

廢棄物採樣檢測及

特性分析

黃富昌 教授

國立中央大學 環境工程研究所 博士

目錄

壹、前言

貳、廢棄物採樣原理與規劃

- 一、採樣理論
- 二、統計學理論介紹
- 三、採樣之規劃

參、廢棄物採樣方法介紹

- 一、一般廢棄物(垃圾)採樣方法
- 二、事業廢棄物採樣方法
- 三、採樣設備準備與選擇
- 四、採樣紀錄、標籤
- 五、個人安全防護配備與安全健康措施

肆、廢棄物特性相關之分析

- 一、一般廢棄物的物理性質分析
- 二、一般廢棄物的化學性質分析
- 三、廢棄物有害特性分析
- 四、廢棄物特性現場簡易測試
- 五、組成分定量分析
- 六、有害事業廢棄物檢測方法

伍、廢棄物採樣檢測之品保及品管 (QA/QC)

- 一、採樣及樣品運送保存之規範
- 二、有害事業廢棄物分析檢驗室之品質保證作業

陸、廢棄物採樣計畫書

- 一、採樣計畫書擬定
- 二、廢棄物採樣計畫書案例

柒、廢棄物檢測及特性分析相關法規

- 一、廢棄物清理法
- 二、有害事業廢棄物認定標準
- 三、有害事業廢棄物檢測及紀錄管理辦法
- 四、廢棄物危害性之分類及標示

捌、結語

事業廢棄物檢測方法總則(NIEA R101.02C)

事業廢棄物採樣方法 (NIEA R118.05B)

一般廢棄物(垃圾)採樣方法 (NIEA R124.00C)

廢棄物單位容積重測定方法 - 外觀密度測定法 (NIEA R202.01C)

事業廢棄物水分測定方法 - 間接測定法 (NIEA R203.02C)

廢棄物中灰分、可燃分測定方法 (NIEA R205.01C)

一般廢棄物(垃圾)水分測定方法 - 間接測定法 (NIEA R213.21C)

廢棄物熱值檢測方法 - 燃燒彈熱卡計法 (NIEA R214.01C)

**一般廢棄物(垃圾)單位容積重測定方法 - 外觀密度測定法
(NIEA R215.01C)**

廢棄物中碳、氫元素含量檢測方法 - 燃燒管法 (NIEA R403.21C)

廢棄物中可釋出氰化氫檢測方法 (NIEA R405.21C)

廢棄物中可釋出硫化氫檢測方法 (NIEA R406.21C)

總氰化物與可氯化之氰化物檢測方法 (NIEA R407.21C)

酸可溶與酸不溶性硫化物檢測方法 (NIEA R408.21C)

壹、前言

環境調查的檢測結果是環境政策推動或改善基礎，也是環境管理的依規，更是環境工程設計不可或缺的工具。因此廢棄物處理程序中採樣與檢測分析亦是不可或缺的過程，為確保廢棄物處理的程序正確無誤，檢測分析品質具可靠性，本教材乃依著上述的精神而編撰。

環境調查【評估-量化數據-檢測】

環境調查是利用科學的方法，有目的、有系統的收集能夠反映與組織有關的環境，在時間上的變化和空間上的分佈狀況的信息，為研究環境變化規律，預測未來環境變化趨勢，進行組織活動的**決策**提供依據。

圍繞環境調查，其上游是環境檢測，下游是環境評估，但環境調查與其上下游間有重疊部分，環境調查能實現環境檢測與環境評估的無縫連接，從而為研究者提供一站式服務。

本教材主要分為兩大部分，包括一般
廢棄物及事業廢棄物，並分別就廢棄物
之採樣方法、分析儀器、檢測內容等
分項說明，以確實掌握廢棄物特性，供為
後續處理處置與控制管理之參據。

此外，本教材並加入品保與品管專節說明，使學習者了解分析結果品質之重要性。最後，就廢棄物特性分析之相關法規加以介紹，以明確完整闡述廢棄物檢測分析之內涵。

貳、廢棄物採樣原理與規劃

環境檢測的目的通常為制定或

修正政策、環境管理或工程設

計建立基礎，廢棄物檢測的目的亦

不例外，廢棄物檢測分析主要的目

的大致可分類如下：

廢棄物檢測分析主要的目的

- 【一、廢棄物清理之規劃
- 二、處理設施之功能評估
- 三、處理操作管理之改進
- 四、管理政策之擬訂
- 五、長期質量變化之預估
- 六、分類、回收、減量之策劃
- 七、污染防治之設計】

1. 廢棄物檢測分析主要的目的大致可分為那7類？

由於廢棄物的處置方式眾多，例如焚化、掩埋、固化等，各種不同的廢棄物處理過程中，伴隨著各種不同的問題。以家庭垃圾焚化處理為例，當垃圾收集到焚化廠，垃圾中的水分在貯坑中產生廢水及異味，垃圾在燃燒過程中產生廢氣，燃燒後產生灰燼、飛灰等固態廢棄物。無法燃燒的固態廢棄物只能進行最終處置-掩埋。

然而焚化廠的灰燼、飛灰，因濃縮效應經常使殘留物含有具毒性的重金屬，故於掩埋前需先進行檢測危害特性分析，並依其危害特性才進行不同最終處置；若檢測結果判定無害時，可直接掩埋。若判為有害廢棄物，則需先固化後才能掩埋。另外，廢棄物進入掩埋場後，掩埋場仍需持續對滲出水、異味或氣體進行長期監測工作。

廢棄物分析的對象

一、廢棄物基本特性分析

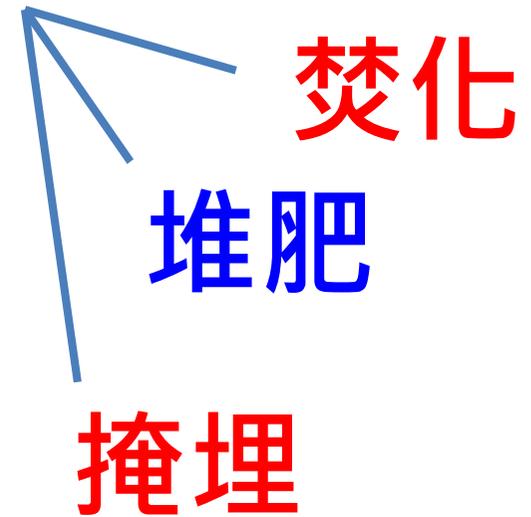
二、焚化灰渣分析

三、焚化廢氣分析

四、含異味氣體分析

五、堆肥分析

六、掩埋滲出水水質分析



七、掩埋場氣體成分分析

八、工程材質分析

九、水肥分析

十、污泥分析

十一、環境監測特殊物質分析：

【土壤、噪音、空氣、水體分析、地下水分析等】

2. 環境監測特殊物質分析
包含那5類？

廢棄物特性可用物理、化學、熱學、生物或放射性等方法加以分析，惟本教材僅涉及前3項分析方法。就廢棄物分析之層次內涵，可作如下之分類：

一、【特性分析】(1)

在採樣現場，為了解樣品之危害

特性，如腐蝕性、爆炸性、

放射性等所做之測試。

3.就廢棄物分析之層次內涵，可分那3類？

危害特性

危害辨識

氰化氫(Hydrogen cyanide)

H卡 6-1 頁

聯合國編號: 1051

(Hydrogen cyanide)

氰化氫

製表日期: 109 年版

危害特性

毒性特性

- ◎ 容許濃度 PEL-TWA : 10ppm(皮)
- ◎ 容許濃度 PEL-CEILING : —
- ◎ 動物半死劑量(LD50) : 3.7mg/kg(小鼠、吞食)
- ◎ 動物半死濃度(LC50) : 142ppm/30min(大鼠、吸入)
- ◎ 主要症狀 : 衰弱、頭痛、頭昏眼花、困惑、焦慮、噁心、嘔吐、喪失意識、抽筋、麻木、喉嚨緊、持續性流鼻水、腹痛、嗅覺和味覺改變、肌肉抽筋、體重減輕、臉紅、甲狀腺腫大、視神經受損、口水分泌、噁心而不嘔吐、精神錯亂、眩暈、下顎僵硬、抽搐、痙攣、麻痺、昏迷、心律不整、流淚、結膜發紅。
- ◎ IARC : 目前尚無 IARC 分類

火災爆炸特性

- ◎ 外觀 : 無色氣體或水白色液體
- ◎ 氣味 : 苦杏仁味
- ◎ 沸點 : 25.6°C
- ◎ 熔點 : -13.24°C
- ◎ 蒸氣壓 : 620mmHg(20°C); 742mmHg(25°C)
- ◎ 蒸氣密度 : 0.94 (空氣=1)
- ◎ 閃火點 : -18°C(閉杯)
- ◎ 爆炸界限 : 5.6%~40%
- ◎ 滅火時可能遭遇之特殊危害 : 蒸氣極易燃且可能造成回火; 急毒性須於安全距離處滅火; 於上風處, 避免觸及。
- ◎ 滅火時可能遭遇之特殊危害 : 容器受熱可能爆炸, 若安全排氣裝置已響起或變色, 立刻將容器搬離火場。

反應性

- ◎ 安定性 : 正常狀況下安定
- ◎ 特殊狀況下可能之危害反應 : 鹼 : 增進爆炸性聚合和分解反應。酸 : 過量的強酸可能引起爆炸性的激烈分解反應。純的氰化氫不具腐蝕性, 但水溶液在某些情況下會腐蝕鋼鐵。
- ◎ 應避免之狀況 : 1.熱、光、水氣。2.貯存勿超過 90 天。3.避免含 2%-5%水份, 溫度高於 184°C。
- ◎ 應避免之物質 : 鹼。、酸。、水氣。
- ◎ 危害分解物 : —

危害評估 (事業廢棄物採樣方法，106.06.15)

依據場址勘查所得到之化學品名稱及現場
監測濃度，參考安全資料表(Safety Data
Sheet)中各化合物之8小時日時量平均容許
濃度(Time-weighted average)短時間時量平均
容許濃度(Short-term exposure limit)及最高容許濃
度(Ceiling)等，再參酌各該化合物之物理及化學
特性、爆炸及可燃範圍等進行危害評估。

二、【篩選分析】(2)

為在短時間內欲了解樣品大略之成分或濃度，所進行之定性或半定量分析。可用特定之試劑或移動式、固定式儀器測定之。

篩選分析

無機性組成-可由**XRF**判定分類

有機性組成-可由**GC-FID**判定

是否為**油品**或**非油品**

非油品-再以**FTIR**進行分類

三、【組成分析】(3)

為確定樣品內特定組成分及其濃度，作為法規符合性或其他用途之定量分析。一般均在實驗室使用固定式儀器分析之。

就廢棄物分析之層次內涵，為確定樣品內特定組成分及其濃度，作為法規符合性或其他用途之定量分析，是屬於何者？(1)特性分析(2)篩選分析(3)組成分析(4)以上皆非

解答：

1.廢棄物特性可用物理、化學、熱學、生物或放射性等方法加以分析，惟本教材僅涉及前 3 項分析方法。就廢棄物分析之層次內涵可作如下之分類：

(1)**特性分析**：在採樣現場，為瞭解樣品之危害特性，如腐蝕性、爆炸性、放射性等所做之測試。

(2)**篩選分析**：為在短時間內欲瞭解樣品大略之成分或濃度，所進行之定性或半定量分析。可用特定之試劑或移動式、固定式儀器測定之。

(3)**組成分析**：為確定樣品內特定組成分及其濃度，作為法規符合性或其他用途之定量分析。一般均在實驗室使用固定式儀器分析之。

2.故本題正解為**(3)**

圖 2.1 焚化處理流程中之主要監測項目

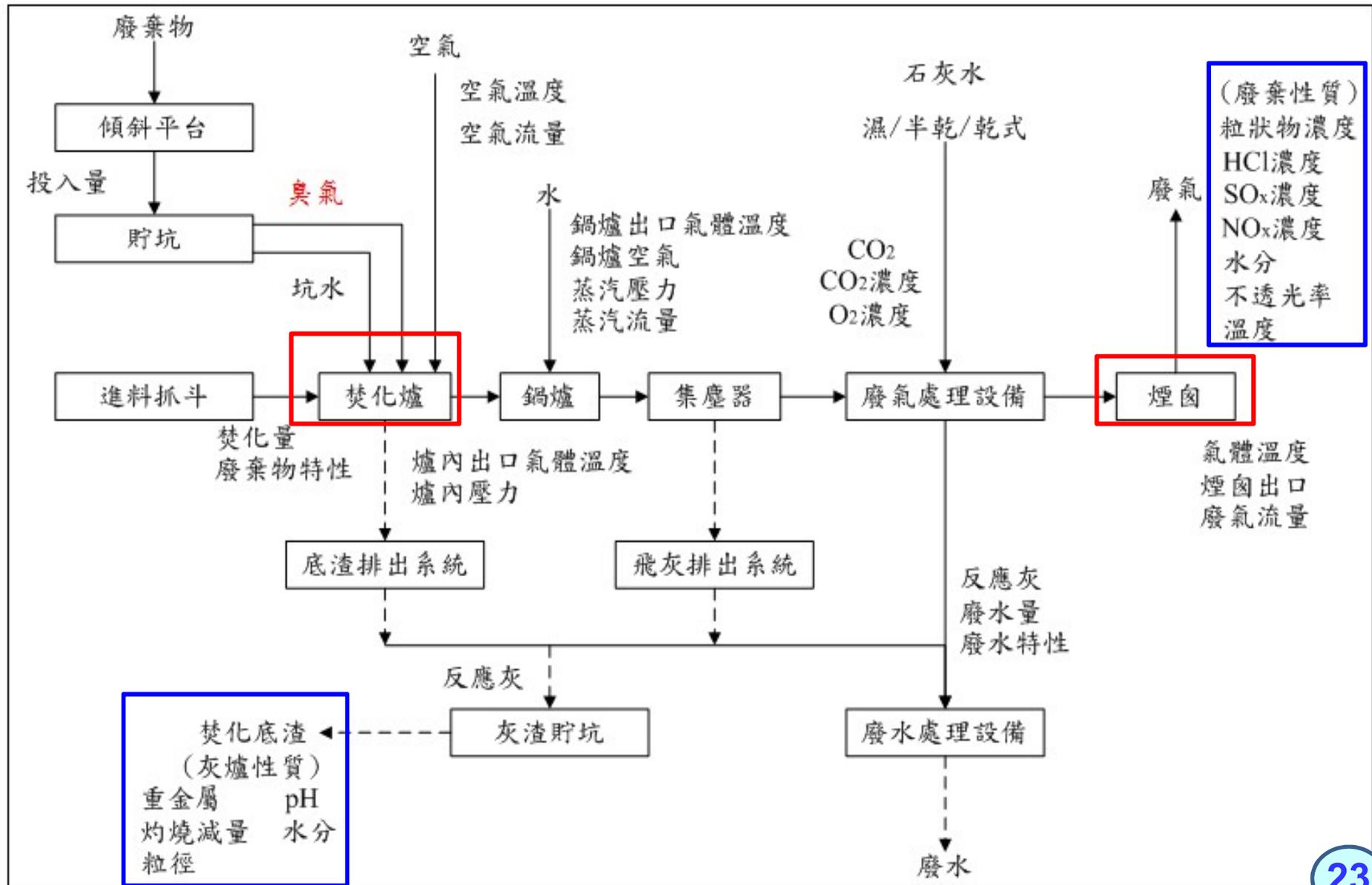
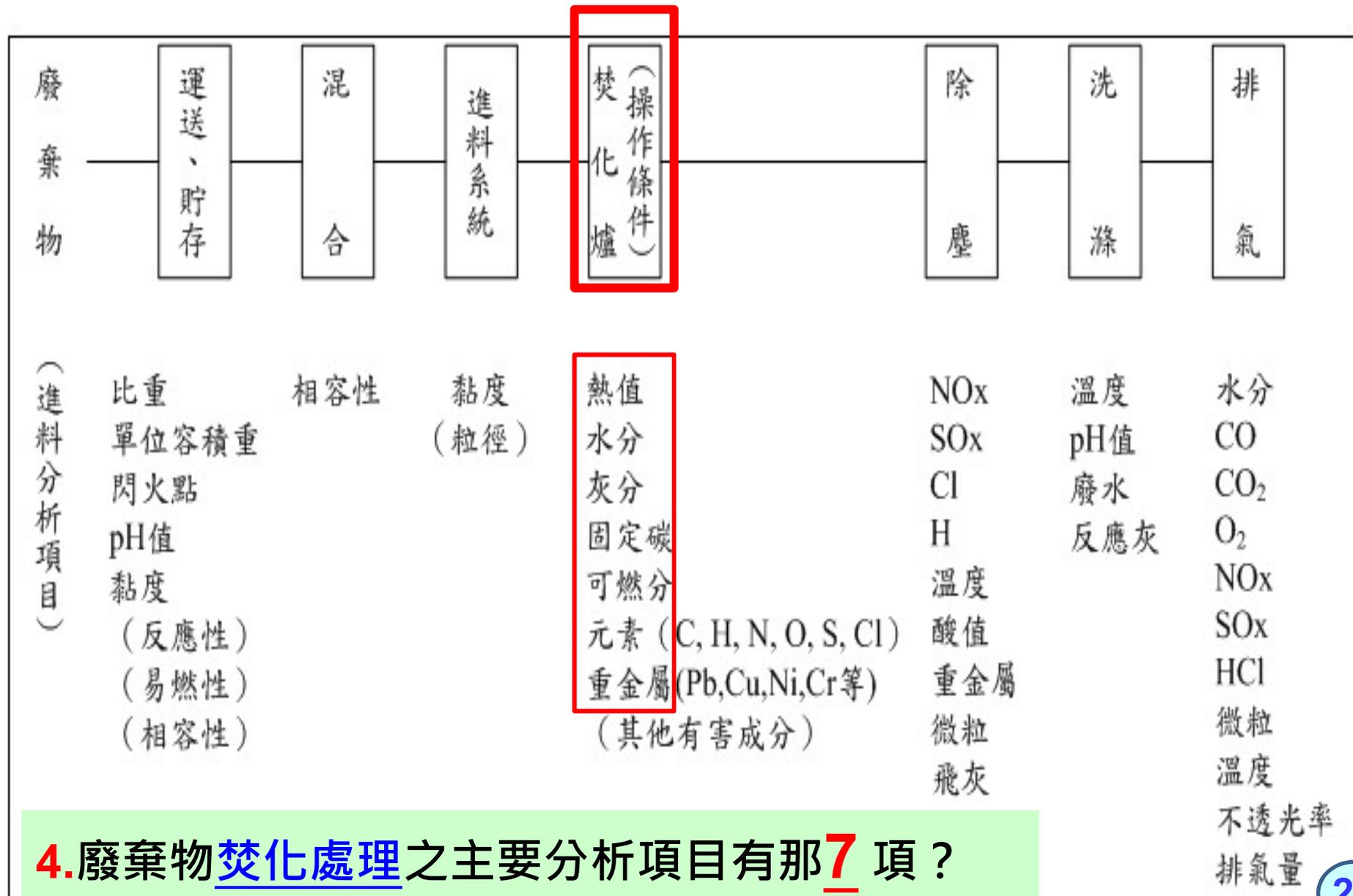


圖 2.2 廢棄物焚化處理各單元之主要分析項目



4. 廢棄物焚化處理之主要分析項目有那 7 項？

一、採樣理論

由於廢棄物檢測結果對於擬定政策、環境管理或工程設計都是最重要參數之一。因此，如何取得具代表性廢棄物樣品則是廢棄物採樣工作中最重要的課題。為達取得最具代表性的樣品，擬定一個合適的廢棄物採樣計畫並利用科學方法是必要的。

所謂的科學方法即是利用統計學理論，蒐集、整理與分析統計資料以及推論分析結果，也是採樣理論中最重要的工具。一個完善的採樣方法，必須考量到科學上的目的，也考量經濟的可接受性。採樣目標訂定後，即依據基本統計方法發展一套適切且正確的採樣計畫。

採樣的重要性

取得的樣品不足代表真正欲處理廢

棄物的特性，或分析的結果偏離實質

性質太遠，即使有再優良的規劃設計

或最先進的處理技術，吾人都很難期望善終

這些廢棄物，甚至於浪費龐大的處理經費

採樣目的

- 從**大量**的廢棄物中，取出少量的部份樣品進行分析檢驗，再以分析結果推導出廢棄物性質。
- 取得之樣品必須具有代表性，能呈現整體廢棄物的平均性質，以統計觀點看，即**期望**採樣的準確度要高，使樣品值與真值間的差距很小。此外，必須取得足夠的樣品，測知樣品間的差距，以瞭解廢棄物之差異性，亦即統計學上的精確度。

採樣分析目的

• 量測或顯現出廢棄物之物理與化學性質，使他人能由此結果獲知該廢棄物之本質或特徵，依分析結果做為下列處置之判斷。

◆ 研判廢棄物危害性以作為污染取締的依據

◆ 用以選擇適當貯存、清運方法與設備之依據

◆ 用以選擇最佳之處理方法，並作為處理設施設計及操作條件設定的依據。

統計學理論的**基礎**概念

(一)所採集的樣品結果**不會**完全

相同，是**具有差異**的。

【**變異性**】

(二) 提高檢測結果的精確度(降低變異性)是必要的。一般而言，增加樣品數可降低檢測結果的變異性。另外，因採樣數量與精確度目標有關，精確度目標越高，通常所需要採樣數量越高。

(三) **準確度** (Accuracy) ， 是指

檢測值 與真值 的 差距 ，

檢測值需落在 **容許範圍** 內 ，

愈接近真值愈好 。

準確度 (Accuracy) 【與真值比】

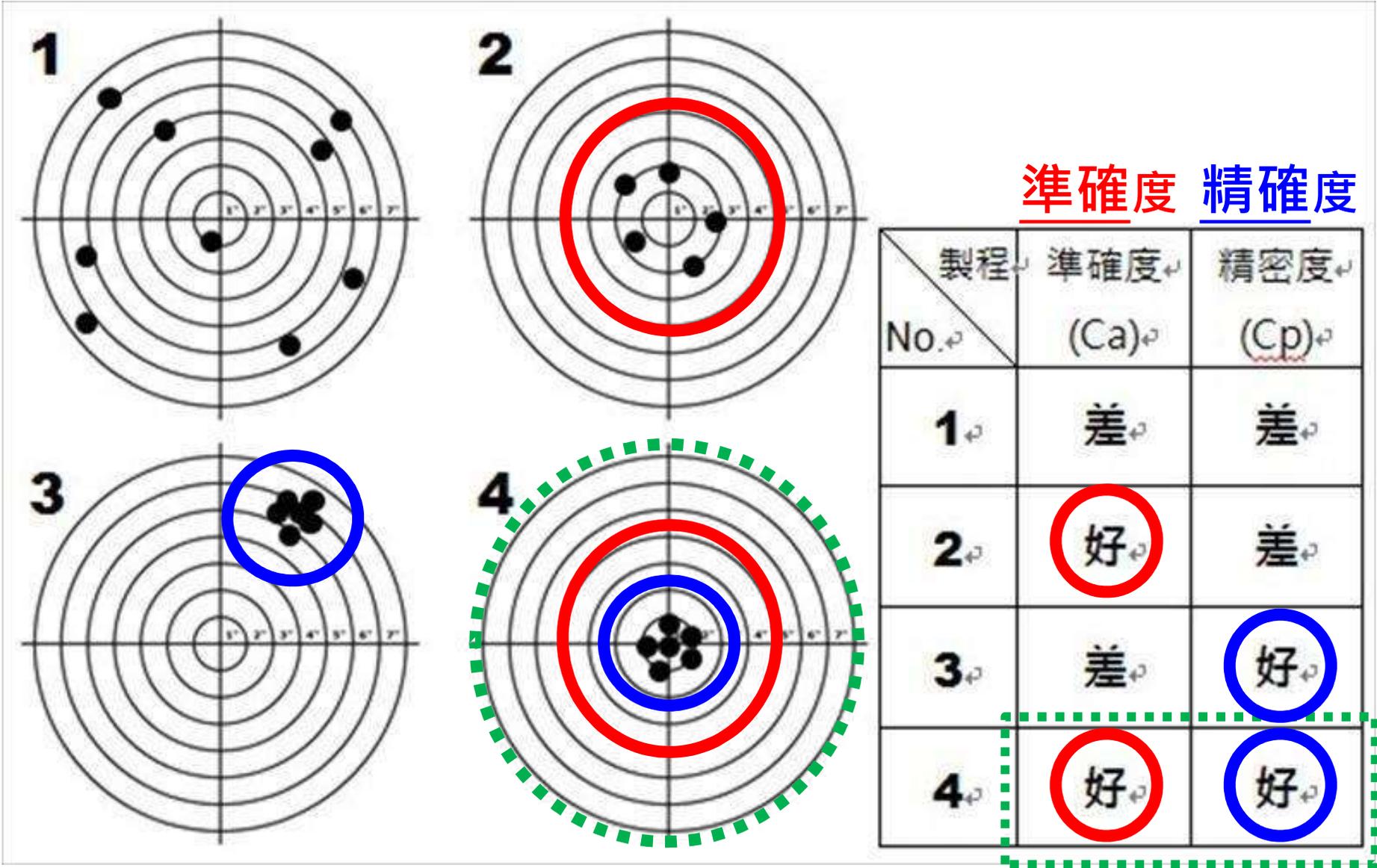
是指檢測值與真值的差距，

檢測值需落在容許範圍內，

愈接近真值愈好。

精確度 (Precision) 【與自己比】

依統計學理論可知，每次由實地採取數個樣品分析後，必產生個別量測值(X_i)，而數個樣品分析值將產生一個平均值(\bar{X})及變異數值(S^2) (Variance)，此變異數值的平方根(S)
稱為標準偏差，變異數值或標準偏差可進一步用來表示樣品數據的精確度。



精確(密)度 (Precision)

分析方法之**再現性**，

同一樣本經過多次**重複**測定後，

數值呈現的分佈區域

以 **SD**、**CV** 表示之。

標準偏差 (Standard Deviation)

表示一群受測值的分佈情形，
分佈越集中，標準偏差越小。

公式：

$$S.D. = \left[\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \right]^{1/2}$$

變異係數 (C.V.=S.D. / \bar{X})

(Coefficient of Variation)

以百分比表示的標準偏差稱之，

C.V.值可直接得知一組數群的**變異**

程度。公式：

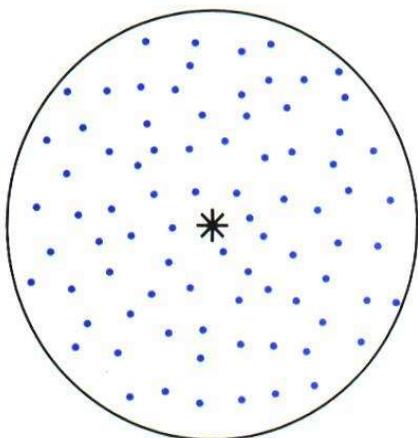
$$\text{C.V.} = \frac{\left[\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \right]^{1/2}}{\bar{X}} \times 100\% \quad \text{SD}$$

準確度 (Accuracy)

分析方法重複多次測定同一樣本後，
所得的**平均值**
與「**真值**(或正確值)」**接近**的程度，
若測定的平均值越接近真值，
表示分析方法準確度越好。
以 **Bias(偏差)(%)**表示

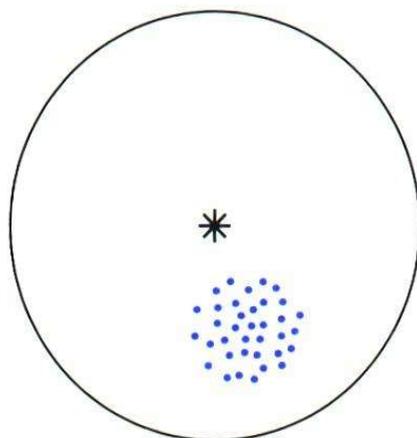
準確度, 精確度, 精準度

準確度



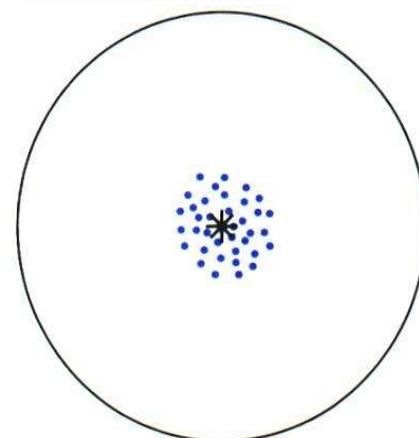
A

精確(密)度



B

精準度



C

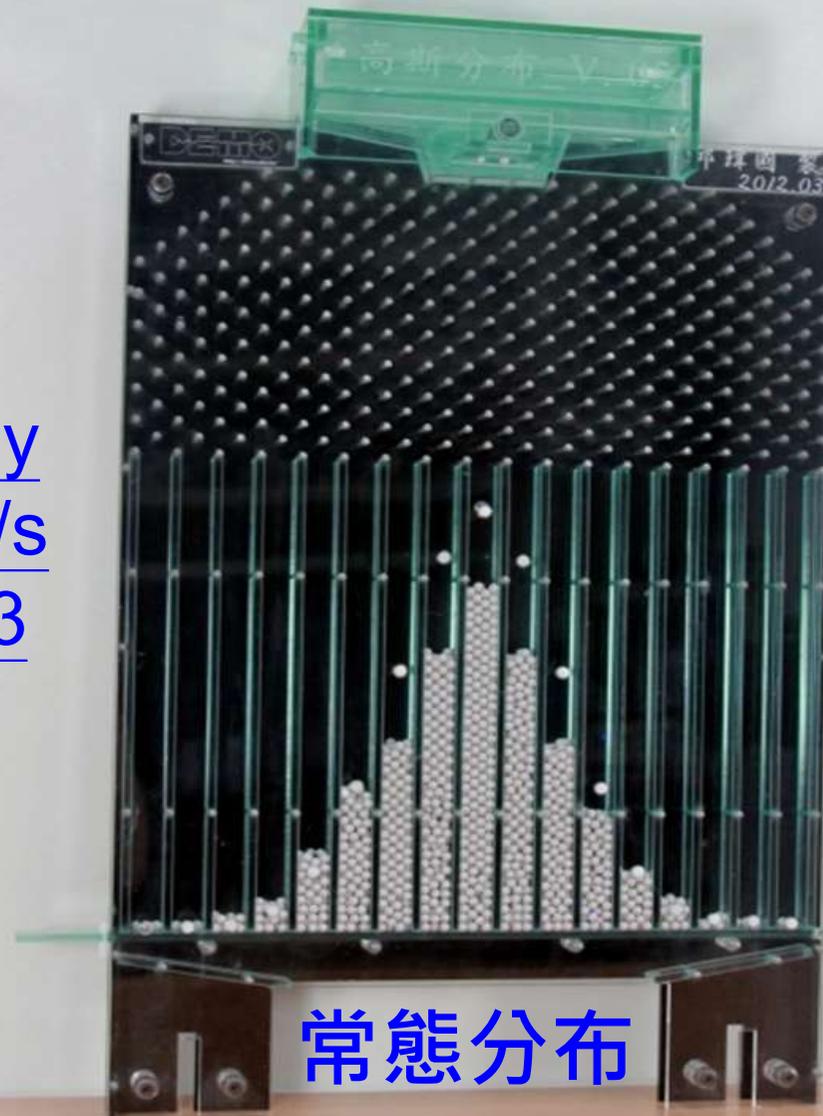
A, B, C 是三種不同分析法重複測定同一隻檢體的結果分佈，中心點代表待測物的真正濃度，各黑點代表每次的測定值。方法 A：準確但不精密；方法 B：精密但不準確；方法 C：既精密又準確。

信賴區間 (Confidence Interval, 簡稱CI)

假設廢棄物的成分含量之**分布**是屬於**常態分布**時, 則可利用樣品【平均值, 即 \bar{X} , 與樣品平均值的標準偏差, 即 $S_{\bar{X}}$ 】, 來估算廢棄物的**真值**所可能存在的**範圍**, 亦即是統計學上所稱的【信賴區間】(CI)。

<https://www.youtube.com/watch?v=M8kz6zWHgDg>

<https://www.youtube.com/sorts/TwctT3Ncm1w>



在一般廢棄物(垃圾)的信賴區間的採樣信賴度評估中，參考美國環境部的標準，將訂為【80%】。故在量測數據的信賴區間CI求出後，將其信賴上限及信賴下限與法規管制值(RT)或其他規定值作比較，若超過此限值，表示此批樣品不符控制要求，需作進一步探討產生問題並加以改善。

若事業廢棄物之樣品為同一來源且是均質時，採樣檢測如選用隨機採樣，且假設污染濃度分布屬常態分布時，將樣品初步(或多次)分析結果計算其平均值、標準偏差，及預估的數據品質目標，利用下述試誤程序(Try and Error Method) 計算：

(一)先依據「廢棄物總量大小與最少採樣樣品關係表」採取初步樣品數(界定為 n_1 個)，分析每一個樣品，得各測定值 X_1 、 X_2 、 X_3 、... X_{n_1} 。

(二)計算樣品之平均值(Sample Mean) \bar{X} 、變異數 (Variance of Sample) S^2 。

廢棄物總量大小 與 最少採樣樣品 關係表

廢棄物 總量	<1	1-5	5-30	30-100
最少採樣 樣品數(n)	6	10	14	20
廢棄物 總量	100- 500	500- 1000	1000- 5000	>5000
最少採樣 樣品數(n)	30	36	50	60

廢棄物總量單位

液體：公秉(KL)

固體：公噸(t)

【表3.4】

(三)由樣品數 n ，查司徒頓 Student “ $t_{0.20}$ ”值表 (表2.1)。

自由度 (n-1)	“ $t_{0.20}$ ” 值	自由度 (n-1)	“ $t_{0.20}$ ” 值
1	3.078	18	1.330
2	1.886	19	1.328
3	1.638	20	1.325
4	1.533	21	1.323
5	1.476	22	1.321
6	1.440	23	1.319
7	1.415	24	1.318
8	1.397	25	1.316
9	1.393	26	1.315
10	1.372	27	1.314
11	1.363	28	1.313
12	1.356	29	1.311
13	1.350	30	1.310
14	1.345	40	1.303
15	1.341	60	1.296
16	1.337	120	1.289
17	1.333	∞	1.282

自由度等於採樣數 (n) 減 1

$t_{0.20}$ 代表在兩端之可信賴區域以外機率為 0.2，即其一端之區外各為 0.1

(四)計算信賴區間。

(五)由信賴區間(CI)與管制

值(RT)或常規值比較，是

否超過管制值或常規值。

(六)如信賴區間上下限小於管制

值或常規值，可定義為未超過

【管制值或常規值】，就不要再

繼續採樣，否則定義為超出管制

值或常規值。

8.量測數據的信賴區間CI求出後，將其信賴上限及信賴下限與何值作比較，若超過此限值，表示此批樣品不符控制要求，需作進一步探討產生問題並加以改善？

亦可利用程序1.n1個樣本之平均值及變異數藉由採樣約略數之公式求得新的採樣數 n_2 (可預先多採數個樣品以作為 n_2-n_1 之備份樣本)，再進行 n_2-n_1 個樣本之採樣與分析，再進行 n_2 個樣本之信賴區間推估，如信賴區間上下限小於管制值或常規值，可定義為未超過管制值或常規值，就不用再繼續採樣，否則再依前述試誤程序進行之。

(七)計算公式如下：n=測定樣品數、自由度df=n-1

樣品平均值 $\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 \cdots + X_n}{n}$

9.若採13個樣品做分析時，其自由度為何？

解答：12 (13-1=12)。

樣品標準偏差 $S = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 \cdots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}}$

樣品變異數 $S^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 \cdots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}$

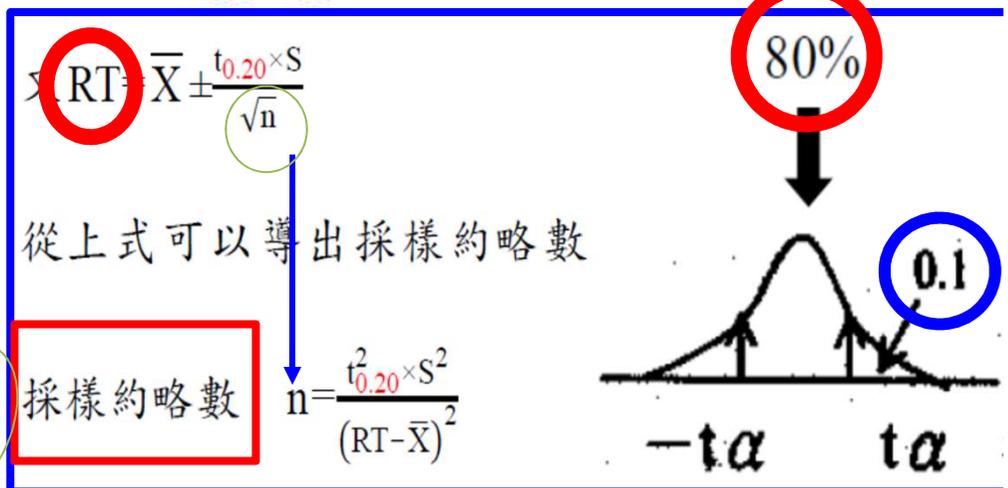
管制值RT或常規值：
依廢棄物管制法規不同而異

標準誤差

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

信賴區間 80%

$$CI = \bar{X} \pm \frac{t_{0.20} \times S}{\sqrt{n}}$$



例題：分析某廢水樣品中的硫酸鹽(SO_4^{2-})含量，重複5次分析($n=5$)得數據如下：
 X_i ：0.8，0.9，1.0，1.1，1.2 (mg/L)，請分別計算下列統計運算值，信賴度為80%，又 $t_{0.20}=1.533$ (查表2.1)

1. 樣品平均值：

$$\bar{X} = \frac{0.8+0.9+1.0+1.1+1.2}{5} = 1.0 \text{ mg/L}$$

2. 樣品自由度：

$$\text{df}: 5-1=4$$

3. 標準偏差值：

$$S = \sqrt{\frac{(0.8-1.0)^2 + (0.9-1.0)^2 + (1.0-1.0)^2 + (1.1-1.0)^2 + (1.2-1.0)^2}{5-1}} = 0.16 \text{ mg/L}$$

4. 樣品變異數：

$$S^2 = (0.16)^2 = 0.025$$

5. 樣品標準誤差值：

$$S_{\bar{X}} = \frac{0.16}{\sqrt{5}} = 0.07$$

6. 計算80%信賴區間：

$$80\% \text{ CI} = 1.0 \pm \frac{1.533 \times 0.16}{\sqrt{5}} = 1.0 \pm 0.11 \text{ mg/L}$$

$$\text{樣品變異數 } S^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}$$

$$\text{標準誤差 } S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{信賴區間 } 80\% \quad \text{CI} = \bar{X} \pm \frac{t_{0.20} \times S}{\sqrt{n}}$$

(三) ($n-1=5-1=4$)，查司徒頓 Student “ $t_{0.20}$ ”值表

自由度 (n-1)	“ $t_{0.20}$ ” 值	自由度 (n-1)	“ $t_{0.20}$ ” 值
1	3.078	18	1.330
2	1.886	19	1.328
3	1.638	20	1.325
4	1.533	21	1.323
5	1.476	22	1.321
6	1.440	23	1.319
7	1.415	24	1.318
8	1.397	25	1.316
9	1.393	26	1.315
10	1.372	27	1.314
11	1.363	28	1.313
12	1.356	29	1.311
13	1.350	30	1.310
14	1.345	40	1.303
15	1.341	60	1.296
16	1.337	120	1.289
17	1.333	∞	1.282

自由度等於採樣數 (n) 減 1

$t_{0.20}$ 代表在兩端之可信賴區域以外機率為 0.2，即其一端之區外各為 0.1

- 若廢水硫酸鹽(SO_4^{2-})含量之管制值RT或常規值為**1.50mg/L**，該廢水硫酸鹽(SO_4^{2-})含量信賴區間上下限為 1.0 ± 0.10 (mg/L)未超過管制值RT或常規值1.50 mg/L，就不用再繼續採樣。
- 又有甲、乙兩組同時分析相同廢水樣品之硫酸鹽(SO_4^{2-})含量，兩組分析結果其平均值皆為1.0mg/L，但甲、乙兩組之標準偏差值分別為**0.14**及0.16mg/L，因此甲組之數據精密度比乙組為佳。

最少採樣樣品數之估計(試誤法)

某事業單位棄置若干數量之桶裝廢棄物，遭檢舉查獲有鋇(barium)之污染嫌疑。假設鋇之毒性溶出管制標準為100 ppm。

此時環保採樣人員應先將採樣範圍內每一容器加以編號，合理的採樣樣品數可用試誤法 (try and error method)確定，程序如下：

(一)分析每一個樣品，得各測定值 X_1, X_2, X_3, \dots 。

假設先採四個樣，

測值分別為：86、90、98、104

(二) 計算樣品之 **平均值** (sample mean) 、 **變異數** (variance of sample) S^2 。

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} = \frac{86 + 90 + 98 + 104}{4} = 94.50$$

$$S^2 = \left[(86 - 94.5)^2 + (90 - 94.5)^2 + (98 - 94.5)^2 + (104 - 94.5)^2 \right] / 3 = 65.0$$

(三) 查司徒頓 Student "t.20" 值，計算 **採樣約略數 n**。

$$n = \frac{t_{0.20}^2 \times S^2}{(RT - \bar{X})^2}$$

自由度 = 4 - 1 = 3

$$n = \frac{t_{0.20}^2 \times S^2}{\Delta^2} = \frac{(1.638)^2 \times (65.00)}{(100 - 94.5)^2} = \frac{(1.638)^2 \times (65.00)}{(5.5)^2} = 5.77$$

(四) 依計算得採樣約略數 $n = 6$ ，即採四個樣不夠。

(三) ($n-1=4-1=3$)，查司徒頓 Student “ $t_{0.20}$ ”值表

自由度 (n-1)	“ $t_{0.20}$ ” 值	自由度 (n-1)	“ $t_{0.20}$ ” 值
1	3.078	18	1.330
2	1.886	19	1.328
3	1.638	20	1.325
4	1.533	21	1.323
5	1.476	22	1.321
6	1.440	23	1.319
7	1.415	24	1.318
8	1.397	25	1.316
9	1.393	26	1.315
10	1.372	27	1.314
11	1.363	28	1.313
12	1.356	29	1.311
13	1.350	30	1.310
14	1.345	40	1.303
15	1.341	60	1.296
16	1.337	120	1.289
17	1.333	∞	1.282

自由度等於採樣數 (n) 減 1

$t_{0.20}$ 代表在兩端之可信賴區域以外機率為 0.2，即其一端之區外各為 0.1

若本案例當初就採六個樣品，其結果又有何不同？計算如下：

(一) 假設六個測值為89、90、87、96、93及113。

(二) 樣品之平均值、變異數 S^2 。

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} = \frac{89 + 90 + 87 + 96 + 93 + 113}{6} = 94.67$$

$$S^2 = \left[(89 - 94.67)^2 + (90 - 94.67)^2 + (87 - 94.67)^2 + (96 - 94.67)^2 + (93 - 94.67)^2 + (113 - 94.67)^2 \right] / 5 = 90.67$$

(三) 查司徒頓Student "t.20"值 (附表一)，計算採樣約略數n。

$$\text{自由度} = 6 - 1 = 5$$

$$n = \frac{t_{0.20}^2 \times S^2}{(RT - \bar{X})^2} = \frac{(1.476)^2 \times (90.67)}{(100 - 94.67)^2} = \frac{(1.476)^2 \times (90.67)}{(5.33)^2} = 6.95$$

(四) 計算得出採樣約略數 $n = 7$ ，因此六個採樣數仍不足。

(三) $(n-1=6-1=5)$ ，查司徒頓 Student “ $t_{0.20}$ ”值表

自由度 (n-1)	“ $t_{0.20}$ ” 值	自由度 (n-1)	“ $t_{0.20}$ ” 值
1	3.078	18	1.330
2	1.886	19	1.328
3	1.638	20	1.325
4	1.533	21	1.323
5	1.476	22	1.321
6	1.440	23	1.319
7	1.415	24	1.318
8	1.397	25	1.316
9	1.393	26	1.315
10	1.372	27	1.314
11	1.363	28	1.313
12	1.356	29	1.311
13	1.350	30	1.310
14	1.345	40	1.303
15	1.341	60	1.296
16	1.337	120	1.289
17	1.333	∞	1.282

自由度等於採樣數 (n) 減 1

$t_{0.20}$ 代表在兩端之可信賴區域以外機率為 0.2，即其一端之區外各為 0.1

(五) 驗算信賴區間 (Confidence Interval, 簡稱CI)。

$$S = \sqrt{S^2} = 9.52$$

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{9.52}{\sqrt{6}} = 3.89$$

自由度=6-1=5

$$CI = \bar{X} \pm (t_{.20} \cdot S_{\bar{X}}) = 94.67 \pm (1.476) \cdot (3.89) = 94.67 \pm 5.74$$

$$94.67 - 5.74 = 88.93$$

$$94.67 + 5.74 = 100.41$$

$$88.93 \leq CI \leq 100.41$$

(六) 由信賴區間 (CI) 與管制值 (RT) 比較。

$$88.93 \leq CI \leq 100.41$$

因 $CI = 94.67 \pm 5.74$ 之上限為 100.41，超過管制值 100。故必

須繼續採樣，且採樣數至少為七。

如果本案例當初之採樣數為 9 的話，則摘要計算過程如下：

採 9 個樣品

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{86 + 90 + \dots + 91}{9} = 93.56$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2 / n}{n-1} = \frac{79,254.00 - 78,773.78}{8} = 60.03$$

$$S^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 \cdots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}$$

$$S = \sqrt{S^2} = 7.75$$

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{7.75}{\sqrt{9}} = 2.58$$

結果：上限為 **97.16**，未超過管制值 (**100**)，就不用再繼續採樣。因為即使採樣數目增加，亦無法有效接近真值。

$$CI = \bar{X} \pm (t_{.20} \cdot S_{\bar{X}}) = 93.56 \pm (1.397) \cdot (2.58) = 93.56 \pm 3.60$$

$$93.56 + 3.60 = 97.16 < 100$$

Rest 10 min.

二、統計學理論介紹

採樣的代表性可根據實際環境
狀況和統計學原理相互配合，推估
需要之採樣數量，既可滿足樣品
之代表性，並以最省錢、省時、省
人力的方法完成採樣分析工作。

在統計學上常見且重要的**4**種方法

- 【(1) 隨機採樣法、
- (2) 分層隨機採樣法、
- (3) 系統採樣法、以及
- (4) 多階段採樣法。】

10. 廢棄物採樣在統計學上常見且重要的 4 種方法為何？

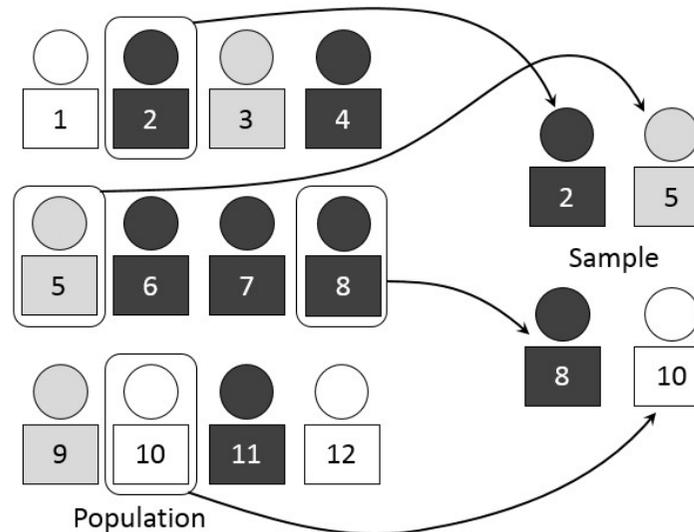
另外，**非**統計學理論的「權威式採樣法」亦經常被專家們拿來使用，因此以下將5種統計學採樣方法簡要介紹。

抽樣(Sampling)

在統計學中，抽樣是一種推論統計方法，
它是指從目標總體(Population，或稱為母體)中
抽取一部分個體作為樣本(Sample)，通過
觀察樣本的某一或某些屬性，依據所獲得
的數據對總體的數量特徵得出具有一定可
靠性的估計判斷，從而達到對總體的認識

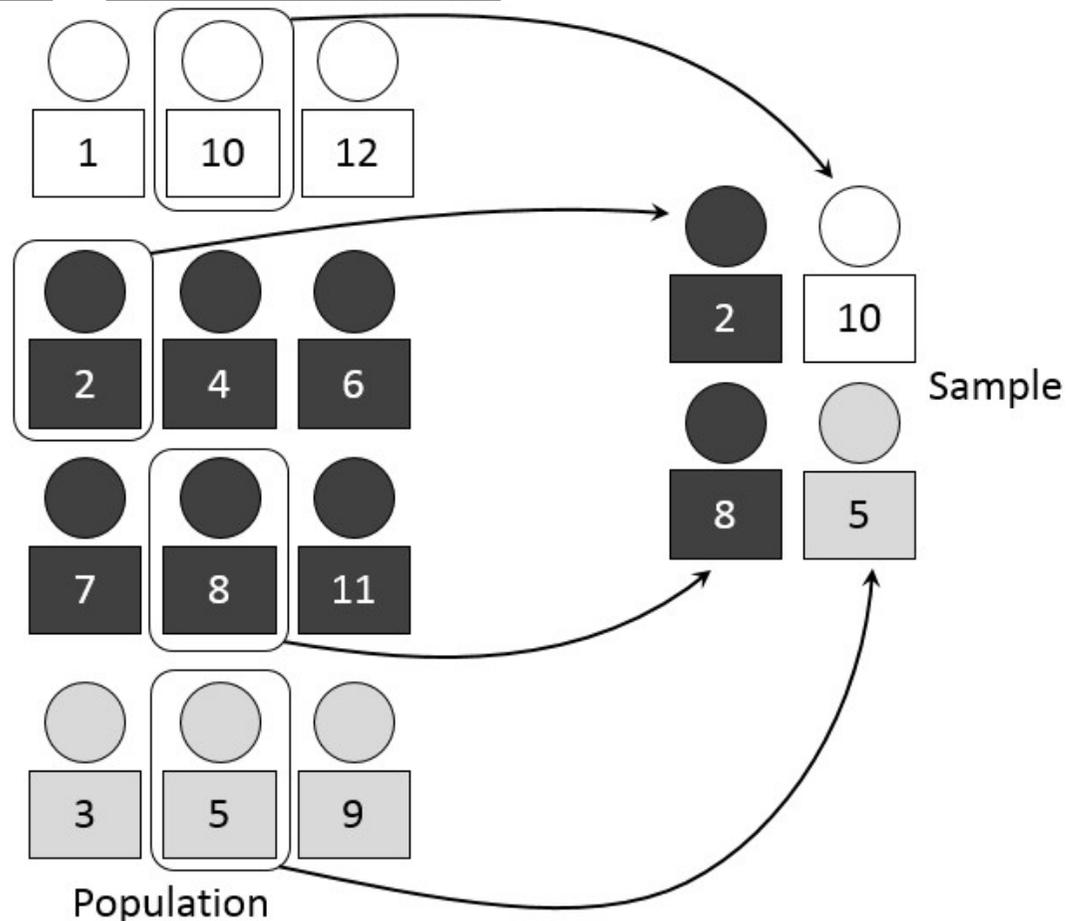
簡易隨機抽樣 (simple random sampling)

也叫純隨機抽樣。從總體N個單位中隨機地抽取n個單位作為樣本，使得每一個容量為樣本都有相同的概率被抽中。**特點**：每個樣本單位被抽中的概率相等，樣本的每個單位完全獨立，彼此間無一定的關聯性和排斥性。簡易隨機抽樣是其它各種抽樣形式的基礎。通常只是在總體單位之間差異程度較小和數目較少時，才採用這種方法。



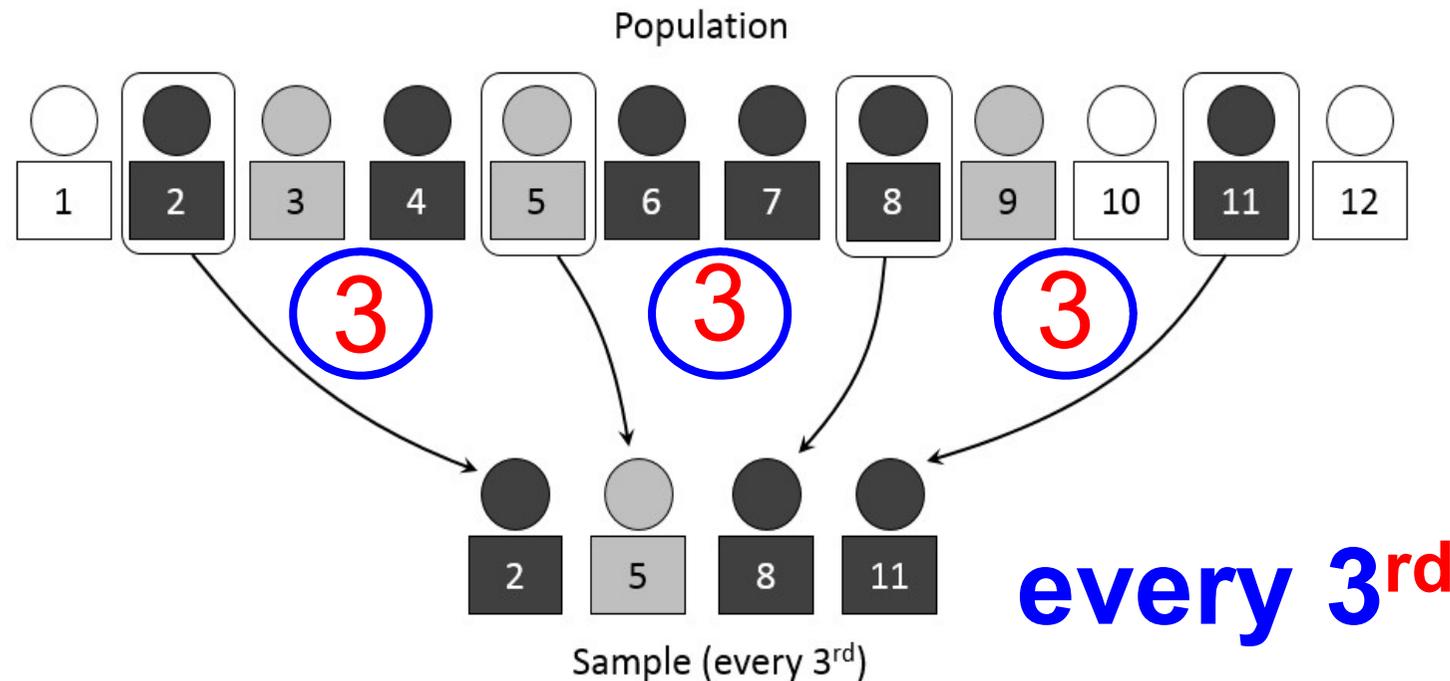
分層抽樣 (stratified sampling)

將抽樣單位按某種特徵或某種規則劃分為不同的層，然後從不同的層中獨立、隨機地抽取樣本。從而保證樣本的結構與總體的結構比較相近，從而提高估計的精度。



系統抽樣(systematic sampling)

也稱等距抽樣。將總體中的所有單位按一定順序排列，在規定的範圍內隨機地抽取一個單位作為初始單位，然後按事先規定好的規則確定其他樣本單位。先從數字1到k之間隨機抽取一個數字r作為初始單位，以後依次取 $r+k$ 、 $r+2k$...等單位。這種方法操作簡便，可提高估計的精度。



多階段(整群、叢式)抽樣(cluster sampling)

將總體中若干個單位合併為群，抽

樣時直接抽取群，然後對中選群中

的所有單位全部實施調查。抽樣時

只需群的抽樣框，可簡化工作量，

缺點是估計的精度較差。

(一) 簡易隨機採樣法 (simple random sampling)

【若廢棄物於實際環境為已知相同來源或未有明顯分區或分層分布時，可使用簡易隨機採樣。】若廠區內僅有一種生產製程，其產生的廢棄物通常被認為是均勻的，即可使用簡易隨機採樣方法。簡易隨機採樣為各種隨機採樣方法之基礎，針對母體中的全部個體，使之完全在均勻機率分布下抽取樣本，每一個體被抽出之機率均為已知且相等。

以簡易隨機採樣法採取樣本時，可用號碼球或號碼單，也可利用隨機數表 (表2.2亂數表)選出。但須同時先對樣品母體以相同數目編號，然後依照機率抽取；**當母體數目太大時，此種方法適用性較差。**

表2.2 亂數表

10 09 73 25 33	76 52 01 35 86	34 67 35 48 76	80 95 90 91 17	39 29 27 49 45
37 54 20 48 05	64 89 47 42 96	24 80 52 40 37	20 63 61 04 02	00 82 29 16 65
08 42 26 89 53	19 64 50 93 03	23 20 90 25 60	15 95 33 47 97	35 08 03 36 06
99 01 90 25 29	09 37 67 07 15	38 31 13 11 65	88 67 67 43 97	04 43 62 76 59
12 80 79 99 70	80 15 73 61 47	64 03 23 66 53	98 95 11 68 77	12 17 17 68 33
66 06 57 47 17	34 07 27 68 50	36 69 73 61 70	65 81 33 98 85	11 19 92 91 70
31 06 01 08 05	45 57 18 24 06	35 30 34 26 14	86 79 90 74 39	23 40 30 97 32
85 26 97 76 02	02 05 16 56 92	68 66 57 48 18	73 05 38 52 47	18 61 38 85 79
63 57 33 21 35	05 32 54 70 48	90 55 35 75 48	28 46 82 87 09	83 49 12 56 24
73 79 64 57 53	03 52 96 47 78	35 80 83 42 82	60 93 52 03 44	35 27 38 84 35
98 52 01 77 67	14 90 56 86 07	22 10 94 05 58	60 97 09 34 33	50 50 07 39 98
11 80 50 54 31	39 80 82 77 32	50 72 56 82 48	29 40 52 42 01	52 77 56 78 51
83 45 29 96 34	06 28 89 80 83	13 74 67 00 78	18 47 54 06 10	68 71 17 78 17
88 68 54 02 00	86 50 75 84 01	36 76 66 79 51	90 36 47 64 93	29 60 91 10 62
99 59 46 73 48	87 51 76 49 69	91 82 60 89 28	93 78 56 13 68	23 47 83 41 13
65 48 11 76 74	17 46 85 09 50	58 04 77 69 74	73 03 95 71 86	40 21 81 65 44
80 12 43 56 35	17 72 70 80 15	45 31 82 23 74	21 11 57 82 53	14 38 55 37 63
74 35 09 98 17	77 40 27 72 14	43 23 60 02 10	45 52 16 42 37	96 28 60 26 55
69 91 62 68 03	66 25 22 91 48	36 93 68 72 03	76 62 11 39 90	94 40 05 64 18
09 89 32 05 05	14 22 56 85 14	46 42 75 67 88	96 29 77 88 22	54 38 21 45 98
91 49 91 45 23	68 47 92 76 86	46 16 28 35 54	94 75 08 99 23	37 08 92 00 48
80 33 69 45 98	26 94 03 68 58	70 29 73 41 35	53 14 03 33 40	42 05 08 23 41
44 10 48 19 49	85 15 74 79 54	32 97 92 65 75	57 60 04 08 81	22 22 20 64 13
12 55 07 37 42	11 10 00 20 40	12 86 07 46 97	96 64 48 94 39	28 70 72 58 15
63 60 64 93 29	16 50 53 44 84	40 21 95 25 63	43 65 17 70 82	07 20 73 17 90
61 19 69 04 46	26 45 74 77 74	51 92 43 37 29	65 39 45 95 93	42 58 26 05 27
15 47 44 52 66	95 27 07 99 53	59 36 78 38 48	82 39 61 01 18	33 21 15 94 66
94 55 72 85 73	67 89 75 43 87	54 62 24 44 31	91 19 04 25 92	92 92 74 59 73
42 48 11 62 13	97 34 40 87 21	16 86 84 87 67	03 07 11 20 59	25 70 14 66 70
23 52 37 83 17	73 20 88 98 37	68 93 59 14 16	26 25 22 96 63	05 52 28 25 62
04 49 35 24 94	75 24 63 38 24	45 86 25 10 25	61 96 27 93 35	65 33 71 24 72
00 54 99 76 54	64 05 18 81 59	96 11 96 38 96	54 69 28 23 91	23 28 72 95 29
35 96 31 53 07	26 89 80 93 54	33 35 13 54 62	77 97 45 00 24	90 10 33 93 33
59 80 80 83 91	45 42 72 68 42	83 60 94 97 00	13 02 12 48 92	78 56 52 01 06
46 05 88 52 36	01 39 09 22 86	77 28 14 40 77	93 91 08 36 47	70 61 74 29 41

資料摘自 Wilfred J. Dixon and Frank J. Massey Jr., Introduction to Statistical Analysis,

2nd Edition, McGraw-Hill Book Co., New York, 1957.

在族群總樣品數為N的母體中任意取n個不同的樣品(如果有重複相同的，則再取，直至不同為止)，設採得為 X_1, X_2, \dots, X_n ，此即為所得之簡單隨機樣本。此法雖為常用，但它必須先知道N值，而N往往不能預先知道。並且有時當N較大時，一再驗證目前所抽到的樣本是否已抽過(因此必須重抽)，也是較不方便的。

由平均值(\bar{X})或族群母體總量($N\bar{X}$)本身分布所得的變異值 $\text{Var}(\bar{X})$ 及 $\text{Var}(N\bar{X})$ ，其計算公式如下：

$$\text{Var}(\bar{X}) = \left[\frac{N-n}{N} \right] \frac{S^2}{n} = (1-f) \frac{S^2}{n}$$

$$\text{Var}(N\bar{X}) = N^2 \left[1 - \frac{n}{N} \right] \frac{S^2}{n} = N^2 (1-f) \frac{S^2}{n}$$

式中 \bar{X} : 為平均值

$$f : \frac{n}{N} \text{ (抽出比)}$$

n : 為採樣數

N : 母體總數

S^2 : 樣品變異值

變異數

$$\text{Var}(N\bar{X}) = N^2 \text{Var}(\bar{X})$$

從樣品分析所得數據估算母體真值時，常有人為因素或其他不確定因素所導致的誤差，此誤差中有部分是因隨機的採樣步驟而產生的，吾人稱之為隨機採樣誤差。因為在統計學上標準偏差為變異值的平方根，也稱為標準誤差。以上所討論的皆為抽出樣本後並不放回原母體的採樣情況。

(二) 分層比例隨機採樣法 (stratified random sampling)

【若廢棄物(母群體)中各個體按不同分類標準，如相別(固相廢棄物和液相廢棄物)、顏色、包裝等分為若干類者，每類稱為層 (stratum)】，並使得在此【母體中的每一個元素均屬唯一的，再由各層中以簡易隨機採樣法選取適量樣本的方法】。

在採樣人員認為採樣對象可能有類別分布不同的趨向時，即可採用此法。若將母群體分成L層時，統計量的計算方法如下：

$$m = m_1 + \dots + m_L$$

$$n = n_1 + n_2 + \dots + n_L$$

式中 m_L : 為第 L 層內之母體數

m : 為母體總數

n_L : 第 L 層所採的樣本數

n : 為樣本總數

$$\bar{X}_L = \frac{1}{n_L} \sum_{i=1}^{n_L} X_{Li}$$

式中 \bar{X}_L : 為第 L 層樣本參數平均值

X_{Li} : 為 L 層第 i 個樣品參數值

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^L n_i \bar{X}_i = \sum_{i=1}^L W_i \bar{X}_i$$

式中 \bar{X} : 為所有樣品參數平均值

W_i : 為第 i 層的權重 (所占比例)

$$S^2 = \sum_{i=1}^L W_i S_i^2$$

式中 $S_i^2 = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$, $1 \leq i \leq L$

若依美國環保署之採樣方法，將母群體分成 r 層 ($K=1,2,\dots,r$)，其計算公式和上述類似，

$$\bar{X} = \sum_{k=1}^r W_k \bar{X}_k \quad r \text{層} \quad (K=1,2,\dots,r)$$
$$S^2 = \sum_{k=1}^r W_k S_k^2 \quad r$$

式中 \bar{X}_k ：第 k 層之平均值

W_k ：第 k 層所占比例，即第 k 層的權重

S_k^2 ：第 k 層之變異值

$V(\bar{X}_i)$ 為第 i 層樣品數據推估得之隨機採樣誤差可由下式求得，

$$V(\bar{X}_i) = \frac{m_i - n_i}{m_i} \bullet \frac{S_i^2}{n_i}$$

$$V(\bar{X}) = \sum_{i=1}^L W_i^2 V(\bar{X}_i) = \sum_{i=1}^L \left(\frac{n_i}{n} \right)^2 \left(\frac{m_i - n_i}{m_i} \right) \frac{S_i^2}{n_i}$$

2. 比例配置 $n_i = \frac{m_i}{m} \cdot n$

3. 最佳配置 $n_i = \frac{m_i S_i / \sqrt{C_i}}{\sum m_i S_i / \sqrt{C_i}} \cdot n$

另外在樣本數之分配及決定有下述相同表示：

1. 等份配置 $n_i = \frac{n}{L}$

C_i 為各 i 層每一單位採樣之費用，而在分層隨機採樣中的總經費為 C ， $C = C_0 + \sum_{i=1}^L C_i n_i$ ，其中 C_0 為基本費用， C_i 為第 i 層每樣品的採樣費。

4. 尼氏分配 (Neyman allocation)

$$n_i = \frac{m_i S_i}{\sum m_i S_i} \cdot n$$

而採樣數之推估 (n)，參照其他採樣方法之採樣數計算公式而得。

分層比例抽樣範例

某单位共 400 人. 其中, 老年人 50 人, 中年人 150 人, 青年人 200 人, 为调查他们的身体状况, 打算抽取一个 40 人的样本.

$$400 \div 40 = 10 \rightarrow \text{平均} 10 \text{ 人里抽 } 1 \text{ 人}$$

$$\text{老: } 50 \div 10 = 5 \rightarrow \text{抽 } 5 \text{ 人}$$

$$\text{中: } 150 \div 10 = 15 \rightarrow \text{抽 } 15 \text{ 人}$$

$$\text{青: } 200 \div 10 = 20 \rightarrow \text{抽 } 20 \text{ 人}$$

某单位共 400 人. 其中, 老年人 52 人, 中年人 146 人, 青年人 202 人, 为调查他们的身体状况, 打算抽取一个 40 人的样本.

$$400 \div 40 = 10 \rightarrow \text{平均} 10 \text{ 人里抽 } 1 \text{ 人}$$

$$\text{老: } 52 \div 10 = 5.2 \rightarrow \text{抽 } 5 \text{ 人}$$

$$\text{中: } 146 \div 10 = 14.6 \rightarrow \text{抽 } 15 \text{ 人}$$

$$\text{青: } 202 \div 10 = 20.2 \rightarrow \text{抽 } 20 \text{ 人}$$

四
舍
五
入

四捨五入

(三) 系統採樣法 (systematic sampling)

【將母體所有個體依據排列依次編號，然後以固定間隔或時間採取樣品的方式稱為系統採樣法。】係將桶裝物、袋裝物、堆置物或連續物流物等，每隔若干號或固定間隔抑或固定時間抽取一個樣本。樣本數與母體數關係，則端看間隔的劃分而定，間隔大時樣品數小，間隔小時樣本數大，例如母體總數為100，每隔20個號碼或時間取1個樣品，則總樣品數占母體族群為5%。同理，每隔100個取得1個，則樣本數為全體的1%。若全體族群母體個數為N時，所要採樣樣本總數為n時，吾人取 $I=N/n$ 稱為抽樣間隔(sampling interval)，若I
不為整數，則用四捨五入法取其整數。

至於樣本個體依次為 $S, 2S, 3S, \dots$ 而這些在全體中的位次，則可用下列公式求之： $O = (S-1) \times I + f$

O 為樣本個體在全體中的位置(在全部母體已依次編號下)， S 為等間隔的樣品順序位次， I 為間隔大小， f 為第一個抽取樣品在全部母體所占的位置，至於其他統計量之計算，因其中 f 是由第一區間(I)中隨機取得，故平均值等各參數均與簡單隨機採樣之計算相同。若將樣品層化現象的母體分層，每一層區域內再以系統採樣，則各參數之計算方式與分層隨機採樣相同。

系統抽樣範例

系統抽樣 = 等距抽樣

3000 瓶 → 100 瓶

1 ~ 3000

把号分成100份, 每份取1个

$3000 \div 100 = 30$ 个 → 每份有30个

1 ~ 30号:

3013瓶 → 3000瓶

13瓶

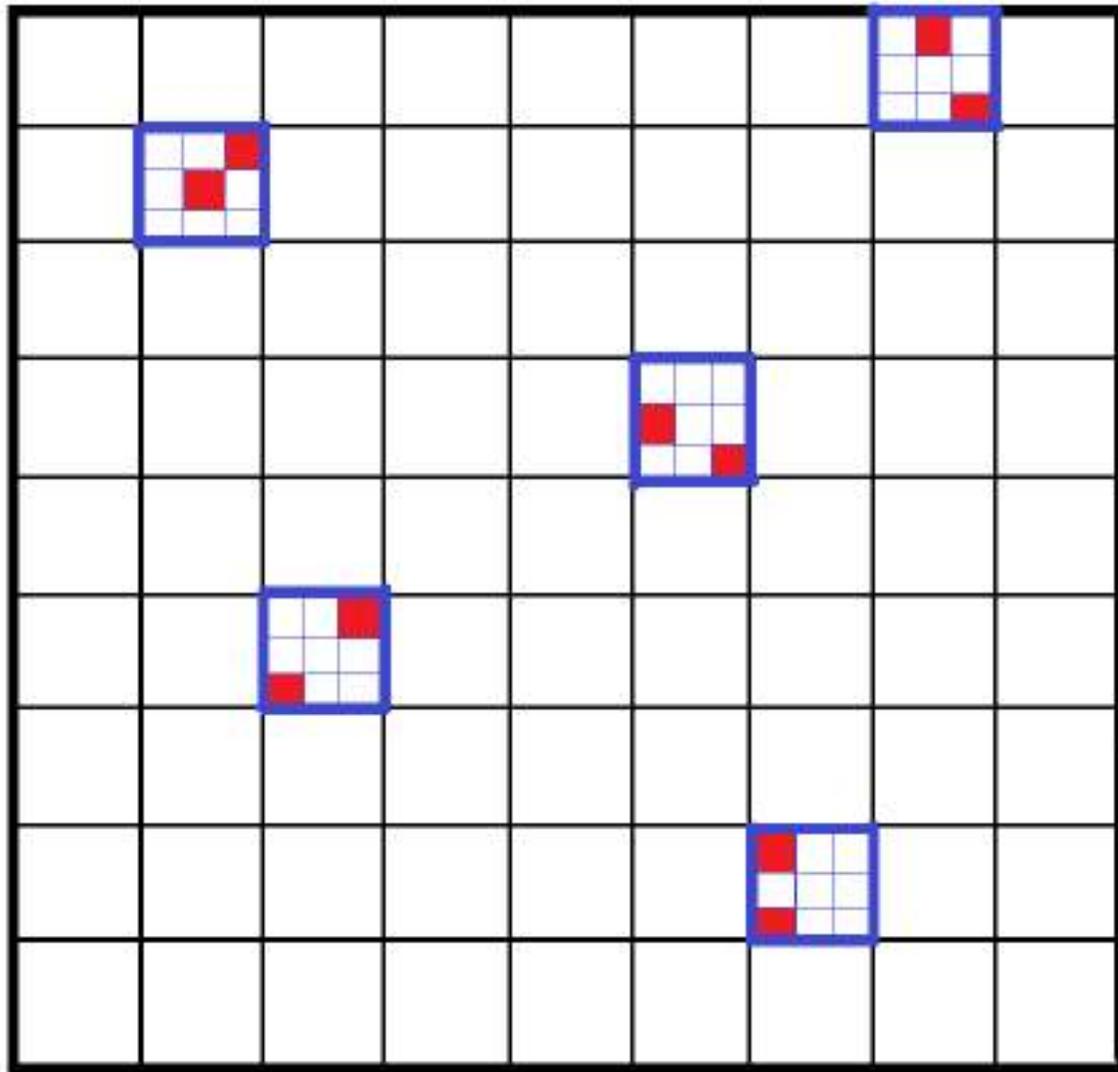
16
+ 30
46
+ 30
76
+ 30
106

(四) 叢式 (多階段式) 採樣法 (cluster sampling)

廢棄物數量巨大且分布無法藉層別區分時，可考量使用【階段式採樣法】。多
階段式抽樣是一種混合採樣法，即在採樣前將母體個體依特殊標準 (自然的或人為的) 合成若干叢體，以叢體為採樣單位，進行隨機採樣。

先由一個原始N個單位(N單位之每一單位中均含有多個樣品)中抽取n個單位的隨機樣本，稱為主要(或第一段)抽樣單位(primary sampling unit, **PSU**)，再從n個單位中的第i個被選的主要單位再選m個單位，稱為次要抽樣單位(secondary sampling unit, **SSU**)，主要單位當中皆含M個單位；若就只進行至**SSU**中分析，則稱為二段式採樣，若繼續由**SSU**抽取更小單位進行採樣，則為三段式採樣，而三段以上之採樣，稱之為多段式採樣。

圖2.3 二階段式採樣圖(N=81 , n=5 ; M=9 , m=2)



$$5 \times 2 = 10$$

■ 代表單元採樣樣本

18. 階段式採樣法，若
第一階段 $N=100$, $n=8$
第二階段 $M=16$, $m=4$
第三階段 $R=9$, $r=2$,
則共採取多少個樣本？

Ans: $8 \times 4 \times 2 = 64$

$$N = 9 \times 9 = 81$$

$$M = 3 \times 3 = 9$$

(五) 權威式採樣法 (authoritative judgement sampling)

此抽樣方法雖**非機率抽樣**，【樣品係由清楚了解所採集該廢棄物性質的人所採集，採出其所認為最能代表採樣目的的元素樣本。】而【此種方法是要在掌握的採樣區中，並無明顯分隔不平均的特徵下進行】，採樣者根據現場貯存方式，以自己的主觀判斷來選擇，但是這些樣本結果的品質決定於取樣的人員不同而有離異。所以當族群分布均勻時，用此法較為容易方便，但若以這些判斷樣品所得出的結果當做母體的有效推論時，需要謹慎考量。

由於每一種採樣方法理論有長處，但也有缺點。因此調查者需依環境條件選擇合適的方法，綜合比較上述5種採樣方法並列出其優缺點如表2.3以供使用時參考。

表 2.3 各採樣理論之優缺點

採樣方法	優點	缺點
簡易隨機採樣法	<ol style="list-style-type: none"> 1.方法簡單。 2.因易估算族群總值及採樣誤差，準確度、精密度高。 	<p>因採樣樣品較為分散，所需採樣人力及經費較大。</p>
分層隨機採樣法	<ol style="list-style-type: none"> 1.若每層內之差異度愈小，可得更高精密度(比簡易隨機高)。 2.可求得各層之估算值。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.樣品數據資料之整理、推算工作，會比簡易隨機為繁。 2.族群分布為未知傾向時會降低準確及精密度。
系統隨機採樣法	<ol style="list-style-type: none"> 1.依隨機方式只須決定第一個，其餘依序，故較方便。 2.污染物質分布均勻時，可得高精密度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.族群分布為未知傾向時會降低準確及精密度。 2.樣本個體成周期循環，而又與採樣間隔相近時誤差較大。
階段式採樣法	<p>採樣手續較方便。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 誤差較大。 2. 整理分析較繁雜。
權威式採樣法	<p>簡易、方便。</p>	<p>判斷錯誤時誤差可能甚大，無法估算族群平均數及採樣標準偏差。</p>

		相同点	不同点	适用范围
随机抽样	简单随机抽样	每个个体被抽到的可能性都一样	一个一个抽	总体个数较少
	系统抽样 (等距抽样)		先把总体均分成几份后再抽	总体个数较多
	分层抽样		先把总体根据差别分成几层,再从每层里按照比例来抽	总体差别较大

三種抽樣的綜合運用

	适用范围	
简单随机抽样	总体个数较少	(1) 某社区有500个家庭，其中高收入家庭125个，中等收入家庭280个，低收入家庭95个。为了调查社会购买力的某项指标，要从中抽取1个容量为100的样本。
系统抽样	总体个数较多	(2) 从12名高一女生中抽3人调查学习负担情况。
分层抽样	总体差别较大	(3) 从1200名学生中抽取30人调查对新教改的意见。

採樣設計規劃(事業廢棄物採樣方法，106.06.15)

執行事業單位產生或不明來源場址之廢棄物採樣作業前，應先調查廢棄物特性及污染情況，並規劃適當採樣方式選定採樣位置後加以執行，所採集之樣品至少可代表該採樣位置之樣品特性。**一般原則如下：**

- 1.當**確知**廢棄物特性或污染情況時，得依據專業知識以主觀判斷採樣方式規劃。
- 2.當廢棄物特性或污染情況**呈現分層或分區**現象時，得選用分層採樣或排序組合採樣方式規劃。
- 3.在**無法確知**廢棄物特性或污染情況不明時，得**先以簡單隨機採樣方式**，或**併用系統及網格採樣、應變叢集採樣**等方式規劃。

註4

採樣位置及採樣樣品數應**依據採樣目的**，以及所規劃之調查**採樣方式**而定。在執行廢棄物採樣時，不僅廢棄物本身必須採樣，其周圍環境樣本包括表土、裏土、地下水和地面水等已被污染或可能被污染的環境樣品也須視情況一併採樣。污染之採樣範圍需依據現場污染探勘結果及地理環境狀況由有專業經驗者界定

三、採樣之規劃

在採樣方案執行時，事前的規劃是相當重要的，不僅要瞭解樣品的來源及其背景特性資料，還需規劃整個採樣前準備工作及執行過程中的步驟，以符合公正、客觀的科學精神，茲就以下幾方面說明：

(一) 了解採樣的目的

首先須先瞭解採樣的目的，採樣樣品的對象、精確度的要求，委方願付經費及計畫進行的時間分配。

(二)背景性質之資料收集

收集欲採樣的樣品背景性質，以及所有相關廢棄物的堆積地點、概略組成及委辦單位之電話。

(三)採樣方法之選定

【選擇適合樣品的採集方式，包括採樣工具器材、程序、容器及運送方法，並根據背景特性及現場勘查，廢棄物堆積分布等，決定採樣配備、方法、容器等執行前準備。】

31.在採樣方案執行時，採樣方法之選定之原則為何(96)

(四) 採樣點及樣品體積等選擇

【根據廢棄物的貯存堆積型態、分布及精確度要求，按照統計理論，
決定採樣點座標及採樣數目。】

32. 在採樣方案執行時，事前的規劃是相當重要的，
選擇採樣點及樣品體積之原則為何？

(五)參與人員工作分配

組織採樣人員並分配工作，尤其現地採樣前將參與人員進行行前小組會議，說明採樣程序、任務分配及注意事項。

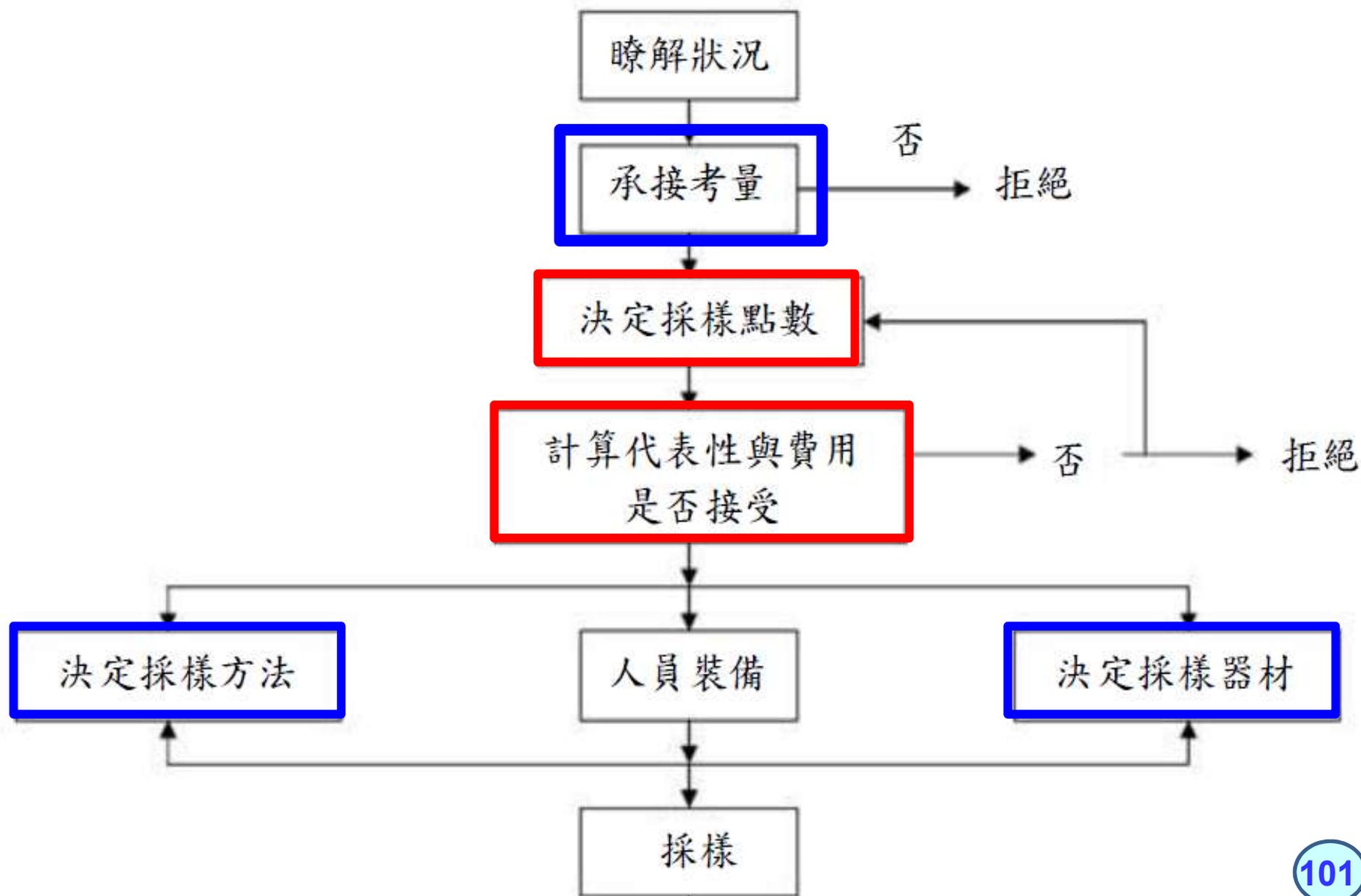
(六) 樣品運送接收措施

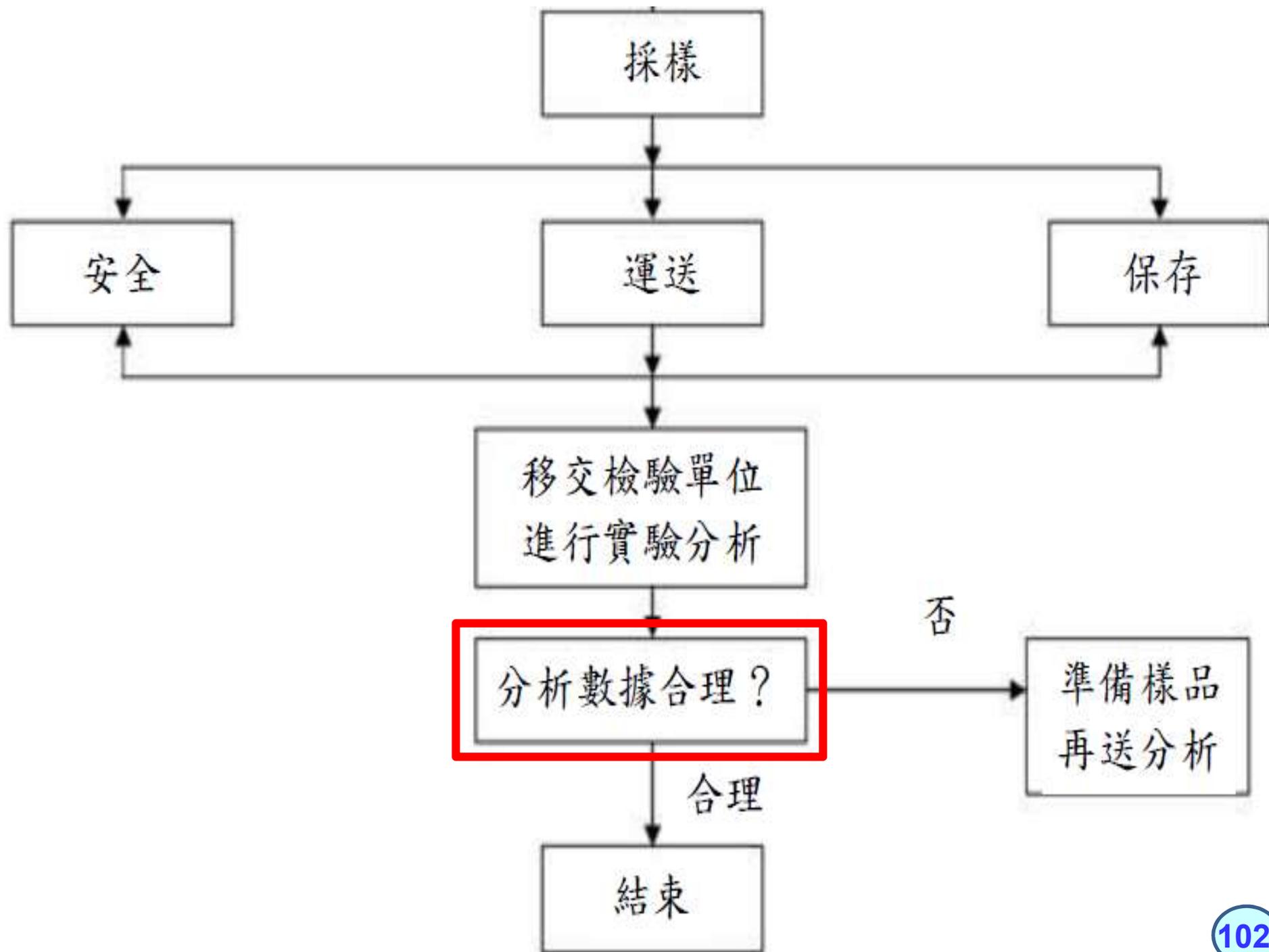
根據樣品分析特性、時效性，
研訂運送注意事項。而工作人員
送至實驗室時，分析人員之接收程
序也須注意品質管制等事宜。

(七)其他注意事項

- 1.採樣**前**，應至現地勘查廢棄物是否有對人體健康造成危害之虞。
- 2.採樣計畫的**品質目標**，在統計及經濟同時考量下，應**減省**採樣之數量、時間和費用，但仍應能【**採得具代表性之樣品**】為優先考慮。
- 3.採樣過程，依採樣地點不同而有差異。
- 4.維護採樣人員之安全及緊急事故之應變。
- 5.注意樣品標示、運送、保存並應避免混淆。

採樣作業流程





參、廢棄物採樣方法介紹

廢棄物依法可分為一般廢棄物(垃圾)及事業廢棄物兩大類。由於一般廢棄物和事業廢棄物的物理、化學基本性質不同，其檢測目的也不同，故採樣方法設計也有所不同，故國家環境研究院公告廢棄物採樣方法即分為【一般廢棄物採樣方法(NIEA R124.00C)和事業廢棄物採樣方法(NIEA R118.05B)】兩種採樣方法。

一般廢棄物採樣方法的對象為生垃圾

垃圾 (未經焚化等熱處理的一般廢棄物)，其

採樣目的為處理、處置前，了解該

地區垃圾組成及其成分，以作為

後續處理或管理之用途。

然而【**事業**廢棄物方法的採樣對象為工廠和製程中所產生之廢棄物，主要了解廢棄物**是否**含具有毒害人體或破壞生態環境的有害成分，作為後續**處理、處置**及**管理**的依據。】

36. 事業廢棄物方法的採樣對象為何種垃圾？

由於**事業**廢棄物**潛藏**毒害物質的機率較**大**，因此採樣方法中，除陳述取得**代****表性**流程外，亦特別強調採樣作業之人員**保護措施**與**廢棄物特性檢測**。以下分別介紹國家環境研究院公告之「**一般**廢棄物採樣方法」和「**事業**廢棄採樣方法」。

一般

廢棄物(垃圾)採樣方法

(NIEA R124.00C)

一、一般 廢棄物(垃圾) 採樣方法

(一)方法概要

本方法係【針對一般之生垃圾在處理、處置前，以瞭解垃圾組成及其成分，以作為調查、處理或管理之用途，】其內容包括採樣適用範圍、設備及材料、採樣之地點、樣品數、方法、保存及運送等；以及採樣時之安全措施、品質管制等，作為該廢棄物採樣原則性指引。

(二)適用範圍

【本方法適用於垃圾掩埋場、處理廠及轉運站中，**未**經減積、處理前之生垃圾採樣。採集之樣品，適宜作為物理組成分分析及化學特性檢測之用。】

採樣前應視其目的及場址特性，預先擬定採樣計畫，據以執行。

一般垃圾調查目的以做為垃圾
處理、處置之用。其測試項目
依據每次的調查目的有所不同，
但一般而言，其測試項目大致如下，
而其詳細說明於後面章節說明之。

1. 物理性質

【(1)容積密度或稱為單位容積重量，

若廢棄物為液體則量測比重。

(2)物理組成包括溼基及乾基物理組成。

(3)比重。

38. 一般垃圾調查測試項

(4)黏度。

目大致有那幾項？

(5)其他，如閃火點及燃點、粒徑、

壓密性、pH值、相容性等。】

單位容積重-容積密度

單位體積垃圾之重量，因垃圾體積中含空氣佔之孔隙，亦稱外觀密度或假比重。

2. 化學性質

【(1)廢棄物3成分分析，包括水分、灰分及可燃分】

(2)元素分析，包括碳(C)、氫(H)、氧(O)、氮(N)、硫(S)、氯(Cl)等各元素的百分比

(3)廢棄物之熱值 (發熱量)

(4)灰渣中之金屬

(5)灼燒減量】

38. 一般垃圾調查測試項目大致有那幾項？

近似分析

分析項目為水分、灰分及可燃分

可燃分又分為揮發性物質及固定碳

水分：垃圾於**105°C**加熱至恒重，樣品中受熱揮發導致重量之減少率

灰分：將廢棄物置於不加蓋坩鍋加熱後殘留灰燼之重量百分率

揮發分：在 **950°C** 特定溫度下將廢棄物置於 加蓋坩鍋 中 無氧加熱7分鐘，樣品中有機物**受熱揮發**導致**重量**之減少率

固定碳：揮發分去除後剩餘之可燃性殘留物

三成分=水分%+灰分%+**可燃分**%=100%

近似分析=水分%+灰分%+**揮發分**%+**固定碳**%



元素分析

若垃圾考慮焚化處理，需進行碳、氫、氧、氮、硫、及氯等6個元素之分析作為助燃空氣及燃燒廢氣系統規劃及低位發熱量推估之依據。若採堆肥化處理可增加P、K項目。

硫與鹵素

焚化處理時，垃圾中有機硫可氧化產生硫氧化物，氯可反應產生氯化氫或氯氣等酸性氣體，可能導致材料腐蝕及衍生二次污染物等。

灰分熔點

焚化時，若燃燒溫度高於灰分
之熔點，可造成灰分融化阻
塞爐床，影響垃圾之推進致降
低燃燒效率。

(三) 干擾

垃圾採樣易受天候影響，在雨天將改變其垃圾含水量，影響樣品的代表性，故採樣應於晴天或陰天進行。垃圾因含水分，所選用之貯存容器應具不透水及不吸收水分特性，樣品並應於採樣後立即分類。

Rest 10 min.

(四)

設備及材料

1.採樣器材

採樣器材必須依照廢棄物**儲存**之現況，
包括垃圾種類、體積、數量與待檢測目的及
可用之重型攪拌工具而選擇。

(1)採樣鏟：不鏽鋼材質或塑膠材質製，
規格可從大至小，大型者如水泥拌合用，小型者
如園藝用，亦可以適當大小之**匙**、**瓢**等代替。

(2) 單位容積重測定容器：

【0.1立方公尺之金屬盒 (0.5 m × 0.5 m × 0.4 m高)(最好為不鏽鋼或耐重力摔壓之合金材質)】 (圖3.1)。

39. 單位容積重測定容器之材質及容器體積為何？



圖 3.1

一般垃圾單位容積測定器(金屬盒)及物理組成秤重用托盤

(3) 破袋工具：耜子、鏟刀或剪刀等各種足以進行破袋之工具。

(4) 攪拌工具：大型推土機、挖土機或抓斗，或足以翻動樣品母體之機械；人工攪拌工具如鏟子、耜子或長柄推把等。

(5) 分類工具：防水布(6m×6m以上)、磁鐵、孔徑**5mm**標準篩、鋼夾。

(6) 其他輔助工具：標竿、黃色警戒繩、標籤、膠帶、計算機、皮尺、【可稱重**20kg**以下天平(精確至0.01kg)、可稱重**40kg**以上磅秤(精確至0.1kg)】及輔助照明設備、供電設備等。

40.採樣使用之秤重器材有那兩種規格？

2. 樣品容器

樣品容器選擇時，須依廢棄物之性質、擬採體積與待檢測項目考慮。分類後之樣品貯存容器，可選用能盛裝500g至5kg不等之不吸水、耐酸鹼及可直接置於烘箱內乾燥樣品，溫度可耐150°C。以上者之塑膠袋或盛裝容器。

3. 安全防護設備

垃圾含有尖銳的物品，例如碎玻璃、注射針頭、釘子、及刮鬍刀片等，人員接

觸垃圾及執行分類時，必須有適當的防護，

於垃圾採樣時之個人防護裝備

(personal protection equipment，簡稱PPE)包括。

- 【(1)呼吸防護器：活性炭防塵口罩或面罩。
- (2)防護衣著：長袖上衣及長褲。
- (3)內外式化學防護手套、厚皮手套。
- (4)具安全防護之厚長(半)統安全鞋。
- (5)安全帽、護目鏡。**41. 垃圾採樣時之個人防護裝備(簡稱PPE)包括那7項？**
- (6)安全標示及作業區隔離標誌(如廢棄物放置處、採樣區、後勤支援區、人員休息處等)。
- (7)其他設備：通訊器材、廢棄物搬動設施。】

(五)採樣

垃圾採樣工作，分別依採樣計畫書撰擬、採樣地點設置、採樣頻率及採樣樣品數、採樣方法、濕基物理組成分類、樣品保存及運送、安全防護及工地場地復原等項說明如下：

1.採樣計畫書撰擬：在進行採樣前，需先撰擬採樣計畫書。採樣計畫書要項至少包括：

(1)背景說明

(2)採樣組織與分工

(3)現場設備與相關措施

(4)樣品管制、運送及保存作業

(5)安全衛生及污染防制措施

2.採樣地點設置

(1)垃圾採樣地點依採樣目的之不同而有所區別，進行地區垃圾基本組成分析者，其採樣前應先於掩埋場、處理廠或轉運站內，設置一處安全性佳，乾淨平坦且面積大於10m×10m的場地，底部為水泥地或鋪設鋼板，並以標竿及警戒繩將採樣作業場地區隔開來。

(2) 前項具代表性之車輛，係指非專收
學校、市場或特定機構垃圾，並且清運
路線包含調查地區主要都會型態(如
商業區、住宅區、住商混合區等)之垃圾
清運車輛。抽樣車輛於選擇前應先
取得該區域所有清運路線，排除不
具代表性路線車輛後，隨機抽取。

前項，係指

採樣地點之垃圾來源為規劃採樣區域內，具該區域**代表性**之隨機一個車次清運車輛載運之垃圾為採樣對象。其車輛載重約為2至5公噸間。避免選自載重量不足或高載重壓縮式轉運車輛。

(3)按所需之目的及地區之性質，妥善劃分採樣區域。於每一區域中，選定具有代表性之垃圾車作為樣品來源。特定地點如果
菜市場等則視需要劃定為單獨
之採樣區。同一車次之垃圾以
取得一件樣品為限。

(4) 特殊組成調查如焚化爐
內垃圾成分分析、資源回收
場物質組成及市場垃圾調查
等，可視其目的由貯坑或
堆置區進行採樣。

3.採樣樣品數

採樣時之計算樣品數係以一個0.1立方公尺之單位容積重垃圾計算之。採樣結果應於要求的【信賴區間及精確度】下計算所需採樣之樣品數，計算結果不足時，應增加採樣→樣品數。

42.採樣結果應依據那兩種統計學的條件下計算所需採樣之樣品數，計算結果不足時，應增加採樣之樣品數？(137)

一般廢棄物之採樣樣品數n之

計算必須滿足所需的測量精

確度，並且考慮信賴區間，

採樣數計算公式如下：

$$n = \left(\frac{t_{0.20} \times S}{(e \times \bar{X})} \right)^2$$

43. 採樣樣品數 n 之計算必須滿足所需的測量精密度，並且考慮信賴區間，採樣數計算公式為何？

$t_{0.20}$ = 採樣數 n_0 及所要求信賴區間對應的統計學參數，如表 3.1 所示。(註： n_0 為第一次實際採樣時之粗估樣品數)

\bar{X} = n 次採樣所得單位容積重算數平均值

s = n 次採樣所得單位容積重的標準偏差

e = 需求的採樣精確度 (**95%精確度**)

採樣樣品數 (n)	80%	採樣樣品數 (n)	80%
2	3.078	19	1.330
3	1.886	20	1.328
4	1.638	21	1.325
5	1.533	22	1.323
6	1.476	23	1.321
7	1.440	24	1.319
8	1.415	25	1.318
9	1.397	26	1.316
10	1.383	27	1.315
11	1.372	28	1.314
12	1.363	29	1.313
13	1.356	30	1.311
14	1.350	41	1.303
15	1.345	61	1.296
16	1.341	121	1.289
17	1.337	∞	1.282
18	1.333		

表3.1

在 **95% 精確度** 下
80% 信賴區間 之
採樣 $t_{0.20}$ 分配表

註：

1. 本表之n值係指自由度 (df = n-1) 中n。
2. 表中之值分別指在 **95% 精確度** 下之 **80% 信賴度值**。

4.採樣方法

樣品採集視採樣機具設備狀況，可以下述之【網格法或四分法】取得初步樣品，再配合四分法進行縮分，取得最終樣品。初步樣品量以200至300公斤為宜；最終樣品量則以3個0.1立方公尺單位容積重之量為宜。樣品在現場測定單位容積重後，立即進行濕基物理組成分類與稱重。

(1)取得初步樣品

A、以網格法 (Grid) 取得初步樣品

(A)在預先劃定之採樣區內，建立1個6m×6m之正方形面積，將一車垃圾(約3至4公噸重)傾卸於此正方形面積內。於正方形4個角上以標竿及警戒繩連接其4邊，必要時，留一邊讓重型攪拌機具進入。並將這些垃圾以挖斗在不觸及最底部情形下，在該劃定區域內撥平，**【完成6m×6m之正方，40至60公分厚之垃圾面。】**

(B) 將每邊以黃色警示帶連接後，以皮尺量測四邊，以每2m為一單位，以紅色塑膠繩繫於警示帶上，則可將此 $6\text{m} \times 6\text{m}$ 之區域分隔成9個 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 之子區域。

(C)於每個子區域之中央點，以此點前後左右各**0.25m**延伸，以及從表面算起垂直向下**0.4至0.6m**深度，讓此區域之所有垃圾儘可能裝進**0.1**立方公尺之金屬盒內，裝填時並**不需要破袋**。若此點有大型垃圾(廢電冰箱、廢電視機等**無代表性**之垃圾)，則捨棄。

6m×6m之正方
40至60公分厚之
垃圾面

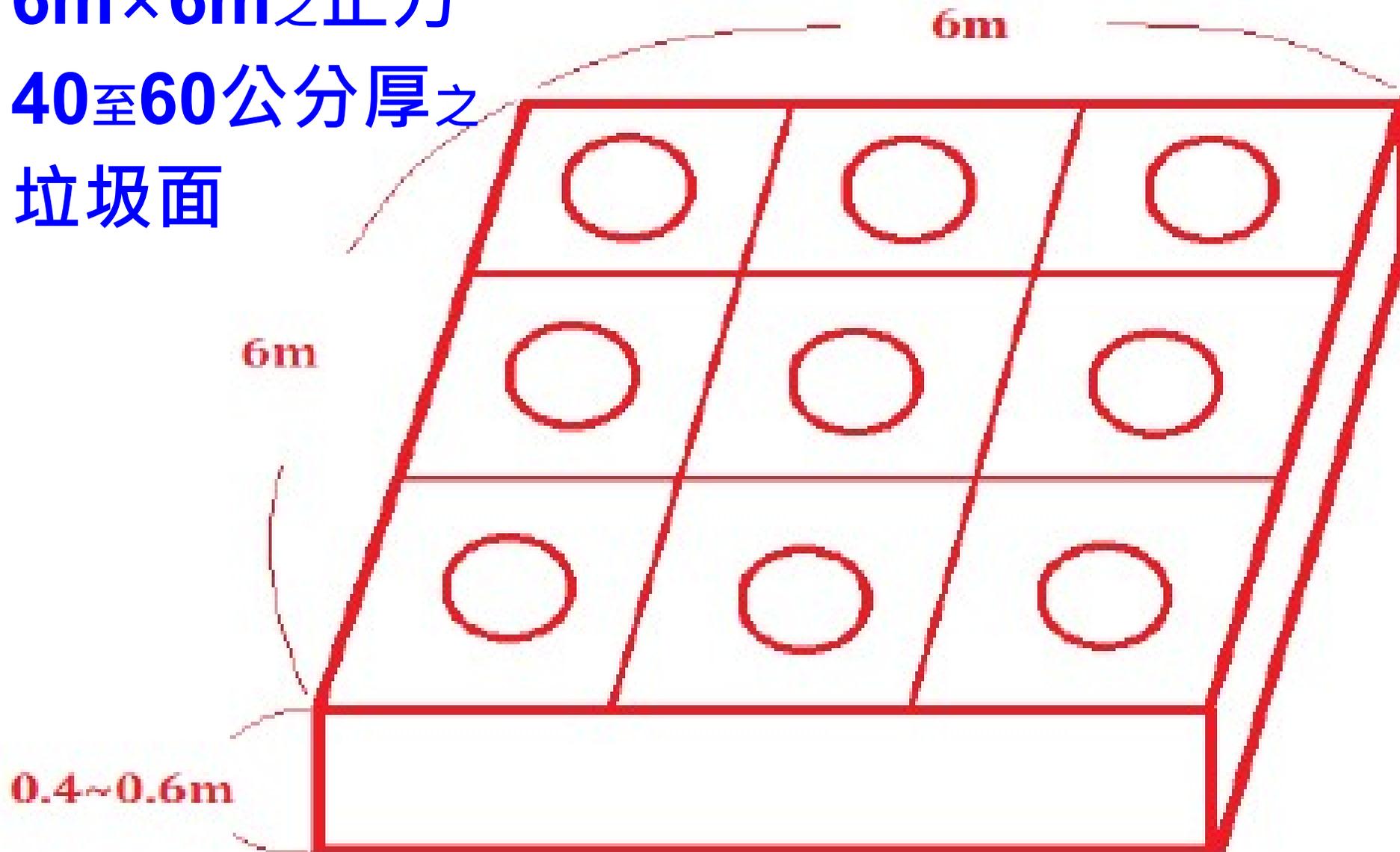


圖3.2 一般垃圾網格法取樣示意圖

(D)將9個子區域之垃圾次樣品
倒置在旁鋪置好之鋼板上，
再以鏟刀破解成袋垃圾，
釘耙攪動拌合。

B、以四分法取得初步樣品

- (A) 將一車垃圾傾卸於預先設置的採樣區內，底部為水泥地或鋪置鋼板，將整車垃圾進行破袋攪拌。堆成圓形或方形後，平均分為**4**等分。
- (B) 隨機將其中對角的兩份捨棄，餘留部分重複進行前述鋪平並分為**4**等分，捨棄一半直至所剩垃圾量約200至300公斤之樣品量為止。一般3至4公噸左右垃圾量約進行3至4次即可達成。 (4-->2-->1-->0.5-->0.25)

(2)以四分法縮分取得最終樣品

以四分法將初步之垃圾樣品量

縮分成約0.3立方公尺之最終

樣品量，其步驟如下：

最終樣品量則以3個0.1立方公尺
單位容積重之量為宜。

A、【縮分至0.3立方公尺之樣品量】

- (A)將初步取得的200至300公斤之樣品量，
除小袋裝廚餘外，所有垃圾袋均應以人工方式進行破袋。垃圾經攪動拌合後，均分成**4**等分，保留對角兩份，並將其餘兩份予以捨棄。
- (B)選擇之對角兩份再經攪動拌合，重新均分成**4**等分，再取對角兩份，繼續進行前述動作，直至縮分成約**0.3**立方公尺容積之垃圾量。

(C)在四分法縮分過程中，如有較大物品 **【可先破碎再予混合】**，現場不易破碎之物品也可事先取出(如毛毯、車胎等物品)，依四分法之縮分次數採取等比例量加回樣品中，或用計算比例採樣調整之。

47.在四分法縮分過程中，如有較大物品應如何處理(150)

B、測定樣品之單位容積重(kg/m³)

(A)將調整後之**0.3立方公尺**樣品，攪拌混合後，裝填至**0.1立方公尺**之金屬盒內，待金屬盒裝填至八分滿時，

【由兩人合力提起至離地約**30cm**處使其自然落下，以使垃圾**結實**，再補滿金屬盒內之垃圾樣品，重複前述動作，**共3次**。】

(B)以適當之天平或磅秤稱量其重量，
以此重量扣除金屬盒重後，所得數據
再乘以10即為所得垃圾之單位容積重，
有關單位容積重之詳細步驟，另請參
照「一般廢棄物(垃圾)單位容積重測
定方法 - 外觀密度測定法」。

$$\frac{xKg}{0.1m^3} = \underline{10} x Kg/m^3$$

單位容積重-容積密度，
亦稱外觀密度或假比重

(C)將剩餘垃圾重複上述步驟(A)及(B)，重新取得新的單位容積重，當兩次單位容積重差異在10%以內時，則樣品可接受，以2次平均值為其單位容積重；【若差異大於10%時，則必須將兩次樣品倒回至0.3立方公尺垃圾堆中，攪拌混合，進行第3次取樣。第3次樣品之單位容積重與前兩次樣品單位容積重平均值差異在5%以內時，接受此一樣品，以3次平均值為其單位容積重。】若否，則必須依上述樣品採集步驟(A)、(B)、(C)，重新混合採樣。

(D)登錄合乎規定之單位容積重。

C、濕基物理組成分類樣品

樣品之物理組成包括濕基及乾基物理組成，為避免樣品干擾產生，濕基物理組成分類應於採樣現場進行，以減少因水分流失或吸收造成的誤差。

垃圾採樣主要為了解垃圾基本特性者，垃圾**物理組成**分為：

【(1)紙類；(2)纖維布類；(3)木竹稻草類；(4)廚餘類；(5)塑膠類；(6)皮革橡膠類；(7)鐵金屬類；(8)非鐵金屬類；(9)玻璃類；(10)其他不燃物(陶瓷、砂土)；(11)其他(含5mm以下**之雜物、碎屑)等**11類**】。**

50.垃圾採樣主要為了解垃圾基本特性者，垃圾物理組成可分為那**11類** **(155)**

表3.2 垃圾物理組成細項分類

組成	分類細項
紙類	報紙、硬紙板、瓦楞紙、雜誌、書籍、包裝紙、紙袋、廣告傳單、信函、辦公室用紙、電腦報表紙及其他如衛生紙、紙尿布、鋁箔包、紙杯、盤、空盒、相片、濾紙等。
纖維布類	衣物，如帽子衣褲等、地毯、毛手套、裁縫布料、棉花、紗布及其他纖維、人造纖維布類製品。
木竹 稻草類	免洗筷、街道或公園落葉、居家環境落葉、修剪草坪灌木之雜草或枯枝、婚喪喜慶之花飾植物、市場捆綁蔬果之乾稻草束、木製玩具、其他如掃柄、圍籬、及木製家俱等。
廚餘類	廚房及餐廳烹調所剩餘之動植物性渣屑、用餐後所剩餘之菜渣、菜汁、湯汁、動物死屍、市場剩餘丟棄之動植物等。
塑膠類	PVC、HDPE、LDPE、PET、PS、發泡PS、PP及其他塑膠材質之容器、生活用品、玩具、包裝材料等。

組成	分類細項
皮革 橡膠類	皮鞋、皮帶、球鞋、氣球、籃球及其他如橡膠墊片等。
鐵 金屬類	鐵、鋼、馬口鐵及其他含鐵金屬成分磁鐵可吸之金屬。
非鐵 金屬類	鋁容器、鋁門窗及其他有色金屬如眼鏡架銅線、合金等。
玻璃類	透明、棕色及綠色玻璃容器或平板玻璃，其他玻璃珠、玻璃藝品等。
其他不燃物 (陶磁、砂土)	陶土花瓶、碗盤、建築廢料如水泥塊、石膏、瀝青等及其他無法由外觀判斷分類，以5 mm篩網篩分，留於篩網上之物質。
其他 (含 5 mm以下 之雜物)	無法分類有機物質及經由篩分篩選出來 5mm以下 之物質。

分類作業步驟

- (A) 將測定單位容積重後之樣品，
倒在一個6m×6m塑膠布上。
- (B) 分類貯存容器置於分類樣品附近，
將每一種類垃圾依分類規範
放入適當之盛裝容器中。

(C)垃圾中的複合物品，易判定可

分割拆解者，應將其分割拆解

後依其材質分類置入適當之貯

存容器中；不易判定分割

者，依據下列原則處理：

- a. 複合材質物品，將其放入與其**主要材質相符**之貯存容器中。
- b. **無法破碎者**，按表3.2分類規範認定，或目測其各項組成比例，**單獨存放**並**記錄**。
- c. 非屬分類規範且無法判定分類者，將其放入【標示「其他」或「其他不燃物」之容器中。】

(D) 持續分類至大於5mm的物
品被分類完後，剩餘細小
垃圾歸類至其他項中。

(E) 分別以適當天平稱其重量，
並將數據記錄之。

表3.3 垃圾採樣及濕基物理組成分析登錄表

日期：105.09.28

採樣單位：

環境科學與工程學系

地點：○○垃圾焚化廠

天氣：晴

X 10；

垃圾來源：一般廢棄物

樣品編號：001

即 25 kg/0.1m³=25kg/m³ X 10

單位容積重：金屬盒空重 12 kg，體積 0.1 m³

第一次樣品重	第二次樣品重	第三次樣品重	平均樣品重	單位容積重
23 kg	27 kg	25 kg	25 kg	250 kg/m ³

濕基物理組成分類：

組成	重量 (kg)			重量百分比	
	總重	托盤空重	組成重		
可燃物 7類	紙類	4.50	0.50	4.00	16.0%
	纖維布類	2.70	0.50	2.20	8.8%
	木竹、稻草、落葉類	1.18	0.50	0.68	2.7%
	廚餘類	5.47	0.50	4.97	19.9%
	塑膠類	3.03	0.50	2.53	10.1%
	皮革、橡膠類	2.15	0.50	1.65	6.6%
	其他 (含 5 mm 以下之雜物)	7.30	0.50	6.80	27.2%
合計	26.33		22.83	91.3%	
不燃物 4類	鐵金屬類	1.02	0.50	0.52	2.1%
	非類金屬類	0.53	0.50	0.03	0.1%
	玻璃類	1.60	0.50	1.10	4.4%
	其他不燃物	1.02	0.50	0.52	2.1%
	合計	4.17		2.17	8.7%
總計	30.50		25.00		

重要紀錄：

目的：檢視台中市一般廢棄物之物理組成

採樣方法：一般廢棄物採樣方法

紀錄人員：謝○○

品管人員：郭○○

採樣人員：陳○○

當日送回實驗室：是 否

採樣人員：陳○○

時間：105.09.28 8:00-11:00

收樣人員：陳○○

時間：105.09.28 14:00-16:00

5. 樣品保存及運送

- (1) 單位容積重樣品經濕基物理組成分類後是為分類樣品，經稱重後，其水分的蒸發問題雖不再是樣品保存的重點考慮，但仍應儘量將容器密封，並確認包裝是否完善，以避免不同樣品間之干擾。以塑膠袋為容器者，應注意裝運時避免壓擠產生容器破損。

(2) 樣品運送**前**，應指定人員負責
樣品點收，並儘可能於當日運回
實驗室，最遲不得超過**24**小時。

(3) 採樣紀錄表應隨樣品送回實驗室。

(4) 交與實驗室收樣人員點收並
確認樣品。

(5) 樣品中屬於有機物部分，特別
是廚餘，【應於送回實驗室後，
立刻進行乾燥處理，未能立刻
乾燥者，得於 $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 冷藏下保
存24小時。經乾燥之樣品，得保
存60天。】

52. 採樣樣品中屬於有機物部分，特別是廚餘應如何處理？

6.工作場地復原

於採樣及濕基物理組成分

類後，應立即清理採樣及分類區

域所有廢棄物，恢復乾淨原狀。

7. 品保品管 (QA/QC)

(1) 現場重複 樣品：為確保採樣樣品之 品質，應採取適當之 品管樣品，每同一採樣區(每批)必須有 適量之品管樣品。垃圾採樣之 品管 樣品為 現場重複 樣品。

【現場重複樣品係指採自同一垃圾車兩次之垃圾樣品，將其視為兩個樣品置入不同容器。由重複樣品的單位容積重及其他相關組成分析，**判定採樣之正確性**。重複樣品與樣品之單位容積重**相對差異值不得大於10%**。】

現場重複樣品**不應**計入執行之採樣樣品數中。

53.垃圾採樣之品管樣品如何採取？

(2) 為確保採樣過程之完整性，需有現場採樣紀錄。一般廢棄物現場採樣紀錄內容如下：

A. 採樣目的

B. 採樣地點及相關資料

C. 採樣日期、時間與氣象狀況

D. 採樣點、數量、使用之採樣方式、採樣器材與樣品容器

E. 樣品名稱與編號

F. 現場單位容積重及濕基物理組成

G. 採樣人員簽名

8.安全注意事項

- 【(1)採樣及分類人員在實地作業前應再確認安全防護及作業步驟。
- (2)垃圾中含有尖銳物品，例如釘子、刮鬍刀片、注射針頭及碎玻璃等，作業人員必須被告知其危險性，不要徒手用力攪拌混合。人員接觸垃圾並執行分類時，必須確實著適當的個人防護裝備防護。

【(3) 垃圾自清運機具傾卸時及重機具整理時，易碎或塊狀廢棄物如玻璃容器碎片、塑膠或金屬容器蓋子等，在重物壓擠下可能拋射出來。此問題在垃圾表面有高壓縮力時特別嚴重。工作人員必須了解此一危險並且如需於垃圾車傾卸點附近或重機具作業點附近作業時，應確實穿戴眼部及頭部防護裝備。】

【(4)裝填**液體**容器或具其他
潛在危險之廢棄物，如碎玻
璃、針頭等，必須小心處理，
並指定人員負責搬運。】

Rest 10 min.

二、

事業廢棄物

採樣方法

有害事業廢棄物採樣的主要目的是【取得具有代表性的廢棄物樣品，提供檢驗室以測定事業廢棄物之物理和化學特性。】

通常在事業廢棄物特性資料取得過程中，由於分析程序較複雜，使用之儀器設備較昂貴，所需的費用亦較高；因此往往容易使管理人員將注意力集中於分析工作的品保品管，而忽略了採樣工作的品質。

實際上，近年來由於電子科技發展迅速，提升了各類精密儀器的精準性，間接使各項物理化學測試結果**可信度增加**；反倒是【事業廢棄物的採樣由於廢棄物的成分複雜，且不易有均勻性，再加上受到產生製程、貯存容器、物質特性、環境溫度等等因素的影響，往往使得在採樣過程中產生了較大的偏差。】

因此，在整個**有害**事業廢棄物特性判定的過程中，採樣技巧和廢棄物性質的差異對於數據在使用時的**可信度**，占了**決定性**之地位。依照國家環境研究院NIEA R118.05B方法介紹如下：

(一)方法概要

本方法係依據採樣目的、廢棄物儲存型態、數量及周圍環境等，擬具適合採樣計畫書敘明採樣背景、目的、數據目標、採樣組織、採樣器材、使用方法、樣品管制及安全衛生與污染防制等事項。

(二)適用範圍

本方法適用於採集事業單位產生
與不明來源場址之固態或液態廢
棄物，提供為廢棄物檢測分析之樣品。對
於上述廢棄物之採樣，則應由受過訓練
人員依據所擬具之採樣計畫書據以執行。

(三) 干擾

採樣時應注意 現場環境 之

干擾 及 採集工具 之

交互污染。

(四) 設備與材料

廢棄物之採樣依照廢棄物儲存型態、數量、場所、狀況及採樣體積、檢測項目各有不同。採樣人員必須瞭解所採樣品之特性及背景資料，以決定所需要的採樣工具、樣品容器與安全裝備。對於所用之工具、儀器與設備之操作、使用、維護、校正等亦應熟悉。

1.採樣器材

採樣器材必須依照廢棄物儲存之

種類、體積、數量與待檢測項目

而選擇，通常依據樣品性質劃分。

2. 樣品貯存容器

樣品貯存容器亦須考慮廢棄物之性質、擬採體積與待檢測項目而選擇，通常依據分析項目性質劃分。

(1) 檢測重金屬類

A. 直口玻璃瓶 (Widemouth Glass Container)：250或500 mL，瓶蓋附鐵氟龍墊片。

B. 塑膠瓶，容量500 mL或1 L。

(2) 檢測有機物

A. 廢液、固廢或高濃度樣品：使用125或250mL 褐色直口玻璃瓶或使用透明玻璃瓶裝樣後以牛皮紙或鋁箔遮蔽瓶身，瓶蓋附鐵氟龍墊片。

57. 水溶液樣品檢測揮發性有機物，採樣樣品容器為何？

B. 水溶液樣品(檢測揮發性有機物)：【使用40mL 褐色直口玻璃瓶或使用透明玻璃瓶裝樣後以牛皮紙或鋁箔遮蔽瓶身，及中空瓶蓋內附鐵氟龍墊片。】

C. 水溶液樣品 (檢測農藥或半揮發性有機物) : 【使用1 L 褐色玻璃瓶或使用透明玻璃瓶裝樣後，以牛皮紙或鋁箔遮蔽瓶身，瓶蓋內附鐵氟龍墊片。】

(3) 其他污染物 : 參照各檢測方法規定。

58. 水溶液樣品檢測農藥或半揮發性有機物，採樣樣品容器為何？

3.安全防護裝備

安全防護裝備之使用須依據採樣現場環境狀況而定，通常個人防護裝備，以足以適當之保護而影響採樣作業較少之等級，環境監測設備亦依照現場狀況妥為選用。

4. 樣品前處理設備

破碎機、粉碎機、切割機或

研磨機等，可將樣品減積至

檢測方法需求者。

(五) 試劑

1. 試劑水：比電阻 $\geq 16 \text{ M}\Omega\text{-cm}$ ，不
含待測物之去離子水或蒸餾水。

【通常由自來水先經過初濾及去離子樹脂處理，再經全套玻璃蒸餾器處理或逆滲透膜處理，以避免蒸餾器或滲透膜污染。】

59. 事業廢棄物採樣，使用試劑水之前處理步驟？

2.現場篩選測試試劑

- (1) **pH試紙**：能顯示0至14之廣用型者。
- (2) **碘澱粉試紙**。
- (3) **氰化物測試**：使用市售測試組合或**檢知管**。
- (4) **硫化物測試**：【使用**醋酸鉛試紙**】

60.事業廢棄物中硫化物如何測試？

(5) 多氯聯苯 測試：【使用 免疫化學 或其他測試組合。】

61. 事業廢棄物中 多氯聯苯 如何測試？

(6) 鹵化物 測試：【銅線、本生燈或噴焰槍。】

62. 事業廢棄物中 鹵化物 如何測試？

(7) 其他：如 重金屬、過氧化物 檢測試紙、特殊農藥 或 有機化合物 之 免疫化學 測試組合等。

(六)採樣與保存

1.擬定採樣計畫書

- (1)背景說明：說明場址使用沿革、環境狀況、過去資料、採樣目的等。
- (2)數據品質目標：依採樣目的撰寫，如樣品之代表性、完整性或樣品數量可達成率等。
- (3)採樣組織與分工：說明負責人、採樣人員、安全衛生人員等之人員學經歷及職責，與採樣時之品質管制作業。

(4) 採樣規劃與相關設備、措施：

含計畫採樣方式、樣品數、採樣位置，及使用之儀器、設備、樣品容器、現場篩選測試。

(5) 樣品管制、運送及保存作業。

(6)安全衛生及污染防制措施：廢棄物棄置場址有許多潛在的危險。為預防危害必須先令適當人員偵測可燃性蒸氣及爆炸性空氣，使用不產生火花及防爆設備，執行時必須遵循安全操作程序。廢棄物棄置場址之採樣執行氣候因素、作業時段等應併入安全事項中**考量**。含作業環境風險描述、防護裝備使用、場址界定之管制與人員、設備除污措施及採樣產生之棄置物清除。

2.採樣規劃

(1)採樣設計規劃

執行事業單位產生或不明來源場址之廢棄物採樣作業前，應先調查廢棄物特性及污染情況，並規劃適當採樣方式選定採樣位置後加以執行，所採集之樣品至少可代表該採樣位置之樣品特性。一般原則如下：

一般原則

【A. 當**確知**廢棄物特性或污染情況時，得選用**權威式**採樣方式，依據專業知識以**主觀判斷**採樣方式規劃。】

63. 事業廢棄物採樣位置規劃有**3項**之一般原則為何？

一般原則

【B. 當廢棄物特性或污染情況呈現分層或分區現象時，得選用分層比例隨機採樣或排序組合採樣方式規劃。】

【C. 在**無法**確知廢棄物特性或污染
情況不明時，得先以簡易隨機採
樣方式，或併用系統及網格採樣、叢
式(多階段式)採樣等方式規畫。】

D.其他。

(2)採樣樣品數

A. 當確知廢棄物特性或污染情況時，
得依據專業知識以主觀判斷
採樣，選擇具代表性樣品數，但
其結果不適合做統計分析。

B. 非主觀判斷以分層或排序組合或簡單隨機或併用系統及網格、應變叢集採樣等方式規劃者，參考表3.4廢棄物總數量與最少採樣樣品數關係表，選定最初之採樣樣品數進行採樣分析，然後使用統計方式評估計算適當之採樣樣品數。後續同一產源之廢棄物，可依統計方法計算採樣樣品數。

表3.4 廢棄物總量與最少採樣樣品數關係表

廢棄物總數量	最少採樣樣品數 (n)
<1	6
1~5	10
5~30	14
30~100	20
100~500	30
500~1,000	36
1,000~5,000	50
>5,000	60

廢棄物總數量單位：液體-公秉 (kL)、固體-公噸 (t)

取樣數量

一組廢棄物的 總件數	取樣 件數	一組廢棄物的 總件數	取樣 件數
1-3	3	1332-1728	12
4-64	4	1729-2197	13
65-125	5	2198-2744	14
126-216	6	2745-3375	15
217-343	7	3376-4096	16
344-512	8	4097-4913	17
513-729	9	4914-5832	18
730-1000	10	5833-6859	19
1001-1331	11	>6860	20

C. 以容器盛裝之廢棄物應先將採樣範圍內之容器加以編號後，依簡易隨機採樣方式由表2.2亂數表挑選擬採位置。直接棄置之廢棄物得依據廢棄物特性、可能之污染情況，規劃適當調查採樣方式辦理。

表2.2

亂數表

10 09 73 25 33	76 52 01 35 86	34 67 35 48 76	80 95 90 91 17	39 29 27 49 45
37 54 20 48 05	64 89 47 42 96	24 80 52 40 37	20 63 61 04 02	00 82 29 16 65
08 42 26 89 53	19 64 50 93 03	23 20 90 25 60	15 95 33 47 97	35 08 03 36 06
99 01 90 25 29	09 37 67 07 15	38 31 13 11 65	88 67 67 43 97	04 43 62 76 59
12 80 79 99 70	80 15 73 61 47	64 03 23 66 53	98 95 11 68 77	12 17 17 68 33
66 06 57 47 17	34 07 27 68 50	36 69 73 61 70	65 81 33 98 85	11 19 92 91 70
31 06 01 08 05	45 57 18 24 06	35 30 34 26 14	86 79 90 74 39	23 40 30 97 32
85 26 97 76 02	02 05 16 56 92	68 66 57 48 18	73 05 38 52 47	18 61 38 85 79
63 57 33 21 35	05 32 54 70 48	90 55 35 75 48	28 46 82 87 09	83 49 12 56 24
73 79 64 57 53	03 52 96 47 78	35 80 83 42 82	60 93 52 03 44	35 27 38 84 35
98 52 01 77 67	14 90 56 86 07	22 10 94 05 58	60 97 09 34 33	50 50 07 39 98
11 80 50 54 31	39 80 82 77 32	50 72 56 82 48	29 40 52 42 01	52 77 56 78 51
83 45 29 96 34	06 28 89 80 83	13 74 67 00 78	18 47 54 06 10	68 71 17 78 17
88 68 54 02 00	86 50 75 84 01	36 76 66 79 51	90 36 47 64 93	29 60 91 10 62
99 59 46 73 48	87 51 76 49 69	91 82 60 89 28	93 78 56 13 68	23 47 83 41 13
65 48 11 76 74	17 46 85 09 50	58 04 77 69 74	73 03 95 71 86	40 21 81 65 44
80 12 43 56 35	17 72 70 80 15	45 31 82 23 74	21 11 57 82 53	14 38 55 37 63
74 35 09 98 17	77 40 27 72 14	43 23 60 02 10	45 52 16 42 37	96 28 60 26 55
69 91 62 68 03	66 25 22 91 48	36 93 68 72 03	76 62 11 39 90	94 40 05 64 18
09 89 32 05 05	14 22 56 85 14	46 42 75 67 88	96 29 77 88 22	54 38 21 45 98
91 49 91 45 23	68 47 92 76 86	46 16 28 35 54	94 75 08 99 23	37 08 92 00 48
80 33 69 45 98	26 94 03 68 58	70 29 73 41 35	53 14 03 33 40	42 05 08 23 41
44 10 48 19 49	85 15 74 79 54	32 97 92 65 75	57 60 04 08 81	22 22 20 64 13
Wilfred J. Dixon	12 55 07 37 42	12 86 07 46 97	96 64 48 94 39	28 70 72 58 15
and Frank J.	63 60 64 93 29	40 21 95 25 63	43 65 17 70 82	07 20 73 17 90
Massey Jr.,	61 19 69 04 46	51 92 43 37 29	65 39 45 95 93	42 58 26 05 27
Introduction to	15 47 44 52 66	59 36 78 38 48	82 39 61 01 18	33 21 15 94 66
Statistical	94 55 72 85 73	54 62 24 44 31	91 19 04 25 92	92 92 74 59 73
Analysis, 2nd	42 48 11 62 13	16 86 84 87 67	03 07 11 20 59	25 70 14 66 70
Edition, McGraw-	23 52 37 83 17	68 93 59 14 16	26 25 22 96 63	05 52 28 25 62
Hill Book Co.,	04 49 35 24 94	45 86 25 10 25	61 96 27 93 35	65 33 71 24 72
New York, 1957.	00 54 99 76 54	96 11 96 38 96	54 69 28 23 91	23 28 72 95 29
	35 96 31 53 07	33 35 13 54 62	77 97 45 00 24	90 10 33 93 33
	59 80 80 83 91	83 60 94 97 00	13 02 12 48 92	78 56 52
	46 05 88 52 36	01 39 09 22 86	77 28 14 40 77	93 91 08 36 47
				70 61 74

資料摘自
 Wilfred J. Dixon
 and Frank J.
 Massey Jr.,
 Introduction to
 Statistical
 Analysis, 2nd
 Edition, McGraw-
 Hill Book Co.,
 New York, 1957.

一維空間(one-dimensional)之採樣

1. 標示採樣單元並編號為**1**到**N**。
2. 以抽籤方式，或使用亂數表，或利用電腦之亂數產生器，隨機從1到N編號(或位置)中選擇n個採樣數。

(1)亂數表之使用：假設母體有800個樣品，欲從中抽取50個樣品，此時先將800個樣品依序編號001~800，再在亂數表上隨意找一個數字為起始點，接著可以從任何方向(上下左右均可)。

例如從表 第5行、第4列 的數字 1813 0012
3781 8635 0286 開始，因為母體樣品有800
個(三位數)，故依次選取三位數。此時第一
個連續三位數為 181，即為第一個樣品點；
接著向右選取相連的三位數字 300(第二樣品
點)，接著選第3個號碼 123，第4個號碼 781，
而第5個號碼 863 大於 800，因此可將 863 減
800 得 63，得到編號 063 為第5個號碼，接著
下一個號碼為 502，如此依序直至50個樣品
號碼選滿為止。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6824	7709	3937	3289	9545	0620	3904	5203	6590	8769
2	0237	7574	8607	1502	4776	0944	4946	1519	4834	2810
3	1336	8960	2192	7132	9267	4262	6070	7664	7690	3873
4	6840	3016	3991	8582	1813	0012	3781	8635	0286	3932
5	5577	7452	9477	7942	7328	0822	7876	6379	9014	6845
6	3495	3500	9497	8688	7764	0017	1221	5816	8840	8573
7	5163	5127	5955	7826	0982	3563	7783	1575	7738	9146
8	3746	5767	5137	3846	9113	3394	5172	3745	2574	5275
9	0596	6736	4273	7665	8229	6933	6510	0093	4091	4567
10	6553	4267	4071	3532	0593	3874	5368	5295	6303	2629

D. 不明來源廢棄物場址之盛裝於容器內或**直接棄置之廢棄物**，應先進行初步調查，並採集足夠數量之代表性樣品，經檢測分析評估後，如無法確認廢棄物來自同一產源，則後續應每一容器逐一採樣或規劃適當調查採樣方式有效擴大採樣。

E. 依廢棄物危害特性初判，得選擇適當之快篩檢測技術來測試樣品之均質性，採樣樣品數得予酌減，如待測樣品主要分析重金屬溶出值或腐蝕性pH值或易燃性閃火點者：現場依廢棄物容器或外觀或顏色或粒徑等性質相同者選定3個以上**樣品以XRF進行重金屬檢測，重金屬檢測之儀器校正參考「土壤和底泥中元素濃度快速篩選方法-攜帶式X-射線螢光光譜儀分析法(NIEA **S322**)。**

現場篩檢結果(依 可定量 之待測物)計算 相對

標準偏差(RSD) ≤ 20% (鉻的RSD應 ≤ 30%)，

樣品(同現場篩檢樣品)攜回檢驗室檢測分

析。廢液pH值或閃火點現場篩檢結果 未

超過「有害事業廢棄物認定標準」，採集 3

個以上樣品(同現場篩檢樣品)送檢驗室分析。

F. 上述廢棄物得依樣品 檢測分析

結果、篩選測試 或 相容性

結果 給與合併，以利廢棄物處理。

3. 檢測樣品需要量

依各檢測項目方法或事業廢棄

物檢測方法總則規定。

廢棄物樣品檢測最少需要量與保存方式

檢測項目	樣品最少量	容器	儲存條件	保存期限
一、溶出毒性溶出試驗				
(一)重金屬	400g	玻璃瓶或塑膠瓶		Hg 28 天其他 180 天(註)
(二) 半揮發性有機物	250g(mL) 2 瓶	250 mL 直口玻璃瓶附鐵 氟龍墊片或其他相同功 能材質容器	4°C 冷藏	14 天 (採樣至溶出程序) 7 天(溶 出程序至萃取)40 天(萃取至分 析)
(三) 揮發性有機物				
液態	125mL 2 瓶	125 mL 直口玻璃瓶附鐵 氟龍墊片	4°C 冷藏	14 天 (採樣至分析程序)
固態	50g	氣密式容器	4°C 冷藏	14 天 (採樣至分析程序)

4. 樣品處理與保存

(1) 樣品容器：檢測揮發性化合物使用125mL或以下之直口玻璃瓶，樣品儘量裝滿瓶子(水溶液樣品時，使用40mL者，瓶內裝滿水樣，不得有細小氣泡存在)，每個樣品應同時裝滿2瓶或以上，再包入夾鏈袋內密封。

檢測半揮發性化合物使用250、500mL之直口玻璃瓶或1L玻璃瓶，亦應同時裝入2瓶。

檢測重金屬使用250、500mL或1L玻璃瓶或塑膠瓶。裝入高濃度廢棄物或不明來源者，應將瓶外以紙巾擦拭清潔，再包入夾鏈袋內密封之。

(2)前處理

A.執行樣品均勻化處理前，應先評估對樣品進行破碎、粉碎、剪碎、研磨及混合作業不致產生反應性、不相容性等之安全問題後，方可於採樣現場實施，否則應於安全之檢驗室環境中執行。

B. 樣品均勻化：除檢測揮發性化合物之樣品外，樣品為大塊狀者，應先將樣品全部進行**破碎、粉碎、剪碎、研磨**(必要時可使用樣品前處理設備)至**適當顆粒大小**(依各檢測方法規定執行，如進行事業廢棄物毒性特性溶出程序時，樣品應使其能通過**9.5mm**標準篩網)，並將之混合均勻以**四分法**方式取得適量樣品，以取得**均勻化**之代表性樣品，再裝入樣品容器內；**所得樣品於採樣現場進行均勻化**有困難者，亦得於**檢驗室內**執行。

(3) 在樣品容器外，加貼標籤及封條

置於透明夾鏈袋內使標示內容清楚，保

存方式依各檢測方法項目或事業廢棄物

檢測方法總則規定。如須保存於 **$4 \pm 2^{\circ}\text{C}$** ，

須注意避免於冰水內加入氯化

鈉，致溫度過低。

三、採樣設備

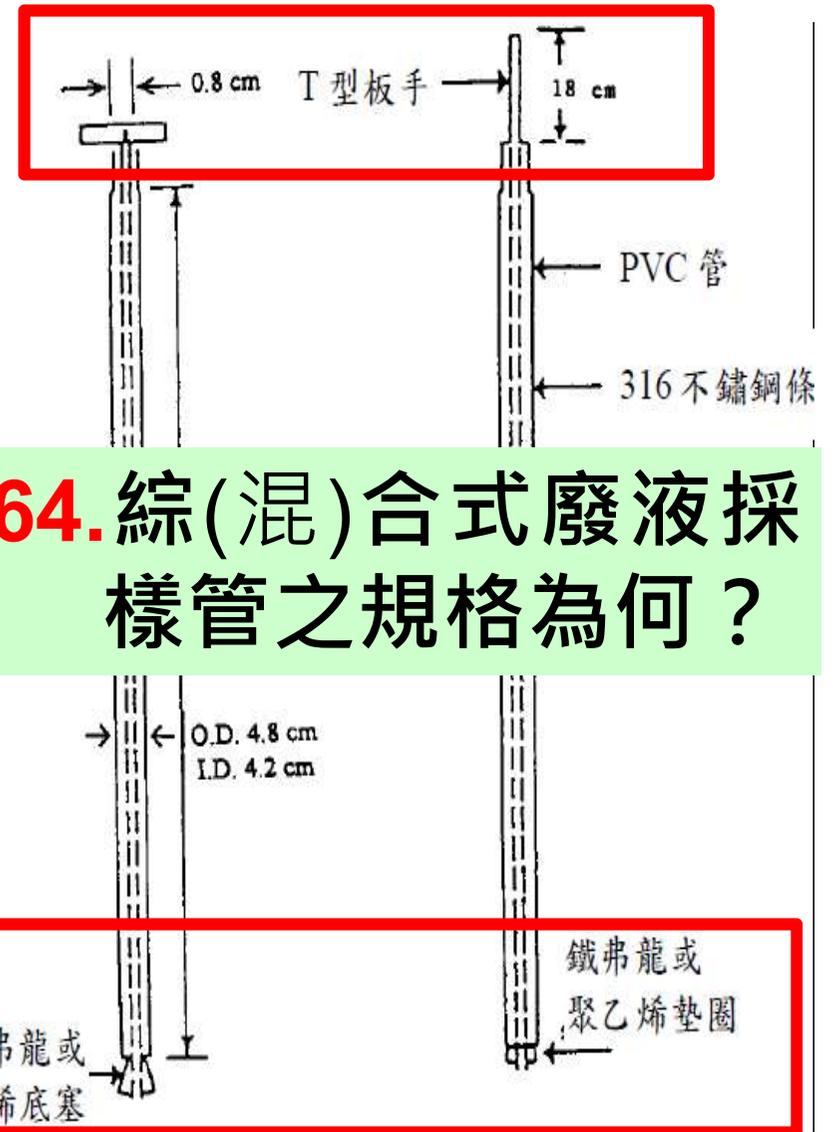
準備與選擇

(一)採樣設備的種類

1.液態樣品採樣器

(1)綜(混)合式廢液採樣管：

【由直徑約1~2吋、長度約150cm之塑膠或玻璃管製，管下端附矽膠、鐵氟龍或橡膠材質之底塞，底塞由不鏽鋼條連接以便操控(圖3.3)。亦可使用可棄式適當口徑(約1cm可以大拇指封閉者)，長約120cm之玻璃。】



64. 綜(混)合式廢液採樣管之規格為何？

圖3.3 綜(混)合式廢液採樣管

(2) **採樣杓**：由合成樹脂、鋁或不鏽鋼材質製之可伸縮調整長柄，結合一玻璃或塑膠杯(圖3.4)。

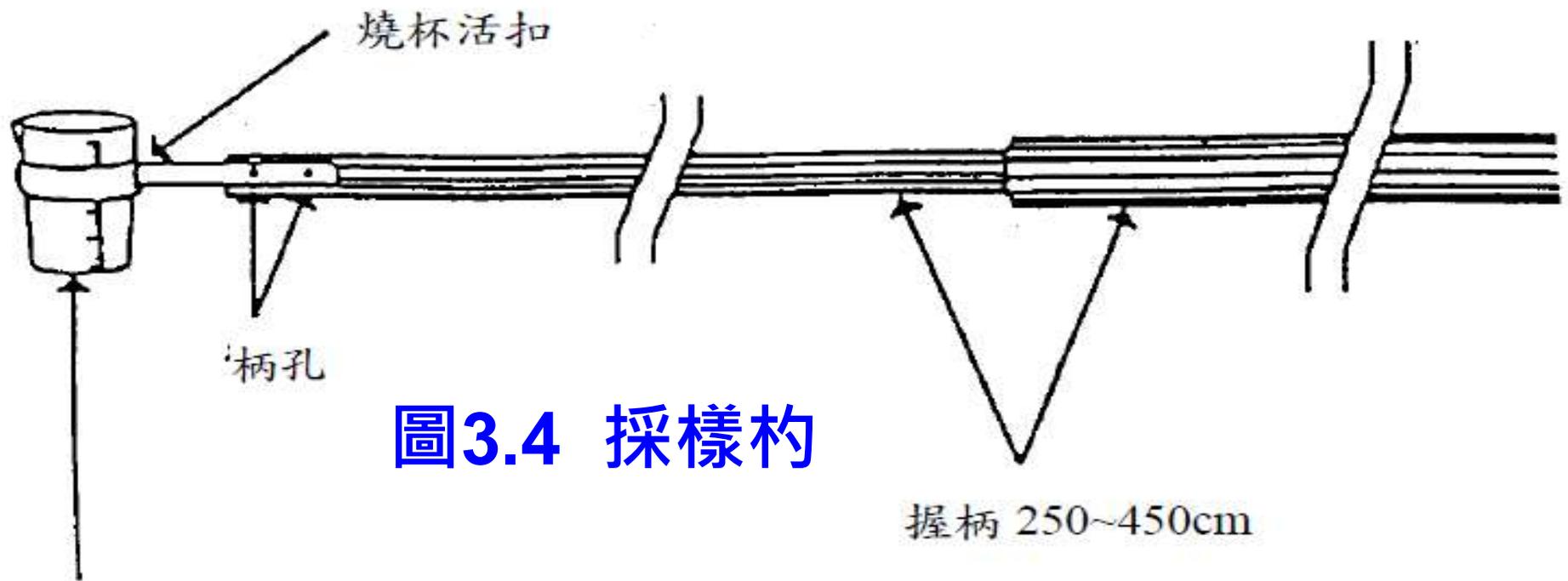
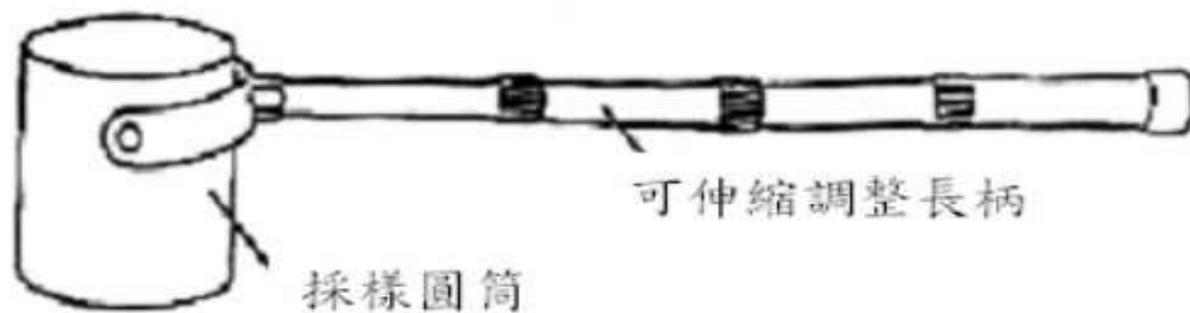
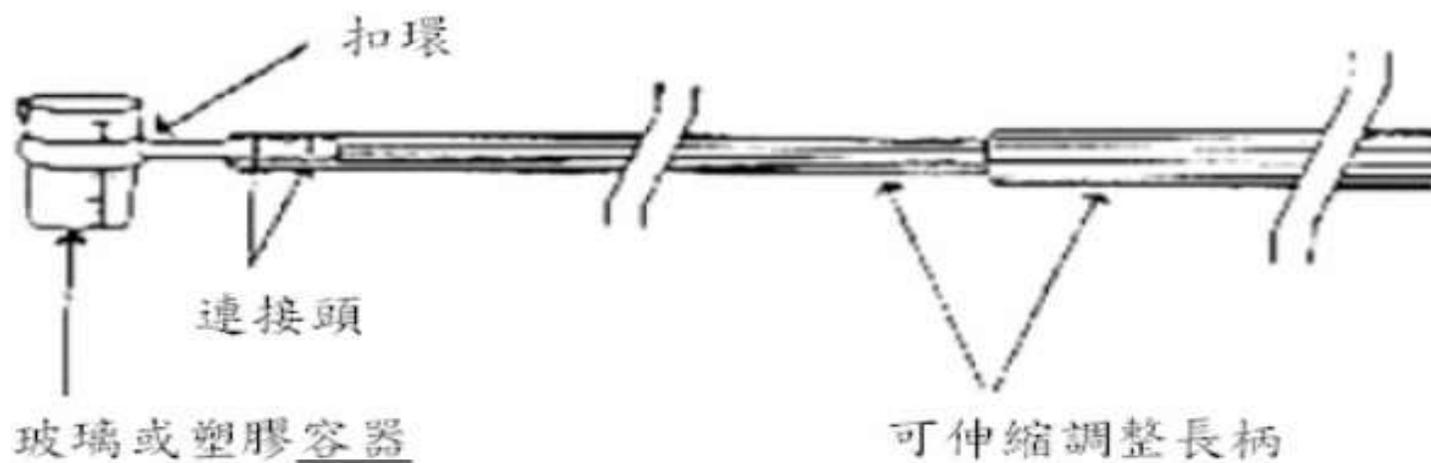


圖3.4 採樣杓

PP 製燒杯 250mL



手動採水器



(3) **採樣瓶**：由金屬支撐架固定採樣瓶(圖3.5)。

(4) **採樣泵**：使用蠕動式、離心式或其他型式泵。
依樣品情況不同選擇合適者。

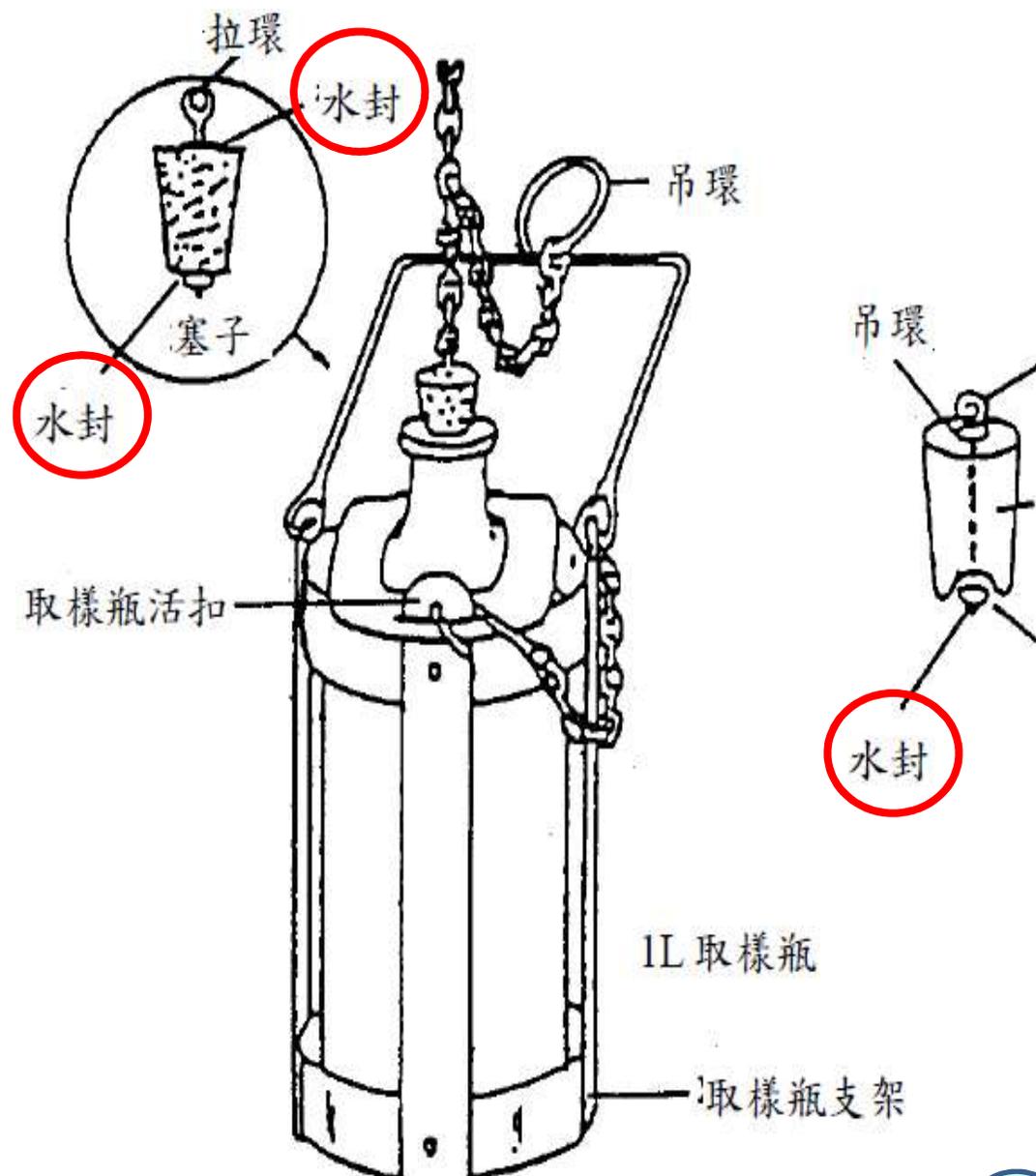


圖3.5 採樣瓶

2. 固態樣品採樣器

(1) 採樣刀、套管式採樣刀：
內外雙層不鏽鋼材質組成，上面有缺口供廢棄物進入並儲存之(如圖3.6與圖3.7)，具有握柄或直管式不鏽鋼材質製(如圖3.8)。

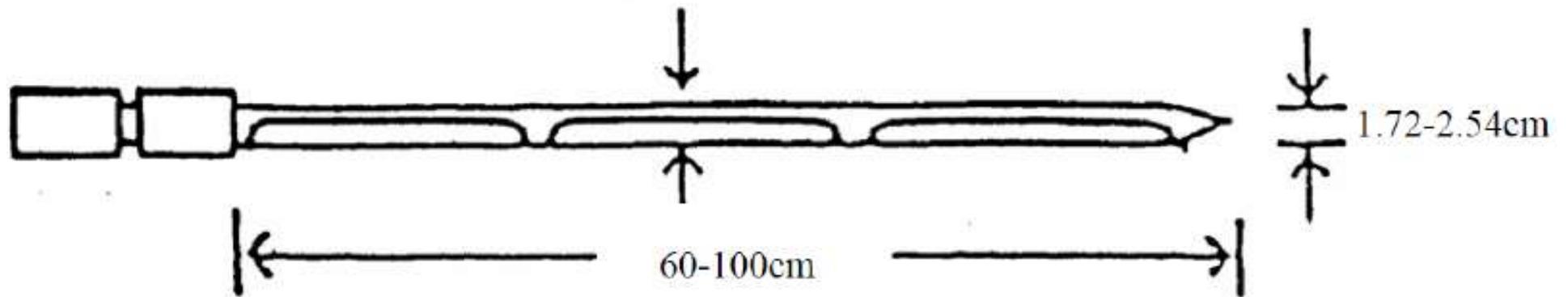


圖3.6 採樣刀(套管式) (細粒採樣器)(Thief)

圖3.7 採樣刀(直管式) (粗粒採樣器)(Trier)

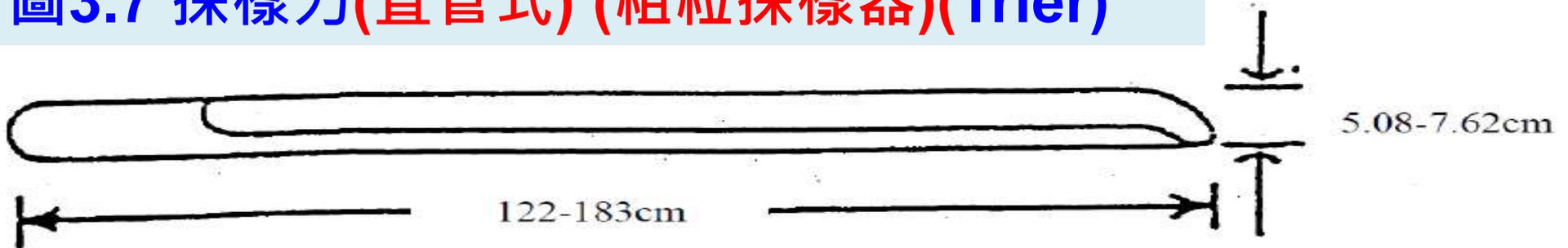
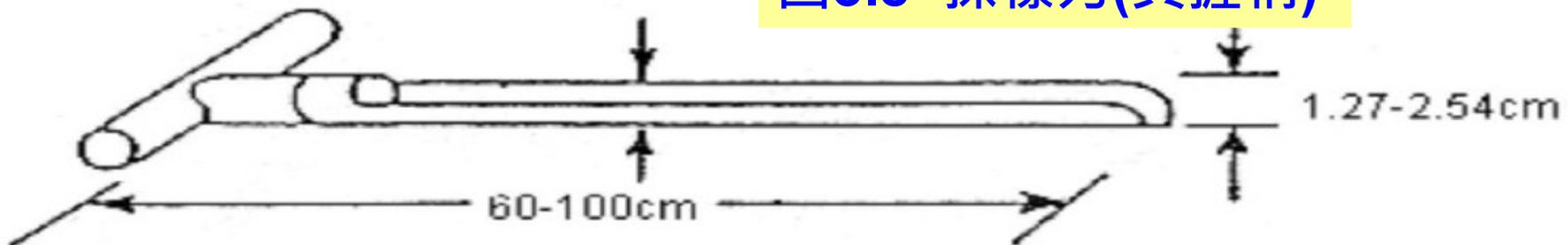


圖3.8 採樣刀(具握柄)



65. 固態樣品採樣器使用之採樣刀有那兩種？

解答：套管式採樣刀採細粒用，及直管式採樣刀採粗粒用。

(2) **採樣鏟**：不鏽鋼材質製，規格從大至小，大型者如水泥拌合用，小型者如園藝用(如圖3.9)，亦可使用適當大小之可棄式不鏽鋼匙代替。

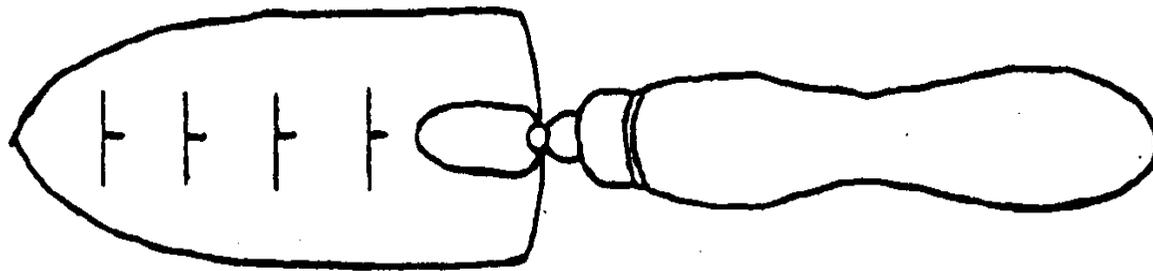


圖3.9 採樣鏟(Trowel Shovel)



(3) **鑽土採樣組**：不鏽鋼製螺旋狀中空採樣管，由配合不同土壤性質種類之各型螺旋狀刀(如圖3.10)組成，可以手鑽入或配合電源供應以電(氣)動式鑽入取樣。除可棄式採樣器材外，使用後應先以毛或鋼刷(鋼刷只能使用於不鏽鋼材質採樣器材)刷洗附著物，再以清潔劑、自來水洗滌數次，最後以蒸餾水淋洗晾乾。

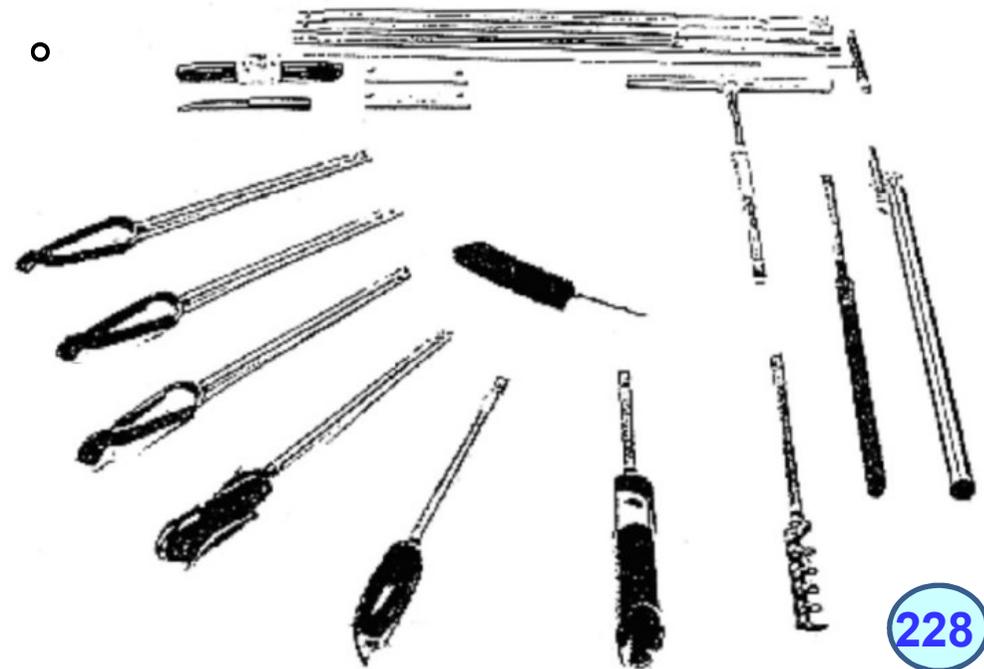
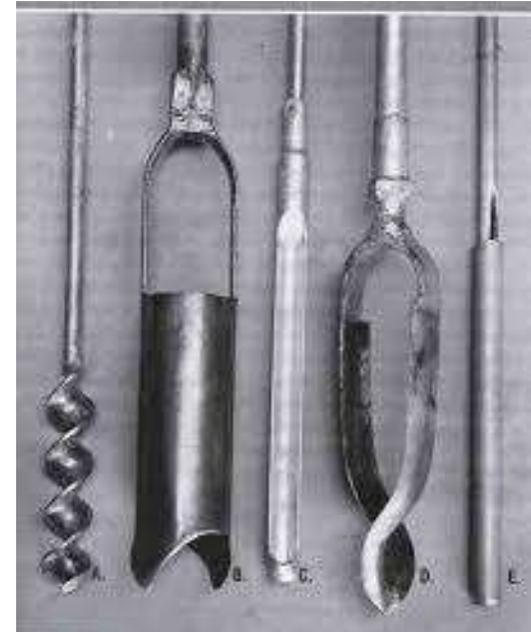


圖3.10 鑽土採樣組

鑽土採樣組





黏土用愛德曼(Edelman)
土鑽(適於黏性土壤)



綜合用愛德曼土鑽(適於
中性黏質土壤)



砂用愛德曼土鑽
(適於黏性砂質土壤)



粗砂用愛德曼土鑽
(適於較鬆或非常乾土壤)



小礫石土壤用河濱分校
(Riverside)土鑽(適於硬土
壤或混合之細石礫土壤層)



含石頭土壤用土鑽(適於
土壤含大礫石)



堅硬土層用土鑽
(適於較深堅硬土層)



捕石頭用土鑽
(適於已鬆脫石頭)



軟黏土用土鑽
(適於非常軟黏土)

Rest 10 min.

(二)採樣器具的選擇

廢棄物採樣器具之選擇，主要乃取決於廢棄物的特性與取樣點之考量。採樣分析人員通常在採樣器具與採樣點的選定工作上，扮演著非常重要的角色，因為：

- 1.採樣分析人員依據其專業知識，較能瞭解事業廢棄物與採樣器材之間可能產生的反應，而建議合適的採樣器具，使得廢棄物採樣與樣品貯存過程中不會因為特殊物理與化學反應(例如：吸附、揮發、交互污染等)，而影響分析數據的品質。

2.採樣分析人員能訂立出對不同採樣器具的**適當清洗**程序，使得不同之連續採樣的相互污染影響減至最低。

66.欲採集待測物為揮發性有機物之樣品時，應如何選擇器具和方法？

3.採樣分析人員可依照分析時的特定要求條件，而選擇合適的採樣器具【例如**欲採集待測物為揮發性有機物**之樣品時，應選擇對廢棄物樣品**攪動最小的器具和方法**】

採樣器具選擇時應注意之事項

1. 樣品的負值污染：【欲分析的化學成分，由於採樣器具的吸附或採樣器具不當產生揮發等作用而使濃度降低。】

67. 何謂樣品的負值污染？

68. 何謂樣品的正值污染？

2. 樣品的正值污染：【由於異物加入(外界顆粒落入液體、氣體之滲入)，而使欲分析的特定化學成分之濃度提高。】

3. 樣品的交互污染：【由於前次取樣後器具未清洗乾淨，而造成樣品的污染。】

69. 何謂樣品的交互污染？

4. 分析工作進行時，所需樣品的體積。

5. 採樣器具的方便性：包括運送、操作、清洗的容易程度。

6. 採樣器具使用時的安全性。

7. 相關費用：包括採樣器具的價格以及使用時所需花費的人工成本。

由於**每個採樣的場合均不同**，因此很**難**訂出一套選擇採樣器具的**標準操作準則**。各類採樣狀況下，**合適的採樣器具**以及**採樣步驟**，便端賴**採樣人員**依照其**特殊環境**配合良**好的經驗**，而做適當的**選擇**或**修改**。

選擇有害事業廢棄物採樣器具和樣品貯存容器的最先考慮因素是廢棄物與這些器具之間的相容性，以及採樣過程的安全性。為避免發生意外，同時亦要能防止前後採樣之交互污染。樣品貯存容器亦需使用夠厚且穩定之材質，以防止任何變形、破裂和滲漏的情況；另為樣品取出及轉送方便，亦應儘量使用廣口的容器。

表3.5為經常使用的**有害**事業廢棄物採樣器具之材質，雖然**鐵弗龍類**的採樣器具**最具化學穩定性與機械強度**，但是其價格亦十分昂貴，並不常使用。目前臺灣的檢測業為符合採樣樣品保方法規定，並達到**經濟又便利**，【**玻璃**工具和**容器**(因其**價格便宜**且**易於清洗**)，在特殊安全防護條件下經常被使用。**低密度聚乙烯(LDPE)**由於具有**價格便宜**、**材質穩定**、**不易破裂**等優點，】亦常被用來做**重金屬等無機廢棄物**之**取樣**和**貯存**器具。

表3.5 有害事業廢棄物採樣及貯存樣品之材質

(依耐用性與普及性排列)

硬式材質	軟式材質
1.玻璃	1.碳氟塑膠
2.不鏽鋼 - 316	2.聚丙烯 (PP)
3.不鏽鋼 - 304	3.低密度聚乙烯 (LDPE)
4.聚氯乙烯 (PVC)	4.高密度聚乙烯 (HDPE)
5.低碳鋼	5.聚氯乙烯(PVC)【重金屬-無機】
6.合金鋼	6.矽膠 (Silicon)
7.碳鋼	7.合成橡膠

在採樣器具選擇上，採樣者必須依照事業廢棄物型態、採樣地點的地形、採樣體積及使用方便性等因素選擇適當的採樣器具如表3.6。

表 3.6 各種形態廢棄物的適用採樣器具

廢棄物物理形態	廢棄物容器或取樣位置							
	桶裝	袋裝	卡車	貯存槽	廢棄物堆	池、塘、坑	輸送帶	輸送管
液態或泥漿	C	—	C	B	—	D	—	D
污泥	T	—	T	T	*	*	—	—
含水粉粒	T	T	T	T	T	T	S	D
乾燥粉粒	F	F	F	*	F	F	S	D
砂土或壓實粉粒	A	A	A	F	F	*	D	D
大顆粒固體	T	T	T	T	T	T	T	D

C：綜(混)合廢液採樣管 (Coliwasa)； D：取樣杓 (Dipper)； 採樣刀 (套管式) (Thief)；
 T：採樣刀 (直管式) (Trier)； S：採樣鏟 (Shovel)； A：螺旋式採樣器 (Auger)；
 B：採樣瓶 (Weighted-bottle)； *：採樣器之選用需依實際狀況而定。

表3.7 廢棄物採樣器具及使用限制

廢棄物形態	採樣器	使用限制
廢液、污泥 (容器中)	綜(混)合廢液採樣管(PVC製) (玻璃製) (其他材質)	<ul style="list-style-type: none"> · 容器深度 < 1.5 m · 廢棄物可溶解PVC時不宜 · 廢棄物可溶解玻璃時不宜 · 考慮相容性
廢液、污泥 (池、坑中)	Dipper	· 使用柄長不可超過3.5 m，以免折彎鋁棒
	採樣瓶	· 黏度大之液體採樣困難
廢棄物 (貯槽中)	採樣瓶	· 黏度大之液體採樣困難
粉粒狀混合物 (容器中)	Thief (採樣刀(套管式))	· 使用於粉粒直徑 < 0.6 cm
	Trier (採樣刀(直管式))	· 可使用於較黏濕之粉粒
乾性廢棄物、 表層土壤	採樣鏟	<ul style="list-style-type: none"> · 不易使用於深度 > 30 cm之廢棄物採樣 · 取樣之再現性較差
乾性廢棄物、 裡層土壤	螺旋採樣器	<ul style="list-style-type: none"> · 不同之採樣場所其採樣鑽頭不同 · 硬度太大之樣品需加裝動力設備

採樣工具應與廢棄物特性、分析項目配合做成選擇。一般而言，**塑膠製**的**工具**對於【有機化合物】並不適合，而不鏽鋼之材質或**塑膠製**的採樣工具及容器可適用一般**無**腐蝕性之樣品，但是【**採樣工作人員要確保**採樣工具**不破壞**樣品之原有成分或**不使**下游後續**分析工作產生偏差。**】

而且採樣工具必須符合採樣現場
實際需要，因為有時因採樣現場
地點的不同，例如考慮到採樣點
位置及其深度等因素。在不同樣
品的採集過程中，工作人員須針對
特殊樣品的採收工具審慎評估，或
特別訂作適合樣品特性之工具。

另外，從現地採樣至實驗過程中，裝載廢棄物樣品的容器應是採樣中的重要工具；這些盛裝樣品的容器或桶子中，在裝載**未**知內容之樣品時，會受到運送過程的**干擾**，例如【交通因素(在不良路面上，行駛的震動、車況是否良好等)、氣候因素(周圍環境溫度等)，這些外在的因素可能使樣品會在運送中產生質變。】

如果這些樣品本身具有可燃性、爆炸性及有毒揮發氣體，使得工作及分析人員在運送至實驗室後開啟此盛裝容器時，可能會遭遇到人體健康的危害。所以必要時，盛裝容器必須在底座【加裝防震阻尼裝置及遙控開啟設置】，因此環境部規定廢棄物採樣人員需接受一定時數以上的訓練課程。

對於採取樣品的容器容積，須考量

後續分析工作的特性，例如需分析

測量某項化學物濃度，若樣品含

量濃度低，則採樣的體積應較

大量。反之，則可採較少量之樣品。

廢棄物樣品盛裝容器的考量

- 1. 相容性**：容器及容具之材質，應與樣品相容，容器不會與廢棄物產生作用，使得樣品本身變質，而依照實際經驗，**容器以耐酸鹼為佳**。
- 2. 容器厚度及材質強度**：容器厚度及材質需堅固不致斷裂破損，容器需**足以承受取樣及運送過程等外在因素之影響**，以確保工作人員安全及樣品**持續性**。

3. **容器容量及數量**：需要足夠容量，來盛裝所需的樣品量及取樣器具內的所有樣品。而容器之準備數量，大致依照預估樣品數再加50%之備用數。

4. **容器形狀**：固態者以廣口容器較佳，但承裝液態者則以細口容器較佳，使樣品容易由取樣器倒入。

5. **容器費用**：選擇可適當裝載樣品之容器，且費用較經濟者。

以經濟性質而言，選擇LPE盛裝容器較佳，惟如要求污染風險較低時，則需採用鐵弗龍(Teflon)製品。

表 3.8 塑膠製盛裝容器材質及特性

容器材質	耐化學反應性	耐斷裂性	費用
Teflon FEP (fluorinated ethylene propylene)	良好	良好	高
LPE (linear polyethylene)	良好	良好	低

若依據廢棄物儲存方式或狀況選擇採樣設備

1. 全開口式桶

(1) **塑膠類桶**：常儲存液體或固體廢棄物，
可使用採樣瓶、採樣杓、綜合式廢液
採樣管、採樣泵、採樣鏟或採樣刀，
採取定深或混合樣品。

(2) **紙製桶**：常儲存固體廢棄物，可使用
採樣鏟或採樣刀，採取適當量，必要
時混合或縮分。

2. **窄口式桶**：常儲存液體廢棄物，
使用綜合式廢液採樣管或採樣泵，
採取**定深**或**混合**樣品。

3. **儲存袋**：常儲存固體廢棄物，
使用採樣鏟或採樣刀採取適當量，
必要時**混合**或**縮分**。

堆積狀固體或液體廢棄物，可依面
積規模大小分為若干小區、或按高
(深)度分層，再按固體或液體狀採
樣器採樣，樣品體積過大者視實際
需要先行縮分。其他廢棄物儲放狀況，
依現場實際情況及備有之採樣設備而定。

(三)採樣設備的**清潔**

所使用之機械、器具等，在使用前後必須清洗乾淨，以免異物混入或樣品變質。實驗室檢測器皿通常依據國家環境研究院所規定的**PA106環境檢驗器皿清洗及校正指引**之規定清洗，採樣器具亦可參考之。對於採樣器具於每次使用後均需適當清洗，其清潔步驟大致如下：

選擇適當清洗劑(如中性、鹼性清洗劑或有機溶劑或**10% HNO_3** 等)先予浸泡一段時間，去除採樣器具上較難清除之污染物質。

- 1.以肥皂水刷洗採樣器具。
- 2.以自來水沖洗淨採樣器具。
- 3.以蒸餾水清洗採樣器具。
- 4.以丙酮淋洗採樣器具 (**必要時**)。
- 5.倒置風乾即可(如果急需使用，可改置於烘箱以**100~150°C**烘乾)。

若採樣器具長期不使用，則可以鋁箔或合宜容器加以包裝。長期未使用之器具，使用前可先以丙酮淋洗後風乾，再加以使用。

樣品運送時，需注意其包裝是否妥當，且應避免在運送過程中容器破損或樣品變質。運送前後均應仔細檢查樣品容器的標示及伴隨資料是否齊全，以及各種安全防護措施是否完備。

由採樣器具之洗滌，乃至於應用於實驗室內之檢驗工具、容器、玻璃器皿進行最後沖洗均需應用到試劑水。表3.9為試劑水之基本等級要求。

【一般】

項目	Type I	Type II	Type III	Type IV
導電度，最大值 ($\mu\text{S}/\text{cm}$ at 25°C)	0.056	1.0	2.5	5.0
比電阻， <u>最小值</u> ($\text{M}\Omega\text{-cm}$ at 25°C)	18	1.0	4.0	0.2
pH 值	--	--	--	5.0~8.0
TOC，最大值 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	150	50	200	不限制
鈉、氯離子，最大值 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	1	5	10	50
總矽鹽，最大值 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	3	3	500	不限制

1.Type I：自來水經蒸餾或相等效果方法處理後，再經離子交換混合床及0.2 μm 濾膜過濾所得者，其電導度 < **0.056 $\mu\text{S}/\text{cm}$** 。

2.Type II：自來水先經離子交換、蒸餾、連續式電去離子逆滲透或數種方法聯結處理及有機吸附後，再予蒸餾處理，使其蒸餾液之導電度 < **1.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$** 。

3.Type III：自來水經蒸餾、離子交換、連續式電子離子逆滲透或數種聯結處理後，再以 $0.45\mu\text{m}$ 濾膜過濾者，其**導電度** $< 2.5 \mu\text{S/cm}$ 。

4.Type IV：自來水經蒸餾、離子交換、連續式電子離子逆滲透、電透析法或數種方法聯結處理後所得者，其**導電度** $< 5 \mu\text{S/cm}$ 。

本法採樣器清洗所【使用之試劑水要求為「一般試劑水」(Type IV)即可，係自來水經簡單之離子交換及蒸餾法等淨化方法製得，淨化方法是除去水中的微粒、不揮發有機物、細菌、膠體或無機鹽類等以淨化水質。但是試劑水的品質隨進水水質及淨化器材材質不同而有所不同，所以進水前最好先經過離子樹脂處理後再行蒸餾或其他淨化程序，一般試劑水之最大導電度在5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下者才適用。】

另外有關於清潔液之要求，可購買市售或自行配製之中性或鹼性濃縮清潔液成品，再予以**適度稀釋**即可。

在採樣工作進行前後，工具的清潔是必要的，宜在實驗室內清洗乾淨。因為**不**清淨的**工具**會影響到**樣品**的**公正性**。

在實驗室內洗淨一般採集工具時，原則上，須使用溫和的清潔液 (pH=6.5~7.5) 浸泡，經自來水洗刷數遍後，再以試劑水沖洗後放置烘箱內，維持**105°C**溫度至少1個小時。另外在抵達採樣現場前，採樣容器污損時，且現場無實驗室設備供清洗時。工作人員應相當小心的使用適當清潔液洗刷，並用有吸收性的布類拭乾殘餘物，以免剩餘清潔液在運送過程中與樣品發生反應，但仍儘量以自來水大量清洗為宜。

若無必要在現場清洗工具時，則儘可
能在實驗室中完成。但若有攜帶充分
清洗水的能力與設備時可在現場清洗。

然而，非所有工具皆可以上述清潔方法
清潔，例如：塑膠製容器，不可放
置於烘箱內，在以試劑水沖洗後，倒
置晾乾，妥善存放備用。

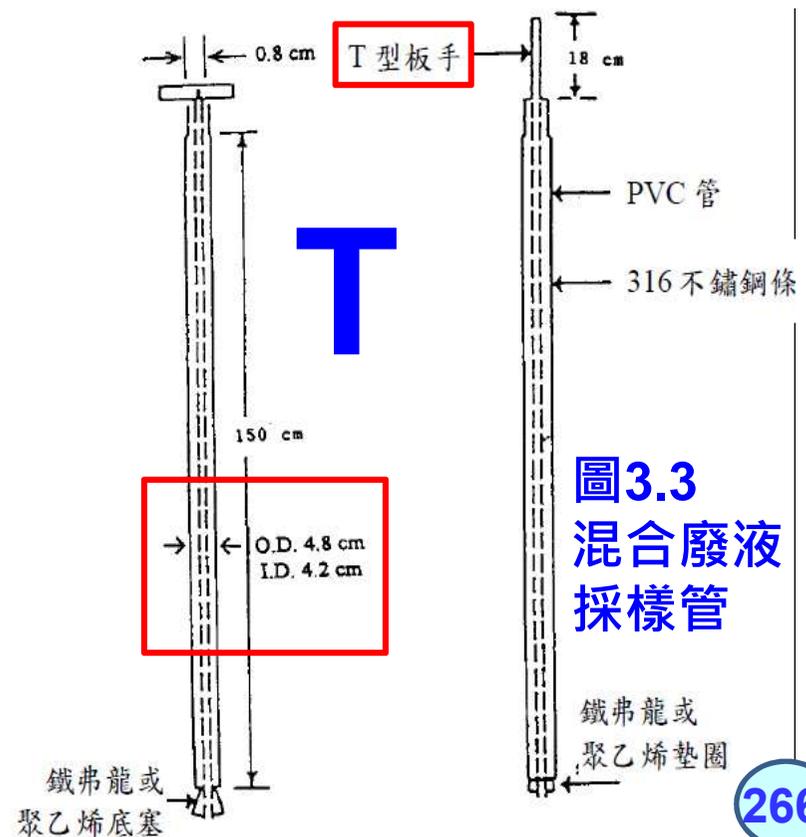
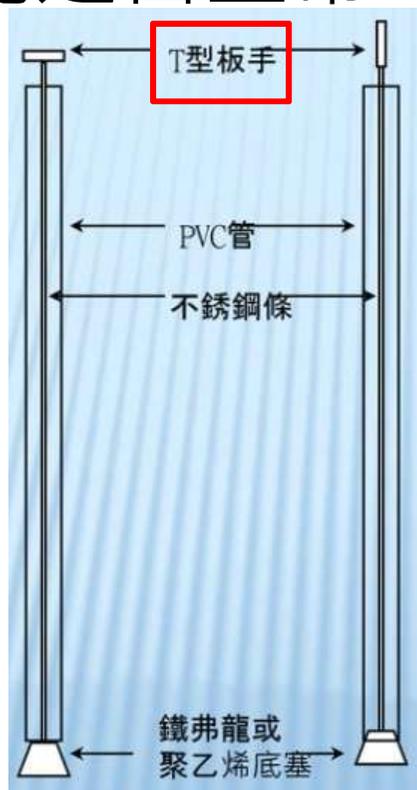
(四)採樣器具之

操作

1. 綜(混)合廢液採樣管

其構造圖樣如圖3.3所示，【通常使用玻璃、PVC、金屬(較少)等材質】，其操作方法：

(1)選擇玻璃管製成如圖3.3之採樣器，組成後測試各部功能是否正常。



- (2)採樣時，將扳手置於“T”位置，等速推下，直至扳手緊壓採樣器之上方。
- (3)採樣器由廢棄物上方緩慢等速推下，隨時保持採樣器內、外之液面等高，以採得具代表性之樣品。
- (4)當採樣器接觸廢棄物容器底部時，將扳手輕輕拉起，直至底塞完全封住採樣器下端；此時將扳手轉至“T”位置。
- (5)將樣品自容器取出，又釋出容器中。
- (6)重複(2)~(5)步驟，直至取得具代表性之樣品為止。
- (7)將取得之樣品小心移放至樣品容器中。
- (8)栓緊樣品容器，貼上標籤並密封後，立刻做採樣紀錄。
- (9)將採樣器洗淨，妥善收存備用。(若不易清洗，則應捨棄)

2.採樣杓

通常使用玻璃或塑膠燒杯固定於玻璃纖維或鋁質的長竿上，為使用方便，可選用可**伸縮式**的握柄部。其構造如圖3.4所示，其操作方法：

(1)採樣器之型式與規格如圖3.4所示。

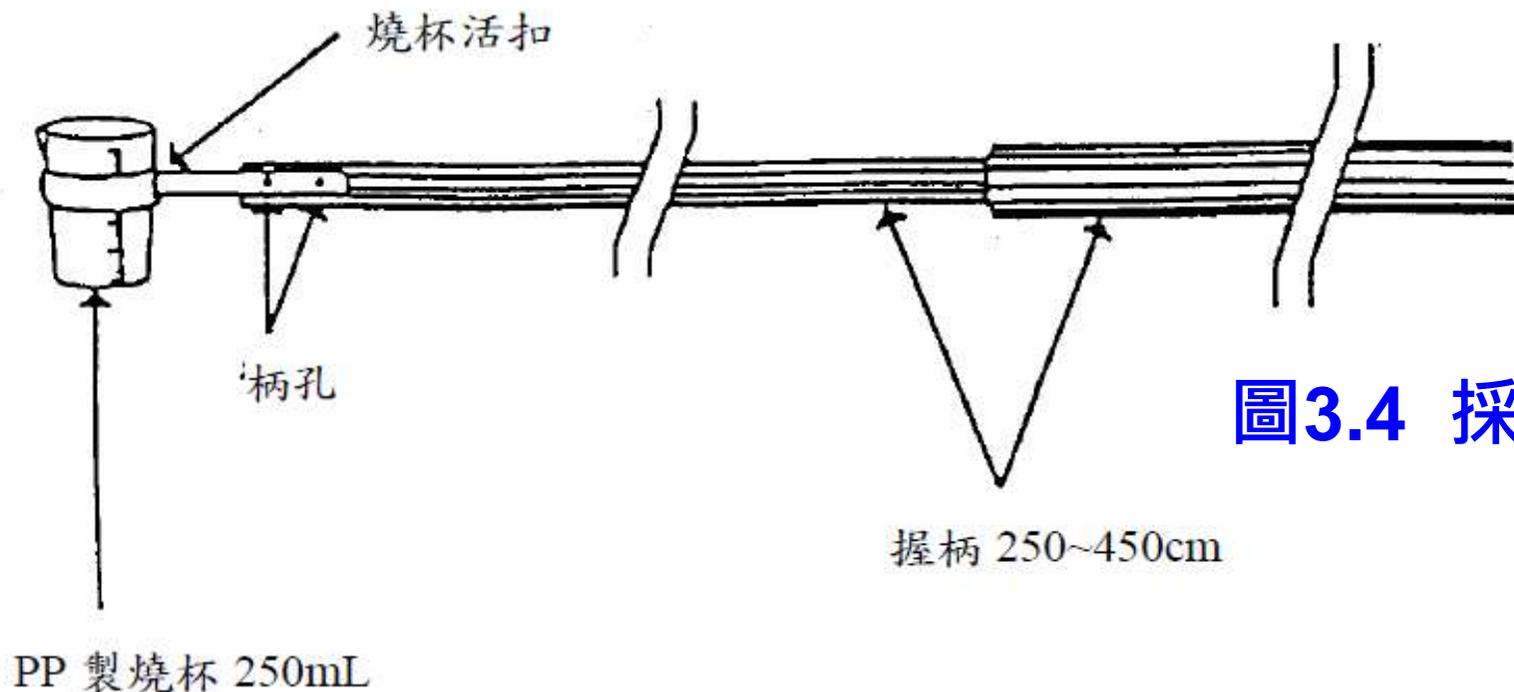


圖3.4 採樣杓

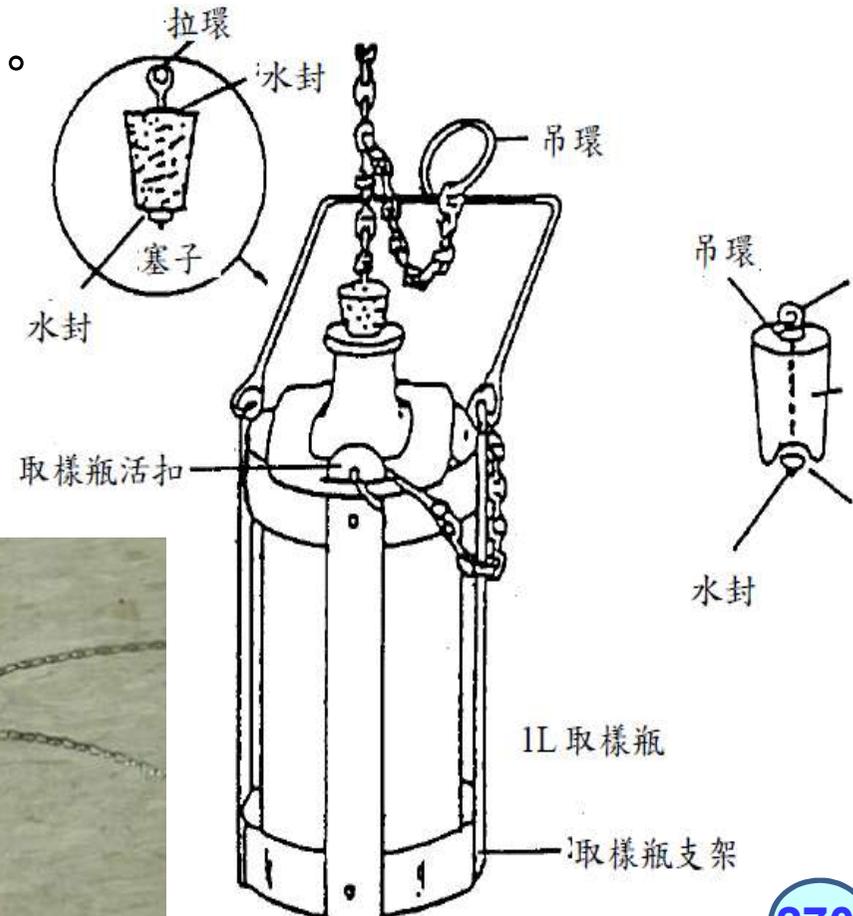
- (2)組合採樣器，並確認各部分完全固定。
- (3)燒杯口向下，浸入廢棄物中。
- (4)至所需採樣深度時，翻轉燒杯使杯口朝上。
- (5)待燒杯取滿樣品後(氣泡終止發生)，提出液面。
- (6)將樣品移入樣品容器中。
- (7)栓緊樣品容器，貼上標籤並密封後，立刻做採樣紀錄。
- (8)將採樣器洗淨，妥善收存備用。

3. 採樣瓶

由玻璃(或塑膠)瓶、沉鍾、吊環、塞子，以及吊鏈所組成(如圖3.5)，其操作方法：

圖3.5 採樣瓶

(1) 取樣瓶之型式如圖3.5所示。



- (2)採樣時，先組合取樣瓶各部分組件。
- (3)將取樣瓶放入廢棄物中，至所需位置後拉開瓶塞(採樣對象一般為巨大容器或池、坑，以分層採樣方法取樣)。
- (4)待取樣瓶裝滿樣品後，拉升取樣瓶。
- (5)取樣瓶加蓋後取出，用布將瓶壁擦乾淨，並以取樣瓶當樣品容器。
- (6)塞緊瓶蓋，貼上標籤密封後，立刻做採樣紀錄。
- (7)取樣瓶外各組件洗淨，妥善收存備用。

4. 採樣刀(套管式)(細粒採樣器)

主要為2個有對應溝槽的同心圓管(通常為不鏽鋼或銅管)所組成；外管前端為錐形，以便較易插入欲採集的廢棄物堆中。【採樣刀(套管式)通常用來採集細粒或粉狀的乾燥廢棄物，並且要求廢棄物顆粒直徑為溝槽之三分之一以下。】圖3.6為微

粒取樣器之構造圖，其操作方法：

(1)採樣器之型式與規格如圖3.6所示。

84.採樣刀(套管式)又稱何種採樣器？通常用來採集何種廢棄物？粒徑之要求為何？

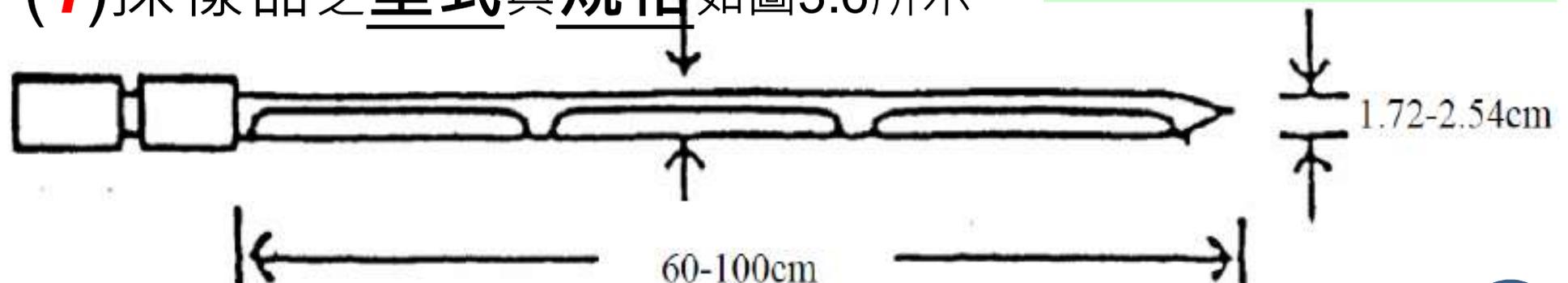


圖3.6 採樣刀(套管式)(細粒採樣器)(Thief)

- (2) 旋轉內管關閉採樣器後，將採樣器插入廢棄物中。
- (3) 開啟內管採樣器並搖動之，使廢棄物進入其中。
- (4) 關閉內管採樣器，並自廢棄物中取出。
- (5) 將採樣器平放，外管溝槽朝上，**旋轉內管並滑出**。
- (6) 將內管之樣品放入樣品容器中。
- (7) 塞緊瓶蓋，貼上標籤密封後，立刻做採樣紀錄。
- (8) 將採樣器洗淨，妥善收存備用。(採樣溝槽之開啟及關閉均靠**旋轉內管**為之)

5. 採樣刀(直管式)(粗粒採樣器)

為剖切成一半並且具有尖銳前端之金屬管所構成，

【可插入帶黏滯性的粗粒廢棄物或是鬆軟土壤中取樣。通常需注意廢棄物顆粒直徑應為管子直徑一半以下。】圖3.7為一採樣刀(直管式)的示意圖，其操作方法：

(1)採樣器之型式及規格如圖3.7所示。

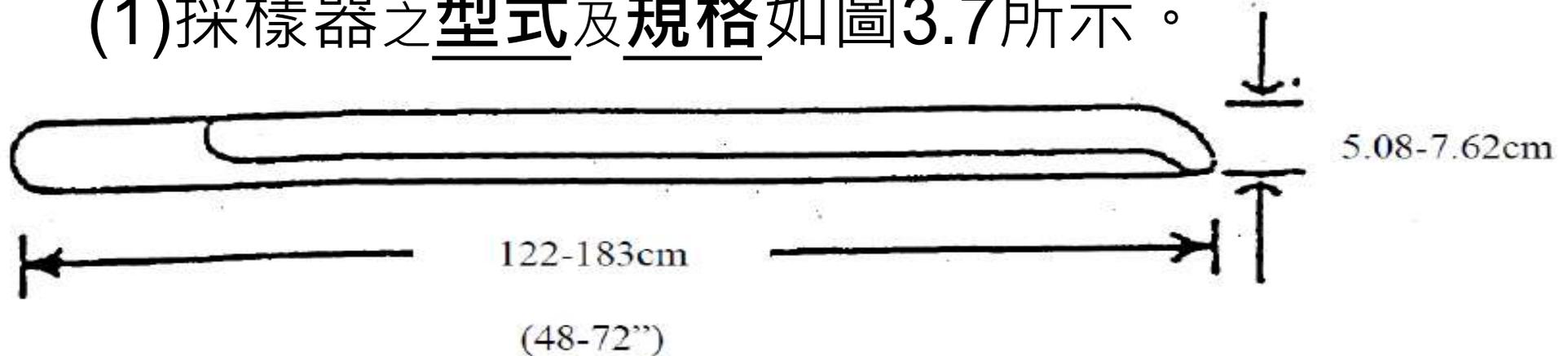


圖3.7 採樣刀(直管式)(粗粒採樣器)(Trier)

- (2)以水平角**0~45°**插入廢棄物中。
- (3)旋轉採樣器，以截取樣品。
- (4)抽出載滿樣品之採樣器，並將樣品移至樣品容器中。
- (5)栓緊樣品容器，貼上標籤密封後，立刻做採樣紀錄。
- (6)將採樣器洗淨，妥善收存備用。

6. 採樣鏟。為一般使用之小鏟子，
可在鏟面訂出刻度以方便使用(見圖
3.9)。其操作方法：

(1)採樣器型式如圖3.9所示。

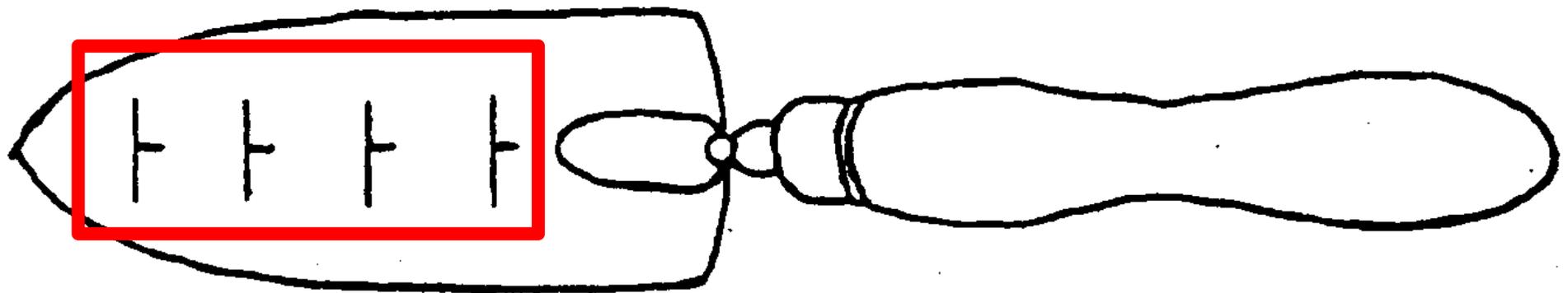


圖3.9 採樣鏟(Trowel Shovel)

(2)將廢棄物平舖，

【深度不超過30 cm】。

(3)以採樣器堆分廢棄物(四分法)。

(4)採取樣品置入樣品容器中。

(5)栓緊樣品容器，貼上標籤密封後，
立刻做採樣紀錄。

(6)將採樣品洗淨，妥善收存備用。

7. 鑽土採樣器：利用其銳利之螺旋葉片，
【可採取較**堅硬**之**廢棄物**或**土壤樣品**】

87. 鑽土採樣器通常用來採集何種廢棄物？



圖3.10
鑽土採樣組

四、採樣紀錄、標籤

對於任何環境調查或採樣工作，其作業前或作業中的文書紀錄都是非常重要且不可或缺的。這些文書作業內容包括應於採樣工作執行前完成的採樣計畫書、儀器設備清單，於採樣現場應完成的儀器使用紀錄表、採樣紀錄表、樣品標籤、封條、樣品監視鏈(樣品遞送確認單)等等。

填寫各項紀錄表格的**目的**為促使整個採
樣作業流程**可追溯性**，因此在**記**
錄時應仔細、謹慎。除採樣計畫書在
本教材中專章介紹外，其餘各項紀錄
表格的**使用目的**和**內容**說明如下：

(一)準備儀器及設備清單

廢棄物採樣工作程序煩雜，使用的設備和工具種類多，為確保採樣工作能順利應明列1份儀器及設備清單並於出發前確認。

表3.10

採樣攜帶配備行前檢查表(Check List)(範例)

配備項目	功用	檢查有無攜帶 (打√)		說明未攜帶理由
		有	無	
一、採樣所需工具				
1. 相機 (攝影機) 電池	記錄現場採樣過程			
2. 皮尺	量測採樣選定區域之長寬			
3. 繩子、標竿	標訂四周範圍			
4. 亂數表、計算機、紀錄表格	選定採樣點及資料記錄			
5. 塑膠布	放置原料用			
6. 釘鈹	縮分樣品時使用			
7. 鏟刀	解開少數成包之垃圾			
8. 鏟子	採集樣品至盛裝容器			
9. 0.1 m ³ 不鏽鋼盒	量測樣品之單位體積重量之用			
10. 磅秤	量測樣品重量			
11. 耐酸 PE 瓶或玻璃瓶	盛裝樣品用			
12. 橡膠鬆緊帶	固定桶子蓋板			
13. 標籤、膠帶	註明樣品及保護標籤			
14. 吸收性之抹布	立即擦拭採樣器具			

配備項目	功用	檢查有無攜帶 (打√)		說明未攜帶理由
二、個人安全防護配備				
1. 地圖/場址平面圖	行經路徑之確認及場址布置圖			
2. 安全帽				
3. 護目鏡				
4. 耳塞				
5. 口罩				
6. 工作衣				
7. 手套				
8. 長統膠鞋				
9. 雨衣	下雨時穿戴			
10. 蒸餾水	以備人員受污染傷害清洗用			
11. 急救箱				

(二)儀器校正及使用紀錄表

許多廢棄物的特性需要於現場立即檢驗完成，然而儀器的精準度則依賴儀器使用前的校正。為使檢測結果具追溯性，填寫儀器使用及校正紀錄是最好的方法。儀器使用及校正表內容應包括：

1. 儀器名稱及型號
2. 校正標準品的相關資料，如藥品名稱、濃度、保存期限等
3. 校正日期及校正者名稱
4. 校正結果

(三)事業廢棄物採樣紀錄表

事業廢棄物採樣紀錄表(表3.11為例)的**內容**

應包括採樣場址相關訊息、採樣日期、採樣者及廢棄物樣品的特徵、性質及現場測量結果等訊息並配合照片或影帶，並隨樣品送至分析實驗室。

以利備查以供日後考查，其內容需要如下：

- 1.計畫名稱
- 2.採樣編號(或現場編號)
- 3.採樣日期及時間
- 4.採樣地點、位置
- 5.樣品編號
- 6.樣品名稱
- 7.樣品目的
- 8.廢棄物組成型態
及來源
- 9.採樣方法
- 10.樣品體積(重量)
- 11.氣候資料
- 12.現場樣品處理情形
- 13.樣品運送及保存方式
- 14.現場環境狀況及參考資料(照片、採樣點分布描繪等)
- 15.現場連絡人員及電話
- 16.採樣人姓名、單位及職務
- 17.備註

表3.11 現場採樣工作紀錄表

1. 計畫名稱	
2. 採樣編號 (或現場編號)	
3. 採樣日期及時間	
4. 採樣地點、位置	
5. 樣品編號	
6. 樣品名稱	
7. 採樣目的	
8. 廢棄物組成型態、來源	
9. 採樣方法	
10. 樣品體積 (重量)	
11. 氣候資料	
12. 現場樣品處理情形	
13. 樣品運送及保存方式	
14. 現場環境狀況及參考資料 (照片、採樣點分布描繪等)	
15. 現場連絡人員電話	
16. 採樣人姓名、單位及職務	
17. 備註	

(四) 樣品標籤

為了使裝載樣品容器內的樣品不被混淆，與品質保證之要求、標籤的完整及各種紀錄表，在採樣行前有適當的設計有其必要性。而且在運載過程，標籤的內容是不能因任何因素而使之模糊或消除，故在標籤需具有防水功能或黏貼於盛裝容器上之外，必要時則加貼一層透明膠帶，樣品標籤之標示需與樣品紀錄表以樣品編號或現場編號聯結。因此標籤內容包括至少：

1. 採樣機構名稱
2. 採樣者姓名
3. 計畫名稱
4. 樣品編號
5. 採樣日期、時間
6. 分析項目
7. 採樣地點及位置

(五) 樣品封條

【採用如棉紙易破損材質製成】，以確保樣品運送、保存過程之**完整性**，若封條破裂代表樣品瓶可能被開啟，樣品可能為**無效樣品**。其內容另見表3.12。

1. 採樣者姓名 **2. 樣品編號** **3. 採樣日期、時間** **4. 採樣機構名稱**

【註：封條要能夠被判定是否曾開封過，故以**易碎**的貼紙為佳。】

表 3.12 樣品封條範例

採樣日期時間：____年____月____日____午____時____分

樣品編號：_____

採樣機構名稱：_____

採樣者姓名：_____

88. 樣品封條以何種材質製成，以確保樣品運送，保存過程之完整性？

Rest 10 min.

五、個人安全防護配備與安全健康措施

個人安全防護與安全措施一直都是廢棄物採樣程序中最重要的一部分，因此廢棄物清理專業技術人員訓練教材中之「作業安全衛生及緊急應變」專門來說明個人防護用具的種類、選擇及使用，故於此僅做簡略說明。

(一)採樣安全裝備

考慮採樣過程的**安全性**，採樣人員必須認識對所採集的樣品之**背景特性**，才能使維護人員採購適當安全裝備而不致於浪費。

根據先前的研究與實際的採樣經驗得知，都市固體廢棄物的**危害性**及**毒性**均較事業廢棄物低。因其來源通常是居家環境所產生，例如：廚餘、塑膠、紙張...等，所以一般廢棄物採樣防護等級較事業廢棄物採樣的防護等級**低**，但仍須**維持**一定基本安全水準。

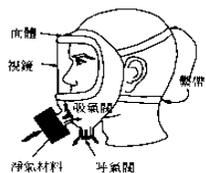
採樣地點大致可分為2種，一為露天式堆置場或掩埋場，另一為封閉式焚化爐貯坑。前者由於充分曝露於大氣下，其所揮發之氣體濃度較低，呼吸防護設備以異味或懸浮微粒防護為主。在封閉式焚化爐採樣時，呼吸設備就要嚴格許多。封閉式焚化爐採樣和事業廢棄物採樣相似，個人可能需要的安全裝備如下

【 1.完善的呼吸防護設備】

- 【(1) **防毒面具** (Gas Mask) : 其濾毒罐可防止含酸氣體及含有有機物之蒸氣等氣體進入呼吸系統。
- (2) **補給空氣式呼吸器** (Air-supplied Respirators) : 如使用空氣壓縮機產生空氣，藉管線提供該空氣，適用於高濃度氣體及缺氧之採樣環境。
- (3) **自給氣體式呼吸器** (Self-contained Respirators) : 如攜帶氧氣桶，適用於有毒或缺氧的環境，由於有現存氣體提供，可完全保護呼吸道。



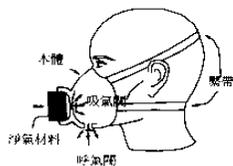
使用
輸氣管
面罩工
作的人員



全面體



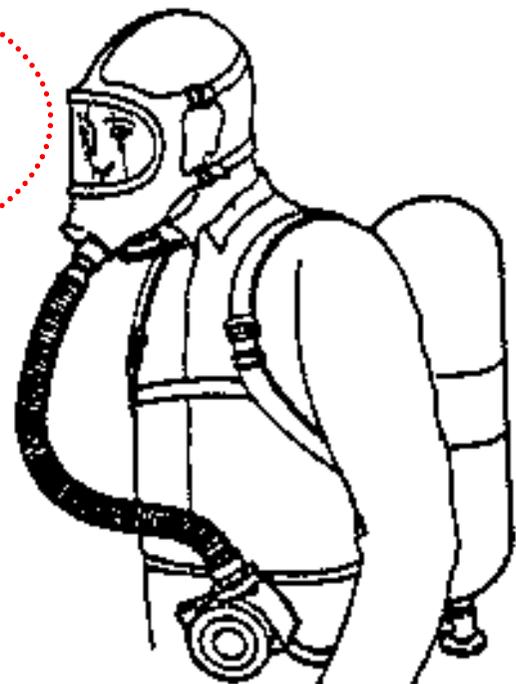
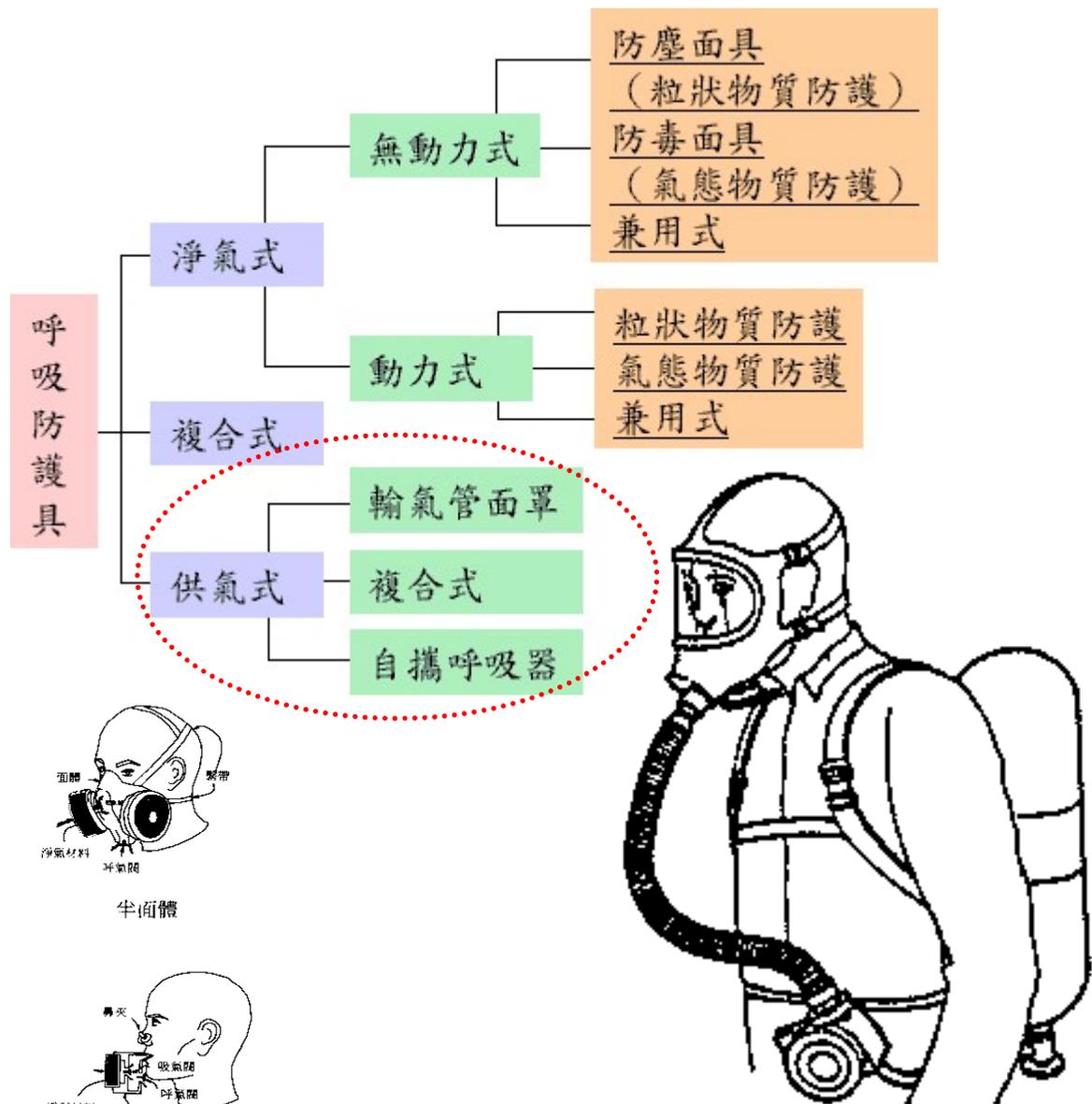
半面體



四分之一面體



口片



使用自攜呼吸器工作的人員

- 【 2. 硬殼安全防撞擊頭盔。
- 3. 護目鏡。
- 4. 耳塞。
- 5. 上下連身護身工作服。
- 6. 氯丁二烯橡膠(新平橡膠，Neoprene)手套。
- 7. 長統工作靴(抗酸鹼及鐵質保護腳趾)。】

因此，對於露天式堆置場或掩埋場之採樣，建議應至少具備上述**2~7項**之配備，**呼吸設備**則視狀況需要改為一般活性碳口罩即可。

有害事業廢棄物採樣時，為了安全起見，採樣人員在採樣**前**必須了解採樣場址之背景資料，以決定所需要的安全裝備。在所有採集過程中，採樣人員必須知道**有害事業廢棄物**可能具極強的感染性、腐蝕性、爆炸性，易著火且會逸散強毒性氣體。為了周全的保護，採樣人員需有下列裝備：

- 【**1. 呼吸防護設備**：包括全面加罩式或半加罩面式空氣清淨呼吸防護具連結空氣濾淨裝置或含**面罩**自供空氣式人工呼吸器。
2. **防護服**：頭套連身式化學防護衣或**正壓**全密封式化學防護衣。
3. **硬殼安全帽**。
4. 氯丁二烯橡膠(新平橡膠，Neoprene)**手套**。
5. **橡膠長(半)統安全鞋**。
6. **護目鏡**。】

註：呼吸防護設備及防護服可依採樣場址之安全防護等級作適當選擇。

(二)一般採樣技巧

1. 採取液體樣品時，如**樣品確知無危險性**，取樣無技術上困難，樣品已混合均勻且足夠使用時，先用樣品將樣品瓶潤洗。
2. 為防止揮發性液體樣品揮發，迅速將樣品由採樣器具移至樣品容器內，並將容器蓋緊。
3. 若要測試顏色、穩定性、酸鹼值及抑制劑濃度時，對光敏感的樣品須用**棕色**玻璃瓶裝，並迅速置入一含金屬蓋及襯墊的容器內。

4. 【考慮樣品裝入容器內時的**溫度**及容器可能遭遇到**的溫度**，預留樣品**膨脹空間**，**勿將容器裝滿樣品**。】

5. 在採取裝在鋼筒內的樣品時，由於桶內物質可能會爆炸，排出氣體或壓縮液體，因此**開桶時若有異常聲響**，應即停止作業，離開現場。

6. 若需使用**金屬**容器，須選用耐侵蝕的金屬，採**CNS316**不鏽鋼較合適。

7. 若採取**易燃**物質，須使用**非磁性**，**產生低火花的不鏽鋼**，且在採樣過程中，切勿將取樣器尖銳處撞擊容器，以**防止火花**產生。

- 8.若採取揮發性或易燃液體樣品時，須避免吸入體內，應提供適當的通風設備，切勿穿釘鞋。
- 9.採取腐蝕性樣品時，須穿防腐蝕性之防護衣、戴護目鏡、橡膠手套、長統靴。
- 10.取樣時，手必須戴手套，慎選手套材質。
- 11.【當採取揮發性樣品時，用樣品清洗採樣器具及樣品容器後，在傾倒樣品進入容器當中，須將採樣器豎立於容器入口內，直至裝滿為止，防止不飽和空氣進入。】**

(三)採樣時採樣人員安全注意事項

1.採樣時，採樣者必須攜帶個人防護裝備，避免與廢棄物直接接觸，包括皮膚、眼睛等。除非已經完成除污清潔後後，否則禁止於採樣中或後有進食或吸菸等動作。

2. **採樣者**之衣服必須維持乾淨之狀態。
當採樣完畢後，沾染到廢棄物時，
儘可能就地以清潔劑、熱水清洗之。
避免在採樣完畢後攜回過程中將
污染物帶至車上、住處或辦公室內，
如無法辦到，也應收集到密閉箱
中攜回後清洗之。

3. **個人防護設備**：請參照「作業安全衛生及緊急應變」採樣安全裝備之規定。

4. 切記，【若是廢棄物堆積場在不通風密閉室內，或為不明來源棄置場地採樣時，切勿冒然進入，需在現場附近遠離污染處進行簡易篩選測試，提供廢棄物危害程度、緊急應變及有害特性等資訊，穿戴相當等級之呼吸防護設備及有相當安全因應措施後，方能進入採樣。】

(四) 個人安全 健康措施

1. 於採樣 行前 檢查個人安全配備，並使採樣人員熟悉防護配備之使用。並講解採樣過程中可能遭遇之安全顧慮事項。
2. 採樣工作人員必須隨身帶個人安全防護裝備，避免與廢棄物直接接觸，包括皮膚與眼睛。而且在採樣過程與除污步驟前，應禁止飲食或抽菸。

3. 當採樣完畢後，若身上防護配備沾染到廢棄物時，若**能在現場清洗最佳**，否則應儘量收集帶回清洗。

4. 若是採樣地點為封閉場所如焚化爐貯坑，其環境可能閉密不通風，需經確認無安全顧慮後，才能進入採樣。

肆、廢棄物特性相關 之分析

一、一般廢棄物的 物理性質分析

(一)物理組成 (Physical Composition)

也稱物理成分，為了解廢棄物
組成百分比、可燃物及不燃物之
相對比例，進一步可作為資源回
收利用及工程規劃設計之參考。

(二) 容積密度 (Bulk Density)

也稱為單位容積重，其單位為 kg/m^3 ，單位容積重大者，常多水分及無機物。單位容積較小者如紙、塑膠，其熱值較大。

容積密度之測定方法為將**樣品之重量**
除以樣品之外觀體積，即為**容積密**
度。若廢棄物置於容器中能用**幾何**方式
算出容器之體積，則僅須測定樣品之重量
即可得之，但**廢棄物採樣時可能改變**
其外觀形態者需加以適度修正，才
可測得較**具代表性**之容積密度。

通常測定容積密度之實際做法是用一固定容積之容器盛裝樣品，再經由適當之壓實後稱重，最後以重量除以體積即為容積密度。

(三)比重 (Specific Gravity)

比重之定義為標準狀況下(1atm,4°C)物質與同體積純水之質量比，但實際運用於廢棄物特性分析時，大多採用假比重或單位容積重之方法來測定廢棄物之比重。
假比重係指同體積廢棄物與純水之重量比，而單位容積重則為單位容積廢棄物之重量，又稱容積密度。

廢棄物之比重資料可做為重量容積間之
換算因子，另可**由此資料大略推估廢
棄物之發熱及組成成分之特性**。由於
廢棄物之物理型態不同，所採用之比
重測定方法亦不盡相同，以下介紹幾
種常用之廢棄物比重測定方法。

1. 比重瓶法

適用於液體可將廢棄物孔隙

內空氣趕出者，多孔性廢棄物樣

品則需先用真空泵抽真空後再加入液

體。使用之樣品量視比重瓶大小而定。

2. 【排液體積法】

已知重量之樣品放入液體中，

液面上升增加之體積即為樣品之體

積，樣品重 **除以** 上升之液體重 即為 **比重**。

適用於比水**重**之**固體**廢棄物測定。

95. 比水 **重** 之固體廢棄物之比重測定用何種方法？

3. 【浮力原理法】

固體在液體(水)中所受之浮力等於固體排開液體體積之重量等於固體的重量，固體之比重等於排開液體體積除以固體體積再乘以液體密度，適用於比重小於水之固體廢棄物測定。

94. 小於水之固體廢棄物之比重測定用何種方法何？317

4.【比重計法】

均質液體可用已標定好之比重計測其比重，使用時可將比重計置入液體中，由比重計在液面處之刻度讀出液體之比重，液體溫度對比重之影響可由精密溫度計測得後加以修正。

96.均質液體之比重測定用何種方法？

(四) 黏度 (Viscosity)

黏度及固體顆粒含量為決定
液體廢棄物焚化條件的重要因素，
其數據除可供液體輸送動力需求之
計算外，亦可供給噴注燃燒器之霧
化器選用及操作時之依據。

通常動黏度在**1,000** Centipoise(cps)
以下者可用泵及管線輸送，如果
動黏度 (Dynamic Viscosity) 過高時，
則應考慮 加熱 (使黏度降低) 或 採
用其他特殊之輸送方式，黏度之測
定可使用黏度計。

(五)其他

如閃火點及燃點、粒徑、壓密性、pH值、相容性等，提供貯存及混合操作上之設計依據。

二、一般廢棄物的化學性質分析

(一) 廢棄物3成分分析

【廢棄物之3成分分析係指水分、灰分及可燃分】。在廢棄物焚化處理時，3成分為質量平衡計算中最基本的資料。但由於廢棄物之物理形態不同，3成分亦有複雜的變化，如【水分亦可分成化合(物)水、結晶水、吸附水和吸收水等】。【可燃分中含有揮發性物質和固定碳】等，至於灰分則有純灰分和焚化灰分等多種形態。

1.水分之測定

廢棄物中之水分型態可大致分成化合水、結晶水、吸收水和吸附水等4種；由於各種水之分離方式不同，加上揮發性物質之干擾，使得絕對水分之測定非常困難。一般水分最常使用之測定分為下列2類分別為【直接法Karl Fischer法及間接法】。依目前據國家環境研究院公告水分檢驗方法為間接法(NIEA R213.21C)，其檢驗方法流程如下：

(1) 垃圾組成總水分測定

- A. 取廢棄物(垃圾)樣品(混合垃圾樣品約10kg)稱其重量得 W_1 。
- B. 將垃圾置於鐵盤後，移入 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 烘箱內，烘乾1至2天以上，取出移入乾燥器，冷卻至室溫，精稱其重量得 W_2 。
- C. 重複以上步驟，直至樣品於2小時前後之重量變化小於0.5%為止。
- D. 如須檢測各分類垃圾組成之總水分，混合垃圾應先予分類，再依上述步驟烘乾稱重

(2)經粉碎後垃圾之水分測定

- A. 測試前將坩鍋洗淨後，置於烘箱中以 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 烘乾 **2** 小時，然後移至乾燥器冷卻備用，於使用前稱重。
- B. 稱取適量之粉碎廢棄物樣品(粒徑 **1mm** 以下，精稱至 0.001g) 約 5 至 10g (W_1)，置於上述已稱重之坩鍋中，於 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 之烘箱中至少 **2** 小時，取出移入乾燥器，冷卻至室溫，精稱其重量得 W_2

C.重複以上步驟，直至前後兩次重量

差小於0.005g為止。(0.005=0.5%)

上述乾燥過程中須注意加熱過程
是否會有閃火危險；烘箱排氣應引
導至煙櫥或適當裝置中，以免乾燥過
程產生有害氣體危害健康。

2. 灰分及可燃分測定

樣品烘乾後或使用原樣放置於坩鍋中，以高溫灰化爐灰化，**灰化溫度**視分析需要而定。灰化爐需有**強制通風**設備，以確保樣品充分燃燒。

理論上樣品通風狀態下，應可將可燃分完全燃燒掉但由於灰化溫度不夠及無法攪拌，灰化之灰分中含有可燃物質，此與焚化殘渣含有可燃分之情形相同。

故樣品之【灰化分析可分成灰分
和焚化灰分兩種】。 灰分測定之
【灰化溫度最好在800°C以上，
並通入純氧】，務必確定固定碳能
完全燒掉，而焚化灰分則以焚化
溫度通空氣灰化。

3. 注意事項

- (1) 為避免 無機飛灰 飛散，坩鍋最好加蓋。
 - (2) 灰化 時會 爆炸 或 飛濺 之樣品，需前處理。
 - (3) 需注意灰分之 熔解溫度，必要時調整 灰化溫度。
 - (4) 每組灰分分析需加做 空白試驗，以校正 大氣濕度 之誤差。
- 【灰分 可分為 3 形態：(1) 非熔融性、(2) 熔融性、(3) 含有金屬成分。】

測定灰分可預估廢棄物焚化時可能產生的爐渣量及排氣中粒狀物之含量，並可依灰分的型態類別，來選擇廢棄物適用的焚化爐，若含過多的金屬，則不宜焚化。

爐渣通常含Na、K、Mg、P、S、Fe、Al、Ca、Si、O、N、C、H等，在焚化過程中，高溫氧化環境極易發生化學反應，而產生複雜的熔渣，如 Na_2CO_3 、 Na_2SO_4 、 NaCl ...等，影響焚化爐的操作。

依據國家環境研究院公告之「廢棄物中灰分及可燃分

測定方法」(NIEA R205.01C)之方法概要，定量

之經粉碎後廢棄物樣品置於800°C高溫爐中

灰化，冷卻後稱重求其殘餘重量，即為樣品

之灰分。樣品之可燃分通常不直接測定，

而由樣品總量減去其水分和灰分而得之。

其檢測步驟如下所述：
三成分=水分%+灰分%+可燃分%

於測試前將附有蓋子之坩鍋洗淨後，置於高溫爐中，以
1,200°C空燒30分鐘。空燒後降低爐溫至300°C
時，將坩鍋移至乾燥器冷卻備用，使用前稱重。

1. 樣品水分之測定

(1) 稱取適量之經粉碎後廢棄物樣品約5至10g(W_1)(粒
徑1mm以下，精稱至0.001g)，置於上述已稱
重之坩鍋中，以105±5°C之烘箱乾燥2小時，
取出移入乾燥器，冷卻至室溫，精稱(W_2)。

(2) 重複以上步驟，直至前後兩次重量差小於
0.005g為止。

2. 樣品 灰分 之測定

- (1) 將上述完成 水分 之樣品置入坩鍋置於 **800** ± 50°C 之高溫爐中加熱燃燒 **3** 小時。
- (2) 降低爐溫至 **300**°C 時，將坩鍋及樣品移入乾燥器中冷卻至室溫，**精稱** (W_3)。

3. 樣品 可燃分 之測定

【樣品之 可燃分 不直接 測定，而由樣品 **總重量** 減去 **水分** 和 **灰分** 而得之。】

(二)元素分析

元素分析為垃圾**焚化**方式處理過程中**最重要**的操作參數，由各種元素分析法求得垃圾中碳(C)、氫(H)、氧(O)、氮(N)、硫(S)、氯(Cl)等各元素之百分比，通常可作為下列目的之使用。

【1.求理論空氣量

理論空氣量係指燃燒廢棄物(kg)所必須之空氣量(Nm^3)，為焚化設施設計之基礎資料。

2.求低位發熱量

(1)每(kg)廢棄物 **低位發熱量** 為焚化設施設計之基礎資料。

(2)求 **C/N** 比(碳氮比)。

105.元素分析為垃圾焚化方式處理過程中最重要的操作參數，通常可作為下列那些目的之使用？

(3)推測 **有害氣體** 之發生源。

(4)推測 SO_x 、 NO_x 、 HCl 等 有害氣體 之 **發生源** 及 **發生量**。】

依據國家環境研究院公告之NIEA M403.02B
「碳、氫、硫、氧、氮元素含量檢測方法-元素分析儀法」，樣品中碳、氫、氮、硫等元素在高溫純氧環境下燃燒，產生二氧化碳、水、氮化物及二氧化硫混合氣體，以氫氣將燃燒後之氣體輸送至銅還原管，將氮化物還原成氮氣，其他氣體進入各吸附管，依氣體吸附特性，分別被不同的吸附管之填充物吸附，

氮氣 直接由 **氦氣** 輸送至 熱傳導偵檢器 (Thermal Conductivity Detector, **TCD**) 檢測含量，吸附管依序以氣體 **不同** 脫附溫度 **加溫脫附** 二氧化碳、水 及 二氧化硫，再分別引入 **熱傳導偵檢器** 以檢測個別成分含量，可求得 氮、碳、氫、硫 之組成 百分比。

氧元素利用**石墨**與樣品混合，在約**1,100°C**時將**氧**完全轉換生成**一氧化碳**，再利用**非分散性紅外線光度計 (ND-IR)**測定**一氧化碳**之濃度，計算後以測量**氧**組成百分比。廢棄物中**C、H、N**含量分析流程如圖4.1。

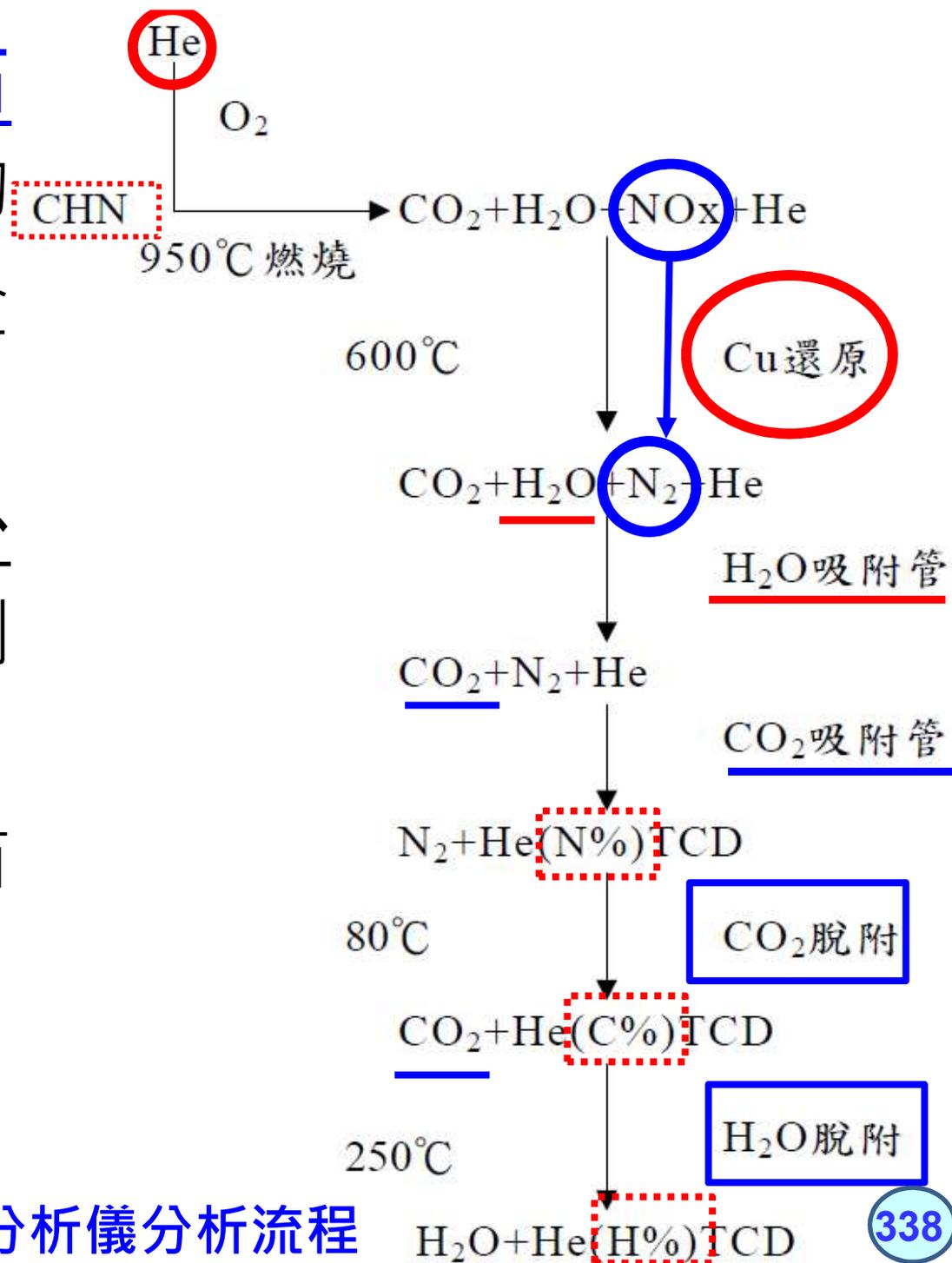


圖4.1 廢棄物中CHN之元素分析儀分析流程

依據國家環境研究院公告之 NIEA M402.02B 「硫、氯元素含量檢測方法-燃燒管法」，將樣品通入足夠之氧氣，使其在 **800-850**°C 密閉燃燒管中加熱燃燒，樣品中的硫(S)、氯(Cl) 氧化成 酸性氣體，被 **3%** 過氧化氫(H₂O₂)溶液吸收。吸收液定量後經 滴定法或 離子層析法分析即得 硫酸根(SO₄²⁻)與 氯離子(Cl⁻)產生量，再予以 換算求出樣品中之硫、氯等元素含量。

(三)廢棄物之熱值(發熱量)

熱值高低為燃料的一項重要

特性或指標，對以**焚化**為處理方

法之廢棄物而言，廢棄物的**熱值**

更為不可或缺之基本資料，**測定**

熱值之目的如下：

【1.判定廢棄物是否適合焚化處理。

2.決定焚化爐體之熱釋放率，作為爐
體設計之依據。

106.廢棄物的熱值為不可或缺之基本資料，測定熱值之目的為何？

3.焚化處理時，初步決定所需添加
輔助燃料量，作為管理及爐體操
作條件之憑藉。】

熱值測定可利用國家環境研究院公告之NIEA R214.01C來分析，其原理乃將內含氧氣彈筒水槽，置於恆溫且絕熱式之夾套中，點火燃燒後，物質所釋放之燃燒熱，由外圍水槽吸收，記錄水槽上升之溫度，乘上熱卡計之熱當量，再除以試料重量即可得其可燃分【乾基(高位)發熱量(h)(參考圖4.2)，由此再換算成濕基高位及低位發熱量】。

乾基(高位)發熱量(h)=

【水槽上升之溫度X熱卡計之熱當量】 / 試料重量

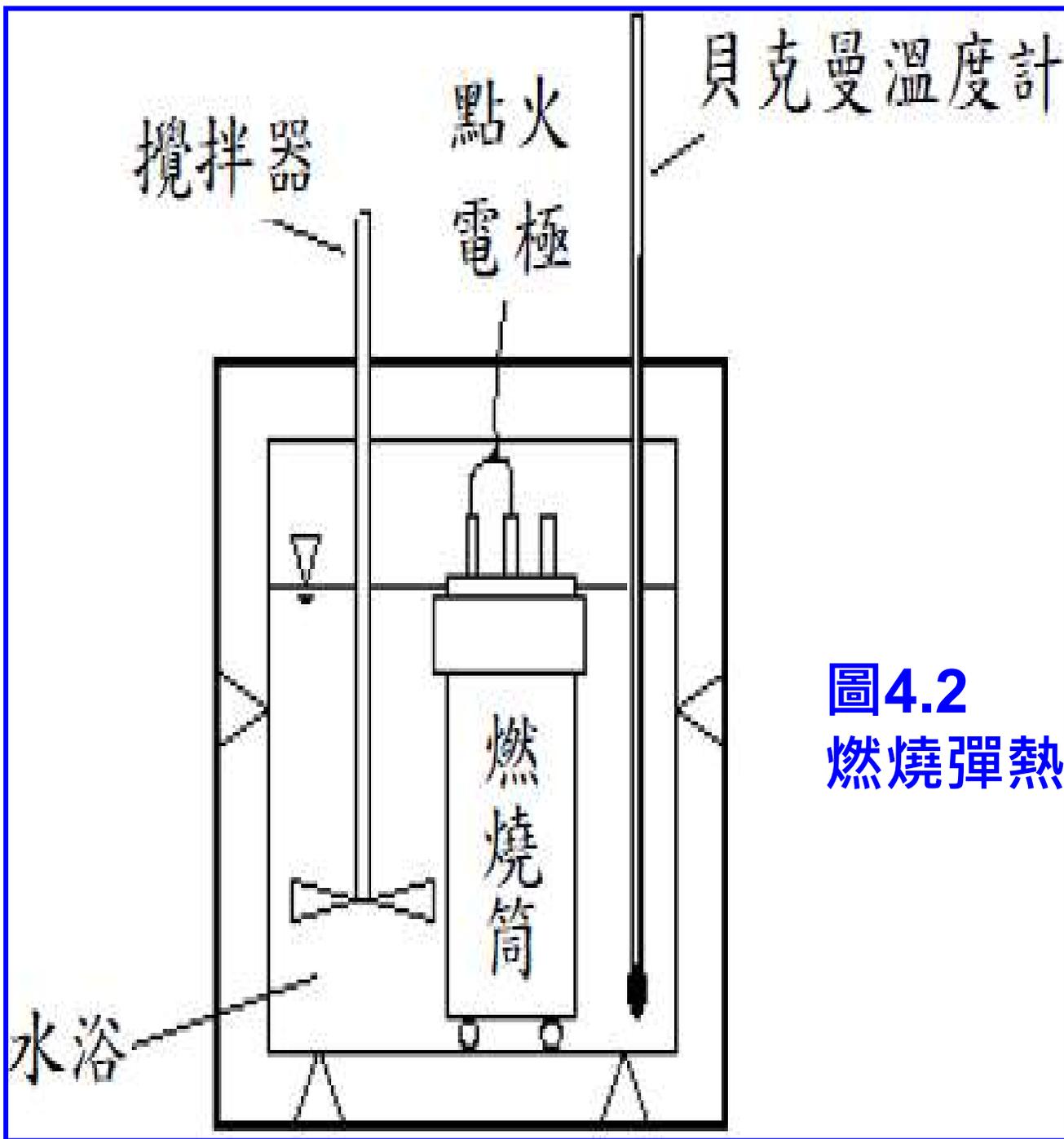


圖4.2
燃燒彈熱卡計圖

1. 濕基高位發熱量 (High Calorific Value) H_h

濕基高位發熱量亦稱總發熱量 (Gross Heat Value) ,

由實測乾基高位發熱量校正含水量而得。

熱量之測定可用熱量計 , 常用之單位為kcal/kg。

其公式為：

$$H_h = h \times \frac{100 - W}{100}$$

【 h : 乾基高位發熱量 ; W : 垃圾含水量(%)】

108. 濕基高位發熱量及濕基低位發熱量之計算式為何 (344)

2. 濕基低位發熱量 (Lower Calorific Value) H_L

濕基低位發熱量亦稱真(淨)發熱量 (Net Heat Value) , 由濕基高位發熱量扣除水氣之凝結熱 , 包括廢棄物含水量及其他燃燒所產生水分之凝結熱而得之 :

濕基低位發熱量=濕基高位發熱量-凝結熱

$$H_L = H_h - 6(9H+W)$$

式中W : 垃圾水分%

H : 垃圾元素分析值之濕基氫含量%

108. 濕基高位發熱量及濕基低位發熱量之計算式為何?

例題：某垃圾焚化廠貯存坑之垃圾，經熱值分析測得其乾基發熱量為5,100kcal/kg，又測得該垃圾的**水分(H₂O)**含量為**30%**，垃圾元素分析值之**濕基氫(H)**含量**5.0%**，請計算該垃圾之濕基高位發熱量(H_h)，及濕基低位發熱量(H_L)值分別為何。

濕基高位發熱量： $H_h = h \times \frac{100 - W}{100}$

$$H_h = 5,100 \times \frac{100 - 30}{100} = \underline{3,570} \text{ Kcal/Kg}$$

濕基低位發熱量： $H_L = H_h - 6(9H + W)$

$$H_L = 3,570 - 6(9 \times 5 + 30) = \underline{3,120} \text{ kcal/kg}$$

Rest 10 min.

(四)灰渣中之金屬

廢棄物中若含有微量重金屬(As、Cr、Cd、Cu、Pb、Hg、Se、Ag等)，在焚化時需特別注意其含量及灰渣中可能之濃度。若焚化後之爐渣或飛灰中含過量之重金屬，將使得這些爐渣和飛灰成為有害廢棄物，而增加許多處置上的困擾。

(五)灼燒減量

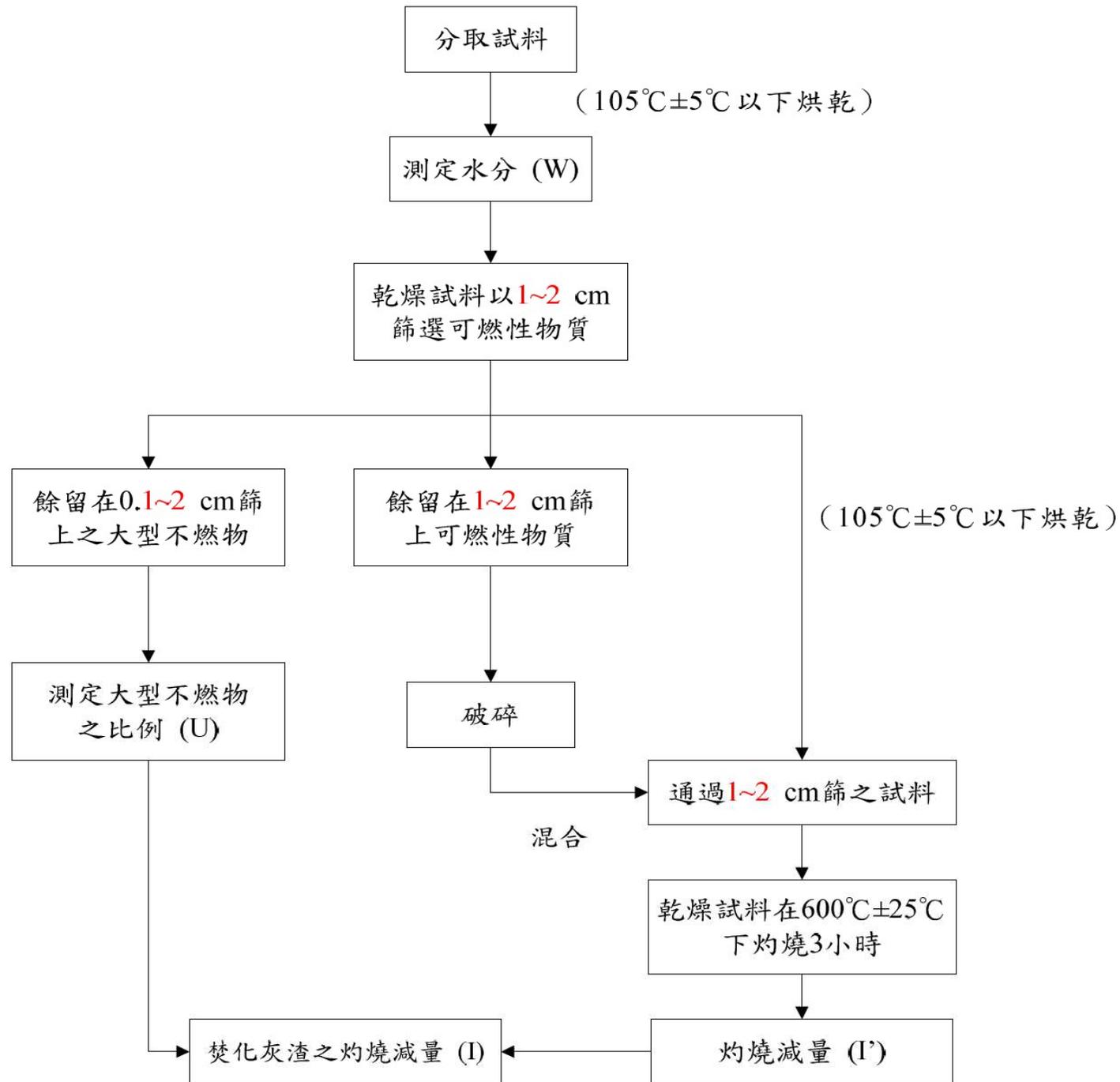
【利用 600±25°C 高熱下灼燒 3小
時，使殘留於焚化灰渣中之不穩定物
質再予灼燒分解，以測定灰渣中之可
燃成分比例，灰渣之灼燒減量
常用為焚化爐燃燒效率的指標。】

焚化灰渣的特性隨垃圾在爐內的停留時間、燃燒溫度、爐內的攪拌及廢氣處理方式等而有顯著的變化，**排出時只做一次的試料採取是無法得到代表性的試料**。因此，【焚化灰渣排出時，是以在適當的時段內，**一次採取1~2kg**，1日4~5次，合計採取**5~10kg**之焚化灰渣作為試料母體。至於回分式燃燒方式的設施，其排灰設備是在早上和中午清灰時，則可在**清灰時採取2次樣品**。】

試料採樣地點隨燃燒方式或排灰設備而有所差異，例如排灰設備採貯灰坑的方式時可用吊車、抓斗採取試料，又貯灰槽方式時，則在通往貯灰槽的灰渣輸送帶上採取。若是用卡車等搬運灰渣時，亦可傾倒混合再用四分法來採取試料。

圖4.3

焚化灰渣之灼燒減量測定流程



註：亦可使用篩孔 5 mm 之網篩，5 mm 網篩過篩之樣品進行測定時，分析精確度較為穩定。

三、廢棄物有害特性分析

有害事業廢棄物**認定標準**之有害特性中，包括腐蝕性、易燃性、反應性、相容性，及未列入之放射性等，均需要在採樣現場先予以瞭解，以**保護**採樣人員與後續相關檢測人員之**安全**。

(一)腐蝕性

pH值可直接提供事業廢棄物**腐蝕性**的判斷，傳統分析所用pH值測試器(pH meter)，甚至市售測試藥劑都有很高的**可信度**。【**含水溶液**之廢棄物可直接測試而得其pH讀數；對於**不含水**之廢棄物，亦可以少量的水與其混合(一般為水：廢棄物=1：1)後，再行測定。當**pH** \geq **12.5**或 \leq **2.0**之廢棄物，依據**有害**事業廢棄物**認定標準**將被視為**有害廢棄物**】，在貯存和操作時均需特別注意其可能造成的**強烈腐蝕**。

此外，因為氰化物或硫化物在酸性溶液中會釋放出劇毒性的氰化氫 (HCN)或硫化氫 (H_2S)氣體，因此對含此2類化合物樣品，在測定其pH值時需特別留意。一般為了安全，樣品需保存於pH10以上(鹼性)。

(二) 易燃性

一般**有害**事業廢棄物的**易燃性**指標乃依其
閃火點而定，定義閃火點低於特定限度
(以我國為例，其廢液閃火點標準為**60°C**)
之廢棄物為**具有易燃之危害性**。閃火點之
測試可使用閃火點測試儀，可依國家環境研
究院公告之NIEA R210、R211等方法為之。

檢驗室中可利用一簡易的步驟，除了測試廢棄物的**易燃**性外，亦可觀察其**燃燒**的部分特性。其方法乃在具有安全防護罩的**高風量**抽風櫃中以藥勺或鑷子等取少量廢棄物樣品(**20-50mg**或數滴液體)置於火苗上，觀察其反應並判斷其特性。

【1.一般性燃燒：有機**易燃**物

2.**劇烈**燃燒：**易爆**物

3.**結焦**或**變黑**：有機**不**易燃物

4.不燃燒且僅少量積碳：**無機**物】

113.有害事業廢棄物的易燃性指標乃依其閃火點而定，取少量廢棄物樣品(20至50mg或數滴液體)置於火苗上，如何觀察其反應並判斷其特性

(三)反應性

1.與空氣之反應性

存放於桶中的**有害**事業廢棄物，若是與空氣或者微量水分易有劇烈的反應，則在開桶的過程中必須特別小心。此類特性一般並無檢測方法，僅能要求操作者在開桶的過程中，**觀察廢棄物是否釋放出煙、氣體或是壓力**。對於浸於液體中的固態物質，均應小心的將其取出液面以避免其與空氣反應而發生劇烈變化。

2.水反應性

有害事業廢棄物於處理場運作的過程中難免與水接觸，因此在其貯存或處理前，首先應注意的危害性便是其與水之反應。**一般**廢棄物與水的反應性不外有下列3種：

(1)與水產生**劇烈**作用。

(2)與水生成**易爆**物。

(3)與水生成**有害**氣體。

因為生成物的種類繁多而不可能一一
檢測，其簡易測試方法乃在具高風量的安
全抽風櫃中，將少量之廢棄物 (**10g** 或
10mL之內)，逐量地加入水中，觀察其
是否有放熱、沉澱、釋放氣體或是
形成不相混合溶液之情況發生，而當
做判斷其是否具有水反應性的依據。

(四)相容性

依廢棄物相混合後，可能產生危害人體或環境安全的化學反應，大致可分為下列**12**種：

1.產生熱能

2.發火

3.產生氣體

4.產生毒煙

5. 產生易燃性氣體

6. 揮發出毒性或易燃物質

7. 產生劇毒產物

8. 產生不穩定物質

9. 產生超高壓

10. 溶出毒性物質

11. 釋放出毒性之塵、霧及粒狀物

12. 劇烈聚合

所以當廢棄物混合時，若產生上述**12**
種反應中的任何一種反應，則視這
種廢棄物 **不具相容性**。依照

ASTM D5058-90(Standard Test Methods
for Compatibility of Screening Analysis of Waste)

方法所述，相容性測試方式有**3**種。

【1.方法A係將**2**種廢棄物相互混合，觀察其是否會產生熱量或反應，而判定該**2**種廢棄物是否具有相容性。取樣時，**樣品量不可大於150mL**，相混時亦應緩慢逐漸混合，除溫度改變是不相容指標外，生成煙、霧氣、氣體、聚合、沉澱、乳化、黏度增加等都是**不相容**的指標。

2.方法B

係將廢棄物與三甲基胺反應，觀察

其是否會產生溫度變化或化學反應，

此試驗需在抽風櫃內執行，且需小心操

作，同樣地其觀察之指標除溫度變

化外，尚包括氣體產生、聚合等。

3.方法C

係指將水與廢棄物以**10 : 1**比例混合，觀察其是否產生**溫度變化、氣體、沉澱、乳化**等現象，而判定其與水之**相容性**。

(五) 放射性

不明廢棄物中是否含**放射性**物質，可用市售之直讀式儀器，如蓋格計數器 (Geiger counter) 測定之。



TYPE: BR-9b
Geiger counter

四、廢棄物特性

現場簡易測試

現場簡易測試主要目的為迅速了解廢棄物特性，以輔助危害性分類，供實驗室分析及後續貯存、處理處置作業參考，**並非正式**法規公告之方法。本方法**僅適用於**事業廢棄物或廢棄物棄置場址之不明廢棄物的現場簡易測試，為提高其測試敏感度，主要測試成分(特性)需具一定濃度以上(如數百ppm~%)。

$$1\% = 10^4 \text{ppm}$$

測試項目：物理性狀描述、水反應性、水溶解性、比重、燃燒試驗(著火性、鹵素試驗、易燃性)、pH值、氧化物及過氧化物、硫化物及氰化物等。

惟其中與法規規定相同之有害特性測試項目，也可配合正式稽查採用法規規定之分析方法檢測之。

簡易測試方法係藉著一系列簡單的測試工具或簡易試劑(Test Kit)來判定廢棄物具下列何種特性，並藉以判定其危害性。

(一)酸類(固/液體) (二)酸性氧化劑(固/液體)

(三)鹼類(固/液體) (四)鹼性氧化劑(固/液體)

(五)可燃性(固/液體) (六)氰化碳氫化合

(七)氰化物(固/液體) (八)硫化物(固/液體)

(九)無害物(固/液體)

藉由上述的特性分類後，即可提供下述資訊：

(一) 可判定廢棄物的特性，如具可燃性、腐蝕性、反應性等。

(二) 可判定廢棄物之毒害等級，做為選擇在運輸過程中所必須貼示公告及載貨單。

- (三)可迅速判定某一場址之廢棄物對附近居民及環境可能造成之**危害**程度。
- (四)迅速依洩漏物之形式選擇適當之緩和劑、隔離物或中和劑，如選擇**苛性鈉**用於**酸洩漏**事件。
- (五)選擇適當凝固劑，以減少運送/處理之成本。
- (六)經由**選擇**性的組合樣品，減少分析費用

(一) 樣品外觀觀察

觀察廢棄物的粒徑、顏色、黏度、濁度及液相層數。

(二)水溶性/比重測試

取少量樣品(0.2mL或0.1g)加入**3**mL去離子水中試驗，以確認：

1. 溫度改變、產生氣泡或冒煙表示樣品對水為**具**反應性。
2. 樣品溶解無沉澱現象且僅為單相溶液，表示樣品為水溶性。
3. 樣品不溶或略溶於水，則判斷其比重大於或小於**1**。

(三)pH測試

此一測試僅適用於水溶性之樣品，**純有機**性廢棄物**無法**進行此一測試。

- 1.若使用pH計，先將其**校正**後，再插入樣品溶液中，讀取pH值。
- 2.使用pH試紙，先將其浸入樣品溶液中，再與參考顏色**比對**，定出pH值。

(四)氧化劑測試

此一測試僅可用於水溶性之樣品。

- 【1.將碘化鉀試紙一端以數滴3M鹽酸酸化。
- 2.將其浸入樣品溶液中。
- 3.若試紙變成藍色或黑色，表示此樣品為一氧化劑。】

(五) 硫化物測試

由於硫化物在酸性溶液中不穩定，因而此測試僅適用於 $\text{pH} \geq 7$ 之樣品溶液，其測試極限約為50 ppm。

1. 將醋酸鉛試紙一端以數滴3M鹽酸酸化。
2. 將其浸入樣品溶液中。
3. 若試紙變黑表示樣品中含硫化物

(六) 氰化物測試

【由於氰化物在酸性溶液中不穩定，因而此測試僅適用於 $\text{pH} \geq 7$ 之樣品溶液，其測試極限為50 ppm。

1. 取5mL或0.2g樣品，溶於50mL去離子水中。
2. 以2~3滴50% NaOH溶液調整 $\text{pH}=11$ 。
3. 加入3滴Rhodanine Solution(羅丹寧溶液)並振搖。
4. 加入1滴0.02M硝酸銀溶液。若顏色不改變，表示樣品中有氰化物存在。顏色改變或產生沉澱，表示樣品中不含氰化物。】

(七)可燃性測試

此一測試可利用光解離偵測器進行，它可直接伸入樣品貯存容器內測試，或將棉花棒沾上液體樣品置於火焰上測試：

1. **易燃物**：樣品**極易點燃**，並對火焰有激烈反應，可使PID Analyzer之讀數超過200單位，預估其燃火點約為**34**°C。
2. **可燃物**：樣品**可點燃**，並產生一穩定火焰，可使PID Analyzer之讀數超過200單位，其燃火點約為**84**°C。
3. **不可燃**：樣品在火焰下仍不可燃。

(八) 氯化碳氫化合物測試

【此測試適用於不溶於水但比重大於1
之樣品。

1. 將一銅線在火焰上加熱至產生無綠色
存在之黃色火焰為止。
2. 冷卻**15秒**後將銅線浸入樣品中。
3. 再將銅線置於火焰中，若產生**綠色火**
焰則表示樣品中可能含有氯化碳氫化
合物。

(九)PCB篩選

可利用已商業化PCB簡易試劑如
CLOR-N-OIL篩檢試劑進行測試。

多氯聯苯篩檢方法 - 免疫分析法

中華民國95年7月13日環署檢字第0950055833E號公告

自中華民國95年10月15日起實施

NIEA M625.00C

(十)其他測試方法-檢知管測試

(1)氰化物測試：將少量樣品(>0.5 mL)以數滴3M鹽酸酸化後，可以HCN檢知管測試所產生之氣體，若無氰化物存在則顏色改變，甚至產生沉澱。

(2)硫化物測試：將少量樣品(>0.5 mL)以數滴3M鹽酸酸化後，可以H₂S檢知管測試所產生之氣體。

- (3) 可燃性液體測試：可以**丙酮** (Acetone)、**乙醇** (Alcohol)、**2-丁酮** (Methylethyl Ketone)、**乙酸乙酯** (Ethylacetate) 檢知管測試。
- (4) 酸性**氧化劑**測試：可利用**SO₂**、**NO₂**等檢知管測試。
- (5) 酸性**液體**測試：可利用**HF**、**HCl**等檢知管測試。

(十)其他測試方法-金屬測試

市面上有些簡易之金屬簡易測試試劑出售(如 Merckoquant)，這些試劑可檢測水溶液樣品中的金屬及陰離子。但當樣品中含有多種物質容易造成干擾，使它們在實際應用上受到限制。另外，固態廢棄物之重金屬含量亦利用國家環境研究院公告之「**土壤和底泥**中元素濃度快速篩選方法 - 攜帶式X-射線螢光光譜儀(**XRF**)分析法」(NIEA S322)進行篩測分析。

(十一)測試結果之運用

1. 水溶性樣品若以銅線-火焰測試得陽性反應，並不表示其為氰化碳氫化合物，因為氰離子也會在銅線-火焰測試中得到陽性反應。一般而言，氰化碳氫化合物不溶於水，且比重大於**1**

2.任一顯色反應之**顏色變化**太深時，最好能將樣品先行**稀釋**後再重複測試1次，以**減少干擾**。

3.**有機**液體樣品無法直接測其pH值，可以等體積之水加以**萃取**後再對水溶液測pH值，做為此一有機液體pH值之參考。

4. 若一液體 **不溶**於水，且**比重**小於**1**，則此溶液**必為**有機物，可**不必**進行【氰化物及硫化物之測試】，甚至不必進行氯化碳氫化合物之測試(因**其比重必大於1**)。

5. 若一液體 不溶於水，且 比重大於1，則必須進行 氰化碳氫化合物 或 PCB 測試。

6. 若一樣品溶液之 $\text{pH} < 7$ 時，可 不必 進行 氰化物 及 硫化物 測試。

7. 若一樣品溶液經判定為氧化劑時，可不必 進行 氰化物 及 硫化物 測試。

五、組成分定量分析

為瞭解有害事業廢棄物中有害成分之含量多寡，作為法規標準符合與否之依據，常以儀器分析法分析確定之，其主要的分析方法依有機或無機成分，分別概述如下：

(一) 主要有機物成分分析(定量分析)

廢棄物樣品直接或先以適當之前處理方式，例如測定揮發性有機物(VOC)所用之吹氣捕捉法(P&T法)、溶劑直接稀釋法、測定半揮發性有機物(SVOC)所用之萃取法(固相/液相萃取法)及必要時所用之管柱淨化法等，**使成為適當之待測樣品溶液**，再以氣相層析儀法(GC法)、氣相層析質譜儀法(GC/MS法)、高效能液相層析儀法(HPLC法)分析。

因為這些分析儀器的分離管柱可將廢棄物樣品的成分，依其性質的不同而加以分離，再藉著適當的偵測器如火焰離子化偵測器、質譜儀、紫外光偵測器等，定出各成分濃度。此種測定所得結果更能明確了解廢棄物之組成成分並用以判斷其毒性或危害性。

(二)主要無機物成分分析(定量分析)

此種測定所使用的方法，【通常是原子吸收光譜儀法(Atomic Absorption Spectrometry, **AAS**)、感應耦合電漿原子發射光譜儀法(Inductively Coupled Plasma/Optical Emission Spectrometry, **ICP/OES**)、感應耦合電漿質譜儀法(Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry, **ICP/MS**)。】

廢棄物樣品經適當前處理如溶解、酸
消化後，便可以上述測定法測定，
惟前者之儀器一次只能測定一種
金屬元素，但後兩者之儀器一次可
同時測定多種元素，較快速方便
且具經濟效益，唯其設置費用高。

六、**有害**事業廢棄物檢測方法

廢棄物待測樣品之製備，一般皆採用濕式法，其方法係將**固態**或**液態**之樣品經各種前處理方法去除干擾後製備成待測溶液。

其中 **重金屬類**需先經熱板消化或微波消化等設備消化；**有機物**之揮發性化合物(VOC)則直接稀釋注射或連接吹氣捕捉、頂空間進樣或蒸餾處理之進樣設備；**半揮發性化合物類(SVOC)**則先使用液相-液相萃取、索氏萃取、超音波萃取等萃取方法萃取，或是再使用各種淨化設備前處理。

而廢棄物進行最終處置或於環境再利用用途之判定時，則【先使用**毒性特性溶出程序(TCLP)**製成萃出液，再經**消化**程序製備成**待測**樣品溶液。最終利用樣品溶液檢出**濃度**的高低來判定廢棄物是否為**有害**性廢棄物。】

(一)毒性特性溶出程序 (NIEA R201.15C)

1.方法概要

(1)本溶出程序係為配合「**有害**事業廢棄物認定標準」附表四之毒性特性溶出程序(TCLP)溶出標準所訂程序，若事業廢棄物經總量分析顯示其中**不**含待測物或待測物之濃度**低**於溶出標準，則**不必**操作本溶出程序；操作步驟中任一部分萃出液中之任一待測物之濃度**高於**此標準，或以瓶式萃取所得之任一揮發性成分**濃度高**於此標準時，則**不**須繼續進行其他萃取步驟或萃出液分析。

(2) 乾固體含量小於0.5%之液體廢棄物，經由**0.6~0.8 μm** 之**玻璃纖維濾紙**過濾所得之**濾液**，即視為**TCLP**之萃出液，俟分析後得待測物之**濃度**。

121. 毒性特性溶出程序，若乾固體含量小於多少即視為**TCLP**之萃出液？

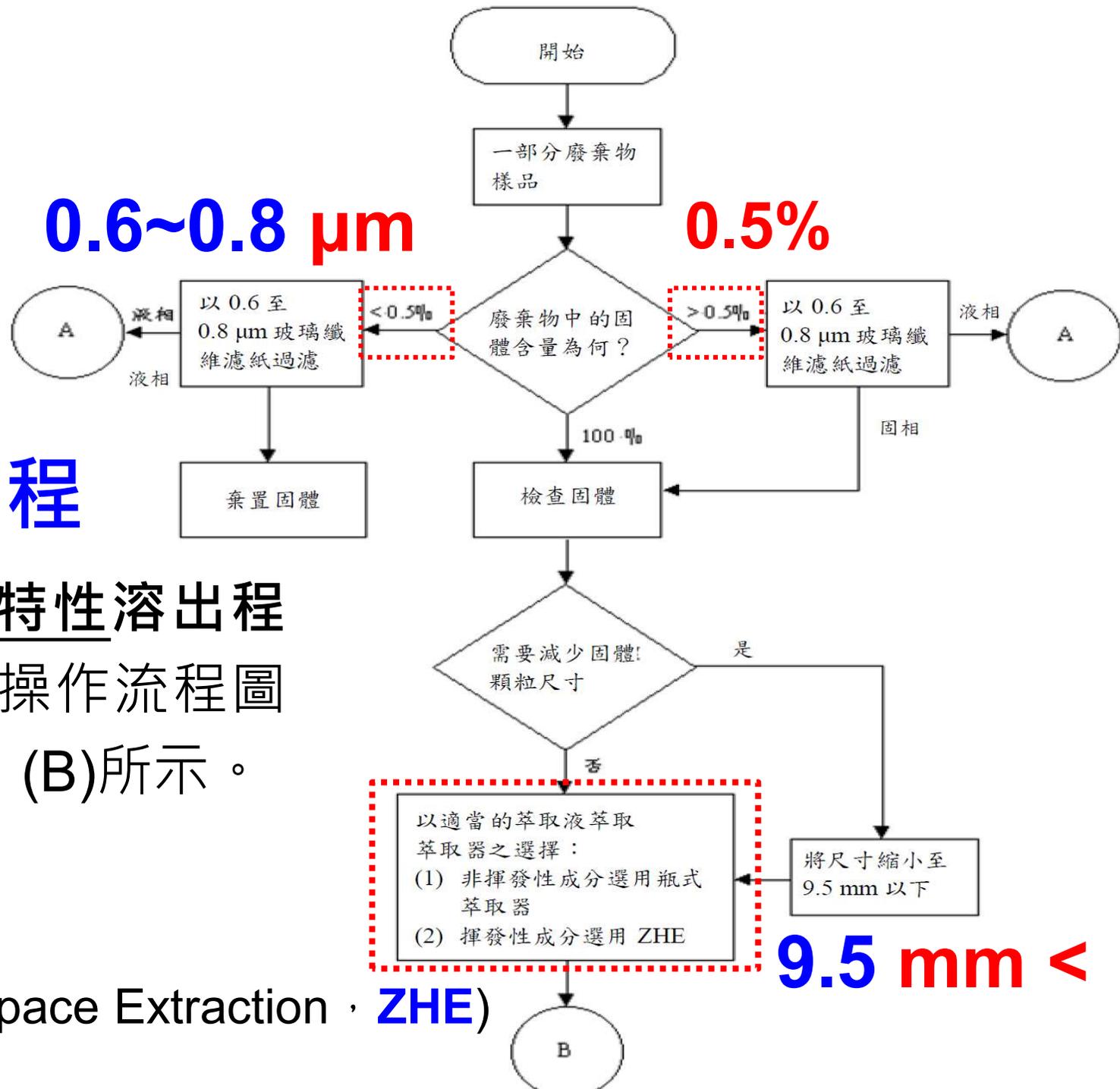
122. 毒性特性溶出程序，由多少 μm 之**玻璃纖維濾紙**過濾所得之**濾液**，即視為**TCLP**之萃出液？

(3) **含液相之廢棄物**，其固體含量 **大於**或等於 **0.5%**時，將廢棄物過濾分離後，濾液部分視為TCLP之萃出液，保存待分析；固相則視需要將顆粒減小後，以【**20倍重**的**萃取液萃取**】；**萃取液之選擇依廢棄物固相酸鹼性而定**，測試揮發性待測物時，須使用特殊的萃取容器。萃取後以**0.6~0.8**μm之玻璃纖維濾紙過濾，**濾液**視為TCLP之萃出液。

(4) **固相**廢棄物經**萃取**所得之**萃出液**與**液相濾液**若**無**任一待測物濃度**超過溶出標準時**，則個別分析後，**將結果以體積權重**計算**平均濃度**，得待測物之**濃度**。

2.適用範圍

本溶出試驗方法係用於測試固相、液相或多層相之廢棄物中有機、無機待測物之移動性。

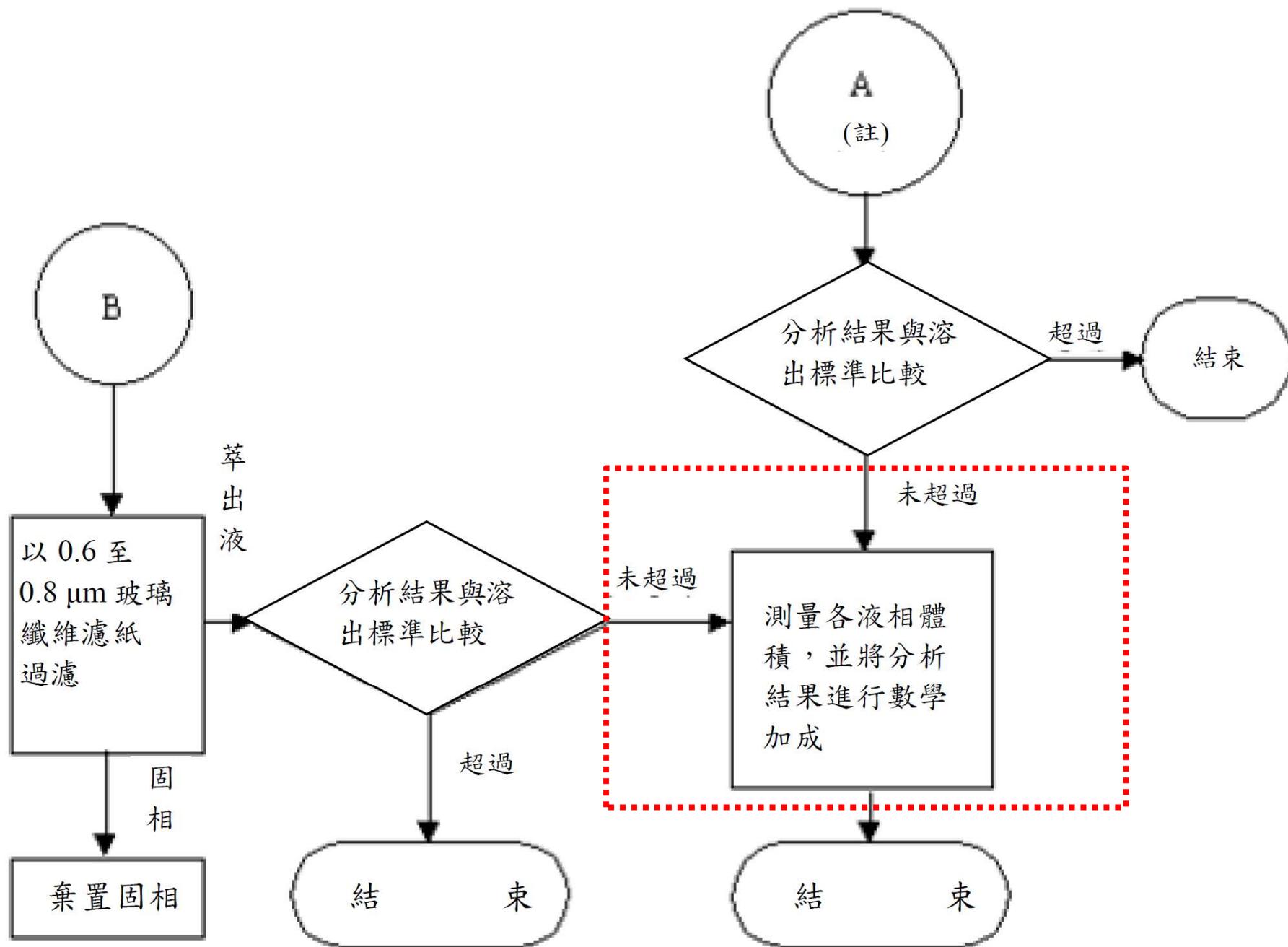


3. 操作流程

廢棄物毒性特性溶出程序(TCLP)其操作流程圖如圖4.4(A)、(B)所示。

零空間萃取

(Zero-Headspace Extraction, ZHE)



註：若未能於萃取完盡速分析，則需於 $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 下貯存。

Rest 10 min.

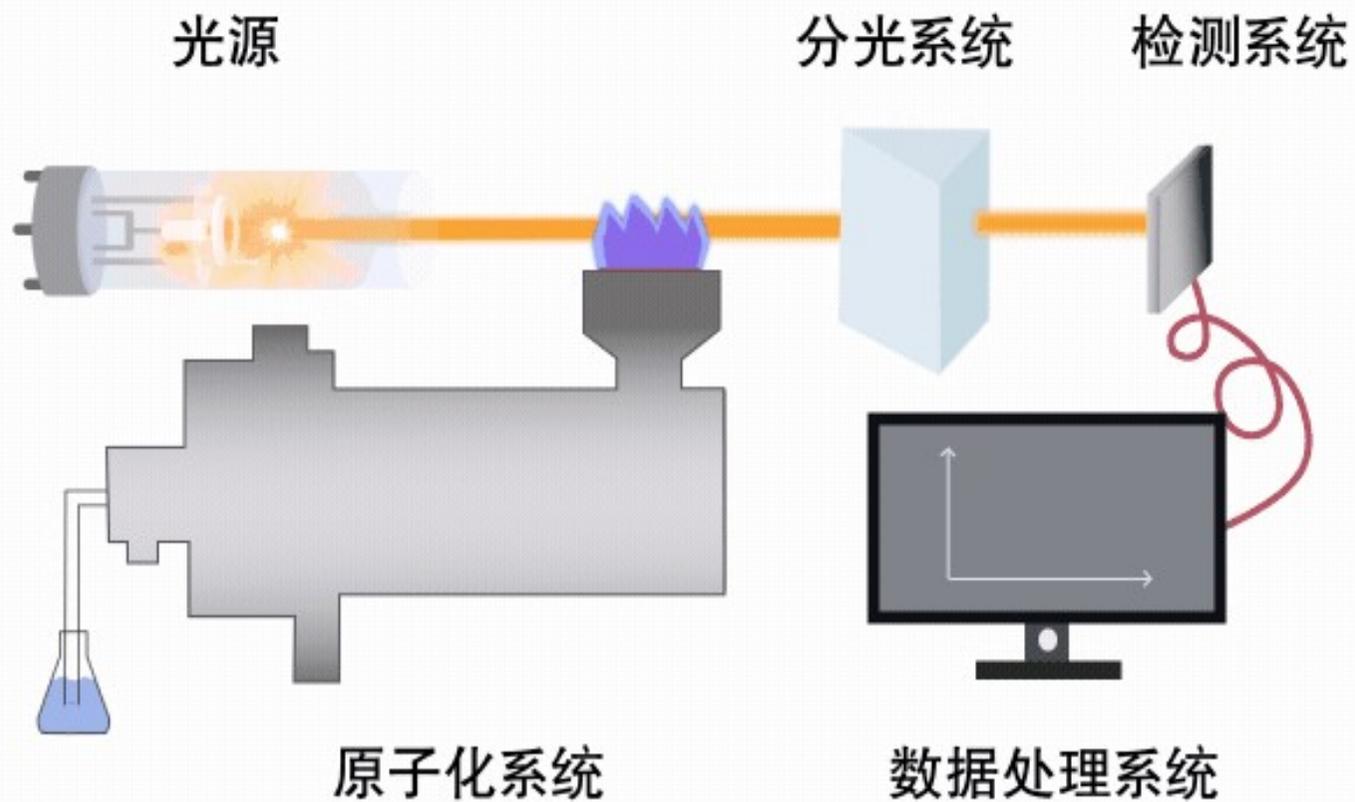
(二) 待測樣品溶液之檢測

液態樣品、經由毒性特性溶出程序所萃取之萃出液、或使用有機溶劑萃取/淨化之待測樣品溶液，依樣品性質，可分為無機污染物待測樣品溶液與有機污染物待測樣品溶液兩大類進行分析之。

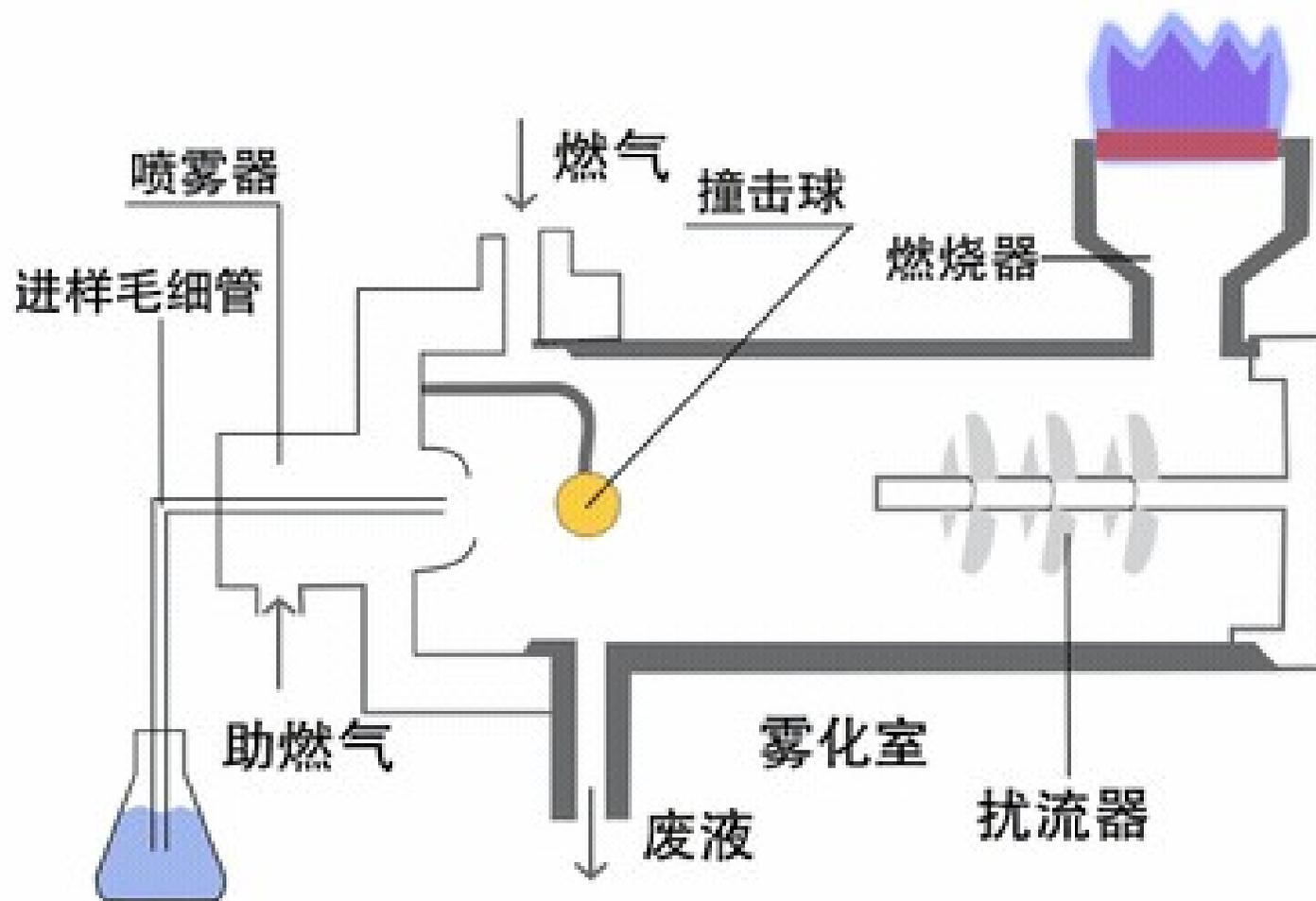
1.無機污染物-採用原子吸收光譜法(AA法)或感應耦合電漿原子發射光譜法(ICP/OES法)檢測

AA法分為火焰式原子吸收光譜法與石墨爐式原子吸收光譜法。火焰式原子吸收光譜法的基本原理是**消化**後之樣品經**噴霧**直接送入火焰，於適當火焰條件下原子化，待測元素之原子能夠由光源**吸收**特定波長之光線，再比較吸收前後的光線強度，可求出樣品中待測金屬之**含量**。

原子吸收光谱仪结构示意图

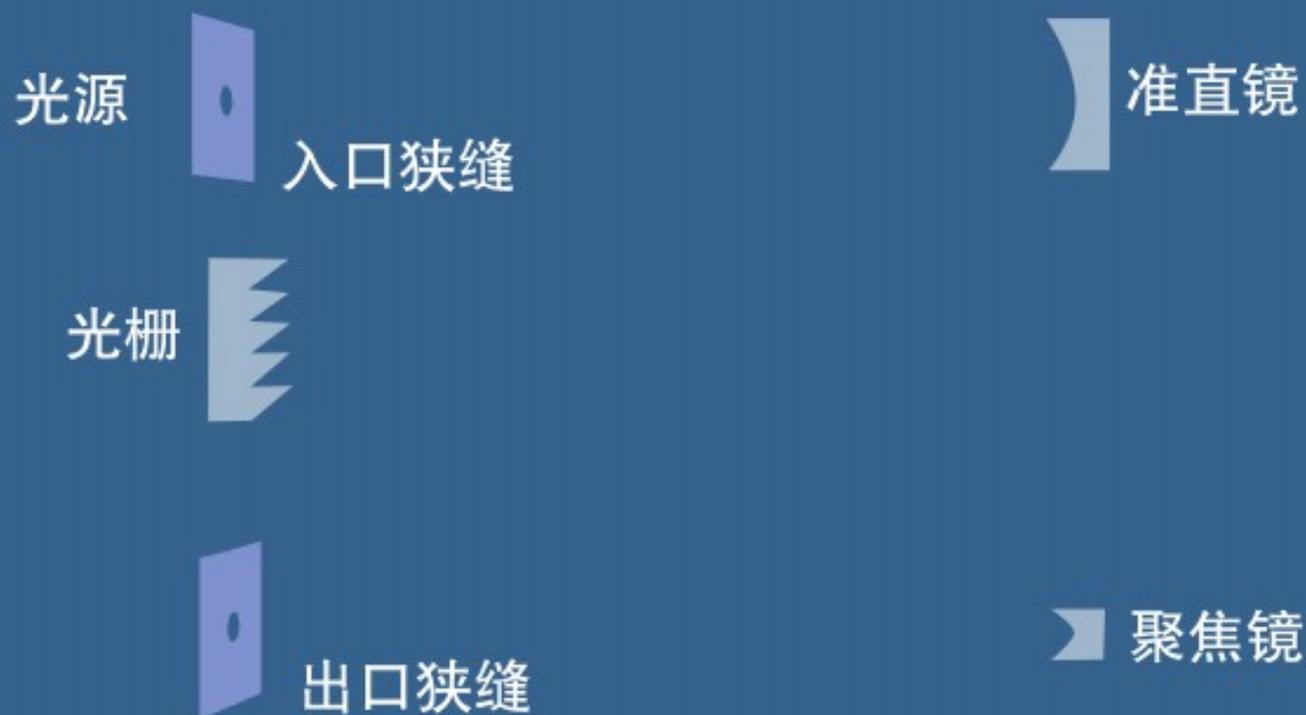


火焰原子化器的結構原理



分光系統的原理

光柵分光單色儀



石墨爐式原子吸收光譜法則是

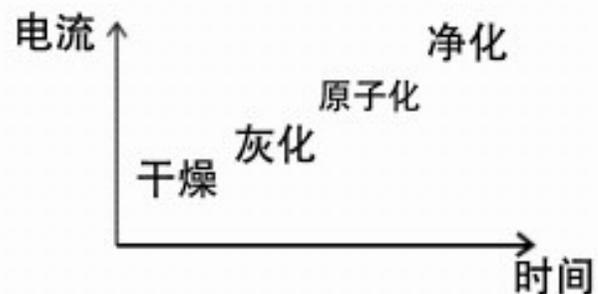
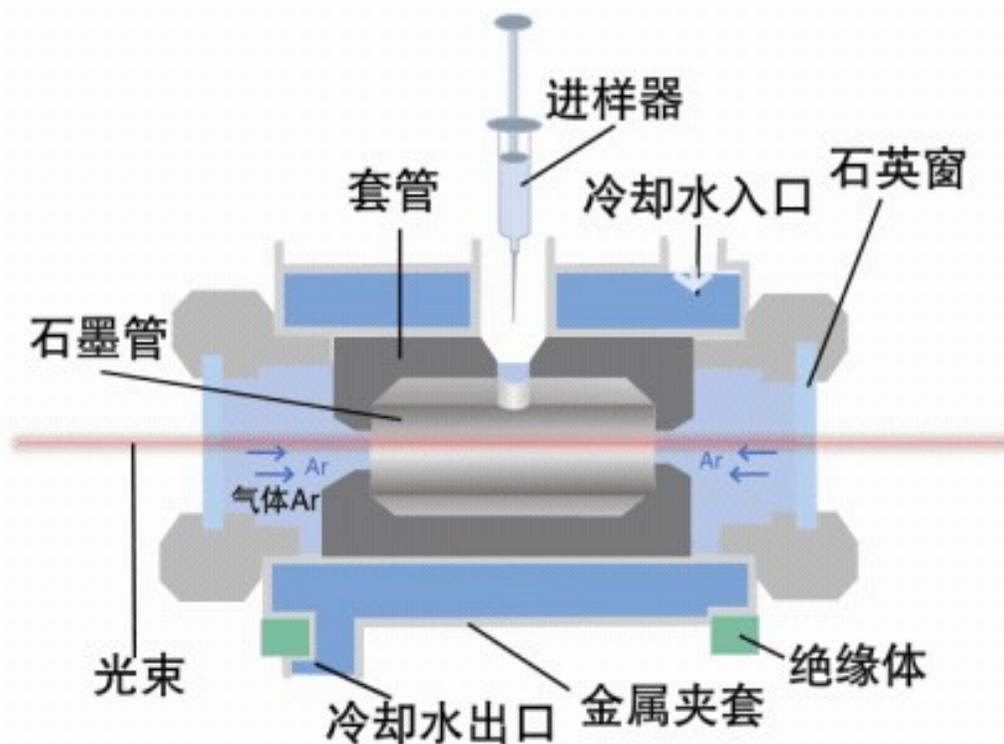
將樣品置於石墨管中，然後將石墨

管**升溫**經乾燥、灰化、原子化步

驟後，再以與火焰式吸收光譜法相

同之原理測定其成分及濃度。

石墨爐原子化器的結構原理



感應耦合電漿原子發射光譜儀

(**i**nductively **c**oupled **p**lasma atomic spectroscopy，簡稱 **ICP/OES**)：

同時或逐一分析經**強酸消化**處理後之

水溶液中之金屬，或一些非金屬元素。

樣品用氫氣帶入先經噴霧器霧化後，隨即送入高溫【約8,000~10,000°F】之感應耦合電漿原子化，即將霧狀樣品的溶劑蒸發、化合物分解為原子，然後經過原子化及激發過程，當原子由激發態返回低能階狀態時各元素發射出其特定的多條光譜線，經分光儀分光，再經由光電倍增管偵測其光譜線強度，根據這些訊號的波長及強度資料，可進行元素的定性及定量分析。

2. 有機污染物-氣相層析法/液相層析法

樣品經前處理**定量**至一定體積後注入氣相

層析儀或液相層析儀(例NIEA R607或NIEA R608) ,

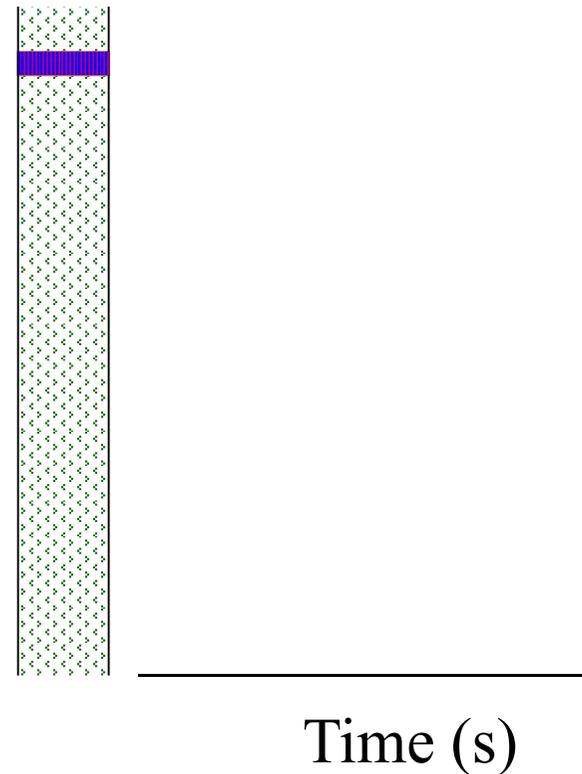
由層析圖譜上波峰之滯留時間(retention

time)及面積或高度與標準品比較 ,

以定性或定量分析樣品中之化合物

以氣相層析儀法 (GC法)為例

- 利用載流氣體帶動樣品，樣品與毛細管靜相之間的作用力不同，造成樣品滯留時間不同，將不同的樣品分離
- 載流氣體必須是化學惰性，
例如： H_2 、 N_2 、Ar、He



3.揮發性有機物檢測方法

吹氣捕捉/毛細管柱氣相層析質譜儀偵測法

(NIEA M711 或 SW846方法 8260B)

【本方法是對土壤/沉積物和固體廢棄物樣品利用**密閉式**吹氣捕捉方式分析其**揮發性有機化合物**(VOC)含量。】

125.對土壤/沉積物和固體廢棄物樣品利用何種分析方法，分析其揮發性有機化合物含量？

對於 **低濃度** VOC 的樣品於採樣時將 **1~5g** 土壤樣品採集至 **40mL** 玻璃樣品瓶中運送至實驗室後，在分析前將樣品瓶裝於 吹氣裝置 上，以無干擾之試劑水添加 內標準品 及 擬似標準品 注入樣品瓶中，樣品瓶加熱至 **40°C** 同時通 **惰性氣體** 將 VOC 帶至捕捉管中。

吹氣結束後，將捕捉管加溫，把捕捉之VOC藉由惰性氣體注入氣相層析質譜儀(GC/MS)分析之。至於高濃度之VOC樣品，為避免污染GC/MS須於樣品吹氣捕捉前，先取部分樣品用甲醇萃取或稀釋後，再將稀釋之樣品吹氣捕捉導入GC/MS中進行分析，以每個化合物的相對滯留時間寬度及質譜來檢測樣品中的含量。

4.半揮發性有機污染物

-氣相層析質譜法(NIEA M731 或 SW-846方法 8270)

本方法是【將樣品以適當之樣品前處理及淨化步驟加以處理後之氣相層析質譜儀檢測法】。

待測樣品溶液去水、濃縮、定量後，注入毛細管柱的氣相層析質譜儀中，以每個化合物的相對滯留時間及質譜來確認樣品中的半揮發性有機物，再以待測物與內標準品的主離子相對強度及所建立的檢量線來對待測物定量。

伍、廢棄物採樣檢測

之品質保及品質管

(QA/QC)

對於事業廢棄物樣品的管制，通常需要有一定的品質保證(Quality Assurance, QA)制度，此點對於易引起法律責任的**有害**事業廢棄物樣品管理尤其重要。依照美國環境保護署(US EPA)之建議，應遵循一定的樣品監視鏈，其管制要點如下：

【一、檢驗室主管應指定一位專人，擔任樣品管理員**並設定其代理人。**同時，在檢驗室中應劃分出一樣品貯存室 - 通常為清潔、乾燥、通風、獨立並可上鎖之房間。

二、所有事業廢棄物樣品經手之人員愈
少愈好。

三、所有送至檢驗室之樣品，只能由樣品
管理員或其代理人在樣品監視鏈上
簽收，簽收時立即填寫檢驗室內部作
業聯繫單，做原樣品編號轉碼，且
該聯繫單應隨時伴隨樣品。

四、收受樣品後，**樣品**管理員需立即將樣品置於樣品貯存室。除了取出樣品時間外，貯存室應上鎖，並儘量避免除了樣品管理員外的其他人員進入。

五、樣品管理員必須確定特殊性樣品 (易揮發性或易受光線照射而變質者)經過妥善的保存。

- 六、只有**樣品**管理員或其代理人能夠將廢棄物樣品送至分析人員處。送交過程中，必須在作業登錄簿(Log Book)上記載事業廢棄物樣品原登錄編號、時間、收受人員簽名等。
- 七、在分析結束前，**檢驗室**分析人員負保管樣品之**全責**，分析完成後應將結果(分析報告)和剩餘樣品交回樣品管理員，並於作業登錄簿上登記簽名。
- 八、分析紀錄及報告應有合理之設計應具有**可追溯性**，以期當對分析結果懷疑時，能依作業流程查出問題癥結之處。

一、採樣及樣品運送保存 之品保規範

在品保品管系統中，樣品從採樣至檢驗室分析到分析結果的報告，整個過程都必須嚴密地監控，才能保證結果的可靠性。

此【可藉由樣品監視鏈的作業來達成，其詳細記載樣品採集、運送、儲存、取樣、分析，再加上檢驗室內的QA/QC系統，就可以達到完整之程度。】

為了使裝載樣品容器內的樣品**不被混淆**，與品質保證之要求、標籤的完整及各種紀錄表在採樣行前有適當的設計有其必要性。而且在運載過程，標籤的內容是不能因任何因素而使之**模糊**或**消除**，故在標籤黏貼於盛裝容器上，若無法滿足時則應加貼一層透明膠帶。因此品保過程中必須有：

(一) 標籤內容

標籤的設計內容包括：

1. 採樣機構名稱

2. 採樣者姓名

5. 採樣日期、時間

3. 計畫名稱

6. 分析項目

4. 樣品編號

7. 採樣地點及位置

(二) 樣品封條

以確保樣品運送、保存過程之完整性，其內容建議如下：

- 1.採樣者姓名
- 2.樣品編號
- 3.採樣日期、時間
- 4.採樣機構名稱

註：封條要能夠被判定是否曾開封過，故以易碎的貼紙為佳。

(三) 現場採樣紀錄表

現場採樣紀錄表應詳細記錄採樣場址的環境狀況及樣品特徵、性質等，另外樣品進行編號以後續樣品分析之追溯，以供日後考查，其內容需要如下：

- 1.計畫名稱**
- 2.採樣編號 (或現場編號)**
- 3.採樣日期及時間**
- 4.採樣地點、位置**
- 5.樣品編號**
- 6.樣品名稱**
- 7.採樣目的**
- 8.廢棄物組成型態及來源**
- 9.採樣方法**

10. 樣品體積(重量)

11. 氣候資料

12. 現場樣品處理情形

13. 樣品運送及保存方式

**14. 現場環境狀況及參考資料(照片、
採樣點分布描繪等)**

15. 現場連繫(絡)人員及電話

16. 採樣人姓名、單位及職務

17. 備註

(四) 監視鏈紀錄表

用以記載樣品之採樣地點、編號、採樣方式、樣品容器、分析項目、保存方式等資料。樣品運送時，送樣人需在此表上簽名，註記時間。樣品運抵檢驗室後，樣品管理員需逐一檢查樣品是否密封完好，並在確認後於此表上簽名，註記時間。

此表於檢驗室內應隨時由分析人員於**取樣分析**時簽名註記時間，
以掌握樣品在採樣後至分析工作
結束前的任何時候之確認**位置**及
其**保管人**。

樣品管制鏈

樣品在運送至待測之實驗室時，所使用之運送紀錄單內須載明如下資料：

- 【(一)採樣計畫(目的)名稱
- (二)採樣日期、時間
- (三)每一樣品編號、容量
- (四)採樣單位、採樣者姓名
- (五)待測實驗室名稱或人員
- (六)樣品運送方式
- (七)收受樣品者簽名】

二、有害事業廢棄物

分析檢驗室之

品質保證作業

事業廢棄物的**檢測過程**中各項動作的**品質保證**作業，與**事業廢棄物採樣工作**，有著相同重要的影響力，分析人員除需使用國家環境研究院公告之**檢驗方法**或經許可之檢驗方法進行檢測工作外，還需依檢驗室之**品質管理手冊**及**標準作業程序**之規定，**填寫各式紀錄**，以**保證所有數據之可追溯性**，這些紀錄包括：

(一) **個人工作紀錄**：於此紀錄上，必須詳細記載樣品編號、取樣量、分析項目、使用之檢驗方法、分析步驟、分析原始資料等。

(二) **試藥配製紀錄**：詳細記錄所用試藥之名稱、廠牌、批號、用量、配製時所使用之溶劑及用量、配製後之濃度、保存方式等資料。

(三) **儀器使用及維護紀錄**：針對各式儀器設備，如天平、pH計、萃取裝置、分析儀器等，均需詳細記錄其使用、校正、維修等各項活動發生的時間，及儀器使用條件等，並應簽名以示負責。

(四) **檢驗紀錄表**：此表格用以記載所分析之項目，使用之檢驗方法、樣品編號、取樣量、前處理過程各次取樣量、儀器測定值、檢量線測定結果等。此表格除由分析人員填寫並簽名外，並需由另一人員(品管員或其他分析人員)加以檢查、驗算，以保證所有數據的正確性。

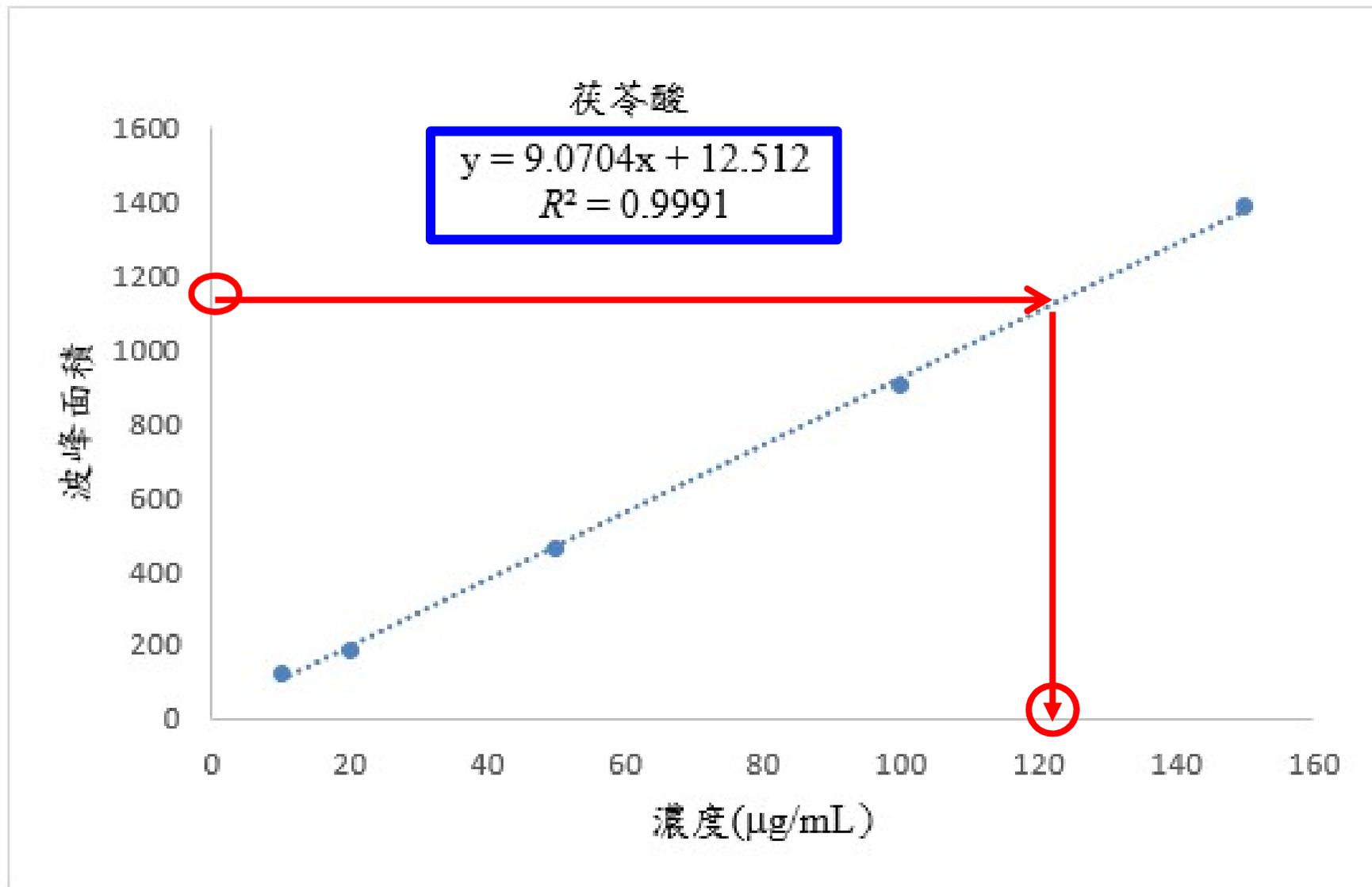
(五)除了上述各項紀錄外，檢測過程中的各項品質管制動作對數據的**正確性**有著很大的關係，這些動作分述如下：

【1.檢量線製備】

依分析項目所使用檢驗方法之規定，需以檢量線進行定量工作者，均需以含空白濃度在內且能涵括欲檢測濃度範圍的5種以上濃度的標準品，製作一檢量線且此檢量線需以最小平方迴歸方式計算其線性，當此線性迴歸係數 ≥ 0.995 時，這條檢量才可用於定量，不符此要求時，必須重新製作檢量線。

一般而言，**無機**分析項目之檢量線需於**每次**分析時重新製作，**有機**分析項目之檢量線可**3~6個月**製作**1**次，但每次使用前均需先**以此檢量線的中間濃度**檢核其**可用性**，檢核結果必須在原濃度的 **$\pm 15\%$** 範圍內，方可沿用舊的檢量線，不然必須重新製作檢量線。

檢量線



【2.空白樣品分析】

使用檢驗室試劑水或萃取用之溶液作為實驗室空白樣品，依分析步驟檢測之，所得分析值為實驗室空白值。除檢測方法另有規定外，通常至少每10個樣品應執行1個方法空白樣品分析，若每批次樣品數少於10個，則每批次仍應執行1個方法空白樣品分析。【實驗室空白值可接受標準應須低於待測物方法偵測極限的2倍或須低於待測物法規管制標準值的5%。】

【 3.品管(查核)樣品分析 】

品管(查核)樣品係將**已知濃度**之**標準品**(不同於製備檢量線之標準品)添加於試劑水或萃取用之溶液中，配製而成。每**10**個樣品應同時分析一品管(查核)樣品，若每次分析之樣品數少於**10**個，則每次應分析一品管樣品。品管(查核)樣品之**回收率(R)**計算方法如下：

$$R=(X/A) \times 100\%$$

式中 X：測值

A：品管(查核)樣品配製值

品管(查核)樣品係檢視樣品檢測過程之正確性，

【品管(查核)樣品之回收率值可繪製成管制圖表，】 並建立可接受管制極限。若分析結果落於管制極限以外，應立即採取行動診斷原因，且當日分析之結果均視為不可靠，並應在採取修正行動後再重行分析之。每年應重新建立管制圖表，並使用前一年最後之15個品質管制樣品分析值來計算管制極限。管制圖表之計算及第一次建立方法如下：

1. 將參考樣品之分析日期及測定值以表列出。
2. 累積至少15個參考樣品之測值，計算其平均值 \bar{X} 。
3. 以平均值，依下式計算標準偏差SD：

$$SD = \left[\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(N - 1)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

式中 X ：參考樣品之個別測值

\bar{X} ：參考樣品測值之平均值

N ：測定值數

4. 依下式分別計算警告上限值 (UWL)，警告下限值 (LWL)，管制上限值 (UCL) 以及管制下限值 (LCL)：

$$UWL = \bar{X} + 2SD$$

$$LWL = \bar{X} - 2SD$$

$$UCL = \bar{X} + 3SD$$

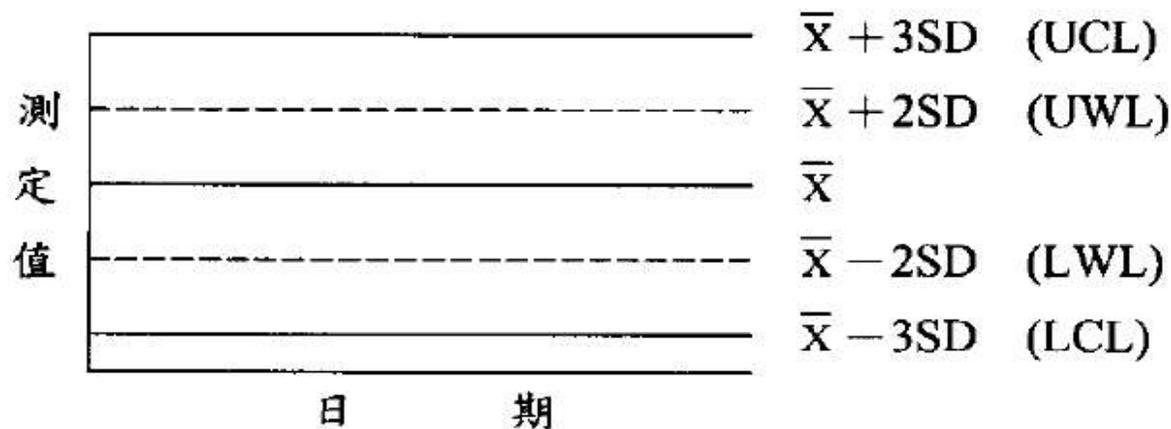
$$LCL = \bar{X} - 3SD$$

$$\text{警告} = \bar{X} \pm 2SD$$

$$\text{管制} = \bar{X} \pm 3SD$$

\bar{X} ：品管 (查核) 樣品測值之平均值
 SD ：標準偏差值

5. 依下圖建立管制圖表，並將參考樣品之測值劃於品質管制圖上。



【 4. 添加標準品分析 】

將樣品等分為2，一部分直接依分析步驟分析之，另一部分添加已知濃度之標準品後再行分析。每10個樣品應同時分析一添加標準品之樣品，若每次之樣品數少於10個，則每次分析一添加標準品之樣品。

原樣品及添加標準品之樣品應予以標示以資識別，添加於樣品之濃度應加以計算，回收率P依下式計算： $P=(M-B)/T \times 100\%$

式中 **T**：目標值，即添加於樣品中之標準品之濃度

M：添加標準品後之測定濃度

B：原樣品中待測物之背景濃度

由原樣品及添加標準品樣品之分析結果可計算添加標準品之回收率。【添加標準品分析係檢視待測成分是否受到環境基質之干擾，】添加標準品分析之回收率值可繪製成管制圖表，並建立可接受管制極限，若回收率落於管制極限以外，應立即採取行動以診斷原因，且當日之分析結果均視為不可靠，並應在採取修正行動後重行分析之。

每年應重新建立管制圖表，並使用前
1年最後之15個回收率值計算管制極
限。回收率管制圖表計算及第一次建
立方式如下：

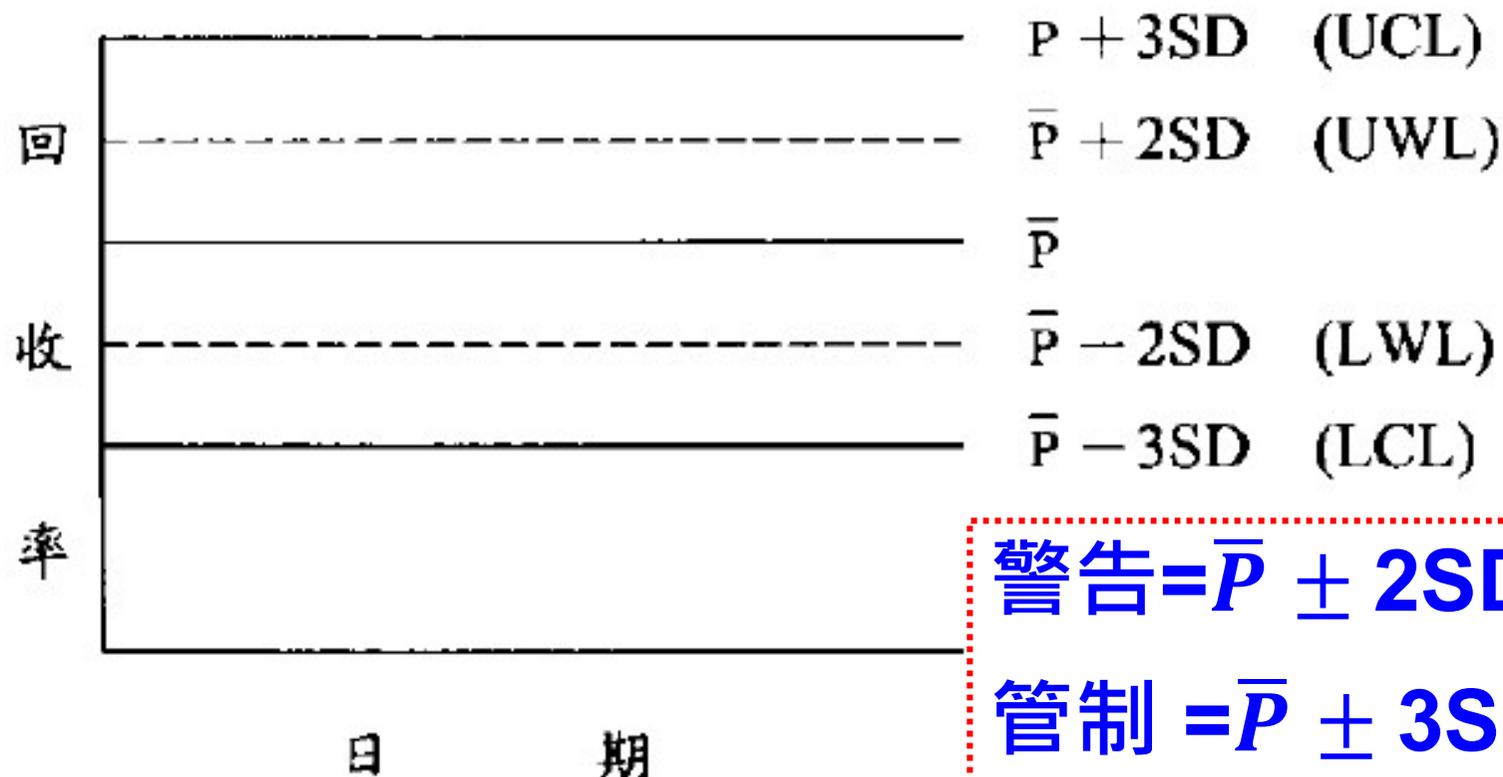
1. 將分析日期及添加回收率以表列出。
2. 當回收率值累積至少15個以上時，
計算平均回收率P及標準偏差SD

3. 依下式分別計算**警告上限值(UWL)**，警告下限值(LWL)，**管制上限值(UCL)**以及管制下限值(LCL)：

$$UWL = \bar{P} + 2SD ; LWL = \bar{P} - 2SD$$

$$UCL = \bar{P} + 3SD ; LCL = \bar{P} - 3SD$$

4. 依下圖建立品質管制圖，並將回收率畫於圖上。



【5. 擬似標準品 (surrogate standard) 分析】

擬似標準品係單一或混合之化合物，其理化性質與待測物近似，但不存在於天然環境樣品中。使用氣相層析儀或氣相層析質譜儀分析有機待測物之樣品時，常在所有同時測定樣品如品管樣品、添加標準品、重複樣品、空白樣品及待測樣品等中添加【擬似標準品計算其回收率，以檢視個人操作績效。】

擬似標準品之回收率應以管制圖表
列出，並建立可接受管制極限，若回收
率落於管制極限以外，應立即採取行
動以診斷原因，且當日之分析結果均視為
不可靠，並應在採取修正行動後重新分析之。
每年應重新建立品管圖表，並使用前
一年最後之15個回收率值計算管制極限

擬似標準品之回收率計算如下：

1. 回收率P之計算同(4.添加標準品分析) $P=(M-B)/T * 100\%$

2. 當個別擬似標準品之回收率值累積15個以上時，計算平均回收率P、標準偏差管制及上下限 $CL=P \pm 3SD$ 。

3. 將分析日期、回收率及管制限值以表列出。

【6.重複分析】

每10個樣品中，至少應有1個樣品執行重複分析。重複樣品分析之差異值應以管制圖表列出，並建立可接受管制極限。若重複分析差異落於管制極限以外，則分析值視為不可靠，應立即採取修正行動，並重新分析之，每年應重新建立可接受管制極限，並使用前一年最後之**15個**數值計算管制極限。重複分析之相對差異百分比(R)及管制圖表第一次建立方法如下：

1. 同一樣品重複分析 2 次，得測定值 X_1 ， X_2 ，依下式計算其相對差異百分比 R (range)

$$R = \frac{|(X_1 - X_2)|}{\left[\frac{1}{2}(X_1 + X_2) \right]} \times 100\%$$

2. 在同一濃度範圍內，累積 15 個 R 值後，計算平均值 \bar{R} ，依下式計算管制上限值 (UCL)、警告上限值 (UWL) 及管制下限值 (LCL)：

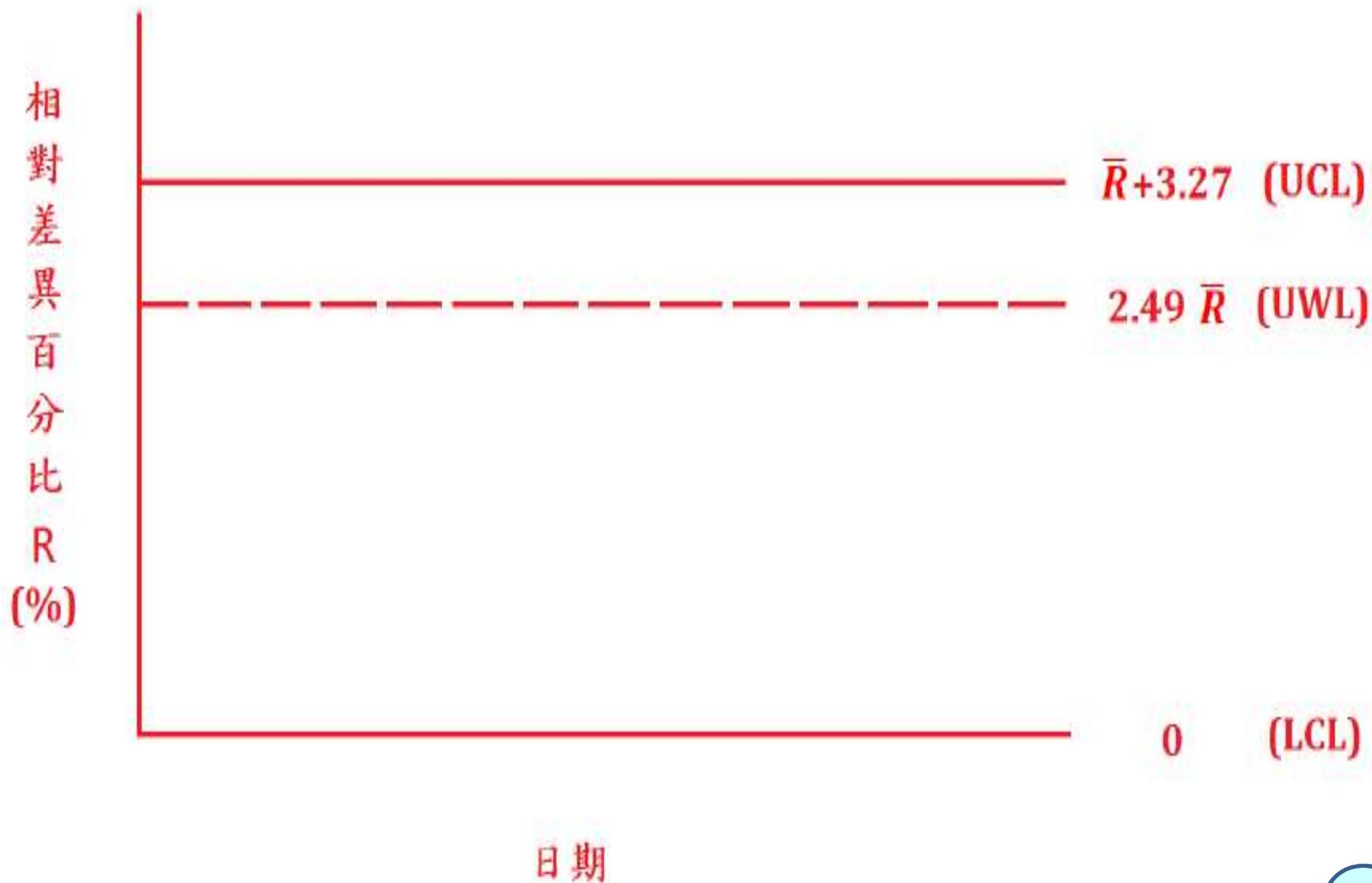
$$UWL = \bar{R} + \frac{2}{3} \times (3.24 - 1) \bar{R} = \bar{R} + 1.49 \bar{R} = 2.49 \bar{R}$$

$$LCL = 0$$

$$UCL = 3.27 + \bar{R}$$

138. 重複樣品分析之差異值應以管制圖表列出，並建立可接受管制極限。在同一濃度範圍內，累積 15 個 R 值後，計算平均值 \bar{R} ，請問管制上限值 (UCL)、管制下限值 (LCL) 及警告上限值 (UWL) 之計算式為何？

3. 依下圖建立品質管制圖，並將相對差異百分比畫於圖上。



【 7.品管需求】

檢驗室之主管或品保人員尚需定期或不定期查核各項紀錄表格填寫之正確及完整程度，以保證數據之可追溯性，亦可配合工作量及自行規劃績效樣品的測試，證明所有檢測工作都是由經充分訓練及熟練的分析人員所執行，品管需求如表5.1所示。各種查核或測試的結果，若有不符品質管理手冊需求時，應即加以討論尋找可能原因並提出修正之措施。

表5.1 品管需求

分析項目	品管需求	頻 率
<u>金屬</u> ，任何分析方法	品管樣品分析	每 10 個樣品或每月 (若每月少於 10 個樣品)
	添加標準品分析	每 10 個樣品或每月 (若每月少於 10 個樣品) 所有樣品其回收率小於 85%或大於 115%者，本添加方式不適用，必須改以標準添加法分析之
	重複分析	僅針對「可檢出」之樣品而言，至少為「可檢出」樣品數之 10%
其他 <u>無機鹽類</u>	品管樣品分析	每 10 個樣品或每月 (若每月少於 10 個樣品)
	添加標準品分析	每 10 個樣品或每月 (若每月少於 10 個樣品)
	重複分析	僅針對「可檢出」之樣品而言，至少為「可檢出」樣品數之 10%
<u>有機化合物</u> ， 氣相層析儀或 高效能液相層 析儀	<u>實驗室空白分析</u>	每日或每一批次樣品
	重複分析	每一批次或每 10 個樣品 (若每月少於 10 個樣品)
	品管樣品分析	每一批次或每 10 個樣品 (若每月少於 10 個樣品)
	添加標準品分析	每一批次或每 10 個樣品 (若每月少於 10 個樣品)
<u>毒性特性</u>	<u>實驗室空白分析</u>	每一批次樣品

Rest 10 min.

陸、廢棄物採樣計畫書

在執行**有害**事業廢棄物採樣時，除了需符合一般性的條件限制(如可動用的資源、要求時效等)外，還需考慮許多攸關採樣技巧優劣之因素；因此**有必要在採樣前**先擬定好一個**完善的採樣計畫**。

一、採樣計畫書擬定

前言已提及任何採樣方法之最基本原則
是採取具代表性之樣品，因此在事業廢
棄物採樣計畫中，首先必須依採樣目的、
廢棄物的貯存型態等設計適當的採樣方
法；進一步選擇適當的採樣器具及廢棄物
樣品保存容器，依廢棄物的數量、型態及特
性訂定詳細之採樣步驟及安全防護措施。

採樣步驟應包括採樣位置選定、採樣點數目及樣品採集量。在採樣過程中應詳細記錄樣品基本資料及現場採樣狀況並訂定樣品標示、運送及保存辦法以備將來樣品追蹤查核用。

詳言之，如欲撰擬一個完整的採樣計畫書應符合法規的要求，其內容宜包括下列項目：

【(一)收集與分析廢棄物背景資料】

採樣前應儘可能收集事業廢棄物相關資料，其內容包括廢棄物產生者工廠製程、事業廢棄物大概組成及濃度範圍，並收集各組成成分的安全資料表。

139.如欲撰擬一個完整的採樣計畫書應符合法規的要求，其內容宜包括下列那 7 種項目？

【(二)確定事業廢棄物貯存型態】

由於事業廢棄物型態包括固體、液體、泥漿或多相混合物，且可能貯存在不同形狀及大小的容器內，如袋子、圓桶、貯槽內或露天堆積在戶外；而事業廢棄物產生源有車載、輸送帶、管線等連續或非連續式堆放，因此必須先了解事業廢棄物貯存方式及容器性質才能選擇適當的採樣方法及採樣器具。

【(三)選定合適之採樣方法】

依背景資料及廢棄物貯存
型態，選定適合之採樣器具、
採樣方法、事業廢棄物樣品保
存容器及保存方法。

【(四)訂定出詳細的採樣步驟】

依照事業廢棄物之貯存型態、分布及委託採樣分析者對準確度及精確度之要求，依統計學方法事先計算所須採樣之數目、採樣點及每次採集樣品之量。

【(五)確定必須登錄之 現場採樣紀錄內容】

在品保品管規範中，**樣品自採樣到檢驗室完成分析報告過程中**均必須要有**完整的書面紀錄**。針對現場採樣紀錄內容必須先行規劃使其具**可追溯性**。

【(六)確定安全防護措施】

在採取**有害**事業廢棄物樣品時，
為保護個人安全，在了解欲採樣
品之背景資料後，必須擬定採樣人
員所需要之安全防護裝備等級(A、
B、C、D級)及措施。

【(七)訂定事業廢棄物樣品 標示、運送及保存方法】

依樣品之分析項目，必須先訂定樣品之保存及運送方法，另為避免樣品遺失、調包等情況發生，在擬定採樣計畫書時，應另訂定一套樣品監視鏈(Chain of Custody)辦法。

二、廢棄物採樣計畫書案例

廢棄物採樣計畫書為執行採樣檢測中最重要的一步驟。雖然廢棄物採樣計畫書為採樣機構需完成事項，但是【**所有廢棄物生產者或處理者**都應瞭解廢棄採樣計畫書內容，才能協助完成廢棄物採樣計畫書方能使採樣工作能夠在安全狀況下順利完成。】為讓學員了解，可參以下以廢棄物採樣計畫書之案例可供參考。

一、場址基本資料 (必填)

1.1 委託單位：CM 股份有限公司

1.2 場址名稱：CM 公司二廠

1.3 場址位置：桃園市 XX 路 XX 號 (位置如附圖 1)

1.4 土地所有人：CM 股份有限公司

1.5 場址面積：400 平方公尺

二、計畫緣起及目的 (必填)

場址 CM 工廠，工廠生產過程產生污泥及廢料，廢棄物目前以太空包方式保存於廢棄物貯存區。CM 股份有限公司為評估該廢棄物之特性，以利後續之清除處理作業，故委託本公司進行調查。

委託單位	CM 股份有限公司	聯絡者/電話	郭 XX 02-8201-XXXX
規劃/執行	明志股份有限公司	負責人	陳 00



三、場址歷史

三、場址歷史

3.1 使用沿革

CM 股份有限公司 1980 年於本場址設立，主要從事各式機械零件及物件電鍍為主要製造。

3.2 過去調查資料：依據經濟部工廠登記資料，本場址自 1980 年起，即為 CM 股份公司所有，無其他行業之使用紀錄。

3.3 其他資料：已收集本場址空氣污染防治、水污染防治及廢棄物污染防治相關申請資料。

四、場址現況

4.1 廢棄物型態

外觀：固體 液體 其他 (灰色固體)

承裝方式：桶裝 太空包 散裝 其他 (於地表棄置)

數量桶裝：10 包 共 10 公噸
 桶 共 公秉

4.2 現況描述

廢棄物貯存區本場址東側，廢棄物共計 10 個太空包，現場無特殊之氣味。

場址為開放式環境，於廢棄物堆置區四周，以以蓋格計、四用氣體 (O_2 、 CO 、 H_2S 、LEL) 偵測器及 PID 偵測儀檢測後，並無異常狀況。

4.3 現場照片



廢棄物太空包



廢棄物狀況

五、採樣計畫

5.1 採樣位置規劃

廢棄物於事業體生產線所產生污染廢棄物，廢棄物組成均勻、固定擬採樣簡單隨機採樣。

規劃說明：廢棄物位於本場址之東側，預計針對每個太空包進行採樣。

5.2 分析項目與數量

樣品數量方面預計針對每個太空包進行採樣，共計10組。在分析項目方面，由於樣品並無特殊之氣味，故初步以檢測TCLP之重金屬為主。

逐袋採樣，共計10個

5.3 採樣設備

廢棄物為固態廢棄物，故準備土鑽採樣組、採樣鏟、採樣刀。

5.4 現場篩選測試

以PID(揮發性物質)進行環境測試確保**無**有機污染物之傷害，並以XRF對樣品進行初步篩測重金屬。

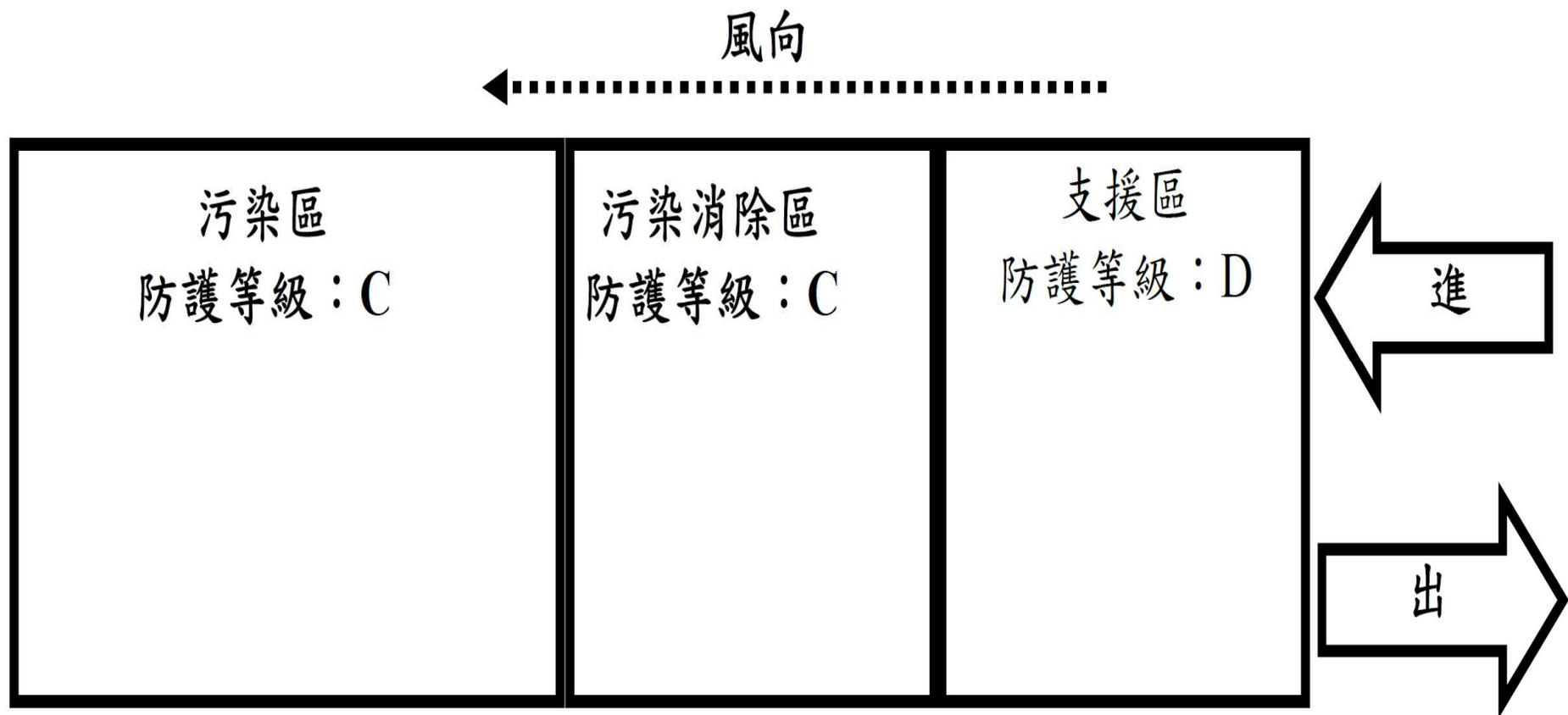


圖1 採樣點配置圖

六、樣品管制、運送、保存及數據品質目標

6.1 採樣品保品管樣品執行 (參考「事業廢棄物採樣方法」NIEA R118)

項目	野外空白	運送空白	設備空白
數量	1	1	1
分析項目	重金屬	重金屬	重金屬

6.2 樣品保存與運送 (參考「事業廢棄物檢測方法總則」NIEA R101)

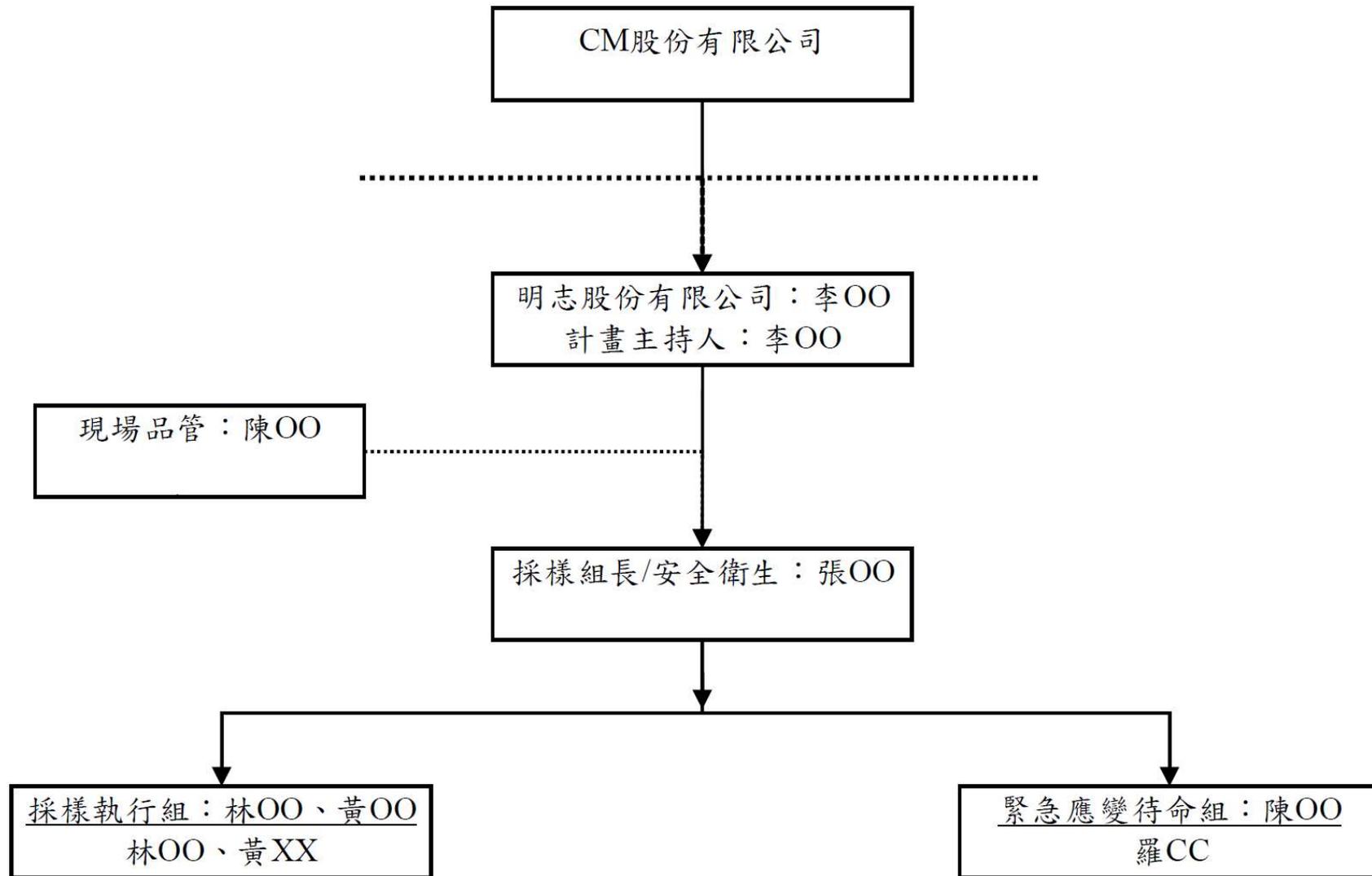
檢測項目	最少樣品量	容器	保存方法	最長保存期限
一、溶出毒性溶出試驗				
(一)重金屬	600 g	玻璃瓶或塑膠瓶		Hg 28 天其他 180 天 (註)

註：固態樣品，檢測重金屬項目除砷、汞外，其他重金屬項目可於室溫下保存，容器亦可使用塑膠袋。腐蝕性、易燃性、反應性項目以現場採樣後立即測定為宜。六價鉻完成溶出程序後應於 1 日內完成分析。

6.3 數據品質目標

項目	檢驗方法	單位	MDL	檢量線第一點 (QL)	品保規範 (上~下限)		
					RSD (%)	QC (%)	SK (%)
萃取液中總鎘	R306/M104	mg/L	0.02	0.1	0~15	80~120	80~120
萃取液中總鉻		mg/L	0.021	0.1	0~20	80~120	75~125
萃取液中總銅		mg/L	0.025	0.1	0~20	80~120	75~125
萃取液中總鉛		mg/L	0.02	0.1	0~20	80~120	75~125
萃取液中總鋇		mg/L	0.025	0.1	0~20	80~120	75~125
萃取液中總砷		mg/L	0.03	0.1	0~20	80~120	75~125
萃取液中總硒		mg/L	0.031	0.1	0~20	80~120	75~125
萃取液中總銀		mg/L	0.04	0.02	0~20	80~120	75~125
萃取液中六價鉻	R309	mg/L	0.01	0.025	0~15	85~115	80~120
萃取液中總汞	R314	mg/L	0.0002	0.0005	0~20	80~120	75~125
萃取液中總砷	R318	mg/L	0.0005	0.001	0~20	80~120	75~125

七、計畫組織與分工



人員分工說明		
姓名	工作經驗 (年)	擔任工作性質及項目
李 00	8	計畫主持人/場址管制
陳 00	6	現場品管/緊急應變待命組
張 00	5	安全衛生/採樣組長
林 00	2	採樣人員
黃 XX	2	採樣人員

八、安全衛生與緊急應變計畫書

8.1 個人防護設備所需之評估

防護等級	使用時機	裝備內容
B 級防護設備	<ul style="list-style-type: none">➤ 大氣含氧濃度小於 19.5%。➤ 用直讀式測得空氣中不明蒸氣或氣體、但是此氣體或蒸氣不會造成皮膚傷害。➤ 為保護人體呼吸、眼睛的最高等級，對皮膚只作次級防護。	<ul style="list-style-type: none">● 全罩式防護具含有 30~60 分鐘的空氣罐 (SCBA) 或供氣式防護面具含逃離用的空氣罐。● 化學防護衣。● 化學防護內、外手套。● 安全鞋與可棄式鞋套。● 聲控無線電。● 棉質工作服與安全帽。
C 級防護設備	<ul style="list-style-type: none">➤ 已測得化學物質且有濾罐可去除之物質。➤ 其他使用過濾式防毒面具的條件能符合。	<ul style="list-style-type: none">● 全罩或半罩式過濾式防護面具含濾毒罐。● 化學防護衣。● 化學防護內、外手套。● 安全鞋。● 棉質工作服與安全帽。
D 級防護設備	<ul style="list-style-type: none">➤ 大氣中無已知的有害性物質。➤ 正常工作情況下不會被有害程度的化學品噴到、淋到或直接接觸。	<ul style="list-style-type: none">● 安全眼鏡或護目鏡。● 棉質工作服與安全帽。● 工作手套。● 安全鞋。

8.2 場址安全性評估

本場址經現勘後初步研判可能發生之危害評估結果如下：

可能性	危害種類	危害可能的來源
	放射性危害	放射性物質原料、成品、廢棄物、貯存
V	化學性暴露	廢棄之原料、成品品、廢棄物等
	火災爆炸	易燃性化學物質處置、貯存等
V	熱危害	通風不良之作業或無遮避太陽下
	觸電危害	鄰近高壓電或誤擊地下電源線
	密閉空間作業危害	地下空間、桶槽、坑洞等空氣通風不良

8.3 污染防制措施：

人員及設備除污程序如附圖 9，採樣所產生之廢棄物與除污（廢）水，需攜回實驗室妥善處置，或依委託單位指示暫存於合適之位置，待後續與現場廢棄物一併處置。

8.3 污染防制措施：

人員及設備除污程序如附圖 9，採樣所產生之廢棄物與除污（廢）水，需攜回實驗室妥善處置，或依委託單位指示暫存於合適之位置，待後續與現場廢棄物一併處置。

8.4 作業環境監測

8.4.1 作業環境監測標準

監測項目	監測標準	對應方法
H ₂ S	≥10 ppm	人員迅速撤離，直至濃度降低才可繼續工作
CO	≥35 ppm	人員迅速撤離，直至濃度降低才可繼續工作
O ₂	<19.5%或 >23.5%	人員迅速撤離，直至 O ₂ 濃度介於 19.5~23.5%或使用 B 級防護裝備才可繼續工作
LEL	≥30%	人員迅速撤離，直至可燃性氣體濃度降低才可繼續工作
PID 或 FID 讀值	≥500 ppmv	人員迅速撤離，直至濃度降低或使用 B 級以上防護裝備才可繼續工作
	≥100 ppmv	人員迅速撤離，直至濃度降低或使用全面式過濾防毒面具以上等級防護裝備才可繼續工作
PID 或 FID 讀值*	≥10 ppmv	人員迅速撤離，直至濃度降低或使用 C 級以上防護裝備才可繼續工作

註：*原則上於有害事業廢棄物操作區內之工作人員應著 C 級防護裝備，本項係指非有害事業廢棄物操作區，著 D 級裝備之標準。

8.4.2 本場址監測項目及時機

使用時機	初次進入場址時	每日工作前	開挖坑或半密閉空間	工作內容改變	工作地點改變
四用氣體偵測器 (O ₂ 、LEL、CO、H ₂ S)	v	v	v	v	v
FID/PID	v	v	v	v	v
蓋格計 (輻射偵測儀)	v				v
HCN 檢知管	v				

8.5 緊急應變計畫 (緊急應變計畫流程如下圖 8.1)

計畫主持人：李 OO (電話：0913-000000)

現場緊急應變總指揮：陳 OO (電話：0911-xxxxxxx)

警消、醫療單位及支授：

現場負責人：陳 OO (電話：0911-XXXXXX)

種類	單位名稱	聯絡電話	地址
醫療單位	德仁醫院	03-3632323	桃園市桃園區桃鶯路 245 號
警察單位	大樹派出所	03-3622987	桃園市桃園區樹仁二街 41 號
消防單位	桃園市政府消防局	03-3612240	桃園市桃園區樹仁二街 39 號
環保單位	北區環境督察大隊	02-23705255	臺北市衡陽路 99 號 14 樓

8.5.1 本場址可能發生事故之種類 (詳 8.2 安全評估結果)

8.5.2 緊急應變分工與職掌

為確定緊急事故發生能迅速進行處理以避免災害擴大，規劃緊急應變通報流程以利各項救援工作順利進行。緊急應變小組之主要成員及其職掌說明如下：

職稱	姓名	工 作 內 容
應變總指揮	陳 00	負責緊急應變小組人員之工作分配及訓練，現場緊急事故判斷與管理，於緊急狀況發生時通報計畫主持人。(緊急事故之通報應於 2 小時內完成)
通報聯絡員	李 00	負責聯絡消防隊、醫院、警察局等相關機關協助救護、醫療、滅火等工作。
避難引導人員	張 00	負責緊急事故發生後，人員之集合與清點及管制工作。
急救人員	林 00	急救設備之準備、保管，在事故發生時對人員實施必要之急救措施。
運送人員	陳 00	負責運送傷患及所需物品之交通運輸工作。
支援人員	李 00	現場待命，由負責人統一調度，適時執行救援工作。

8.5.3 緊急事故之分級

緊急事故因牽涉的範圍及人員傷害的程度不同可區分3個等級，其描述如下：

一級狀況：危害物或污染物少量之洩漏者。

二級狀況：現場災害有持續擴大之虞者。例如桶裝或容器破裂，有大量毒氣外洩或釀成災患者。

三級狀況：災害可能擴散或已擴散至場址外影響居民，須緊急疏散近居民者。

各種狀況下之指揮職權，係依牽涉事權程度而移轉，其職權分配如下所述：

一級狀況：開挖等作業由現場現指揮管即可。

二級狀況：緊急應變事項應由現場總指揮執行。

三級狀況：因事故已擴及場區外，則由縣市政府主管擔任應變總指揮。

緊急通告與通報程序

1. 緊急通報程序

- (1) 發現緊急狀況之人員應立即就近通知相關人員或告知單位辦公室災害現場之狀況。
- (2) 單位辦公室人員應告知單位員工生緊急狀況，並依狀況通知相關之救援單位。
- (3) 如因洩漏、化學反應或其他突發事故，而污染運作場所周界外之環境或於運送過程中，發生突發事故而有污染環境或危害人體健康之虞者，場所負責人應立即採取緊急防治措施，並至遲於 1 小時內，報知當地主管機關。
- (4) 發生事故後，場所負責人應自事故發生後 3 天內，填寫「毒性化學物質事故調查處理報告表」向事故發生地主管機關報備。

2. 緊急通報內容

當進行通報時，通報人務必採用最短、最有效的告知方式，以爭取時效並清楚告知，若能於事先擬訂制式之通報詞，以供相關人員練習，較可避免緊急時，因慌張而將通報內容掛一漏萬，造成延誤或導致更嚴重的後果。

- (1) 通報人單位、職稱及姓名。
- (2) 通報事故發生時間。
- (3) 事故發生地點。
- (4) 事故狀況描述。
- (5) 傷亡狀況報告。
- (6) 已實施或將實施之處置。
- (7) 可能需要之協助。
- (8) 其他。

3. 緊急通報方式

- (1) 喊叫。
- (2) 電話。
- (3) 廣播。

通報詞內容如下：

單位內部通報

包含內容：a.發現者 b.時間 c.事故地點 d.洩漏物 e.目前狀況 f.人員狀況 g.其他。

單位內部疏散廣播

包含內容：a.時間 b.事故地點 c.洩漏物 d.目前狀況 e.應變動作或逃生方向 f.其他。

請求外部單位支援

包含內容：a.請求者 b.災害種類 c.災害程度 d.支援項目 e.災害地點 f.聯絡電話 g.約定地點 h.其他。

求援單位：「正確，謝謝您的協助」。

單位通報當地環保局

包含內容：a.通報者 b.災害地點 c.時間 d.災害種類 e.災害程度 f.災情 g.聯絡電話 h.其他。

8.5.5 緊急疏散規劃

1. 原則

人員疏散視災害嚴重度與蔓延的可能範圍而有不同的疏散區域，應依本場址環境預先選定疏散路線（兩條以上），及集合地點（兩處以上），人員疏散至預定地點後，立即點名，確定是否所有人員均逃出。

2. 若為整棟建築物疏散

若情況需要（如發生建築物火災）進行整棟建築物疏散時，應依本場址環境狀況疏散至空曠處，如停車場等。

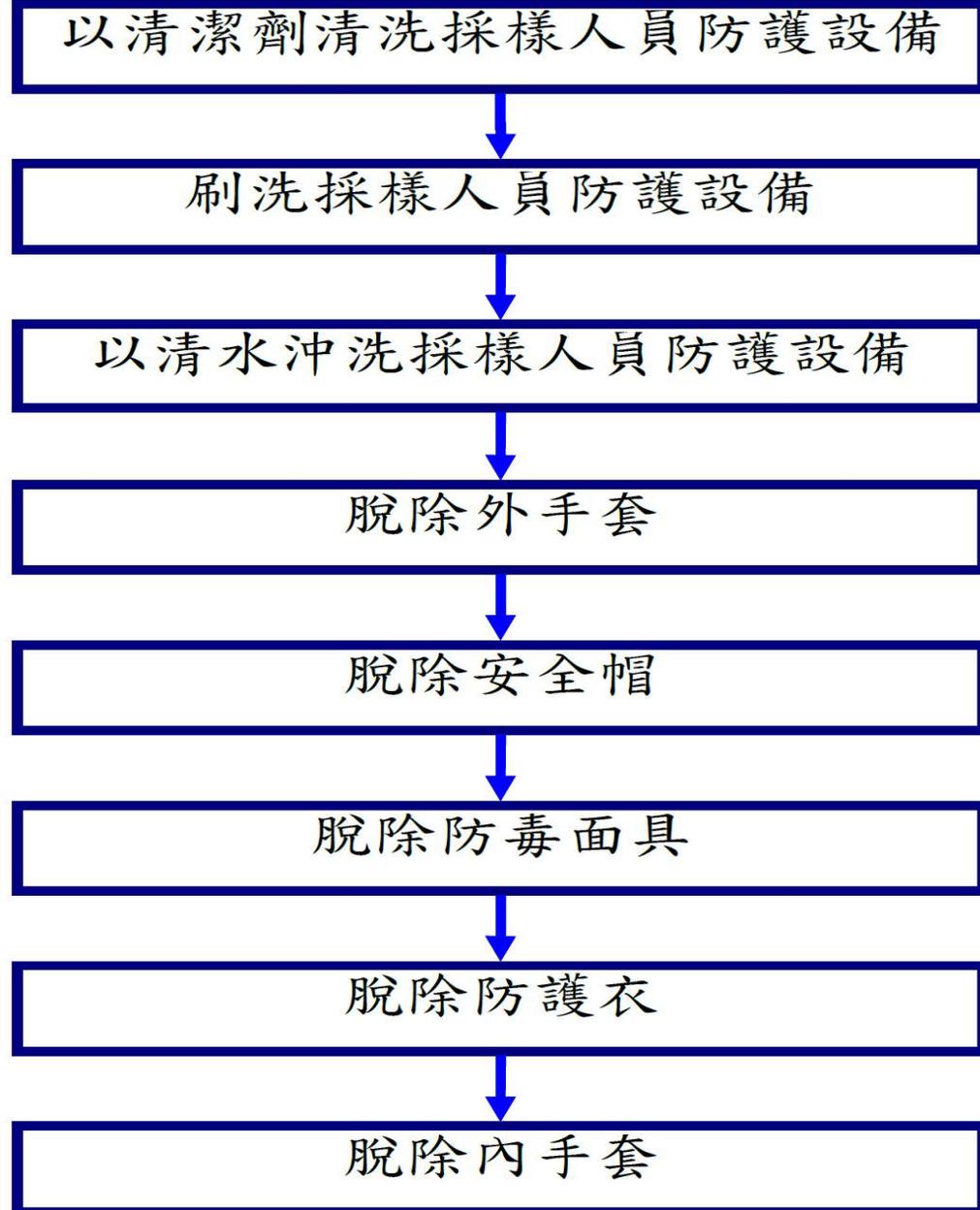
8.5.6 緊急應變器材與醫療器材

現場應變資源包括消防系統、搶救設備、個人防護具、急救設備、通訊器材及偵測器材。其一覽表如下：

設備 (器材) 名稱		數量	說明
滅火器	乾粉滅火器	2 (組)	支援區
止漏物	吸附棉	1 (組)	外洩處理用
工具箱	手工具、扳手等	1 (組)	外洩處理用
毒氣偵測器	四用氣體偵測及 PID	1 (組)	作業現場
清理設備	鏟子、砂吸附劑	1 (組)	作業現場
防護衣	B 級防護衣	2 (組)	支援區
防護面具		2 (組)	支援區
空氣瓶		2 (組)	支援區
防護手套		6 (組)	支援區
緊急用沖淋設備		2 (組)	支援區及作業現場
沖淋洗眼裝置		2 (組)	支援區及作業現場
急救箱		2 (組)	支援區及作業現場
對講機		3 (組)	支援區及作業現場

註：需附上場址位置圖及附近醫療院所及送醫路線圖

人員除污



設備除污

以清潔劑清洗採樣設備



以長柄刷刷洗採樣設備



以溼紙巾擦拭採樣設備外表

柒、廢棄物檢測及特性分析相關法規

各項廢棄物管理工作乃依據
廢棄物管理相關法規執行，
為讓學員瞭解廢棄物特性檢測分
析之參據，以下摘錄與廢棄物檢測
及特性分析有關之重要法規條文內
容提供學員參考。

一、廢棄物清理法

廢棄物清理與採樣檢驗相關之法規為第**37**條、第**43**條及第**75**條，其法規內容如下：

條號	條文內容
第 37 條	事業對於有害事業廢棄物貯存、清除、處理之操作及檢測，應作成紀錄妥善保存 3 年以上，以供查核。 前項檢測之項目、方法、頻率及其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關定之。
第 43 條	檢驗測定機構應取得中央主管機關核發許可證，始得辦理本法規定之檢驗。 前項檢驗測定機構之條件、設施、檢驗測定人員學經歷、許可證之申請、審查、核(換)發、廢止、停業、復業、歇業、查核、評鑑等程序及其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關定之。
第 75 條	廢棄物檢測方法及品質管制事項，由中央主管機關定之。

二、有害事業廢棄物認定標準

「有害事業廢棄物認定標準」為廢棄物管理單位對於事業廢棄物末瑞管理方式的重要依據之一，本標準全文共**7**條。

對於事業廢棄物事業機構產生之廢棄物**是否屬於有害事業廢棄物**，皆依本標準予以判定。

根據有害事業廢棄物**認定標準**

第2條規定，有害事業廢棄物以下列方式依序判定：

(一)**列表**之有害事業廢棄物

(二)有害**特性認定**之有害事業廢棄物

(三)其他經**中央主管機關公告**者

有害事業廢棄物之危害性評估方法，可參考國家環境研究院公告之廢棄物類檢測方法進行採樣與實驗室分析。對於在廢棄物產生、清除或處理之現場需求之安全性考量，則可藉由基本之篩選測試初步掌握廢棄物之立即危害特性。

上述第2條**第2款**所謂「**有害特性認定**」之標準，則依本法第4條內容判定，其中第2款至第8款為廢棄物藉由採樣分析的方法評估廢棄物產生之危害性的準則。本標準第4條條文內容如下：

條號	條文內容
第 4 條	<p>有害特性認定之有害事業廢棄物種類如下：</p>
<p>本條文第2款<u>溶出毒性</u>事業廢棄物，係以<u>毒性溶出程序 (TCLP)</u>直接判定或先經萃取處理再判定之萃出液，其成分濃度超過<u>附表四</u>(如<u>表7.1</u>)之標準者。</p>	<p>一、<u>毒性有害事業廢棄物</u>：</p> <p>(一)依毒性化學物質管理法公告之第一類、第二類及第三類毒性化學物質之固體或液體廢棄物。</p> <p>(二)直接接觸前目毒性化學物質之廢棄盛裝容器。</p> <p>二、<u>溶出毒性事業廢棄物</u>：指事業廢棄物依使用原物料、製程及廢棄物成分特性之相關性選定分析項目，以毒性特性溶出程序(以下簡稱 TCLP) 直接判定或先經萃取處理再判定之萃出液，其成分濃度超過附表四之標準者。</p> <p>三、<u>戴奧辛有害事業廢棄物</u>：指事業廢棄物中含 2,3,7,8-氯化戴奧辛及呔喃同源物等 17 種化合物之總毒性當量濃度超過 1.0 ng I-TEQ/g 者。</p> <p>四、<u>多氯聯苯有害事業廢棄物</u>：指多氯聯苯重量含量在百萬分之五十以上之廢電容器 (以絕緣油重量計)、廢變壓器 (以變壓器油重量計)或其他事業廢棄物。</p> <p>五、<u>腐蝕性事業廢棄物</u>：指事業廢棄物具有下列性質之一者：</p> <p>(一)廢液氫離子濃度指數 (pH值) 大於等於12.5或小於等於2.0；或在攝氏溫度55度時對鋼 (中華民國國家標準鋼材 S20C) 之腐蝕速率每年超過6.35毫米者。</p> <p>(二)固體廢棄物於溶液狀態下氫離子濃度指數 (pH值) 大於等於12.5或小於等於2.0；或在攝氏溫度55度時對鋼 (中華民國</p>
	<p>502</p>

條號	條文內容
	<p>國家標準鋼材S20C) 之腐蝕速率每年超過6.35毫米者。</p> <p>六、<u>易燃性事業廢棄物</u>：指事業廢棄物具有下列性質之一者：</p> <p>(一)廢液閃火點小於攝氏溫度60度者。但不包括乙醇體積濃度小於百分之24之酒類廢棄物。</p> <p>(二)固體廢棄物於攝氏溫度25度加減2度、1大氣壓下 (以下簡稱常溫常壓) 可因摩擦、吸水或自發性化學反應而起火燃燒引起危害者。</p> <p>(三)可直接釋出氧、激發物質燃燒之廢強氧化劑。</p> <p>七、<u>反應性事業廢棄物</u>：指事業廢棄物具有下列性質之一者：</p> <p>(一)常溫常壓下易產生爆炸者。</p> <p>(二)與水混合會產生劇烈反應或爆炸之物質或其混合物。</p> <p>(三)含氰化物且其氫離子濃度指數 (pH值) 於2.0至12.5間，會產生250 mg HCN/kg以上之有毒氣體者。</p> <p>(四)含硫化物且其氫離子濃度指數 (pH值) 於2.0至12.5間，會產生500 mg H₂S/kg以上之有毒氣體者。</p> <p>八、<u>石綿及其製品廢棄物</u>：指事業廢棄物具有下列性質之一者：</p> <p>(一)製造含石綿之防火、隔熱、保溫材料及煞車來令片等磨擦材料研磨、修邊、鑽孔等加。</p> <p>(二)施工過程中吹噴石綿所產生之廢棄物。</p> <p>(三)更新或移除使用含石綿之防火、隔熱、保飛散性之廢棄物。</p> <p>(四)盛裝石綿原料袋。</p> <p>(五)其他含有百分之一以上石綿且具有易飛散性質之廢棄物</p>

表7.1 毒性特性溶出程序(TCLP)溶出標準 (1/3)

分析項目	溶出試驗標準 (mg/L)
一、農藥污染物	【資料來源：有害事業廢棄物認定標準。】
(1) 有機氯劑農藥 (2) 有機磷劑農藥 (3) 氨基甲酸鹽農藥	<div style="text-align: center; font-size: 2em; border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; margin: 0 auto;">3</div> 0.5 2.5 2.5
二、有機性污染物	
(1) 六氯苯 (2) 2,4-二硝基甲苯 (3) 氯乙烯 (4) 苯 (5) 四氯化碳 (6) 1,2-二氯乙烷 (7) 六氯-1,3-丁二烯 (8) 三氯乙烯 (9) 1,1-二氯乙烯 (10) 四氯乙烯	<div style="text-align: center; font-size: 3em; border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 60px; margin: 0 auto;">23</div> 0.13 0.13 0.2 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.7 0.7

表7.1 毒性特性溶出程序(TCLP)溶出標準 (2/3)

分析項目	溶出試驗標準 (mg/L)
二、有機性污染物	【資料來源：有害事業廢棄物認定標準。】
(11)2-(2,4,5三氯酚丙酸)	1.0
(12)2,4,6-三氯酚	2.0
(13)硝基苯	2.0
(14)六氯乙烷	3.5
(15)吡啶	5.0
(16)氯仿	6.0
(17)1,4-二氯苯	7.5
(18)2,4-二氯苯氧乙酸	10.0
(19)氯苯	100.0
(20)五氯酚	100.0
(21)總甲酚	200.0
(22)丁酮	200.0
(23)2,4,5-三氯酚	400.0

表7.1 毒性特性溶出程序(TCLP)溶出標準 (3/3)

分析項目	溶出試驗標準 (mg/L)
三、有毒重金屬	
(1) 汞及其化合物 (總汞)	0.2
(2) 鎘及其化合物 (總鎘)	1.0
(3) 硒及其化合物 (總硒)	1.0
(4) 六價鉻化合物	2.5
(5) 鉛及其他化合物 (總鉛)	5.0
(6) 鉻及其化合物 (總鉻) (不包含製造或使用動物皮革程序所產生之廢皮粉、皮屑及皮塊)	5.0
(7) 砷及其化合物 (總砷)	5.0
(8) 銀及其化合物 (總銀) (僅限攝影沖洗及照相製版廢液)	5.0
(9) 銅及其化合物 (總銅) (僅限廢觸媒、集塵灰、廢液、污泥、濾材、焚化飛灰或底渣、混合五金廢料處理後之殘餘物。	15.0
(10) 鋇及其化合物 (總鋇)	100.0

【資料來源：有害事業廢棄物認定標準。】

10

506

三、有害事業廢棄物 檢測及紀錄管理辦法

本管理辦法檢測直接相關之條文為第2條、第4條及第5條。其中**第4條**規定事業廢棄物應廢棄物的檢測頻率，**第5條**規定廢棄物檢測報告的相關事項，其條文內容如下：

第2條

本辦法規定之**檢測**包括採樣與檢驗測定，應由經**中央主管機關許可**之環境檢驗測定機構依本法第75條規定，以中央主管機關所**公告**之檢測方法及品質管制事項辦理。

第4條

事業對其**有害事業廢棄物**應執行檢測之規定與頻率，除中央主管機關依本法授權另有規定者外，應依下列規定辦理：

- 一、有害事業廢棄物經依有害事業廢棄物認定標準第5條第1款規定**申請表列排除核准者，應每6個月檢測1次。**
- 二、有害事業廢棄物中間處理時，其處理後之廢棄物，應由處理者每6個月檢測1次。但**經連續2次檢測結果均未超過有害事業廢棄物認定標準者，得改為1年檢測1次。**
- 三、事業依前款但書檢測或經主管機關或執行機關稽查檢測，其檢測結果**超過**有害事業廢棄物認定標準者，應依前款前段規定辦理檢測。
- 四、第2款之有害事業廢棄物其處理方法或設施變更時，應於**變更後1個月內辦理檢測。**
- 五、其他經中央主管機關指定**公告**之有害事業廢棄物，應**至少1年檢測1次。**

第5條

前條之檢測應自採樣之日起**30日內**完成，並製成有害事業廢棄物**檢測紀錄報告書** (以下簡稱報告書)。

前項報告書之**內容應包括**下列項目：

- 一、採樣計畫書。
- 二、採樣紀錄。
- 三、檢測報告。
- 四、檢測數據品管紀錄。
- 五、其他經中央主管機關指定之事項。

四、廢棄物危害性之分類及標示

「有害事業廢棄物**標示**」主要**目的**為提供所有接觸廢棄物的從業人員關於廢棄物的**危害性質**的訊息，使從業人員能夠選擇正確的**防護設備**及**器具**來工作，以降低不當操作的事故發生或減少對人員或環境的危害。同時，有害事業廢棄物標示**也是廢棄物調查人員收集廢棄物資料，於現場勘察時辨別廢棄物種類**的依據。

環境部公告「**區別**有害事業廢棄物特性標誌」分別訂定毒性事業廢棄物、腐蝕性事業廢棄物、戴奧辛有害事業廢棄物、溶出毒性事業廢棄物、易燃性事業廢棄物、反應性事業廢棄物、石棉及其製品廢棄物、多氯聯苯有害事業廢棄物等**8種**標誌，圖形、尺寸、顏色，用以警示作用。

清理業者於清運、處理過程時，對於單一或特定之廢棄物仍須依我國工業安全衛生之規定，攜帶安全資料表，作為意外洩漏時緊急處置之參考。依環署廢字第0960035782號公告之附件-區別**有害**事業廢棄物特性標誌如下。

(一)列表之有害事業廢棄物 (1/3)

1. 製程有害事業廢棄物(危害性標示：(I)：易燃性；(C)：腐蝕性；(R)：反應性；(T)：毒性。)

 <p>(邊長 10 公分以上，固體，背景為白色，另加上幾條紅線，黑色火焰。液體，背景為紅色，黑色火焰。)</p>	 <p>(邊長 10 公分以上，固體，背景為白色，另加上幾條紅線，黑色火焰。液體，背景為紅色，黑色火焰。)</p>	 <p>(邊長 10 公分以上，顏色：黑白)</p>
<p>(I)：易燃性</p>		<p>(C)：腐蝕性</p>
 <p>易產生爆炸者 (邊長 10 公分以上，背景為橙色，炸彈爆炸圖案為黑色)</p>	 <p>易產生有毒氣體者 (邊長 10 公分以上，顏色：白底黑字)</p>	 <p>(邊長 10 公分以上，顏色：白底黑字)</p>
<p>(R)：反應性</p>		<p>(T)：毒性</p>

2. 混合五金廢料廢棄物(邊長10公分以上，顏色：白底黑字)。



3. 生物醫療廢棄物 (邊長10公分以上，
顏色：白底黑字，但塑膠袋或容器為紅色或黃色者，亦可採該顏色為底色)。



(二)有害特性認定之有害事業廢棄物種類標誌

1. 毒性事業廢棄物(邊長10公分以上，顏色：白底黑字)。



2. 溶出毒性事業廢棄物(邊長10公分以上，顏色：白底黑字)。



3. 戴奧辛有害事業廢棄物(邊長10公分以上，顏色：白底黑字)。



4. 多氯聯苯有害事業廢棄物(邊長10公分以上，顏色：白底黑字)。



5. 腐蝕性事業廢棄物(邊長10公分以上，
顏色：白底黑字)。



6. 易燃性事業廢棄物(邊長10公分以上, 固體
背景為白色, 另加上幾條紅線, 黑色火焰。
液體, 背景為紅色, 黑色火焰)。



7. 反應性事業廢棄物(邊長10公分以上，**顏色**：(1)常溫常壓下易產生爆炸者，背景為橙色，炸彈爆炸圖案為黑色；(2)含氰鹽者及硫化物氫離子濃度指數(pH值)於2.0至12.5間會產生有毒氣體者，**黑白**)。

(1)常溫常壓下易產生爆炸者。



(2)含氰鹽者及硫化物氫離子濃度指數(pH值)於2.0至12.5間會產生有毒氣體者。

8. 石綿及其製品廢棄物(邊長10公分以上，顏色：背景白色，上半部7條黑色垂直線條)。



捌、結語

廢棄物檢測與分析，除了須具備良好的分析方法與檢測儀器外，更需要有良好的採樣、分析規劃與執行過程的追蹤。綜觀本教材內容顯示，一個良好的分析結果必須面面俱到，另一方面，廢棄物由於可粗分為一般及有害，因此，在分析及瞭解上也應該就此二部分做更明確的釐清。

本教材之教學目的，除了基本學理與相關法規的介紹，更重要的是，在閱讀與使用的過程中，**期盼學員瞭解廢棄物特性與分析方法的要義**，以使得日後**實際操作分析時，能有更正確不偏頗的分析結果與有效的實務應用**。

祝大家

考試順利

Good luck with your exam!

感謝聆聽

敬請指教

Thanks for your attention !