

燃料中灰分及可燃分檢測方法

中華民國 114 年 6 月 17 日環部授研字第 1145107420 號公告

自公告日生效
NIEA M215.02C

一、方法概要

燃料樣品經破碎處理至粒徑小於 1 mm 後，取適量樣品於 540 °C 至 560 °C 高溫爐中，在嚴格控制之加熱時間、樣品量及設備規格條件下燃燒灰化，冷卻後稱重求其殘餘重量，即為樣品之灰分。樣品之可燃分由樣品量減去水分及灰分含量而得之。

二、適用範圍

本方法適用於固態生質燃料及固體再生燃料之灰分及可燃分含量檢測。

三、干擾

樣品中所含之碳酸鹽分解時，會造成灰分測定值之偏差。

四、設備與材料

- (一) 坩堝：耐腐蝕及耐熱材質（如陶瓷、二氧化矽、玻璃、白金）製，深度 10 mm 至 20 mm，尺寸應能使平鋪樣品層每平方公分不超過 0.1 g。
- (二) 高溫爐：可控制溫度於 540 °C 至 560 °C，可提供腔體每分鐘 5 次至 10 次換氣率。
- (三) 分析天平：可精稱至 0.1 mg。
- (四) 乾燥器或其他密閉容器：不含乾燥劑（註 1）。
- (五) 自動分析設備。

五、試劑

略

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)」或「固體再生燃料採樣方法 (NIEA M195.0)」(註2)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 $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，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(須記錄預乾燥過程水分損失百分率，以利樣品總水分含量計算)。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3)。

七、步驟

(一) 樣品灰分測定

1. 樣品前處理依「燃料中水分檢測方法 (NIEA M214.0)」七、(一)視需要進行樣品預乾燥、破碎及過篩等前處理，使成粒徑小於1 mm之樣品。
2. 將乾淨之坩堝置於 540°C 至 560°C 之高溫爐中至少加熱60分鐘，移至乾燥器中冷卻至室溫，精稱空坩堝(m_1)至0.1 mg。
3. 將粒徑小於1 mm樣品充分混合後，取約1 g樣品均勻平鋪於坩堝底部，精稱含樣品之坩堝(m_2)至0.1 mg。此步驟亦可使用依「燃料中水分檢測方法 (NIEA M214.0)」完成水分檢測的樣品進一步檢測。
4. 將內含樣品之坩堝置入室溫的高溫爐中，依據下列加熱程序進行樣品加熱：
 - (1) 在50分鐘內將高溫爐以每分鐘約 5°C 的升溫條件升溫約 240°C 至 260°C ，維持此溫度60分鐘，以確保樣品中揮發物質在點燃前完全揮發。
 - (2) 在60分鐘內，繼續將高溫爐均勻升溫至 540°C 至 560°C (即每分鐘升高 5°C)，維持此溫度至少120分鐘。
5. 將坩堝由高溫爐中取出，置於厚金屬盤上5分鐘至10分鐘後，放入乾燥器(不放乾燥劑)(註1)中，冷卻至室溫後立即精稱(m_3)至0.1 mg。若灰化後樣品觀察到還有未燃燒碳粒，則可滴入幾滴水或硝酸銨於樣品中，然後將樣品重新置入高溫爐中，再加熱至 540°C 至 560°C 維持30分鐘，直到重量變化小於0.2 mg。

6. 此檢測亦可使用市售自動分析設備在相同灰化條件下操作，步驟可參考儀器廠商提供之操作說明進行。

(二) 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及灰分含量而得之。

八、結果處理

每一樣品均須執行重複樣品分析，並以平均值出具報告。

(一) 樣品中灰分含量計算

$$A_d = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times \frac{100}{100 - M_{ad}} \times 100\%$$

$$A_{ar} = A_d \times \frac{100 - M_{ar} \text{ (或 } M_T \text{)}}{100}$$

A_d ：樣品中灰分（乾基）(%)

A_{ar} ：樣品中灰分（到達基）(%)

m_1 ：空坩堝重 (g)

m_2 ：含粒徑小於 1 mm 樣品之坩堝重 (g)

m_3 ：含灰分之坩堝重 (g)

M_{ad} ：粒徑小於 1 mm 樣品之水分含量 (%), 參照「燃料中水分檢測方法 (NIEA M214.0)」測定，若完成水分檢測的樣品進一步檢測灰分時， $M_{ad} = 0$

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

(二) 樣品中可燃分含量計算

$$C_d = 100\% - A_d$$

$$C_{ar} = 100\% - A_{ar} - M_{ar} \text{ (或 } M_T)$$

C_d ：樣品中可燃分（乾基）(%)

C_{ar} ：樣品中可燃分（到達基）(%)

A_d ：樣品中灰分（乾基）(%)

A_{ar} ：樣品中灰分（到達基）(%)

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

九、品質管制

- (一) 重複樣品分析：每個樣品均須執行重複分析，固態生質燃料兩次測值之最大容許差異不得大於表一的重複性限值，固體再生燃料兩次測值之絕對差值，依據樣品型態，不得大於表二中之重複性限值。
- (二) 若使用自動分析設備檢測，初次使用前及每6個月以七、(一)2至5手動檢測法進行比對（註4），固態生質燃料兩者測值之最大容許差異不得大於表一的重複性限值，固體再生燃料兩者測值之絕對差值，依據樣品型態，不得大於表二中之重複性限值。

十、精密度與準確度

- (一) 固態生質燃料樣品中灰分檢測之精密度如表一。
- (二) 固體再生燃料樣品中灰分檢測之精密度如表二。

十一、參考資料

- (一) ISO International Standard, Solid biofuels — Determination of ash content. ISO 18122, 2022.

(二) ISO International Standard, Solid recovered fuels — Determination of ash content. ISO 21656, 2021.

(三) 行政院環境保護署，煤炭中灰分檢測方法 NIEA M207.00C，中華民國 108 年。

註 1：樣品之灰分具有很強吸濕性，若使用乾燥劑，乾燥劑中水分可能會被樣品吸收。

註 2：本文引用之所有公告方法編碼，以環境部最新公告者為準。

註 3：保存期間定期檢查樣品，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 4：若檢測頻率不高（大於 6 個月），亦可於每次使用前與手動檢測法進行測值比對。

表一 固態生質燃料中灰分檢測之精密度

灰分含量	最大容許差異	
	重複性限值	再現性限值
< 1 %	0.1 % 絕對差值	0.2 % 絕對差值
≥ 1 %	10 % 相對差異百分比	20 % 相對差異百分比

資料來源：參考資料（一）

表二 固體再生燃料中灰分檢測之精密度

	碎輪胎	拆木	乾燥污泥	塑膠/紙蓬 鬆物	一般廢 棄物
實驗室數量	16	17	15	17	17
無離群分析值之數量	96	102	90	102	96
平均值（重量 %）	20.98	3.38	60.80	23.39	14.89
實驗室效應（重量 %）	0.83	0.23	0.73	1.00	0.87
樣品效應（重量 %）	1.44	0.43	0.26	0.28	0.33
重複性*標準偏差, S_r （重量 %）	3.04	0.24	0.27	1.51	0.76
重複性*限值, r ($r=2.8 \times S_r$, 重量 %)	8.51	0.67	0.76	4.23	2.13
再現性*標準偏差, S_R （重量 %）	3.15	0.33	0.78	1.81	1.16
再現性*限值, R ($R=2.8 \times S_R$, 重量 %)	8.82	0.92	2.18	5.07	3.25

*重複性為由同一檢驗員使用相同設備，隨機取樣同一樣品且連續的檢測，在 95 % 可信度下之統計值。

*再現性為由不同實驗室隨機相同樣品進行檢測，在 95 % 可信度下之統計值。

資料來源：參考資料（二）