

環境檢測標準方法研商會議程

一、主席致詞

二、方法草案討論：

- (一) 排放管道中氰化氫檢測方法—分光光度計法(NIEA A428.73C)草案 (技術中心 吳綺盈)
- (二) 排放管道中半揮發性有機物檢測方法—氣相層析串聯式質譜儀法(NIEA A812.71B)草案 (技術中心 楊侖儒)
- (三) 空氣中一氧化碳自動檢測方法—紅外光法(NIEA A421.14C)草案 (技術中心 黃韋中)
- (四) 施工機具排氣中黑煙不透光率檢測技術文件草案 (技術中心 程惠生)

三、主席結論

註 1：會議資料請上本院網站[草案預告區](#)及[最新消息](#)查詢

註 2：會議以 Google Meet 視訊召開

當日視訊連結網址：<https://meet.google.com/qda-nazd-cbp>

排放管道中氰化氫檢測方法—分光光度計法草案

NIEA A428.73C

一、方法概要

本方法以 0.1 M 氫氧化鈉吸收液吸收氣態氰化氫後，加入磷酸緩衝、氯胺 T 溶液及 4-吡啶酸-吡唑啉酮溶液呈色劑，藉由分光光度在波長 638 nm 下測其吸光度得氰離子 (CN^-) 濃度，即可求得氰化氫之濃度。

二、適用範圍

本方法適用於排放管道中排氣的氰化氫濃度。其濃度範圍為 0.5 mg/Nm^3 至 10 mg/Nm^3 (採樣體積 10 L)，如果濃度低於 0.5 mg/Nm^3 ，可增加採樣氣體量。濃度超過 10 mg/Nm^3 時，則將樣品溶液加以稀釋後分析。

三、干擾

對於氧化性氣體如鹵素及還原性氣體如乙醛、硫化氫和二氧化硫影響可被忽略時，才適用本方法。

四、設備與材料

(一) 氣體採樣設備：氣體採樣裝置如圖一所示，並應具備下列條件：

1. 採樣管應採用不受排氣中腐蝕性氣體腐蝕之材質（如玻璃管、石英管或鐵氟龍管），前端應填充與樣品不反應之微粒過濾材料，如石英纖維或無鹼玻璃纖維。
2. 氣體流率計：刻度可準確讀至 0.01 L 之乾式或濕式流率計，流率計可裝置溫度計及壓力計。
3. 熱電偶：量測管道內排氣溫度，最小刻度可達 1°C 。
4. 大氣壓力計：最小刻度可達 2.5 mmHg。
5. 氣體採樣其他裝置包括抽氣幫浦、三通活栓、除霧瓶、吸收瓶、流率調整閥、清洗瓶等。

- (二) 分光光度計：使用波長 638 nm。
- (三) 分析天平：可精稱至 0.1 mg。
- (四) 微量滴定管：最小刻度 0.01 mL。

五、試劑

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

- (一) 試劑水：不含氰化物之蒸餾水或去離子水。
- (二) 氫氧化鈉吸收液，0.1 M：溶解 4 g 氫氧化鈉以試劑水定量至 1 L。
- (三) 4 % (w/v) 氫氧化鈉溶液：溶解 4 g 氫氧化鈉於 100 mL 試劑水中。
- (四) 0.1 % (w/v) 酚酞 (Phenolphthalein) 溶液：溶解 0.1 g 酚酞指示劑於 100 mL 試劑水中。
- (五) 20 % (w/v) 磷酸二氫鉀 (Potassium dihydrogen phosphate) 溶液：溶解 20 g 磷酸二氫鉀於 100 mL 試劑水中。
- (六) 磷酸緩衝溶液：溶解 17.8 g 的無水磷酸氫二鈉於約 300 mL 的試劑水中，加 20 % (w/v) 磷酸二氫鉀 (Potassium dihydrogen phosphate) 溶液，並以試劑水定量至 500 mL，配製成 pH 為 7.2 之磷酸緩衝溶液。
- (七) 1 % (w/v) 氯胺 T (Chloramine T) 溶液：溶解 1.25 g 氯胺 T 三水合物 ($C_7H_7SO_2NClNa \cdot 3H_2O$) 於 100 mL 試劑水中，此溶液應每次使用時配製。
- (八) 4-吡啶酸-吡唑啉酮溶液 (4-Pyridinecarboxylic acid-pyrazolone solution) 溶液：溶解 0.3 g 的 1-苯基-3-甲基-5-吡唑啉酮 (1-Phenyl-3-methyl-5-pyrazolone) 於 20 mL 之二甲基甲醯胺 (Dimethyl formamide)；及溶解 1.5 g 的 4-pyridinecarboxylic acid 於約 20 mL 4 % (w/v) 氫氧化鈉溶液，並逐滴加入 (1+10) 鹽酸調整 pH 值約為 7 (註1)。混合二種溶液並加試劑水至定量 100 mL，此溶液應儲存在於 10 °C 以下且避光，其保存期限為 20 天。
- (九) 0.02 % (w/v) 對-二甲胺苯羅丹寧 (*p*-Dimethyl-aminobenzylidene rhodanine) 溶液：溶解 0.02 g 對-二甲胺苯羅丹寧於 100 mL 丙酮溶液中。

- (十) 2 % (w/v) 糊精 (Dextrin) 溶液：溶解 2 g 糊精 於 100 mL 試劑水中。
- (十一) 0.2 % (w/v) 螢光素鈉 (Fluorescein sodium) 指示劑：溶解 0.2 g 螢光素鈉於 100 mL 試劑水中。
- (十二) 2 % (w/v) 氫氧化鈉溶液：溶解 2 g 氫氧化鈉 於 100 mL 試劑水中。
- (十三) 硝酸銀 (Silver nitrate) 溶液，0.1 M：溶解 4.25 g 硝酸銀於少量的試劑水中，然後倒入 250 mL 棕色量瓶中，再加試劑水至標線。標定：將氯化鈉加熱至 500 °C 至 650 °C 約 40 分鐘至 50 分鐘，在乾燥器中自然冷卻後精稱 1.169 g，溶解於適量試劑水中，倒入 200 mL 的量瓶中，加試劑水至標線。量取 20 mL 上述之溶液，加試劑水使體積達到 50 mL，再加 5 mL 2 % (w/v) 糊精 (Dextrin) 溶液和 3 滴至 4 滴 0.2 % (w/v) 螢光素鈉 (Fluorescein sodium) 指示劑，並以 0.1 M 硝酸銀溶液滴定，當黃綠色的螢光消失而稍微紅色出現時，即是達到滴定終點。本標定步驟亦可參照「水中氰化物檢測方法—分光光度計法 NIEA W410.5」（註 2）。計算 0.1 M 硝酸銀溶液參數 (f)：

$$f = A \times \frac{B}{100} \times \frac{20}{200} \times \frac{1}{0.005844 S}$$

A：NaCl 精秤量 (g)

B：NaCl 純度 (%)

S：滴定所需 0.1 M 硝酸銀溶液 mL 數

0.005844：相當於 1 mL 0.1 M 硝酸銀溶液的氯化鈉含量 (g)。

- (十四) 氰離子儲備標準溶液，1 mg CN^-/mL ：溶解 1.255 g 氰化鉀及 1.6 g 氫氧化鈉於 500 mL 試劑水中（注意：氰化鉀有劇毒，避免皮膚接觸或吸入），每次使用前標定。

如購買濃度經確認之市售標準儲備溶液，並依原廠建議保存方式及保存期限者可不須標定。

標定方式為取 100 mL 儲備溶液及 1 mL 2 % (w/v) 氫氧化鈉溶液和 0.5 mL 0.02 % (w/v) 對-二甲胺苯羅丹寧溶液當作指示劑。

並用 0.1 M 硝酸銀溶液滴定之。當由黃色轉紅色時即是達到滴定終點。從以下的公式中計算出氰離子儲備標準溶液濃度 (Cy, mg CN⁻/mL)。

$$C_y = A \times f \times 5.204 \times \frac{1}{100}$$

A：0.1 M 硝酸銀在滴定中所需 mL 數

f：0.1 M 硝酸銀溶液參數

5.204：相當於 1 mL 0.1 M 硝酸銀溶液中氰離子含量 (mg)。

(十五) 氰離子標準溶液，0.1 mg CN⁻/mL：取 10 mL 1 mg CN⁻/mL 的氰離子儲備溶液於 100 mL 的量瓶中，再加入 0.1 M 氫氧化鈉溶液至標線。每次使用時須配製。

(十六) 氰離子標準溶液，0.01 mg CN⁻/mL：取 10 mL 0.1 mg CN⁻/mL 的氰離子標準溶液於 100 mL 的量瓶中，再加入 0.1 M 氫氧化鈉溶液至標線。每次使用時須配製。

(十七) 氰離子標準溶液，0.001 mg CN⁻/mL：取 10 mL 0.01 mg CN⁻/mL 的氰離子標準溶液於 100 mL 的量瓶中，再加入 0.1 M 氫氧化鈉溶液至標線。每次使用時須配製。

(十八) 10 % (v/v) 醋酸：取 10 mL 醋酸加入 100 mL 試劑水混合備用。

六、採樣與保存

(一) 採樣步驟：

1. 選擇排放管道排氣中氣體流速穩定之位置作為採樣點，採樣管需插入排放管道橫截面 1/3 至 1/2 位置，或距離排放管道內壁 1 公尺以上，以採集到具代表性氣體。
2. 準備兩個吸收瓶，每瓶中應放置 70 mL 至 80 mL 的 0.1 M 氫氧化鈉吸收液（註 3）。
3. 吸收瓶應具有 200 mL 體積且和過濾板相連接，如圖二。
4. 氣體採樣裝置應儘量接近採樣位置，吸收瓶應置於冰水浴中。

5. 採樣時氣體採樣管至吸收瓶之間的部分必須加熱到 120 °C 以上，以避免有水凝結在其中，且應在採樣時監測採樣管溫度。在氣體樣品被導入吸收瓶之前，使用旁路管置換氣體，使管路內部充滿氣體樣品。當採樣管較長時應特別注意此步驟。
 6. 吸進氣體樣品的流率設定為 0.5 L/min 至 1 L/min 之間，採氣體積一般為 10 L 至 50 L，可視氰化氫濃度適度調整。
 7. 在氣體採樣時，同時要記錄流率計上的溫度及壓差。
 8. 氣體採樣完成時，在第二個吸收瓶溶液中之 pH 值應維持 12 以上（註 4）。
 9. 採樣完成後將第一及第二兩個吸收瓶之吸收液一併移入單一樣品瓶中，以試劑水淋洗吸收瓶，洗液併入樣品瓶。
- （二）樣品溶液前處理：將樣品移入 250 mL 量瓶中，並以試劑水洗滌，並將洗液併入到量瓶後，定容至 250 mL，然後加一滴 0.1 % (w/v) 酚酞溶液當作指示劑，並以 10 % (v/v) 醋酸中和後，加試劑水至標線而得分析用樣品溶液。

七、步驟

（一）檢量線製備

1. 分別取 0.001 mg CN⁻/mL 氰離子檢量線標準溶液 0 mL 至 9.0 mL 至少五種不同體積之標準溶液，置於 50 mL 量瓶中，添加適量試劑水，致體積達到約 20 mL。
2. 加 1 滴 0.1 % (w/v) 酚酞溶液當作指示劑，再滴入 10 % (v/v) 醋酸中和後，輕微攪拌混和，至液體由紅色轉無色。
3. 加 10 mL 磷酸緩衝溶液（註 5）和 0.5 mL 的氯胺 T 溶液，並在室溫中靜置 5 分鐘。
4. 加 10 mL 的 4-吡啶酸-吡啶酮溶液，然後加試劑水至標線，並在 25 °C ± 2 °C 水浴中靜置 30 分鐘。
5. 以分光光度計在波長 638 nm 處測定吸光度。
6. 取等量採樣時氫氧化鈉吸收液以試劑水，定量至 250 mL 量瓶中，製成空白測試液。
7. 取 25 mL 空白測試液於 50 mL 量瓶中，依步驟七、（一）.3. 至 5. 測量吸光度，並依此校正樣品吸光度。

8. 檢量線製備完成應即以第二來源標準品配製接近檢量線中點濃度之標準品，若無第二來源標準品時，至少應使用另一獨立配製之標準品，進行檢量線確認分析，其相對誤差值應在 15 % 之內。

(二) 樣品分析

1. 取 25 mL 六、(二)所製備之樣品溶液(含有 0.0005 mg 至 0.009 mg 氰離子)於 50 mL 量瓶中，以七、步驟(一)3. 至 5. 操作。
2. 由檢量線求得分析用樣品溶液的氰離子濃度(單位為 $\text{mg CN}^-/\text{mL}$)。

八、結果處理

依下列計算式算出標準狀態時 (0 °C，760 mmHg) 樣品氣體中氰化氫之濃度，並計算至三位有效數字：

$$C = \frac{250 \times a}{V_s} \times 1000 \times \frac{27}{26}$$

$$C' = C \times \frac{22.4}{27}$$

C：氰化氫濃度 ($\text{mg HCN}/\text{Nm}^3$)

C'：氰化氫濃度 (ppm)

a：樣品中氰離子濃度 ($\text{mg CN}^-/\text{mL}$)

V_s ：標準狀態 (0 °C，760 mmHg) 下乾燥氣體樣品體積 (NL)。

九、品質管制

- (一) 檢量線：每次樣品應重新製作檢量線，其線性相關係數 (r 值) 應大於或等於 0.995。
- (二) 檢量線查核：每 10 個樣品及每批次分析結束時，以檢量線查核標準溶液進行檢量線查核，其標準溶液相對誤差值應在 15 % 以內。
- (三) 現場空白：每次採樣應執行現場空白樣品分析，分析值須低於待測物方法偵測極限値之 2 倍。

- (四) 重複樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行一個重複樣品分析，其相對差異百分比應在 15 % 以內。
- (五) 查核樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行一個查核樣品分析，其回收率應在 85 % 至 115 % 範圍內。
- (六) 添加樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行一個添加樣品分析，其回收率應在 80 % 至 120 % 範圍內。

十、精密度與準確度

略

十一、參考資料

- (一) Japanese Industrial Standards. Methods for Determination of Hydrogen Cyanide in Exhaust Gas. JIS K0109, 2014。
- (二) 行政院環境保護署，固定污染源及環境空氣採樣方法研究，中華民國 83 年。

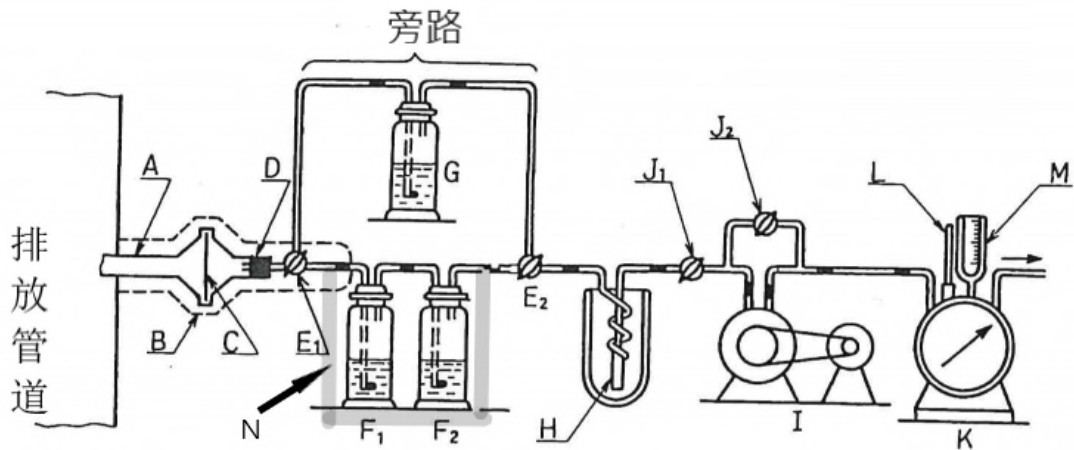
註 1：當 1-Phenyl-3-methyl-5-pyrazolone，4-Pyridine-carboxylic acid，或二甲基甲醯胺的量改變時，其顏色呈現的強度將會改變。

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：若氣體樣品中含有氧化性的氣體（如氯氣）時，可先添加 1 mL 10 % (w/v) 亞砷酸 (Arsenious acid) 溶液於吸收溶液中；亞砷酸溶液配製：取 10 g 三氧化二砷於 100 mL 10 % (w/v) 氫氧化鈉溶液中，並加熱使其溶解。

註 4：可用試紙確認，若 pH 值未維持 12 以上時，應重新採樣。

註 5：pH 值 7 至 pH 值 8 時，顏色轉變。



A：氣體採樣管

H：除霧瓶

B：加熱器

I：密閉式抽氣幫浦

C：過濾裝置

J₁：流率調整閥

D：矽氧橡膠

K：濕式或乾式氣體流率計

E₁：三通活栓

L：溫度計

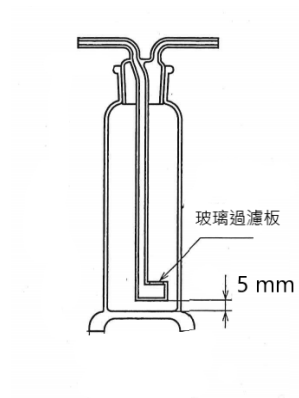
F₁：吸收瓶

M：壓力計

G：旁路用清洗瓶

N：冰水浴槽

圖一 氣體採樣裝置



圖二 吸收瓶

排放管道中氰化氫檢測方法—分光光度計法 (NIEA A428.73C)草案總說明

為執行排放管道中氰化氫之檢測，參考日本工業標準方法(JIS K 0109)及檢測實務，爰依空氣污染防治法第四十九條第三項，整併現行檢測相關規定，擬具「排放管道中氰化氫檢測方法—分光光度計法(NIEA A428.73C)」草案，其要點如下：

- 一、本方法適用於排放管道中排氣的氰化氫濃度檢測。
- 二、本方法以氫氧化鈉之吸收液吸收氰化氫後，藉由分光光度計在特定波長下測其吸光度得氰離子(CN⁻)濃度，即可求得氰化氫之濃度。

排放管道中氰化氫檢測方法—分光光度計法 (NIEA A428.73C)草案

公 告	說 明
主旨：訂定「排放管道中氰化氫檢測方法—分光光度計法 (NIEA A428.73C)」，並自中華民國一百十四年十月十五日生效。	方法名稱及生效日期。
依據：空氣污染防治法第四十九條第三項。	法源依據。
公告事項：方法內容詳如附件。	方法內容。

環境檢測標準方法修正對照表

草案名稱：排放管道中氰化氫檢測方法—分光光度計法

方法編碼：NIEA A428.73C

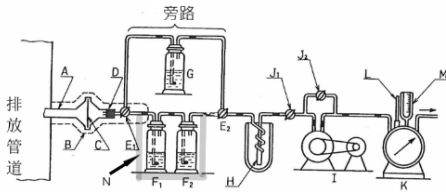
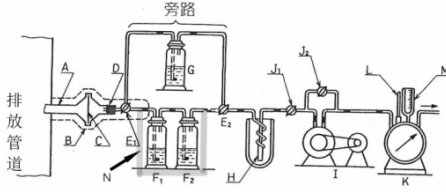
修正內容	現行內容	說明
方法名稱：	方法名稱：	
一、方法概要	一、方法概要	
二、適用範圍	二、適用範圍	
三、干擾 對於氧化性氣體如鹵素及還原性氣體如乙醛、硫化氫和二氧化硫 影響 可被忽略時，才適用本方法。	三、干擾 對於氧化性氣體如鹵素及還原性氣體如乙醛、硫化氫和二氧化硫 濃度 可被忽略時，才適用本方法。	修正「濃度」為「影響」。
四、設備與材料 (一) 2. 氣體流 率 計：刻度可準確讀至 0.01 L 之乾式或濕式流 率 計，流 率 計可裝置溫度計及壓力計。 5. 氣體採樣其他裝置包括抽氣幫浦、三通活栓、除霧瓶、吸收瓶、流 率 調整閥、清洗瓶等。	四、設備與材料 (一) 2. 氣體流量計：刻度可準確讀至 0.01 L 之乾式或濕式流量計，流量計可裝置溫度計及壓力計。 5. 氣體採樣其他裝置包括抽氣幫浦、三通活栓、除霧瓶、吸收瓶、流量調整閥、清洗瓶等。	1.修正流「量」計為流「率」計。
五、試劑 (三) 4 % (w/v) 氫氧化鈉溶液：溶解 4 g 氫氧化鈉於 100 mL 試劑水中。 (五) 20 % (w/v) 磷酸二氫鉀 (Potassium dihydrogen phosphate) 溶液：溶解 0.20 g 磷酸二氫鉀於 100 mL 試劑水中。 (六) 磷酸緩衝溶液：溶解 17.8 g 的無水磷酸氫二鈉於約 300 mL 的試劑水中，加 20 % (w/v) 磷酸二氫鉀 (Potassium dihydrogen phosphate) 溶液，並以試劑水定量至 500 mL，配製成 pH 為 7.2 之磷酸緩衝溶液。 (七) 1 % (w/v) 氯胺 T (Chloramine T) 溶液：溶解 1.25 g 氯胺 T 三水合物 (C₇H₇SO₂NCINa · 3H₂O) 於 100	五、試劑 (三) <u>(1+8) 醋酸：取 10 mL 醋酸加入 80 mL 試劑水混合備用。</u> (五) 磷酸緩衝溶液：溶解 17.8 g 的無水磷酸氫二鈉於約 300 mL 的試劑水中，加 20 % (w/v) 磷酸二氫鉀 (Potassium dihydrogen phosphate) 溶液，並以試劑水定量至 500 mL，配製成 pH 為 7.2 之磷酸緩衝溶液。 (六) <u>1 % (w/v) 氯胺 T (Chloramine T) 溶液：溶解 1.25 g 氯胺 T 於 100 mL 試劑水中，此溶液應每次使用時配製。</u>	1.刪除(1+8)醋酸配置，酸鹼值調整，使用 10 % (v/v) 醋酸，並增加 4 % (w/v) 氫氧化鈉溶液配置方式。 2.增加 20 % (w/v) 磷酸二氫鉀 (Potassium dihydrogen phosphate) 溶液配置方式。 3.增加氯胺 T 三水合物 (C ₇ H ₇ SO ₂ NCINa · 3H ₂ O) 中文及化學式說明。

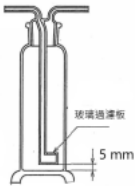
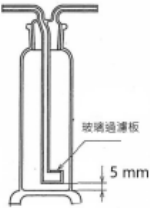
mL 試劑水中，此溶液應每次使用時配製。 (八) 4-吡啶酸-吡唑啉酮溶液(4-Pyridinecarboxylic acid-pyrazolone solution)溶液：溶解 0.3 g 的 1-苯基-3-甲基-5-吡唑啉酮(1-Phenyl-3-methyl-5-pyrazolone)於 20 mL 之二甲基甲醯胺 (Dimethyl formamide)；及溶解 1.5 g 的 4-pyridinecarboxylic acid 於約 20 mL 4 % (w/v) 氫氧化鈉溶液，並逐滴加入 (1+10) 鹽酸調整 pH 值約為 7 (註 1)。混合二種溶液並加試劑水至定量 100 mL，此溶液應儲存在於 10 °C 以下且避光，其保存期限為 20 天。 (九) 0.02 % (w/v) 對-二甲胺苯羅丹寧 (p-Dimethyl-aminobenzylidene rhodanine) 溶液：溶解 0.02 g 對-二甲胺苯羅丹寧於 100 mL 丙酮溶液中。 (十) 2 % (w/v) 糊精 (Dextrin) 溶液：溶解 2 g 糊精於 100 mL 試劑水中。 (十一) 0.2 % (w/v) 螢光素鈉 (Fluorescein sodium) 指示劑：溶解 0.2 g 螢光素鈉於 100 mL 試劑水中。 (十二) 2 % (w/v) 氫氧化鈉溶液：溶解 2 g 氫氧化鈉於 100 mL 試劑水中。 (十三) 硝酸銀 (Silver nitrate) 溶液，0.1 M：溶解 4.25 g 硝酸銀於少量的試劑水中，然後倒入 250 mL 棕色量瓶中，再加試劑水至標線。標定：將氯化鈉加熱至 500 °C 至 650 °C 約 40 分鐘至 50 分鐘，在乾燥器中自然冷卻後精稱 1.169 g，溶解於適量試劑水中，倒入 200 mL 的量瓶中，加試劑水至標線。量取 20 mL 上述之溶液，加試劑水使體積達到 50 mL，再加 5 mL 2 % (w/v) 糊精 (Dextrin) 溶液和 3 滴至 4 滴 0.2 % (w/v) 螢	(七) 4-吡啶酸-吡唑啉酮溶液(4-Pyridinecarboxylic acid-pyrazolone solution)溶液：溶解 0.3 g 的 1-苯基-3-甲基-5-吡唑啉酮(1-Phenyl-3-methyl-5-pyrazolone)於 20 mL 之二甲基甲醯胺 (Dimethyl formamide)；及溶解 1.5 g 的 4-pyridinecarboxylic acid 於約 20 mL 4 % (w/v) 氫氧化鈉溶液，並逐滴加入 (1+10) 鹽酸調整 pH 值約為 7。混合二種溶液並加試劑水至定量 100 mL，此溶液應儲存在於 10 °C 以下且避光，其保存期限為 20 天。 (八) 0.02 % (w/v) 對-二甲胺苯羅丹寧 (p-Dimethyl-aminobenzylidene rhodanine) 溶液：溶解 0.02 g 對-二甲胺苯羅丹寧於 100 mL 丙酮溶液中。 (九) 硝酸銀 (Silver nitrate) 溶液，0.1 M：溶解 4.25 g 硝酸銀於少量的試劑水中，然後倒入 250 mL 棕色量瓶中，再加試劑水至標線。標定：將氯化鈉加熱至 500 °C 至 650 °C 約 40 分鐘至 50 分鐘，在乾燥器中自然冷卻後精稱 1.169 g，溶解於適量試劑水中，倒入 200 mL 的量瓶中，加試劑水至標線。量取 20 mL 上述之溶液，加試劑水使體積達到 50 mL，再加 5 mL 2 % (w/v) 糊精 (Dextrin) 溶液和 3 滴至 4 滴 0.2 % (w/v) 螢光素鈉 (Fluorescein sodium) 指示劑，並以 0.1 M 硝酸銀溶液滴定，當黃綠色的螢光消失而	4.調整註 1 位置至 4-吡啶酸-吡唑啉酮溶液 (4-Pyridinecarboxylic acid-pyrazolone solution) 溶液配置時。 5.增加 2 % (w/v) 糊精 (Dextrin) 溶液配置方式。 6.增加 0.2 % (w/v) 螢光素鈉 (Fluorescein sodium) 指示劑配置方式。 7.增加 2 % (w/v) 氫氧化鈉溶液配置方式。 8.增加引用中引檢測方法，需列出 NIEA 方法編號並保留至小數點第一位。 9.修正「氫離子檢量線標準溶液」為「氫離子標準溶液」。 10.增加 10 % (v/v) 醋酸配置方式。
---	--	--

光素鈉 (Fluorescein sodium) 指示劑，並以 0.1 M 硝酸銀溶液滴定，當黃綠色的螢光消失而稍微紅色出現時，即是達到滴定終點。本標定步驟亦可參照「水中氰化物檢測方法—分光光度計法 NIEA W410.5」(註 2)。計算 0.1 M 硝酸銀溶液參數 (f)： $f = A \times \frac{B}{100} \times \frac{20}{200} \times \frac{1}{0.005844 S}$ A：NaCl 的精秤量 (g) B：NaCl 純度 (%) S：滴定所需的 0.1 M 硝酸銀溶液的 mL 數 (十四) 氰離子儲備標準溶液，1 mg CN⁻/mL：…。 (十五) 氰離子儲備標準溶液，1 mg CN⁻/mL：…。 (十六) 氰離子儲備標準溶液，1 mg CN⁻/mL：…。 (十七) 氰離子儲備標準溶液，1 mg CN⁻/mL：…。 (十八) 10 % (v/v) 醋酸：取 10 mL 醋酸加入 100 mL 試劑水混合備用。	稍微紅色出現時，即是達到滴定終點。計算參數(f)：<u>以下列公式代入滴定所需的 0.1 M 硝酸銀溶液的 mL 數(S) (註 1)</u> $f = A \times \frac{B}{100} \times \frac{20}{200} \times \frac{1}{0.005844 S}$ 其中 A：NaCl 的用量(g) B：NaCl 含量(%) 0.005844：相當於 1 mL 0.1M 硝酸銀溶液的氯化鈉含量(g)。 (十) 氰離子檢量線儲備標準溶液，1 mg CN⁻/mL：…。 (十一) 氰離子檢量線儲備標準溶液，1 mg CN⁻/mL：…。 (十二) 氰離子檢量線儲備標準溶液，1 mg CN⁻/mL：…。 (十三) 氰離子檢量線儲備標準溶液，1 mg CN⁻/mL：…。 (十四) 10 % (v/v) 醋酸。	
六、採樣與保存 (一) 2. 準備兩個吸收瓶，每瓶中應放置 70 mL 至 80 mL 的 0.1 M 氫氧化鈉吸收液 (註 3)。 7. 在氣體採樣時，同時要記錄流量計上的溫度及壓差。 8. 氣體採樣完成時，在第二個吸收瓶溶液中之 pH 值應維持 12 以上 (註 4)。	六、採樣與保存 (一) 2. 準備兩個吸收瓶，每瓶中應放置 70 mL 至 80 mL 的 0.1 M 氫氧化鈉吸收液 (註 2)。 7. 在氣體採樣時，同時要記錄流量計上的溫度及壓差。 8. 氣體採樣完成時，在第二個吸收瓶溶液中之 pH 值應維持 12 以上 (註 3)。	1.修正流「量」計為流「率」計。
七、步驟 (一) 1. 分別取 0.001 mg CN⁻/mL 氰離子檢量線標準溶液 0 mL 至 9.0 mL 至少五種不同體積之標準溶液，置於 50 mL 量瓶中，添加適量試劑水，致體積達到約 20 mL。 2. 加 1 滴 0.1 % (w/v) 酚酞溶液當作指示劑，再滴入 10 % (v/v) 醋酸	七、步驟 (一) 1. 分別取 0.001 mg CN⁻/mL 氰離子檢量線標準溶液 0.5 mL 至 9.0 mL 至少五種不同體積之標準溶液，置於 50 mL 量瓶中，當體積達到約 25 mL 後，加 1 滴 0.1 % (w/v) 酚酞溶液當作指示劑，再滴入 10 % (v/v) 醋酸中和後，輕微攪拌混和，	1. 修正「0.5」為「0」。 2. 增加「添加適量試劑水」，並修正「25mL」為「20mL」。 3. 原本七、步驟(二)樣品分析 2.~5. 移置(一)檢

中和後，輕微攪拌混和，至液體由紅色轉無色。 3.加 10 mL 磷酸緩衝溶液（註 5）和 0.5 mL 的氯胺 T 溶液，並在室溫中靜置 5 分鐘。 4. 加 10 mL 的 4-吡啶酸-吡唑啉酮溶液，然後加試劑水至標線，並在 25 °C ± 2 °C 水浴中靜置 30 分鐘。 5. 以分光光度計在波長 638 nm 處測定吸光度。 6. 取等量採樣時氫氧化鈉吸收液以試劑水，定量至 250mL 量瓶中，製成空白測試液。 7. 取 25 mL 空白測試液於 50 mL 量瓶中，依步驟七、(一)3.至 5. 測量吸光度，並依此校正樣品吸光度。 8. 檢量線製備完成應即以第二來源標準品配製接近檢量線中點濃度之標準品，若無第二來源標準品時，至少應使用另一獨立配製之標準品，進行檢量線確認分析，其相對誤差值應在 15 % 之內。 (二) 1. 取 25 mL 六、(二)所製備之樣品溶液(含有 0.0005 mg 至 0.009 mg 氰離子)於 50 mL 量瓶中，以七、步驟(一)3.至 5.操作。 2. 由檢量線求得分析用樣品溶液的氰離子濃度(單位為 mg CN⁻/mL)。	以步驟七、(二)2.至 4.製備檢量線，檢量線之線性相關係數應大於或等於 0.995。 2. 檢量線製備完成應即以第二來源標準品配製接近檢量線中點濃度之標準品，若無第二來源標準品時，至少應使用另一獨立配製之標準品，進行檢量線確認分析，其相對誤差值應在 15 % 之內。 (二) 1. 取 25 mL 六、(二)所製備之樣品溶液(含有 0.005 mg 至 0.009 mg 氰離子)於 50 mL 量瓶中。 2. 加 10 mL pH 7.2 磷酸緩衝溶液（註 4）和 0.5 mL 的氯胺 T 溶液，並在室溫中靜置 5 分鐘。 3. 加 10 mL 的 4 -吡啶酸-吡唑啉酮溶液，然後加試劑水至標線，並在 25 °C ± 2 °C 水浴中靜置 30 分鐘。 4. 以分光光度計在波長 638 nm 處測定吸光度。 5. 取 25 mL 空白測試液於 50 mL 量瓶中，依步驟七、(二)2.至 4.測量吸光度，並依此校正樣品吸光度。 6. 由檢量線求得分析用樣品溶液的氰離子濃度(單位為 mg CN⁻/mL)（註 5）。	量線製作。 4.檢量線品質查核管制移至九、品質管制(一)。 3.樣品前處理、檢量線及樣品分析酸鹼值調整統一以 0.1 % (w/v) 酚酞溶液當作指示劑，再逐滴入 10 % (v/v) 醋酸中和。 4.參考原文，採樣使用之吸收液與樣品分析之空白測試液使用相同濃度之氫氧化鈉溶液，並增加以等量採樣時之氫氧化鈉吸收液製成空白測試液之配置方式。 5. 樣品溶液由「0.005mg」修正為「0.0005mg」。 6.註 5.之指示計程色調整至註 1.五、試劑(八)4-吡啶酸-吡唑啉酮溶液 (4-Pyridinecarboxylic acid-pyrazolone solution) 溶液之配置步驟酸鹼調整時。
--	--	--

八、結果處理 依下列計算式算出標準狀態時 (0 °C, 760 mmHg) <u>樣品氣體中氰化氫之濃度</u>，並計算至三位有效數字： C : 氰化氫濃度 (mg HCN/Nm³) C' : 氰化氫濃度 (ppm) a : 樣品中氰離子濃度 (mg CN⁻/mL) Vs : 標準狀態 (0 °C, 760 mmHg) 下乾燥氣體樣品體積 (NL)。	九、結果處理 <u>氣體樣品中氰化氫的濃度應由以下公式</u>，並計算至三位有效數字： C = 氰化氫濃度 (mg HCN/Nm³) C' = 氰化氫濃度 (ppm) a = 樣品中氰離子濃度 (mg CN⁻/mL) Vs = 標準狀態 (0 °C, 760 mmHg) 下乾燥氣體樣品體積 (NL)。	1. 修正「三」為「：」。
十、品質管制 (一) <u>檢量線：每次樣品應重新製作檢量線，其線性相關係數 (r 值) 應大於或等於 0.995。</u> (二) <u>檢量線查核：每 10 個樣品及每批次分析結束時，以檢量線查核標準溶液進行檢量線查核，其標準溶液相對誤差值應在 15 % 以內。</u> (三) <u>現場空白：每次採樣應執行現場空白樣品分析，分析值須低於待測物方法偵測極限值之 2 倍。</u> (四) <u>重複樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行一個重複樣品分析，其相對差異百分比應在 15 % 以內。</u> (五) <u>查核樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行一個查核樣品分析，其回收率應在 85 % 至 115 % 範圍內。</u> (六) <u>添加樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行一個添加樣品分析，其回收率應在 80 % 至 120 % 範圍內。</u>	九、品質管制 (一) <u>檢量線查核：每 10 個樣品及每批次分析結束時，以檢量線查核標準溶液進行檢量線查核，其標準溶液相對誤差值應在 15% 以內。</u> (二) <u>現場空白：每次採樣應執行現場空白樣品分析，分析值須低於待測物方法偵測極限值之 2 倍。</u> (三) <u>重複樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行一個重複樣品分析，其相對差異百分比應在 15 % 以內。</u> (四) <u>查核樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行一個查核樣品分析，其回收率應在 85 % 至 115 % 範圍內。</u> (五) <u>添加樣品分析：每批次或每 10 個樣品至少執行一個添加樣品分析，其回收率應在 80 % 至 120 % 範圍內。</u>	1. 檢量線線性相關係數移至九、品質管制(一)。 2. 餘序號往後排序。
十、精密度與準確度	十、精密度與準確度	
十一、參考資料 (一) <u>Japanese Industrial Standards. Methods for</u>	十一、參考資料 (一) <u>JIS K 0109</u>, Methods for Determination of Hydrogen Cyanide in Exhaust Gas, 2014。	1. 依據環境檢測標準方法格式(參考資料)引用規定辦理。

Determination of Hydrogen Cyanide in Exhaust Gas. JIS K0109, 2014。		
註 1：當 1-Phenyl-3-methyl-5-pyrazolone，4-Pyridine-carboxylic acid，或二甲基甲醯胺的量改變時，其顏色呈現的強度將會改變。		1.註 5.之指示計程色調整至註 1.五、試劑(八) 4-吡啶酸-吡唑啉酮 溶液 (4-Pyridinecarboxylic acid-pyrazolone solution) 溶液之配置時。
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 1：本標定步驟亦可參照 NIEA W410.5 方法五、(十九)之標定方法操作。	1.內文中有引用檢測方法，加註本文字說明。
註 3：若氣體樣品中含有氧化性的氣體(如氯氣)時，可先添加 1 mL 10 % (w/v) 亞砷酸 (Arsenious acid) 溶液於吸收溶液中;亞砷酸溶液配製：取 10 g 三氧化二砷於 100 mL 10 % (w/v) 氫氧化鈉溶液中，並加熱使其溶解。	註 2：若氣體樣品中含有氧化性的氣體(如氯氣)時，可先添加 1 mL 10 % (w/v) 亞砷酸 (Arsenious acid)溶液於吸收溶液中;亞砷酸溶液配製：取 10 g 三氧化二砷於 100 mL 10 % (w/v)氫氧化鈉溶液中，並加熱使其溶解。	1.餘序號往後排序。
註 4：可用試紙確認，若 pH 值未維持 12 以上時，應重新採樣。	註 3：可用試紙確認，若 pH 值未維持 12 以上時，應重新採樣。	
註 5：pH 值 7 至 pH 值 8 時，顏色轉變。	註 4:pH 值 7 到 8 時，顏色轉變。	
圖一 氣體採樣裝置範例  A：氣體採樣管 H：除霧瓶 B：加熱器 I：密閉式抽氣幫浦 C：過濾裝置 J₁₂：流量調整閥 D：矽氧橡膠 K：濕式或乾式氣體流量計 E₁₂：三通活栓 L：溫度計 F₁₂：吸收瓶 M：壓力計 G：旁路用清洗瓶 N：冰水浴槽	圖一 氣體採樣裝置範例  A：氣體採樣管 H：除霧瓶 B：加熱器 I：密閉式抽氣幫浦 C：過濾裝置 J₁₂：流量調整閥 D：矽氧橡膠 K：濕式或乾式氣體流量計 E₁₂：三通活栓 L：溫度計 F₁₂：吸收瓶 M：壓力計 G：旁路用清洗瓶 N：冰水浴槽	註 5：當 1-Phenyl-3-methyl-5-pyrazolone，4-Pyridine-carboxylic acid，或二甲基甲醯胺的量改變時，其顏色呈現的強度將會改變。 1.圖示修正流「量」計為流「率」計，並刪除「範例」文字。

 圖二·吸收瓶範例	 圖二 吸收瓶範例	2. 刪除「範例」文字。
---	---	---------------------

排放管道中半揮發性有機物檢測方法—氣相層析串聯式質譜儀法 方法草案

NIEA A812.71B

一、方法概要

排放管道中鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯等半揮發性有機物以等速方式抽取，經採樣管、濾紙及充填於吸附管之吸附劑進行收集。採樣完成後，採樣管線依序以丙酮及二氯甲烷清洗，執行樣品回收，回收之樣品經萃取濃縮後，以氣相層析串聯式質譜儀(Gas chromatograph tandem mass spectrometer, GC/MS/MS)分析，測定其待測物濃度。

二、適用範圍

本方法適用於排放管道中鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、六氯苯、六氯乙烷、硝苯及多氯聯苯（註1）之分析。

三、干擾

- （一） 分析過程所使用之玻璃器皿、溶劑及試劑等可能導入未知污染，干擾分析結果。
- （二） 溶劑之純度對樣品之淨化效率影響極大，故溶劑應使用殘量級，或經適當蒸餾後再使用。

四、設備與材料

（一） 採樣裝置

採樣組裝如圖一所示，亦可採用商業化組合式設備，在組裝時連接處不得使用密封油脂(Sealing greases)，採樣組裝各組件說明如下：

- 1.吸氣嘴(Nozzle)：吸氣嘴之材質需為鎳、鍍鎳不銹鋼、石英或硼矽玻璃，尖端變細長部位之角度 $\leq 30^\circ$ ，且角度改變應在管之外壁，以保持吸氣嘴內徑不變。吸氣嘴之設計應為鈎鉤型或胳膊型，並備妥一系列不同口徑之吸氣嘴，以符合採樣時等速吸引之要求。
- 2.採樣管內管(Probe liner)：須為石英、硼矽玻璃材質。
- 3.採樣管外套：為不銹鋼或同級材質，用來包覆採樣管及加熱系統，排氣採樣時須可維持排氣在採樣管溫度為 120°C 至 134°C ，同時應有熱電偶顯示溫度。

- 4.玻璃旋風器(Glass cyclone)：用於高濃度粒狀物採樣，連接於採樣管與濾紙固定器間，本組件為選擇性。
- 5.濾紙固定器(Filter holder)：由硼矽玻璃製成。另若有濾紙支撐體者，材質應為鐵氟龍(Polytetrafluoroethene, PTFE)或被覆鐵氟龍(PTFE)。
- 6.濾紙加熱系統(Filter heating system)：加熱系統在採樣時維持濾紙固定器周圍的溫度在 120 °C 至 134 °C，應有熱電偶能在採樣時監測濾紙附近之溫度。
- 7.冷凝管(Condenser)：玻璃製、螺旋型式。詳見圖二，其他形狀及尺寸大小之冷凝管亦可。
- 8.樣品傳輸管(Sample transfer lines)：樣品傳輸管內管材質應為鐵氟龍(PTFE)，內管外徑為 1/2 英吋，並含溫度監控顯示設備。自採樣管至濾紙或濾紙至冷凝管若須使用樣品傳輸管，則自採樣管至濾紙之傳輸管需加熱以維持出口管道排氣溫度在 120 °C 至 134 °C。而自濾紙至冷凝管之傳輸管須熱絕緣，且濾紙端傳輸管應高於冷凝管端，以使冷凝水流入冷凝管，本組件為選擇性。
- 9.吸附劑套組(Sorbent module)：玻璃容器可盛裝約 20 g 至 30 g 吸附劑，詳見圖二。其他形狀及尺寸大小之吸附管亦可。底端需用粗孔玻璃濾板以承載吸附劑，頂端需用經二氯甲烷淋洗之玻璃棉固定封口。組裝時吸附管應垂直置放，以使冷凝水流入及避免排放管道排氣流形成渠道現象(Channeling)，且連接處應緊密可通過測漏試驗。
- 10.衝擊瓶組(Impinger train)：需有四支以上衝擊瓶，第一支為短頭式 Knock out 衝擊瓶，第二支為 Greenburg – Smith 標準衝擊瓶，第三支（含）以後為 Greenburg – Smith 修正衝擊瓶（其吸收管末端為內徑 1.3 公分距衝擊瓶底部 1.3 公分之玻璃管）。必須在最後一個衝擊瓶的出口端放置熱電偶顯示溫度（0 °C 至 25 °C 間，準確至 ± 1 °C 以內）並記錄之。
- 11.冰水循環浴槽(Water circulating bath)：可提供冰水流經冷凝管及吸附管之水套，以維持排放管道排氣進入吸附管前之溫度小於 20°C。
- 12.皮托管(Pitot tube)：S 型皮托管材質應為金屬（如不銹鋼），建議外徑介於 0.48 cm 至 0.95 cm 之間，且必須確認其原廠皮托管係數，皮托管應編號碼並刻在管壁上。皮托管構造特性如 NIEA A450.7 四、（一）3.（註 2）。
- 13.壓差計：斜臂式壓力計或同級設備。大多數採樣組裝配備有 10

in.水柱傾斜直立式壓差計，在 0 in. 至 1 in. 傾斜的範圍最小刻度至 0.01 inH₂O，而在 1 in. 至 10 in. 傾斜的範圍最小刻度至 0.1 inH₂O。前述型式之壓差計（或其他相同靈敏度的壓差錶）符合量測 Δp 低至 1.27 mmH₂O (0.05 inH₂O) 之需求。必須有二個壓差計，一個壓差計用於量測皮托管速度壓差(Δp)，而另一個用於量測小孔壓力計壓差(ΔH)。

14.計量系統(Metering system)：包括

- (1) 真空表。
- (2) 無漏泵。
- (3) 溫度計或熱電偶：在 0 °C 至 90 °C 間誤差能在 ± 3 °C 以內。
- (4) 乾式氣體流量計：測量誤差在 $\pm 2\%$ 以內。
- (5) 相關設備如圖一所示。當計量系統結合皮托管使用時，系統必須能由計算圖表或計算確認等速吸引率。需使用熱電偶來監測下列的採樣組裝部位：
 - A. 管道排氣。
 - B. 採樣管內管。
 - C. 濾紙固定器。
 - D. 吸附管入口。
 - E. 矽膠衝擊瓶出口。
 - F. 乾式氣體流量計入口。
 - G. 乾式氣體流量計出口。

15.氣壓計(Barometer)：水銀或其他非水銀可量測大氣壓至 2.5 mmHg (0.1 inHg) 刻度之氣壓計。

16.氣體密度測試設備(Gas density determination equipment)：用來決定排放管道排氣流量、分子量、含水率等裝備，包括用來測定排放管道排氣流速與靜壓、排氣溫度、排氣 CO₂、O₂ 及 N₂（由差值得出）濃度、量測氣體體積及溫度與壓力、衝擊瓶收集之冷凝水重量，另排放管道中氣體組成裝置可參考 NIEA A003.7 四、（四）之規定。

（二）設備清洗及樣品回收

- 1.固定蓋(Fitting caps)：磨砂玻璃蓋、鐵氟龍或鋁箔材質，用於密封採樣裝置上樣品暴露部分。
- 2.清洗瓶：鐵氟龍材質。

- 3.鐵氟龍毛刷：用於清洗採樣管及樣品傳輸管內管、吸氣嘴及濾紙固定器之鐵氟龍毛刷，需有不銹鋼或鐵氟龍柄，柄之長度應足以清洗採樣管及樣品傳輸管。而刷子之大小，應適於清洗管壁及吸氣嘴。
- 4.濾紙儲存容器：附鐵氟龍內襯瓶蓋之廣口玻璃瓶、或玻璃培養皿，使用前以二氯甲烷淋洗晾乾。
- 5.天平：可稱至 2000 g 之天平，可準確至 0.5 g。
- 6.鋁箔：以二氯甲烷淋洗三次。
- 7.玻璃量筒：250 mL，最小刻度至 1 mL。
- 8.樣品儲存容器：500 mL 或 1000 mL，附鐵氟龍內襯瓶蓋棕色玻璃瓶，使用前以二氯甲烷淋洗晾乾，用於儲存淋洗採樣裝置之溶液樣品。

(三) 前處理及分析設備

- 1.玻璃棉：使用前依序以二氯甲烷及正己烷浸泡淋洗，以氮氣吹乾後置於棕色瓶內備用，亦可使用市售清洗過之玻璃棉。
- 2.玻璃血清瓶：褐色玻璃，0.5 L 至 1 L，附鐵氟龍內墊之螺旋蓋。
- 3.洗瓶：鐵氟龍材質，500 mL。
- 4.圓底燒瓶：硼矽玻璃材質，500 mL、250 mL。
- 5.鐵氟龍沸石。
- 6.索氏萃取管：硼矽玻璃材質。
- 7.五球冷凝管。
- 8.丟棄式玻璃滴管。
- 9.矽膠帽：1 mL 至 2 mL。
- 10.乾燥器 (Desiccator)。
- 11.玻璃纖維濾紙：Type A/E 或同級品。
- 12.玻璃培養皿：直徑 12 cm。
- 13.天平：電子天平，可精稱至 0.01 g。
- 14.氮氣吹除裝置。
- 15.濃縮裝置：可使用 K-D (Kuderna-Danish)濃縮裝置、減壓濃縮裝置、加熱減壓吹氮濃縮定量裝置、振盪減壓濃縮裝置、離心減壓濃縮裝置；或其他相似功能之裝置。
- 16.烘箱：溫度可達 400 °C。

17.水浴槽：可加熱至 90 °C，溫度可控制在 ± 2 °C 以內者。

18.氣相層析儀：須包含下列部分：

- (1) 烘箱：能維持分離管柱所需操作溫度，提供至少 40 °C/min 之升溫條件。
- (2) 溫度顯示：監測管柱烘箱、偵測器和注射口溫度至 ± 1 °C。
- (3) 流量系統：氣體計量系統用以測定樣品、氣體及載流氣體流速。
- (4) 毛細管層析分離管柱：30 m（長度） $\times$ 0.25 mm（內徑） $\times$ 0.25 μ m（膜厚）InertCap 5MS/Sil 管柱或同級品。

19.串聯式質譜儀：質譜儀解析度設定須等於或優於單位質量解析度（能夠分離 1 個質量單位差異的 2 支質譜峰）。

五、試劑

- （一）濾紙：不含有機粘合劑(Binder)之玻璃或石英纖維濾紙，使用前需清洗乾淨或使用經二氯甲烷淋洗之市售產品，可至少捕集 99.95 % 之 0.3 μ m 鄰苯二甲酸二辛酯(Dioctyl phthalate smoke particles, DOP)微粒測試（ < 0.05 % 之穿透）。濾紙效率可使用由供應商品質控制的測試數據確認。

濾紙清洗步驟：將濾紙放入底端有粗孔玻璃濾板之萃取杯中，其上亦以粗孔玻璃濾板壓在上方避免濾紙上浮，加入二氯甲烷並迴流 16 小時。萃取後，置冷，移去萃取液。取出濾紙利用氮氣吹乾，將濾紙置於經二氯甲烷清洗之玻璃培養皿中，並以鐵氟龍膠帶密封或置於經二氯甲烷清洗之附鐵氟龍內襯瓶蓋之玻璃瓶。

- （二）吸附劑：XAD-2 樹脂，使用市售經二氯甲烷淋洗之產品或依下列步驟清洗：

- 1.清洗步驟：此步驟可用索氏萃取裝置來做，所有萃取杯須有粗孔玻璃濾板以承接萃取之吸附劑。將吸附劑移入萃取杯中，為避免吸附劑在二氯甲烷中會浮起，以玻璃棉蓋在上面，並加上不銹鋼圈。以下列之順序清洗：

溶劑	步驟
試劑水	起始淋洗：放樹脂於燒杯中以試劑水淋洗一次，棄置試劑水。再加滿試劑水，浸泡過夜，棄置試劑水。
試劑水	以試劑水萃取 8 小時。
甲醇	萃取 22 小時。

二氯甲烷	萃取 22 小時。
------	-----------

2. 乾燥：吸附劑可移至大管徑玻璃柱，以溫度低於 40 °C 之乾淨氮氣或惰性氣體吹乾，流速應大到足以輕微的激盪粒子，但不可使粒子浮起以致破碎。
 3. 儲存：清洗後之吸附劑，儲存於附鐵氟龍內襯瓶蓋之廣口棕色玻璃容器並於 28 天內用掉。購買已清洗之吸附劑，開封後有效期限為 28 天。
- (三) 玻璃棉：使用市售已清洗之產品或以二氯甲烷浸泡三次後，於 110 °C 烘乾，儲存於經二氯甲烷淋洗之附鐵氟龍內襯瓶蓋玻璃瓶。
- (四) 試劑水：不含待測物之去離子水，儲存於經二氯甲烷淋洗之附鐵氟龍內襯瓶蓋玻璃瓶。
- (五) 矽膠：6 mesh 至 16 mesh 可變色之矽膠，使用過者置於 175 °C 烘乾 2 小時，新購者可直接使用，其他具有相同效果之乾燥劑亦可。
- (六) 丙酮：殘量級。
- (七) 二氯甲烷：殘量級。
- (八) 正己烷：殘量級。
- (九) 無水硫酸鈉(Sodium sulfate, anhydrous)：粒狀，試藥級。使用前以二氯甲烷淋洗並烘乾後，儲存於附螺旋蓋鐵氟龍內墊之乾淨玻璃瓶容器備用。
- (十) 氮氣(N₂)：純度 99.99 % 以上。
- (十一) 氦氣(He)：純度 99.9995 % 以上。
- (十二) 氬氣(Ar)：純度 99.9995 % 以上。
- (十三) 標準溶液配製：標準溶液可用高純度標準品配製或市售可追溯濃度證明文件之溶液，其中多氯聯苯標準溶液物種如表一。
- (十四) 內標準品溶液：
1. 建議使用表二所列之內標準品，或依檢測項目選擇適當之內標準品。
 2. 以二氯甲烷或適當溶劑將內標準品配製為 200 mg/L，使用前稀釋為 5 µg/mL (建議濃度值)，檢量線標準溶液及樣品於上機前，每 1 mL 加入 10 µL (建議添加量) 內標準溶液。此內標準品溶液應儲存於 -10 °C 以下溫度。此內標準品溶液亦可購買市售已配

製完成之溶液，各化合物對應之內標準品請參考表三。

- (十五) 擬似標準品添加溶液：建議使用表二所列之擬似標準品，以丙酮或適當溶劑配製擬似標準品添加溶液，添加適量體積於樣品中，使其中每一擬似標準品濃度相當於 50 ng/mL（建議配製濃度）。
- (十六) 檢量線確認溶液：取與檢量線不同來源之儲備標準溶液，配製接近檢量線中點濃度之標準品溶液。
- (十七) 檢量線查核溶液：配製接近檢量線中點濃度之標準品溶液。
- (十八) 查核標準品添加溶液：與配製擬似標準品溶液相同，配製濃度可計算空白樣品經萃取、濃縮步驟後，所需空白萃取液中查核分析待測物之適當濃度為宜。

六、採樣與保存

(一) 採樣步驟

1. 採樣前準備

- (1) 清潔玻璃器皿：所有之玻璃器皿都須清洗乾淨，下列清洗步驟可有效清潔（其他同效果可達無污染之清洗步驟亦可），其中有關衝擊瓶及其連接管不需執行 D. 步驟以下之部分，另由於採樣管內管通常不適用於玻璃器皿浸泡或加熱烘乾，僅依步驟 E. 淋洗後，密閉開口即可。
 - A. 將所有玻璃器皿浸置於熱 Alconox[®] 或同級清洗液中。
 - B. 以自來水沖洗玻璃器皿上之清洗液。
 - C. 以試劑水淋洗玻璃器皿三次。
 - D. 於 400 °C 烘 2 小時（或以丙酮淋洗三次）。
 - E. 以二氯甲烷淋洗三次。
 - F. 以乾淨之固定蓋包覆玻璃器皿。
 - G. 以顏色膠帶標示已用二氯甲烷淋洗之玻璃器皿。
 - H. 建議新採樣管使用前以丙酮及二氯甲烷淋洗，再以鐵氟龍刷刷洗管壁，採樣管之連接管、O 型止洩墊圈、墊片及保存樣品瓶以鐵氟龍或披覆鐵氟龍為主。
- (2) 吸附劑套組，配製步驟如下：
 - A. 取一吸附管組與鐵氟龍製的粉體漏斗及淨化過的玻璃棉和 XAD-2。
 - B. 取適量玻璃棉放入吸附管底部。

- C. 將吸附管立於不銹鋼架上，插入鐵氟龍製漏斗。
- D. 倒入 20 g 至 30 g（裝填至適量）已淨化過的 XAD-2。
- E. 將玻璃棉夾入吸附管上端處，裝填至適量為止。
- F. 使用玻璃製或鐵氟龍製管帽與不銹鋼夾將吸附管上/下端封口。
- G. 以鋁箔包裹，並標示朝上之符號。
- H. 最外層包裹一層多泡式泡棉，以防止吸附管組運送時破裂。
- I. 應於 14 天內使用，使用前需 10 °C 以下冷藏保存。

(3) 矽膠：於最後一支衝擊瓶裝入約 200 g 至 300 g 矽膠。

(4) 濾紙：面向光查核濾紙是否有不規則裂紋或針孔。

2. 有關採樣前決定事項（測定孔位置、採樣點數目、採樣點位置等）請參照 NIEA A807.7 六、（一）2 程序進行操作。

3. 準備組裝採樣裝置

- (1) 當準備及組裝採樣裝置時，將所有可能污染會進入的裝置開口處密封，直至開始組裝或採樣，吸附管需以鋁箔包裝以防光防熱。
- (2) 取分別裝有約 100 mL 試劑水之第二及第三支衝擊瓶，第一、第四支（如果有使用）為空瓶，及預先稱好約 200 g 至 300 g 矽膠之衝擊瓶。
- (3) 組裝採樣裝置如圖一。在衝擊瓶四周放置冰塊。如果採樣平台太小，以致採樣管無法直接連接至濾紙或冷凝管等採樣裝置時，可使用樣品傳輸管連接採樣管至濾紙或濾紙至冷凝管。
- (4) 採樣設備組裝完成後，啟動冷凝管循環泵，開始監視氣體進入吸附管之溫度，採樣前確認適當的吸附管入口溫度。XAD-2 吸附樹脂之溫度不可超過 50 °C，因太高之溫度會導致分解。

4. 採樣組裝測漏步驟

- (1) 採樣前測漏：組裝完成後開啟並設定濾紙及採樣管加熱系統之溫度。溫度穩定後，測定採樣組裝滲漏情形，其方法是以塞住吸氣嘴，並設定抽氣真空度至少 380 mmHg (15 inHg)，滲漏率不得大於平均採樣速率的 4 % 或 0.00057 m³/min (0.020 cfm)，以二者之較低者為準。

- (2) 採樣時測漏：若採樣進行中必須更換某組件（例如濾紙或衝擊瓶）時，在更換前應立刻如採樣前測漏步驟執行測漏；惟其真空度設定在等於或高於採樣時之最大值，滲漏率超過規定值除記錄數據外應考慮捨棄本次採樣或依八、（一）1.修正採樣體積，完成組件更換後，如同採樣前進行測漏。
- (3) 採樣後測漏：每次採樣結束後，測漏步驟如採樣前。惟真空度顯示在等於或高於採樣時之最大值，滲漏率超過規定值除記錄數據外應考慮捨棄本次採樣或依八、（一）1.修正採樣體積。
- (4) 當測漏完成後，先慢慢的移開採樣管之塞子並迅速關掉幫浦，避免衝擊瓶水分倒抽進入濾紙固定器。

5.操作採樣裝置

在採樣時，維持等速採樣速率，並維持採樣管、濾紙、傳輸管（選擇件）之溫度在 120 °C 至 134 °C。

(1) 完成採樣前測漏，應檢查以下事項：

- A. 量測系統測試。
- B. 壓差計水平及零點。
- C. 泵運轉正常。
- D. 皮托管線測漏檢查。
- E. 採樣管標示核對。
- F. 熱電偶讀值正確。
- G. 吸氣嘴內徑及組裝方位。
- H. 檢查等速吸引之 K 係數確保為正確。
- I. 測定孔清除乾淨減少收集到沉積物之機會。
- J. 必須檢查採樣管、傳輸管（使用時）及濾紙加熱系統溫度。
- K. 必須檢查冷凝管/吸收冷卻系統溫度。
- L. 必須確認吸氣嘴位於正確之採樣位置。

- (2) 確認皮托管及採樣管在正確的位置，將吸氣嘴放置於第一個採樣點頂端正對排氣氣流，立刻啟動幫浦並調整流量至等速狀態（調整小孔流量計壓差至依八、（一）7.計算之預估值），可利用計算圖表有助於迅速調整至等速避免計算耗時，依序將採樣管移動至預設之採樣點位置執行採樣。

(3) 採樣注意事項

- A. 記錄乾式氣體流量計開始及結束時讀值、大氣壓力、溫度、小孔流量計壓差、排放管道排氣溫度、採樣管溫度、濾紙溫度、吸附管入口溫度、乾式氣體流量計進出口溫度、矽膠衝擊瓶出口溫度、系統真空度、皮托管速度壓差並隨時調整等速，當每次讀值有顯著改變時（速度頭讀值變動超過 20 %）應調整流速。
 - B. 採樣過程應密閉測定孔以免造成擾流或稀釋管道排氣，抽出採樣管時，應注意吸氣嘴不可接觸採樣孔壁，避免雜物進入吸氣嘴。必須執行採樣後測漏並記錄滲漏率。
 - C. 採樣時隨時觀察冷凝水情況，如冷凝明顯，表示溫度監測及加熱系統功能正常，隨時維持吸附管入口與矽膠衝擊瓶出口溫度小於 20 °C。當系統真空度突然增加時要查明原因，如果超過 380 mmHg 或採樣前測漏設定之最大系統真空度時，則要暫停採樣更換濾紙。且若冷凝水過多一併更換衝擊瓶，每次更換採樣點時要檢查壓差計水平及零點，因為擾動或溫度變動會造成零點偏移。
 - D. 測漏完成時應先行洩壓才關泵，完成採樣後測漏並洩壓後，應先拆掉吸附管與第一支衝擊瓶之玻璃連接管，以避免管線冷卻時，冷凝水倒抽至吸附管。
- (4) 採樣結束後，關閉粗調節閥從排放管道移開採樣管及吸氣嘴，關掉幫浦，記錄乾式流量計最後之讀值，並依六、（一）4.(3)執行採樣後測漏。同樣執行皮托管線測漏。必須通過測漏，才能確認速度頭壓差數據之有效性。
- (5) 依八、（一）9.計算等速百分比 (I)，以判定本次採樣是有效的或需做其他測試，如在 $90 \% \leq I \leq 110 \%$ 表示可接受採樣結果。如因污染源狀況無法維持等速速率採樣，檢討可能的等速速率變化原因，註記在採樣記錄表。

（二）樣品回收步驟

1. 當採樣完成，採樣管自排放管道取出後拿穩採樣管，並以鐵氟龍帶或鋁箔將吸氣嘴末端包好，除去吸氣嘴尖端、皮托管、採樣管外部之粉塵。自採樣裝置拆開採樣管，以鋁箔將兩頭包好，同時用鐵氟龍帶、磨砂玻璃蓋或鋁箔封住採樣裝置入口。
2. 樣品回收前，將採樣管及衝擊瓶移至乾淨處，以減少樣品流失或污染至最低。組裝拆卸前和拆卸中，需檢查濾紙和衝擊瓶並注意任何異常情形，如濾紙破損或衝擊瓶液體有顏色等。樣品回收流程如圖三。

3.樣品回收步驟如下：

- (1) 1 號濾紙儲存容器：取下濾紙固定器，用乾淨的鐵氟龍或不銹鋼鑷子夾取濾紙，假如必須折疊濾紙，要將粉塵留在折疊處內，並將之放於一已標示之濾紙儲存容器中，另以鐵氟龍刷及尖銳刀片收集附著於固定器之任何粉塵物質和濾紙纖維，於 10 °C 以下冰存運回實驗室，不可使冷藏冰水進入容器內。
- (2) 吸附劑套組：從採樣裝置拆除吸附劑套組，將兩端以磨砂玻璃蓋密閉並標示之，10 °C 以下冰存運回實驗室，不可使冷藏冰水進入吸附劑內。
- (3) 2 號樣品儲存容器：回收沈積於吸氣嘴、採樣管、樣品傳輸管、濾紙固定器及旋風分離器（如果有使用）上之物質。首先，以丙酮配合鐵氟龍刷淋洗吸氣嘴、濾紙固定器、旋風分離器及連接管 3 次，再以二氯甲烷淋洗 3 次，收集淋洗液於 2 號容器。清洗採樣管及樣品傳輸管時，將管傾斜，並旋轉及以丙酮潤溼採樣管內管管壁，再以鐵氟龍刷旋轉刷入管內，同時以丙酮自上部噴洗；重複此步驟 2 次以上或清洗液無粒狀物為止，刷毛再予清洗使粒狀物不殘留。以丙酮淋洗濾紙固定器和冷凝管間的連接管 3 次，再以二氯甲烷淋洗 3 次連接管，若使用可分離的冷凝管和吸附管，用淋洗連接管之方式，淋洗冷凝管，收集所有淋洗溶液裝於 2 號容器，並標示液面，於 10 °C 以下冰存運回實驗室，不可使冷藏冰水進入容器內。
- (4) 衝擊瓶組水：利用量筒量取衝擊瓶之冷凝水，測定至 1 mL 或以稱重方式稱其重量至 0.5 g，記錄其體積或重量，此數據併同矽膠吸收之水分，用於計算管道排氣之含水率，記錄後可丟棄此液體。
- (5) 矽膠：注意矽膠的顏色是否改變，以檢查其是否完全失效，並註記其狀況。稱衝擊瓶重量以確定吸收增加之水分重量。
- (6) 完成採樣後樣品置於 10 °C 以下環境下保存，在 30 天內完成萃取，經溶劑萃取後之萃液則於 28 天內分析完成。

七、步驟

（一）前處理步驟

樣品萃取

- 1.將 2 號樣品容器中之採樣管線（二氯甲烷／丙酮）洗液移入 500 mL 之磨砂口燒瓶內進行減壓濃縮，並標示為（A 瓶）。於原樣品容器加入少量二氯甲烷淋洗三次，淋洗液一併收集在燒瓶內，

減壓濃縮至 1 mL 至 2 mL。

- 2.以玻璃棉將索氏萃取管上端蒸氣迴流口塞住，索氏萃取管底部再填入適量厚度之玻璃棉。索氏萃取管連接 500 mL 磨砂口燒瓶（A 瓶）。
- 3.將樣品濾紙對折兩次後，夾出置入索氏萃取管底部。原容器以二氯甲烷淋洗三次併入索氏萃取管內。
- 4.將樣品 XAD-2 吸附管入口端內之玻璃棉夾出並置入索氏萃取管內，以最少量之丙酮將吸附管內之 XAD-2 吸附劑倒洗入索氏萃取管內。待 XAD-2 全部被洗出後，以二氯甲烷置換索氏萃取管內之丙酮溶液，令其迴流至燒瓶（A 瓶）內。
- 5.再將 500 mL 燒瓶（A 瓶）中之溶劑以減壓濃縮減容至約 1 mL，並將其轉移至索式萃取管中。
- 6.再取一乾淨之 500 mL 燒瓶（B 瓶）連接索式萃取管，添加擬似標準品(SS)溶液 25 μ L 或適當體積，並以適當體積之二氯甲烷溶劑進行索氏萃取。調整熱源令其每小時至少迴流四次，萃取 18 小時以上，移去熱源繼續冷凝至室溫。
- 7.萃取液經減壓濃縮至約 1 mL，以二氯甲烷轉移至 1 mL 注射樣品瓶中，以少量二氯甲烷淋洗燒瓶二次，洗液併入注射樣品瓶中以氮氣吹除至體積 1 mL。
- 8.可視需要將樣品分為二等分，視分析結果判斷是否須進行適當淨化，淨化方法及步驟可參考矽酸鎂管柱淨化法 (NIEA M182.0)及礬土管柱淨化法 (NIEA M181.0)。
- 9.淨化前，須將樣品溶劑以正己烷完全置換，並依檢測項目需求，濃縮定量至適當體積。
- 10.上機前添加內標準品 (IS)溶液 10 μ L，於注射樣品瓶中。

（二）氣相層析串聯式質譜儀之建議分析條件

烘箱起始溫度：40 °C 維持 2 分鐘。

烘箱升溫過程：每分鐘 10 °C 升溫到 60 °C，再以每分鐘 40 °C 升溫至 170 °C，再以每分鐘 8 °C 升溫至 310 °C 維持 4 分鐘。

注入口溫度：280 °C。

傳輸管溫度：300 °C。

層析管柱：IntertCap-5MS（長度 30 m × 內徑 0.25 mm × 膜厚 0.25 μ m）管柱或同級品。

載流氣體：高純度氮氣，1.0 mL/min。

樣品注入量：1 μL 。

注入方式：不分流。

離子化模式：電子撞擊式 (EI)，70 eV。

離子源溫度：250 $^{\circ}\text{C}$ 。

偵測模式：多重反應監測模式 (Multiple Reaction Monitoring mode, MRM)，監測離子對及其質譜儀參數如表四、表五所示。

(三) 檢量線製備 (可依儀器的靈敏度及線性範圍作適當調整)

配製至少 5 種不同濃度之檢量線標準溶液，最低一點濃度宜與方法定量極限之濃度相當，其餘濃度應包含樣品濃度範圍。每一濃度之檢量線標準品分析前應添加定量內標準品 (如 50 ng/mL)，所有檢量線標準溶液須存於 -10 $^{\circ}\text{C}$ 以下。注入 1 μL (建議值) 於氣相層析串聯式質譜儀中。

以其待測物及擬似標準品依所對應之內標準品之層析波峰面積或高度對濃度計算個別之感應因子 (Response factor, RF, 見下式)，再求得平均感應因子與相對標準偏差 (Relative standard deviation, RSD)；若待測物 RSD 小於 25 %，則可以平均感應因子作定量分析。若有待測物大於 25 %，應重新建立檢量線。

$$\text{RF} = \frac{A_s \times C_{is}}{A_{is} \times C_s}$$

$$\overline{\text{RF}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{RF}_i}{N}$$

$$\text{RSD}(\%) = \frac{\text{SD}}{\overline{\text{RF}}} \times 100$$

A_s ：待測物或擬似標準品之波峰面積 (或高度)。

A_{is} ：內標準品之波峰面積 (或高度)。

C_s ：待測物或擬似標準品之濃度， $\mu\text{g/mL}$ 。

C_{is} ：內標準品之濃度， $\mu\text{g/mL}$ 。

RF_i ：每一點檢量線標準溶液中，待測物或擬似標準品的感應因子。

SD：檢量線標準溶液待測物或擬似標準品感應因子的標準偏差。

$\overline{RF}$ ：檢量線標準溶液中每一個化合物的平均感應因子。

N：感應因子的個數。

RSD：相對標準偏差。

檢量線製備完成，應即以第二來源標準品配製接近檢量線中點濃度之標準品（若無第二來源標準品時，至少應使用另一獨立配製之標準品）進行分析確認，其分析結果應合於相對誤差值在 $\pm 30\%$ 以內。

（四）上機分析

1.使用 MRM 模式時，對每一種化合物設定監測離子對兩對，以其中感度較高的的監測離子對作為定量，另一監測離子對則作為定性的依據。

2.定性與定量準則

(1) 待測物之滯留時間須落在當天標準品或添加樣品待測物之滯留時間 $\pm 2.5\%$ 範圍之內。

(2) 以待測物感度較高的監測離子對之面積來定量該待測物的含量。

(3) 待測物之定性離子及定量離子之積分面積或高度的相對離子強度 (Ion Ratio) 須以標準品或添加樣品分析的比例為計算基準，應符合表六所列之管制範圍內。

(4) 當樣品待測物濃度超過檢量線時，須經適當稀釋後重新分析，應使其濃度落到檢量線範圍內。上機前添加內標準品(IS)溶液 10 μ L，於注射樣品瓶中。

(5) 多氯聯苯定量：若在同一滯留時窗區間內有測到定性離子及定量離子之相對離子強度 (Ion Ratio) 符合表六之規範者，則視為同一氯數多氯聯苯同源物，以其平均感應因子進行計算，並將各氯數多氯聯苯濃度加總，即為多氯聯苯濃度。

八、結果處理

（一）採樣計算公式

1. 乾式氣體體積

$$T_m = \sum_{i=1}^n (T_i + T_o) / 2n + 273$$

T_m : 乾式氣體流量計絕對平均溫度, K。

T_i : 乾式流量計入口溫度, °C。

T_o : 乾式流量計出口溫度, °C。

將乾式氣體流量計所測體積依標準情況(0°C, 760 mmHg)修正：

$$V_{m(std)} = V_m Y \left(\frac{T_{std}}{T_m} \right) \left(\frac{P_m}{P_{std}} \right) = K_1 V_m Y \left(\frac{P_m}{T_m} \right)$$

$V_{m(std)}$: 修正為標準狀況後之乾式氣體流量計所測體積, dscm (dscf)。

V_m : 以乾式氣體流量計量測之氣體樣品體積, dcm (dcf)。

Y : 乾式氣體流量計校正因子。

T_{std} : 標準絕對溫度, 273 K。

P_m : 乾式氣體流量計壓力, mmHg (inHg), $(P_{bar} + \Delta H / 13.6)$ 。

P_{std} : 標準絕對壓力, 760 mmHg (29.92 inHg)。

K_1 : 0.3594 K /mmHg。

若 L_p 或任一 L_i 超出 L_a 值, 需做如下修正

(1) 情況 I : 採樣時並無更換組件。此時, V_m 以下列公式取代

$$V'_m = V_m - (L_p - L_a) \times \theta$$

V'_m : 情況 I 修正後之 V_m , dcm (dcf)。

L_p : 採樣後測漏之滲漏率, m^3/min (cfm)。

L_a : 採樣前或組件更換測漏時可接受之最大滲漏率；等於 $0.00057 m^3/min$ (0.020 cfm) 或 4 % 平均採樣速率, 以

二者之較低者為準。

θ ：總採集時間，min。

(2) 情況 II：採樣時更換一個或以上組件。此時 V_m 以下列公式取代

$$V_m'' = V_m - (L_1 - L_a)\theta_1 - \sum_{i=2}^n (L_i - L_a)\theta_i - (L_p - L_a)\theta_p$$

V_m'' ：情況 II 修正後之 V_m ，dcm (dcf)。

L_1 ：在執行第一次更換組件前測漏所得之個別的洩漏率， m^3/min (ft^3/min)。

L_i ：第 i 次組件更換前之滲漏率， m^3/min (cfm), ($i = 1, 2, 3, \dots$)。

θ_1 ：從每次採樣開始至第一次更換組件之採樣間隔時間，min。

θ_i ：從第一次及第二次更換組件間隔時間開始，在二次成功更換組件之採樣間隔時間，min。

θ_p ：從最後一次(nth) 更換組件至結束此次採樣之間隔時間，min。

2. 含水率

$$V_{wc(std)} = \frac{(V_{fc} - V_{ic})\rho_w R T_{std}}{P_{std} M_w} = K_2 (V_{fc} - V_{ic}) \text{ 或}$$

$$V_{wc(std)} = \frac{(V_{fc} - V_{ic}) R T_{std}}{P_{std} M_w} = K_3 (W_{fc} - W_{ic})$$

$V_{wc(std)}$ ：衝擊瓶收集之冷凝水修正至標準狀態之體積，scm (scf)。

V_{fc} ：最終冷凝水體積，mL。

V_{ic} ：最初冷凝水體積，mL。

ρ_w ：水密度，0.9982 g/mL (0.002201 lb/mL)。

R ：氣體常數，0.06236 mmHg·m³/Kg-mole (21.85 inHg·ft³/Klb-mole)。

M_w ：水分子量，18.0 g/g-mole (18.0 lb/lb-mole)。

W_{fc} ：最終冷凝水重量，g。

W_{ic} ：最初冷凝水重量，g。

K_2 ：0.001243 m³/mL。

K_3 ：0.001245 m³/g。

$$V_{wsg(std)} = \frac{(W_f - W_i) R T_{std}}{P_{std} M_w K_4} = K_5 (W_f - W_i)$$

$V_{wsg(std)}$ ：矽膠收集到所有水修正為標準狀態之體積，scm (scf)。

W_f ：最終矽膠加衝擊瓶之重量，g。

W_i ：最初矽膠加衝擊瓶之重量，g。

K_4 ：1.0 g/g。

K_5 ：0.001245 m³/g。

$$B_{ws} = \left[\frac{V_{wc(std)} + V_{wsg(std)}}{V_{wc(std)} + V_{wsg(std)} + V_{m(std)}} \right] * 100 \%$$

B_{ws} ：排氣含水率，體積比。

3.排氣絕對壓力

$$P_{sataic} = P_t - C_p^2 \times \Delta_p$$

$$P_s = P_{bar} + \frac{P_{static}}{13.6}$$

P_{static} ：排氣靜壓，mmH₂O (inH₂O)。

P_t ：管道排氣全壓，mmH₂O (inH₂O)。

C_p ：皮托管係數，無因次。

Δ_p ：皮托管速度平均壓差，mmH₂O (inH₂O)。

P_s ：排氣絕對壓力，mmHg (inHg)。

P_{bar} ：採樣場所大氣壓力，mmHg (inHg)。

水銀比重：13.6。

4.排氣分子量

$$M_d = 0.440(\% \text{CO}_2) + 0.320(\% \text{O}_2) + 0.280(100 - (\% \text{O}_2 + \% \text{CO}_2))$$

$$M_s = M_d \times (1 - B_{ws}) + (B_{ws} \times M_w)$$

M_d ：乾基排氣分子量，g/g-mole (lb/lb-mole)。

M_s ：濕基排氣分子量，g/g-mole (lb/lb-mole)。

%CO₂：乾基 CO₂ 體積百分率。

%O₂：乾基 O₂ 體積百分率。

%N₂：乾基 N₂ 體積百分率。

0.280：N₂ 或 CO 分子量，除以 100。

0.320：O₂ 分子量，除以 100。

0.440：CO₂ 分子量，除以 100。

5.排氣流速

$$V_s = K_p \times C_p \times \sqrt{\Delta P} \times \sqrt{\frac{T_s}{P_s \times M_s}}$$

V_s ：排氣流速，m/sec (ft/sec)。

K_p ：流速公式常數。

T_s ：排氣絕對平均溫度，K。

$$K_p = 85.49 \frac{\text{ft}}{\text{sec}} \left[\frac{(\text{lb/lb-mol})(\text{inHg})}{R(\text{inH}_2\text{O})} \right]^{1/2}$$

$$= 34.97 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \left[\frac{(\text{g/g-mol})(\text{mmHg})}{K(\text{mmH}_2\text{O})} \right]^{1/2}$$

6. 吸氣嘴內徑選擇之參考公式

$$D_n = \sqrt{\frac{K_6}{C_p} \times \left(\frac{1}{1 - B_{ws}} \right) \times \sqrt{\frac{T_s \times M_s}{P_s \times \Delta P}}}$$

D_n ：吸氣嘴內徑，mm (in.)。

K_6 ：33.38，公制，以乾式氣體流量計其壓力為 760 mmHg，溫度 20 °C，流量 21.24 L/min 狀況為基準。

：0.001519，英制，以乾式氣體流量計其壓力為 29.92 inHg，溫度 68 °F，流量 0.75 ft³/min 狀況為基準。

7. 等速方程式

$$\Delta H = \left(K_7 \times C_p^2 \times \Delta H_{@} \times D_n^4 \times \left(\frac{M_d}{M_s} \right) \times (1 - B_{ws})^2 \times \left(\frac{T_m}{T_s} \right) \times \left(\frac{P_s}{P_m} \right) \right) \Delta P$$

ΔH ：小孔流量計平均壓差，mmH₂O (inH₂O)。

$\Delta H_{@}$ ：在 20 °C 及 760 mmHg，流量為 0.02124 m³/min (0.75 cfm) 時小孔流量計壓差，mmH₂O (inH₂O)，一般由儀器廠商提供或經由校正求得。

K_7 ：8.038×10⁻⁵，公制。

：849.8，英制。

8. 乾排氣平均流量

$$Q_{sd} = V_s \times A_s \times (1 - B_{ws}) \times \left(\frac{T_{std} \times P_s}{T_s \times P_{std}} \right) \times \left(\frac{3600 \text{ sec}}{\text{hr}} \right)$$

Q_{sd} ：修正至標準狀態下管道乾基排氣平均流量，dscm/hr (dscf/hr)。

A_s ：管道截面積， m^2 (ft^2)。

9. 等速吸引百分率

$$\%I = \frac{K_8 \times V_{m(std)} \times T_s}{V_s \times \theta \times P_s \times (1 - B_{ws}) \times A_n}$$

I ：等速吸引百分率。

A_n ：吸氣嘴截面積， m^2 (ft^2)。

K_8 ：4.637，公制。

(二) 待測物濃度計算

1. 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、六氯苯、六氯乙烷及硝苯濃度計算如下：

$$C = \frac{(A_s \times C_{is})}{(A_{is} \times \overline{RF})} \times V_f \times D \div V_{m(std)} \times 10^3$$

C ：樣品中待測物濃度， ng/Nm^3 。

A_s ：待測物或擬似標準品之波峰面積（或高度）。

A_{is} ：內標準品之波峰面積（或高度）。

C_{is} ：內標準品之濃度， $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

$\overline{RF}$ ：平均感應因子。

V_f ：萃液濃縮後定容的體積， mL 。

D ：稀釋因子

$V_{m(std)}$ ：經過換算至乾基及標準狀態下後的樣品體積， Nm^3 。

2.多氯聯苯濃度計算如下：

$$C_{xi} = \frac{A_x \times C_{is}}{A_{is} \times \overline{RF}} \times V_f \times D \div V_{m(std)} \times 10^3$$

C_{xi} ：單一多氯聯苯同氯數同源物濃度，ng/Nm³。

i ：多氯聯苯之氯數($i=1、2...、10$)。

A_x ：多氯聯苯同氯數同源物之波峰面積（或高度）總合。

A_{is} ：內標準品之波峰面積（或高度）。

C_{is} ：內標準品之濃度，μg/mL。

$\overline{RF}$ ：平均感應因子。

V_f ：萃液濃縮後定容的體積，mL。

D ：稀釋因子。

$V_{m(std)}$ ：經過換算至乾基及標準狀態下後的樣品體積，Nm³。

C （多氯聯苯濃度）= $C_{x1} + C_{x2} + ... + C_{x10}$

九、品質管制

（一）採樣品質管制

1.校正：設備校正是維持數據品質最重要方式之一，有關校正品質規定彙整如表七。

（1）計量系統

A. 乾式氣體流量計定期校正：以參考流量計（如已經國家度量衡標準實驗室校正，誤差在 ±1 % 溼式流量計或容量在 400 L 以上之 Spirometer）或選擇工作流量計（如已經過參考流量計校正之流量計或標準小孔計）校正乾式氣體流量計，求出平均之 Y 及 $\Delta H_{@}$ ，校正 Y 值之單一校正值 Y_i 與平均值 Y_{avg} 之差值在 ±0.02 以內， $\Delta H_{@}$ 單一校正值 $\Delta H_{@i}$ 與平均值之差值在 ±5.08 mmH₂O 以內。

B. 乾式氣體流量計採樣後查核：以工作流量計查核乾式氣體流量計，採樣後之校正值(Y_{post})和乾式氣體流量計校正係數(Y_{full})之差值不得超過 ±5 %。

（2）溫度計

A. 衝擊瓶、吸附管、乾式氣體流量計（出、入口）熱電偶：

使用參考溫度計校正 0 °C、室溫、100 °C（沸水或恆溫槽），誤差需在 ± 2 °C 以內。

B. 採樣管、烘箱熱電偶：使用溫度校正器模擬溫度訊號至主機，校正 0 °C、50 °C、100 °C、150 °C、200 °C 及 250 °C 等六點，誤差不得超過 ± 1.5 %（以絕對溫度計算）。

C. 管道熱電偶：使用參考溫度計校正 0 °C、100 °C（沸水或恆溫槽）、250 °C 以上（油浴沸點或恆溫槽），誤差不得超過 ± 1.5 %（以絕對溫度計算）。校正曲線可外插涵蓋工作溫度範圍。

D. 樣品傳輸管熱電偶：使用溫度校正器模擬溫度訊號至傳輸管溫度顯示監控器，校正 50 °C、100 °C、150 °C、200 °C 及 250 °C，誤差不得超過 ± 1.5 %（以絕對溫度計算）。

(3) 氣壓計：與水銀壓力計或參考壓力計比較，其差異應 ≤ 2.5 mmHg。

(4) 吸氣嘴：其內徑應經原廠或國家或國際標準認可之長度校正項目之實驗室量測，並求出內徑平均值，其量測標準可追溯至國家或國際標準。每次採樣前，用可量至 0.025 mm 之游標卡尺測定三個不同位置的內徑，最大與最小測值之差值不得大於 0.1 mm，以確認吸氣嘴入口為圓形構造。吸氣嘴損壞後不可再使用，每一吸氣嘴應標示識別號碼。

(5) 天平：移動後以標準砝碼執行重複性校正，偏差不得超過 ± 0.5 g。

2. 採樣空白

現場空白：係指採樣組裝於系統測漏完成後，不進行採樣即如同樣品回收步驟所收集的樣品，其測值應低於 5 倍方法偵測極限，一般同一採樣場所每 1 批次或每 10 件樣品應有一現場空白。

3. 其他規定彙整如表八。

（二） 分析品質管制

1. 若待測物檢量線之相對感應因子之 RSD 小於 25 %，則可以平均感應因子定量。若 RSD 大於 25 %，則重新建立檢量線。檢量線確認分析結果相對誤差值應在 ± 30 % 以內。

2. 樣品分析時，每批次或每 10 個樣品，需進行一個實驗室空白樣品分析及檢量線查核分析，完成樣品分析後應再執行一次檢量線查核，其相對誤差應在 ± 30 % 以內。

3. 鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯空白樣品須小於 500 ng；六氯苯、

六氯乙烷、硝苯及多氯聯苯之實驗室空白樣品分析濃度測值應小於 2 倍方法偵測極限，以減少誤差。

- 4.查核樣品分析其回收率應介於 60 % 至 140 % 之間。
- 5.實驗室應評估樣品中擬似標準品的回收率，並與本身所建立的品管要求比較，觀察有無異常情況出現。
- 6.同一 12 小時批次內，樣品中每一個內標準品的滯留時間與檢量線標準溶液中濃度之內標準品滯留時間比較，差異應在 $\pm 0.4\%$ 以內，而其離子尖峰面積變異，則應介於 -50 % 至 +100 % 之間。當發現超出範圍時，須立即尋找原因並加以修正。

十、精密度與準確度

單一實驗室以標準品配製分析後結果，方法偵測極限及精密度與準確度整理如表九至表十一。

十一、參考資料

- (一) 行政院環境保護署，排放管道中硝苯等半揮發性有機物調查技術開發，中華民國 108 年。
- (二) 行政院環境保護署，排放管道中粒狀污染物採樣及其濃度測定方法，NIEA A101.77C，中華民國 111 年。
- (三) 行政院環境保護署，排放管道中戴奧辛類化合物採樣方法 NIEA A807.75C，中華民國 99 年。
- (四) 行政院環境保護署，半揮發性有機物檢測方法—氣相層析質譜儀法，NIEA M731.02C，中華民國 106 年。
- (五) U.S. EPA Method. Modified Method 5 Sampling Train. Method 0010, 2018.
- (六) U.S. EPA Method. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Method 8270e, 2018.

註 1：多氯聯苯依含氯量（一氯至十氯）共有 209 種同分異構物，本方法將各氯數多氯聯苯各取一個標準品製備檢量線，若於同一滯留時窗區間內測到定量離子，且定性離子及定量離子之相對離子強度符合標準規範，則視為同一氯數多氯聯苯，以其平均感應因子進行計算，並將各氯數多氯聯苯同源物濃度加總，即為多氯聯苯濃度。

註 2：本方法引用之環境部公告方法之內容及編碼，以最新公告者為準。

表一 多氯聯苯標準溶液配製

多氯聯苯 標準溶液	物種名稱
PCB 1	一氯聯苯 (2-Chlorobiphenyl)
PCB 11	二氯聯苯 (3,3'-Dichlorobiphenyl)
PCB 29	三氯聯苯 (2,4,5-Trichlorobiphenyl)
PCB 47	四氯聯苯 (2,2',4,4'-Tetrachlorobiphenyl)
PCB 121	五氯聯苯 (2,3',4,5',6-Pentachlorobiphenyl)
PCB 136	六氯聯苯 (2,2',3,3',6,6'-Hexachlorobiphenyl)
PCB 185	七氯聯苯 (2,2',3,4,5,5',6-Heptachlorobiphenyl)
PCB 194	八氯聯苯 (2,2',3,3',4,4',5,5'-Octachlorobiphenyl)
PCB 206	九氯聯苯 (2,2',3,3',4,4',5,5',6-Nonachlorobiphenyl)
PCB 209	十氯聯苯 (Decachlorobiphenyl)

表二 半揮發性有機物內標準品及擬似標準品濃度

內標準品(IS)	濃度(ng/mL)
1,4-Dichlorobenzene-d ₄	50.0
Naphthalene-d ₈	50.0
Acenaphthene-d ₁₀	50.0
Phenanthrene-d ₁₀	50.0
Chrysene-d ₁₂	50.0
Perylene-d ₁₂	50.0
擬似標準品(SS)	濃度(ng/mL)
2,4,6-Tribromophenol	50.0
2-Fluorobiphenyl	50.0
Nitrobenzene-d ₅	50.0
Terphenyl-d ₁₄	50.0

表三 半揮發性有機化合物參考對應之內標準品

1,4-Dichlorobenzene-d ₄	Naphthalene-d ₈	Acenaphthene-d ₁₀	Phenanthrene-d ₁₀	Chrysene-d ₁₂
Hexachloroethane	Nitrobenzene	2-Fluoro-biphenyl(SS)	Hexachlorobenzene	Bis(2-ethylhexyl)phthalate
	Nitrobenzene-d ₅ (SS)	2,4,6-Tribromophenol(SS)		Terphenyl-d ₁₄ (SS)

表四 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、六氯苯、六氯乙烷及硝苯之監測離子對

Start Time	End Time	化合物名稱	Precursor ion	Product ion
6.54	13.85	Acenaphthene-d ₁₀ (IS)	164	158,134
		2,4,6-Tribromophenol(SS)	330	222,141
		Hexachlorobenzene	284	249
			286	251
8.54	13.85	Phenanthrene-d ₁₀ (IS)	188	160,186
		Terphenyl-d ₁₄ (SS)	244	240,226
16.91	28	Chrysene-d ₁₂ (IS)	240	236
			118	116
		DEHP	167	149
			149	65
		1,4-Dichlorobenzene-d ₄ (IS)	150	115,78
3.98	11.08	Hexachloroethane	201	166,131
		Nitrobenzene-d ₅ (SS)	128	82,70
		Nitrobenzene	123	77,93
		Naphthalene-d ₈ (IS)	136	108,84
		2-Fluorobiphenyl(SS)	172	152,146

表五 多氯聯苯之監測離子對

Start Time	End Time	化合物名稱	Precursor ion	Product ion
3.98	13.85	Acenaphthene-d ₁₀ (IS)	164	158,134
		2-Chlorobiphenyl (#1)	188	152
			190	152
		2,4,6-Tribromophenol(SS)	330	222,141
6.54	28	Phenanthrene-d ₁₀ (IS)	188	160,186
		3,3'-Dichlorobiphenyl (#11)	222	152
			224	152
		2,4,5-Trichlorobiphenyl (#29)	255.9	186
			257.9	186
		2,2',4,4'-Tetrachlorobiphenyl (#47)	289.9	219.9
			291.9	221.9
		2,3',4,5',6-Pentachlorobiphenyl (#121)	323.9	253.9
			325.9	255.9
		2,2',3,3',6,6'-Hexachlorobiphenyl (#136)	359.9	289.9
13.85	28		361.9	291
		Terphenyl-d ₁₄ (SS)	244	240,226
		2,2',3,4,5,5',6-Heptachlorobiphenyl (#185)	393.8	323.9
			395.8	325.9
		Chrysene-d ₁₂ (IS)	240	236
			118	116
		2,2',3,3',4,4',5,5'-Octachlorobiphenyl (#194)	427.8	357.8
			429.8	359.8
		2,2',3,3',4,4',5,5',6-Nonachlorobiphenyl (#206)	461.7	391.8
			463.7	393.8
19.9	28	Decachlorobiphenyl (#209)	497.7	427.8
			499.7	429.8
		Perylene-d ₁₂ (IS)	264	260
			130	116

表六 GC/MS-MS 相對離子強度(Ion Ratio)規範

對離子強度 (% of Base Peak)	允許誤差 (%)
> 50	± 20
> 20 to 50	± 25
> 10 to 20	± 30
≤ 10	± 50

表七 採樣設備校正品質管制規定

設備	方式	頻率	管制值
參考流量計	校正	1 年	誤差在 ± 1 % 以內
工作流量計	校正	1 年或使用 200 小時後	Y_{ds} 在 0.95 至 1.05 之間，最大與 最小 Y_{ds} 之差值不得大於 0.03
乾式氣體流量計	校正	6 個月	1. Y_i 和 Y_{avg} 之差值在 2 % 以內 2. $\Delta H_{@i}$ 和其平均值之差值在 5.08 mmH ₂ O 以內
乾式氣體流量計	檢查	採樣後	Y_{post} 和 Y_{full} 之差值 ≤ 5 %
溫度計、熱電偶	校正	6 個月	如九、(一) 1.(2)
氣壓計	檢查	採樣前	誤差在 2.5 mmHg 以內
吸氣嘴	確認吸氣嘴入口為圓形構造	採樣前	最大值與最小值之差值不得大於 0.1 mm
皮托管	風洞校正或確認構造特性	採樣前	構造特性如 NIEA A450.7 四、 (一) 3.
天平	檢查	現場	測得重量和標準砝碼重量偏差在 0.5 g 以內

表八 採樣品質管制規定

方式	頻率	管制
採樣設備校正	如九、（一）1.	如九、（一）1.
管道排氣組成測定裝置測漏	測定前	滲漏率不得大於 0.2 mL/ 4 min
計量系統測漏	配合採樣主機校正時（6 個月）執行	氣體加壓至 13 公分至 18 公分，無洩漏現象
水分採樣組裝測漏	每次採樣前及採樣後	不得大於平均採樣速率的 4 %或 0.00057 m ³ /min (0.020 cfm)，以二者之較低者為準
Δp 計水平	每次採樣前、後	水平
皮托管測漏	每次採樣前及採樣後	吹氣至 7.6 cm 水柱，維持穩定 15 秒以上
皮托管方向檢查	每次採樣時	皮托管為水平在氣流垂直方向沒有明顯的旋轉
採樣組裝測漏	採樣前後或更換組件時	不得大於平均採樣速率的 4% 或 0.00057 m ³ /min (0.020 cfm)，以二者之較低者為準
採樣管、傳輸管、濾紙、吸附管及矽膠衝擊瓶能維持在特定溫度範圍	每次採樣時	採樣管及濾紙、傳輸管維持在 120 °C 至 134 °C，吸附管入口及矽膠衝擊瓶出口氣體溫度能維持小於 20 °C
採樣空白	如九、（一）2.	如九、（一）2.

表九 單一實驗室針對分析物
檢測方法之精密度與準確度(n = 7)

化合物名稱	方法偵測極限 (ng/Nm ³)	平均回收率 (%)	相對標準偏差 (%)
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	24.9467	126.6	25.1
六氯苯	0.0494	94.4	8.2
六氯乙烷	0.2927	82.4	7.7
硝苯	0.4994	95.3	6.6
PCB 1 (一氯聯苯)	0.1314	94.5	5.6
PCB 11 (二氯聯苯)	0.1807	93.4	5.0
PCB 29 (三氯聯苯)	0.1667	92.9	5.8
PCB 47 (四氯聯苯)	0.1807	96.8	5.1
PCB 121 (五氯聯苯)	0.1767	94.2	6.0
PCB 136 (六氯聯苯)	0.2194	90.0	5.3
PCB 185 (七氯聯苯)	0.212	97.6	5.2
PCB 194 (八氯聯苯)	0.276	109.2	4.0
PCB 206 (九氯聯苯)	0.1834	102.3	13.2
PCB 209 (十氯聯苯)	0.0967	97.7	10.0

備註:採樣體積以 1500(Nm³)計算

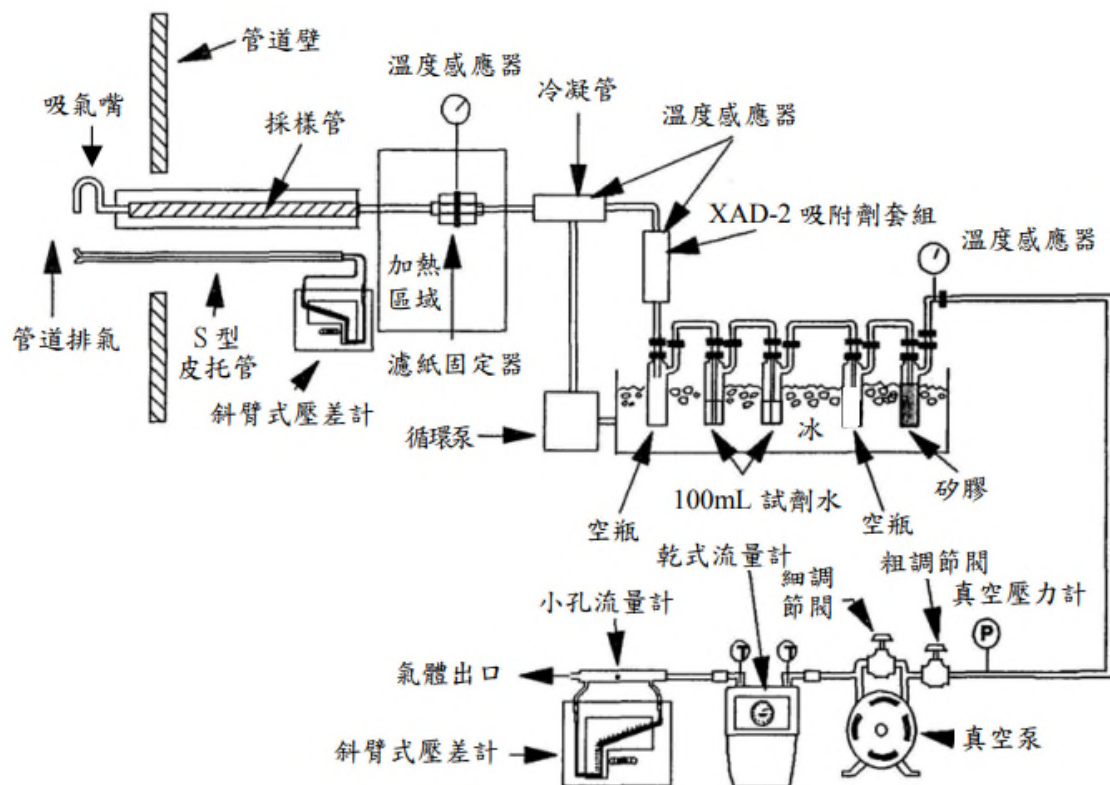
表十 Aroclors 添加之回收率測試結果

Aroclors	回收率(%)			
	配製濃度(50 ppb)		配製濃度(200 ppb)	
Aroclor 1221	1	93.4	1	91.3
	2	95.9	2	89.6
	3	93.4	3	95.4
Aroclor 1232	1	92.8	1	95.5
	2	96.4	2	94.7
	3	92.5	3	94.4
Aroclor 1242	1	104.2	1	87.8
	2	104.1	2	99.7
	3	103.2	3	102.2
Aroclor 1248	1	102.9	1	94.4

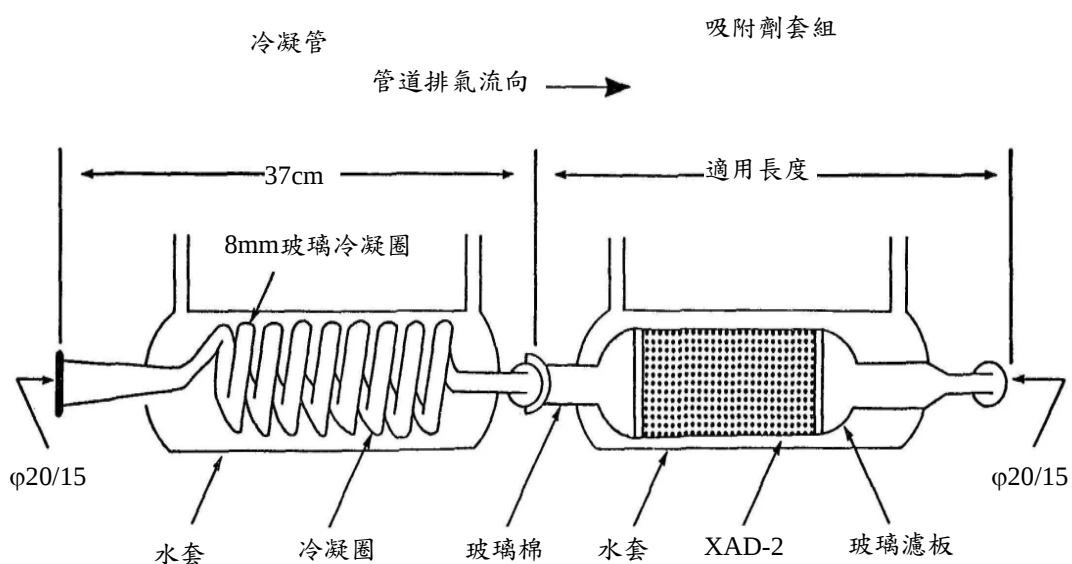
	2	98.1	2	94.5
	3	92.6	3	96.1
	1	91.0	1	89.7
Aroclor 1254	2	87.7	2	91.0
	3	90.0	3	89.3

表十一 戴奧辛類多氯聯苯回收率測試結果

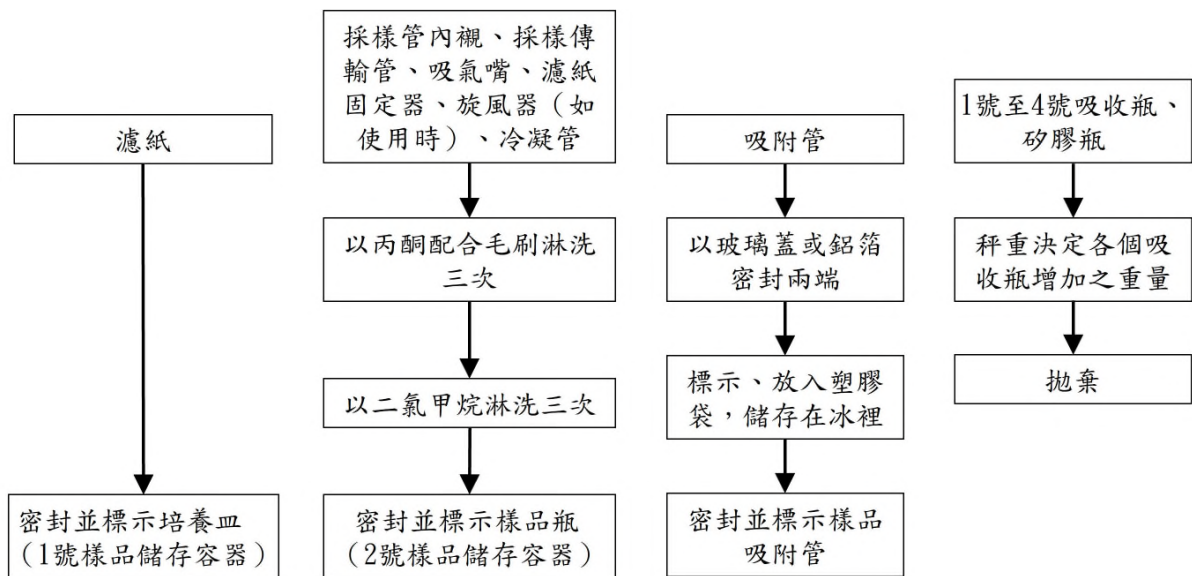
PCB 標準品	添加濃度 (10 ng/mL)	
	回收率(%)	平均回收率(%)
PCB-81 (4Cl)	129.5	98.5
PCB-77 (4Cl)	122.6	
PCB-123 (5Cl)	95.8	
PCB-118 (5Cl)	99.0	
PCB-114 (5Cl)	99.2	
PCB-105 (5Cl)	88.2	
PCB-126 (5Cl)	82.3	
PCB-167 (6Cl)	81.7	
PCB-156 (6Cl)	82.3	
PCB-157 (6Cl)	82.0	
PCB-169 (6Cl)	75.4	
PCB-189 (6Cl)	144.5	



圖一 採樣組裝



圖二 冷凝管及 XAD-2 吸附劑套組（吸附管應垂直置放）



圖三 樣品回收流程

排放管道中半揮發性有機物檢測方法—氣相層析串聯式質譜儀法(NIEA A812.71B)草案總說明

為配合環境部修正「固定污染源有害空氣污染物種類及排放限值」，參考一百零八年度「排放管道中硝苯等半揮發性有機物調查技術開發」計畫研究成果，並依空氣污染防治法第四十九條第三項，擬具「排放管道中半揮發性有機物檢測方法—氣相層析串聯式質譜儀法(NIEA A812.71B)」草案，其要點如下：

- 一、 本方法適用於排放管道中鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、六氯苯、六氯乙烷、硝苯及多氯聯苯之分析。
- 二、 本方法係以等速方式抽取，經採樣管、濾紙及充填於吸附管之吸附劑進行收集。採樣完成後，採樣管線依序以丙酮及二氯甲烷清洗，執行樣品回收，回收之樣品經萃取濃縮後，以氣相層析串聯式質譜儀分析，測定其待測物濃度。

排放管道中半揮發性有機物檢測方法－氣相層析串聯式質譜儀法(NIEA A812.71B)草案

公 告	說 明
主旨：訂定「排放管道中半揮發性有機物檢測方法－氣相層析串聯式質譜儀法(NIEA A812.71B)」，並自中華民國一百十四年十二月十五日生效。	方法名稱及生效日期。
依據：空氣污染防制法第四十九條第三項。	法源依據。
公告事項：方法內容詳如附件。	方法內容。

環境檢測標準方法修正對照表

草案名稱：排放管道中半揮發性有機物檢測方法－氣相層析串聯式質譜儀法

方法編碼：NIEA A812.71B

修正內容	現行內容	說明
一、方法概要 排放管道中<u>鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯等三類5項</u>半揮發性有機物(含固相及氣相)以等速方式抽取，經採樣管、濾紙及充填於吸附管之吸附劑進行收集。採樣完成後，採樣管線依序以丙酮及二氯甲烷清洗，執行樣品回收，回收之樣品經萃取濃縮後，以氣相層析串聯式質譜儀(Gas chromatograph tandem mass spectrometer, GC/MS/MS)分析，測定其待測物濃度。	一、方法概要 排放管道中多氯聯苯等三類半揮發性有機物(含固相及氣相)以等速方式抽取，經採樣管、濾紙及充填於吸附管之吸附劑進行收集。採樣完成後，採樣管線依序以丙酮及二氯甲烷清洗，執行樣品回收，回收之樣品經萃取濃縮後，以氣相層析串聯式質譜儀(Gas chromatograph tandem mass spectrometer, GC/MS/MS)分析，測定其待測物濃度。	文字修正。
二、適用範圍 本方法適用於排放管道中鄰苯二甲酸二<u>(2-乙基己基)酯、六氯苯、六氯乙烷、硝苯及</u>多氯聯苯(註1)<u>等5項化合物</u>之分析。	二、適用範圍 本方法適用於排放管道中多氯聯苯(註1)、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯及六氯苯等三類化合物之分析。	文字修正
四、設備與材料 (一) 採樣裝置 3.採樣管外套：為不銹鋼或同級材質，用來包覆採樣管及加熱系統，<u>採樣管加熱系統排氣採樣時</u>須可維持排氣在採樣管溫度為120℃至134℃，同時應有熱電偶顯示溫度。 10.衝擊瓶組(Impinger train)：需有四支以上衝擊瓶，第一支為短頭式 Knock out 衝擊瓶，第二支為 Greenburg - Smith 標準衝擊瓶，第三支(含)以後為 Greenburg - Smith 修正衝擊瓶(其吸收管末端為內徑 1.3 公分距衝擊瓶底部 1.3 公分之玻璃管)。必須在最後一個衝擊	四、設備與材料 (一) 採樣裝置 3.採樣管外套：為不銹鋼或同級材質，用來包覆採樣管及加熱系統，採樣管加熱系統須可維持排氣在採樣管溫度為 120℃至 134℃，同時應有熱電偶顯示溫度。 10.衝擊瓶組(Impinger train)：需有四支以上衝擊瓶，第一支為短頭式 Knock out 衝擊瓶，第二支為 Greenburg - Smith 標準衝擊瓶，第三支(含)以後為 Greenburg - Smith 修正衝擊瓶(其吸收管末端為內徑 1.3 公分距衝擊瓶底部 1.3 公分之玻璃管)。必須在最後一個衝擊瓶的出口端放置熱電偶顯示溫度(0℃至25℃間和真值	文字及格式修正。

瓶的出口端放置熱電偶顯示溫度(0 °C 至 25 °C 間<u>和真值量測誤差在, 準確至</u> ± 1 °C 以內) 並記錄之。 12.皮托管(Pitot tube): S 型皮托管材質應為金屬(如不銹鋼), 建議外徑介於 0.48 cm 至 0.95 cm 之間, 且必須確認其原廠皮托管係數, 皮托管應編號碼並刻在管壁上。皮托管構造特性如 NIEA A450.7XX 四、(一) 3. <u>(註2)</u>。 13.壓差計: 斜臂式壓力計或同級設備。大多數採樣組裝配備有 10 in. 水柱傾斜直立式壓差計, 在 0 in. 至 1 in. 傾斜的範圍最小刻度至 0.01 inH₂O, 而在 <u>1 in. 至</u> 10 in. 傾斜的範圍最小刻度至 0.1 inH₂O。前述型式之壓差計(或其他相同靈敏度的壓差錶)符合量測 Δp 低至 1.27 mmH₂O (<u>0.05 inH₂O</u>) 之需求。必須有二個壓差計, 一個壓差計用於量測皮托管速度壓差(Δp), 而另一個用於量測小孔壓力計壓差(ΔH)。 16.氣體密度測試設備(Gas density determination equipment): 用來決定排放管道排氣流量、分子量、含水率等裝備, 包括用來測定排放管道排氣流速與靜壓、排氣溫度、排氣 CO₂、O₂ 及 N₂ (由差值得出) 濃度、量測氣體體積及溫度與壓力、衝擊瓶收集之冷凝水重量, 另排放管道中氣體組成裝置可參考 NIEA A003.7XX 四、<u>(四)</u>之規定。	量測誤差在 ± 1 °C 以內) 並記錄之。 12.皮托管(Pitot tube): S 型皮托管材質應為金屬(如不銹鋼), 建議外徑介於 0.48 cm 至 0.95 cm 之間, 且必須確認其原廠皮托管係數, 皮托管應編號碼並刻在管壁上。皮托管構造特性如 NIEA A450.7XX 四、(一) 3。 13.壓差計: 斜臂式壓力計或同級設備。大多數採樣組裝配備有 10 in. 水柱傾斜直立式壓差計, 在 0 in. 至 1 in. 傾斜的範圍最小刻度至 0.01 inH₂O, 而在 1 in. 至 10 in. 傾斜的範圍最小刻度至 0.1 inH₂O。前述型式之壓差計(或其他相同靈敏度的壓差錶)符合量測 Δp 低至 1.27 mmH₂O (0.05 inH₂O) 之需求。必須有二個壓差計, 一個壓差計用於量測皮托管速度壓差(Δp), 而另一個用於量測小孔壓力計壓差(ΔH)。 16.氣體密度測試設備(Gas density determination equipment): 用來決定排放管道排氣流量、分子量、含水率等裝備, 包括用來測定排放管道排氣流速與靜壓、排氣溫度、排氣 CO₂、O₂ 及 N₂ (由差值得出) 濃度、量測氣體體積及溫度與壓力、衝擊瓶收集之冷凝水重量, 另排放管道中氣體組成裝置可參考 NIEA A003.7XX 四、(四)之規定。
---	---

五、試劑 (一) 濾紙：不含有機粘合劑 (Binder) 之玻璃或石英纖維濾紙，使用前需清洗乾淨或使用經二氯甲烷淋洗之市售產品，可至少捕集 99.95 % 之 0.3 μm <u>鄰苯二甲酸二辛酯 (Diocetyl phthalate smoke particles, DOP)</u> 微粒測試 (< 0.05 % 之穿透)。濾紙效率可使用由供應商品質控制的測試數據確認。 (四) 試劑水：<u>不含待測物之去離子水</u>，儲存於經二氯甲烷淋洗之附鐵氟龍內襯瓶蓋玻璃瓶。 (十四) 內標準品溶液： 2. 以二氯甲烷或適當溶劑將內標準品配製為 200 mg/L，使用前稀釋為 5 $\mu\text{g/mL}$ (建議濃度值)，檢量線標準溶液及樣品於上機前，每 1 mL 加入 10 μL (建議添加量) 內標準溶液。此內標準品溶液應儲存於 -10 $^{\circ}\text{C}$ 以下溫度。此內標準品溶液亦可購買市售已配製完成之溶液，<u>各化合物對應之內標準品請參考表三</u>。	五、試劑 (一) 濾紙：不含有機粘合劑(Binder) 之玻璃或石英纖維濾紙，使用前需清洗乾淨或使用經二氯甲烷淋洗之市售產品，可至少捕集 99.95% 之 0.3 μm 苯二甲酸二辛酯 (DOP) 微粒測試 (Diocetyl phthalate smoke particles) (< 0.05 % 之穿透)。濾紙效率可使用由供應商品質控制的測試數據確認。 (二) 去離子蒸餾水，儲存於經二氯甲烷淋洗之附鐵氟龍內襯瓶蓋玻璃瓶。 (十四) 內標準品溶液： 2. 以二氯甲烷或適當溶劑將內標準品配製為 200 mg/L，使用前稀釋為 5 $\mu\text{g/mL}$ (建議濃度值)，檢量線標準溶液及樣品於上機前，每 1 mL 加入 10 μL (建議添加量) 內標準溶液。此內標準品溶液應儲存於 -10 $^{\circ}\text{C}$ 以下溫度。此內標準品溶液亦可購買市售已配製完成之溶液。	文字修正
--	--	-------------

六、採樣與保存 (一) 採樣步驟 2.有關採樣前決定事項 (<u>測定孔位置、採樣點數目、採樣點位置等</u>) 請參照 NIEAA807.7 六、<u>(一)2</u> 程序進行操作。 3.準備組裝採樣裝置 (2)取分別裝<u>大有</u>約 100 mL 試劑水<u>於之</u>第二及第三支衝擊瓶，第一、第四支（如果有使用）為空瓶，及預先稱好約 200 g 至 300 g 矽膠之衝擊瓶。 4.採樣組裝測漏步驟 (2)採樣時測漏：<u>若</u>採樣進行中<u>必須</u><u>要</u>更換某組件（例如濾紙或衝擊瓶）時，在更換前應立刻如採樣前測漏步驟執行測漏；惟其真空度設定在等於或高於採樣時之最大值，滲漏率超過規定值除記錄數據外應考慮捨棄本次採樣或依八、（一）1.修正採樣體積，完成組件更換後，如同採樣前進行測漏。 (3)採樣後測漏：每次採樣結束後，測漏步驟如採樣前。惟<u>其</u>真空度<u>設定顯示</u>在等於或高於採樣時之最大值，滲漏率超過規定值除記錄數據外應考慮捨棄本次採樣或依八、（一）1.修正採樣體積。 5.操作採樣裝置 (2)確認皮托管及採樣管在正確的位置，將吸氣嘴放置於第一個採樣點頂端正對排氣氣流，立刻啟動幫浦並調整流量至等速狀態（調整小孔流量計壓差至依八、（一）7.計算之預估值），可利用計算圖表有助於迅速調整至等速避免計算耗時，依序將採樣管移動至<u>依決定預設</u>之採樣點位置執行採樣。 (4)採樣結束後，關閉粗調節閥從排放管道移開採樣管及吸氣嘴，關掉幫浦，記錄乾式流量計最後之	六、採樣與保存 (一) 採樣步驟 2.有關採樣前決定事項(測定孔位置、採樣點數目、採樣點位置等)請參照 NIEAA807.7 六、(一)2 程序進行操作。 3.準備組裝採樣裝置 (2)取分別裝大約 100 mL 試劑水於第二及第三支衝擊瓶，第一、第四支（如果有使用）為空瓶，及預先稱好約 200 g 至 300 g 矽膠之衝擊瓶。 4.採樣組裝測漏步驟 (2)採樣時測漏：採樣進行中必要更換某組件（例如濾紙或衝擊瓶）時，在更換前應立刻如採樣前測漏步驟執行測漏；惟其真空度設定在等於或高於採樣時之最大值，滲漏率超過規定值除記錄數據外應考慮捨棄本次採樣或依八、（一）1.修正採樣體積，完成組件更換後，如同採樣前進行測漏。 (3)採樣後測漏：每次採樣結束後，測漏步驟如採樣前。惟其真空度設定在等於或高於採樣時之最大值，滲漏率超過規定值除記錄數據外應考慮捨棄本次採樣或依八、（一）1.修正採樣體積。 5.操作採樣裝置 (2)確認皮托管及採樣管在正確的位置，將吸氣嘴放置於第一個採樣點頂端正對排氣氣流，立刻啟動幫浦並調整流量至等速狀態（調整小孔流量計壓差至依八、（一）7.計算之預估值），可利用計算圖表有助於迅速調整至等速避免計算耗時，依序將採樣管移動至依決定之採樣點位置執行採樣。 (4)採樣結束後，關閉粗調節閥從排放管道移開採樣管及吸氣嘴，關掉幫浦，記錄乾式流量計最後之讀值，並依六、（一）4.（3）執行採樣後測漏。同樣執行皮托管線測漏。必須通過測漏，才能確認速度頭壓差	文字及格式修正。
---	---	-----------------

讀值，並依六、(一)4.(3)執行採樣後測漏。同樣執行皮托管線測漏。必須通過測漏，才能確認速度頭壓差數據之有效性。 (5)依八、(一)9.計算等速百分比(I)，以判定本次採樣是有效的或需做其他測試，如在 $90\% \leq I \leq 110\%$ 表示可接受採樣結果。如因污染源狀況無法維持等速速率採樣，檢討可能的等速速率變化<u>原因</u>，註記在採樣記錄表。 (二)樣品回收步驟 1.當採樣完成，採樣管自排放管道取出後，<u>並可拿穩定的拿住</u>採樣管時，<u>並</u>以鐵氟龍帶或鋁箔將吸氣嘴末端包好，除去吸氣嘴尖端、皮托管、採樣管外部之粉塵。自採樣裝置拆開採樣管，以鋁箔將兩頭包好，同時用鐵氟龍帶、磨砂玻璃蓋或鋁箔封住採樣裝置入口。	數據之有效性。 (5)依八、(一)9.計算等速百分比(I)，以判定本次採樣是有效的或需做其他測試，如在 $90\% \leq I \leq 110\%$ 表示可接受採樣結果。如因污染源狀況無法維持等速速率採樣，檢討可能的等速速率變化，註記在採樣記錄表。 (二)樣品回收步驟 1.當採樣完成，採樣管自排放管道取出後，並可穩定的拿住採樣管時，以鐵氟龍帶或鋁箔將吸氣嘴末端包好，除去吸氣嘴尖端、皮托管、採樣管外部之粉塵。自採樣裝置拆開採樣管，以鋁箔將兩頭包好，同時用鐵氟龍帶、磨砂玻璃蓋或鋁箔封住採樣裝置入口。	
七、步驟 (一)前處理步驟 1.將 2 號樣品容器中之採樣管線<u>(二氯甲烷／丙酮)</u>洗液移入 500 mL 之磨砂口燒瓶內進行減壓濃縮，並標示為<u>(A 瓶)</u>。於原樣品容器加入少量二氯甲烷淋洗三次，淋洗液一併收集在燒瓶內，減壓濃縮至 1 mL 至 2 mL。 2.以玻璃棉將索氏萃取管上端蒸氣迴流口塞住，索氏萃取管底部再填入適量厚度之玻璃棉。索氏萃取管連接 500 mL 磨砂口燒瓶<u>(A 瓶)</u>。 8.可視需要將樣品分為二等分，視分析結果判斷是否須進行適當淨化，淨化方法及步驟可參考矽酸鎂管柱淨化法(NIEA M182.0XX)及礬土管柱淨化法 (NIEA M181.0XX)。 (二)氣相層析串聯式質譜儀之建議分析條件	七、步驟 (一)前處理步驟 1.將 2 號樣品容器中之採樣管線(二氯甲烷／丙酮)洗液移入 500 mL 之磨砂口燒瓶內進行減壓濃縮，並標示為(A 瓶)。於原樣品容器加入少量二氯甲烷淋洗三次，淋洗液一併收集在燒瓶內，減壓濃縮至 1 mL 至 2 mL。 2.以玻璃棉將索氏萃取管上端蒸氣迴流口塞住，索氏萃取管底部再填入適量厚度之玻璃棉。索氏萃取管連接 500 mL 磨砂口燒瓶(A 瓶)。 8.可視需要將樣品分為二等分，視分析結果判斷是否須進行適當淨化，淨化方法及步驟可參考矽酸鎂管柱淨化法(NIEA M182.0XX)及礬土管柱淨化法(NIEA M181.0XX)。 (二)氣相層析串聯式質譜儀之建議分析條件 偵測模式：多重反應監測模式 (Multiple Reaction Monitoring)	文字及格式修正

偵測模式：多重反應監測模式 (Multiple Reaction Monitoring mode, MRM)，監測離子對及其質譜儀參數如表<u>四</u>、表<u>五</u>所示。 (三) 以其待測物及擬似標準品依所對應之內標準品之層析波峰面積或高度對濃度計算個別之感應因子 (Response factor, RF, 見下式)，再求得平均感應因子與相對標準偏差 (Relative standard deviation, RSD)；若待測物 RSD 小於 25 %，則可以平均感應因子作定量分析。若有待測物大於 25 %，應重新建立檢量線。 (四) 上機分析 1. 使用 MRM 模式時，對每一種化合物設定監測離子對兩對，以其中感度較高的的監測離子對作為定量，另一監測離子對則作為定性的依據，<u>若感度較高的監測離子對有干擾，亦可以另一監測離子對作為定量。</u> 2. 定性與定量準則 (3) 待測物之定性離子及定量離子之積分面積或高度的相對離子強度 (Ion Ratio) 須以標準品或添加樣品分析的比例為<u>計算基準計算</u>，應符合表<u>六</u>所列之管制範圍內。 (4) 當樣品待測物濃度超過檢量線時，須經適當稀釋後重新<u>上機</u>分析，應使其濃度落到檢量線範圍內。<u>上機前添加內標準品(IS)溶液 10μL，於注射樣品瓶中。</u>	mode, MRM)，監測離子對及其質譜儀參數如表三、表四所示。 (三) 以其待測物及擬似標準品依所對應之內標準品之層析波峰面積或高度對濃度計算個別之感應因子 (Response factor, RF, 見下式)，再求得平均感應因子與相對標準偏差(RSD)；若待測物 RSD 小於 25 %，則可以平均感應因子作定量分析。若有待測物大於 25 %，應重新建立檢量線。 (四) 上機分析 1. 使用 MRM 模式時，對每一種化合物設定監測離子對兩對，以其中感度較高的的監測離子對作為定量，另一監測離子對則作為定性的依據，若感度較高的監測離子對有干擾，亦可以另一監測離子對作為定量。 2. 定性與定量準則 (3) 待測物之定性離子及定量離子之積分面積或高度的相對離子強度 (Ion Ratio) 須以標準品或添加樣品分析的比例為基準計算，應符合表五所列之管制範圍內。 (4) 當樣品待測物濃度超過檢量線時，須經適當稀釋後重新上機分析，應使其濃度落到檢量線範圍內。	
八、結果處理 (二) 待測物濃度計算 1. 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、六氯苯、<u>六氯乙烷及硝苯</u>濃度計算如下：	八、結果處理 (二) 待測物濃度計算 1. 六氯苯、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯濃度計算如下：	文字及格式修正

九、品質管制 (一) 採樣品質管制 1.校正：設備校正是維持數據品質最重要方式之一，有關校正品質規定彙整如表<u>七</u>。 2.其他規定彙整如表<u>八</u>。 (二) 分析品質管制 3.鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯<u>空白樣品</u>須小於 500 ng；六氯苯、<u>六氯乙烷</u>、<u>硝苯</u>及多氯聯苯之實驗室空白樣品分析濃度測值應小於 2 倍方法偵測極限，以減少誤差。	九、品質管制 (一) 採樣品質管制 1.校正：設備校正是維持數據品質最重要方式之一，有關校正品質規定彙整如表六。 2.其他規定彙整如表七。 (二) 分析品質管制 3.六氯苯及多氯聯苯之實驗室空白樣品分析濃度測值應小於 2 倍方法偵測極限；鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯須小於 500 ng，以減少誤差。	文字修正
十、精密度與準確度 單一實驗室以標準品配製分析後結果，方法偵測極限及精密度與準確度整理如表<u>九</u>至表<u>十一</u>。	十、精密度與準確度 單一實驗室以標準品配製分析後結果，方法偵測極限及精密度與準確度整理如表八至表十。	文字修正
十一、參考資料 (二) 行政院環境保護署<u>檢測方法</u>，排放管道中粒狀污染物採樣及其濃度測定方法，NIEA A101.77C，中華民國111年。 (三) 行政院環境保護署<u>檢測方法</u>，排放管道中戴奧辛類化合物採樣方法，NIEA A807.75C，中華民國99年。 (四) 行政院環境保護署<u>檢測方法</u>，半揮發性有機物檢測方法—氣相層析質譜儀法，NIEA M731.02C，中華民國106年。 (五) U.S. EPA <u>Method</u>. Modified Method 5 Sampling Train. Method 0010, <u>2018</u>. (六) U.S. EPA <u>Method</u>. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Method 8270e, 2018.	十一、參考資料 (二) 政院環境保護署檢測方法，排放管道中粒狀污染物採樣及其濃度測定方法，NIEA A101.75C，中華民國101年。 (三) 行政院環境保護署檢測方法，排放管道中戴奧辛類化合物採樣方法，NIEA A807.75C，中華民國99年。 (四) 行政院環境保護署檢測方法，半揮發性有機物檢測方法—氣相層析質譜儀法，NIEA M731.02C，中華民國106年。 (五) U.S. EPA. Modified Method 5 Sampling Train. Method 0010,1986. (六) U.S. EPA. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Method 8270e, 2018.	文字修正

<u>註 2</u>：本方法引用之<u>環境部</u>公告方法之內容及編碼，以最新公告者為準。	註 2：本方法引用之行政院環境保護署公告方法之內容及編碼，以最新公告者為準。	文字修正
--	---	-------------

表二 半揮發性有機物內標準品及擬似標準品濃度

內標準品 (IS)	濃度 (ng/mL)
1,4-Dichlorobenzene-d ₄	50.0
Naphthalene-d ₈	50.0
Acenaphthene-d ₁₀	50.0
Phenanthrene-d ₁₀	50.0
Chrysene-d ₁₂	50.0
Perylene-d ₁₂	50.0
擬似標準品 (SS)	
Phenol-d ₆	50.0
2-Fluorophenol	50.0
2-Fluorobiphenyl	50.0
Nitrobenzene-d ₅	50.0
2,4,6-Tribromophenol	50.0
Terphenyl-d ₁₄	50.0

表二 半揮發性有機物內標準品及擬似標準品濃度

內標準品 (IS)	濃度 (ng/mL)
Acenaphthene-d ₁₀	50.0
Phenanthrene-d ₁₀	50.0
Chrysene-d ₁₂	50.0
Perylene-d ₁₂	50.0
擬似標準品 (SS)	
2,4,6-Tribromophenol	50.0
Terphenyl-d ₁₄	50.0

新增化合物

表三 半揮發性有機化合物參考對應之內標準品					新增表格
1,4-Dichloroben- zene-d ₄	Naphthalene-d ₈	Acenaphthene-d ₁₀	Phenanthrene-d ₁₀	Chrysene-d ₁₂	
Hexachloroethane	Nitrobenzene	2-Fluoro- biphenyl(SS)	Hexachloroben- zene	Bis(2- ethylhexyl)phthalate	
	Nitrobenzene- d ₅ (SS)	2,4,6-Tribro- mophenol(SS)		Terphenyl-d ₁₄ (SS)	

表四 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、六氯苯、六氯乙烷及硝苯之監測離子對

Start Time	End Time	化合物名稱	Precursor ion	Product ion
6.54	13.85	Acenaphthene-d ₁₀ (IS)	164	158,134
		2,4,6-Tribromophenol(SS)	330	222,141
		<u>Hexachlorobenzene</u>	284	249
			286	251
8.54	13.85	Phenanthrene-d ₁₀ (IS)	188	160,186
		Terphenyl-d ₁₄ (SS)	244	240,226
16.91	28	Chrysene-d ₁₂ (IS)	240	236
			118	116
		<u>DEHP</u>	167	149
			149	65
3.98	8.54	<u>2-Fluorophenol(SS)</u>	112	64,92
		<u>Phenol-d₆(SS)</u>	99	71,58
		<u>1,4-Dichlorobenzene-d₄(IS)</u>	150	115,78
3.98	11.08	<u>Hexachloroethane</u>	201	166,131
		<u>Nitrobenzene-d₅(SS)</u>	128	82,70
		<u>Nitrobenzene</u>	123	77,93
		<u>Naphthalene-d₈(IS)</u>	136	108,84
		<u>2-Fluorobiphenyl(SS)</u>	172	152,146

表五 多氯聯苯之監測離子對

表三 六氯苯、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯之監測離子對

Start Time	End Time	化合物名稱	Precursor ion	Product ion
6.54	13.85	Acenaphthene-d ₁₀ (IS)	164	158,134
		2,4,6-Tribromophenol(SS)	330	222,141
		<u>Hexachlorobenzene</u>	284	249
			286	251
8.54	13.85	Phenanthrene-d ₁₀ (IS)	188	160,186
		Terphenyl-d ₁₄ (SS)	244	240,226
16.91	28	Chrysene-d ₁₂ (IS)	240	236
		<u>DEHP</u>	118	116
			167	149
			149	65

表四 多氯聯苯之監測離子對

新增化合物及表次更新

表七 採樣設備校正品質管制規定

設備	方式	頻率	管制值
參考流量計	校正	1 年	誤差在 $\pm 1\%$ 以內
工作流量計	校正	1 年或使用 200 小時後	Y_{ds} 在 0.95 至 1.05 之間，最大與最小 Y_{ds} 之差值不得大於 0.03
乾式氣體流量計	校正	6 個月	1. Y_i 和 Y_{ave} 之差值在 2% 以內 2. ΔH_{du} 和其平均值之差值在 5.08 mmH ₂ O 以內
乾式氣體流量計	檢查	採樣後	Y_{best} 和 Y_{full} 之差值 $\leq 5\%$
溫度計、熱電偶	校正	6 個月	如九、(一) 1.(2)
氣壓計	檢查	採樣前	誤差在 2.5 mmHg 以內
吸氣嘴	確認吸氣嘴入口為圓形構造	採樣前	最大值與最小值之差值不得大於 0.1 mm
皮托管	風洞校正或確認構造特性	採樣前	構造特性如 NIEA A450.7XX 四、(一) 3.
天平	檢查	現場	測得重量和標準砝碼重量偏差在 0.5 g 以內

表六 採樣設備校正品質管制規定

溫度計、熱電偶	校正	6 個月	如九、(一) 1.(2)
氣壓計	檢查	採樣前	誤差在 2.5 mmHg 以內
吸氣嘴	確認吸氣嘴入口為圓形構造	採樣前	最大值與最小值之差值不得大於 0.1 mm
皮托管	風洞校正或確認構造特性	採樣前	構造特性如 NIEA A450.7XX 四、(一) 3.
天平	檢查	現場	測得重量和標準砝碼重量偏差在 0.5 g 以內

格式修正

表九 單一實驗室針對分析物半揮發性有機化合物檢測方法之精密度與準確度(n = 7)

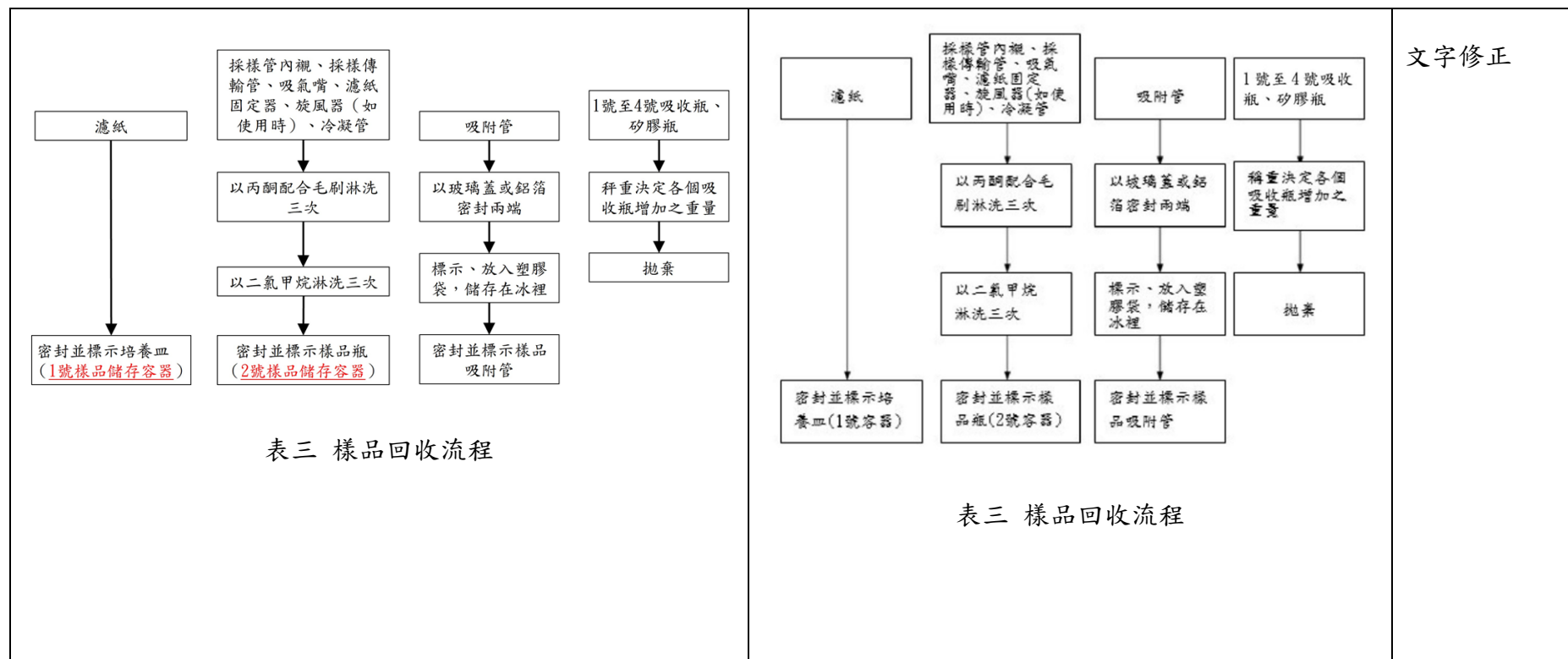
化合物名稱	方法偵測極限 (ng/Nm ³)	平均回收率 (%)	相對標準偏差 (%)
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	24.9467	126.6	25.1
六氯苯	0.0494	94.4	8.2
六氯乙烷	0.2927	82.4	7.7
硝基苯	0.4994	95.3	6.6
PCB 1 (一氯聯苯)	0.1314	94.5	5.6
PCB 11 (二氯聯苯)	0.1807	93.4	5.0
PCB 29 (三氯聯苯)	0.1667	92.9	5.8
PCB 47 (四氯聯苯)	0.1807	96.8	5.1
PCB 121 (五氯聯苯)	0.1767	94.2	6.0
PCB 136 (六氯聯苯)	0.2194	90.0	5.3
PCB 185 (七氯聯苯)	0.212	97.6	5.2
PCB 194 (八氯聯苯)	0.276	109.2	4.0
PCB 206 (九氯聯苯)	0.1834	102.3	13.2
PCB 209 (十氯聯苯)	0.0967	97.7	10.0

表八 單一實驗室半揮發性有機化合物檢測方法之精密度與準確度(n = 7)

化合物名稱	方法偵測極限 (ng/Nm ³)	平均回收率 (%)	相對標準偏差 (%)
六氯苯	0.0494	94.4	8.2
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	24.9467	126.6	25.1
PCB 1(一氯聯苯)	0.1314	94.5	5.6
PCB 11(二氯聯苯)	0.1807	93.4	5.0
PCB 29(三氯聯苯)	0.1667	92.9	5.8
PCB 47(四氯聯苯)	0.1807	96.8	5.1
PCB 121(五氯聯苯)	0.1767	94.2	6.0
PCB 136(六氯聯苯)	0.2194	90.0	5.3
PCB 185(七氯聯苯)	0.212	97.6	5.2
PCB 194(八氯聯苯)	0.276	109.2	4.0
PCB 206(九氯聯苯)	0.1834	102.3	13.2
PCB 209(十氯聯苯)	0.0967	97.7	10.0

- 1.文字修正
- 2.新增化合物
- 3.表次更新

表 <u>八</u> 採樣品質管制規定	表七 採樣品質管制規定	表次更新
表 <u>十</u> Aroclors 添加之回收率測試結果	表九 Aroclors 添加之回收率測試結果	
表 <u>十一</u> 戴奧辛類多氯聯苯回收率測試結果	表十 戴奧辛類多氯聯苯回收率測試結果	



空氣中一氧化碳自動檢測方法－紅外光法草案

NIEA A421.14C

一、方法概要

利用一氧化碳吸收紅外光之特性，連續抽取空氣導入以非分散性紅外光法或氣體過濾相關紅外光法為原理之自動分析儀，以測定空氣中一氧化碳濃度。

二、適用範圍

本方法適用環境空氣及室內空氣中濃度 50 ppm 以下之一氧化碳含量測定。

三、干擾

水氣及二氧化碳等與一氧化碳具相同吸收特性易造成干擾；懸浮微粒亦是干擾來源之一，在氣體樣品進入儀器之前，應以玻璃纖維或鐵氟龍濾膜濾除之。

四、設備與材料

(一) 一氧化碳自動分析儀（註1）：以非分散性紅外光法或氣體過濾相關紅外光法為原理之自動分析儀器，其性能須至少符合表一所列規格。其氣體流向、紅外光源、光學室及偵測器等單元如圖一所示。

(二) 數據擷取系統：與分析儀可相容之記錄器。

(三) 採樣設備

1.採樣口：採樣口的形狀應避免造成亂流，如幾何對稱之圓形開口。

2.抽氣泵：須滿足儀器所需的流率。

3.氣體輸送管線：管線的材質應為鐵氟龍或其它同級品等惰性物質。

(四) 校正設備

- 1.流率控制閥：可調整及控制流率，若供稀釋用（含氣體稀釋器），須具 $\pm 2\%$ 的準確度。
- 2.流率計：具 $\pm 2\%$ 準確度之經校正的流率計。
- 3.鋼瓶控壓閥：具有惰性材質內膜及內組件的壓力控制器。
- 4.混合槽：供一氧化碳標準氣體與零點標準氣體充分混合的容器。
- 5.輸出歧管：以玻璃、鐵氟龍等惰性材質製成的氣流分支管，具有足夠的管徑以使在分析儀連接處的壓差不明顯，且應維持正壓以避免大氣進入。

五、試劑

- （一）一氧化碳標準氣體：含校正所需濃度的一氧化碳鋼瓶氣體或稀釋用的高濃度一氧化碳鋼瓶氣體，其品質須能追溯至國家或國際標準。
- （二）零點標準氣體：不含一氧化碳以外任何可引起分析儀應答 (Response) 之物質的氣體，且其含一氧化碳濃度應小於 0.1 ppm。

六、採樣與保存

一般大氣採樣口的置放位置原則上為離地面 3 公尺至 15 公尺的高度範圍內，其它空氣中採樣口的置放位置原則上為離地面 1.5 公尺至 3 公尺的高度範圍內，如法規另有規定，從其規定。

七、步驟

以下為一般操作步驟及校正步驟，實際操作方法會因儀器廠牌不同而異。

（一）一般操作步驟

將採樣設備、一氧化碳自動分析儀及記錄器裝置設置完妥後，先行檢查管路系統等配備，確定無誤且無漏氣，方可進行檢驗工作。

- 1.設定操作條件。
- 2.零點/全幅檢查：導入零點及全幅標準氣體至分析儀並記錄讀

值。與導入之零點/全幅標準氣體濃度比較，若零點檢查超過 ± 0.5 ppm 或全幅檢查超過全幅之 $\pm 2\%$ ，須重新校正，其計算公式如下：

零點檢查 = (零點標準氣體分析儀讀值 - 零點標準氣體導入濃度值)

全幅檢查 = $\frac{(\text{全幅標準氣體分析儀讀值} - \text{全幅標準氣體導入濃度值})}{\text{全幅標準氣體導入濃度值}} \times 100\%$

3. 進行樣品氣體採樣分析。

4. 樣品氣體濃度未介於全幅之 $20\% \sim 100\%$ 之間，則須使用實驗室另製備之多點檢量線（不含零點至少 8 點如全幅之 2.5% 、 5% 、 10% 、 20% 、 40% 、 60% 、 80% 及 100% ，檢量線最低點濃度為 500 ppb）並於採樣後，以該檢量線最低或次低濃度執行查核，其偏移須小於查核濃度之 $\pm 10\%$ 。

5. 採樣後零點/全幅檢查：於採樣後，導入零點及全幅標準氣體至分析儀並記錄讀值。與採樣前零點/全幅檢查比較，若零點偏移超過 ± 0.5 ppm 或全幅偏移超過全幅之 $\pm 2\%$ ，檢測結果應為無效，於重新進行檢測工作前應做校正，其計算公式如下：

採樣後零點檢查 = (採樣後零點標準氣體分析儀讀值 - 採樣前零點標準氣體分析儀讀值)

採樣後全幅檢查 = $\frac{(\text{採樣後全幅標準氣體分析儀讀值} - \text{採樣前全幅標準氣體分析儀讀值})}{\text{全幅標準氣體導入濃度值}} \times 100\%$

(二) 校正步驟

可採用動態氣體稀釋法(Dynamic dilution method)或多鋼瓶氣體法(Multiple cylinder method)。

1. 動態氣體稀釋法

(1)原理：使用高濃度一氧化碳鋼瓶氣體，經稀釋成所需濃度，導入自動分析儀進行分析。

(2)步驟

A.組合如圖二之校正系統。

B.導入一氧化碳零點標準氣體去除氣體管線及壓力調節器中可能殘留的氣體。

C.確認所有系統無洩漏，使用已經校正之流率計（如皂泡式或質量流率控制器）且換算為 25 °C 及 760 mmHg 的狀況，以 25 °C 為例，依下式計算：

$$F_c = F_m \times \frac{298 P_m}{760(T_m + 273)}$$

F_c ：25 °C 及 760 mmHg 標準狀況下之修正流率，L/min。

F_m ：實際溫度 T_m 及壓力 P_m 下之量測流率，L/min。

P_m ：量測壓力，mmHg。

T_m ：量測溫度，°C。

D.導入一氧化碳零點標準氣體直到分析儀出現穩定讀值，然後進行零點調整。

E.調整零點標準氣體及來自一氧化碳鋼瓶氣體的流率，以產生儀器測定範圍 80 % 的濃度氣體。

F.依下式計算實際一氧化碳校正之導入濃度（註 2）：

$$[CO]_{OUT} = [CO]_{STD} \times \frac{F_{CO}}{F_D + F_{CO}} \quad (1)$$

$[CO]_{OUT}$ ：歧管出口之已稀釋的一氧化碳濃度，ppm

$[CO]_{STD}$ ：來自鋼瓶氣體之未稀釋的一氧化碳濃度，ppm

F_{CO} ：未稀釋的一氧化碳流量，L/min

F_D ：稀釋用的零點標準氣體流量，L/min

G.當分析儀出現穩定讀值時，調整一氧化碳全幅控制鈕，以獲得與計算標準濃度相當之應答。若全幅偏移超過全幅氣體濃度 $\pm 2\%$ ，則重複步驟 D. 至 G.直到零點、全幅不須再調整為止。記錄該一氧化碳濃度及分析儀應答。

H.以零點及測定範圍內至少 5 種不同均等間隔濃度一氧化碳檢量線校正點（如：全幅之 20 %、40 %、60 %、80 %、100 %），利用(1)式計算其導入濃度，並記錄分析儀之應答。繪製一氧化碳導入濃度（X 軸）與分析儀（或記錄器）應答（Y 軸）關係圖，即一氧化碳檢量線。

2.多鋼瓶氣體法

(1)原理：使用多個標準濃度的一氧化碳鋼瓶氣體，導入自動分析儀進行分析。

(2)步驟

A.組合如圖三之校正系統。

B.校正用流率計可不經精密校正，只須供給足夠的流量（超過分析儀流率之要求）輸入分析儀即可。

C.分別輸入零點標準氣體及全幅標準氣體，調整分析儀零點及全幅後，再輸入各標準濃度氣體。依輸入之一氧化碳標準濃度及分析儀應答，繪製檢量線。

八、結果處理

檢測結果以 ppm 濃度單位表示。

九、品質管制

（一）校正頻率：當自動分析儀有下列情形之一時，則須進行校正。

1.新裝設的儀器。

2.儀器主要設備經修護後。

3.每工作日例行之零點檢查超過 ± 0.5 ppm 或全幅檢查超過全幅之 $\pm 2\%$ 。

4.每6個月的定期校正。

(二) 流率計校正頻率為每年一次定期校正，由於流率準確程度影響測定值，因此須使用流率計確認自動分析儀之流率，前述之流率計檢查結果應介於顯示流率之 $\pm 7\%$ 以內。

(三) 根據標準一氧化碳與分析儀應答所繪製之檢量線斜率須在 1 ± 0.05 範圍內，並以下列檢量線檢核公式進行檢核。

1.檢量線檢核公式

$$\left[\frac{\text{各檢量線校正點讀值} - \text{各檢量線校正點代入線性迴歸公式得之濃度值}}{\text{各檢量線校正點讀值}} \right] \times 100\%$$

檢量線檢核公式比值須小於或等於 2.1% 。

2. 檢量線檢核公式比值不待九(三)規定時，應重新建立檢量線。

十、精密度與準確度

略。

十一、參考資料

(一) U.S. EPA. Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 50, Appendix C, 2025.

(二) U.S. EPA. Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 53, Subpart B, 2025.

(三) U.S. EPA. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems: Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program, 2017.

(四) Methods of Air Sampling and Analysis, 3rd edition, APHA, 1989.

(五) Continuous Analyzers for Carbon Monoxide in Ambient Air, JIS B 7951, 2004.

註 1：若光源為非分散性紅外光(Non-dispersive Infrared)者，稱之非分散性紅外光法；若於光源照射路徑上加裝一組氣體濾鏡（高濃度 CO/N₂）者，稱之氣體過濾相關紅外光法(Gas filter correlation infrared)。

註 2：計算實際一氧化碳校正之導入濃度時，F_{CO} 及 F_D 須為相同標準狀況下之流率。

表一 一氧化碳自動分析儀性能規範 註

性能參數	單位	範圍
測定範圍	ppm	< 50
雜訊	ppm	< 0.2
偵測極限	ppm	< 0.4
干擾當量 — 單一當量	ppm	± 1.0
零點偏移	ppm	± 0.5
全幅偏移 — 上限濃度之 80 %	百分比	± 2.0
遲滯時間	分鐘	< 2.0
上升時間	分鐘	< 2.0
下降時間	分鐘	< 2.0
精密度	百分比	± 1.0

註：名詞解釋

(1)測定範圍(Range)

一種偵測方法所能測定到之最大、最小濃度所界定的範圍。

(2)雜訊(Noise)

輸出訊號發生自發性的、短期的偏差，而非緣於輸入濃度之改變，雜訊之大小由平均輸出的標準偏差決定，以濃度單位表示。

(3)偵測極限(Lower detectable limit)

請參照「排放管道中氮氧化物自動檢測方法—氣體分析儀法 (NIEA A411.7)」九、品質管制之規定。

(4)干擾當量(Interference equivalent)

由不是欲量測物質所造成的正或負應答偏差；單一當量係一種干擾物質所引起的偏差。

(5)零點標準氣體(Zero air)

不含任何會引起分析儀應答之物質的標準氣體。

(6)全幅標準氣體(Span standard gas)

含測定範圍上限濃度 80 % 的標準氣體。

(7)零點偏移(Zero drift)

連續 12 小時及 24 小時以上，未經調整的操作情況下，分析儀對零點標準氣體測試應答的變化量。

(8)全幅偏移(Span drift)

連續 24 小時以上，未經調整之操作情況下，分析儀對全幅濃度標準氣體測試應答的變化量佔輸入全幅濃度的百分比。

(9)遲滯時間(Lag time)

輸入一樣品至其可觀測應答出現之經過時間。

(10)上升時間(Rise time)

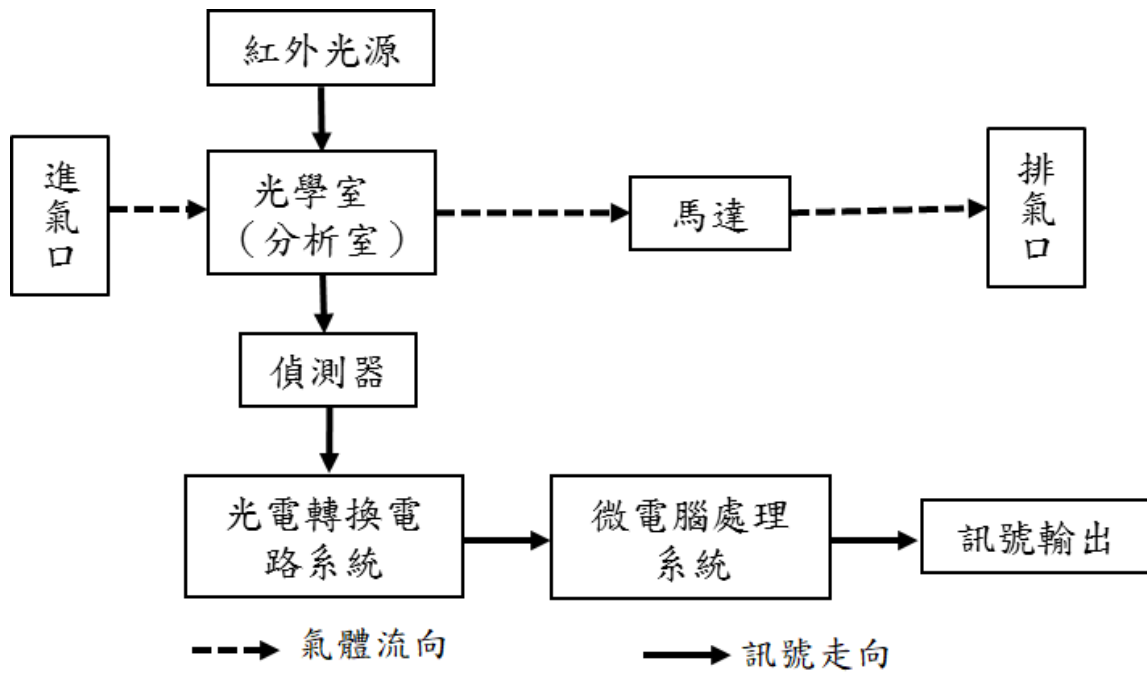
全幅濃度氣體的應答曲線，由零點基線開始爬升至該曲線最高穩定之 95 % 處所經的時間。

(11)下降時間(Fall time)

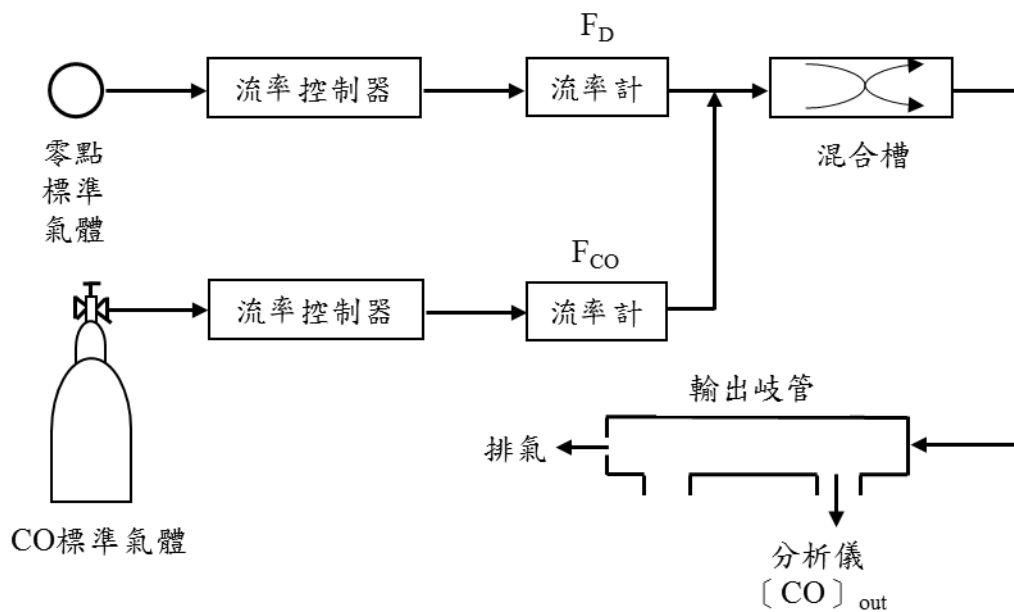
全幅濃度氣體下降的應答曲線，由其初始值開始下降至最終穩定零點，下降了 95 % 所經的時間。

(12)精密度(Precision)

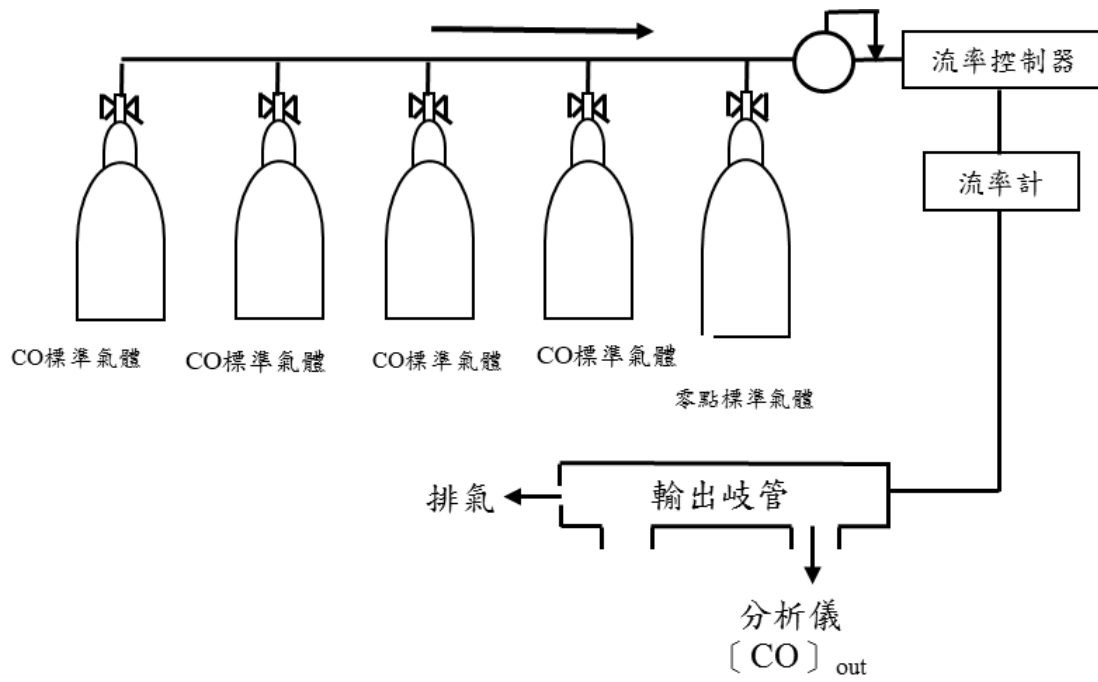
重複輸入同一標準氣體，分析儀應答的差異，以平均值之標準偏差表示。



圖一 一氧化碳自動分析儀示意圖



圖二 動態氣體稀釋法之校正系統示意圖



圖三 多鋼瓶氣體法之校正系統示意圖

空氣中一氧化碳自動檢測方法－紅外光法(NIEA A421.14C)草案總說明

為執行環境空氣及室內空氣中一氧化碳濃度檢測，並因應檢測實務需求及限制，整併現行檢測相關規定，擬具「空氣中一氧化碳自動檢測方法－紅外光法(NIEA A421.14C)」草案，其要點如下：

- 一、本方法適用於環境空氣及室內空氣中濃度五十百萬分之一以下之一氧化碳含量測定。
- 二、本方法係利用一氧化碳吸收紅外光之特性，連續抽取空氣導入自動分析儀，以測定空氣中一氧化碳濃度。

空氣中一氧化碳自動檢測方法 —紅外光法(NIEA A421.14C)草案

公告	說明
主旨：訂定「空氣中一氧化碳自動檢測方法—紅外光法(NIEA A421.14C)」，並自中華民國一百十四年十二月十五日生效。	方法名稱及生效日期。
依據：空氣污染防制法第四十九條第三項及室內空氣品質管理法第十一條第三項。	法源依據。
公告事項：方法內容詳如附件。	方法內容。

環境檢測標準方法修正對照表

草案名稱：空氣中一氧化碳自動檢測方法－紅外光法

方法編碼：NIEA A421.14C

修正內容	現行內容	說明
一、方法概要 利用一氧化碳吸收紅外光之特性，<u>連續抽取空氣導入以非分散性紅外光法或氣體過濾相關紅外光法為原理之自動分析儀，以測定空氣中一氧化碳濃度。</u>	一、方法概要 利用一氧化碳(CO)吸收紅外光之特性，測定<u>樣品氣體</u>中一氧化碳的濃度（<u>註 1</u>）。	說明一氧化碳自動分析儀之運作原理。
二、適用範圍 本方法適用<u>環境空氣及室內</u>空氣中濃度 50 ppm 以下之一氧化碳含量測定。	二、適用範圍 本<u>檢驗</u>方法適用空氣中濃度 <u>50.0</u> ppm 以下之一氧化碳含量測定，<u>有關本方法名詞解釋詳如註 2。</u>	1. 詳細定義本方法適用範圍。 2. 將註 2 移至表一註。
三、干擾 水氣及二氧化碳等與一氧化碳具相同吸收特性易造成干擾；懸浮微粒亦是干擾來源之一，在氣體<u>樣品</u>進入儀器之前，應以玻璃纖維或鐵氟龍濾膜濾除之。	三、干擾 水氣及二氧化碳等與一氧化碳具相同吸收特性易造成干擾；懸浮微粒亦是干擾來源之一，在<u>樣品</u>氣體進入儀器之前，應以玻璃纖維或鐵氟龍濾膜濾除之。	修正「氣體樣品」為「樣品氣體」。
四、設備<u>與</u>材料 （一）一氧化碳自動分析儀（<u>註 1</u>）：<u>以非分散性紅外光法或氣體過濾相關紅外光法為原理之自動分析儀器，其性能須至少符合表一</u>所列規格，其氣體流<u>向、紅外光源、光學室及偵測器等單元</u>如圖一所示。 （二）<u>數據擷取系統</u>：與分析儀可相容之<u>記錄器</u>。 （三）採樣設備	四、設備<u>及</u>材料 （一）一氧化碳自動分析儀：<u>以非分散性紅外光法或氣體過濾相關紅外光法為原理之自動分析儀器。其性能須符合表一</u>所列規格。<u>一般此種自動分析儀，其氣體流程及重要單元</u>如圖一所示。 （二）<u>紀錄器</u>：<u>選擇</u>與分析儀可相容之<u>紙帶紀錄器</u>或數據擷取系統(<u>Data logging</u>)	1. 修正「一氧化碳自動分析儀」說明相關文字。 2. 因應實務，修正「記錄器」內容，並改稱為「數據擷取系統」。 3. 修正「流量」為「流率」。 4. 因應儀器採

修正內容	現行內容	說明
2.抽氣<u>泵</u>：須滿足儀器所需的流<u>率</u>。 3.氣體輸送管線：管線的材質應為鐵氟龍或<u>其它同級品</u>等惰性物質。 (四) 校正設備 1.流<u>率</u>控制閥：可調整及控制流<u>率</u>，若供稀釋用（含氣體稀釋器），須具 $\pm 2\%$ 的準確度。 2.流<u>率</u>計：具 $\pm 2\%$ 準確度之經校正的流<u>率</u>計。 3.鋼瓶控壓閥：具有惰性材質內膜及內組件的壓力控制器。 4.混合槽：供一氧化碳標準氣體與零點標準氣體充分混合的容器。 5.輸出歧管：以玻璃、鐵氟龍等惰性材質製成的氣流分<u>支</u>管，具有足夠的管徑以使在分析儀連接處的壓差不明顯，且應<u>維持正壓以避免大氣進入</u>。	<u>system</u>)。 (三) 採樣設備 2.抽氣<u>馬達</u>：<u>馬達的抽氣量</u>須滿足儀器所需的流<u>量</u>。 3.氣體輸送管線：管線的材質應為<u>玻璃</u>、鐵氟龍等惰性物質，<u>其長度不應超過 10 公尺，以避免造成誤差</u>。 (四) 校正設備 1.流<u>量</u>控制閥：可調整及控制流<u>量</u>，若供稀釋用（含氣體稀釋器），須具 $\pm 2\%$ 的準確度。 2.流<u>量</u>計：具 $\pm 2\%$ 準確度之經校正的流<u>量</u>計。 3.<u>一氧化碳</u>鋼瓶控壓閥：具有惰性材質內膜及內組件的壓力控制器。 4.混合槽：供一氧化碳標準氣體與零點標準氣體充分混合的容器。 5.輸出歧管：以玻璃、鐵氟龍等惰性材質製成的氣流分<u>配</u>管，具有足夠的管徑以使在分析儀連接處的壓差不明顯，且應<u>有避免大氣進入的閥門</u>。	樣流率，氣體傳輸管線長度尚不受限制。
五、試劑 (二) 零點標準氣體：不含一氧化碳以外任何可引起分析儀應答 (Response) 之物質的氣體，且其含一氧化碳濃度應小於 0.1 ppm。	五、試劑 (二) 零點標準氣體：不含 <u>CO</u> 一氧化碳以外任何可引起分析儀應答 (Response) 之物質的氣體，且其含一氧化碳濃度應小於 0.1 ppm。	修正文字。
六、採樣與保存 <u>一般大氣</u>採樣口的置放位置原則上為離地面 3	六、採樣與保存 <u>空氣品質</u>採樣口的置放位置原則上為離地面 3	依本部「公告場所室內空氣品質檢驗測定管理辦

修正內容	現行內容	說明
公尺至 15 公尺的高度範圍內，其它空氣中採樣口的置放位置原則上為離地面 1.5 公尺至 3 公尺的高度範圍內， <u>如法規另有規定，從其規定。</u>	至 15 公尺的高度範圍內，其它空氣中採樣口的置放位置原則上為離地面 1.2 至 1.5 公尺的高度範圍內。	法」之附錄「室內空氣品質自動監測設施設置之規範」規定修正。
七、步驟 <u>以下為一般操作步驟及校正步驟，實際操作方法會因儀器廠牌不同而異。</u> (一) 一般操作步驟 將採樣設備、一氧化碳自動分析儀及記錄器裝置設置完妥後，先行檢查管路系統等配備，確定無誤且無漏氣，方可進行檢驗工作。 1. 設定操作條件。 2. 零點/全幅檢查：<u>導入零點及全幅標準氣體至分析儀並記錄讀值。與導入之零點/全幅標準氣體濃度比較，若零點檢查超過 ± 0.5 ppm 或全幅檢查超過全幅之 $\pm 2\%$，須重新校正，其計算公式如下：</u> <u>零點檢查 = (零點標準氣體分析儀讀值 - 零點標準氣體導入讀值)</u> <u>全幅檢查 = (全幅標準氣體分析儀讀值 - 全幅標準氣體導入濃度值) / 全幅標準氣體導入濃度值 $\times 100\%$</u> 3. 進行樣品氣體採樣分析。 4. 樣品氣體濃度未介於全幅之 $20\% \sim 100\%$ 之間，則須使用實驗室另製備之<u>多</u>	七、步驟 (一) 一般操作步驟：<u>將採樣設備一氧化碳自動分析儀及記錄器裝置妥後，先行檢查管路系統等配備，確定無誤且無漏氣，方可進行檢驗工作。儀器操作方法會因廠家不同而異，下述為一般操作步驟：</u> 1. 設定操作條件。 2. 零點/全幅<u>兩點</u>檢查，若零點<u>偏移</u>超過 ± 0.5 ppm 或全幅<u>偏移</u>超過全幅之 $\pm 2.0\%$，須重新校正。 3. 進行樣品氣體採樣分析。 4. 樣品氣體濃度未介於全幅之 $20\% \sim 100\%$ 之間，則須使用實驗室另製備之檢	1. 修正「零點/全幅檢查」內容，並列出計算公式。 2. 修正樣品氣體濃度未介於全幅之 $20\% \sim 100\%$ 之間，則須使用實驗室另製備之多點檢量線(不含零點至少 8 點，最低點濃度為 500 ppb)，並以該檢量線最低或次低濃度執行查核，其偏移須小於查核濃度之 $\pm 10\%$。 3. 增列「採樣後零點/全幅檢查」，並列出計算公式。 4. 參照「空氣中二氧化硫自動檢驗方法—紫外光螢光法(NIEA

修正內容	現行內容	說明
<u>點檢量線（不含零點至少 8 點如全幅之 2.5 %、5 %、10 %、20 %、40 %、60 %、80 %及 100 %，檢量線最低點濃度為 500 ppb）並於採樣後，以該檢量線最低或次低濃度執行查核，其偏移須小於查核濃度之 $\pm 10\%$。</u> <u>5.採樣後零點/全幅檢查：於採樣後，導入零點及全幅標準氣體至分析儀並記錄讀值。與採樣前零點/全幅檢查比較，若零點偏移超過 $\pm 0.5\text{ ppm}$ 或全幅偏移超過全幅之 $\pm 2\%$，檢測結果應為無效，放棄該次所測得數據，於重新進行檢測工作前應做校正，其計算公式如下：</u> <u>採樣後零點檢查 = (採樣後零點標準氣體分析儀讀值 - 採樣前零點標準氣體分析儀讀值)</u> <u>採樣後全幅檢查 = (採樣後全幅標準氣體分析儀讀值 - 採樣前全幅標準氣體分析儀讀值) / 全幅標準氣體導入濃度值 $\times 100\%$</u> <u>(二) 校正步驟</u> <u>可採用動態氣體稀釋法(Dynamic dilution method)或多鋼瓶氣體法。</u> <u>1.動態氣體稀釋法</u> <u>(1)原理：使用高濃度一氧化碳鋼瓶氣體，經稀釋成所需</u>	<u>量線，以符合樣品氣體濃度介於全幅之 20 %~100 %之間，並於監測樣品完成後，以該檢量線中間濃度（約全幅之 50 %）執行查核，其偏移須小於全幅之 $\pm 2.0\%$。</u> <u>(二) 校正步驟</u> <u>校正一氧化碳自動分析儀的方法有二：</u> <u>1.動態氣體稀釋法(Dynamic dilution method)：使用高濃度一氧化碳鋼瓶氣體，經稀釋成各種所需的濃度。</u>	A416.14C)」 七、(二)1.，修正本草案「動態氣體稀釋法」內容。 5. 「多鋼瓶氣體法」內容僅修正文字。

修正內容	現行內容	說明
濃度，<u>導入自動分析儀進行分析</u>。 <u>(2)步驟</u> A.<u>組合如圖二之校正系統。</u> B.<u>導入一氧化碳零點標準氣體去除氣體管線及壓力調節器中可能殘留的氣體。</u> C.<u>確認所有系統無洩漏，使用已經校正之流率計（如皂泡式或質量流率控制器）且換算為 25 °C 及 760 mmHg 的標準狀況，依下式計算：</u> $F_c = F_m \times \frac{298 P_m}{760 (T_m + 273)}$ <u>F_c：25 °C 及 760 mmHg 標準狀況下之修正流率，L/min。</u> <u>F_m：實際溫度及壓力下之量測流率，L/min。</u> <u>P_m：量測壓力，mmHg。</u> <u>T_m：量測溫度，°C。</u> D.<u>導入一氧化碳零點標準氣體直到分析儀出現穩定讀值，然後進行零點調整。</u> E.<u>調整零點標準氣體及來自一氧化碳鋼瓶氣體的流率，以產生儀器測定範圍 80 % 的濃度氣體。</u> F.<u>計算實際一氧化碳校正之導入濃度（註 3）：</u> $[CO]_{OUT} = [CO]_{STD} \times \frac{F_{CO}}{F_D + F_{CO}}$ <u>[CO]_{OUT}：歧管出口之已稀釋的一氧化碳濃度，ppm</u> <u>[CO]_{STD}：來自鋼瓶氣體之未稀釋的一氧化碳濃度，ppm</u>	2.多鋼瓶氣體法 <u>(Multiple cylinder method)</u>：使用多個標準濃度的一氧化碳鋼瓶氣體。 <u>(1) 動態氣體稀釋法的校正步驟</u> A.<u>組合如圖二的校正系統。</u> B.<u>確定所有流量計已經校正，且已換算成 0 °C，760 mmHg 的標準狀況下。</u> C.<u>設定一氧化碳自動分析儀的校正範圍，應與一般操作範圍相同。</u> D.<u>連接分析儀與紀錄器。</u> E.<u>調整零點標準氣流控制閥（總氣體流量必須大於分析儀所需總氣體流量，以確保外界空氣不被吸入），以得足夠的流量輸入分析儀。通入該氣體直到分析儀出現穩定的讀數，然後調整分析儀零點控制鈕，以獲得紀錄器 5 % 補償的訊號（若全刻度為 100，則零點訊號出現在刻度 5 的地方），記錄該讀數為零點背景讀數：Z_{CO}</u> F.<u>調整零點標準氣體及來自一氧化碳鋼瓶氣體的流量，以產生校正所需上限濃度 80 % 的氣體，其確實濃度依下式計算實際一氧化碳校正之導入濃度（註 3）：</u> $[CO]_{OUT} = \frac{[CO]_{STD} \times F_{CO}}{F_D + F_{CO}} \dots\dots(1)$ <u>[CO]_{OUT}：歧管出口之已稀釋的一氧化碳濃度，ppm</u>	

修正內容	現行內容	說明
F_{CO}：未稀釋的一氧化碳流量，L/min F_D：稀釋用的零點標準氣體流量，L/min <u>G. 當分析儀出現穩定讀值時，調整一氧化碳全幅控制鈕，已獲得與計算標準濃度相當之應答。若全幅偏移超過全幅氣體濃度 $\pm 2\%$，則重複步驟 D.至 G.直到零點、全幅不須再調整為止。記錄該一氧化碳濃度及分析儀應答。</u> <u>H. 以零點及測定範圍內至少 4 種不同均等間隔濃度一氧化碳檢量線校正點（如：全幅之 20%、40%、75%、100%），利用(1)式計算其導入濃度，並記錄分析儀之應答。繪製一氧化碳導入濃度(X軸)與分析儀(或記錄器)應答(Y軸)關係圖，即一氧化碳檢量線。</u>	$[CO]_{STD}$：來自鋼瓶氣體之未稀釋的一氧化碳濃度，ppm F_{CO}：未稀釋的一氧化碳流量，L/min F_D：稀釋用的零點標準氣體流量，L/min <u>輸入該氣體直到分析儀出現穩定的讀數，然後調整全幅控制鈕，以獲得如下之紀錄器應答：</u> <u>紀錄器應答=</u> $\frac{[CO]_{OUT}}{URL} \times 100 + Z_{CO} \dots \dots (2)$ <u>其中，URL=校正設定之上限濃度 (ppm)</u> <u>Z_{CO}=分析儀對零點標準氣體之反應，%</u> <u>若全幅調整超過 $\pm 2.0\%$，應重覆步驟 e~g，直至零點、全幅不須再調整為止。記錄該一氧化碳確實濃度及分析儀應答。</u> <u>G. 減小 F_{CO} 或加大 F_D 以產生全幅之 0%、20%、40%、60%、80%、100% 等六種不同濃度之校正氣體，根據計算式(1)計算其確實濃度，並記錄分析儀之應答。繪製輸入的一氧化碳確實濃度與分析儀(或紀錄器)應答的關係圖，即為一氧化碳的檢量線。</u> <u>(2) 多鋼瓶氣體法的校正步驟</u> <u>A. 裝置如圖三所示的多鋼瓶校正系統。</u>	
2.多鋼瓶氣體法 <u>(1)原理：使用多個標準濃度的一氧化碳鋼瓶氣體，導入</u>		

修正內容	現行內容	說明
<u>自動分析儀進行分析。</u> (2)步驟 A.<u>組合</u>如圖三之校正系統。 B.校正用流<u>率</u>計可不經精密校正，只須供給足夠的流<u>率</u>（超過分析儀流<u>率</u>之要求）輸入分析儀即可。 C.分別輸入零點標準氣體及全幅標準氣體，調整分析儀零點及全幅後，再輸入各標準濃度氣體。依輸入之一氧化碳標準濃度及分析儀應答，繪製檢量線。	B.校正用流<u>量</u>計可不經精密校正，只須供給足夠的流<u>量</u>（超過分析儀流<u>量</u>之要求）輸入分析儀即可。 C.分別輸入零點標準氣體及全幅<u>濃度</u>標準氣體，調整分析儀零點及全幅後，再輸入各標準濃度氣體。依輸入之一氧化碳標準濃度及分析儀應答，繪製檢量線。	
九、品質管制 （一）校正頻率：當自動分析儀有下列情形之一時，則須進行校正。 1.新裝設的儀器。 2.儀器主要設備經修護後。 3.每工作日例行之零點<u>檢查</u>超過 ± 0.5 ppm 或全幅<u>檢查</u>超過全幅之 $\pm 2\%$。 （二）<u>流率計校正頻率為每年一次定期校正，由於流率準確程度影響測定值，因此須使用流率計確認自動分析儀之流率，前述之流率計檢查結果應介於顯示流率之$\pm 7\%$以內。</u> （三）<u>根據標準一氧化碳與分析儀應答所繪製之檢量線，斜率須在 1 ± 0.05 範圍，並以下列檢量線檢核公式進行檢核。</u> 1.檢量線檢核公式 <u>（各檢量校正點讀值-各檢</u>	九、品質管制 （一）校正頻率：當自動分析儀有下列情形之一時，則須進行校正。 1.新裝設的儀器。 2.儀器主要設備經修護後。 3.每工作日例行之零點<u>偏移</u>超過 ± 0.5 ppm 或全幅<u>偏移</u>超過全幅之 $\pm 2.0\%$。 （二）<u>流量準確程度影響測定值，因此流量計須定期校正。</u> （三）<u>以標準一氧化碳與分析儀應答所繪製之檢量線（全幅之 0%、20%、40%、60%、80%、100%（或近似濃度）等六種不同濃度之校正氣體），其線性相關係數須大於 0.995。</u>	1. 每工作日例行之零點及全幅偏移，修正為零點及全幅檢查。 2. 修正流率計校正頻率及允收範圍。 3. 檢量線允收範圍調整為斜率須在 1 ± 0.05，並增列檢量線檢核公式。

修正內容	現行內容	說明																					
<u>量線校正點代入線性迴歸公式得之濃度值)/(各檢量線校正點讀值)×100%</u> <u>檢量線檢核公式比值須小於或等於2.1%。</u> <u>2. 檢量線檢核公式比值不待九(三)規定時，應重新建立檢量線。</u>																							
十一、參考資料 <u>(一) U.S. EPA. Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 50, Appendix C, 2025.</u> <u>(二) U.S. EPA. Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 53, Subpart B, 2025.</u> <u>(三) U.S. EPA. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems: Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program, 2017.</u> <u>(四) Methods of Air Sampling and Analysis, 3rd edition, APHA, 1989.</u> <u>(五) Continuous Analyzers for Carbon Monoxide in Ambient Air, JIS B 7951, 2004.</u> <u>註2：計算實際一氧化碳校正之導入濃度時，F_{CO}及F_D須為相同標準狀況下之流率。</u> 表一 一氧化碳自動分析儀性能規範 註 <table border="1"> <tr> <th>性能參數</th><th>單位</th><th>範圍</th></tr> <tr> <td>測定範圍</td><td>ppm</td><td>≤50</td></tr> <tr> <td>雜訊</td><td>ppm</td><td>≤0.2</td></tr> <tr> <td>偵測極限</td><td>ppm</td><td>≤0.4</td></tr> <tr> <td>干擾當量</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>一單一當量</td><td>ppm</td><td>±1.0</td></tr> <tr> <td>零點偏移</td><td>ppm</td><td>±0.5</td></tr> </table>	性能參數	單位	範圍	測定範圍	ppm	≤50	雜訊	ppm	≤0.2	偵測極限	ppm	≤0.4	干擾當量			一單一當量	ppm	±1.0	零點偏移	ppm	±0.5	十一、參考資料 <u>(1) U.S. EPA. Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 50, Appendix C, 2015.</u> <u>(2) U.S. EPA. Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 53, Subpart B, 2015.</u> <u>(3) U.S. EPA. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems: Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program, 2013.</u> <u>(4) Methods of Air Sampling and Analysis, 3rd edition, APHA, 1989.</u> <u>(5) 行政院環境保護署，空氣品質標準，中華民國101年。</u> <u>(6) 行政院環境保護署，室內空氣品質標準，中華民國101年。</u> <u>(7) Continuous Analyzers for Carbon Monoxide in Ambient Air, JIS B 7951, 2004.</u> 註2：名詞解釋 (1)測定範圍(Range) 一種偵測方法所能量測到之最大、最小濃度所界定的範圍。 (3)偵測極限 請參照 NIEAA411.7 九、品質管制之規定。 (4)干擾當量(Interference equivalent) 由不是欲量測物質所造成的正或負應答偏差 A.單一當量：一種干擾物質所引起的偏差。	1. 修正參考資料更新年份。 2. 刪除「空氣品質標準」及「室內空氣品質」參考資料。 3. 依 Table-B1 to Subpart B of 40 CFR Part 53，修正「偵測極限」名稱及「干擾當量」內容。 4. 修正表一格式，註部分名詞解釋修正文字。
性能參數	單位	範圍																					
測定範圍	ppm	≤50																					
雜訊	ppm	≤0.2																					
偵測極限	ppm	≤0.4																					
干擾當量																							
一單一當量	ppm	±1.0																					
零點偏移	ppm	±0.5																					

修正內容			現行內容	說明																																													
<u>全幅偏移</u>			<u>B.總當量：所有單一當量的絕對值總和。</u> (5)零點標準氣體(Zero air) 不含任何 <u>可</u> 引起分析儀應答之物質的標準氣體。 (6)全幅 <u>濃度</u> 標準氣體(Span standard gas) 含測定範圍上限濃度 80 % 的標準氣體。 (7)零點偏移(Zero drift) 連續 12 及 24 小時以上，未經調整的操作情況下，分析儀對零點標準氣體測試應答的變化量。 (8)全幅偏移(Span drift) 連續 24 小時以上，未經調整之操作情況下，分析儀對全幅濃度標準氣體測試應答的變化量。 表一、 <u>一</u> 氧化碳自動分析儀性能規範																																														
<u>—上限濃度之 80 %</u>	<u>百分比</u>	<u>±2.0</u>																																															
<u>遲滯時間</u>	<u>分鐘</u>	<u>≤2.0</u>																																															
<u>上升時間</u>	<u>分鐘</u>	<u>≤2.0</u>																																															
<u>下降時間</u>	<u>分鐘</u>	<u>≤2.0</u>																																															
<u>精密度</u>	<u>百分比</u>	<u>±1.0</u>																																															
註：名詞解釋 (1)測定範圍(Range) 一種偵測方法所能測 <u>定</u> 到之最大、最小濃度所界定的範圍。 (3)偵測極限(<u>Lower detectable limit</u>) 請參照「 <u>排放管道中氮氧化物自動檢測方法—氣體分析儀法</u> 」(NIEA A411.7) <u>九</u> 、品質管制之規定。 (4)干擾當量(Interference equivalent) 由不是欲量測物質所造成的正或負應答偏差；單一當量 <u>係</u> 一種干擾物質所引起的偏差。 (5)零點標準氣體(Zero air) 不含任何 <u>會</u> 引起分析儀應答之物質的標準氣體。 (6)全幅標準氣體(Span standard gas) 含測定範圍上限濃度 80 % 的標準氣體。 (7)零點偏移(Zero drift) 連續 12 <u>小時</u> 及 24 小時以上，未經調整的操作情況下，分析儀對零點標準氣體測試應答的變化量。 (8)全幅偏移(Span drift) 連續 24 小時以上，未經調整之操作情況下，分析儀對全幅濃度標準氣體測試應答的變化量 <u>佔</u> 輸入全幅濃度的百分比。			<table><tr><td>1</td><td>測定範圍</td><td>0.0~50.0 ppm</td></tr><tr><td>2</td><td>雜訊</td><td><0.2 ppm</td></tr><tr><td>3</td><td>偵測極限</td><td><0.4 ppm</td></tr><tr><td>4</td><td>干擾當量</td><td></td></tr><tr><td></td><td>單一當量</td><td>±1.0 ppm</td></tr><tr><td></td><td>總當量</td><td>---</td></tr><tr><td>5</td><td>零點偏移</td><td>±0.5 ppm</td></tr><tr><td>6</td><td>全幅偏移</td><td></td></tr><tr><td></td><td>上限濃度之 20%</td><td>---</td></tr><tr><td></td><td>上限濃度之 80%</td><td>±2.0 %</td></tr><tr><td>7</td><td>遲滯時間</td><td><2.0 min</td></tr><tr><td>8</td><td>上升時間</td><td><2.0 min</td></tr><tr><td>9</td><td>下降時間</td><td><2.0 min</td></tr><tr><td>10</td><td>精密度</td><td></td></tr><tr><td></td><td>上限濃度之 20%</td><td>±1.0 %</td></tr></table>	1	測定範圍	0.0~50.0 ppm	2	雜訊	<0.2 ppm	3	偵測極限	<0.4 ppm	4	干擾當量			單一當量	±1.0 ppm		總當量	---	5	零點偏移	±0.5 ppm	6	全幅偏移			上限濃度之 20%	---		上限濃度之 80%	±2.0 %	7	遲滯時間	<2.0 min	8	上升時間	<2.0 min	9	下降時間	<2.0 min	10	精密度			上限濃度之 20%	±1.0 %	
1	測定範圍	0.0~50.0 ppm																																															
2	雜訊	<0.2 ppm																																															
3	偵測極限	<0.4 ppm																																															
4	干擾當量																																																
	單一當量	±1.0 ppm																																															
	總當量	---																																															
5	零點偏移	±0.5 ppm																																															
6	全幅偏移																																																
	上限濃度之 20%	---																																															
	上限濃度之 80%	±2.0 %																																															
7	遲滯時間	<2.0 min																																															
8	上升時間	<2.0 min																																															
9	下降時間	<2.0 min																																															
10	精密度																																																
	上限濃度之 20%	±1.0 %																																															

施工機具排氣中黑煙不透光率檢測技術文件草案

一、方法概要

本方法利用不透光式煙度計，量測柴油及替代清潔燃料引擎施工機具（下稱施工機具）之排氣不透光率(Opacity)及計算得出光吸收係數(Light absorption coefficient)。

二、適用範圍

本技術適用於附表所列施工機具之排氣中黑煙不透光率檢測。

三、干擾

檢測現場時可能受天氣條件（如壓力、溫度變化）、機械衝擊、電磁相容性、外部光源等干擾影響測值。

四、設備與材料

（一）不透光式煙度計：由採樣管、煙室、光源發射器、光源接收器、光吸收係數顯示部及電源部分等組成，規格如下。

1.採樣管：材質須為惰性材質（如不鏽鋼等）且不會與排氣發生化學反應，致累積與滯留粒狀物。

2.不透光式煙度計顯示刻度至少為 0.1 %。

3.數值顯示範圍：不透光率介於 0 % 至 100 %，光吸收係數介於 0 m^{-1} 至 10 m^{-1} 或更優。

4.煙室：須具備監控煙室內溫度($\geq 70^\circ\text{C}$)之功能。

5.光源發射器：光譜峰值(Spectral peak)須介於 550 nm 至 570 nm，並可知檢測時發出光源峰值。

6.光源接收器：對 430 nm 以下及 680 nm 以上之波長範圍感度，不得超過最高感度之 4 % 之感度特性。

7.可呈現有效光徑長度(Effective optical path coefficient, L_A)之數值，以利計算光吸收係數。

（二）濾光片(Neutral optical density filters)亦稱濾光器：準確度 $\pm 1\%$ 之內，可使用於不透光式煙度計功能確認，其不透光率介於 15 % 至 100 % 間，每片不透光率分布低中高三種，其數值約為 20 %、50 %、80 %。

五、試劑

乾淨空氣：經過濾之空氣，濾材可選用玻璃棉或相似材質。

六、採樣與保存

- (一) 將採樣管伸入排氣開口之排氣管中，採樣管伸入深度距排氣開口處至少 5 公分且符合排氣管徑 3 倍以上 6 倍以下，如不符合上述須證明儀器取樣之樣品具有代表性（可使用矽膠或相當材質之延伸管串聯排氣管，以符合排氣管徑 3 倍以上 6 倍以下規定）。
- (二) 採樣管應裝置並固定於施工機具排氣管內約排氣管中心，其距離受測車輛之排氣管壁至少 50 mm 以上。
- (三) 本技術為現場直接檢測，樣品無須保存及運送。

七、步驟

- (一) 施工機具排氣中黑煙檢測過程包括暖機、吹除積存物及取樣檢測等，詳如附圖所示。
- (二) 施工機具檢測前須注意事項，檢測前須先檢查管路系統等配備，確定無阻塞及無洩漏且不透光式煙度計外殼無破洞裂痕或凹陷等以防外部光源引入之現象，均無誤後始可進行檢測，其餘內容請參考（註 1、註 2）。
- (三) 檢測開始前須校正不透光式煙度計之零點及全刻度(Full scale)，以確保準確度。
- (四) 零點設定：當光通量通過充滿乾淨空氣的測量區時，不透光率讀值調整為 -1.0 % 至 +1.0 %
- (五) 全刻度設定：使用不透光率為 100 % 的濾光片（全黑擋板）或其他方式，透過阻擋或關閉光源之方式，調整不透光率讀值為 99.0 % 至 101.0 %。
- (六) 零點及全刻度設定後，於檢測期間不可再調整任何設定鈕。
- (七) 檢測前以三種不同不透光率之濾光片檢查不透光式煙度計準確度，其誤差值不大於 $\pm 2\%$ ，如不符合需重新執行零點及全刻度設定，直至符合前述規定。
- (八) 依據施工機具排氣中黑煙不透光率數據使用目的進行檢測。
- (九) 施工機具如須執行暖機及吹除積存物，請參考（註 3）。
- (十) 施工機具如經吹除積存物後，須於 60 秒內進行檢測取樣程序。
 - 1. 不透光式煙度計（含採樣管）與排氣管連接後，如有影響引擎性能（如有異音等），須排除後始可進行檢測。
 - 2. 施工機具駕駛人於每次循環油門踏板開始動作時（註 4），檢測單位同時進行連續取樣，取樣時間共計 5 秒，以取樣時間內之最大值為檢測結果。重複以上步驟至（每批次）連續三次檢測循環，記錄之最大值及最小值光吸收係數相差不超過 0.25 m^{-1} 為止，如檢測取樣次數（不合規定）超過五批次者，則不予檢測並記錄。

- 3.連續三次檢測計算平均值，無條件捨去至小數點第一位，作為檢測結果。
- 4.檢測期間（於檢測期間中段）檢查煙度計：在每1小時或檢測期間（時間較短者為主）須使用濾光片（其不透光率須為15%至80%之間，準確度為 $\pm 1\%$ 或光吸收係數為 1.5 m^{-1} 至 2 m^{-1} 之間，準確度為 $\pm 0.05\text{ m}^{-1}$ ）進行確認不透光式煙度計（註5）。
- 5.單一施工機具檢測後，執行不透光式煙度計零點和全刻度檢查，其漂移(Drift)不超過不透光率0.5%、光吸收係數 0.025 m^{-1} 或全刻度2%（三者測值取較小者）。
- 6.檢測過程中，檢測施工機具或檢測設備如有異常狀況（例如：引擎有異常聲響或抖動、引擎本體漏油、排氣系統洩漏或引擎溫度過高等），應立即停止檢測。
- 7.現場檢測施工機具不透光率，當施工機具有一個以上引擎或一支以上排氣管，皆須針對每個引擎及其排氣管逐一依據七、（九）量測，並記錄所有數據（註6）。
- 8.多台施工機具檢測不透光率，須依七、（八）至（九）7.步驟依序檢測。如檢測期間不透光式煙度計因故關閉煙度計重新檢測前須依七、（三）至（五）確認儀器無誤後再進行檢測。
- 9.現場檢測完成關機前，執行不透光式煙度計零點和全刻度漂移檢查，其誤差不超過不透光率0.5%、光吸收係數 0.025 m^{-1} 或全刻度2%（三者測值取較小者），如有不符合檢測期間所有數據皆無效。

八、結果處理

檢測報告須列出下列各項：

- （一）檢測日期、檢測開始及結束時間。
- （二）檢測結果：施工機具排放黑煙之不透光率(N, %)及光吸收係數(k, m^{-1})，相關公式如下所示。

$$\tau = \frac{I}{I_0} \times 100 \quad (1)$$

$$N = 100 - \tau \quad (2)$$

$$k = \frac{-1}{L_A} \times \ln\left(1 - \frac{N}{100}\right) \quad (3)$$

I：檢測量測腔內排氣之光強度（燭光，cd）

I₀：檢測量測腔內乾淨空氣之光強度（燭光，cd）

τ ：穿透率（%）

N：不透光率（%）

L_A：有效光徑長度(mm)

（三）檢測施工機具基本資料，包括機具/引擎廠牌、型式、出廠年月、種類、引擎號碼或其他可鑑別方式等。

九、品質管制

（一）不透光式煙度計檢測期間須使用濾光片，經確認不透光率其誤差不超過 $\pm 2.0\%$ 或光吸收係數誤差不超過 $\pm 0.15 \text{ m}^{-1}$ 。

（二）每六個月依下列步驟執行定期檢查（長期不使用時，則每次採樣前檢查）。新裝設的儀器或儀器主要設備經修護或更換後，亦應依下列步驟執行儀器檢查。

1. 設定不透光式煙度計全刻度，將全刻度之 0% 、 20% 、 50% 、 80% 、 100% （或近似濃度）等五個不同不透光率的濾光片，依據原廠技術手冊對不透光式煙度計執行檢查。檢測系統不可執行任何調整，記錄每一濾光片在不透光式煙度計濃度顯示值。

2. 線性檢查任一點與濾光片數值之誤差不大於 $\pm 2\%$ （不透光率）或 $\pm 0.30 \text{ m}^{-1}$ （光吸收係數）。

（三）濾光片須每年送至可追溯至國際或國家標準實驗室進行確認，其結果與原廠宣稱值不大於 $\pm 1.0\%$ （不透光率）及 $\pm 0.05 \text{ m}^{-1}$ （光吸收係數）。

（四）不透光式煙度計須每年送至可追溯至國際或國家標準實驗室進行測試，內容至少包含重現性、漂移、電壓變化之影響、儀器響應時間與精度測試等，其重現性結果應於 $\pm 0.02 \text{ m}^{-1}$ 以下；精度結果應於 $\pm 0.05 \text{ m}^{-1}$ 以下。

十、精密度與準確度

略

十一、參考資料

（一）Reciprocating internal combustion compression-ignition engines—

Apparatus for measurement of the opacity and for determination of the light absorption coefficient of exhaust gas, ISO 11614:1999.

- (二) 行政院環境保護署，柴油汽車黑煙排放不透光率檢測方法及程序，中華民國 109 年 3 月。
- (三) 行政院環境保護署，施工機具清潔排放自主管理標章規範，中華民國 112 年 4 月。

- 註 1：施工機具點檢內容，請參據環境部「施工機具清潔排放自主管理標章規範」附件三「執行核發施工機具清潔排放自主管理標章檢測程序」表 1。
- 註 2：部分施工機具排氣管偏高，為確保檢測人員安全，視需要準備爬梯、高空作業車、安全索等，並應符合職業安全衛生相關法令之規定。檢測環境須於平坦且堅硬地質且無坡度並可安全及穩定檢測施工機具排氣。施工機具配備駐剎車者應予啟動，檔位應置於空檔，並確保各項裝置不會被啟動必要時得予鎖定。
- 註 3：施工機具駕駛人須依據儀器原廠操作手冊以適當方式暖機至正常引擎工作溫度，其暖機時間不超過 15 分鐘，期間不得進行儀器檢測。檢測施工機具時，機具於暖機後，應立即進行吹除積存物程序，以避免長時間怠速。於檢測前，應將施工機具檔位置於空檔（N 檔或適當檔位），急加速後立即釋放油門，連續進行 3 次，以清除排氣系統中之積存物。
- 註 4：開始檢測時，施工機具駕駛人急加速（油門踩踏到底）並保持 2 秒後，立即釋放油門踏板回復至怠速並保持 11 秒，共計 13 秒完成一次檢測循環。
- 註 5：檢測期間（於檢測期間中段）檢查煙度計，若為一台施工機具可於現場檢測完畢後執行。
- 註 6：施工機具有一個以上引擎，一般常見為兩個引擎，一個引擎主控機具移動，另一引擎主控扭力輸出；一支以上排氣管，一般常見為兩支排氣管，一個引擎分兩支排氣管排氣。

表 施工機具種類與型態

種類	操作型態	常見工程作業階段
挖土機、挖掘機、開挖機	挖土機有許多不同操作型態可提供特殊工程目的之用，主要是藉由將鏟斗往機具方向拉動，並將鏟斗捲曲往內的方式來產生挖掘作用力，具有挖掘泥土、拆遷、鑿地、碎石等功能。	開挖、輸送、拆除、夯實、掘削、推積、搬運、堆平、基樁、擋土、混凝土、連續壁。
推土機	配備有剷刀，用來推動材料、清理基地、拆除、載運材料，以及拖載其他營建設備。	基樁、擋土、混凝土、連續壁。
鏟裝機、鏟斗機、鏟土機	用以處理或運送諸如泥土或岩石等鬆散材料，以重複的循環動作來運作，執行後退、裝載、轉向、傾倒等工作。	開挖、輸送、拆除、夯實、掘削、推積、搬運、堆平、基樁、擋土、混凝土、連續壁。
壓路機、平土機、鏟土機	執行飾面、修整、路堤邊坡和挖溝等工作的多用途機具，也具有混合、撒佈、整平和拱起、泥土路面維護等功能。	開挖、拆除、夯實、掘削、推積、搬運、堆平。
起重機、吊車	用吊鉤或其他取物裝置吊掛重物，在空間進行升降與運移等循環性作業。	主體結構建設、樓層灌漿。

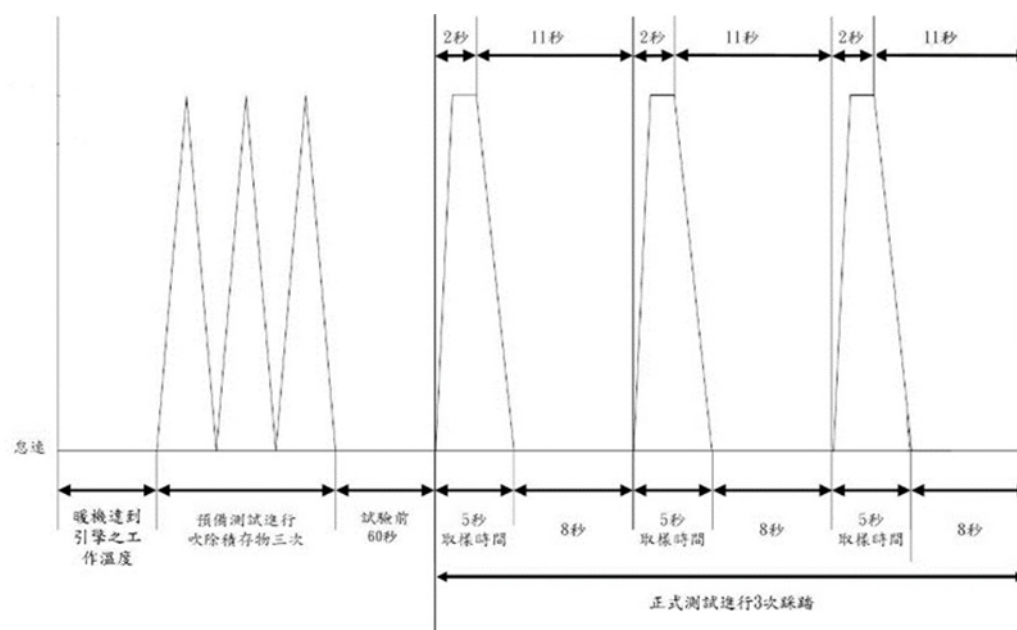


圖 施工機具排放黑煙不透光率檢測過程

施工機具排放黑煙不透光率檢測 現場檢測紀錄表（參考範例）

記錄人員：朱○○、蕭○○

日期：114 年 4 月 29 日 11 時 05 分

機具基本資料			
機具種類	挖土機	機具排放管理編號	---
機具廠牌	DEVELDN	機具型號	DX140W
牌照號碼 (僅適用輪式起重機)	---	里程表/使用時數讀數	367 hr
引擎編號	無編號	出廠年份	無顯示

施工機具排放黑煙不透光率檢測				
檢測前是否吹除積碳物		☒ 是， ☐ 否		
項次 讀值	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值
光吸收係數 (m^{-1})	測試(動態臂) 0.27	0.24	0.25	0.25
	測試(不動態臂) 0.21	0.18	0.17	0.19

註：記錄連續三次不透光率讀值，最大值及最小值相差不得超過 0.25 m^{-1} ，如相差值超過 0.25 m^{-1} ，再進行連續三次試驗循環之不透光率讀值亦不得超過 0.25 m^{-1} 。但試驗取樣次數超過五次者，應予退驗。

施工機具排放黑煙不透光率檢測				
項次 讀值	第 1 次	第 2 次	第 3 次	
不透光率(%)	測試(動態臂) 9.36	8.36	8.69	
	測試(不動態臂) 7.35	6.34	6.00	

零點、全刻度漂移檢查	
零點(m^{-1})或(%)	設定值： <u>0.00 m^{-1}</u> 讀值： <u>0.00 m^{-1}</u>
全刻度(m^{-1})或(%)	設定值： <u>10.0 m^{-1}</u> 讀值： <u>9.99 m^{-1}</u>
(不超過光吸收係數 0.025 m^{-1} 或全刻度 2 %)；(不超過不透光率 0.5 % 或全刻度 2 %)	

施工機具排放黑煙不透光率檢測
不透光式煙度計設定紀錄表（參考範例）

記錄人員：朱○○、蕭○○

日期：114 年 4 月 29 日

不透光式煙度計設定			
不透光式煙度計 廠牌	MEGA ASIA	型號	MA-200A 序號 OP-0408
不透光式煙度計有效光徑長度：_____mm，不透光式煙度計煙室溫度： <u>75</u> °C			
零點設定	設定值： <u>0.00</u> 讀值： <u>0.00</u> (允收範圍：±1.0%)		
全刻度設定	設定值： <u>100.0</u> 讀值： <u>99.9</u> (允收範圍：99.0%~101.0%)		
項目 編號	濾光片編號	原廠宣稱值	讀值
1	FT-A1008	0.99	1.01
2	FT-B1008	1.55	1.58
3	FT-C1008	3.94	3.95
檢查偏差值是否±2 %以下		☒ 是， ☐ 否(不得執行施工機具排放黑煙不透光率檢測作業)	
不透光式煙度計檢測期間中段檢查			
項目 編號	濾光片編號	原廠宣稱值	讀值
1	FT-B1008	1.55	1.59
檢查讀值是否± 0.15 m ⁻¹ 以下		☒ 是， ☐ 否(檢測期間所有數據皆無效)	