

燃料中重金屬元素檢測方法

中華民國113年12月30日環部授研字第1135117661號公告
自中華民國114年4月15日生效
NIEA M360.02C

一、方法概要

將預處理好之燃料樣品選擇適當方式加熱消化，消化液稀釋至適當體積後，以感應耦合電漿原子發射光譜儀 (Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometer, ICP-AES)、感應耦合電漿質譜儀 (Inductively coupled plasma-mass spectrometer, ICP-MS)、石墨爐式原子吸收光譜儀 (Graphite furnace atomic absorption spectrometer, GFAAS)、氫化物原子吸收光譜儀 (Hydride-generation atomic absorption spectrometer, HGAAS)、冷蒸氣原子吸收光譜儀 (Cold-vapor atomic absorption spectrometer, CVAAS) 進行分析；另汞亦可使用熱分解汞齊原子吸收光譜儀 (Thermal decomposition, amalgamation, and atomic absorption spectrophotometer, TDAAAS) 直接分析。

二、適用範圍

本方法適用於固態生質燃料及固體再生燃料中砷、鉍、鉍、鎘、鈷、鉻、銅、汞、鉬、錳、鎳、鉛、銻、硒、鉈、釩、鋅、錫等元素檢測，惟需注意所選擇之儀器分析方法，其方法偵測極限須可符合法規管制需求。

三、干擾

略

四、設備與材料

- (一) 加熱裝置：如加熱板塊 (Heating block) 或加熱爐 (Heated oven)，電阻式，加熱溫度可維持 $220\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- (二) 消化管：容量 50 mL 或其他適當容量，聚丙烯材質，附聚乙烯材質螺蓋。
- (三) 微波消化裝置：具有溫度或功率控制功能。
- (四) 消化瓶：微波消化裝置用，應有減壓閥或減壓裝置，以免因壓力過大而破裂。消化瓶材質避免與消化過程使用之酸產生明顯反

應。消化瓶須至少能承 8 bar 之壓力。當有機碳含量超過 100 mg，則需確定消化瓶能承受更大壓力。

(五) 分析天平：可精稱至 0.1 mg。

(六) 離心機或過濾裝置。

五、試劑

檢測時使用之試劑除非另有說明，否則至少為分析試藥級。使用之溶液，可依試藥配製比例製備所需使用體積。

(一) 試劑水：電阻率 $\geq 16 \text{ M}\Omega\text{-cm}$ 。

(二) 濃硝酸 (HNO_3)： $\geq 65 \%$ (w/w)。

(三) 氫氟酸 (HF)：40 % 至 45 % (w/w)，特別留意氫氟酸會造成健康之危害。

(四) 過氧化氫 (H_2O_2)：30% (w/w)。

(五) 氟硼酸 (HBF_4)：38 % 至 48 % (w/w)。

(六) 過氯酸 (HClO_4)：70 % (w/w)。

(七) 濃鹽酸 (HCl)：35 % 至 37 % (w/w)。

(八) 硼酸 (H_3BO_3)，4 % (w/w)：溶解 4 g 硼酸 (H_3BO_3) 於試劑水中，使最終重量為 100 g，或依使用之儀器廠商建議濃度配製。

(九) 混合酸液：950 mL 濃硝酸中加入 50 mL 過氯酸，混合均勻。

(十) 硝酸溶液，0.1 M：加入 6.4 mL 濃硝酸於 500 mL 試劑水中，以試劑水稀釋至 1 L。

(十一) 標準儲備溶液 (Standard stock solution)：可購買附成分證明文件之市售標準儲備溶液，或自行以超高純度之金屬或化合物（純度至少為 99.99 %）溶解配製而得。

(十二) 固態生質燃料參考物質：須為驗證參考物質 (CRM) 或標準參考物質 (SRM) 等級，附成分證明文件，可追溯至國家或國際標準。

(十三) 固體再生燃料參考物質：使用類似固體再生燃料特性之物質。

若無法購得市售參考物質，建議使用煤炭或固態生質燃料參考物質。

六、採樣與保存

- (一) 樣品採集依據「固態生質燃料採樣方法 (NIEA A104.0)」(註1) 或「固體再生燃料採樣方法 (NIEA M195.0)」規定執行，所採集樣品須具代表性，採集之樣品以密封袋（或桶）保存。
- (二) 目視或觸感潮濕樣品須於24小時內進行分析，或貯藏於 $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，最長保存期限7天，或者依「燃料中水分檢測方法 (NIEA M214.0)」七、(一)步驟進行預乾燥處理。乾燥或預乾燥後樣品，保存於乾燥陰涼處，最長保存期限180天（註2）。

七、步驟

(一) 樣品前處理

1. 依「燃料中水分檢測方法 (NIEA M214.0)」七、(一)進行樣品預乾燥（視需要）、破碎及過篩等前處理，使成粒徑小於1 mm之樣品。
2. 同時取1份粒徑小於1 mm之樣品依「燃料中水分檢測方法 (NIEA M214.0)」七、(三)檢測水分含量 (M_{ad})，或將粒徑小於1 mm之樣品保存在有效密封之小容器中，直至進行水分含量測定。

(二) 固態生質燃料樣品消化程序（註3）：

1. 稱取粒徑小於1 mm之樣品0.4 g至0.5 g（精稱至0.1 mg），置入消化瓶中（註4）。
2. 加入2.5 mL過氧化氫並靜置1分鐘至5分鐘。
3. 加入5 mL濃硝酸及0.4 mL氫氟酸。若樣品在不添加氫氟酸之情形下，其測值與添加氫氟酸之測值相同，則可不添加氫氟酸。若添加氫氟酸，則分析儀器應具抗腐蝕性，通常使用ICP-AES或ICP-MS進行分析時，需改用抗氫氟酸之霧化器，但仍須請儀器商針對氫氟酸之使用提供相關資訊。若分析儀器不具抗腐蝕性，樣品可添加硼酸，使其與氫氟酸進行複合反應，惟須特別注意硼酸純度。

4. 蓋上消化瓶蓋子，依使用設備設定加熱程式：
 - (1) 加熱爐或加熱板塊（註5）：1小時內，升溫至 220 °C，加熱速率 3.33 °C/min，在 220 °C 維持加熱 1 小時。
 - (2) 微波消化裝置（註6）：15 分鐘內升溫至 190 °C，在 190 °C 維持加熱 20 分鐘。
 5. 冷卻後，將消化液置入定量瓶中，並以試劑水淋洗消化瓶壁並將淋洗液轉移到定量瓶中，再以試劑水定容至適當體積（視使用之分析儀器而定）。
- (三) 固體再生燃料樣品消化程序（註3）：可依樣品特性，選擇適當方式進行消化（消化方式 A 至 C 擇一進行），但當樣品含大量有機質時須降低取樣量。若以熱分解汞齊原子吸收光譜儀直接分析汞，依（五）進行，無須消化。
1. 消化方式 A：使用氟硼酸、硝酸及鹽酸以加熱裝置消化。
 - (1) 稱取樣品 0.2 g 至 0.5 g（精稱至 0.1 mg），置入消化瓶中（註4）。
 - (2) 如有需要，以少量試劑水潤濕樣品，依序加入 6 mL ± 0.1 mL 濃鹽酸、2 mL ± 0.1 mL 濃硝酸及 4 mL ± 0.1 mL 氟硼酸。放置於室溫至冒泡情形幾乎停止，使樣品中有機物緩慢氧化。
 - (3) 輕輕鎖上消化瓶螺蓋（不需鎖太緊），消化瓶放置加熱裝置上，緩慢將加熱裝置溫度升至 105 °C ± 5 °C，並在此溫度下維持加熱 120 分鐘。
 - (4) 冷卻後，將消化液倒入適量體積（如 50 mL）之定量瓶中，並以試劑水淋洗消化瓶壁並將淋洗液收集至定量瓶中，再以試劑水定容至標線。
 - (5) 若有殘留物須離心或過濾分離。
 2. 消化方式 B（註7）：使用氟硼酸、硝酸及鹽酸，以微波消化裝置消化，可依儀器使用手冊或依下列方式執行。
 - (1) 稱取樣品 0.2 g 至 0.5 g（精稱至 0.1 mg），置入消化瓶中（註4）。

- (2) 如有需要，以少量試劑水潤濕樣品，依序加入 6 mL ± 0.1 mL 濃鹽酸、2 mL ± 0.1 mL 濃硝酸及 4 mL ± 0.1 mL 氟硼酸。
 - (3) 若產生劇烈反應，應先將消化瓶置於排煙櫃中待劇烈反應平緩後再予加蓋。
 - (4) 將消化瓶加蓋密封，依儀器製造商所提供之規範，將消化瓶置入微波消化裝置中，確認微波消化裝置溫度或壓力監控功能是否正常。
 - (5) 消化程式設定在使樣品以每分鐘 10 °C 至 15 °C 的升溫速率升加熱至 175 °C ± 5 °C，並在此溫度下維持加熱 10 分鐘 ± 1 分鐘。
 - (6) 消化瓶冷卻後，於良好通風之抽風櫃內將消化液倒入適量體積（如 50 mL）之定量瓶中，並以試劑水淋洗消化瓶壁並將淋洗液收集於定量瓶中，再以試劑水定容至標線。
 - (7) 若有殘留物須離心或過濾分離。
3. 消化方式 C（註 7）：使用氫氟酸、硝酸及鹽酸，以微波消化裝置消化，可依儀器使用手冊或依下列方式執行。
- (1) 稱取樣品 0.2 g 至 0.5 g（精稱至 0.1 mg），置入消化瓶中（註 4）。
 - (2) 如有需要，以少量試劑水潤濕樣品，依序加入 6 mL ± 0.1 mL 濃鹽酸、2 mL ± 0.1 mL 濃硝酸及及 2 mL ± 0.1 mL 氫氟酸。若樣品在不添加氫氟酸之情形下，其測值與添加氫氟酸之測值相同，則可不添加氫氟酸。若添加氫氟酸，則分析儀器應具抗腐蝕性，通常使用 ICP-AES 或 ICP-MS 進行分析時，需改用抗氫氟酸之霧化器，但仍須請儀器商針對氫氟酸之使用提供相關資訊。若分析儀器不具抗腐蝕性，樣品可添加硼酸，使其與氫氟酸進行複合反應，惟須特別注意硼酸純度。
 - (3) 若產生劇烈反應，應先將消化瓶置於排煙櫃中待劇烈反應平緩後再予加蓋。
 - (4) 將消化瓶加蓋密封，依儀器製造商所提供之規範，將消化瓶置入微波消化裝置中，確認微波消化裝置溫度或壓力監控功能是否正常。

- (5) 依表一微波消化控制程式參考條件（註8），或依儀器製造商之指引說明設定，確保每個消化瓶在微波消化中的反應條件一致。
- (6) 消化瓶冷卻後，於良好通風之抽風櫃內將消化液倒入適量體積（如 50 mL）之定量瓶中，並以試劑水淋洗消化瓶壁並將淋洗液收集於此定量瓶中，再以試劑水定容至標線。
- (7) 若有殘留物須離心或過濾分離。

（四）檢量線製備及消化液分析

砷、鋇、鉍、鎘、鈷、鉻、銅、鉬、錳、鎳、鉛、銻、硒、鉈、釩、鋅、錫可使用 ICP-AES、ICP-MS 或 GFAAS 檢測；砷及硒可使用 HGAAS 檢測；汞可使用 CVAAS、ICP-MS 或 ICP-AES 檢測。

1. 檢量線製備

- (1) 使用 ICP-AES 檢測，參照「感應耦合電漿原子發射光譜法 (NIEA M104.0)」七、（三）。
- (2) 使用 ICP-MS 檢測，參照「感應耦合電漿質譜法 (NIEA M105.0)」七、（三）。
- (3) 使用 GFAAS 檢測，參照「石墨爐式原子吸收光譜法 (NIEA M113.0)」七、（三）至七、（四）。
- (4) 使用 HGAAS 檢測，參照「水中硒檢測方法—批次式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W340.5)」七、（三）、「水中硒檢測方法—自動化連續流動式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W341.5)」七、（二）、「水中砷檢測方法—連續流動式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W434.5)」七、（四）或「水中砷檢測方法—批次式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W435.5)」七、（四）。
- (5) 使用 CVAAS 檢測，參照「水中汞檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法 (NIEA W330.5)」七、（二）至七、（四）。

2. 消化液分析

- (1) 使用 ICP-AES 檢測，參照「感應耦合電漿原子發射光譜法 (NIEA M104.0)」七、(二) 及七、(四)。
 - (2) 使用 ICP-MS 檢測，參照「感應耦合電漿質譜法 (NIEA M105.0)」七、(二) 及七、(四)。
 - (3) 使用 GFAAS 檢測，參照「石墨爐式原子吸收光譜法 (NIEA M113.0)」七、(二)。
 - (4) 使用 HGAAS 檢測，參照「水中硒檢測方法—批次式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W340.5)」七、(四) 至七、(五)、「水中硒檢測方法—自動化連續流動式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W341.5)」七、(三) 至七、(四)、「水中砷檢測方法—連續流動式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W434.5)」七、(二) 至七、(三) 或「水中砷檢測方法—批次式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W435.5)」七、(二) 至七、(三)。
 - (5) 使用 CVAAS 檢測，參照「水中汞檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法 (NIEA W330.5)」七、(一) 及 (三)。
- (五) 以 TDAAAS 直接分析汞：檢量線製備及樣品分析參照「固體與液體樣品中總汞檢測方法—熱分解汞齊原子吸收光譜法 (NIEA M318.0)」七、(二) 至七、(三)。

八、結果處理

(一) 樣品經消化後以消化液分析

$$C_i = \frac{A \times f \times V}{m} \times \frac{100}{(100 - M_{ad})}$$

C_i ：樣品中元素含量 (乾基) (mg/kg)

A ：檢量線求得元素濃度 (mg/L)

f ：消化液上機分析時之稀釋倍數

V ：消化液定容體積 (mL)

m ：粒徑小於 1 mm 之樣品重量 (g)

M_{ad} ：粒徑小於 1 mm 之樣品水分含量 (%)，參照燃料中水分
檢測方法 (NIEA M214.0) 七、(三)

(二) 樣品以熱分解汞齊原子吸收光譜儀直接分析

$$C_{Hg} = \frac{A}{m} \times \frac{100}{(100 - M_{ad})}$$

C_{Hg} ：樣品中汞含量 (乾基) (mg/kg)

A：檢量線求得之汞含量 (ng)

m：粒徑小於 1 mm 之樣品取樣量 (mg)

M_{ad} ：粒徑小於 1 mm 之樣品水分含量 (%)，參照「燃料中水
分檢測方法 (NIEA M214.0) 七、(三)

(三) 樣品中汞含量單位換算

1. 汞含量 (乾基) (mg/Mcal)

$$C_{Hg,d} = \frac{C_{Hg}}{LHV_d} \times 1000$$

$C_{Hg,d}$ ：樣品中汞含量 (乾基) (mg/Mcal)

C_{Hg} ：樣品中汞含量 (乾基) (mg/kg)

LHV_d ：樣品淨熱值 (乾基) (kcal/kg)，參照「燃料熱值檢測
方法—彈卡計法 (NIEA M216.0) 七、(三)

2. 汞含量 (乾基) (mg/MJ)

$$\text{汞含量 (乾基)} = \frac{C_{Hg,d}}{4.186}$$

$C_{Hg,d}$ ：樣品中汞含量 (乾基) (mg/Mcal)

3. 汞含量 (到達基) (mg/Mcal)

$$C_{Hg,w} = C_{Hg} \times \frac{(100 - M_{ar})}{100} \times \frac{1}{LHV_w} \times 1000$$

$C_{\text{Hg,w}}$ ：樣品中汞含量（到達基）(mg/Mcal)

C_{Hg} ：樣品中汞含量（乾基）(mg/kg)

M_{ar} ：樣品總水分含量（%），參照「燃料中水分檢測方法 (NIEA M214.0)」七、（二）

LHV_w ：樣品淨熱值（到達基）(kcal/kg)，參照「燃料熱值檢測方法—彈卡計法 (NIEA M216.0)」七、（三）

4. 汞含量（到達基）(mg/MJ)

$$\text{汞含量（到達基）} = \frac{C_{\text{Hg,w}}}{4.186}$$

$C_{\text{Hg,w}}$ ：樣品中汞含量（到達基）(mg/Mcal)

九、品質管制

- （一）檢量線查核：每 10 個樣品或每批次分析結束時，執行 1 次檢量線查核，以檢量線中間濃度附近的標準溶液（或標準品）進行，使用 HGAAS、CVAAS 或 TDAAAS 分析時，其相對誤差值應在 $\pm 20\%$ 以內，使用其他儀器分析時，其相對誤差值應在 $\pm 10\%$ 以內。
- （二）空白樣品分析：每批次或每 10 個樣品應至少執行 1 個空白樣品分析，空白分析值應小於 2 倍方法偵測極限。
- （三）重複樣品分析：每批次或每 10 個樣品應至少執行 1 個重複樣品分析，其相對差異百分比應在 25% 以內。
- （四）查核樣品分析：以類似基質參考物質進行查核樣品分析。每批次或每 10 個樣品應至少執行 1 個查核樣品分析，其回收率應在 75% 至 125% 範圍內。
- （五）添加樣品分析：每批次或每 10 個樣品應執行 1 個添加樣品分析，其回收率應在 75% 至 125% 範圍內。

十、精密度與準確度

不同實驗室分析固態生質燃料中砷、鎘、鈷、鉻、銅、汞、錳、

鉬、鎳、鉛、銻、釩和鋅含量分析數據（乾基）如表二至表十四；以消化方式 A 分析固體再生燃料中砷、鋇、鉍、鎘、鈷、鉻、銅、汞、錳、鉬、鎳、鉛、銻、硒、釩、鋅含量分析數據（乾基）如表十五至表三十；以 TDAAAS 分析固體再生燃料中汞數據如表三十一。

十一、參考資料

- (一) International Standard, Solid biofuels – Determination of minor elements, ISO 16968, 2015.
- (二) BSI Standard Publication, Solid recovered fuels – Methods for the determination of the content of trace elements (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V and Zn), BS EN 15411, 2011.
- (三) French Standard Institute, Soil, treated biowaste, sludge and waste – Digestion with a hydrochloric (HCl), nitric (HNO₃) and tetrafluoroboric (HBF₄) or hydrofluoric (HF) acid mixture for subsequent determination of elements, NF EN 13656, 2020.
- (四) International Standard, Solid biofuels — Conversion of analytical results from one basis to another, ISO 16993, 2016.
- (五) International Standard, Solid recovered fuels — Specifications and classes, ISO 21640, 2021.
- (六) 行政院環境保護署，土壤、底泥及廢棄物中總汞檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法 NIEA M317.04B，中華民國 105 年。

註 1：本文引用之所有公告方法名稱及編碼，以環境部最新公告者為準。

註 2：保存期間若有真菌（黴菌）出現或其他生物活性增加之跡象，則需立即分析樣品。

註 3：本方法消化程序中使用的試劑有強腐蝕性及危險性，所有程序需在抽風櫃或密閉且強制通風之設備中執行。使用強氧化劑需特別注意其與有機物含量高之樣品間反應會很劇烈。具壓力之容器應待冷卻至室溫再打開，以免化學物質和氣體物質接觸產生激烈反應。

註 4：樣品取樣量取決於樣品的有機物量。使用 8 mL 鹽酸/硝酸混合酸液時，碳含量不得超過 0.15 g。碳含量超過 0.15 g 時，每增加 0.1 g 有機碳，應在消化前額外添加 1 mL 濃硝酸。

註 5：所列溫度為加熱爐或加熱板塊之設定溫度。

註 6：所列溫度為微波消化裝置消化液溫度。

註 7：微波輔助酸消化法為效能基準 (Performance-based) 導向的樣品消化方法，分析人員可依所使用微波消化裝置廠牌型號的不同，適當修改本方法樣品取樣量及消化條件，惟修改後之方法，其執行檢測之所有步驟及程序，應符合本方法及其後續上機方法所述之品質管制規範。

註 8：若經驗證適用性，微波消化亦可使用溫度控制程序。

表一 微波消化控制程式參考條件

時間 (分鐘)	功率 (W)
2	250
2	0
5	250
5	400
5	500

表二 固態生質燃料中砷測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	6	27	10	0.036	0.023	64	0.012	34
廢棄橄欖殘餘物	8	38	7.3	0.60	0.057	9.5	0.036	6.0

表二至表十四符號說明：

- n 去除異常值後之實驗室數量
- l 無異常分析值之數量
- o 重複分析異常值百分比
- x 全部平均值
- S_R 再現性之標準偏差值
- CV_R 再現性之變異係數
- S_r 重複性之標準偏差
- CV_r 重複性之變異係數

(資料來源：參考資料(一))

表三 固態生質燃料中鎘測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	13	63	3.1	0.32	0.021	6.4	0.009	2.9
廢棄橄欖殘餘物	8	40	0	0.025	0.0057	23	0.0050	20

表四 固態生質燃料中鈷測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	9	43	4.4	0.34	0.033	9.7	0.010	2.9
廢棄橄欖殘餘物	11	54	1.8	1.04	0.128	12	0.056	5.4

表五 固態生質燃料中鉻測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	9	43	4.4	0.37	0.12	31	0.077	21
廢棄橄欖殘餘物	15	72	4	14.3	3.4	24	1.08	7.6

表六 固態生質燃料中銅測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	12	57	6.6	1.29	0.16	12	0.091	7.0
廢棄橄欖殘餘物	15	75	0	25	2.2	8.6	0.85	3.4

表七 固態生質燃料中汞測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	6	27	3.6	0.0072	0.0016	23	0.0010	13
廢棄橄欖殘餘物	10	44	2.2	0.012	0.0048	40	0.0026	22

表八 固態生質燃料中錳測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	14	69	1.4	261	18	6.78	3.78	1.4
廢棄橄欖殘餘物	15	73	2.7	40.2	2.5	6.30	1.46	3.6

表九 固態生質燃料中鉬測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	5	23	0	0.0028	0.015	52	0.012	41
廢棄橄欖殘餘物	8	37	7.5	0.22	0.056	25	0.018	8.2

表十 固態生質燃料中鎳測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	10	47	0	0.60	0.103	17	0.042	7.0
廢棄橄欖殘餘物	11	54	1.8	12.5	0.82	6.5	0.68	5.4

表十一 固態生質燃料中鉛測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	9	41	10.9	0.75	0.117	16	0.072	9.6
廢棄橄欖殘餘物	13	56	6.7	3.83	0.575	15	0.357	9.3

表十二 固態生質燃料中銻測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	5	25	0	0.013	0.0042	31	0.001	10
廢棄橄欖殘餘物	5	24	4	0.094	0.014	15	0.010	11

表十三 固態生質燃料中鈮測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	9	42	4.5	0.076	0.018	23	0.009	12
廢棄橄欖殘餘物	11	51	7.3	4.26	0.45	11	0.21	4.9

表十四 固態生質燃料中鋅測值之統計數據

樣品	n	l	o %	x mg/kg	S _R mg/kg	CV _R %	S _r mg/kg	CV _r %
木屑	15	70	5.4	13.8	1.94	14	0.67	4.8
廢棄橄欖殘餘物	15	71	5.3	18.2	1.97	11	0.83	4.5

表十五 以消化方式A分析固體再生燃料中砷含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	28	9	48	4.3	5	126	5	126
B	拆木	54	9	0	22.6	6	26	4	16
C	污水污泥	42	9	22	8.6	4	43	2	20
D	一般廢棄物	32	9	41	2.4	2	63	2	63
E	塑膠/紙蓬鬆物	25	9	54	2.5	2	68	2	68

表十五至表三十一符號說明：

- l 去除離群值之數量
- n 去除離群值後之實驗室數量
- o (%) 重複分析異常值百分比
- x (mg/kg) 全部平均值
- S_R (mg/kg) 再現性之標準偏差值
- CV_R (%) 再現性之變異係數

S_r (mg/kg) 重複性之標準偏差

CV_r (%) 重複性之變異係數

(資料來源：參考資料(二))

表十六 以消化方式 A 分析固體再生燃料中鋇含量 (乾基) 分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S_R	CV_R	S_r	CV_r
A	碎輪胎	54	9	0	6	2	33	2	33
B	拆木	54	9	0	152	92	61	90	59
C	污水污泥	60	9	11	1498	616	41	115	8
D	一般廢棄物	58	9	7	352	114	32	105	30
E	塑膠/紙蓬鬆物	60	9	11	153	82	54	82	54

表十七 以消化方式 A 分析固體再生燃料中鉍含量 (乾基) 分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S_R	CV_R	S_r	CV_r
A	碎輪胎	11	7	80	0.56	0	35	0	35
B	拆木	20	7	63	0.34	0	119	0	13
C	污水污泥	36	7	33	2.14	0	21	0	21
D	一般廢棄物	24	7	56	0.36	0	7	0	7
E	塑膠/紙蓬鬆物	29	7	46	0.38	0	86	0	23

表十八 以消化方式 A 分析固體再生燃料中鎘含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	37	9	31	3.6	3	78	3	78
B	拆木	30	9	44	0.7	0	33	0	33
C	污水污泥	54	9	0	4.6	0	7	0	7
D	一般廢棄物	47	9	13	2.3	1	60	1	57
E	塑膠/紙蓬鬆物	54	9	0	2.3	1	51	1	33

表十九 以消化方式 A 分析固體再生燃料中鉻含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	54	9	0	48	20	42	15	31
B	拆木	54	9	0	28	5	18	5	18
C	污水污泥	54	9	0	178	8	4	8	4
D	一般廢棄物	53	9	2	89	18	20	17	19
E	塑膠/紙蓬鬆物	54	9	0	132	208	158	208	158

表二十 以消化方式 A 分析固體再生燃料中鈷含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	48	8	11	100.9	20	19	20	19
B	拆木	35	8	35	1.5	1	43	0	24
C	污水污泥	48	8	11	20	3	16	3	16
D	一般廢棄物	42	8	22	4.6	2	34	1	23
E	塑膠/紙蓬鬆物	43	8	20	5.1	5	94	5	94

表二十一 以消化方式 A 分析固體再生燃料中銅含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	60	9	0	255	77	30	77	30
B	拆木	54	9	10	58	52	89	52	89
C	污水污泥	54	9	10	183	7	4	7	4
D	一般廢棄物	57	9	5	564	2077	368	2067	367
E	塑膠/紙蓬鬆物	60	9	0	748	1736	232	1736	232

表二十二 以消化方式 A 分析固體再生燃料中汞含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	18	8	67	0.35	0	126	0	126
B	拆木	16	8	70	0.25	0	72	0	72
C	污水污泥	42	8	22	1.41	1	92	1	92
D	一般廢棄物	31	8	43	0.49	1	133	1	133
E	塑膠/紙蓬鬆物	36	8	33	0.63	0	17	0	17

表二十三 以消化方式 A 分析固體再生燃料中錳含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	54	9	0	560	264	47	264	47
B	拆木	54	9	0	73	5	7	5	7
C	污水污泥	54	9	0	529	18	3	18	3
D	一般廢棄物	60	9	11	152	21	14	21	14
E	塑膠/紙蓬鬆物	54	9	0	195	98	50	89	46

表二十四 以消化方式 A 分析固體再生燃料中鉬含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	42	9	22	4.4	2	47	2	47
B	拆木	24	9	56	11.3	11	95	11	95
C	污水污泥	54	9	0	34.6	4	12	4	12
D	一般廢棄物	35	9	35	2	0	22	0	22
E	塑膠/紙蓬鬆物	36	9	33	3.3	1	18	1	18

表二十五 以消化方式 A 分析固體再生燃料中鎳含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	42	8	22	31.2	10	32	10	32
B	拆木	35	8	35	55.2	74	134	29	53
C	污水污泥	42	8	22	184.9	24	13	24	13
D	一般廢棄物	42	8	22	18.6	16	86	16	86
E	塑膠/紙蓬鬆物	48	8	11	34.9	8	23	7	20

表二十六 以消化方式 A 分析固體再生燃料中鉛含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	54	9	0	18	4	22	4	22
B	拆木	47	9	13	17	11	65	11	65
C	污水污泥	54	9	0	117	5	4	5	4
D	一般廢棄物	60	9	11	163	257	158	257	158
E	塑膠/紙蓬鬆物	54	9	0	145	80	55	77	53

表二十七 以消化方式 A 分析固體再生燃料中銻含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	39	8	28	7.28	4	49	4	49
B	拆木	29	8	46	1.46	1	61	1	51
C	污水污泥	42	8	22	10.31	5	47	3	27
D	一般廢棄物	43	8	20	18.2	15	80	15	80
E	塑膠/紙蓬鬆物	47	8	13	22.71	29	128	29	128

表二十八 以消化方式 A 分析固體再生燃料中硒含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	23	8	57	3.29	6	170	2	49
B	拆木	26	8	52	1.24	1	56	1	40
C	污水污泥	25	8	54	2.16	1	56	0	14
D	一般廢棄物	19	8	65	1.12	1	63	1	63
E	塑膠/紙蓬鬆物	19	8	65	0.89	0	34	0	34

表二十九 以消化方式 A 分析固體再生燃料中鈮含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	27	9	50	4.8	1	27	1	27
B	拆木	23	9	57	5.9	3	57	3	57
C	污水污泥	54	9	0	611.6	93	15	46	8
D	一般廢棄物	29	9	46	4.1	0	11	0	11
E	塑膠/紙蓬鬆物	32	9	41	4.8	1	18	1	17

表三十 以消化方式 A 分析固體再生燃料中鋅含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	60	9	0	11020	2956	27	1935	18
B	拆木	54	9	10	147	116	79	116	79
C	污水污泥	54	9	10	1183	116	10	69	6
D	一般廢棄物	60	9	0	573	1371	239	1371	239
E	塑膠/紙蓬鬆物	54	9	10	431	268	62	267	62

表三十一 以 TDAAAS 分析固體再生燃料中汞含量（乾基）分析數據

樣品	基質	l	n	o	x	S _R	CV _R	S _r	CV _r
A	碎輪胎	48	2		0.02	0	50	0	50
B	拆木	48	2		0.01	0	60	0	40
C	污水污泥	48	2		1	0	15	0	8
D	一般廢棄物	48	2		0.28	0	20	0	20
E	塑膠/紙蓬鬆物	48	2		0.62	0	19	0	14