



# CHAPTER

## 環境與儀器分析

Environmental and Instrumental Analysis

- 第一節 環境分析的重要性
- 第二節 儀器分析的分類及特點
- 第三節 儀器分析的技術及應用



王俊欽 編著



### 學習目標

研讀本章後，應能達成以下目標：

1. 了解環境分析之重要性。
2. 了解儀器分析之分類與其特點。
3. 了解儀器分析方法與傳統分析方法之差異。
4. 了解儀器分析發展趨勢與未來展望。

## 前言

現今人類生活過程中面臨各式各樣的問題，諸如氣候變遷、環境污染、飲食安全等，想要快速釐清與解決這些問題的過程中，經常伴隨化學物質檢測，因此如何選擇妥善且有效之分析方法就很重要。本章為此書之開端，期藉由環境分析重要性之介紹、傳統分析方法與儀器分析方法的剖析、儀器分析發展趨勢與展望之描述，使讀者對儀器分析有初步認知與了解。

### 第一節

## 環境分析的重要性

*The Importance of Environmental analysis*

環境問題是當今全世界關心之重大問題之一，諸如塑膠污染、全球暖化、極端氣候、食安問題，大多數之環境問題都直接或間接與化學物質有關。要解決環境問題，必須對環境中化學物質的特性、起源、含量與狀態，進行化學物質之分析與檢測。

## 壹、環境分析的對象及特點

*Objects and Characteristic of Environmental Analysis*

環境分析通常是利用合適之統計方法，將由環境取得的資料，如空氣品質監測資料、水質監測資料、環境統計資料等，再進行討論與研究，並從資料間獲得潛在規律，進而發現環境問題，為環境保護工作提供決策依據。由於環境分析研究的對象為存在環境中之化學物質，該化學物

質通常皆具有：(1) 種類來源廣泛：來自大氣、水體、土壤、廢棄物等；(2) 組成分複雜：一個環境樣品通常存在各式各樣不同之化合物；(3) 安定性差：各污染物間會產生交互化學反應，使得樣品組成分無法維持穩定；(4) 含量低等特點。

複雜物質之分析實為環境分析的任務，其被要求須對污染物的狀態與結構進行分析，且是（超）微量之連續快速分析<sup>1</sup>，雖對含量較高之污染物分析有準確度高與相對誤差小之優點，但常侷限於超微量分析時之靈敏度與偵測極限之要求，且無法於短時間內滿足大量之分析工作。為滿足分析快速、準確度與精密度高之特點，特發展出儀器分析 (instrumental analysis)，意即利用物質之物理性質或物化性質進行量測之儀器與分析方法。

## 貳、環境分析的應用及方法

*Application and Methods of Environmental Analysis*

儀器分析可應用於環境檢驗、食品分析、藥品檢測、化粧品檢驗、元素分析、疾病診斷、生醫原料與材料特性檢測等。儀器分析方法的應用又可分為以下二類：

1. **定性分析 (qualitative analysis)**：為分析物質，如化合物、未知樣品的化學結構、分子官能基類型及所含元素，以確定物質組成成分之分析方法。
2. **定量分析 (quantitative analysis)**：為測定物質，如化合物、未知樣品中各組分的相對含量的分析方法。由於定量分析可確定組成成分的含量，故其實際應用層面廣泛。

要了解未知樣品之含量，一般需要先對未知樣品進行定性分析，待樣品之組成分確定後，再選擇適當的分析方法進行定量分析。由於不同的組成分元素或離子，有不同之有效分析方法，未知樣品中是否含有干擾分析方法之離子或元素，亦為分析方法選擇之考慮因素。

註 1：超微量分析 (ultramicro analysis) 之樣品用量小於 0.1 mg，樣品體積小於 0.01 mL；微量分析 (micro analysis) 之樣品用量為 0.1~10 mg，樣品體積為 0.01~1 mL。



## 儀器分析的分類及特點

*Classification and Characteristics of Instrumental Analysis*

儀器分析依據量測物質之物理性質或物化性質進行分類，可分為四類，簡列如表 1-1，並分別說明如下。

表 1-1 儀器分析方法之分類

方法分類	量測之物理(化)性質	分析方法	應用範例
光譜分析法 (spectroscopy method)	輻射之放射	螢光光譜法	維生素 B <sub>1</sub> 之硫色素定量法
		火焰光度法 (火焰發射光譜法)	鹼水和鹽鹼土壤中鈉、鉀、鈣、鎂等金屬元素的測定
		感應耦合電漿 原子發射光譜法	水中重金屬及微量元素如鋁、銀、鎘、鉻、銅、鉛、鎂、錳、汞之檢測；血液中重金屬之檢測
		化學放光法 (化學冷光法)	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ 發光胺 (luminol) 對血跡的檢測</li> <li>☛ 一氧化氮濃度檢測器對一氧化氮濃度檢測</li> </ul>
		放射性同位素分析法 (放射免疫分析)	利用磷 -32 或氮 -15 研究磷肥或氮肥被農作物吸收情形
	輻射之吸收	紫外光 - 可見光光譜分析法	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ 蛋白質定量 (紫外光光譜分析法)</li> <li>☛ 氨氮定量 (可見光光譜分析法)</li> </ul>
		紅外光光譜分析法	土壤中腐植質之檢測
		原子吸收光譜分析法 (火焰式、石磨爐式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ 水中重金屬如銀、鎘、鉻、銅、鐵、錳、鎳、鉛、鋅之檢測</li> <li>☛ 食品中鉛、鎘之檢驗</li> </ul>
		核磁共振光譜分析法	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ 膜蛋白、蛋白纖維和聚合物之結構探究</li> <li>☛ 核酸如 DNA 或 RNA 的結構確認</li> </ul>

表 1-1 儀器分析方法之分類 (續)

方法分類	量測之物理(化)性質	分析方法	應用範例
層析分析法 (chromatography method)	兩相之間的分配	氣相層析法	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ 分析化學產品中某些物質的含量</li> <li>☛ 測定土壤、空氣和水中的有毒物質</li> <li>☛ 食品中殘留農藥之檢驗</li> </ul>
		液相層析法	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ 食品中三聚氰胺含量檢測</li> <li>☛ 飲料中咖啡因濃度檢測</li> </ul>
		離子層析法	水中陰、陽離子之檢測
		薄層層析法	食物和水中的農藥或殺蟲劑檢測
電化學分析法 (electrochemical method)	電量	庫倫分析法 (恆電流法、恆電位法)	測定電解過程中消耗之電量，進行物質定量之方法
	電阻	電導測定法	利用測量電導或電導的變化進行分析的方法
	電流	極譜分析法	用於分析無機物 (如金屬)、某些無機酸根離子 (如碘酸根離子、重鉻酸根離子、亞硒酸根離子等) 以及數種有機物的官能基
		伏安分析法	測定藥品含量、培養液的細胞濃度、汽輪機油抗氧劑含量
	電位	離子選擇電極法	在陰離子分析方面特別具有競爭能力
其他分析方法 (other analysis method)	熱性質	熱分析法	用於高溫、高壓與易腐蝕性材料之研究
	質荷比	質譜分析法	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ 用於分析揮發性較高、熱穩定性較佳之化合物 (氣相層析質譜分析法)</li> <li>☛ 用於非揮發性化合物 (液相層析質譜分析法)</li> <li>☛ 測定無機試樣之微量元素或其同位素 (感應耦合電漿質譜分析法)</li> </ul>
		攜帶電荷	電泳法



## 壹、光譜分析法

*Spectroscopy Method*

光譜分析法 (spectroscopy method) 是以輻射光線照射於研究物質後，針對研究物質產生之輻射訊號或相關變化進行分析的方法。光譜分析法包括：輻射之放射與輻射之吸收。應用輻射放射之分析方法包括：螢光光譜法、火焰發射光譜法、感應耦合電漿原子發射光譜法、化學放光法、放射性同位素分析法等；而應用於輻射吸收之分析方法則包括：紫外光 - 可見光光譜分析法、紅外光光譜分析法、原子吸收光譜分析法、核磁共振光譜分析法等。光譜分析法開創了化學和分析化學的新紀元，不少化學元素通過光譜分析發現，已廣泛地用於地質、冶金、石油、化工、農業、醫藥、生物化學、環境保護等許多方面，是常用的靈敏、快速、準確的近代儀器分析方法之一。

## 貳、層析分析法

*Chromatography*

層析分析 (chromatography) 是利用含有欲分析混合物質之移動相 (mobile phase) 經過固定相 (stationary phase) 時，混合物質中各組成分因與不互溶兩相間之吸附能力、分配能力、分子體積或其他如帶電情形的親和作用之性能差異進而分離之方法。

圖 1-1 為層析分析法中分別以混合物質中組成分的吸附能力、分配能力、分子體積進行分離之示意圖。常用之層析分析法包括：氣相層析法、液相層析法、離子層析法、薄層層析法等。層析分析法自發明至今，已成為最重要的分離分析科學，廣泛地應用於許多領域，如環境保護、生理生化、有機合成、石油化工、醫藥衛生、地科研究等。