固體再生燃料中金屬及微量元素檢測方法

中華民國110年12月2日環署授檢字第1101006571號

自公告日生效

NIEA M360.00C

一、方法概要

將預處理好之固體再生燃料 (Solid recovered fuels, SRF) 樣品使用氟硼酸（或氫氟酸）、硝酸及鹽酸加熱消化，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 (ICP-AES)、感應耦合電漿質譜儀 (ICP-MS)、石墨爐式原子吸收光譜儀 (GFAAS)、氫化物原子吸收光譜儀 (HGAAS)、冷蒸氣原子吸收光譜儀 (CVAAS) 進行分析；另汞亦可使用熱分解汞齊原子吸收光譜法 (TDAAAS) 直接分析。

二、適用範圍

本方法適用於固體再生燃料（註1）中砷、鋇、鈹、鎘、鈷、鉻、銅、汞、鉬、錳、鎳、鉛、銻、硒、鉈、釩、鋅等元素檢測。

三、干擾

略

四、設備與材料

（一）加熱板 (Heating block) 或加熱爐 (Heated oven)：電阻式，加熱溫度可維持 220 ℃ ± 10 ℃。

（二）消化管：容量 50 mL 或其他適當容積，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）水浴槽：溫度能設定 90 °C 者。

（六）分析天平：可精稱至 0.1 mg。

（七）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 ≧ 18 MΩ-cm。

（二）濃硝酸 (HNO_3)：≥ 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）氟硼酸 (HBF_4)：38 % 至 48 %(w/w)。

（五）過氯酸 ($HClO_4$)：70 %(w/w)。

（六）濃鹽酸 (HCl)：65 %(w/w)。

（七）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。

（八）混合酸液：950 mL 濃硝酸中加入 50 mL 過氯酸，混合均勻。

（九）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）元素標準儲備溶液 (Standard stock solution)：可購買附成分證明文件之市售元素標準儲備溶液，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。

（十一）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，建議使用煤炭或初級固體生質燃料參考物質。

六、採樣與保存

（一）樣品採集依據「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 ℃ ± 2 ℃，最長保存期限 7 天，或者依「固體再生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。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。

七、步驟

（一）樣品前處理

1. 固體再生燃料樣品依「固體再生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「固體再生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）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（A-1 至 A-3 擇一進行）用於一般固體再生燃料樣品，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（四）進行，無須消化。

1. 消化方式 A-1：使用氟硼酸、硝酸及鹽酸以加熱板消化。

(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），消化瓶放置加熱板上，緩慢將加熱板溫度升至 105 ºC ± 5 ºC，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 A-2：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 3）。

(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 ºC 至 15 ºC 的升溫速率升加熱至 175 ºC ± 5 ºC，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 A-3：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 5），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。

（三）檢量線製備及消化液分析

砷、鋇、鈹、鎘、鈷、鉻、銅、鉬、錳、鎳、鉛、銻、硒、鉈、釩、鋅可使用 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 W340.0)」 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 W341.0)」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 W434.0)」 七、（四）或「水中砷檢測方法－批次式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W435.0)」 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 W330.0) 」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）。

（四）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）樣品依消化方式 A 消化

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

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「固體再生燃料中水分檢測方法 (NIEA M214.0)」七、（三）檢測

（二）汞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「固體再生燃料中水分檢測方法 (NIEA M214.0)」七、（三）檢測

九、品質管制

（一）檢量線查核：每 10 個樣品及每批次分析結束時，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 ± 20 % 以內，使用其他儀器分析時，其相對誤差值應在 ± 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

不同實驗室以消化方式 A 分析固體再生燃料中砷、鋇、鈹、鎘、鈷、鉻、銅、汞、錳、鉬、鎳、鉛、銻、硒、釩、鋅含量分析數據（乾基）如表二至表十七，以 TDAAAS 分析汞數據如表十八。

十一、參考資料

（一）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, TI, V and Zn), BS EN 15411, 2011.

（二）French Standard Institute, Soil, treated biowaste, sludge and waste — Digestion with a hydrochloric (HCl), nitric (HNO_3) and tetrafluoroboric (HBF_4) or hydrofluoric (HF) acid mixture for subsequent determination of elements, NF EN 13656, 2020.

（三）行政院環境保護署，初級固體生質燃料中元素檢測方法 NIEA A311.00C，中華民國 110 年。

註 1：固體再生燃料亦可稱為固體回收燃料或固體再利用燃料，係指具適燃性之廢棄物做為燃料，並須符合固體再生燃料製造技術指引與品質規範者。

註 2：本文引用之所有公告方法名稱及編碼，以行政院環境保護署最新公告者為準。

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：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 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

表三 以消化方式A分析固體再生燃料中銦含量（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

表四 以消化方式A分析固體再生燃料中鈹含量（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

表五 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

表六 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

表七 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

表八 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

表九 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

表十 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

表十一 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

表十二 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

表十三 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

表十四 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

表十五 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

表十六 以消化方式A分析固體再生燃料中釩含量（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

表十七 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

表十八 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

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(一)