

廢棄物採樣檢測及特性分析

目錄

壹、前言	1
貳、廢棄物採樣原理與規劃	2
一、採樣理論	4
二、採樣之規劃	8
參、廢棄物採樣方法介紹	11
一、一般廢棄物（垃圾）採樣方法	11
二、事業廢棄物採樣方法	23
三、採樣設備準備與選擇	29
四、採樣紀錄、標籤	43
五、個人安全防護配備與安全健康措施	47
肆、廢棄物特性相關之分析	52
一、一般廢棄物的物理性質分析	52
二、一般廢棄物的化學性質分析	53
三、廢棄物特性現場簡易測試	61
四、組成分定量分析	66
伍、廢棄物採樣檢測之品保及品管 (QA/QC)	68
一、標籤內容	69
二、樣品封條	69

三、現場採樣紀錄表	70
四、監視鏈紀錄表	71
陸、廢棄物採樣計畫書	72
一、收集與分析廢棄物背景資料	72
二、確定事業廢棄物貯存型態	72
三、選定合適之採樣方法	72
四、訂定出詳細的採樣步驟	73
五、確定必須登錄之現場採樣紀錄內容	83
六、確定安全防護措施	73
七、訂定事業廢棄物樣品標示、運送及保存方法	73
柒、廢棄物檢測及特性分析相關法規	74
一、廢棄物清理法	74
二、廢棄物危害性之分類及標示	74
捌、結語	80
參考資料	81

廢棄物採樣檢測及特性分析

表目錄

表 2.1、司徒頓 Student “ $t_{0.20}$ ”值表	6
表 3.1、在 95% 精確度下 80% 信賴區間之採樣 $t_{0.20}$ 分配表.....	16
表 3.2、垃圾物理組成細項分類.....	20
表 3.3、垃圾採樣及溼基物理組成分析登錄表.....	21
表 3.4、亂數表	28
表 3.5、有害事業廢棄物採樣及貯存樣品之材質	35
表 3.6、各種形態廢棄物的適用採樣器具.....	35
表 3.7、廢棄物採樣器具及使用限制.....	35
表 3.8、塑膠製盛裝容器材質及特性.....	37
表 3.9、試劑水規格	39
表 3.10、採樣攜帶配備行前檢查表 (Check List) (範例)	44
表 3.11、現場採樣工作紀錄表	45
表 3.12、樣品封條範例	47

廢棄物採樣檢測及特性分析

圖目錄

圖 2.1、焚化處理流程中之主要監測項目	4
圖 2.2、廢棄物焚化處理各單元之主要分析項目	4
圖 2.3、採樣作業流程圖	10
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	13
圖 3.2、一般垃圾網格法取樣示意圖	17
圖 3.3、綜（混）合廢液採樣管	30
圖 3.4、採樣杓	30
圖 3.5、採樣瓶	31
圖 3.6、採樣刀（套管式）（細粒採樣器）(Thief)	32
圖 3.7、採樣刀（直管式）（粗粒採樣器）(Trier)	32
圖 3.8、採樣刀（具握柄）	32
圖 3.9、採樣鏟 (Trowel Shovel).....	32
圖 3.10、鑽土採樣組	33
圖 4.1、廢棄物中 CHN 之元素分析儀分析流程	57
圖 4.2、燃燒彈熱卡計圖	58
圖 4.3、焚化灰渣之灼燒減量測定流程.....	61

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。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，使學習者瞭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設政策、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：

- 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。

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理置-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。因此，廢棄物之檢測範圍相當廣泛，包括廢棄物、廢水、廢氣之測定，就分析之對象可分類如下：

- 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：如土壤、噪音、空氣、水體分析、地下水分析等。

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，可做如下之分類：

一、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。

二、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。

三、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。

圖 2.1 所示為焚化處理流程中之主要監測項目，圖 2.2 所示則為焚化處理各單元之主要分析項目。

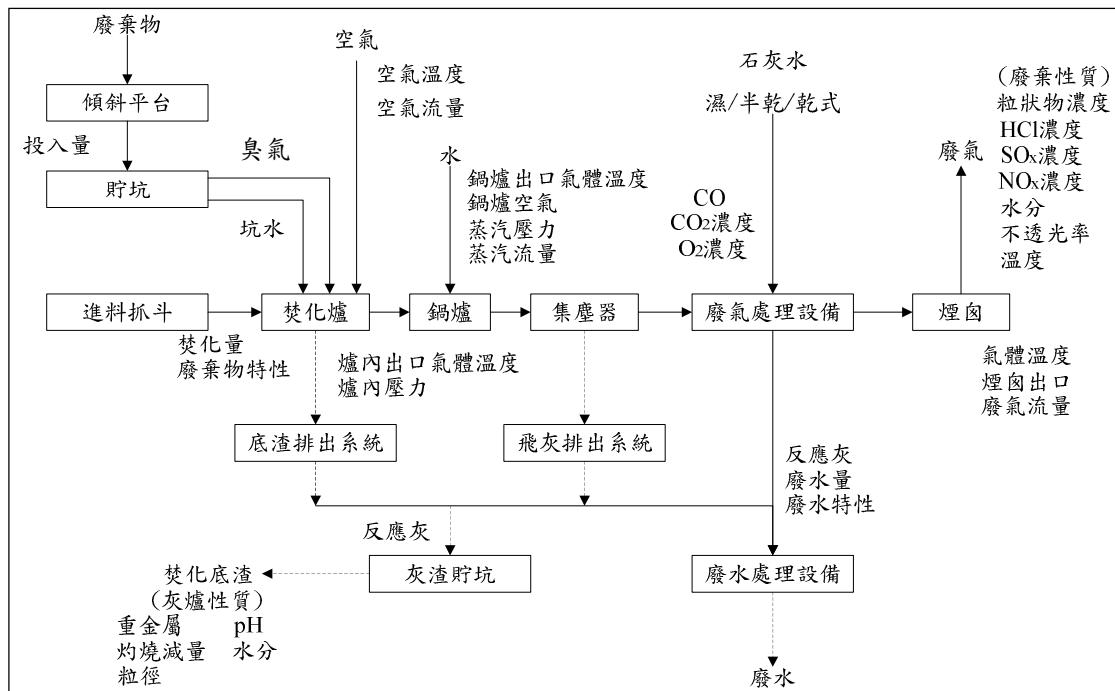


圖 2.1、焚化處理流程中之主要監測項目

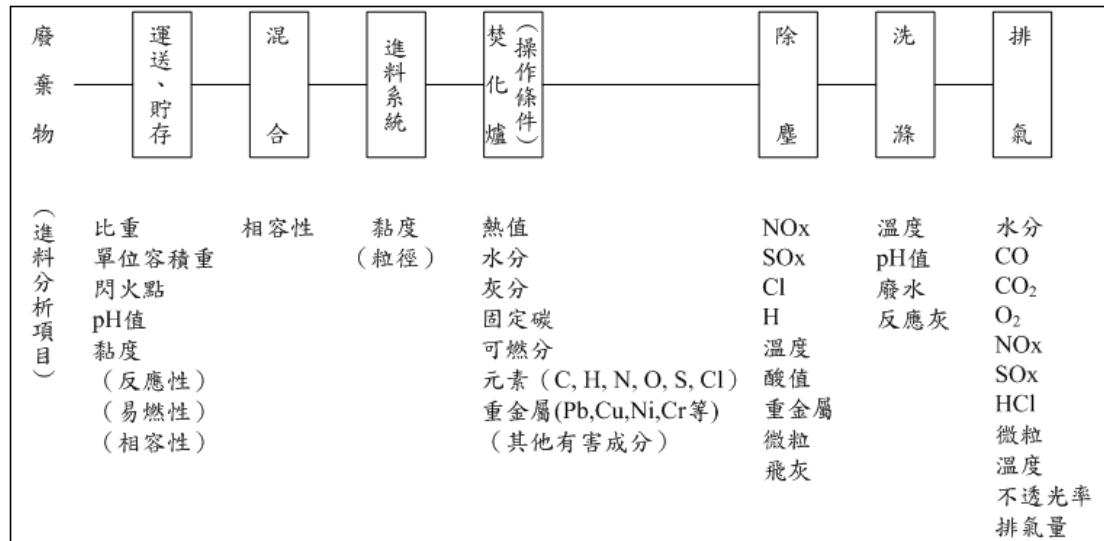


圖 2.2、廢棄物焚化處理各單元之主要分析項目

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。因此，需先瞭解以下幾個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。

因此，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 (Precision)。

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 (Confidence Interval，簡稱 CI)。在一般廢棄物（垃圾）的評估中，參考美國環保署的標準，將信賴區間的採樣信賴度訂為 80%。故在量測數據的信賴區間 CI 求出後，將其信賴上限 (Confidence Upper Limit) 及信賴下限 (Confidence Lower Limit) 與法規管制值 (Regulatory Threshold, RT) 或其他規定值做比較，若超過此限值，表示此批樣品不符控制要求，需做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 。

(三) 由樣品數 n_1 ，查司徒頓 Student “ $t_{0.20}$ ” 值表 (表 2.1)。

表 2.1、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

(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，就不用再繼續採樣，否則定義為超出管制值或常規值。亦可利用程序 $1.n_1$ 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：

$$n = \text{測定樣品數} \quad \text{自由度 } df = n - 1$$

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

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

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

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

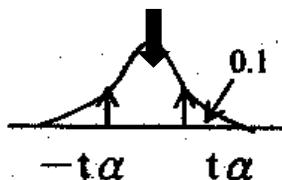
$$\text{信賴區間 } 80\% \quad CI = \bar{X} \pm \frac{t_{0.20} \times S}{\sqrt{n}}$$

管制值RT或常規值：依廢棄物管制法規不同而異

$$\text{又 } RT = \bar{X} \pm \frac{t_{0.20} \times S}{\sqrt{n}} \quad 80\%$$

從上式可以導出採樣約略數

$$\text{採樣約略數} \quad n = \frac{t_{0.20}^2 \times S^2}{(RT - \bar{X})^2}$$



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，信賴區間為 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

$$df : 5 - 1 = 4$$

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

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

若廢水硫酸鹽 (SO_4^{2-}) 含量之管制值 RT 或常規值為 1.50 mg/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 1.0 mg/L，但甲、乙兩組之標準偏差值分別為 0.14 及 0.16 mg/L，因此甲組之數據精密度比乙組為佳。

二、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) 瞭解採樣的目的

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。

(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。

(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

採樣計畫作業流程圖參見圖 2.3，除上述各點外，另須注意的有：

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，但仍應能獲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。

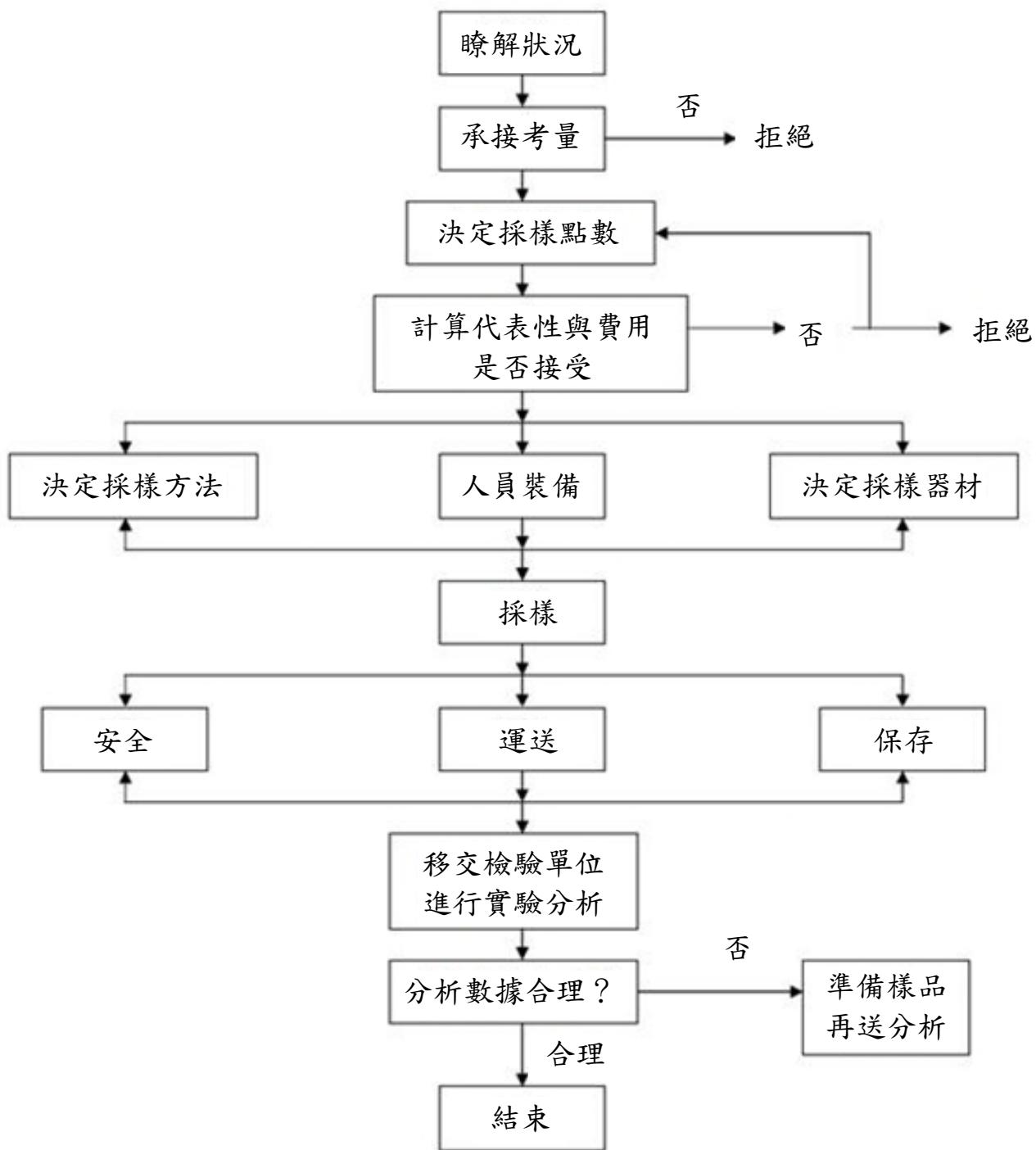


圖 2.3、採樣作業流程圖

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（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，瞭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，主要瞭解廢棄物是否含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。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、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作為垃圾處理、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 (Bulk Density) 或稱為單位容積重量，若廢棄物為液體則量測比重 (Specific Gravity)。
- (2) 物理組成 (Physical Composition) 包括溼基及乾基物理組成。
- (3) 比重。
- (4) 黏度。
- (5) 其他，如閃火點及燃點、粒徑、壓密性、pH 值、相容性等。

2. 化學性質

- (1) 廢棄物 3 成分析，包括水分、灰分及可燃分。
- (2) 元素分析，包括碳 (C)、氮 (N)、氫 (H)、氧 (O)、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。

(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。

(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（ $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m} \times 0.4\text{ m}$ 高）（圖 3.1）（最好為不鏽鋼或耐重力摔壓之合金材質）。



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：耙子、鐮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、耙子或長柄推把等。
- (5) 分類工具：防水布（ $6\text{ m} \times 6\text{ m}$ 以上）、磁鐵、孔徑 5 mm 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、可秤重 20 kg 以下天平（精確至 0.01 kg）、可秤重 40 kg 以上磅秤（精確至 0.1 kg）及輔助照明設備、供電設備等。

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 500 g 至 5 kg 不等之不吸水、耐酸

驗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：活性碳防塵口罩或面罩。
- (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。
- (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、溼基物理組成分類、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) 安全衛生及污染防治措施。

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 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 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。
- (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，應增加採樣之樣品數。

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：

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

$t_{0.20}$ ：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

表 3.1、在 95% 精確度下 80% 信賴區間之採樣 $t_{0.20}$ 分配表

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		

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，立即進行溼基物理組成分類與秤重。

(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 $6\text{ m} \times 6\text{ m}$ 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 $6\text{ m} \times 6\text{ m}$ 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 2 m 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 0.25 m 延伸，以及從表面算起垂直向下 0.4 至 0.6 m 深度，讓此區域之所有垃圾盡可能裝進 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。
- (D) 將 9 個子區域之垃圾次樣品倒置在旁鋪置好之鋼板上，再以鎌刀破解成袋垃圾，釘耙攪動拌合。

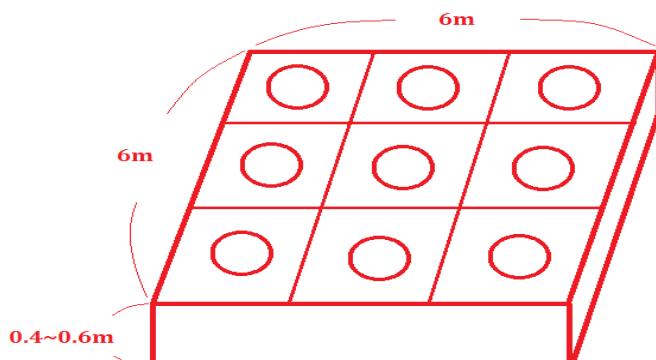


圖 3.2 一般垃圾網格法取樣示意圖

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 等份。
- (B) 隨機將其中對角的 2 份捨棄，餘留部分重複進行前述鋪平並分為 4 等份，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。

(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：

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 等份，保留對角 2 份，並將其餘兩份予以捨棄。
- (B) 選擇之對角 2 份再經攪動拌合，重新均分成 4 等份，再取對角 2 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。

B. 測定樣品之單位容積重 (kg/m^3)

- (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 30 cm 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秤量其重量，以此重量扣除金屬盒重後，所得數據再乘以 10 即為所的垃圾之單位容積重，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」。
- (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. 溼基物理組成分類樣品

樣品之物理組成包括溼基及乾基物理組成，為避免樣品干擾產生，溼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。

垃圾採樣主要為瞭解垃圾基本特性者，垃圾物理組成分為：紙類、纖維布類、木竹稻草類、廚餘類、塑膠類、皮革橡膠類、鐵金屬類、非鐵金屬類、玻璃類、其他不燃物（陶瓷、砂土）及其他（含 5 mm 以下之雜物、碎屑）等 11 類。

各類物理組成之細部分類如表 3.2 所示，分類作業步驟如下：

- (A) 將測定單位容積重後之樣品，倒在一個 6 m × 6 m 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 5 mm 的物品被分類完後，剩餘細小垃圾歸類至其他項中。

(E) 分別以適當天平秤其重量，並將數據記錄之。

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、及木製傢俱等
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
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 5 mm 以下之物質

表 3.3、垃圾採樣及溼基物理組成分析登錄表

日期：105.09.28

採樣單位：東海大學環境科學與工程學系

地點：○○垃圾焚化廠

天氣：晴

垃圾來源：一般廢棄物

樣品編號：001

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

溼基物理組成分類：

溼基物理組成	組 成	重量 (kg)			重量百分比
		總重	托盤空重	組成重	
可燃物	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	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：檢視臺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

記錄人員：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) 單位容積重樣品經溼基物理組成分類後是為分類樣品，經秤重後，其水分的蒸發問題雖不再是樣品保存的重點考慮，但仍應盡量將容器密封，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堆產生容器破損。

- (2) 樣品運送前，應指定人員負責樣品點收，並盡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 $4\pm2^{\circ}\text{C}$ 冷藏下保存 24 小時。經乾燥之樣品，得保存 60 天。

6. 工作場地復原

於採樣及溼基物理組成分類後，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 (Field Duplicates)。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。
- (2) 為確保採樣過程之完整性，需有現場採樣記錄。一般廢棄物現場採樣記錄內容如下：
 - 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. 現場單位容積重及溼基物理組成。

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。工作人員必須瞭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。

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(Homogeneity)，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治等事項。

（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) 檢測有機物類

- A. 廢液、固廢或高濃度樣品：使用 125 或 250 mL 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。
- B. 水溶液樣品（檢測揮發性有機物）：使用 40 mL 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。

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。

2. 現場篩選測試試劑：

(1) pH 試紙：能顯示 pH 值 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。
- (5) 多氯聯苯測試：使用免疫化學或其他測試組合。
- (6) 鹵化物測試：銅線、本生燈或噴燄槍。
- (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

廢棄物之採樣應依照下列採樣程序辦理。

1. 擬定採樣計畫書內容要項包括：

- (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) 安全衛生及污染防治措施：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氣體及爆炸性空氣，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：
- A. 當確知廢棄物特性或污染情況時，得選用權威式採樣 (Authoritative Judgement Sampling) 方式，依據專業知識以主觀判斷採樣方式規劃。
 - 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 (Stratified Random Sampling) 或排序組合採樣 (Ranked Set Sampling) 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 (Simply Random Sampling) 方式，或併用系統及網格採樣 (Systematic and Grid Sampling)、叢式（多階段式）採樣 (Cluster Sampling) 等方式規劃。
 - 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，但其結果不適合作統計分析。
 - 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，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。
 - C. 以容器盛裝之廢棄物得先將採樣範圍內之容器加以編號後，依簡易隨機採樣 (Simply Random Sampling) 方式由表 3.4 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 3.4、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.

- 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) 小於等於 20% (鉻的 RSD 應小於等於 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」，採樣 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。

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) 紹(混)合式廢液採樣管 (Coliwasa)：由直徑約 1-2 吋、長度約 150 cm 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 1 cm 可以大拇指封閉者），長約 120 cm 之玻璃。
- (2) 採樣杓 (Dipper Sampler)：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）。
- (3) 採樣瓶 (Bottle Sampler)：由金屬支撐架固定採樣瓶（圖 3.5）。
- (4) 採樣泵 (Pump)：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。

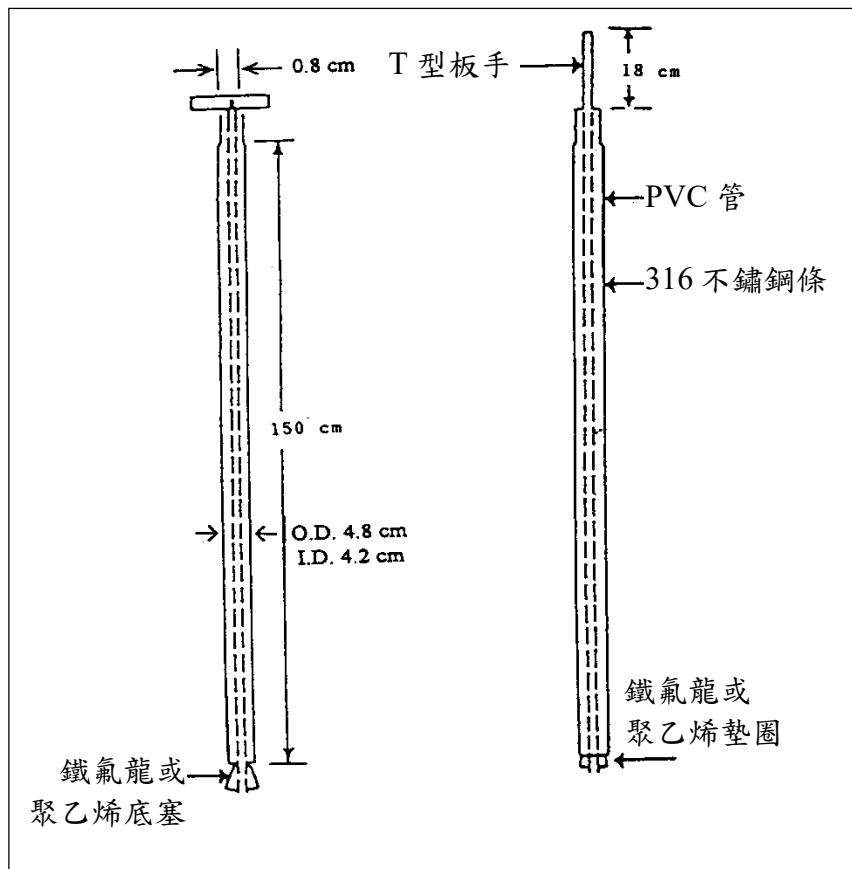


圖 3.3、綜（混）合廢液採樣管

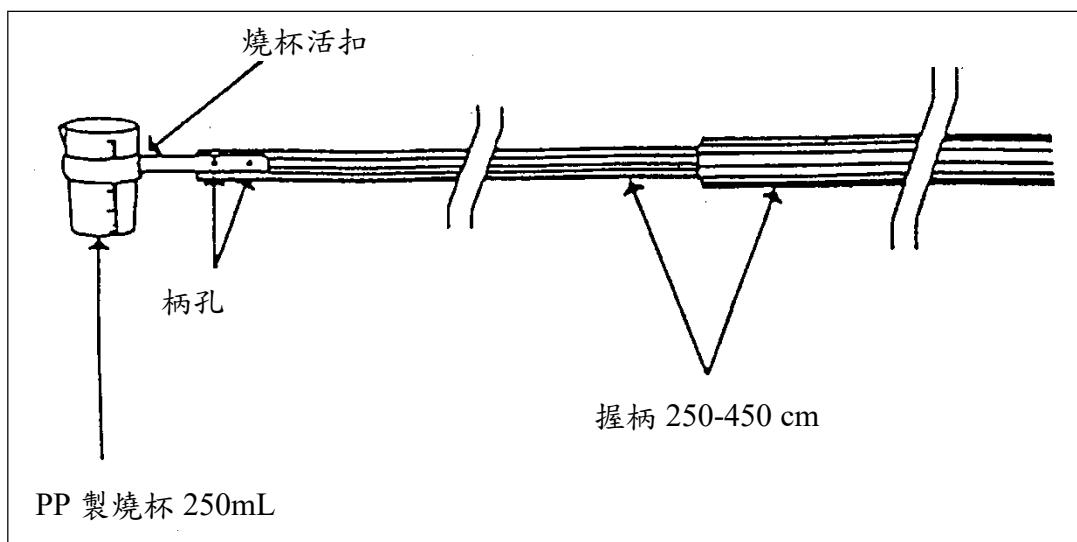


圖 3.4、採樣杓

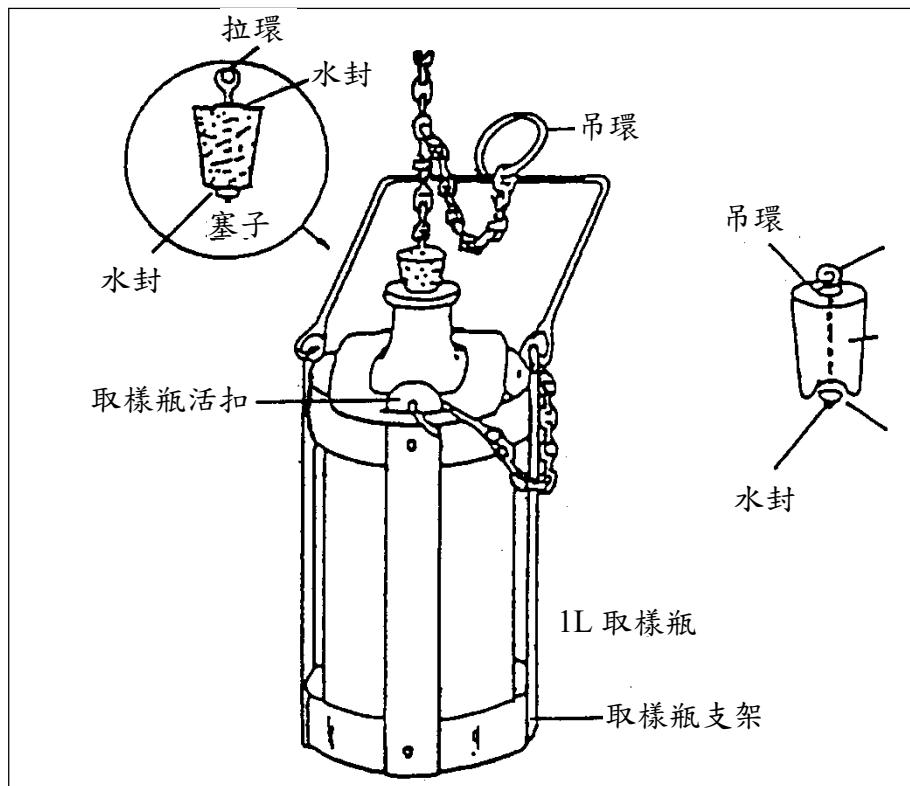


圖 3.5、採樣瓶

2. 固態樣品採樣器

- (1) 採樣刀、套管式採樣刀 (Thief Sampler): 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）。
- (2) 採樣鏟 (Shovel): 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 3.10），亦可使用適當大小之可棄式不鏽鋼匙代替（如圖 3.9）。
- (3) 鑽土採樣組 (Auger): 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。

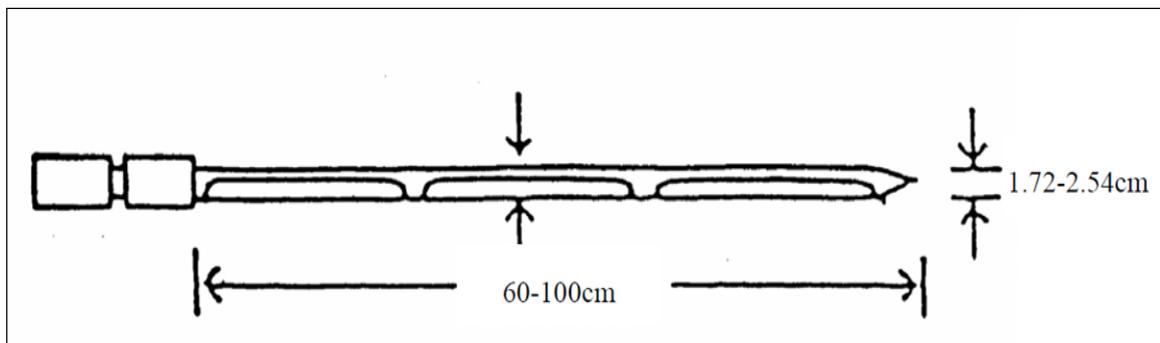


圖 3.6、採樣刀（套管式）（細粒採樣器）(Thief)

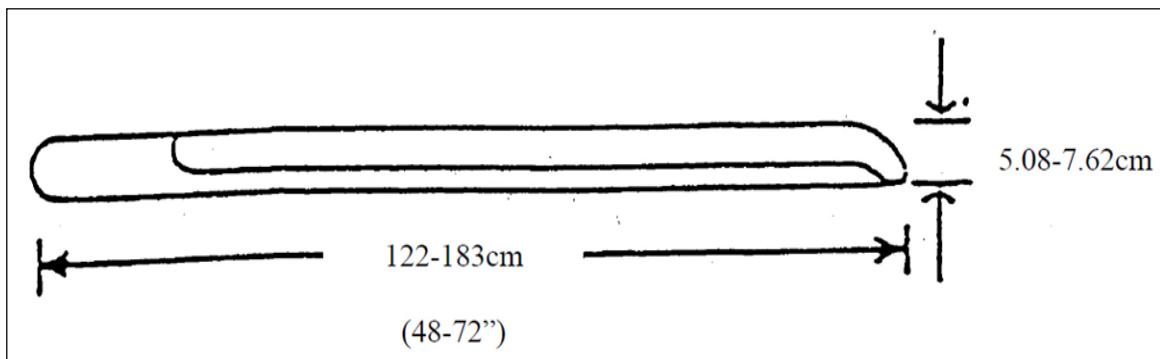


圖 3.7、採樣刀（直管式）（粗粒採樣器）(Trier)

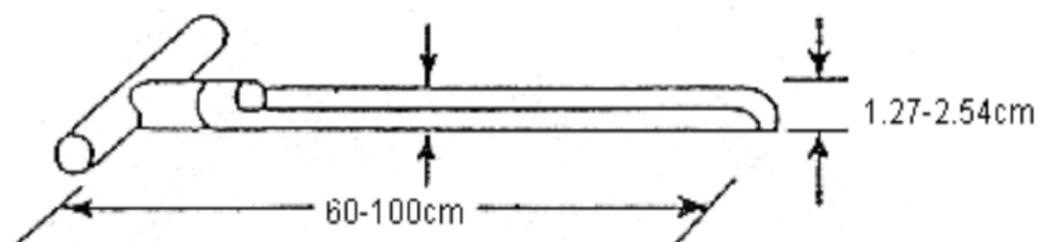


圖 3.8、採樣刀（具握柄）

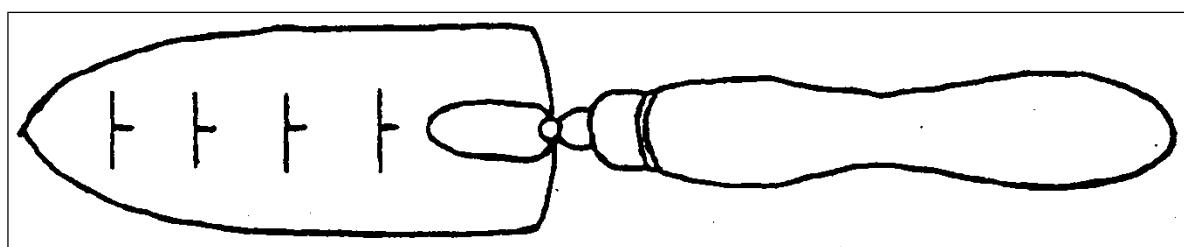


圖 3.9、採樣鏟 (Trowel Shovel)



圖 3.10、鑽土採樣組

(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。
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）。

因此，對採樣器具以及樣品貯存容器的選定工作，應在擬定採樣計畫書時，即邀請採樣分析人員共同參與，採樣器具選擇時應注意之事項包括：

1. 樣品的負值污染 (Negative Contamination)-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。
2. 樣品的正值污染 (Positive Contamination)-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 (Cross Contamination)-由於前次取樣後器具未清洗乾淨，而造成樣品的污染。
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，亦應盡量使用廣口的容器。表 3.5 為經常使用的有害事業廢棄物採樣器具之材質，雖然鐵氟龍 (Teflon) 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)
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，各種採樣
器具及採樣器使用限制說明如表 3.7。

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

註：C：綜（混）合廢液採樣管 (Coliwasa)；D：取樣杓 (Dipper)；F：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	<ul style="list-style-type: none"> 使用柄長不可超過 3.5 m，以免折彎鋁棒
	採樣瓶	<ul style="list-style-type: none"> 黏度大之液體採樣困難
廢棄物 (貯槽中)	採樣瓶	<ul style="list-style-type: none"> 黏度大之液體採樣困難

廢棄物形態	採樣器	使用限制
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))	· 可使用於較黏溼之粉粒
乾性廢棄物、 表層土壤	採樣鏟	· 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	· 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，或特別訂做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，行駛的振動、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。

廢棄物的採樣樣品盛裝容器必須考量與廢棄物的相容性、強度及安全性。而且容器本身不得與廢棄物產生反應作用。選擇容器時應考慮以下條件：

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。以下為廢棄物塑膠材質之樣品盛裝容器特性比較範例（表 3.8）。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，則需採用鐵氟龍（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，其建議如下：

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 PA 106 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% HNO₃ 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. 以蒸餾水清洗採樣工具。
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。

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。

表 3.9、試劑水規格

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	0.25	5.0
比電阻，最小值 ($\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ at 25°C)	18	1.0	4.0	0.2
pH 值	--	--	--	5.0-8.0
TOC，最大值 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	50	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

- 註：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 $0.2 \mu\text{m}$ 濾膜過濾所得者，其導電度 $<0.056 \mu\text{S}/\text{cm}$ 。
2. Type II：自來水先經離子交換、蒸餾、連續式電去離子逆滲透 (Continuous Electrodeionization) 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 $<0.25 \mu\text{S}/\text{cm}$ 。
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 $<5 \mu\text{S}/\text{cm}$ 。

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。因為不清潔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($\text{pH}=6.5\text{-}7.5$)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，但仍盡量以自來水大量清洗為宜。若無必要在現場清洗工具時，則盡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

一般常用的採樣器具其操作方法簡易說明如下：

1. 級（混）合廢液採樣管 (Composite Liquid Waste Sampler, Coliwasa)。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) 至 (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 (Dipper)。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。
 - (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 (Bottle sampler)。由玻璃（或塑膠）瓶、沉鐘、吊環、塞子，以及吊鏈所組成（如圖 3.5），其操作方法：
- (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。
 - (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。
 - (2) 以水平角 $0-45^\circ$ 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 (Shovel)。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。
 - (2) 將廢棄物平鋪，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 (Auger) 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（見圖 3.10）。

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，廢棄物採樣儀器及設備清單，如範例表 3.10。

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
一、採樣所需工具		有	無
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. 釘鉗	縮分樣品時使用		
7. 鐮刀	解開少數成包之垃圾		
8. 鐵子	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		
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			

註：第 2 項，個人安全防護裝備。

(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。

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	

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. 現場連繫人員及電話。
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。

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：_____

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。

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。

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瞭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 CNS 316 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，盡可能就地以清潔劑、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一不通風密閉室內，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，否則應盡量收集帶回清洗。
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，為瞭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秤重，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 ($1 \text{ atm}, 4^\circ\text{C}$) 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作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。

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。

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。

（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 10 kg)秤其重量得 W1 。
- 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，精秤其重量得 W2 。
- 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，再依上述步驟烘乾秤重。

(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，於使用前秤重。
- B. 秤取適量之粉碎廢棄物樣品 (粒徑 1 mm 以下，精秤至 0.001 g) 約 5 至 10 g (W1) ，置於上述已秤重之坩鍋中，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，精秤其重量得 W2 。
- C. 重複以上步驟，直至前後兩次重量差小於 0.005 g 為止。

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，以校正大氣溼度之誤差。

灰分可分為下列 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，冷卻後秤重求其殘餘重量，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：

於測試前將附有蓋子之坩鍋洗淨後，置於高溫爐中，以 $1,200^{\circ}\text{C}$ 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，使用前秤重。

1. 樣品水分之測定

- (1) 秤取適量之經粉碎後廢棄物樣品約 5 至 10 g (W1)(粒徑 1 mm 以下，精秤至 0.001 g)，置於上述已秤重之坩鍋中，以 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 之烘箱乾燥 2 小時，取出移入乾燥器，冷卻至室溫，精秤 (W2)。
- (2) 重複以上步驟，直至前後兩次重量差小於 0.005 g 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 $800\pm 50^{\circ}\text{C}$ 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，精秤 (W3)。

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)、氮 (N)、氫 (H)、氧 (O)、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)。

- (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，以氦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。

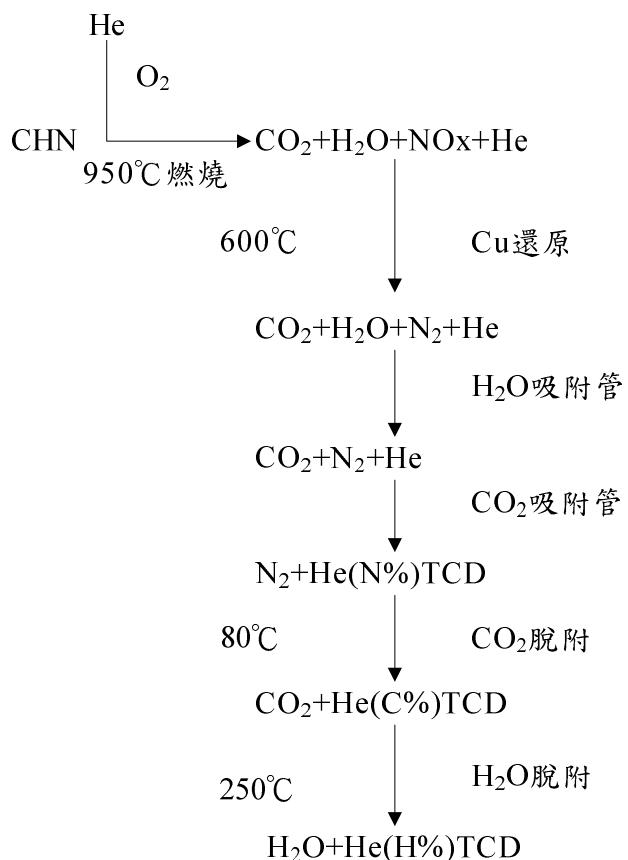


圖 4.1、廢棄物中 CHN 之元素分析儀分析流程

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 至 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 (H_2O_2) 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 (SO_4^{2-}) 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。
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），由此再換算成溼基高位及低位發熱量。

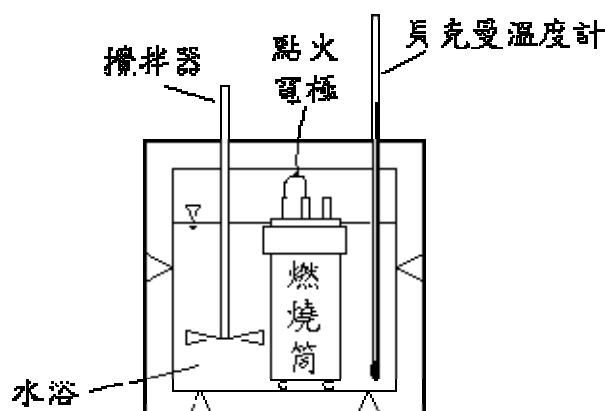


圖 4.2、燃燒彈熱卡計圖

1. 溼基高位發熱量 (High Calorific Value) H_h

溼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 (%)】

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

溼基低位發熱量亦稱真（淨）發熱量 (Net Heat Value)，由溼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：

溼基低位發熱量 = 溼基高位發熱量 - 凝結熱

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

式中

W ：垃圾水分 %

H ：垃圾元素分析值之溼基氫含量 %

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 5,100 kcal/kg，又測得該垃圾的水分 (H_2O) 含量為 30%，垃圾元素分析值之溼基氫 (H) 含量 5.0%，請計算該垃圾之溼基高位發熱量 (H_h)，及溼基低位發熱量 (H_L) 值分別為何。

$$\text{溼基高位發熱量} : H_h = \frac{5,100 \times (100 - 30)}{100} = 3,570 \text{ (kcal/kg)}$$

$$\text{溼基低位發熱量} : H_L = 3,570 - 6(9 \times 5 + 30) = 3,120 \text{ (kcal/kg)}$$

(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。

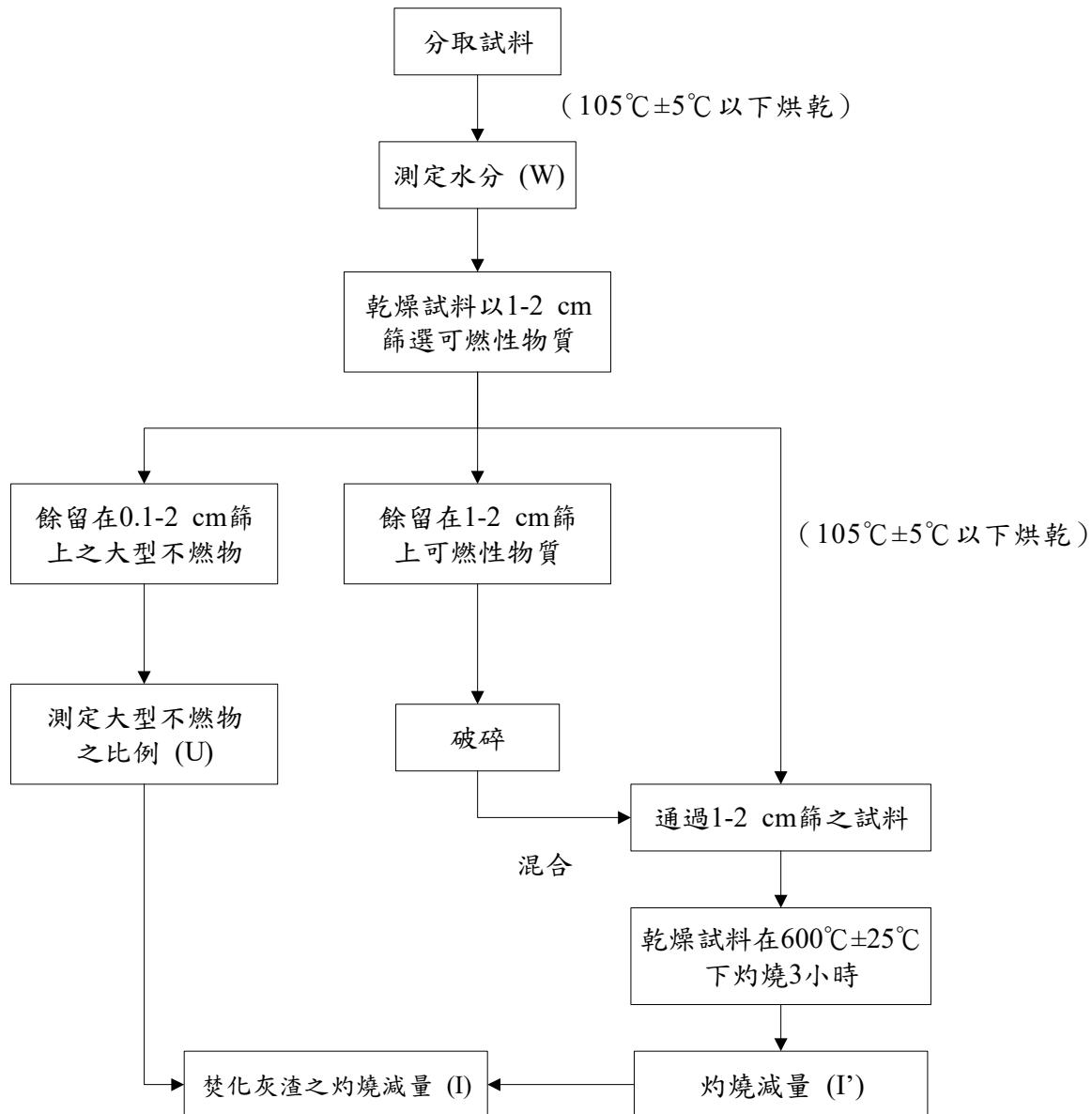
(五) 灼燒減量

利用 $600\pm25^{\circ}\text{C}$ 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 1-2 kg，1 日 4-5 次，合計採取 5-10 kg 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。

依據國家環境研究院公告之 NIEA R216.02C 焚化灰渣灼燒減量之測定方法」其流程如圖 4.3 所示。



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。

圖 4.3、焚化灰渣之灼燒減量測定流程

三、廢棄物特性現場簡易測試

現場簡易測試主要目的為迅速瞭解廢棄物特性，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-%）。測試項目包括：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) 氯化碳氫化合物。
- (七) 氟化物 (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，作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。

此一特性分類可利用下列數種方法測試之：

(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 (0.2 mL 或 0.1 g) 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 3 M 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，因此此測試僅適用於 $\text{pH} \geq 7$ 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 3 M 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，因此此測試僅適用於 $\text{pH} \geq 7$ 之樣品溶液，其測試極限為 50 ppm。

1. 取 5 mL 或 0.2 g 樣品，溶於 50 mL 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 並振搖。
4. 加入 1 滴 0.02 M 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 (Photoionization Detector Analyzer, PID Analyzer) 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。

(十) 其他測試方法

1. 檢知管 (Draeger Tubes) 測試

- (1) 氰化物測試：將少量樣品 ($>0.5\text{ mL}$) 以數滴 3 M 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 ($>0.5\text{ mL}$) 以數滴 3 M 鹽酸酸化後，可以 H_2S 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 SO_2 、 NO_2 等檢知管測試。
- (5) 酸性液體測試：可利用 HF、HCl 等檢知管測試。

2. 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. 一水溶性樣品若以銅線-火焰測試得一陽性反應，並不表示其為氯化碳氫化合物，因為氯離子也會在銅線-火焰測試中得到陽性反應。一般而言，氯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，作為此一有機液體 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，則必須進行氯化碳氫化合物或 PCB 測試。
6. 若一樣品溶液之 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。

四、組成成分定量分析

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（固相萃取法或液相萃取法）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瞭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。

伍、廢棄物採樣檢測之品保及品管 (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，並盡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。

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：

- (一) 採樣機構名稱。
- (二) 採樣者姓名。
- (三) 計畫名稱。
- (四) 樣品編號。
- (五) 採樣日期、時間。
- (六) 分析項目。
- (七) 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：

- (一) 採樣者姓名。
- (二) 樣品編號。
- (三) 採樣日期、時間。
- (四) 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：

- (一) 計畫名稱。
- (二) 採樣編號（或現場編號）。
- (三) 採樣日期及時間。
- (四) 採樣地點、位置。
- (五) 樣品編號。
- (六) 樣品名稱。
- (七) 採樣目的。
- (八) 廢棄物組成型態及來源。
- (九) 採樣方法。
- (十) 樣品體積（重量）。
- (十一) 氣候資料。
- (十二) 現場樣品處理情形。
- (十三) 樣品運送及保存方式。
- (十四) 現場環境狀況及參考資料（照片、採樣點分布描繪等）。
- (十五) 現場連繫人員及電話。
- (十六) 採樣人姓名、單位及職務。
- (十七) 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。

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。

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

採樣前應盡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。

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，因此必須先瞭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，在瞭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。

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、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、石綿及其製品廢棄物、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. 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。）

		
(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。)		(邊長 10 公分以上，顏色：黑白)
(I)：易燃性		(C)：腐蝕性
		
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)	易產生有毒氣體者 (邊長 10 公分以上，顏色：白底黑字)	(邊長 10 公分以上，顏色：白底黑字)
(R)：反應性		(T)：毒性

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）。



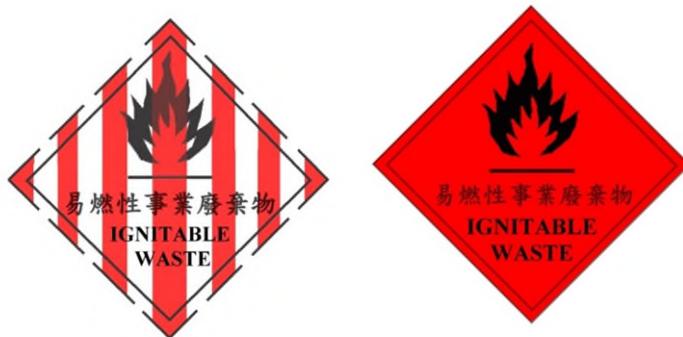
4. 多氯聯苯有害事業廢棄物（邊長 10 公分以上，顏色：白底黑字）。



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)含氯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) 含氯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。

參考資料

1. 國家環境研究院，有害事業廢棄物危害性分析，公民營廢棄物清除處理機構等專業技術人員講習訓練班教材。
2. 國家環境研究院，一般/一般事業廢棄物抽樣檢測技術，公民營廢棄物清除處理機構等專業技術人員講習訓練班教材。
3. 環國家環境研究院，一般/一般事業廢棄物抽樣檢測技術，公民營廢棄物清除處理機構等專業技術人員講習訓練班教材。
4. 國家環境研究院，專業機構廢棄物清理甲級廢棄物管理佐訓練教材，康城工程顧問公司及工業技術研究院共同編訂，民國 80 年 8 月。
5. 國家環境研究院，事業廢棄物採樣方法。
6. 國家環境研究院，一般廢棄物採樣方法。
7. 國家環境研究院，土壤採樣方法。
8. 國家環境研究院，碳、氫、氮、硫等元素含量檢驗方法，。
9. 國家環境研究院，廢棄物熱值檢測方法。
10. 國家環境研究院，事業廢棄物毒性溶出程序。
11. 國家環境研究院，有害事業廢棄物認定標準。
12. 國家環境研究院，有害事業廢棄物檢測及紀錄管理辦法。