

# 綠色檢測技術風,污染追蹤有法寶

李長平

## 前言

我們都知道 X-射線可應用在人體 X 光照片診斷，直到今天，幾乎每個人都曾接受 X-射線照射，如在身體檢查時會照胸部 X 光照片，以了解身體器官健全之良否，而也可利用 X-射線來治療惡性腫瘤，或在海關可掃描進口物品是否有不法的東西進入國內，這些都是大家所熟悉 X 射線的用途。或許你不知道現在環保署已運用 X-射線原理及其發展之儀器，端出環境鑑識武器，對大家所厭惡之不法堆置之廢棄物或受污染土壤，應用特殊的快速篩選工具及配合嫻熟之檢測專業知識，將棄置之廢棄物或污染土壤樣品，去比對鑑識可疑之公司或工廠之產出物或廢棄物等物品之指紋資料，揪出污染源來打擊不法之徒，這就好像刑事犯罪案件，刑警或檢察官會以每人具有不同 DNA 或指紋等特徵，去抓出真正犯罪之犯人一樣之方式來辦理環境污染案件。

大家或可從環保新聞事件中，了解有關物料生產過程中或後端處理不恰當，造成環境污染，會影響我們身體健康，尤其目前常聽聞有廢污泥或鋼鐵廠生產後產生的廢棄物棄置在稻田或土壤中，這些廢棄物可能會含有一些無機重金屬，如鉛、鎘、汞、銅等元素，都會造成我們體內器官如神經系統、肝臟或胃等傷害；台灣數年前發生過鎘米事件，因塑膠製造工廠排放廢水至灌溉農田的水源中，導致作物稻米污染，引發鎘中毒。諸如此類環保案件，都須以較先進及即時之儀器設備去偵測了解污染物之有害性，以作適當處置，避免影響附近居民健康及污染環境。

## XRF 鑑識技術

以往對於廢棄物等污染物含量成分，大部分需使用化學藥劑如王水(1種強酸化合物)進行消化分解後，再以傳統的化學儀器分別進行各項重金屬元素之分析，但是檢測過程繁雜，耗費大量人力與物力，且需使用大量強酸與強氧化劑，會造成許多

有害廢棄物的產生，如處理不當，反而造成二次污染，非常不環保。基於綠色分析方法的想法與概念，目前已進行電弧爐煉鋼業無機鑑識相關案件，嘗試使用 XRF 與傳統化學法檢測作比較，以瞭解 XRF 檢測廢棄物的準確性

基於綠色分析方法的想法與概念，現在已可利用 X 射線照射於待測樣品，可激發樣品元素中的電子，放射出特徵 X 光，不同元素具有不同的特性波長，經由儀器測量，得知其能量及強度後，可獲知樣品組成的元素種類與含量，並進一步判別樣品間之元素組成差異；這種具有快速、不具破壞性及多元素分析功能之設備稱為 X 射線螢光光譜儀(X-ray Fluorescence Spectrometer, XRF)。XRF 測量分析特性為便利與迅速性，有利於環境污染初步調查；而且不需使用大量化學藥劑及繁複之處理步驟，具無害、環境友好、潔淨之綠色化學特性，可作為污染物快速篩選及環境鑑識之用。

環保署已針對近期環保污染案件較嚴重之煉鋼工廠所產生廢棄物（如集塵灰或爐渣），進行 XRF 測量分析無機重金屬如鉛、鋅、錳等成分，並建立指紋資料，以鑑識追蹤污染源案件用，並嘗試以 XRF 與傳統化學法測試結果作比較，以瞭解 XRF 檢測廢棄物的準確性。

測試結果對於爐煉鋼廠廢棄物中大部分的重金屬元素，經以 XRF 與傳統化學分析法比較，對於以煉鋼業有害事業廢棄物之集塵灰，其主要成分，如：鐵、鋅、鈣、鉛、錳等元素分析，兩者檢測結果分析值差異不大，所以 XRF 可作為無機重金屬元素比對鑑識之工具。

### **應用 XRF 鑑識比對廢棄物污染源案例**

環保署於近年成功使用 XRF 鑑識設備比對工廠廢棄物與廢棄污泥來源關聯性案，2010 年某縣 4 鄉鎮空地被棄置疑似皮革污泥之不明污泥廢棄物與鄰近地區之疑似污染來源甲、乙、丙、丁等公司廢棄物，經以 XRF 比對無機重金屬指紋情形如下，所完成之結果提供當地環保局，協助釐清污染來源案，及對污染來源之工廠進

行處分。

	甲（牛皮製程）	乙（豬皮製程）	丙（豬皮製程）	丁（豬皮製程）
A 鄉	不相似	不相似	不相似	相似
B 鄉	不相似	不相似	不相似	相似
C 鄉	不相似	不相似	不相似	相似
D 鎮	不相似	相似	不相似	不相似

另環保署針對某事業廢棄物掩埋場堆置爐渣，疑有污染附近村里環境之污染來源調查案；會同地方檢察署等單位至該事業廢棄物掩埋場，依其場內堆置之爐渣廢棄物進行採樣檢測，以釐清掩埋場棄置廢棄物來源。採樣現場經檢測篩選後，以檢察官指示執行 4 處地點之土壤及廢棄物之 7 件樣品，與鄰近 4 家鋼鐵公司以 XRF 建立之爐渣無機重金屬指紋資料作比對分析，發現該場址爐渣樣品特徵顯示可能出自同一產源，且近似於電弧爐碳鋼業產生之爐渣，藉此可縮小查核範圍，供環保局作為釐清棄置爐渣來源之辦案需求。

## 結語

環保署近期民眾關注切身感受的事例，以上案件說明鑑識技術在這些事例中扮演的關鍵角色，並介紹其發展環境鑑識技術成果。以廢棄物而言，來自不同行業別、種類繁多、牽涉問題複雜，有鑑於此，為有效阻止不肖業者非法棄置大量事業廢棄物，造成嚴重環境污染，環境鑑識技術的發展，就是協助提出有效採集具備證據能力的現場證據，再利用透過所謂實驗室之鑑識技術與資料庫比對，取得可被採納且可靠的證據，配合調查，縮小可能的稽查對象，以協助稽查與追蹤不法業者，成為環境污染者認罪的佐證依據。