二甲酸二甲酯	10	0.00089	0.040	<25%	±20%
16	乙二醇乙醚	1	0.00124	0.040	<25%	±20%
17	異丙苯	1	0.00130	0.040	<25%	±20%
18	4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)	1	-	2.5	-	-
19	六氯乙烷	1	0.015	0.050	<30%	±20%
20	硫酸二甲酯	1	0.018	0.050	<30%	±20%
21	氯乙酸	1	-	12.5	-	-
22	氫氟酸	無	電極法無 MDL	電極法毋須製備檢量線	<20%	電極法毋須執行查核
23	重鉻酸鉀	六價鉻含量 1%以上	-	0.0005	-	-
24	重鉻酸銨		-	0.0005	-	-
25	三氧化鉻(鉻酸)		-	0.0005	-	-
26	氰化銅鈉	氰離子含量 1%以上	-	滴定法毋須製備檢量線	-	-
27	氰化鉀		0.041 % (氰化物)	滴定法毋須製備檢量線	12.9%	±20%
28	丙烯醯胺	30	0.0010	0.0100	<20%	依方法規定毋須執行查核
29	壬基酚聚乙氧基醇	5	-	0.0002	<20%	依方法規定毋須執行查核
30	全氟辛烷磺酸 (PFOS)	0.01	0.000043	0.000200	<20%	依方法規定毋須執行查核
31	丁醛	1	依據毒管法法規，本實驗室 QDL 已足夠提供主管機關行政支援，毋須執行 MDL。	0.00500	<30%	±40%
32	石棉	1	-	0.5	<20%	±20%
33	一氧化二氮	全濃度	0.016 ppm(LDL)	依方法規定 FTIR 毋須製備檢量線	依方法規定毋須執行	依方法規定毋須執行

備註：1. QDL 和 MDL 均乘上稀釋倍數，換算至%(w/w)。2. 精密度以重複樣品相對差異百分比表示之。3. 準確度以檢量線查核樣品分析結果表示之。-：該化合物有技術上或管制上困難，故無法提供建置成果。

其中表 5.2-3 有 8 項化合物部分資訊無法提供，主要是因為技術面與管理面的問題，其困難點說明如下：

(一)技術面問題

1. 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)：依 NIEA T706.24B 方法執行，但以真實樣品進行分析卻發現其測值與濃度證明文件落差甚大，實驗室另使用液相層析質譜儀進行檢測，其結果較符合原始濃度，相關分析結果參閱表 5.2-4，需進一步釐清 T706 方法適用性。
2. 氯乙酸：依 NIEA T706.24B 方法規定針對檢量線之品質管制為感應因子之相對標準偏差(RSD%)應小於或等於 20%，如無法符合需求，則應作適當修正，重新建立檢量線，直到符合要求為止。經測試，氯乙酸的檢量線 RSD 無法符合方法規定。
3. 重鉻酸鉀、重鉻酸銨、三氧化鉻(鉻酸)：依 NIEA T303.12C 和 NIEA T305.10B 方法規定，其品質規範中規定需於樣品消化前添加標準品，執行添加分析，且添加樣品回收率規範為 75%~125%，經多次消化測試，添加樣品回收率無法符合方法規定。
4. 氰化銅鈉：依 NIEA T306.11B 方法規定，若元素含量大於毒性化學物質管制濃度之十分之一時，則續以 X-射線繞射儀(X-ray Diffraction Analysis, XRD)檢測，並與繞射圖譜資料庫比對，鑑定毒性化學物質之物種。然而，目前氰化銅鈉尚無 XRD 的標準圖譜。國內目前雖有氰化銅鈉使用廠家，然廠家未必具備濃度證明文件，若轉而向國內貿易商購買氰化銅鈉，每次購買量將受限最小包裝之限制(25 kg)，以一般檢驗機構而言，建立檢測方法並不需要使用如此大量之毒化物，且後續如化學物質過期產生之廢棄費用也會相當驚人，因此目前尚無檢測機構願意購買。
5. 壬基酚聚乙氧基醇：依 NIEA T509.20C 方法執行，毒管法管制之壬基酚聚乙氧基醇為 CAS No. 9016-45-9 和 CAS No. 26027-38-3，經測試，壬基酚聚乙氧基醇屬一混和物，層析方法無法將這兩個管制 CAS No.完全區分。除外，分別分析這兩個不同的 CAS No.標準品，分析結果顯示標準品滯留時間相同但強度不一致，受限於 CAS No.鑑定上的困難。

表 5.2-4、本計畫 4,4'-亞甲雙（2-氯苯胺）樣品檢測結果

實驗室樣品編號	樣品濃度 (廠商提供)	檢測濃度 (氣相層析質譜儀法)	檢測濃度 (液相層析串聯質譜儀 方法)
X109061111	100%	3.65%	91.0%
X109061112	100%	3.74%	88.8%
X109061113	100%	3.45%	86.8%
X109061114	95%-100%	3.29%	87.0%
X109061115	95%-100%	3.47%	89.3%
X109061116	1%以下	<2.48%	1.11%

(二)管制面問題

1. 氫氟酸：依環境檢驗測定機構管理辦法第 12 條，申請認證的項目以環境法規規定之管制項目及中央主管機關已公告檢測方法之項目或其他經中央主管機關公告之項目為限。目前氫氟酸無法規管制，因此認證申請的資格有點商榷。

三、化學局實驗室輔導訪視作業

化學局已於 10 月 30 日與 11 月 4 日分別至工研院及上準公司辦理輔導訪視作業，輔導訪視議程如表 5.2-5。輔導訪視主要係針對實驗室之品保品管資料進行書面審查，並針對未來預計申請認證之項目進行檢測方法實作審查，由審查委員提出審查意見，促使實驗室改善缺失或調整技術作法，期許工研院與上準公司能儘速向環保署提出環境檢驗測定機構認證。現場訪視情形如圖 5.2-6，委員意見回覆表如附件 5-6，表 5.2-6 摘錄工研院與上準合約實驗室輔導訪視意見。

四、本期標的物認證申請情形說明

工研院方已於民國 109 年 10 月 12 日取得異丙苯、環己烷、乙二醇乙醚、丙烯酸丁酯、二甲基甲醯胺與鄰苯二甲酸二甲酯等 6 項毒化物類別認證許可，認證許可公文詳附件 5-7，三氯乙烯等 11 項以 NIEA T101.11C 提出認證申請有機物，於 109 年 12 月 7 日正式向環檢所提出認證申請；其它 16 項則由上準公司分別於 109 年 12 月 3 日與 109 年 12 月 9 日提出認證申請。

表 5.2-5、毒性及關注化學物質認證實驗室輔導訪視議程

時間	議程	時數
工研院場次(10 月 30 日)		
09:30-09:35	主席致詞	5 分鐘
09:35-09:55	檢測機構簡報 (環境介紹、毒性及關注化學物質檢測執行現況)	20 分鐘
09:55-10:40	品質系統「技術管理要求」書面審查	45 分鐘
10:40-11:25	實驗室現場實作查核(1) 樣品前處理、檢測人員能力及其他實作事宜	45 分鐘
11:25-12:00	綜合討論及結論	35 分鐘
12:00	散會	
13:30-13:35	主席致詞	5 分鐘
13:35-14:50	實驗室現場實作查核(2) 儀器校正、空白樣品、實驗室安全管理及其他實作事宜	75 分鐘
14:50-16:05	實驗室現場實作查核(3) 品保及品管查核、分析報告及其他實作事宜	75 分鐘
16:05-17:00	綜合討論及結論	55 分鐘
17:00	散會	
上準場次(11 月 4 日)		
09:30-09:35	主席致詞	5 分鐘
09:35-09:55	檢測機構簡報 (環境介紹、毒性及關注化學物質檢測執行現況)	20 分鐘
09:55-10:40	品質系統「技術管理要求」書面審查	45 分鐘
10:40-11:25	實驗室現場實作查核(1) 樣品前處理、檢測人員能力及其他實作事宜	45 分鐘
11:25-12:00	綜合討論及結論	35 分鐘
12:00	散會	
13:30-13:35	主席致詞	5 分鐘
13:35-14:50	實驗室現場實作查核(2) 儀器校正、空白樣品、實驗室安全管理及其他實作事宜	75 分鐘
14:50-16:05	實驗室現場實作查核(3) 品保及品管查核、分析報告及其他實作事宜	75 分鐘
16:05-17:00	綜合討論及結論	55 分鐘
17:00	散會	



圖 5.2-6、認證實驗室輔導訪視影像紀錄

表 5.2-6、認證實驗室輔導訪視委員審查意見彙整表

申請單位	輔導訪視委員意見摘錄
工研院	1. 建議財團法人工業技術研究院（下稱工研院）申請 NIEA T103.10B 的認證。 2. 11 種毒化物檢測之再現性與定性準確度較低濃度的 MDL 重要，可適度提高 MDL 以利要求檢驗精密度及定性。 3. 檢測濃度小於管制濃度的十分之一，出具定性報告時應注意報告表示之適當性。 4. 環境檢測認證方法送審文件中，毒性化學物質（下稱毒化物）及關注化學物質與一般環境樣品在濃度範圍差異甚大，因此建議盤點無法提供之項目，如方法偵測極限值(Method Detection Limit, MDL)等，先與主管機關溝通討論，確認送審文件清單，以避免送審時因文件不齊而退件。 5. 環境檢測認證方法使用樣品，可考慮含目標化合物以外之其他化學品，以評估檢驗流程是否能有效檢測混合物中之目標化合物。 6. 化學物質檢測方法－有機類定性及定量分析法(NIEA T101.11C)係通則性方法，請「確認」是否依驗證準則執行或另有較簡易方式辦理，建議與環境檢驗所討論，以免未來申請遭遇困難。
上準公司	1. 16 項輔導項目中，實驗室預定先就 8 項(石綿、一氧化二氮(笑氣)、氰化鉀(KCN)、丙烯醯胺、全氟辛烷磺酸(PFOS)、丁醛、六氯乙烷及硫酸二甲酯)有績效的部分先提出後續之環境檢測認證。 2. 重鉻酸鹽類檢測，土壤、底泥基質檢測結果符合方法規範，而針對毒化物樣品消化前添加回收率偏低，並有沉澱物產生，可能依方法規定取樣及定量，樣品有過飽和現象，添加量不易掌握。 3. 氯乙酸以氣相層析質譜儀(Gas Chromatography/Mass Spectrometry, GC/MS)分析之感應因子相對標準偏差(Response Factor Relative Standard Deviation, RF RSD)大於方法規範，可考慮縮小濃度範圍，以克服檢量線線性不佳問題，或協調環檢所檢討特定項目品質管制規範，或改以二次迴歸。 4. 氰化銅鈉之定性鑑定，受限於缺乏比對標準圖譜，建議協調環境檢驗所(下稱環檢所)以拉曼光譜分析儀(Raman Spectrometer)鑑定目前已有之 $\text{Na}_2\text{Cu}(\text{CN})_3(\text{H}_2\text{O})_3$ 標準品是否可定性確認，並考慮自建 X-射線繞射儀(X-Ray Diffraction Analysis, XRD)圖譜，以克服 NIEA T306.11B 方法要求之定性步驟。

五、建議

1. 管制化學品標準品交流平台：有鑑於氰化銅鈉案例，如可以由檢測機構向國內貿易商直接購買氰化銅鈉，則可以取得氰化銅鈉的濃度證明文件，惟目前受限於最小包裝之限制。如化學局可以於國內建立一管制化學品標準品交流平台，則 A 公司向貿易商購買後，其它剩餘化學品即可有價販售予其它有需求之機構，達到資源利用最大化。
2. 壬基酚聚乙氧基醇管制問題：目前參照環檢所公告方法(NIEA T507.20B)，以液相層析儀/紫外光偵測器法(Liquid Chromatography-UV Detector, LC-UV)分析壬基酚聚乙氧基醇，然該方法中所顯示之層析圖譜也未將不同 n 值的壬基酚聚乙氧基醇有效分離，僅提供總濃度。換言之，目前公告方法尚無法針對 CAS No. 26027-38-3 和 CAS. No. 9016-45-9 提供明確的定性及定量資訊，建議主管機關除針對壬基酚聚乙氧基醇管制方式可再研議，目前也可先將所遇到的檢測困難回饋予環檢所。

5.2.2 真實樣品分析結果

本期輔訪採樣樣品類型包含毒化物之原物料、中間產物及成品，總計完成 203 個點次，所有數據結果已彙整於如表 5.2-7，詳附件 5-8。採集真實樣品除建置毒性及關注化學物質之檢測技術外，另一目的則是評析國內各種毒化物使用樣態，是否有無法檢測之基質，甚至影響檢測之干擾。於本期計畫中，發現有 1 個樣品並未能如期檢測，該樣品為廠家的成品，係以丙烯酸丁酯作為原物料，並製成似泡棉樣態的固體膠片，雖廠家告知該樣品得經甲苯溶解檢測，但經實驗室測試甲醇、丙酮、正己烷、苯、甲苯、二氯甲烷、四氫呋喃等溶劑均無法將此樣品有效溶解，因此無法遵循 NIEA T706.24B 以氣相層析質譜儀分析之，如欲解決該檢測困境可能須再尋找其它前處理手法進行測試。

一、分析結果符合廠家揭示濃度

在定量結果顯示，多數毒化物樣品濃度與廠家提供之安全資料表標示濃度相符，因分析方法均有其誤差允收範圍，故數據讀取需考量分析造成的誤差。以氣相層析質譜儀方法而言，其檢量線查核規範為 $\pm 20\%$ ，假設一毒化物樣品濃度為 95%

時，考量 $\pm 20\%$ 的合理誤差範圍，樣品檢出 76%至 114%均屬正常範圍。然而，回歸到毒管法管制面，目前毒化物運作核可濃度以 5%為一區間，假使運作廠家申請為 95%~100%，而檢測結果卻為 90%時，雖符合分析誤差，但可能導致運作廠家其申請運作濃度與實際檢測不符，建議主管機關未來核發核可文件時，可再多方考量濃度區間是否涵蓋檢測上的允收誤差。

另外，安全資料表上的揭示方式多為化合物名稱與濃度，與毒化物管制方式不同，譬如鉻化物系列毒化物，毒管法僅管制六價鉻濃度是否超過 1%，因此分析標的物僅會分析鉻化物中六價鉻濃度。換言之，安全資料表上所提供的濃度資訊，必須再進一步推算，以本次真實樣品為例，安全資料表上揭示重鉻酸鉍濃度為 20%~25%，樣品中六價鉻濃度經莫耳濃度推算應為 8.3%~10.3%，雖本計畫檢測值 7.11%~7.13%有偏低情況，但仍屬分析合理誤差範圍，同樣需經濃度轉換的毒性化學物質包括鉻化物系列的三氧化鉻、重鉻酸鉍與重鉻酸鉀；氰化物系列，例如氰化銅鈉、氰化鉀。

二、 分析結果不符合廠家揭示濃度

本期計畫標的物王基酚聚乙氧基醇期檢測結果多遠低於廠家揭示濃度，如 T1090617820, T1090617821, T1090617822, T1090813812, T1090813819 等。評析毒管法管制王基酚聚乙氧基醇有特定的 CAS No.，分別為 CAS No. 9016-45-9 和 CAS No. 26027-38-3，因此計畫建立方法時係選用這兩個 CAS No.的標準品設定液相層析串聯式質譜儀參數，由於王基酚聚乙氧基醇為一個混合物，其結構式是由王基酚加上不等支鏈的乙氧基醇 (Ethoxylate, EO)，換言之，當廠家提供的王基酚聚乙氧基醇非管制的 CAS No.，其分析值就會與廠家預期產生極大的落差。

由於王基酚聚乙氧基醇於製造之後即為一種混合物，假設未來毒管法持續管制特定 CAS No.的王基酚聚乙氧基醇，則可能面臨檢測分析時無法有效鑑定，恐難以支援運作廠家持有的王基酚聚乙氧基醇是否超過法規管制濃度之問題，建議修改王基酚聚乙氧基醇的管制方式為家族式。

三、 產品中毒化物濃度探討

(一)鄰苯二甲酸二甲酯

○○樹脂股份有限公司在油漆塗漆成品成分中摻入鄰苯二甲酸二甲酯，作為添加劑用於增加成品延展性，故在成品樣品(T1090618806 及 T1090618807)

檢出濃度分別為 8.95%及 11.09%，其中 T1090618807 樣品超過管制濃度 10%，然而該產品屬於「列管毒性化學物質及其運作管理事項」第 6 項所稱之以鄰苯二甲酸酯類作為添加劑，且經固化在正常使用狀況下不會造成環境危害等物質物品，不受毒管法規管制。

(二)4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)

○○化學工業股份有限公司製造 PU 樹脂，樹脂是以特定比例摻入 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)，成品樣品 T1090611811 檢出濃度 1.11%(管制濃度為 1%)。

(三)二異氰酸甲苯

○○化學工業股份有限公司生產膜用 PU 接著劑，他們使用二異氰酸甲苯與其他化學物質結合產生多種聚氨酯，聚氨酯(Polyurethane)是常見的接著劑原料，能夠依據各類要求而改變分子結構設計，也能與其他種類樹脂共聚改質，可滿足各種不同特性材料的接著加工。在成品樣品 T1090618809 檢出濃度為 6.07%，然二異氰酸甲苯的管制濃度 1%，本產品有超過管制標準之虞。

綜合以上結果，當廠家並無自主檢測成品或半成品中毒化物殘留量，其運作毒化物的型態是以配製比例控制製品化後的毒化物含量，則很可能因控制不當造成成品中毒化物濃度出現超標疑慮，這樣的情境可能成為毒化物管理上的漏洞，故建議主管機關應評估稽查毒化物製成的混合物，將採集而得的樣品送檢，長期則應評估自主檢驗入法，以確保業者無規避管制之虞。

表 5.2-7、檢測分析結果一覽表

序號	採樣廠家	樣品編號	分析標的物	樣品類別	樣品型態	分析方法	分析儀器	檢測結果(%)
1	台灣○○○○科股份有限公司	T1090519801	1,4-二氧陸園	原物料(<5.9%)	黃色固體	NIEA T101.11C	GC-MS	4.91
2		T1090609801	六價鉻(重鉻酸鉍)	原物料(8.3~10.3%)	褐色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	7.12
3		T1090609802	六價鉻(重鉻酸鉍)	原物料(8.3~10.3%)	褐色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	7.13
4		T1090609803	六價鉻(重鉻酸鉍)	原物料(8.3~10.3%)	褐色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	7.11
5		T1090609804	六價鉻(三氧化鉻)	原物料(10.4~13.0%)	墨綠色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	9.32
6		T1090609805	六價鉻(三氧化鉻)	原物料(10.4~13.0%)	墨綠色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	9.15
7		T1090609806	六價鉻(三氧化鉻)	原物料(10.4~13.0%)	墨綠色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	9.30
8	○○股份有限公司	T1090609807	二異氰酸甲苯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
9		T1090609808	二異氰酸甲苯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
10		T1090609809	二異氰酸甲苯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
11		T1090609810	二異氰酸甲苯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
12		T1090609811	三乙胺	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
13		T1090609812	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	82.8
14		T1090609813	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	89.0
15		T1090609814	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	85.6
16		T1090609815	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
17		T1090609816	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	85.4
18		T1090609817	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	81.8
19		T1090609818	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	94.6
20		T1090609819	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
21	○○○○工業股份有限公司	T1090609820	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	88.1
22		T1090609821	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
23		T1090609822	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	94.2
24		T1090609823	二甲基甲醯胺	原物料(>95%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	78.5
25		T1090609824	二甲基甲醯胺	原物料(>95%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	81.3
26		T1090609825	二甲基甲醯胺	原物料(>95%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	84.4
27		T1090609826	二氯甲烷	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
28		T1090609827	二氯甲烷	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
29		T1090609828	二氯甲烷	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
30		T1090609829	三氯甲烷	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
31		T1090609830	三氯甲烷	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0

序號	採樣廠家	樣品編號	分析標的物	樣品類別	樣品型態	分析方法	分析儀器	檢測結果(%)
32	○○塑膠工業股份有限公司麥寮總廠	T1090609831	三氯甲烷	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
33		T1090610801	甲基異丁酮	原物料(99~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
34		T1090610802	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
35		T1090610803	丁醛	中間產物(>99%)	無色透明液體	NIEA R502.11C	HPLC	>95.0
36		T1090610804	丁醛	中間產物(>99%)	無色透明液體	NIEA R502.11C	HPLC	>95.0
37		T1090610805	丁醛	中間產物(>99%)	無色透明液體	NIEA R502.11C	HPLC	>95.0
38		T1090610806	丁醛	中間產物(>99%)	無色透明液體	NIEA R502.11C	HPLC	>95.0
39	○○塑膠工業股份有限公司麥寮廠	T1090610807	丙烯酸丁酯	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
40		T1090610808	丙烯酸丁酯	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
41		T1090610809	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	93.9
42		T1090610810	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	92.0
43		T1090610811	甲基第三丁基醚	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
44		T1090610812	甲基第三丁基醚	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
45		T1090610813	甲基第三丁基醚	成品(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	94.4
46		T1090610814	四氯乙烯	原物料(>99%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
47		T1090610815	四氯乙烯	原物料(>99%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
48	○○○○股份有限公司二廠	T1090611801	4,4-亞甲雙(2-氯苯胺)	成品(100%)	黃色固體	NIEA T509.20C	LC/MS/MS	91.0
49		T1090611802	4,4-亞甲雙(2-氯苯胺)	成品(100%)	黃色固體	NIEA T509.20C	LC/MS/MS	88.8
50		T1090611803	4,4-亞甲雙(2-氯苯胺)	成品(100%)	黃色固體	NIEA T509.20C	LC/MS/MS	86.8
51		T1090611804	二異氰酸甲苯	原物料(98~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
52		T1090611805	二甲基甲醯胺	原物料(>99%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	82.5
53		T1090611806	二甲基甲醯胺	原物料(>99%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	90.2
54		T1090611807	二甲基甲醯胺	原物料(>99%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	73.0
55		T1090611808	二甲基甲醯胺	原物料(>99%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	81.6
56	○○化學工業 股份有限公司	T1090611809	4,4-亞甲雙(2-氯苯胺)	原物料(95~100%)	黃色固體	NIEA T509.20C	LC/MS/MS	87.0
57		T1090611810	4,4-亞甲雙(2-氯苯胺)	原物料(95~100%)	黃色固體	NIEA T509.20C	LC/MS/MS	89.3
58		T1090611811	4,4-亞甲雙(2-氯苯胺)	成品(<1%)	黃色固體	NIEA T509.20C	LC/MS/MS	1.11
59	○○○○○股份有限公司嘉義廠	T1090611812	氯乙酸	原物料(95~100%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	85.8
60		T1090611813	氯乙酸	原物料(95~100%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	92.0
61		T1090611814	氯乙酸	原物料(95~100%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	91.8
62		T1090611815	二乙醇胺	原物料(95~100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
63		T1090611816	二乙醇胺	原物料(95~100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0

序號	採樣廠家	樣品編號	分析標的物	樣品類別	樣品型態	分析方法	分析儀器	檢測結果(%)
64	○○化學股份有限公司蘆竹廠	T1090611817	二乙醇胺	原物料(95~100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
65		T1090611818	二乙醇胺	原物料(95~100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
66		T1090617801	1,4-二氧陸園	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
67		T1090617802	二甲基甲醯胺	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	85.1
68		T1090617803	二氯甲烷	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
69		T1090617804	三乙胺	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
70		T1090617805	甲基第三丁基醚	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
71		T1090617806	硫酸二甲酯	原物料(95~100%)	無色油狀液體	NIEA T706.24B	GC-MS	91.8
72		T1090617807	環己烷	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	94.0
73		T1090617808	三氯乙烯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
74	○○○○○用品股份有限公司過嶺第一廠	T1090617809	三氯乙烯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
75		T1090617810	三氯乙烯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
76		T1090617811	三氯乙烯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
77		T1090617812	三氯乙烯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
78		T1090617813	三氯乙烯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
79		T1090617814	三氯乙烯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
80		T1090617815	三氯乙烯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
81	○○○○○化學股份有限公司苗栗二廠	T1090617816	六價鉻(三氧化鉻)	原物料(52.0%)	紅色固體	NIEA T303.12C	分光光度計	48.4
82		T1090617817	六價鉻(三氧化鉻)	製程液(未知)	紅色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	8.97
83		T1090617818	丙烯酸丁酯	原物料(>95%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
84		T1090617819	丙烯酸丁酯	原物料(>95%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
85		T1090617820	壬基酚聚乙氧基醇	原物料(>95%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	0.0618
86		T1090617821	壬基酚聚乙氧基醇	原物料(>95%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	0.0548
87		T1090617822	壬基酚聚乙氧基醇	原物料(>95%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	0.0398
88		T1090617823	丁醛	原物料(>95%)	無色透明液體	NIEA R502.11C	HPLC	93.4
89	○○樹脂股份有限公司	T1090618801	丙烯酸丁酯	原物料(99.5%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	93.9
90		T1090618802	鄰苯二甲酸二甲酯	原物料(99~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	88.2
91		T1090618803	鄰苯二甲酸二甲酯	原物料(99~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
92		T1090618804	鄰苯二甲酸二甲酯	原物料(99~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	95.0
93		T1090618806	鄰苯二甲酸二甲酯	成品(未知)	黃色黏稠液體	NIEA T706.24B	GC-MS	8.95
94		T1090618807	鄰苯二甲酸二甲酯	成品(未知)	黑色黏稠液體	NIEA T706.24B	GC-MS	11.1
95	○○化學工業股份有限公司	T1090618808	二異氰酸甲苯	原物料(100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0

序號	採樣廠家	樣品編號	分析標的物	樣品類別	樣品型態	分析方法	分析儀器	檢測結果(%)
96	○○實業股份有限公司	T1090618809	二異氰酸甲苯	成品(未知)	透明黏濁液體	NIEA T101.11C	GC-MS	6.07
97		T1090618811	環己烷	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
98		T1090618812	二乙醇胺	原物料(100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
99		T1090618813	二乙醇胺	發泡劑(未知)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	1.45
100		T1090618814	三氯甲烷	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
101	○○○○○○○生產製造中心第○○○廠-○○廠區	T1090618815	三氯甲烷	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
102		T1090709801	石棉	廢棄物(未知)	白色固體	NIEA R411.20C	XRD	5.86
103		T1090709802	石棉	廢棄物(未知)	白色固體	NIEA R411.20C	XRD	4.82
104		T1090709803	石棉	廢棄物(未知)	白色固體	NIEA R411.20C	XRD	5.55
105		T1090709804	石棉	廢棄物(未知)	白色固體	NIEA R411.20C	XRD	6.30
106		T1090709805	石棉	廢棄物(未知)	白色固體	NIEA R411.20C	XRD	5.67
107		T1090709806	石棉	廢棄物(未知)	白色固體	NIEA R411.20C	XRD	6.27
108		T1090709807	六氯乙烷	原物料(95~100%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
109		T1090709808	六氯乙烷	原物料(95~100%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
110		T1090709809	六氯乙烷	原物料(95~100%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
111		T1090709810	六氯乙烷	原物料(95~100%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
112		T1090709811	六氯乙烷	原物料(95~100%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
113	○○○○○工業股份有限公司觀音廠	T1090804801	硫酸二甲酯	原物料(99.5%)	無色油狀液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
114		T1090804802	硫酸二甲酯	原物料(99.5%)	無色油狀液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
115		T1090804803	氯乙酸	原物料(99.1%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
116		T1090804804	氯乙酸	原物料(99.1%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
117		T1090804805	氯乙酸	原物料(99.1%)	無色結晶固體	NIEA T706.24B	GC-MS	90.9
118		T1090804806	二乙醇胺	原物料(99~100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
119		T1090804807	二乙醇胺	原物料(99~100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
120	○○實業股份有限公司○○廠	T1090804808	二乙醇胺	原物料(99~100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
121		T1090804809	丙烯酸丁酯	成品(未知)	透明黏濁液體	NIEA T706.24B	GC-MS	N.D
122		T1090804810	甲基異丁酮	成品(未知)	白色乳狀液體	NIEA T101.11C	GC-MS	0.76
123		T1090804811	乙二醇乙醚	原物料(100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	90.7
124		T1090804812	乙二醇乙醚	原物料(100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
125		T1090804813	乙二醇乙醚	原物料(100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	93.2
126		T1090804814	二異氰酸甲苯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
127		T1090804815	二異氰酸甲苯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0

序號	採樣廠家	樣品編號	分析標的物	樣品類別	樣品型態	分析方法	分析儀器	檢測結果(%)
128		T1090804816	二異氰酸甲苯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
129		T1090804817	二異氰酸甲苯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
130		T1090804818	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	94.7
131		T1090804819	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	94.9
132		T1090804820	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
133	○○○○股份有限公司○○廠	T1090804821	硫脲	製程液(5~10%)	淡黃色液體	NIEA T101.11C	GC-MS	7.32
134		T1090804822	硫脲	製程液(5~10%)	淡黃色液體	NIEA T101.11C	GC-MS	7.84
135		T1090804823	硫脲	原物料(95~100%)	白色固體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
136		T1090804824	硫脲	原物料(95~100%)	白色固體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
137	○○通訊股份有限公司○○廠	T1090804825	氰化鉀(氰離子)	原物料(37.9~39.9%)	白色固體	NIEA T404.11C	滴定	37.3
138		T1090804826	氰化鉀(氰離子)	製程液(未知)	無色液體	NIEA T404.11C	滴定	27.2
139	○○電子股份有限公司○○一廠	T1090806801	硫脲	製程液(未知)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	9.01
140		T1090806802	硫脲	製程液(未知)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	10.11
141		T1090806803	硫脲	製程液(未知)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	5.20
142		T1090806804	氰化鉀(氰離子)	原物料(37.9~39.9%)	白色固體	NIEA T404.11C	滴定	37.3
143	○○○○○○製造股份有限公司○○廠	T1090806805	氫氟酸	原物料(49%)	無色透明液體	NIEA T102.10C	XRF	44.6
144		T1090806806	氫氟酸	原物料(49%)	無色透明液體	NIEA T102.10C	XRF	49.2
145		T1090806807	氫氟酸	製程液(1%)	無色透明液體	NIEA T102.10C	XRF	1.03
146		T1090806808	氫氟酸	製程液(25%)	無色透明液體	NIEA T102.10C	XRF	26.9
147		T1090806809	氫氟酸	製程液(0.043%)	無色透明液體	NIEA T102.10C	XRF	0.044
148		T1090806810	氫氟酸	製程液(0.0275%)	無色透明液體	NIEA T102.10C	XRF	0.028
149		T1090806811	一氧化二氮	原物料(95~100%)	無色氣體	NIEA T104.10C	FTIR	定性檢出
150		T1090806812	一氧化二氮	原物料(95~100%)	無色氣體	NIEA T104.10C	FTIR	定性檢出
151		T1090806813	一氧化二氮	原物料(95~100%)	無色氣體	NIEA T104.10C	FTIR	定性檢出
152		T1090806814	一氧化二氮	原物料(95~100%)	無色氣體	NIEA T104.10C	FTIR	定性檢出
153		T1090806815	一氧化二氮	原物料(95~100%)	無色氣體	NIEA T104.10C	FTIR	定性檢出
154	○○○○塗料股份有限公司	T1090812801	鄰苯二甲酸二甲酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
155		T1090812802	鄰苯二甲酸二甲酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
156		T1090812803	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
157		T1090812804	三乙胺	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
158		T1090812805	鄰苯二甲酸二甲酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
159		T1090812806	三乙胺	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0

序號	採樣廠家	樣品編號	分析標的物	樣品類別	樣品型態	分析方法	分析儀器	檢測結果(%)
160	○○企業股份有限公司○○二廠	T1090812807	六價鉻(重鉻酸鉍)	原物料(8.3~10.3%)	褐色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	6.57
161		T1090812808	六價鉻(重鉻酸鉍)	原物料(8.3~10.3%)	褐色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	6.21
162		T1090812809	六價鉻(三氧化鉻)	原物料(10.4~13.0%)	墨綠色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	6.68
163		T1090812810	六價鉻(三氧化鉻)	原物料(10.4~13.0%)	墨綠色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	6.61
164	○○○○股份有限公司○○廠	T1090812811	三氯乙烯	原物料(99.4%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
165		T1090812812	三氯乙烯	原物料(93%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
166		T1090812813	三氯乙烯	原物料(93%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
167		T1090812814	三氯乙烯	原物料(90%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
168		T1090812815	三氯乙烯	原物料(90%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
169		T1090812816	六價鉻(三氧化鉻)	原物料(52.0%)	紅色固體	NIEA T303.12C	分光光度計	49.7
170		T1090812817	六價鉻(三氧化鉻)	製程液(未知)	紅色液體	NIEA T303.12C	分光光度計	10.2
171	○○○○工業股份有限公司○○分公司	T1090813801	三乙胺	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
172		T1090813802	三乙胺	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
173		T1090813803	三乙胺	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
174		T1090813804	二異氰酸甲苯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
175		T1090813805	二異氰酸甲苯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
176		T1090813806	二乙醇胺	原物料(95~100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
177		T1090813807	二乙醇胺	原物料(95~100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
178		T1090813808	二乙醇胺	原物料(95~100%)	無色黏稠液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
179		T1090813809	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
180		T1090813810	甲基異丁酮	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T101.11C	GC-MS	>95.0
181		T1090813811	壬基酚聚乙氧基醇	原物料(95~100%)	透明液體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	91.5
182		T1090813812	壬基酚聚乙氧基醇	原物料(95~100%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	0.218
183		T1090813813	丙烯酸醯胺	原物料(95~100%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	92.0
184		T1090813814	丙烯酸醯胺	原物料(95~100%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	93.2
185		T1090813815	丙烯酸醯胺	原物料(95~100%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	92.1
186		T1090813816	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
187		T1090813817	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
188	○○樹脂企業股份有限公司	T1090813818	壬基酚聚乙氧基醇	原物料(95~100%)	透明液體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	99.7
189		T1090813819	壬基酚聚乙氧基醇	原物料(95~100%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	0.203
190		T1090813820	丙烯酸醯胺	原物料(95~100%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	92.6
191		T1090813821	丙烯酸醯胺	原物料(95~100%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	95.3

序號	採樣廠家	樣品編號	分析標的物	樣品類別	樣品型態	分析方法	分析儀器	檢測結果(%)
192	○○○有限公司○○廠	T1090813822	丙烯醯胺	原物料(95~100%)	白色片狀固體	NIEA T509.20C	LC-MSMS	92.0
193		T1090813823	丙烯酸丁酯	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	94.5
194		T1090814801	氰離子(氰化銅鈉)	原物料(31.9%)	白色固體	NIEA T306.11B	XRD, AA	29.8
195		T1090814802	氰離子(氰化銅鈉)	原物料(31.9%)	白色固體	NIEA T306.11B	XRD, AA	29.8
196	○○電鍍廠有限公司	T1090814803	氰離子(氰化銅鈉)	製程液(未知)	白色固體	NIEA T306.11B	XRD, AA	2.60
197		T1090814804	氰離子(氰化鉀)	原物料(39.1%)	白色固體	NIEA T306.11B	XRD, AA	38.9
198		T1090814805	六價鉻(重鉻酸鉀)	原物料(35.0%)	橘色固體	NIEA T303.12C	分光光度計	36.3
199		T1090814806	六價鉻(重鉻酸鉀)	原物料(35.0%)	橘色固體	NIEA T303.12C	分光光度計	36.3
200	○○企業股份有限公司	T1090814807	氰離子(氰化鉀)	製程液(未知)	無色液體	NIEA T306.11B	XRD, AA	13.9
201		T1090818801	乙二醇乙醚	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	>95.0
202		T1090818802	乙二醇乙醚	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	87.5
203		T1090818803	乙二醇乙醚	原物料(95~100%)	無色透明液體	NIEA T706.24B	GC-MS	89.9

註：1.檢測結果有效位數為三位。

2.檢測結果濃度>95.0%以上，則以>95.0%表示。

3.樣品類別欄位標示為粗體字者，為本計畫經由廠家提供之安全資料表濃度再行換算六價鉻或氰離子濃度。

4.依化學物質檢測方法——氧化二氮定性分析法(NIEA T104.10C)方法規定，當提供樣品一氧化二氮定性結果時，可參考各該儀器特性適當評估之定性檢出下限或環境背景值，若檢測結果大於該值，以「定性檢出一氧化二氮」出具定性報告。

5.3 水生生物毒性試驗

5.3.1 毒性試驗結果與綜合討論

一、DCM 毒性試驗結果

(一) 水蚤

(1) LC₅₀：

參考 NIEA 方法進行 DCM 對水蚤急毒性試驗，並以理論濃度計算 24 及 48 小時半致死濃度 LC₅₀ 為 1,130 及 1,182 mg/L 如表 5.3-1。參考 OECD 方法進行所得結果則 LC₅₀ 分別為 565 及 537 mg/L 如表 5.3-2。

(2) 試驗溶液濃度分析：

本計畫以環檢所標準方法：水中揮發性有機化合物檢測方法－吹氣捕捉／氣相層析質譜儀法(NIEA W785.56B)分析二氯甲烷濃度，各試驗之濃度分析結果如表 5.3-3。以 NIEA 方法進行試驗（使用開放式的試驗容器-燒杯），經過濃度分析後，試驗起始時的濃度為設定的理論濃度 51%（理論濃度為 1,250 mg/L，實際濃度僅 631 mg/L），而經過 48 小時後，實際試驗溶液僅為所設定理論濃度的 6%（72 mg/L）；而參考 OECD 方法進行的組別（使用密閉容器）試驗起始時的濃度為設定的理論濃度 60%（理論濃度為 800 mg/L，實際濃度僅 477 mg/L），而經過 48 小時後，實際試驗溶液則為所設定理論濃度的 52%（415mg/L），本實驗結果證實實驗進行過程，DCM 濃度會因為其高揮發性，造成濃度降低，但使用密閉容器，可減輕其揮發現象。

(3) 試驗過程觀察

以 NIEA 方法進行水蚤毒性試驗，觀察到試驗起始時，水蚤放入 1,000 mg/L 之試驗溶液後馬上停止游動並且沈降於容器底部，但並未死亡，試驗進行到第 24 小時後，水蚤又再次回復游動，顯示水蚤可能隨著試驗物質的減少而恢復活力，而 OECD 方法的試驗水蚤，並無上述現象，受影響的水蚤到試驗結束時其活動力並未變化。

表 5.3-1、以 NIEA 方法進行 DCM 對水蚤急毒性試驗之死亡數

(A) 範圍尋找試驗

試驗 時間 (hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)									
		100	500	750	1000	1250	1500	2000	3000	4000	5000
24	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10
48	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10

*每一濃度試驗隻數 10 隻

(B) 確定試驗

試驗 時間 (hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)						LC ₅₀
		1000	1050	1100	1150	1200	1250	
24	0	0	2	2	4	7	12	1130
48	0	0	3	7	6	12	14	1182

*每一濃度試驗隻數 20 隻

表 5.3-2、參考 OECD 方法進行 DCM 對水蚤急毒性試驗之死亡數

(A) 範圍尋找試驗

試驗 時間 (hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)									
		100	500	750	1000	1250	1500	2000	3000	4000	5000
24	0	0	0	0	2	10	10	10	10	10	0
48	0	0	0	2	8	10	10	10	10	10	0

*每一濃度試驗隻數 10 隻

(B) 確定試驗

試驗 時間 (hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)						EC ₅₀ (mg/L)
		300	400	500	600	700	800	
24	0	0	0	1	17	19	20	565
48	0	0	0	2	18	20	20	537

*每一濃度試驗隻數 20 隻

表 5.3-3、毒性試驗最高濃度試驗溶液濃度變化

試驗物質 substance	試驗生物 organism	試驗法規 method	理論濃度 nominal concentration	實際濃度 actual concentration			
				試驗起始		試驗結束	
			(mg/L)	(mg/L)	%*	(mg/L)	%*
DCM	水蚤	NIEA	1250	631	51	72	6
		OECD	800	477	60	415	52
	鯉魚	NIEA	1000	660	66	21	2
		OECD	800	511	64	510	64
MTBE	水蚤	NIEA	5000	3210	64	837	17
		OECD	1400	1070	76	1021	73
	鯉魚	NIEA	2600	1935	74	70	3
		OECD	2500	1500	62	1525	61

*實際濃度(%)=實驗濃度(mg/L)/理論濃度(mg/L)*100%

(二) 鯉魚

(1)LC₅₀：

參考 NIEA 方法進行 DCM 對鯉魚急毒性試驗，並以理論濃度計算 24-96 小時半致死濃度 LC₅₀ 為 729 mg/L，主要毒性影響在第 24 小時，直至實驗結束的 96 小時，LC₅₀ 未再改變如表 5.3-4。參考 OECD 方法進行所得 24、48、72 及 96 小時的 LC₅₀ 結果則為 591、567、545、545 mg/L 如表 5.3-5。

(2)試驗溶液濃度分析：

參考 NIEA 方法進行試驗（使用開放式的試驗容器-燒杯）的水蚤毒性試驗，經過濃度分析後，試驗起始時的濃度為設定的理論濃度 66%，而經過 96 小時後，實際試驗溶液僅為所設定理論濃度的 2%（試驗設定之理論濃度為 1,000 mg/L，起始實際濃度為 660 mg/L，試驗結束之實際濃度為 2 mg/L）；而參考 OECD 方法進行的組別試驗起始時的濃度為設定的理論濃度 67%，而經過 48 小時後，實際試驗溶液則為所設定理論濃度的 64%（試驗設定之理論濃度為 800 mg/L，起始實際濃度為 511 mg/L，試驗結束之實際濃度為 510 mg/L）。DCM 對鯉魚毒性試驗的濃度分析結果如表 5.3-3。

(3)試驗過程觀察

以 NIEA 方法進行的鯉魚急毒性試驗過程中，觀察鯉魚放置到 DCM 試驗溶液 500-700 mg/L，部分魚隻馬上活動力降低，鰓部呼吸速度也變緩慢，

然而並未死亡，但隨著試驗時間增長，這些魚隻逐漸恢復活力，直到試驗時間結束的 96 小時，死亡數都未再增加，24-96 小時的 LC_{50} 皆相同(729 mg/L)。而 OECD 方法的試驗過程則與 NIEA 截然不同，試驗鯉魚的死亡數隨著試驗時間而增加。

表 5.3-4、以 NIEA 方法進行 DCM 對鯉魚急毒性試驗之死亡數

(A) 範圍尋找試驗

試驗 時間(hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)						
		100	250	500	750	1000	2000	3000
24-96	0	0	0	0	1	5	5	5

*每一濃度試驗隻數 5 隻

(B) 確定試驗

試驗時間 (hrs)	控制組	試驗濃度(mg/L)						LC_{50} (mg/L)
		500	600	700	800	900	1000	
24-96	0	0	1	4	18	18	20	729

*每一濃度試驗隻數 20 隻； LC_{50} 以理論濃度(nominal concentration)計算

表 5.3-5、以 OECD 方法進行 DCM 對鯉魚急毒性試驗之死亡數

(A) 範圍尋找試驗

試驗 時間(hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)				
		100	250	500	750	1000
24	0	0	0	0	2	4
48	0	0	0	0	4	4
72	0	0	0	2	4	4
96	0	0	0	3	4	4

*每一濃度試驗隻數 4 隻

(B) 確定試驗

試驗時間 (hrs)	控制 組	試驗濃度 (mg/L)						LC ₅₀ (mg/L)
		300	400	500	600	700	800	
24	0	0	0	1	4	7	8	591
48	0	0	0	1	6	7	8	567
72	0	0	0	1	7	8	8	545
96	0	0	0	1	7	8	8	545

二、MTBE 毒性試驗結果

(一) 水蚤

(1)LC₅₀/EC₅₀：

參考 NIEA 方法進行 MTBE 對水蚤急毒性試驗，並以理論濃度計算 24 及 48 小時半致死濃度 LC₅₀ 為 2,134 及 3,027 mg/L 如表 5.3-6。以 OECD 方法進行所得 24 及 48 小時 EC₅₀ 則為 1,225 及 1,028mg/L 如表 5.3-7。

(2)試驗溶液濃度分析：

參考 NIEA 方法進行試驗（使用開放式的試驗容器-燒杯）的水蚤毒性試驗，經過濃度分析後，試驗起始時的濃度為設定的理論濃度 64%，而經過 48 小時後，實際試驗溶液僅為所設定理論濃度的 17%（試驗設定之理論濃度為 5,000 mg/L，起始實際濃度為 3,210 mg/L，試驗結束之實際濃度為 837 mg/L）；而參考 OECD 方法進行的組別試驗起始時的濃度為設定的理論濃度 76%，而經過 48 小時後，實際試驗溶液則為所設定理論濃

度的 73% (試驗設定之理論濃度為 1,400 mg/L，起始實際濃度為 1,070 mg/L，試驗結束之實際濃度為 1,021 mg/L)。MTBE 對鯉魚毒性試驗的濃度分析結果詳如表 5.3-3。

(3)試驗過程觀察

MTBE 對水蚤毒性表現與 DCM 有相同現象，在試驗起始時觀察到，試驗水蚤放入 1,000 mg/L 之試驗試驗溶液後，部分水蚤馬上停止游動並且沈降於容器底部，但並未死亡，然而試驗進行到第 48 小時後，大部分水蚤又再次回復游動，而使用密閉容器的 OECD 方法則無此跡象。

表 5.3-6、以 NIEA 方法進行 MTBE 對水蚤急毒性試驗之死亡數

(A) 範圍尋找試驗

試驗時間 (hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)							
		10	100	500	1000	2000	3000	4000	5000
24	0	0	0	0	0	0	2	5	8
48	0	0	0	0	0	1	2	5	8

*每一濃度試驗隻數 10 隻

(B) 確定試驗

試驗時間 (hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)					LC ₅₀
		1000	2000	3000	4000	5000	
24	0	0	4	9	17	18	3167
48	0	0	5	10	18	18	3027

每一濃度試驗隻數 20 隻，LC₅₀ 以理論濃度(nominal concentration)計算

表 5.3-7、以 OECD 方法進行 MTBE 對水蚤急毒性試驗之死亡數

(A) 範圍尋找試驗

試驗 時間(hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)							
		100	500	1000	1500	2000	3000	4000	5000
24	0	0	0	2	8	10	10	10	10
48	0	0	0	2	10	10	10	10	10

*每一濃度試驗隻數 10 隻

(B) 確定試驗

試驗 時間 (hrs)	控 制 組	試驗濃度 (mg/L)								EC ₅₀
		1000	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	
24	0	0	0	1	11	12	15	20	20	1225
48	0	0	0	1	11	17	18	20	20	1208

每一濃度試驗隻數 20 隻，LC₅₀ 以理論濃度(nominal concentration)計算

(二) 鯉魚

(2) LC₅₀：

參考 NIEA 方法進行 MTBE 對鯉魚急毒性試驗，並以理論濃度計算 24-96 小時半致死濃度 LC₅₀ 皆為 2,328 mg/L，毒性並未隨著試驗時間而改變如表 5.3-8。參考 OECD 方法進行 MTBE 對鯉魚的 24-96 小時 LC₅₀ 則為由 2,121 mg/L 降低 1,915 mg/L，即毒性隨試驗時間而增加。MTBE 對鯉魚的毒性試驗詳細結果如表 5.3-9。

(3) 試驗溶液濃度分析：

參考 NIEA 方法進行試驗（使用開放式的試驗容器-燒杯）的水蚤毒性試驗，經過濃度分析後，試驗起始時的濃度為設定的理論濃度 64%，而經過 48 小時後，實際試驗溶液僅為所設定理論濃度的 17%（試驗設定之理論濃度為 5,000 mg/L，起始實際濃度為 3,210 mg/L，試驗結束之實際濃度為 837 mg/L）；而參考 OECD 方法進行的組別試驗起始時的濃度為設定的理論濃度 76%，而經過 48 小時後，實際試驗溶液則為所設定理論濃度的 61%（試驗設定之理論濃度為 2,500 mg/L，起始實際濃度為 1,550 mg/L，

試驗結束之實際濃度為 1,525 mg/L)。MTBE 對鯉魚毒性試驗的濃度分析結果詳如表 5.3-3。

(4) 試驗過程觀察

MTBE 對水蚤毒性表現與 DCM 有相同現象，在試驗起始時觀察到，試驗水蚤放入 1,000 mg/L 之試驗試驗溶液後，部分水蚤馬上停止游動並且沈降於容器底部，但並未死亡，然而試驗進行到第 48 小時後，大部分水蚤又再次回復游動，而使用密閉容器的 OECD 方法則無此跡象。

以上各試驗方法之實驗過程請詳附件 5-8。

表 5.3-8、以 NIEA 方法進行 MTBE 對鯉魚急毒性試驗之死亡數

(A) 範圍尋找試驗

試驗 時間(hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)						
		500	1000	1500	2000	2500	3000	4000
24-96	0	0	0	0	2	5	5	5

*每一濃度試驗隻數 5 隻

(B) 確定試驗

試驗時間 (hrs)	控制組	試驗濃度(mg/L)						LC ₅₀ (mg/L)
		1600	1800	2000	2200	2400	2600	
24-96	0	0	0	1	3	12	20	2328

*每一濃度試驗隻數 20 隻；LC₅₀ 以理論濃度(nominal concentration)計算

表 5.3-9、以 OECD 方法進行 MTBE 對鯉魚急毒性試驗之死亡數

(A) 範圍尋找試驗

試驗時間 (hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)						
		500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
24	0	0	0	0	1	3	4	4
48	0	0	0	0	1	4	4	4
72	0	0	0	0	2	4	4	4
96	0	0	0	0	2	4	4	4

*每一濃度試驗隻數 4 隻

(B) 確定試驗

試驗時間 (hrs)	控制組	試驗濃度 (mg/L)					LC ₅₀
		1500	1750	2000	2250	2500	
24	0	0	2	2	6	6	2121
48	0	0	2	2	6	6	2121
72	0	0	2	3	6	6	2056
96	0	0	3	4	7	7	1915

每一濃度試驗隻數 8 隻，LC₅₀ 以理論濃度(nominal concentration)計算

三、試驗結果綜合討論

本計畫執行 DCM 和 MTBE 兩種物質對水蚤及鯉魚的毒性結果比較如表 5.3-10，結果顯示，若依循 OECD 針對揮發性物質之試驗建議進行毒性試驗之 LC₅₀ 或 EC₅₀(537-1,915 mg/L)，皆低於參考 NIEA 方法(729-3027 mg/L)，顯示以 NIEA 之方法可能因為試驗物質之揮發而低估毒性。

本計畫試驗結果顯示，使用 NIEA 方法（開放式試驗容器）進行毒性試驗，DCM 和 MTBE 兩種物質約 1,000 mg/L 時，皆迅速使水蚤失去活動能力，但卻有隨著試驗時間拉長而水蚤恢復活動力的現象；而在鯉魚方面也有相似現象，DCM（約 500 mg/L）及 MTBE（約 1,800 mg/L）使鯉魚活動力下降甚至昏迷，但隨時間而逐漸恢復活力，推測是此兩種有機溶劑能對試驗生物迅速造成毒性影響，但是兩種試驗溶液因為具高揮發性，因此隨著試驗時間拉長而揮發，濃度減少，對生物

的影響力降低。

此外，因為 DCM 及 MTBE 的高揮發性，造成毒性實驗過程中的配製溶液濃度損失，也會導致毒性實驗結果的誤差。在過去研究指出，以靜水式進行 MTBE 對水蚤的毒性試驗為例，發現超過 1000 mg/L 仍不具毒性(Gupta & Lin, 1995)，在本計畫研究結果中，兩種物質對水生生物的半致死或半影響濃度也都高於 500 mg/L(DCM: 537-1,182 mg/L；MTBE: 1,208-3,027 mg/L)。

本項次計畫在回顧 DCM 及 MTBE 文獻時如表 5.3-11，發現水生生物毒性試驗之相關研究相當缺乏。在美國環保署所提供的 Ecotox Knowledgebase 中，在 DCM 對水蚤的毒性試驗結果，各研究 48 小時之 EC₅₀ 從最低 177 mg/L 至最高 1,682 mg/L，而本計畫所得結果為 537 mg/L，結果差異極大，雖然這些文獻中皆採用靜水式試驗，但並未說明使用的是開放或密閉式系統，亦未說明是否檢測實際濃度，而 DCM 以及 MTBE 對鯉魚甚至都無相關研究結果可與本計畫之結果進行比較。

表 5.3-10、本計畫 DCM 及 MTBE 對水蚤及鯉魚之毒性試驗結果比較

試驗物質	試驗生物	LC ₅₀ (mg/L)	
		NIEA 方法	OECD 方法
DCM	水蚤	1182	537
	鯉魚	729	545
MTBE	水蚤	3027	1208
	鯉魚	2328	1915

表 5.3-11、DCM 及 MTBE 水生毒性文獻整理

試驗物質	試驗生物		試驗時間 (小時)	試驗方式	毒性 判斷標準	毒性結果	參考文獻
DCM	無脊椎 動物	水蚤 <i>D. magna</i>	48	靜水式	不動	EC ₅₀ =537	本計畫（OECD 試驗方法）
					不動	EC ₅₀ =136	Abernethy et al. (1986)
					不動	EC ₅₀ =177	E.I. Du Pont De Nemours, 1987
					不動	EC ₅₀ =1682	Kühn et al. (1989)
					死亡	LC ₅₀ =220	LeBlanc (1980)
	脊椎 動物 (魚類)	鯉魚 <i>C. carpio</i>	96	更水式	死亡	LC ₅₀ =545	本計畫（OECD 試驗方法）
		日本青鱗魚 <i>Oryzias latipes</i>	48	靜水式	死亡	LC ₅₀ =840-1100	Takimoto et al. (1984)
		雜色鱗 <i>Cyprinodon variegatus</i>	96	靜水式	死亡	LC ₅₀ =330	Heitmuller et al. (1981)
MTBE	無脊椎 動物	水蚤 <i>D. magna</i>	48	靜水式	不動	EC ₅₀ =1208	本計畫（OECD 試驗方法）
					死亡	LC ₅₀ >1000	Gupta and Lin (1995)
		橈足類 <i>Nitocra spinipes</i>	96	靜水式	死亡	LC ₅₀ >1000	Bengtsson and Tarkpea (1983)
	脊椎 動物 (魚類)	鯉魚 <i>C. carpio</i>	96	更水式	死亡	LC ₅₀ =1915	本計畫（OECD 試驗方法）
		胖頭鰻 <i>Pimephales promelas</i>	96	流水式	死亡	LC ₅₀ =672	Brooke and Studies (1984)
		歐白魚 <i>Alburnus alburnus</i>	96	靜水式	死亡	LC ₅₀ >1000	Bengtsson and Tarkpea (1983)
		斑馬魚（胚胎） <i>Danio rerio</i>	120	靜水式	死亡	LC ₅₀ =1675-1763	Bonventre et al. (2011)

5.3.2 試驗方法評析

參考 NIEA 及 OECD 方法所完成的兩種具揮發物質對水蚤及鯉魚的急毒性試驗所得的結果，可歸納出兩種毒性試驗方法應用於揮發性物質之試驗評析：

1. 水蚤毒性判斷標準之定義：

DCM 及 MTBE 的毒性試驗中，針對水蚤毒性判斷標準來比較，NIEA 方法中以死亡率(Mortality)作為判斷毒性之標準，而在該方法中，存活數量之計算為「將試驗水樣輕微擾動，觀察水蚤是否仍會活動」，然而在進行本試驗兩種物質時發現，部分水蚤僅枝角可撥動，但已失去游泳能力，在本計劃中將出現此狀況之水蚤不列為「死亡」。而在 OECD 在法規中則明確規範「擾動試液，水蚤 15 秒內無法游動，僅枝角可動而不游動定義為不動(Immobilization)」，因此，OECD 最終使用之毒性表示方式為 EC₅₀(Effective Concentration 50%)，故在應用於揮發性毒性物質時，OECD 和 NIEA 兩種方法在判斷毒性表現時就有差異性。另外，過去文獻在進行 DCM 水蚤毒性試驗時，也多以 EC₅₀ 呈現毒性結果，並以水蚤「不動」為毒性判斷標準(Abernethy et al., 1986; Kühn et al., 1989; Lilius et al., 1994)，因此水蚤急毒性試驗在毒性終點(Endpoint)釐清判斷標準「死亡」或「不動」有其必要性。

2. 試驗溶液濃度消減：

在進行具揮發性物質的毒性試驗過程中，最主要的限制為試驗物質的實驗濃度變化，在 NIEA 水蚤急性試驗結果中，試驗開始及結束的試驗濃度都無法維持理論濃度(Nominal Concentration)。而參考 OECD 試驗方法，在配製試驗溶液時仍有同樣問題，在配製試驗所需的 DCM 和 MTBE 濃度時，即使使用密閉式容器、簡化操作流程及加速操作速度，仍無法避免配製過程 DCM 及 MTBE 的揮發及逸散。然而，在試驗過程中，參考 OECD 方法使用密閉容器可減少揮發性試驗物質的逸散，例如 DCM 分別在水蚤及鯉魚的試驗過程中，起始濃度為 447 mg/L 及 400 mg/L，到試驗結束仍可維持在 415 mg/L 及 379 mg/L，MTBE 同樣有相似的情形，顯示參考 OECD 方法雖然無法在配製試驗溶液時減少 DCM 及 MTBE 的揮發，但可減少這兩種物質在試驗過程的揮發。

在 OECD document no. 23 針對揮發性物質的試驗溶液濃度確認，建議不論使用

靜水式、半靜水式、流水式、開放系統或密閉系統，都應檢測實際濃度(Actual Concentration)，以實際濃度來計算半致死濃度，藉以得到最正確的毒性結果（使用密閉式且無頂空氣體的流水式系統，則可用理論濃度計算 LC_{50} ），然而要檢測各濃度試驗溶液的濃度需檢測設備及分析技術的配合，因此在未來在執行揮發性物質的水生生物毒性試驗，完整的濃度分析將是重要的工作項目。

第六章 計畫效益與未來四年執行方向

【章節摘要】本章說明計畫效益分析，包括直接效益、間接效益等；另論述未來化學物質檢測量能 4 年發展規劃。

6.1 效益分析

經濟效益評估係以量化分析方式估算計畫投入的資源與效益的創造，首先先行評估計畫效益創造的產值，效益分析中有一部份可予數量化，得予以估算的經濟效益又可分為直接效益與間接效益，對於可量化之效益，本計畫將儘量予以適當估算；至於部分效益無法用數量來表示，或即使可以數量化，也缺乏共同衡量的單位，這些非量化效益部分，在分析過程中僅以文字說明而不予估算。

執行效益分析前，需先針對評估期程參數做一設定，本計畫執行期程為期 1 年，由於本計畫可能有擴充國內檢測、標準品、個人防護具等市場的可能，假設完成本計畫後，相關效益將至少可再維運 10 年以上（評估期間設定為 109 年至 119 年），以 10 年作為未來量化估算之效益年期。下述將分開論述本年度（109 年）與未來 10 年創造之效益進行估算：

一、可量化估算之經濟效益

（一）、本年度推動毒化物採樣與檢測認證（109 年）

- (1) 創造工作機會：1 個環檢測定機構實驗室維運平均可創造出 5 個工作機會，假設技術人員薪資為\$50,000/人，本計畫擁有 3 個認證實驗室

◎[工作機會個數] x [實驗室個數] x [人員薪資]

◎5 人/個實驗室 x 3 個實驗室 x \$50,000 元/人 = \$750,000 元

- (2) 方法建置產生的相關標準品與耗材產值：欲推動檢測技術開發，相關標準品購置與耗材消耗為必然。

建立 33 項毒性及關注化學物質檢測技術，每項方法建置所需耗材與廢棄物處理費用約 30 萬元。

◎[標的毒性及關注化學物質項目] x [每方法所需耗材與廢棄物處理費用]

◎33 項 x \$300,000 元/項 = \$9,900,000 元

- (3) 創造的快篩設備產值：推動快篩設備有助於邊境管理、化學物質稽查事件、不明毒化物樣品之初判等，經由本計畫產出之未知物採樣與檢測指導作業手冊，創造市場上各級主管機關、相關業者等更願意投入快篩設備的購置。

◎[本年度國內增購的快篩設備數量] x [快篩儀器價格]

◎3 台/年 x \$2,000,000 元/台 = \$6,000,000 元

(二)、未來（直至民國 119 年）

- (1) 檢測市場產值：雖目前檢測市場尚未明朗，但經計畫執行過程中發現部分毒化物製品可能具濃度檢測需求；除外，經由化學局例行性輔導訪視查核計畫，有部份產品亦有抽驗需求。

假設每年毒性及關注化學物質檢測數量至少 500 件，服務價格每件樣品為 \$10,000 元

◎[檢測樣品件數] x [樣品檢測服務價格] x [效益年期]

◎500 件/年 x 10,000 元/件 x 10 年 = \$50,000,000 元

- (2) 採樣市場產值：為檢測市場蓬勃後所伴隨的邊際效應。

◎[每場次採樣費用] x [採樣場次] x [效益年期]

◎\$30,000 元/每場次 x 100 場次/年 x 10 年 = \$30,000,000 元

- (3) 快篩技術降低檢測成本：依本計畫盤點目前國內具檢測需求之列管化學物質清單，多數都可經由手持式快篩進行初步定性，有效定性可確定後端檢測需使用的設備、方法等，得大幅縮減測試之氣體、耗材、人力、時間等成本消耗，如以一個未知物樣品分析將要價不斐。

◎[每件節省之成本支出] x [每年減少之件數] x [效益年期]

◎\$10,000 元/件 x 100 件/年 x 10 年 = \$10,000,000 元

- (4) 鑑識提高化學品使用安全：經由訪視宣導毒化物運作之危害性，減少運作事業場所中職業災害發生之可能。

每起化學品災害損害賠償金額龐大，其人員精神撫慰及醫藥費以勞動基準法第 59 條職業災害之補償，估為 \$5,000,000 元，經由化學品危害認知宣導每年可減少 10 件。

◎[每年度工安減少意外件數] x [化學品災害損害賠償金額] x [效益年期]

◎10 件/年 x \$5,000,000 元/件 x 10 年 = \$500,000,000 元

二、不可量化估算之經濟效益

- (1) 提升化學物質使用之危害認知：執行運作事業體訪視作業目的為建置化學物質採樣與檢測量能，當採集廠家相關原物料、產品時，將增強運作廠家於毒化物運作時之危害性認知；相關真實樣品假使非預期地檢出超過毒化物管制濃度，將會提供檢測結果予廠家參考，使廠家注意他們產品使用之安全性。
- (2) 提升主管機關稽查作業的基本安全：本計畫研擬未知物採樣與檢測指導作業手冊，相關手冊內容亦於化學物質採樣觀摩及訓練會中向主管機關進行說明，本手冊提供化學物質稽查業務人員於採樣、快篩或檢測時作業參考，藉此提升稽查業務之安全性。
- (3) 增進工廠人員毒性及關注化學物質之使用安全：藉由運作事業體訪視過程可藉此宣導廠方人員瞭解毒性化學物質運作可能之危害，促進廠方人員運作時的使用安全。
- (4) 合理適度的安全防護決策流程：本計畫建置未知物採樣個人防護具選用流程，考量採樣情境多有廠方人員可進行協助與溝通，故個人防護具穿戴有別於不明廢棄物採樣，可適度調整個人防護具選用，避免過度的防護資源浪費與廢棄物增加，同時又能達到安全防護與成本維運合理之雙重效益。

本期計畫投入成本為\$6,730,000 整，將以上可量化估算的經濟效益進行加總，今年度（109 年）已創造出\$16,650,000 產值，從今年執行計畫起至民國 119 年期間，未來 10 年創造之效益總計可能高達\$590,000,000 產值。

6.2 未來四年執行方向

研擬本計畫之四年執行方向，將從目前法規或白皮書等作為需求面考量，再依據需求面探討國內目前發展現況，建議之未來四年執行方向將會與國內現況息息相關，分別論述如下：

一、政策目標

(1) 開拓化學物質檢測例行性業務

參考行政院環保署計畫「建構安全化學環境計畫」選擇方案及替代方案之成本效益分析報告（109 年-112 年），本份計畫書中針對化學物質管理工作這個項次自化學物質分類分級管理、化學物質登錄與評估作業、化學物質環境流布調查與危害評析至環境及化學物質檢測鑑識，其中化學物質檢測部分的目標為逐步增加檢測基構許可類別，並增加化學物質檢測例行業務，已知目前因毒化物檢測市場不甚明朗，故民間檢測機構投入毒化物認證類別未有實質收入與效益，無法吸引更多業者提出毒化物認證許可，因此除了可藉由法規面全面管制外，應可視目前運作事業體毒化物運作型態尋求檢測業務之可能。

(2) 推動毒化物類別環檢測定機構

毒性及關注化學物質管理法自 108 年 1 月修法頒布以來，第 44 條規定，主管機關得派員進入公私場所，查核毒性化學物質、關注化學物質及其他應登錄化學物質之運作、有關物品、場所或令提供有關資料；必要時，得抽取相關化學物質或有關物品之樣品，實施檢驗。前項抽取之樣品，應儘速檢驗，並得委託取得中央主管機關核發許可證之環境檢驗測定機構為之。為能落實毒管法精神，未來主管機關可能面臨不同化學物質樣態之抽取、檢驗等，故應盡早建立高濃度毒化物檢測技術、採樣與篩測技術。

(3) 毒化物產品檢測需求

除第 44 條查核條款外，毒性及關注化學物質管理法中有一「公告列管毒性化學物質禁止運作事項一覽表」，明文規定數種列管毒性化學物質禁止添加於某類產品中，然相關產品是否確實無添加，應可透過例行性查核與檢驗工作予以檢視。

以三氯乙烯禁止用於家用清潔劑之法規規範而言，欲檢測家用清潔劑較適用之檢測方法可能為環境檢驗所「原物料及產品中揮發性有機物檢測方法－平衡狀態頂空進樣氣相層析質譜(NIEA M735.71B)」，公告方法中的儀器設備與檢測技術與原有的高濃度毒化物分析差異甚大，譬如樣品須經由萃取，再將萃取液加入水中，透過頂空方式進行分析，換言之檢測機構雖取得毒化物認證許可，未必具有毒化物產品檢測之能力。

二、 現況說明

(1) 檢測業務需求盤點：

目前我國雖列管 341 項毒性列管物質，其中有少數毒化物因反應性高、國內

無運作量、僅存在於製程管線中等因素，未必有實質的採樣或檢測需求，因此未來尚需更多評估作業，譬如實際於運作事業體廠家執行訪視，詢問其運作者之建議；另外，國內運作之毒性化學物質運作量取決於廠家研發、製程的方向，所以每年毒化物運作清單可能不盡相同，因此檢測需求之清單應持續性地檢討與評估。

(2) 行政支援

目前我國毒管法多要求業者需定期申報其毒化物之運作量，對於毒化物是否符合業者申請之核可文件或登記文件之濃度區間，尚無不定期抽查機制。已知每年度化學局為防止食安問題等，大量抽查化工原料業者、食安疑慮列管業者等，但尚未針對列管原物料等進行抽驗工作。

除外，我國目前管制毒化物之方式，譬如氧化三丁錫管制 1%，本計畫參考國際上管制作為、風險控管與標準檢測方法，發現有機錫類化學物質國際上均為家族式管理，意旨僅管制三丁錫、三苯基錫等官能基是否超過管制濃度，再者有機錫類化合物之毒性僅與有機錫官能基有關，因此國際上檢測方法均只能檢測三丁錫、三苯基錫等濃度。毒化物管制方式攸關乎標準品取得之難易度，如為單一化合物管制，則需取得每一項毒化物標準品，方能建立其檢測方法。

最後，本期計畫執行運作事業體訪視作業，於運作廠家採集的化學物質應視為樣品或毒化物，目前尚無定論。

(3) 毒化物產品檢測方法

以目標三 NIEA M735.71B 公告方法為例，除環檢機構取得毒化物認證許可未必有檢測毒化物產品之能力外，其方法之公告法源依據也未涵蓋毒性化學物質管理法第 25 條第 4 項，換言之該方法雖適用，但可能受限於適用類別，故檢驗機構引用該方法進行毒化物產品檢測時可能有疑慮，基於以上因素未來應儘速評析適用於毒化物產品之檢測技術發展情形。

(4) 毒化物認證情形

經盤點目前國內得進行毒化物類別檢測之許可環境檢驗測定機構僅 4 家共計 23 項，其中有 2 家認證項目僅有多氯聯苯 1 項，相較於目前毒化物管制項目多達 341 項，應儘速完備認證項目。除外，為輔助主管機關進行稽查事務推動，相關從業人員應儘速完備化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)認證申請，目前國內目前尚無檢測機構具有其認證資格。

(5) 採樣技術

因應法規規定，主管機關執行化學物質或有關物品之樣品抽驗時，為採取具代表性之樣品，應遵循公告之採樣方法。行政院環境保護署環境檢驗所已於民國 109 年 10 月 14 日公告化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)，本期計畫參考公告方法，結合運作事業體訪視採樣作業之實場經驗，研擬一未知物採樣與檢測指導作業手冊，然隨列管物質越趨增加，目前規劃之採樣或檢測作業流程是否足以因應不同物化特性之化學物質，或不同採樣情境，應可持續精進與驗證。

(6) 快篩技術

雖本期計畫已盤點國內常見之快篩技術，包括手持式快篩設備，另提出若手持式快篩設備無法有效定性之解決方案，包括快篩試劑/試紙與實驗室定性等技術，但快篩量能應隨國內有檢測需求之化合物清單滾動式調整與建立。再者，目前手持式快篩設備如應用於單一物質之篩測其匹配吻合度高，然而遇到毒化物製成之產品因組成份複雜，現有手持式快篩設備篩測量能可能有限。

綜整以上施政目標與國內目前發展現況，期未來民國 113 年以前能以健全化學物質檢測量能為目標，相關化學物質發展藍圖規劃如圖 6.2-1，發展目標可分為主目標與四年預達到成效說明如下：

目標一：行政支援

(一)需求面盤點

建議前兩年經由運作事業體訪視作業先釐清 4 項可能具高度反應性化合物，包括環氧乙烷、氯、鄰化氫與三氟化硼，是否如書面資料上所述，再視國內運作現況判定是否排除。得檢測需求清單後，應依據運作量多寡、社會關注程度等因素建立檢測順序，該順序可提供相關檢測量能建置之優先順序參考。

(二)毒化物自主檢驗入法

除透過盤點方式釐清國內有哪些化學物質或產品具檢測需求外，應可嘗試推動廠家自主申報管理，或藉由化學局內部輔導查核計畫，適時地抽取樣品送檢假設經由以上不定期抽驗過程，發現國內化學物質或半成品有超過法規管制標準之嫌，則建議評估將毒化物自主檢驗入法。透過法規管制將毒化物檢驗入法為最快速推動檢測業務的一種方式。

(三)毒化物家族式管制

由於國內毒管法管制各項單一化合物，家族式檢測方法無法界定為何項化合物，在行政執法支援上略嫌不足。因應之道除了投入資源開發單一化合物的檢測技術之外，建議應同時評估調整毒管法管制方式，將部分毒化物以家族式管制，譬如其它多種有機錫、聯苯胺及其鹽類、2-萘胺及其鹽類、壬基酚聚乙氧基醇、氰化物、含六價鉻化合物等。

(四)建立管制化學品交流平台

基於資源循環再利用與環境友善化，建議主管機關推動「管制化學品交流平台」，以利檢測機構或學術單位儘速建立毒化物檢測技術。

(五)毒化物檢測樣品定位與運輸專法

依民國 109 年 1 月修正之「毒物及關注化學物質運送管理辦法」，少量運輸毒性及關注化學物質第三類或第一、二類氣體時，應申報運送表單，並且要向起運地的主管機關申報，並副知迄運地主管機關。此規定可能導致稽查或主管機關研究專案執行毒化物採樣時窒礙難行，建議應針對檢測樣品的毒化物運送另外規定。

目標二：產品檢測需求評估

毒管法明文規定某些化學物質之禁止運作事項，於字面上意義則是不得添加，經檢測結果應未檢出(Not Detection, N.D)，然目前相關的產品檢測技術尚未有系統性地評估其適用性，應儘速推動檢測機構具有毒化物產品之檢測能力。

盤點產品檢測需求後，同樣需建立檢測優先順序，再依序蒐集並建立相關檢測方法，提出方法缺口之因應策略，另評估檢測方法之適用性。

目標三：毒化物類別環檢認證推動

以目前本計畫盤點的檢測需求清單，包括 121 項毒性化學物質與 1 項關注化學物質，扣除毒化物認證許可之檢測項目 23 項，目前尚有 99 項列管化學物質於國內並無環境檢驗測定機構得分析之，因此應逐年以 15~20 項毒化物認證許可為目標，期能於第四年完備國內具檢測需求之列管化學物質認證申請。為避免突發事件產生大量樣品，毒性及關注化學物質類別之認證機構也應逐年擴充。

然而，隨著每一年毒化物認證項目推動越趨完備，後兩年建議著重於檢測方法評估，可透過稽查採樣、輔導訪視等作業採集任一型態之樣品送環境檢驗測定機構分析，以維持毒化物認證實驗室的基本運作。除檢測方法外，為符合未來化學局管理需求，亦應儘速推動相關從業人員進行化學物質採樣方法認證申請。

目標四：採樣技術建置

持續經由運作事業體訪視作業滾動式檢討今年度研擬的採樣與檢測程序，另經由專諮會專家意見研判邊境查驗工作與目前公私場所的採樣情境不甚相同，為協助化學局與關務署共同合作的邊境化學物質管理，未來應儘速建立邊境查驗的採樣程序。

目標五：快篩技術建置

快篩技術包括手持式快篩設備、快篩試劑/試紙與實驗室快篩等方法，然快篩技術日新月異，應持續蒐集國際上目前快篩新穎技術發展與應用情形，評析與建立國內可行之快篩技術。目前現有的成果，包括快篩定性與檢測流程、手持式快篩設備定性流程等，未必能涵蓋主管機關未來公告的所有列管化學物質，應適當地檢討與精進。

為解決手持式快篩設備篩測混合物，易出現偽陰性之困境，應建立國內混合物快篩技術，並經真實樣品實際演練，執行技術應用與驗證，相關技術應建立完成後辦理技術擴散分享會，使主管機關或邊境查驗工作更為順利。

目標六：檢測技術建置

應持續蒐集國際上目前快篩新穎技術發展與應用情形，評析與建立國內可行之快篩技術。毒管法中提及的新化學物質與既有化學物質屬具有潛在檢測需求，這類型化合物檢測方法可作為長程目標，及早建立相關檢測技術。

目標七：採樣與篩測訓練會議

承以上採樣與篩測技術建立，應儘速將技術拓展予主管機關、邊境查驗人員、相關從業人員等，因此未來仍應持續協助化學局辦理採樣與篩測訓練會事宜。

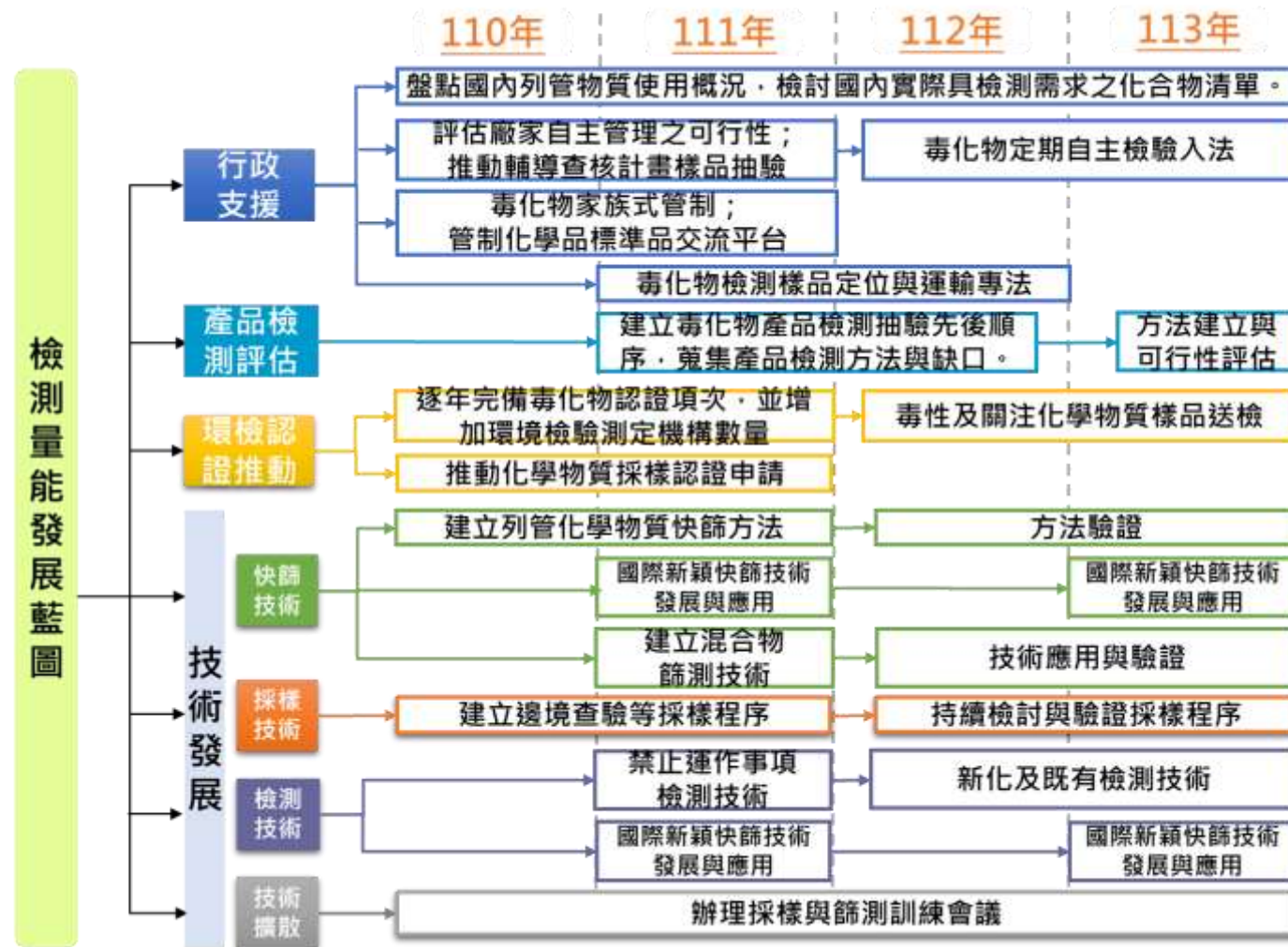


圖 6.2-1、化學物質檢測量能發展藍圖

6.3 專家諮詢會

本計畫辦理「化學物質檢測量能發展藍圖」專家諮詢會，本場次邀請 5 位專家學者參加，議程為半天。以下彙整本場次專家諮詢會辦理情形：

(一) 會議緣起

民國 108 年 1 月 16 日「毒性及關注化學物質管理法」修正案頒布後，修法的主軸包括擴大列管範圍至關注化學物質、加強主管機關查核權限等。依毒管法第 44 條規定，主管機關所稽查之樣品得委託環檢測定機構檢驗，然而，國內毒性與關注化學物質檢測需求並不明朗，尚無法吸引更多檢測機構投入毒化物檢測類別認證申請，共同完備國內毒化物之檢測量能。

本計畫參考行政院環境保護署於 108 年 6 月頒布之「建構安全化學環境計畫-選擇方案及替代方案成本效益分析報告」，其中化學物質管理工作項目之一，即為“增加化學物質檢測例行業務”，如將該工作視為長程目標，則相關檢測量能必能迅速拓展與帶動。除第 44 條查核條款外，毒性及關注化學物質管理法中有一「公告列管毒性化學物質禁止運作事項一覽表」，明文規定數種列管毒性化學物質禁止添加於某類產品中，然相關產品是否確實無添加，應可透過例行性查核與檢驗工作予以檢視。

以此為發想，本計畫規劃未來發展方向可分為“擴充檢測業務”與“檢測技術建置”兩大主軸，再依序展開研擬四年期的分項目標，以作為化學物質檢測量能發展藍圖規劃。為使未來四年執行方向更貼合本局需求，辦理本次專家諮詢會議，擬針對規劃之方向與四年期分項目標進行討論。

(二) 辦理情形

時間：民國 109 年 11 月 20 日（星期五）上午 14 時 30 分

地點：科技大樓 702 會議室（臺北市大安區和平東路二段 106 號 7 樓）

參與人員：毒物及化學物質局；委員李俊璋、陳元武、巫健次、翁英明、凌永健；

財團法人工業技術研究院；上準科技股份有限公司；台灣檢驗科技股份有限公司

議程：本座談會議議程如表 6.3-1，專家諮詢會意見回覆如附件 4-3。

表 6.3-1、化學物質採樣檢測量能發展藍圖會議議程

時間	內容	時數
14:30-14:35	主席致詞	5分鐘
14:35-15:00	報告說明「化學物質檢測量能發展藍圖」內容	25分鐘
15:00-15:45	綜合討論	45分鐘
15:45-16:00	結論	15分鐘
16:00	散會	-

(三) 會議結論

1. 拓展毒化物檢測業務，尚需仰賴檢驗入法：5 位專家學者均認同將毒化物檢測入法，惟剛入法時檢測頻率可視需求放寬。本計畫則建議目前化學局每年度針對化工原物料業者、食安疑慮列管業者、毒化物後市場等進行大量輔導查核計畫，然目前多盤查業者是否依法規執行運作量申報、標示清楚、分區存放等，尚未實際抽樣，確認其化學物質濃度是否與核可相符。建議先透過查核計畫資源不定期抽查樣品送檢，以評估業者自主申報濃度之可行性，有必要應將毒化物濃度自主檢驗入法，規範業者定期將毒化物送到環境檢驗測定機構分析，以推動我國毒化物檢測量能。
2. 出具環境檢驗測定機構檢測報告才具有法律效力：委員所提毒管法第 44 條第 2 項規定「前項抽取之樣品，應儘速檢驗，並得委託取得中央主管機關核發許可證之環境檢驗測定機構為之，其期間不得超過一個月…（略以）」法規用詞為「得委託」，是否未來可開放非環境檢測機構之其他檢測機構，例如財團法人全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)認證之實驗室執行毒化物檢測，未來將與化學局作探討。

第七章 結論與建議

7.1 結論

本計畫執行成果歸納如下：

一、健全化學物質檢測技術

- (一) 針對國內尚無標準檢測方法的 51 項毒性化學物質以及 20 項研擬中的關注化學物質，本計畫參考「列管毒性化學物質及其運作管理事項」第 14 條可採用之國內外檢測方法來源，盤點出可運用或參考的檢測方法，其中部分檢測方法屬家族式檢測，非單一化合物的檢測。由於國內毒管法依各項單一化合物管制，家族式檢測方法無法界定為何項化合物，在行政執法支援上略嫌不足。因應之道除了檢測技術開發之外，應同時評估調整毒管法管制方法，參考國外依毒化物毒理特性選用單一化合物管制或家族式管制，合理投入檢測資源。
- (二) 依毒化物檢測方法盤點結果，列管項目中有部分屬於家族式檢測方法，譬如氯化三丁錫、氧化三丁錫等三丁錫類的檢測方法為檢測三丁錫官能基之濃度，無法辨識其為氯化三丁錫或氧化三丁錫或其他種類的三丁錫。此與歐美的管制方式有關，以三丁錫為例，由於各不同種類的三丁錫毒性僅跟三丁錫的濃度有關，因此檢測三丁錫的總濃度(通常以錫濃度表示)可以適切反映毒性危害程度。具有類似考量與家族式檢測方法之毒性化學物質包括聯苯胺及其鹽類、2-萘胺及其鹽類及所有有機錫類。
- (三) 部分毒性化學物質在國內有運作，但透過藥品通路無法取得標準品。因應策略為向運作廠家索取少量樣品作為檢測標準品，但須有公權力協助，且須具備濃度證明文件方可滿足標準品具量測追溯性的要件。然而並非所有工廠皆具備有量測追溯性的濃度證明文件，以國內化學品製造商為例，雖然有檢驗報告，但其量測追溯性不似一般檢驗標準品嚴謹。
- (四) 從法規面研析國外化學物質管理上的檢測需求，歐盟 REACH 要求廠商註冊或通報化學物質時須提交該物質之試驗或分析資料，以利針對該物

質進行風險評估，或確認商品中之高度關切物質(Substance of Very High Concern, SVHC)含量以及其含量未違反 REACH 附件 17 之限制濃度閾值；美國 TSCA 要求化學製造商或進口商須依 TSCA 之要求，針對化學物質進行試驗(Testing)、報告提交及紀錄保存，以供環保署進行化學物質之風險評估；韓國則參照歐盟管理模式，制定 Korea-REACH，要求廠商註冊化學物質，並針對化學物質風險評估、授權和限制進行管理。

- (五) 有關國外化學物質分析品質系統，歐盟、美國與日韓等國均採用優良實驗室操作(GLP)規範，要求化學物質檢測機構須符合一系列的實驗室運作與管理規範，以提升檢測數據品質與有效性，但不限定使用的檢測方法。
- (六) 環境分析品質系統上，各國管理方式與我國相同，依據不同環境基質（空氣、水、土壤等）皆訂有標準方法，且實驗室須取得認證許可方可檢測的環境樣品。環境樣品需遵循認證與檢測方法規範，逐步執行樣品採集、運送保存、前處理及分析，產出具有一定品質之檢測數據。
- (七) 國內的化學物質分析與環境分析採用相同的環境檢測認證系統，需要使用公告的標準方法並逐項取得認證許可。由於毒性及關注化學物質管制項目逐年增加，為避免標準方法公告趕不上行政管制的速度，環保署公告了化學物質檢測方法－有機類定性及定量分析法(NIEA T101)與化學物質檢測方法－無機類定性及定量分析法(NIEA T102)等兩個檢測方法，與多數實質標準方法不同的是此兩方法為原則性方法，沒有限定檢測方法，適用的化學物質沒有設限且可靈活運用合適的檢測儀器，惟明確要求產出數據的品質。此做法類似優良實驗室操作規範(GLP)，讓實驗室有彈性可依各自資源建立方法，只要具備符合品質規範。

二、提升化學物質之採樣檢測技術與量能

- (一) 建立 NIEA T101.11C、NIEA T706.24B、NIEA T102.11C、NIEA T303.12C、NIEA T305.10B、NIEA T306.11B、NIEA T404.11C、NIEA T509.20C、NIEA R502.11C、NIEA R411.20C 與 NIEA T104.10C 等環保署公告檢測方法，可檢測共計 33 項毒性及關注化學物質並提出認證申請，包括石綿、一氧化二氮、氫氟酸、重鉻酸鉀、重鉻酸銨、三氧化鉻、氰化鉀、氰化銅鈉、1,4-二氧陸圜、乙二醇乙醚、二甲基甲醯胺、二異氰酸甲苯、二氯甲烷、

三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯、六氯乙烷、環己烷、甲基異丁酮、甲基第三丁基醚、異丙苯、鄰苯二甲酸二甲酯、4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)、壬基酚聚乙氧基醇、丙烯酸丁酯、丙烯醯胺、硫脲、二乙醇胺、三乙胺、丁醛、氯乙酸、硫酸二甲酯及全氟辛烷磺酸等。其中 25 項化學物質的方法定量極限均遠低於法規管制值，可以滿足環保主管機關行政管理的需求。

- (二) 完成 30 家運作毒化物事業體的輔導訪查，行業涵蓋化學製品製造、製藥業、石化業、電鍍業、金屬製品製造、半導體製造、印刷電路板製造等，並完成 203 個毒化物樣品採樣與檢測。樣品型態包括固體、液體與氣體，固體樣品多以袋裝為主，可直接以採樣杓進行採樣；液體樣品可分為儲槽以取樣口或取樣閥直接採樣、53 加侖桶以液體採樣管(coliwasa)或移液管(pipet)進行採樣；氣體樣品則透過管線與氣體轉接閥，直接裝入氣體採樣袋中。
- (三) 毒化物製程後端成品可分為化學反應與物理反應，化學反應毒化物最終將轉化為其它物質，而物理反應又可分為兩種，第一種僅單純作為溶劑使用，溶劑最終會經製程設備蒸餾回收利用，不會存在於後端產品；第二種則是作為溶劑、觸媒或分散劑使用，但列管化學物質可能殘留於成品當中，此類型使用廠家通常是控制各項物質添加的比例，使毒化物最終濃度低於法規管制濃度，但毒化物殘留量是否低於法規管制濃度，並無實際檢測。本次運作事業體訪視作業，曾採樣一廠家的成品，該製程即是將毒化物與其它物質依比例混合，經檢測分析後本產品中標的毒化物濃度為 6.07%，有超過法規管制標準之虞。
- (四) 水生生物毒性試驗方法評估係以水蚤及鯉魚評估高揮發性化學物質甲基第三丁基醚、二氯甲烷的急毒性，並參考 OECD 建議的試驗方法以氣密容器進行毒性試驗並減少頂空氣體，試驗結果顯示密閉容器相較於開放系統較不會高估 LC_{50} 或 EC_{50} 。發現因物質揮發度高，故添加於水中其濃度會逐漸減少，導致半致死濃度高估，未來應可改以不動率(Immobility)而求出的半影響濃度(50%, Effective Concentration, EC_{50})。
- (五) 參考化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)與本期計畫執行 30 場次運作事業體訪視作業，研擬「未知物採樣及檢測指導作業手冊」，手冊內容涵

蓋未知物範疇界定、採樣場所適用性、化學物質適用清單、化學物質採樣程序、快篩與定量檢測程序與應用範例等，期能作為未來主管機關稽查時之作業參考。

三、 效益分析與未來四年方向

- (一) 本計畫執行之效益可分為可量化與不可量化，其中可量化估算之經濟效益又可分(1)直接效益，如快篩設備購入產值、檢測市場產值、採樣市場產值與相關標準品與耗材產值；(2)間接效益，如快篩技術降低之檢測成本、安全設備產值與化學品危安事件之社會成本減少。不可量化之效益，如提升化學物質使用之危害認知、提升主管機關稽查作業的基本安全等。
- (二) 參考「國家化學物質管理政策綱領」工作目標及策略與毒管法需求，未來檢測量能發展期以增加化學物質檢測例行業務、拓展我國採樣與檢測量能為目標。於檢測業務面，應逐步建立毒性化學物質與產品檢測需求排序，盤點其檢測方法並評析方法限制性，嘗試推動廠家自主申報管理，或經由化學局之查核計畫抽檢等。於技術面，應及早建立邊境化學品查驗工作所需之採樣方法，研擬相關作業程序；建立國內混合物篩測技術；逐步擴充毒化物認證檢測機構與認證項目。

四、 會議召開與配合事項

- (一) 辦理 3 場次專家諮詢會，分別討論 3 個議題。議題一為邊境化學品採樣與檢測技術，探討海關人員在邊境執行毒化物採樣與檢測面臨的問題，瞭解現有技術在應用拓展上可以再發揮的空間，並作為未來跨部會實質合作的鏈結；議題二為未知物快篩及檢測指導作業手冊，請專家學者給予手冊草稿意見；議題三為化學物質檢測量能發展藍圖，請專家學者針對發展藍圖規劃提出見解與指教。
- (二) 辦理 1 場次化學物質採樣技術觀摩與訓練會，為期一天，邀請行政院環境保護署毒物及化學物質局、各縣市環境保護局等人員與會。訓練內容包括課程講解化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)、化學物質採樣與檢測流程，以及現場示範採樣與快篩設備操作，並讓參與人員實作練習。活動過程中，與會人員皆積極參與各項實作並熱烈討論，交換諸多毒化物採樣與稽查實務心得。

- (三) 民國 109 年 10 月 30 日與 11 月 4 日分別在財團法人工業技術研究院及上準環境科技股份有限公司各辦理 1 天 2 場次的實驗室輔導訪視，針對本計畫標的毒性及關注化學物質共 33 項的檢測方法建置提供指導，以加速認證申請。
- (四) 實驗室輔導訪視結果顯示部分化學物質仍須有適當的法規配合或檢測方法調整，方能取得認證，逐一說明如下：
1. 依環境檢驗測定機構管理辦法第 12 條，申請認證的項目以環境法規規定之管制項目及中央主管機關已公告檢測方法之項目或其他經中央主管機關公告之項目為限。氫氟酸目前非毒管法管制項目，因此其申請認證的資格有待商榷。
 2. 壬基酚聚乙氧基醇泛指具有壬基酚與乙氧基聚合物的家族，非單一化合物。目前毒管法列管兩項壬基酚聚乙氧基醇（CAS No. 9016-45-9 與（CAS No. 26027-38-3），但透過層析方法也僅能檢出壬基酚聚乙氧基醇家族，無法定性區分兩者。事實上，此兩個化學文摘社登記號碼(CAS No.)登錄名稱皆為壬基酚聚乙氧基醇，都是沒有明確定義的混合物，而非單一化合物，定義上已難區分兩者，更別提及檢測或管制。
 3. 毒管法管制氰化銅鈉及其氰離子濃度，目前氰離子濃度定量檢測方法已完成建置，但須搭配定性方法以鑑定氰化銅鈉，而氰化銅鈉的定性標準圖譜取得不易。
 4. 依公告標準方法 NIEA T706.24B 使用氣相層析質譜儀檢測 4,4'-亞甲雙（2-氯苯胺），結果與廠家揭示濃度差異甚大，但若改用液相層析串聯質譜儀檢測，則結果與揭示濃度相符，因此，改用 NIEA T101.11C 方法取得認證較適當。然而，4,4'-亞甲雙（2-氯苯胺）並非 NIEA T101.11C 目前羅列適用的化合物，有機會擴大適用性，然而擴大適用的方法並不明確。
 5. 依公告標準方法 NIEA T303.12C 檢測三氧化鉻、重鉻酸鉍與重鉻酸鉀，但添加樣品回收率無法符合方法規範，該方法對於高濃度的樣品檢測可能不適用。

6. 依公告標準方法 NIEA T706.24B 檢測氯乙酸，檢量線無法符合方法規範。

7.2 建議

- 一、 化學物質檢測方法－無機類定性及定量分析法(NIEA T102.11C)與化學物質檢測方法－有機類定性及定量分析法(NIEA T101.11C)是執行化學物質檢測極重要的兩個方法，過去因為適用範圍定義模糊，導致實驗室怯步。今改版後的 NIEA T102.11C 已經明確說明適用範圍的擴大程序，滿足公告物質日新月異的需求。建議 NIEA T101.11C 應比照 NIEA T102.11C 修正，讓適用範圍的擴大程序明確化。
- 二、 應用手持式快篩設備可於採樣現場快速篩檢樣品、鑑定是否含管制化學物質。但是，當樣品混有多種物質時，快篩設備容易出現偽陰性。建議未來仍需繼續尋求並評估高階或新穎快篩技術，建置混合物快篩技術，以降低偽陰性的機率。
- 三、 本計畫的採樣技術建置著重於公私場所稽查需求，然而邊境查驗是另一重要的稽查場所，經由本期計畫與海關交流亦發現有顯著的情境差異，建議未來應深入瞭解並建立邊境查驗採樣程序與方法，與海關共同維護邊境化學品源頭管理。
- 四、 利用工廠訪視採樣毒性與關注化學物質樣品，可瞭解坊間使用毒化物的樣態以及樣品檢測潛在的問題，有助實驗室建立檢測能力及申請環境檢測認證，建議應持續以實廠採樣真實樣品檢測方式提升國內化學物質檢測量能。
- 五、 部分業者經由物理混摻製造成品，基於配方比例低於管制標準並沒有申報，但經檢測結果顯示其毒化物殘留量超過法規管制濃度。建議主管機關應評估調查毒化物製成的混合物，如原料及其成品或半成品等，並將採集樣品送檢，以確保業者無規避管制之虞。
- 六、 為建立化學物質採樣技術之能力，建議推動檢測機構申請化學物質採樣方法(NIEA T103.10B)環境檢測認證，另為提升及精進採樣能力，建議未來可評估採樣難度較高之高黏滯性液體，建置相關採樣技術

參考文獻

- 化學局，民國 108 年，分期指定應完成既有化學物質標準登錄指引(草案)。
- 環保署環檢所，民國 102 年 a，生物急毒性檢測方法－水蚤靜水式法（NIEA B901.14B）。
- 環保署環檢所，民國 102 年 b，生物急毒性檢測方法－鯉魚靜水式法（NIEA B904.13B）。
- 林維炤及林瓊玟，民國 91 年，毒性和化學物質有機錫類化合物檢測方法之研究，行政院環境保護署環境檢驗所委託之專題研究成果報告，EPA-91-E3S4-02-01：桃園市。
- 李俊璋、孫逸民、田倩蓉等人，民國 95 年，毒性和化學物質環境流布背景調查計畫，行政院環境保護署環管處委託之專題調查成果報告，EPA-95-J103-02-101：台北市。
- 楊秀宜及謝易鴻，民國 103 年，歐、日、美及韓國化學品管理及監督機制之探討，勞動部勞動及職業安全衛生研究所研究計畫成果報告，ILOSH103-A317：新北市。
- 環保署，民國 108 年 a，毒物及化學物質檢測量能盤點與採樣檢測支援計畫，行政院環境保護署委託之專題研究成果報告，TCSB-107-EM03-02-A038：臺北市。
- 環保署，民國 108 年 b，我國化學物質風險評估與管理研析計畫，行政院環境保護署委託之專題研究成果報告：臺北市。
- Abernethy, S., Bobra, A. M., Shiu, W. Y., Wells, P. G., & Mackay, D. (1986). Acute lethal toxicity of hydrocarbons and chlorinated hydrocarbons to two planktonic crustaceans: The key role of organism-water partitioning. *Aquatic Toxicology*, 8(3), 163-174. doi:[https://doi.org/10.1016/0166-445X\(86\)90062-7](https://doi.org/10.1016/0166-445X(86)90062-7).
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1997. (<https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=227&tid=41>)

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2001.
(<https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=233&tid=42>)

Act on the Regulation of Manufacture and Evaluation of Chemical Substances, Act No. 117 (1973).

Act on Registration, Evaluation, etc. of Chemicals (Korea-REACH), Act No.15844 (2018).

Bengtsson, B. E., & Tarkpea, M. (1983). The acute aquatic toxicity of some substances carried by ships. *Marine Pollution Bulletin*, 14(6), 213-214. doi:[https://doi.org/10.1016/0025-326X\(83\)90253-9](https://doi.org/10.1016/0025-326X(83)90253-9).

Bonventre, J. A., White, L. A., & Cooper, K. R. (2011). Methyl tert butyl ether targets developing vasculature in zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Aquatic Toxicology*, 105(1), 29-40. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2011.05.006>.

Brooke, L. T., & Studies, U. o. W.-S. C. f. L. S. E. (1984). *Acute Toxicities of Organic Chemicals to Fathead Minnows (Pimephales Promelas)*: Center.

ECHA, OECD and EU test guidelines,<https://echa.europa.eu/support/oecd-eu-test-guidelines>. (2020).

European Chemicals Agency. Forum Methodology for Recommending Analytical Methods to Check Compliance with REACH Annex XVII Restrictions, ECHA-16-B-04-EN. (2016).

Frank R. Lautenberg Chemical Safety for the 21st Century Act, Pub.L. 114-182 (2016).

Gupta, G., & Lin, Y. J. (1995). Toxicity of methyl tertiary butyl ether to *Daphnia magna* and *Photobacterium phosphoreum*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 55(4), 618-620. doi:10.1007/BF00196044.

Heitmuller, P. T., Hollister, T. A., & Parrish, P. R. (1981). Acute toxicity of 54 industrial chemicals to sheepshead minnows (*Cyprinodon variegatus*). *Bull Environ Contam Toxicol*, 27(5), 596-604. doi:10.1007/bf01611069.

ISO 17734-1. Determination of organonitrogen compounds in air using liquid chromatography and mass spectrometry — Part 1: Isocyanates using dibutylamine

- derivatives. (2013).
- Kühn, R., Pattard, M., Pernak, K.-D., & Winter, A. (1989). Results of the harmful effects of selected water pollutants (anilines, phenols, aliphatic compounds) to *Daphnia magna*. *Water Research*, 23(4), 495-499. doi:[https://doi.org/10.1016/0043-1354\(89\)90141-3](https://doi.org/10.1016/0043-1354(89)90141-3).
- LeBlanc, G. A. (1980). Acute toxicity of priority pollutants to water flea (*Daphnia magna*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 24(1), 684-691. doi:10.1007/BF01608174.
- Lilius, H., Isomaa, B., & Holmström, T. (1994). A comparison of the toxicity of 50 reference chemicals to freshly isolated rainbow trout hepatocytes and *Daphnia magna*. *Aquatic Toxicology*, 30(1), 47-60. doi:[https://doi.org/10.1016/0166-445X\(94\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0166-445X(94)90005-1).
- Nelson, P., Index to EPA test methods, United States Environmental Protection Agency, Region I. (2003).
- NIOSH, VINYL BROMIDE: METHOD 1009. (1994).
- NITE, Good Laboratory Practice, <https://www.nite.go.jp/en/chem/kasinn/glp.html>. (2020).
- OECD. (2004). Test No. 202: *Daphnia* sp. Acute Immobilisation Test.
- OECD. (2019a). Guidance Document on Aquatic Toxicity Testing of Difficult Substances and Mixtures.
- OECD. (2019b). Test No. 203: Fish, Acute Toxicity Test.
- OSHA ID216SG, Chemical Sampling - Boron Trifluoride. (1989).
- Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (REACH), Regulation (EC) No 1907/2006 (2006).
- Takimoto, Y., Hagino, S., Yamada, H., & Miyamoto, J. (1984). The acute toxicity of fenitrothion to Killifish (*Oryzias latipes*) at twelve different stages of its life history. *Journal of Pesticide Science*, 9(3), 463-470. doi:10.1584/jpestics.9.463

Toxic Chemical Release Inventory, 42 U.S.C. § 11023 Section 313 (1986).

Toxic Substances Control Act (TSCA), 15 U.S.C. §2601-2692 (1976).

United States. Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act of 1980. Pub.L. 96–510, approved December 11, 42 U.S.C. § 9601 et seq. (1980).

USEPA, Waste, Chemical, and Cleanup Enforcement, <https://www.epa.gov/enforcement/waste-chemical-and-cleanup-enforcement#chemical>. (2019).

USRPA, About Test Guidelines for Pesticides and Toxic Substances, <https://www.epa.gov/test-guidelines-pesticides-and-toxic-substances/about-test-guidelines-pesticides-and-toxic>. (2017).

USEPA, Toxics Release Inventory (TRI) Program, <https://www.epa.gov/toxics-release-inventory-tri-program/what-toxics-release-inventory>. (2020).

USEPA. Compliance Monitoring Strategy For Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act (FIFRA). (2015).

USEPA. User's Guide to the Contract Laboratory Program, EPA/540/P-91/002. (1991).

USEPA. Manual for the Certification of Laboratories Analyzing Drinking Water, EPA 815-R-05-004. (2005)