

廢棄物中碳、氫元素含量檢測方法—燃燒管法

中華民國 93 年 11 月 19 日環署檢字第 0930084869A 號公告

自中華民國 94 年 2 月 15 日起實施

NIEA R403.21C

一、方法概要

廢棄物通入足夠之氧氣，使其在 800 至 850°C 密閉燃燒管中加熱燃燒，廢棄物中的碳(C)、氫(H)氧化產生二氧化碳與水蒸氣分別被蘇打石綿及水分吸收劑吸收。量測吸收劑之增加重量，即得二氧化碳與水之產生量，再予以換算求出廢棄物中之碳、氫等元素百分比。

二、適用範圍

本方法適用於檢測粉碎後廢棄物中碳、氫等元素之百分比；碳與氫的含量可同時測定。

三、干擾

- (一) 於燃燒管後端置入銀網，以去除廢棄物中硫及鹵化物所造成偏差。
- (二) 以酒精燈加熱爐外之管壁，可防止水氣凝結，以減少造成負偏差。
- (三) 某些特定廢棄物要分析其準確的碳、氫含量較為不易，例如：含類固醇廢棄物易形成甲烷，導致碳、氫含量均偏低。

四、設備及材料

- (一) 烘箱：循環送風式烘箱，附排氣設備且可設定 105±5°C 者。
- (二) 乾燥器（或乾燥箱，附濕度顯示計）。
- (三) 分析天平：可精稱至 0.001 g。
- (四) 管狀燃燒爐：其各部元件如下：
 - 1. 燃燒管：石英管，內徑約 48 mm，長度約 120 cm。
 - 2. 管狀燃燒爐：長約 84 cm，由電力加熱，操作溫度範圍由 400 至 1000°C，並可維持 800 至 850°C 之間。
- (五) 純氧鋼瓶（附流量控制器、壓力表及純化裝置）：純度 99.99 % 以

上。

(六) 吸收瓶 (250 mL) (或適宜的吸收裝置) 4 個、純化氧氣吸收瓶 2 個。

(七) 玻璃接頭。

(八) 防熱橡膠導管。

(九) 瓷舟 (80 mm × 15 mm × 10 mm)。

(十) 氣體流量計。

五、試劑

(一) 水分吸收劑：無水氯化鈣或無水過氯酸鎂，試藥級。

(二) 蘇打石綿 (NaOH on support)：試藥級，其粒徑為 0.8 至 1.6 mm。

六、採樣及保存

(一) 所有樣品依循採樣計畫執行，採樣計畫必須參照環保署公告之「一般廢棄物 (垃圾) 採樣方法」或「事業廢棄物採樣方法」撰擬。

(二) 為避免大氣濕度之干擾，樣品需妥善以乾燥箱保存，實驗分析之動作應儘速，讓樣品與大氣之接觸時間縮短。

七、步驟

(一) 將設備及材料依圖一方式組裝。

(二) 將粉碎後之樣品於 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中乾燥 2 小時，移置於乾燥器中冷卻，取約 0.5 至 1.0 g 樣品，以分析天平精稱其重量 W (精稱至 0.001 g)，將已稱重之樣品置於瓷舟中 (為防止爆管產生危險，稱取高熱值樣品時最好不要超過 0.15 g)。

(三) 將管狀燃燒爐電源開關打開，使其溫度達 800 至 850°C 之間。

(四) 為了純化氧氣，分別以無水氯化鈣或無水過氯酸鎂、蘇打石綿吸收瓶串聯接於氧氣瓶及氣體流量計之間，以去除鋼瓶氧氣中之碳和氫的化合物，失效時再予更換。

- (五) 在管狀燃燒爐出口處接上玻璃接頭，並於玻璃接頭下方放置酒精燈點火加熱，防止水蒸氣凝結。
- (六) 於玻璃接頭後接上導管並置入銀網，去除硫、氯等燃燒產物之干擾。
- (七) 裝填四支吸收瓶：吸收瓶 I、II 裝無水過氯酸鎂，吸收燃燒產生之水蒸氣；吸收瓶 III、IV 裝蘇打石綿，吸收燃燒產生之二氧化碳；並分別稱重（精稱至 0.001 g），記錄之。因蘇打石綿會吸收水蒸氣，故不宜接在前端。
- (八) 打開氧氣，以氣體流量計控制流量約 1500 mL/min，並以橡膠塞子將氧氣管塞在石英管前頭，並檢查整個燃燒流程是否只有最後一支吸收瓶有氣體排出，若有洩漏氣體，應設法立即排除。
- (九) 將含樣品之瓷舟放入燃燒管緩推送至電爐前端（350 至 400°C），著火後保持 5 至 10 分鐘，使揮發性固體物燃燒。若樣品含有高量之揮發性固體物時，為避免爆炸之虞，可考慮採以分批漸進推送方式。
- (十) 將橡膠塞子拔出，並將含樣品之瓷舟送入燃燒管中（約在爐中央），而後迅速將橡膠塞塞好。其後樣品應會著火而氣化，約數秒後蘇打石綿應會由黑變白，再使其燃燒約 10 分鐘，以確定燃燒完全。
- (十一) 待爐溫降至 300°C 時，再將吸收瓶 I、II、III、IV 卸下置於乾燥器中冷卻後分別稱重（精稱至 0.001 g）。

八、結果處理

乾基廢棄物可燃物中各成分元素分析值計算如下：

$$C(\%) = \Delta A_{CO_2} / W \times 12 / 44 \times 100(\%)$$

$$H(\%) = \Delta A_{H_2O} / W \times 2 / 18 \times 100(\%)$$

C：碳含量

H：氫含量

ΔA_{CO_2} ：二氧化碳吸收劑增重(g)（吸收瓶 III 和 IV 之增重）

ΔA_{H_2O} ：水分吸收劑增重(g)（吸收瓶 I 和 II 之增重）

W：樣品乾重(g)

九、品質管制：

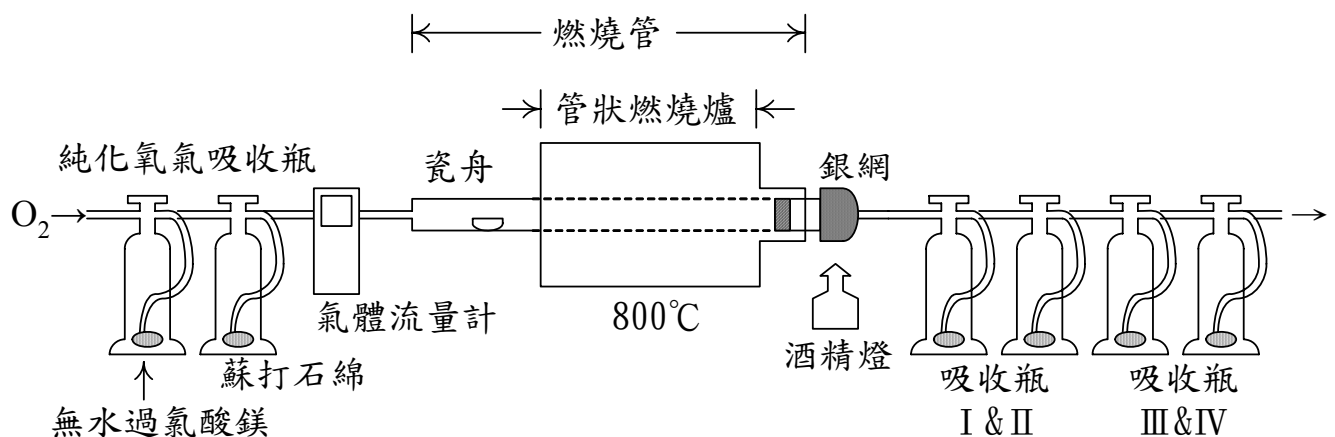
- (一) 樣品重複分析：每一樣品必須執行重複分析，若兩次分析的差值在 10% 以下，取其平均；若在 10% 以上，則需再進行第三次測定。
- (二) 若第三次測定值與前二次平均值的差值大於 5% 時，則必須捨去前三次的實驗數據，重新進行分析。
- (三) 若第三次測定值與前二次平均值的差值小於 5% 時，則取三次分析數據平均值作為該樣品之檢測結果。
- (四) 高溫處理樣品於乾燥器冷卻至室溫稱重，宜重複至前後兩次重量差小於 0.005 g 為止。

十、精密度與準確度

略。

十一、參考資料

- (一) 日本厚生省環境衛生局水道環境部環境整備課，燒卻施設各種試驗方法，昭和 58 年（1983）。
- (二) Standard Test Method for Carbon and Hydrogen in Analysis Sample of Coal and Coke, ASTM D3178-89, 1993。



圖一 廢棄物中碳、氫元素含量檢測組裝範例圖