

燃料中水分檢測方法

中華民國 113 年 12 月 27 日環部授研字第 1135117406 號公告

自中華民國 114 年 4 月 15 日生效

NIEA M214.01C

一、方法概要

燃料樣品經破碎處理至粒徑小於 31.5 mm 後，取適量樣品於 103 °C 至 107 °C 下加熱乾燥至恆重，計算乾燥前後重量差即為樣品總水分含量。將粒徑小於 31.5 mm 樣品繼續破碎至粒徑小於 1 mm 後，取適量樣品於 103 °C 至 107 °C 下加熱至恆重，由樣品之重量損失計算粒徑小於 1 mm 樣品之水分含量。此外，水分檢測亦可使用市售自動分析設備，惟須定期與手動檢測法進行比對，比對結果須符合九、品質管制規範。

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之水分含量測定。

三、干擾

- (一) 樣品在破碎過程，應避免切割或研磨速度太快，以防止水分流失。
- (二) 若樣品含有揮發性物質時，則在水分測定過程會造成水分含量偏差。
- (三) 若為易氧化樣品，在水分測定時可能因氧化而改變重量造成偏差，因此易氧化樣品建議在具氮氣環境烘箱中乾燥。

四、設備與材料

- (一) 縮分設備：鏟子、舀子、槽型分樣箱 (Riffle boxes)、旋轉式分樣器 (Rotary sample dividers) 或其他設備。
- (二) 減積設備：破碎機 (Crusher)、冷凍破碎機 (Freeze crusher)、研磨機 (Mill)、切割機 (Cutter)、冷凍切割機 (Freeze cutter)、斧頭、手鋸或其他設備。
- (三) 標準篩：篩網孔徑 31.5 mm 及 1 mm (18 mesh)。
- (四) 天平：可精稱至 0.1 g。
- (五) 分析天平：可精稱至 0.1 mg。
- (六) 烘箱（預乾燥用）：可控制溫度於 40 °C 以下。

- (七) 烘箱（乾燥用）：可控制溫度範圍為 103 °C 至 107 °C，且可提供腔體每小時 3 次至 5 次之換氣率，且空氣（註 1）流速不能使樣品吹離托盤或稱量瓶。
- (八) 托盤：耐腐蝕及耐熱材質製，其尺寸應能使平鋪樣品層每平方公分不超過 1 g。對於密度小於 100 kg/m³ 之樣品，每平方公分不超過 0.5 g。
- (九) 稱量瓶：附蓋，耐腐蝕及耐熱材質製，其尺寸應能使平鋪樣品層每平方公分不超過 0.2 g。
- (十) 乾燥器。
- (十一) 水分含量自動分析設備。

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) 將樣品混合均勻後可適當進行縮分，縮分後固態生質燃料樣品最小重量須符合依表一及表二準則，固體再生燃料樣品最小重量須符合「固體再生燃料採樣方法 (NIEA M195.0)」中之規定，此外縮分後之樣品重量亦須能提供後續檢測所需樣品量。
- (三) 目視或觸感潮濕樣品須於 24 小時內進行分析，或貯藏於 4 °C ± 2 °C，最長保存期限 7 天，若樣品太潮濕無法進行破碎縮分則依七、(一) 1. 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；若樣品足夠乾燥則可直接進行步驟七、(一) 2）。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) 樣品前處理

1. 預乾燥（註 4）

- (1) 樣品預乾燥前稱重 (m_{s1})，精稱至樣品重量之 0.1 %。
- (2) 較潮濕樣品若需要可加熱乾燥，惟應在不超過 40 °C 之烘箱中進行。
- (3) 所有樣品（包含已加熱乾燥或冷凍乾燥之樣品）倒入並平鋪

在深度不超過幾個顆粒之托盤內，在實驗室中放置至少 24 小時，使樣品與環境溫度及濕度達到平衡。

- (4) 對於固態生質燃料粗顆粒樣品，於實驗室條件下 24 小時，不足以使所有顆粒達到水分平衡，這類樣品需於平衡期間經常翻轉，並每隔 4 小時重新稱重，以確認達到平衡。
- (5) 樣品經預乾燥後稱重 (m_{s2})，精稱至樣品重量之 0.1%，計算預乾燥過程之水分損失百分率 (M_p)：

$$M_p = \frac{m_{s1} - m_{s2}}{m_{s1}} \times 100 (\%)$$

M_p ：預乾燥過程水分損失百分率 (%)

m_{s1} ：預乾燥前樣品重量 (g)

m_{s2} ：預乾燥後樣品重量 (g)

2. 固體再生燃料樣品中若含硬質合金和石頭，應先去除，亦可以磁鐵去除磁性材料，以保護研磨機不受損壞。收集此類材料稱重，並於報告中備註說明。
3. 以適當破碎設備將樣品破碎至粒徑小於 31.5 mm 後，混合均勻並進行樣品縮分，縮分後須能提供後續檢測所需樣品量。處理後之樣品應立即保存至密封容器內，此樣品可用於總水分含量測定 (註 5)。
4. 取粒徑小於 31.5 mm 樣品，以適當破碎設備將樣品破碎至粒徑小於 1 mm 後，混合均勻並進行樣品縮分，縮分後須能提供後續檢測所需樣品量 (30 g 以上)，將縮分後之樣品平鋪於托盤上，置於實驗室至少 4 小時，使與環境溫度及濕度達到平衡，處理後之樣品應立即保存至密封容器內。經此步驟處理的樣品稱為粒徑小於 1 mm 樣品，除了用於水分含量測定外，亦可適用於「燃料中灰分及可燃分檢測方法 (NIEA M215.0)」、「燃料熱值檢測方法—彈卡計法 (NIEA M216.0)」、「燃料中硫、氯、氟及溴含量檢測方法 (NIEA M217.0)」及「燃料中金屬及微量元素檢測方法 (NIEA M360.0)」等方法之測定。

(二) 樣品總水分含量測定

1. 分別精稱 3 個乾淨之空托盤至 0.1 g，其中 1 個為樣品托盤 (m_1)，另 1 個為參考托盤 (m_4) (註 6)。
2. 稱取粒徑小於 31.5 mm 之樣品至少 300 g (精稱至 0.1 g) (m_2)，將樣品均勻鋪於托盤上，每 1 平方公分托盤上之樣品量不超過

1 g，對於密度小於 100 kg/m^3 之樣品，每平方公分不超過 0.5 g。

3. 將裝有樣品之托盤與參考托盤同時放入 103°C 至 107°C 之烘箱中（註 7），加熱至恆重（註 8），所需乾燥時間與樣品粒徑、烘箱中空氣換氣率及樣品層厚度有關。（註 9、註 10）
4. 達恆重後，將樣品托盤及參考托盤從烘箱中移出並於 10 秒至 15 秒內稱重（天平秤盤上須放置隔熱材料，避免托盤與天平直接接觸），精稱至 0.1 g (m_3 、 m_5)。

（三）粒徑小於 1 mm 樣品之水分含量測定

1. 將乾淨之空稱量瓶連蓋，置於 103°C 至 107°C 之烘箱中加熱至恆重（註 11），移至乾燥器中冷卻至室溫，精稱稱量瓶連蓋 (m_6) 至 0.1 mg。
2. 將粒徑小於 1 mm 樣品充分混合後，精取至少 1 g 樣品 (m_7) 均勻鋪於稱量瓶中，每 1 平方公分稱量瓶上之樣品量不超過 0.2 g，精稱至 0.1 mg。
3. 將含樣品之稱量瓶連蓋置入烘箱中，打開蓋子於 103°C 至 107°C 加熱乾燥至恆重（註 11）。所需乾燥時間與樣品粒徑、烘箱中空氣（註 1）換氣率及樣品層厚度有關，一般乾燥時間須 2 小時至 3 小時。
4. 由於小顆粒的燃料具極高的吸濕性，從烘箱中取出前，應在烘箱內蓋好稱量瓶瓶蓋，再將稱量瓶移至乾燥器中，並冷卻至室溫。
5. 從乾燥器中取出稱量瓶，精稱至 0.1 mg (m_8)。
6. 此檢測亦可使用市售自動分析設備檢測，操作步驟可參考儀器廠商提供之操作說明進行。

八、結果處理

每個樣品均須執行重複樣品分析，並計算平均值。水分含量之計算精確至 0.1 %。

（一）總水分含量計算

1. 若樣品未進行預乾燥步驟，總水分含量以下列公式計算：

$$M_{ar} = \frac{(m_2 - m_3) - (m_4 - m_5)}{(m_2 - m_1)} \times 100 (\%)$$

M_{ar} ：樣品總水分含量 (%)

m_1 ：乾燥前空樣品托盤重量 (g)

m_2 ：乾燥前樣品托盤總重 (g)

m_3 ：乾燥後樣品托盤總重 (g)

m_4 ：乾燥前參考托盤重量 (g)

m_5 ：乾燥後參考托盤重量 (g)

2. 若樣品有進行預乾燥步驟，總水分含量以下列公式計算：

$$M_T = M_p + M_r \times \left(1 - \frac{M_p}{100}\right)$$

M_T ：樣品總水分含量 (%)

M_p ：預乾燥過程水分損失百分率 (%)

M_r ：預乾燥後樣品水分含量 (%)，計算公式同八、(一) 1

(二) 粒徑小於 1 mm 樣品之水分含量計算

$$M_{ad} = \frac{(m_7 - m_8)}{(m_7 - m_6)} \times 100 \text{ (%)}$$

M_{ad} ：粒徑小於 1 mm 樣品之水分含量 (%)

m_6 ：空稱量瓶含蓋重 (g)

m_7 ：乾燥前稱量瓶含蓋總重 (g)

m_8 ：乾燥後稱量瓶含蓋總重 (g)

九、品質管制

(一) 重複樣品分析：每個樣品均須執行重複樣品分析，粒徑小於 1 mm 樣品，兩次水分含量之絕對差值，固態生質燃料不得大於 0.2 %；固體再生燃料依據樣品型態，不得大於表三中之重複性限值。

(二) 若使用自動分析設備檢測，第 1 次使用前及每 6 個月以七、(三) 1 至 5 手動檢測法進行比對 (註 12)，兩者所得測值之絕對差值，固態生質燃料不得大於 0.2 %；固體再生燃料依據樣品型態，不得大於表三中之重複性限值。

十、精密度與準確度

本方法粒徑小於 1 mm 固體再生燃料樣品之水分含量檢測之精密

度如表三。

十一、參考資料

- (一) ISO International standards. Solid recovered fuels — Sample preparation. EN ISO 21646:2022.
- (二) ISO International standards. Solid recovered fuels — Determination of moisture content using the oven dry method — Part 3 : Moisture in general analysis sample. ISO 21660-3 : 2021.
- (三) ISO International standards. Solid biofuels — Sample preparation. EN ISO 14780: 2017.
- (四) ISO International standards. Solid biofuels — Determination of moisture content - Part 1:Reference method. ISO 18134-1:2022.
- (五) ISO International standards. Solid biofuels — Determination of moisture content - Part 3:Moisture in general analysis sample. ISO 18134-3:2023.
- (六) 行政院環境保護署，煤炭中水分檢測方法 NIEA M208.00C，中華民國 108 年。

- 註 1：若樣品在乾燥溫度（103 °C 至 107 °C）下易氧化，則空氣應改用氮氣，且於報告中註明。
- 註 2：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 3：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 4：若樣品無須測定總水分含量（例如檢測項目以乾基計算）或單獨之水分測定樣品已分開取樣，則可省略預乾燥步驟中稱重部分，亦無需與實驗室溫度及濕度達到完全平衡。
- 註 5：固體再生燃料樣品中含有大量塑料時，可使用冷凍研磨。
- 註 6：使用參考托盤之目的在於浮力校正。由於浮力作用，托盤在高溫時之重量較低溫托盤重量為輕。浮力大小與托盤尺寸與重量有關。
- 註 7：烘箱不可放置過多樣品，托盤上方及托盤間之空間應可使空氣及水分自由流通。

- 註 8：總水分含量測定中恆重之定義為：樣品加熱 60 分鐘內，樣品重量變化不超過預乾燥前樣品重量之 0.2 %。
- 註 9：為避免揮發性物質不必要之釋放，乾燥時間不可超過 24 小時。
- 註 10：某些固體再生燃料在 103 °C 至 107 °C 下乾燥時，可能有自燃的危險，操作時應小心。
- 註 11：粒徑小於 1 mm 樣品之水分含量測定，其恆重定義為：樣品加熱 60 分鐘內，樣品重量變化不超過 1 mg。
- 註 12：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 塊狀材料縮分準則

	1	2	3	4
材料	* 標稱最大尺寸 100 mm 以下之塊狀材料	大塊 >100 mm 材料，如原木或壓塊	禾桿類材料，具低總體密度 ($\leq 200 \text{ kg/m}^3$) 且長度 > 31.5 mm	不規則/混合材料，如混合廢木燃料、伐木殘餘資材、樹皮
決定樣品最小重量準則	依表二規定縮分至最小樣品量	應說明數量，如隨機蒐集 10 塊	須定義最小樣品量，如 500 g	依燃料性質決定

* 標稱最大尺寸(nominal top size)：至少 95% 樣品通過之最小篩孔尺寸。

資料來源：十一、參考資料 (三)

表二 不同大小樣品縮分準則
(適用表一第 1 欄中之材料)

標稱最大尺寸 (mm)	最小重量 (g)
100	15,000
63	4,000
45	1,500
31.5	500
16	350
8	250
3.15	100
1	30
0.25	10

資料來源：十一、參考資料 (三)

表三 固體再生燃料中水分含量檢測之精密度

固體再生燃料種類	碎輪胎	拆木	乾燥污泥	塑膠/紙蓬 形土	一般廢棄物
參加實驗室數量	16	13	16	16	15
無離群分析值之數量	50	50	50	50	52
平均測值 (%)	2.48	11.79	2.13	6.49	5.96
實驗室效應 (%)	0.11	—	0.43	0.18	0.45
樣品效應 (%)	0.47	—	0.14	0.25	0.16
*重複性標準偏差, S_r (重量 %)	0.19	0.29	0.08	0.14	0.14
*重複性限值, r ($r=2.8 \times S_r$, 重量 %)	0.53	0.81	0.22	0.39	0.39
*再現性標準偏差, S_R (重量 %)	0.22	0.29	0.44	0.23	0.47
*再現性限值, R ($R=2.8 \times S_R$, 重量 %)	0.62	0.81	1.23	0.64	1.32

*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：十一、參考資料（二）