

# 揮發性有機物檢測方法—氣相層析質譜儀法

中華民國 107 年 3 月 31 日環署授檢字第 1070001857 號公告  
自中華民國 107 年 7 月 15 日生效  
NIEA M711.04C

## 一、方法概要

本方法係用於檢測環境中土壤、底泥、廢棄物、放流水、地下水、地表水及事業廢（污）水等樣品基質之揮發性有機物含量。將經適當前處理之樣品，選擇合適之進樣方式如吹氣捕捉法、頂空進樣法、共沸蒸餾濃縮法、密閉系統真空蒸餾法或直接注射法等，再以氣相層析質譜儀進行檢測。

## 二、適用範圍

- (一) 本方法可適用於測定包含土壤、底泥、廢棄物、放流水、地下水、地表水及事業廢（污）水等類型樣品中所含有沸點低於 200°C 之揮發性有機物濃度。揮發性的水溶性化合物如低分子量之鹵化碳氫化合物、芳香族化合物、酮類、腈類、乙酸酯、丙烯酸酯、醚類及硫化物類等，使用共沸蒸餾或密閉系統真空蒸餾法處理時也可適用本方法進行檢測。表一所列之化合物可使用本方法檢測。表二所列化合物亦可以本方法檢測，其他未在表列中的揮發性有機物經驗證，亦可適用本方法。
- (二) 土壤、底泥及廢棄物樣品中待測有機物引入氣相層析儀之進樣方法可有多種選擇，表三為以吹氣捕捉法進樣分析之揮發性有機物及其滯留時間；其他可選用之方法如頂空進樣法、共沸蒸餾濃縮法、密閉系統真空蒸餾法或直接注射法等，可參考現行公告之「土壤及事業廢棄物中揮發性有機物檢測樣品製備方法總則 NIEA M152」（註 1）。
- (三) 本方法之定量極限估計值(Estimated quantitation limit, 簡稱 EQL)，與使用之偵測儀器與前處理及進樣方式有關。對於土壤、或底泥樣品約為 1 µg/kg 至 5 µg/kg（濕基），廢棄物樣品約為 0.5 mg/kg（濕基），地下水樣品則約為 5 µg/L（如表四）。如使用離子阱(Ion trap)質譜儀或其他較佳設計之儀器，此值可能會更低。

## 三、干擾

- (一) 主要干擾來自於實驗室中之揮發性有機物及惰性吹除氣體與捕捉管中之不純物，應避免使用非鐵氟龍材質之止洩帶(Thread sealant)、含塑膠管路及含橡膠組件之流量控制器；檢量線建立及

空白樣品分析之質譜圖，可顯示其中是否有干擾物質，當空白樣品分析顯示可能干擾峰存在時，分析人員應即更換吹除氣體及過濾吹除氣體之分子篩過濾器，從樣品中扣除空白值的做法是不被允許的；實驗室若對未作空白修正之報告值有存疑，則應於報告上備註說明。

- (二) 當分析高濃度樣品後緊接著分析低濃度樣品，會發生前次高濃度樣品殘留轉入本次樣品中的跨次污染，可以用試劑水來沖洗吹氣裝置及樣品注射針頭 2 次之方式來避免。分析過程如遇到濃度高的樣品，應緊隨著分析一空白溶劑樣品以查核系統之跨次污染。
- (三) 對含有大量水溶性物質、懸浮固體、高沸點化合物、極高濃度化合物之樣品，分析後可能需要以肥皂水清洗吹氣裝置，再以試劑水加以清洗，再將吹氣裝置放在 105°C 下烘乾。在極端的情形下，整個吹氣捕捉裝置必須拆下來清洗，在吹氣捕捉氣相層析質譜儀分析之前，建議先作樣品含量初估以避免造成系統污染，尤其是土壤、底泥及廢棄物樣品，可藉由頂空進樣方法或十六烷萃取有機物來達成。
- (四) 有許多待測物以 25 mL 樣品所得到之吹氣效率不佳，有相當數量之待測物在分析完畢後仍留在吹氣瓶中，在清除樣品瓶之水溶液後，先以不含有機物之試劑水清洗吹氣瓶 3 次，在下一樣品分析前，先執行一次空樣品瓶加熱吹氣循環步驟，以避免樣品交互污染。
- (五) 分析二氯甲烷時要特別小心，標準品及樣品儲存區需與外界大氣之二氯甲烷來源加以隔離，二氯甲烷會穿透鐵氟龍管件因此所有載流氣體管路及吹除氣體管件均需以不銹鋼或銅質材料構成；實驗衣亦需保持乾淨，因為先前曾暴露在二氯甲烷蒸氣中之實驗衣可能造成樣品污染。
- (六) 樣品可能在運送或儲存時遭受到揮發性有機物蒸氣污染，尤其是二氯甲烷及氟碳化合物，由樣品容器墊片滲入而污染；應以不含有機物試劑水之運送空白以查驗採樣、處理及儲存等步驟是否遭受污染。
- (七) 使用較靈敏之質譜儀來達到較低之偵測極限可能會偵測到實驗室污染物而形成干擾。

#### 四、設備與材料

- (一) 樣品處理或進樣設備

1. 固態樣品用之吹氣捕捉裝置
2. 非水相液態或固態樣品用之頂空處理裝置
3. 液態或固態樣品用之共沸蒸餾裝置
4. 液態或固態樣品用之真空蒸餾裝置
5. 水溶液之吹氣捕捉裝置

## (二) 氣相層析質譜儀

1. 氣相層析儀：具適當介面將進樣裝置之樣品導入氣相層析儀，且有昇溫功能。
  - (1) 氣相層析儀應具備能使氣體恆定之控制系統，使管柱氣體流量在脫附過程及昇溫操作時均能維持定值。
  - (2) 對某些層析條件，當分析溫度必須低於 30°C 以下時，烘箱應具備低溫控制裝置。
  - (3) 具毛細管柱與質譜儀介面。
  - (4) 在冷凍縮凝的步驟中，以液氮（或適當之冷媒）維持在 -150°C；在脫附階段之後，介面必須能迅速在 15 秒或更短時間內昇溫至 250°C，以進行樣品之脫附。
2. 層析管柱：
  - (1) 管柱 1：30 m × 0.25 mm 至 0.32 mm 內徑，膜厚 1 μm 之 DB-5, Rtx-5, SPB-5 或其他同級品之毛細管柱。
  - (2) 管柱 2：60 m × 0.32 mm 內徑，膜厚 1.8 μm 之 DB-624 或其他同級品之毛細管柱。
3. 質譜儀：至少能在 2 秒內或更短時間內自質量 35 amu 掃描至 260 amu，使用 70 eV 行電子撞擊離子化模式，當注入 5 ng 至 50 ng GC/MS 儀器校準標準品 4-溴氟苯(4-Bromofluorobenzene, BFB) 時，必需能產生符合表五要求之 BFB 質譜，為確保質譜數據能達到要求之精度，質譜之掃描速率需當任一成分由氣相層析儀洗出時，至少可得到 5 張質譜圖。
4. 數據處理系統：可持續收集數據並加以儲存之電腦系統，能充分

控制氣相層析儀及質譜儀，具可自數據檔案中搜尋特定質譜，並可將離子強度對時間或掃描數據圖繪出之功能，此種圖譜稱為 Extracted ion current profile(EICP)；此軟體還需能對 EICP 的特定時間或掃描數據進行積分，並與美國國家標準技術研究所 (National institute of standards and technology, NIST) 標準質譜資料庫進行比對。

- (三) 微量注射針：10  $\mu\text{L}$ 、25  $\mu\text{L}$ 、100  $\mu\text{L}$ 、250  $\mu\text{L}$ 、500  $\mu\text{L}$  及 1000  $\mu\text{L}$ 。
- (四) 量瓶：A 級，10 mL、100 mL，附蓋。
- (五) 分析天平：可精稱至 0.0001 g。
- (六) 氣密式注射針：5 mL、10 mL、25 mL，氣密式具開關閥。
- (七) 上皿天平：可精稱至 0.01 g。

## 五、試劑

- (一) 試劑水：不含有機物之去離子水或符合前述規格之市售純水，可將自來水煮沸 15 分鐘後，將水溫保持在 90 $^{\circ}\text{C}$  同時通入惰性氣體於水中使產生氣泡，持續 1 小時。
- (二) 甲醇( $\text{CH}_3\text{OH}$ )：殘量級或同級品，不含待測物，應與其他溶劑分開存放。
- (三) 氦氣(He)：純度為 99.999%以上。
- (四) 氮氣( $\text{N}_2$ )：純度為 99.99%以上。
- (五) 儲備標準溶液：儲備標準溶液可由純標準品自行配製或使用市售經確認之標準溶液。以已確認成分及純度的標準品，製備儲備標準溶液方式如下：
  1. 將 10 mL 量瓶放在天平上先歸零，加入大約 9.8 mL 甲醇，使其靜置約 10 分鐘，不要加蓋，直到所有沾到甲醇液體的容器表面乾燥為止，精確秤量量瓶重至 0.1 mg。
  2. 加入已確認純度的標準品：使用 100  $\mu\text{L}$  的注射針，立即加入適量之標準品於量瓶中，加入的標準品液體必需直接落入甲醇液體中，不得與量瓶的瓶頸部分接觸。

3. 秤重後，以甲醇稀釋至刻度使充分混合。以標準品的淨重，計算其於溶液中的濃度(mg/L)。若該化合物的純度為 96%或更高時，則所秤之重量可直接計算儲備標準溶液之濃度，而不需考慮因標準品純度不足 100%所造成之誤差。
  4. 儲備標準溶液應儲存於有鐵氟龍內襯附螺旋蓋或夾壓式密封蓋的玻璃瓶。瓶端空間愈少愈好，儲存於避光及 -10°C 或更低溫或依標準品製造商建議之溫度。使用後應儘速返還冰櫃中以免揮發性有機物揮發，儲存期限為一年或依製造商標示。
- (六) 中間標準溶液：取適量儲備標準溶液以甲醇稀釋或以直接購得之市售標準品，配製成所需之單一或混合化合物之中間標準溶液。將中間標準溶液，再分別稀釋配製為在儀器分析線性範圍內之檢量線標準溶液。儲存中間標準溶液時，瓶端空間需儘量小，以避免揮發性有機物的逸失，同時需經常檢查成分化合物是否被裂解破壞或因蒸發而減少，用以製備檢量線前，需確定成分化合物沒有改變。
- (七) 擬似標準溶液 (Surrogate standards)：配製或購買含甲苯-d<sub>8</sub>(Toluene-d<sub>8</sub>)、BFB 和 1,2-二氯乙烷-d<sub>4</sub>(1,2-Dichloroethane-d<sub>4</sub>) (或表六中其他可與待測物區分之擬似標準品)，以甲醇為溶劑之儲備溶液。例以甲醇為溶劑之每一化合物濃度為 50 µg/10 mL 至 250 µg/10 mL 之擬似標準溶液，分析時個別添加一定量的擬似標準溶液於每一待上機分析之檢量線標準溶液、空白樣品、真實樣品及品管樣品中。
- (八) 內標準溶液 (Internal standards)：配製或購買含氟苯 (Fluorobenzene)、氯苯-d<sub>5</sub>(Chlorobenzene-d<sub>5</sub>)和 1,4-二氯苯-d<sub>4</sub>(1,4-Dichlorobenzene-d<sub>4</sub>) (或表六中其他可與待測物區分之內標準品)，以甲醇為溶劑之 250 µg/mL 至 2500 µg/mL 儲備溶液。例以甲醇為溶劑配製成每一化合物濃度為 25 µg/mL 內標準溶液，分析時，個別添加 10 µL 的內標準溶液於每一待上機分析之檢量線標準溶液、空白樣品、真實樣品、品管樣品中，使每個內標準品的注入量為 250 ng (注入量可依儀器之條件適當調整)。
- (九) 質譜儀校正標準品溶液：BFB 標準品，濃度為 25 µg/mL，以甲醇為溶劑。如果使用較精密之質譜儀，則 BFB 校正標準品溶液之濃度可以更低。
- (十) 檢量線標準溶液：包括初始檢量線標準溶液及檢量線查核標準溶液兩種。

1. 初始檢量線標準溶液之配製：取中間標準溶液，製備至少五種不同濃度之檢量線標準溶液；第一點之濃度宜與方法定量極限（約為3倍方法偵測極限）之濃度相當，檢量線標準溶液其濃度範圍須涵蓋真實樣品之預估濃度或氣相層析質譜儀的偵測線性範圍內之濃度。
  2. 檢量線查核標準溶液之配製：取中間標準溶液或經確認標準溶液，配製成接近初始檢量線中間濃度之標準溶液。
- (十一) 添加及查核樣品：須選用含足以代表待測物之揮發性有機物為基質添加標準品，基質添加化合物至少須包含 1,1-二氯乙烯(1,1-Dichloroethene)、三氯乙烯(Trichloroethene)、氯苯(Chlorobenzene)、甲苯(Toluene)及苯(Benzene)這5種化合物。
- (十二) 溶在甲醇中之標準品都應儲存在 -10°C 或更低之溫度下，保存於附有鐵弗龍襯墊之螺旋蓋的棕色樣品瓶。

## 六、採樣與保存

略。

## 七、步驟

- (一) 在進入氣相層析質譜儀之前所有內標準品、擬似標準品及適用之基質添加化合物均應加入樣品之中，標準品之添加請參考各進樣方法之規定。
1. 直接注射法  
適用於以共沸蒸餾裝置所得到之濃縮液或以適當溶劑萃取之萃取液。
  2. 吹氣捕捉法  
水溶液樣品適用於以吹氣捕捉裝置進樣，固態樣品適用於以密閉式有機物吹氣捕捉裝置進樣，該方法同時提供以甲醇萃取高濃度固態及含油樣品，再以水溶液樣品吹氣捕捉裝置進樣。
    - (1) 水溶液樣品於常溫下進行吹氣，固體樣品在 40°C 下進行吹氣，以提高吹氣效率。
    - (2) 檢量線標準品、樣品、品管樣品均應在同一溫度下進行吹氣，當實驗室能證實其操作效能可被接受，則吹氣之溫度

可再予以提高。

3. 真空蒸餾法

適用於以真空蒸餾裝置進行水溶液、固體或組織樣品中揮發性有機物之進樣。

4. 共沸蒸餾法

適用於以共沸蒸餾裝置進行水溶液、固體樣品中揮發性有機物之進樣。

5. 自動頂空進樣法

適用於以平衡狀態頂空處理裝置進行非水相液態或固體樣品中揮發性有機物進樣。

(二) 建議氣相層析儀條件

傳輸管溫度：250°C 至 300°C

載流氣體：氦氣

載流氣體流速：1.5 mL/min

初始溫度：35°C，維持 2 分鐘

溫控程式：每分鐘 4°C 至 50°C，每分鐘 10°C 至 220°C

最終溫度：220°C，維持至所有成分流洗出為止

分流比：100：1

注射器溫度：125°C

(三) 起始檢量線：

以下列原則設定質譜儀條件

游離能：70 eV

質譜掃描範圍：35 amu 至 260 amu

掃描速度：0.6 sec/次 至 2 sec/次

離子源溫度：依製造廠商之規範

1. 每一氣相層析質譜，須以相當於 5 ng 至 50 ng 之 BFB 上機分析，所得質譜必須符合表五的要求才能進行檢量線的建立及樣品分析工作。
2. 依選定之方法裝設樣品進樣系統，每一種進樣方式應有其個別之檢量線，每一檢量線至少應包括五種不同濃度，檢量線所使用之進樣方式必須和樣品所使用之進樣方式一致。以吹氣捕捉法而言，樣品體積也會影響吹除效率，因此標準檢量線採用之添加試劑水體積要和待分析樣品相同。以水溶液之吹氣捕捉法為例，其檢量線標準溶液之配製方法，為將適量體積之中間標準溶液加至盛有不含有機物試劑水之定量瓶中，以微量針筒迅速將中間標準溶液注入量瓶，注射後盡快將針頭拉開，倒置量瓶三次以進行混合，棄去頸部區之內含物（水溶液樣品不穩定，必須使用時配製）。再將每一種濃度之檢量線標準溶液移至一氣密注射針筒中並添加 10  $\mu$ L（或適量）之內標，然後將內容物移至進樣裝置。
3. 依選用進樣方法之步驟，進行檢量線標準溶液之分析。
4. 計算每一待測物相對於其中一內標之感應因子(Response factor, 簡稱 *RF*)。選來作某一待測物計算感應因子之內標必須是滯留時間與待測物最接近者。感應因子(*RF*)係依照下列公式計算出：

$$RF = (A_s \times C_{is}) / (A_{is} \times C_s)$$

$A_s$ ：化合物特性離子之面積或高度

$A_{is}$ ：內標準品特性離子之面積或高度

$C_{is}$ ：內標準品之濃度

$C_s$ ：化合物之濃度

5. 系統績效查核化合物(System performance check compound, 簡稱 SPCC)：

由初始五點檢量線之五個 *RF* 值計算出每一待測物之平均 *RF* 值。



$$\overline{RF} = \frac{\sum_{i=1}^n RF_i}{n}$$

$\overline{RF}$ ：初始檢量線每一化合物之平均  $RF$  值

$n$ ：檢量線標準品數；例如 5 點

在此一檢量線使用之前，必須先進行系統績效查核。查核五個系統績效查核化合物是否達到最低平均  $RF$  值。這些化合物包括氯甲烷(Chloromethane)、1,1-二氯乙烷(1,1-Dichloroethane)、溴仿(Bromoform)、氯苯及 1,1,2,2-四氯乙烷(1,1,2,2-Tetrachloroethane)。這些化合物是用來查核化合物之不穩定性及查核因管線污染或系統中活化點所導致之分解。可能發生之問題包括：

- (1) 如果吹除的速度過快，氯甲烷最可能逸失。
- (2) 如果吹除的速度過慢，溴仿最有可能無法有效吹除。傳輸管線上之冷點及活化點可能會對感應有不利之影響。定量離子( $m/z$  173)直接受到 BFB 在  $m/z$  174/176 離子調校比值之影響，提高  $m/z$  174/176 相對於  $m/z$  95 之比例也許可以改善溴仿之感應值。
- (3) 1,1,2,2-四氯乙烷和 1,1-二氯乙烷會被吹氣捕捉系統中污染之的傳輸管或捕捉材料中之活化點所裂解。
- (4) 揮發性系統績效查核化合物之最低平均感應因子如下：

Chloromethane	0.10
1,1-Dichloroethane	0.10
Bromoform	0.10
Chlorobenzene	0.30
1,1,2,2-Tetrachloroethane	0.30

## 6. 檢量線查核化合物(Calibration check compounds, 簡稱 CCCs)

- (1) 檢量線查核化合物之目的在由系統完整性之觀點來評估檢

量線，當這些化合物發生嚴重偏差時，代表系統洩漏或管柱上有活化點。

- (2) 由初始檢量線依下列公式計算所有目標感應因子之標準偏差( $SD$ )及相對標準偏差( $RSD$ )值：

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RF_i - \overline{RF})^2}{n-1}}$$

$$RSD = \frac{SD}{\overline{RF}} \times 100$$

其中  $RF_i$ ：每一檢量線標準品之  $RF$  值

$\overline{RF}$ ：初始檢量線每一化合物之平均  $RF$  值

$n$ ：檢量線標準品數；例如 5 點

- (3) 每一待測物之相對標準偏差須等於或小於 15%，但檢量線查核化合物(CCCs)之相對標準偏差必須等於或小於 30%。檢量線查核化合物包括 1,1-Dichloroethene、氯仿(Chloroform)、1,2-二氯丙烷(1,2-Dichloropropane)、Toluene、乙苯(Ethylbenzene)及氯乙烯(Vinyl Chloride)。
- (4) 如果任何一檢量線查核化合物相對標準偏差大於 30%，應再重作檢量線。

## 7. 評估滯留時間

每一檢量線標準溶液中之各待測物的相對滯留時間(Relative retention times,  $RRT$ )應落於平均值  $\pm 0.06 RRT$  或  $\pm 0.03$  分鐘滯留時窗(Retention time windows)之內。

## 8. 待測物之線性

- (1) 若每一化合物之相對標準偏差等於或小於 15%，則感應因子可視為在整個檢量線濃度範圍內保持恆定值，其平均感應因子可用作定量分析之用。

- (2) 若任一化合物之相對標準偏差大於 15%時，應參照「層析檢測方法總則 NIEA M150」七、步驟(五)、2.之規定執行。

#### (四) 檢量線查核

檢量線查核包括 3 個步驟，必須每 12 小時分析一次。

1. 分析樣品或檢量線標準品之前，先注射 5 ng 至 50 ng 之 BFB 標準品至層析質譜儀系統中，所得到之 BFB 質譜必需符合表五之允收標準才能進行樣品分析，這一步驟在樣品分析過程需每隔 12 小時進行一次。
2. 每一待測物的初始檢量線應每 12 小時以相同進樣方式查核一次，其方式為分析接近層析質譜儀檢量線範圍中間濃度之檢量線標準溶液，分析之結果應符合查核允收標準。
3. 系統績效查核化合物(System performance check compounds，簡稱 SPCCs)
  - (1) 每 12 小時應作一次系統績效查核，檢量線查核標準品中之每一系統績效查核化合物應達到七、(三) 5. (4) 節中之最低感應因子值。
  - (2) 當最低感應因子值無法符合要求時，應重新評估系統並於分析樣品前完成修正措施。
4. 檢量線查核化合物(Calibration check compounds，簡稱 CCCs)
  - (1) 在系統績效查核完成後，以七、(三) 6 節中所述之檢量線查核化合物進行查核初始檢量線之有效性，以相對誤差值來表示。

$$\text{相對誤差值} = \frac{RF_i - \overline{RF}}{\overline{RF}} \times 100$$

$$\text{相對誤差值} = \frac{\text{計算濃度} - \text{理論濃度}}{\text{理論濃度}} \times 100$$

- (2) 如果每一檢量線查核化合物之相對誤差值應小於或等於 20%，則初始檢量線被認為有效。如果任一化合物未達

到此允收標準，則必須在進行樣品分析之前進行修正動作；如果待測物中沒有包括這些檢量線查核化合物，則所有待分析化合物之相對誤差值都必須符合 20% 之允收標準。

#### 5. 內標準品之滯留時間

任一內標準品滯留時間與最近一個初始檢量線之中間濃度之內標準品滯留時間相差應小於 30 秒。

#### 6. 內標準品之感應值

樣品內標準品 EICP 之面積與最近一個初始檢量線之中間濃度之內標準品之面積比較，需介於 -50% 至 +100%。

### (五) 樣品檢測

1. 建議先進行篩檢，以免樣品中所含有不可預期之高濃度有機化合物會污染氣相層析質譜儀系統，可以相同型式管柱以自動頂空-氣相層析儀／火焰離子化偵測器(GC/FID) 或自動頂空-氣相層析儀／光離子化偵測器／電解導電感應偵測器(GC/PID/ELCD) 進行檢測；如果這些方法只是為了篩檢，則相關之品保品管條件可做適度之減少。
2. 在分析樣品之前，必須先符合 BFB 調校(Tuning)允收標準。
3. 添加適量之內標及擬似標準品至每一個樣品及標準品之中。
4. 添加適量之基質添加溶液至選作基質添加之樣品瓶中。
5. 依照所選用進樣方法之步驟進行樣品分析。
6. 如果樣品或稀釋樣品之初步分析發現其任何待測物之濃度超出初始檢量線濃度範圍，樣品必需稀釋後再分析。只有當主要離子有干擾存在時，才可以使用次要離子進行定量分析。
  - (1) 當樣品中之離子使檢測器呈飽和時，應在該分析後緊接著分析一不含有機物之空白試劑水；如果該空白樣品分析顯示有干擾物存在，則系統必須進行除污程序，在空白樣品分析未能顯示無干擾物存在之前，不可以繼續進行分析樣品。
  - (2) 所有之稀釋步驟需保持主要成分之感應值（先前造成檢測

器呈飽和者) 在檢量線曲線之線性範圍的上端區。

7. 當需要檢測低於全電子撞擊質譜正常範圍之下的低限濃度時，可採用選擇離子監控(SIM)方式，然而除非每一化合物以多離子監控，離子監控方式鑑別可信度較低。

## 八、結果處理

### (一) 定性分析

1. 本方法之定性分析化合物係利用滯留時間及樣品在扣除背景後之質譜與參考質譜之特性離子比較而進行，因此實驗室須利用相同的分析條件自行建立參考質譜資料庫；參考質譜資料庫中的特性離子為三個最大相對強度的離子或以任何相對強度大於 30% 之離子為其特性離子。當化合物達到以下的標準時即可被確認無誤：
  - (1) 待測物和參考質譜化合物兩者必須在同一掃描或各別掃描之下，能使其特性離子強度達到最大。實務上係以資料庫中目標待測物的層析尖峰例行地搜尋離子，若在相同的層析滯留時間中目標待測物所有的特定離子和參考質譜資料相同，便可視為已達到上述條件。
  - (2) 樣品中化合物的相對滯留時間(*RRT*)與標準品相較須在  $\pm 0.06 RRT$  或  $\pm 0.03$  分鐘滯留時窗(Retention time windows)的時間單位內。
  - (3) 待測物之特定離子相對強度須在參考質譜圖同一特定離子相對強度 30% 之內 (如在參考質譜資料中某一離子強度為 50%，樣品分析中其同一離子強度須在 20% 至 80% 之間)。
  - (4) 結構異構物因會產生相似之質譜，若其能有明顯不同之滯留時間，便須將其視為獨立之異構物，若二異構物之尖峰重疊處小於波峰高度的 25%，便可視為獨立之波峰，否則二異構物無法分離，則將其視為一對異構物。
2. 當樣品分析結果含有非校正標準品之化合物，則可用資料庫搜尋，其結果可視為暫時鑑定之化合物；此類鑑定的必要性取決於分析的目的，由電腦產生的資料庫搜尋程序不可為正常化程序，因為此類程序可能會因比較圖譜後而誤判，只有在比較樣品質譜圖與最相近的資料庫搜尋後，並由專家解析質譜圖可做為暫時鑑定之化合物，此類暫定的原則如下：

- (1) 參考質譜中的主要離子相對強度（大多數的離子強度大於 10%）應同時存在於樣品質譜中。
- (2) 主要離子的相對強度在樣品與標準質譜中須至少在  $\pm 20\%$ 。（例如：在標準質譜的離子強度為 50%，樣品中相對的離子強度須在 30% 至 70%）
- (3) 參考質譜之分子離子應同時存在於樣品質譜中。
- (4) 離子存在於樣品質譜但未存在於參考質譜中者，應將其視為背景的污染或共沖提物質。
- (5) 離子存在於參考質譜中，但未存在於樣品之質譜，此可能是因為扣除背景的污染或共沖提離子的關係，數據處理資料庫之程式有時會產生此類差異。

## （二）定量分析

1. 當一化合物被確認存於樣品中時，其定量係將 EICP 主要的特定離子積分所得面積與內標準品比相較而定量。
2. 若化合物之相對感應因子之  $RSD$  小於 15% 時，可以初始檢量數據算出之平均感應因子，依下式決定各化合物之濃度。

$$\text{液體樣品時，樣品濃度} (\mu\text{g/L}) = \frac{(A_x)(C_{is})(D)}{(A_{is})(\overline{RF})(V_s)}$$

$$\text{固體樣品時，樣品濃度} (\mu\text{g/Kg}) = \frac{(A_x)(C_{is})(D)}{(A_{is})(\overline{RF})(W_s)}$$

$A_x$ ：樣品溶液中待測物之尖峰面積（或高度）。

$C_{is}$ ：內標準品添加於樣品溶液之量(ng)。

$D$ ：樣品溶液之稀釋倍數。

$A_{is}$ ：內標準品之尖峰面積（或高度）。

$\overline{RF}$ ：待測物平均感應因子。

$V_s$ ：水樣體積(mL)。

$W_s$ ：固體樣品重量(g)。

若化合物之相對感應因子之  $RSD$  大於 15% 時，亦可使用線性迴歸之檢量線計算濃度，上述迴歸線之線性相關係數  $r$  應大於或等於 0.995。

3. 只要情況允許，任何樣品中所鑑定出之非待測物之濃度均可以估計得到，使用之計算公式完全相同，只是作了如下之修正： $A_s$  及  $A_{is}$  應由總離子層析圖譜得到，該化合物之  $RF$  假設為 1。結果濃度應註明：（1）該值為一估計值，（2）用以計算濃度之內標。

## 九、品質管制

（一）除了層析方法總則中有關滯留時間窗口評估、檢量線確認及樣品層析分析與各進樣方法中所要求之品管需求外，本方法尚有下列品管要求：

1. 氣相層析質譜儀必需調校至符合 BFB 規格要求。
2. 必須作初始檢量線。
3. 層析質譜儀系統必需每 12 小時查驗是否符合檢量線查核化合物和系統績效查核化合物的品管要求。

（二）樣品準備與分析之品管：檢驗室必須紀錄基質對方法績效之影響（包括準確性、精密度及偵測極限）。每一批次中分析之品保樣品，包括一空白、查核，重複樣品及添加樣品，並在每一樣品及品管樣品中添加擬似標準品。

1. 空白樣品分析：在分析樣品之前，分析人員須以空白樣品分析證實分析系統中所用之器皿、試劑中均不含干擾物。每分析一批次樣品或更換試劑後，均須分析試劑空白以證實未受干擾。空白樣品須依照樣品前處理及分析檢測的每一步驟同步進行。
2. 添加、重複樣品分析：對基質影響之紀錄應包括分析至少一添加及一重複樣品或一添加／添加重複樣品；如果預期樣品含有待測物，則應選擇一添加及一重複樣品，如樣品中不預期樣品將含有待測物，則應選擇一添加／添加重複樣品。
3. 查核樣品分析：含有一與樣品基質接近且體積重量相當之乾淨基質，檢驗室查核樣品係添加與樣品中相同種類及濃度之待測物。當基質添加結果顯示樣品基質本身可能造成問題時，檢驗室查核樣品分析的結果可證明該檢驗室可以在乾淨基質之狀況下進行分

析。

4. 擬似標準品回收率：檢驗室必須評估由個別樣品所得到之擬似標準品回收率數據與檢驗室所定出來之管制標準。

## 十、精密度與準確度

- (一) 單一實驗室以吹氣捕捉法對添加有 0.1 µg/L 至 0.5 µg/L 水樣進行測試，使用冷凍濃縮之窄口徑毛細管柱，本方法適用化合物之特性離子如表六；以本方法所得的精密度及準確度如表七，方法偵測極限(Method detection limit, MDL)如表三。
- (二) 對不能吹除之揮發性有機物以共沸蒸餾法所得到之績效數據如表十二至十六。
- (三) 以固體基質之密閉式吹氣捕捉法對三種土壤（分別為砂、取自危害性掩埋場 10 英尺下取得之土壤稱為 C 層土壤、花園表土）之精密度及準確度進行分析。每一樣品均添加待測物 4 µg/kg，這些數據分別列在表十七、十八和十九，所有數據均以在萃取前添加至樣品之氣苯內標來計算，由於精密度有時高達 28%，因此有些回收率會大於 100%。
  1. 通常砂中待測物的回收率最高，C 層土壤次之，而花園表土最低。這顯示有必要作基質添加樣品來評估基質效應之程度。
  2. 有些氣體或揮發性很高之化合物如氯乙烯，三氯氟甲烷及 1,1-二氯乙烯等之回收率有時會大於 100%，這是在土壤中添加這些化合物必須有一段平衡時間，然後再萃取。表十九中顯示如甲苯、二甲苯及三甲基苯等芳香族化合物有特別高的回收率，這是樣品採集前所受到的污染而且背景未扣除所致。
- (四) 土壤、水、油及魚體基質中揮發性有機物以真空蒸餾法所得到之績效數據如表二十至二十七。
- (五) 單一實驗室以頂空進樣法對兩種土壤基質，砂及表層花園土壤中待測物進行精密度及準確度數據分析；重複樣品中添加有 10 µg/kg 濃度之待測物，結果如表三十，所有數據均由表二十八中所列之內標計算而得到。
  1. 如果使用質譜儀以外之檢測器，必需審慎選擇內標和擬似標準品。它們必須不會和待測物同時析出，而且必須和待測物性質相近。待測物之回收率對每一種基質都在 50% 或更高，氣體或高揮



發性化合物之回收率在某些情況下會高於百分之一百；同時有些芳香族化合物如甲苯、二甲苯及三甲苯也會有類似情形，這是由於土壤在分析之前已受到污染之緣故。

2. 表二十九中所列頂空進樣法之方法偵測極限是以砂為基質七重複之結果計算而來，使用砂為基質是因為它之基質效應最小。

## 十一、參考資料

- (一) U.S. EPA. Volatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). SW-846, Method 8260B, 2014.
- (二) 行政院環境保護署，事業廢棄物檢測方法總則 NIEA R101.02C，中華民國 92 年。
- (三) 行政院環境保護署，土壤檢測方法總則 NIEA S103.61C，中華民國 99 年。
- (四) 行政院環境保護署，土壤及事業廢棄物中揮發性有機物檢測樣品製備方法總則 NIEA M152.01C，中華民國 92 年。
- (五) 行政院環境保護署，土壤及固體基質樣品製備與萃取方法—平衡狀態頂空處理法 NIEA M157.00C，中華民國 91 年。
- (六) 行政院環境保護署，層析檢測方法總則 NIEA M150.00C，中華民國 91 年。
- (七) 行政院環境保護署，真空蒸餾方法 NIEA M191.00C，中華民國 93 年。
- (八) 行政院環境保護署，共沸蒸餾法 NIEA M190.00C，中華民國 94 年。

表一 在合適之前處理及進樣方法下，可使用本方法檢測的化合物

化合物名稱	CAS No.	合宜進樣方式				
		吹氣 捕捉	共沸 蒸餾	真空 蒸餾	頂空 處理	直接 注射
丙酮(Acetone)	67-64-1	pp	c	c	nd	c
乙腈(Acetonitrile)	75-05-8	pp	c	nd	nd	c
丙烯醛(Acrolein(Propenal))	107-02-8	pp	c	c	nd	c
丙烯腈(Acrylonitrile)	107-13-1	pp	c	c	nd	c
丙烯醇(Allyl alcohol)	107-18-6	ht	c	nd	nd	c
氯丙烯(Allyl chloride)	107-05-1	c	nd	nd	nd	c
Benzene	71-43-2	c	nd	c	c	c
氯化苄基(Benzyl chloride)	100-44-7	c	nd	nd	nd	c
二氯二乙硫醚(Bis(2-chloroethyl)sulfide)	505-60-2	pp	nd	nd	nd	c
溴丙酮(Bromoacetone)	598-31-2	pp	nd	nd	nd	c
溴氯甲烷(Bromochloromethane)	74-97-5	c	nd	c	c	c
溴二氯甲烷(Bromodichloromethane)	75-27-4	c	nd	c	c	c
4-溴氟苯(BFB)(surr.)	460-00-4	c	nd	c	c	c
Bromoform	75-25-2	c	nd	c	c	c
溴甲烷(Bromomethane)	74-83-9	c	nd	c	c	c
1-丁醇(n-Butanol)	71-36-3	ht	c	nd	nd	c
2-丁酮(2-Butanone)(MEK)	78-93-3	pp	c	c	nd	c
第三丁醇(t-Butyl alcohol)	75-65-0	pp	c	nd	nd	c
二硫化碳(Carbon disulfide)	75-15-0	pp	nd	c	nd	c
四氯甲烷(Carbon tetrachloride)	56-23-5	c	nd	c	c	c
水合氯醛(Chloral hydrate)	302-17-0	pp	nd	nd	nd	c
Chlorobenzene	108-90-7	c	nd	c	c	c
Chlorobenzene-d <sub>5</sub> (IS)		c	nd	c	c	c
二溴氯甲烷(Chlorodibromomethane)	124-48-1	c	nd	c	nd	c
氯乙烷(Chloroethane)	75-00-3	c	nd	c	c	c
2-氯乙醇(2-Chloroethanol)	107-07-3	pp	nd	nd	nd	c
2-氯乙基乙烯基醚(2-Chloroethyl vinyl ether)	110-75-8	c	nd	c	nd	c
Chloroform	67-66-3	c	nd	c	c	c
Chloromethane	74-87-3	c	nd	c	c	c
氯丁二烯(Chloroprene)	126-99-8	c	nd	nd	nd	c

3-氯丙腈(3-Chloropropionitrile)	542-76-7	I	nd	nd	nd	pc
巴豆醛(Crotonaldehyde)	4170-30-3	pp	c	nd	nd	c
1,2-二溴-3-氯丙烷(1,2-Dibromo-3-chloropropane)	96-12-8	pp	nd	nd	c	c
1,2-二溴乙烷(1,2-Dibromoethane)	106-93-4	c	nd	nd	c	c
二溴甲烷(Dibromomethane)	74-95-3	c	nd	c	c	c
1,2-二氯苯(1,2-Dichlorobenzene)	95-50-1	c	nd	nd	c	c
1,3-二氯苯(1,3-Dichlorobenzene)	541-73-1	c	nd	nd	c	c
1,4-二氯苯(1,4-Dichlorobenzene)	106-46-7	c	nd	nd	c	c
1,4-Dichlorobenzene-d <sub>4</sub> (IS)		c	nd	nd	c	c
顺式-1,4-二氯-2-丁烯(cis-1,4-Dichloro-2-butene)	1476-11-5	c	nd	c	nd	c
反式-1,4-二氯-2-丁烯(trans-1,4-Dichloro-2-butene)	110-57-6	pp	nd	c	nd	c
二氯二氟甲烷(Dichlorodifluoromethane)	75-71-8	c	nd	c	c	c
1,1-Dichloroethane	75-34-3	c	nd	c	c	c
1,2-二氯乙烷(1,2-Dichloroethane)	107-06-2	c	nd	c	c	c
1,2-Dichloroethane-d <sub>4</sub> (surr)		c	nd	c	c	c
1,1-Dichloroethene	75-35-4	c	nd	c	c	c
反式-1,2-二氯乙烯(trans-1,2-Dichloroethene)	156-60-5	c	nd	c	c	c
1,2-Dichloropropane	78-87-5	c	nd	c	c	c
1,3-二氯-2-丙醇(1,3-Dichloro-2-propanol)	96-23-1	pp	nd	nd	nd	c
顺式-1,3-二氯丙烯(cis-1,3-Dichloropropene)	10061-01-5	c	nd	c	nd	c
反式-1,3-二氯-1-丙烯(trans-1,3-Dichloropropene)	10061-02-6	c	nd	c	nd	c
1,2,3,4-二环氧丁烷(1,2,3,4-Diepoxybutane)	1464-53-5	c	nd	nd	nd	c
二乙基醚(Diethyl ether)	60-29-7	c	nd	nd	nd	c
1,4-Difluorobenzene(IS)	540-36-3	nd	nd	nd	nd	nd
1,4-二氧六环(1,4-Dioxane)	123-91-1	pp	c	c	nd	c
环氧氯丙烷(Epichlorohydrin)	106-89-8	I	nd	nd	nd	c
乙醇(Ethanol)	64-17-5	I	c	c	nd	c
乙酸乙酯(Ethyl acetate)	141-78-6	I	c	nd	nd	c
Ethylbenzene	100-41-4	c	nd	c	c	c
环氧乙烷(Ethylene oxide)	75-21-8	pp	c	nd	nd	c
2-甲基丙烯酸乙酯(Ethyl methacrylate)	97-63-2	c	nd	c	nd	c
Fluorobenzene(IS)	462-06-6	c	nd	nd	nd	nd
六氯丁二烯(Hexachlorobutadiene)	87-68-3	c	nd	nd	c	c
六氯乙烷(Hexachloroethane)	67-72-1	I	nd	nd	nd	c

2-己酮(2-Hexanone)	591-78-6	pp	nd	c	nd	c
2-羥丙腈(2-Hydroxypropionitrile)	78-97-7	I	nd	nd	nd	pc
碘甲烷(Iodomethane)	74-88-4	c	nd	c	nd	c
異丁醇(Isobutyl alcohol)	78-83-1	pp	c	nd	nd	c
異丙苯(Isopropylbenzene)	98-82-8	c	nd	nd	c	c
丙二腈(Malononitrile)	109-77-3	pp	nd	nd	nd	c
甲基丙烯腈(Methacrylonitrile)	126-98-7	pp	I	nd	nd	c
甲醇(Methanol)	67-56-1	I	c	nd	nd	c
二氯甲烷(Methylene chloride)	75-09-2	c	nd	c	c	c
甲基丙烯酸甲酯(Methyl methacrylate)	80-62-6	c	nd	nd	nd	c
4-甲基-2-戊酮(4-Methyl-2-pentanone(MIBK))	108-10-1	pp	c	c	nd	c
萘(Naphthalene)	91-20-3	c	nd	nd	c	c
硝苯(Nitrobenzene)	98-95-3	c	nd	nd	nd	c
2-硝基丙烷(2-Nitropropane)	79-46-9	c	nd	nd	nd	c
N-亞硝基二丁胺(N-Nitroso-di-n-butylamine)	924-16-3	pp	c	nd	nd	c
三聚乙醛(Paraldehyde)	123-63-7	pp	c	nd	nd	c
五氯乙烷(Pentachloroethane)	76-01-7	I	nd	nd	nd	c
2-戊酮(2-Pentanone)	107-87-9	pp	c	nd	nd	c
2-甲吡啶(2-Picoline)	109-06-8	pp	c	nd	nd	c
1-丙醇(1-Propanol)	71-23-8	pp	c	nd	nd	c
2-丙醇(2-Propanol)	67-63-0	pp	c	nd	nd	c
炔丙醇(Propargyl alcohol)	107-19-7	pp	I	nd	nd	c
®丙內酯( $\beta$ -Propiolactone)	57-57-8	pp	nd	nd	nd	c
丙腈(Propionitrile,ethyl cyanide)	107-12-0	ht	c	nd	nd	pc
N-丙胺(n-Propylamine)	107-10-8	c	nd	nd	nd	c
吡啶(Pyridine)	110-86-1	I	c	nd	nd	c
苯乙烯(Styrene)	100-42-5	c	nd	c	c	c
1,1,1,2-四氯乙烷(1,1,1,2-Tetrachloroethane)	630-20-6	c	nd	nd	c	c
1,1,2,2-Tetrachloroethane	79-34-5	c	nd	c	c	c
四氯乙烯(Tetrachloroethene)	127-18-4	c	nd	c	c	c
Toluene	108-88-3	c	nd	c	c	c
Toluene-d <sub>8</sub> (surr)	2037-26-5	c	nd	c	c	c
鄰甲苯胺(o-Toluidine)	95-53-4	pp	c	nd	nd	c
1,2,4-三氯苯(1,2,4-Trichlorobenzene)	120-82-1	c	nd	nd	c	c

1,1,1-三氯乙烷(1,1,1-Trichloroethane)	71-55-6	c	nd	c	c	c
1,1,2-三氯乙烷(1,1,2-Trichloroethane)	79-00-5	c	nd	c	c	c
Trichloroethene	79-01-6	c	nd	c	c	c
三氯氟甲烷(Trichlorofluoromethane)	75-69-4	c	nd	c	c	c
1,2,3-三氯丙烷(1,2,3-Trichloropropane)	96-18-4	c	nd	c	c	c
乙酸乙烯酯(Vinyl acetate)	108-05-4	c	nd	c	nd	c
Vinyl chloride	75-01-4	c	nd	c	c	c
鄰二甲苯(o-Xylene)	95-47-6	c	nd	c	c	c
間二甲苯(m-Xylene)	108-38-3	c	nd	c	c	c
對二甲苯(p-Xylene)	106-42-3	c	nd	c	c	c

c = 以此方法可得到足夠響應值。

ht = 只能在攝氏八十度下吹氣捕捉分析。

nd = 未進行驗證。

I = 本進樣方式不適用於本化合物。

pc = 層析狀況不佳。

pp = 在高預估定量濃度限值時 (EQL) 吹除效率差。

surr = 擬似標準品。

IS = 內標。

表二 適用本方法之化合物

溴苯(Bromobenzene)	1,3-二氯丙烷(1,3-Dichloropropane)
丁基苯(n-Butylbenzene)	2,2-二氯丙烷(2,2-Dichloropropane)
二級丁苯(sec- Butylbenzene)	1,1-二氯丙烷(1,1-Dichloropropane)
三級丁苯(tert- Butylbenzene)	對-異丙基甲苯(p-Isopropyltoluene)
氯乙腈(Chloroacetonitrile)	甲基丙烯酸酯(Methyl acrylate)
1-氯丁烷(1-Chlorobutane)	甲基第三丁基醚(Methyl-t-butyl ether)
1-氯己烷(1-Chlorohexane)	二溴氟甲烷(Dibromofluoromethane)
2-氯甲苯(2-Chlorotoluene)	順-1,2-二氯乙烯(cis-1,2-Dichloroethene)
4-氯甲苯(4- Chlorotoluene)	1,2,3-三氯苯(1,2,3-Trichlorobenzene)
五氟苯(Pentafluorobenzene)	1,2,4-三甲基苯(1,2,4-Trimethylbenzene)
正丙基苯(n-Propylbenzene)	1,3,5-三甲基苯(1,3,5- Trimethylbenzene)
二氯甲醚(bis-Chloromethyl ether)	氯二甲醚(Chloromethyl methyl ether)
1-溴丙烷(1-Bromopropane)	二乙二醇二甲醚(Diethylene glycol dimethyl ether)
2-溴丙烷(2-Bromopropane)	1,2-環氧丙烷(1,2-Propylene oxide)

表三 以吹氣捕捉法進樣分析揮發性有機物其滯留時間及方法偵測極限

化合物	滯留時間 (分)	
	管柱 1 <sup>a</sup>	MDL (µg/L)
Dichlorodifluoromethane	0.88	0.11
Chloromethane	0.97	0.05
Vinyl Chloride	1.04	0.04
Bromomethane	1.29	0.03
1,1-Dichloroethene	4.03	0.03
cis-1,2-Dichloroethene	5.07	0.06
2,2-Dichloropropane	5.31	0.08
Chloroform	5.55	0.04
Bromochloromethane	5.63	0.09
1,1,1-Trichloroethane	6.76	0.04
1,2-Dichloroethane	7	0.02
1,1-Dichloropropene	7.16	0.12
Carbon tetrachloride	7.41	0.02
Benzene	7.41	0.03
1,2-Dichloropropane	8.94	0.02
Trichloroethene	9.02	0.02
Dibromomethane	9.09	0.01
Bromodichloromethane	9.34	0.03
Toluene	11.51	0.08
1,1,2-Trichloroethane	11.99	0.08
1,3-Dichloropropane	12.48	0.08
Dibromochloromethane	12.8	0.07
Tetrachloroethene	13.2	0.05
1,2-Dibromoethane	13.6	0.1
Chlorobenzene	14.33	0.03
1,1,1,2-Tetrachloroethane	14.73	0.07
Ethylbenzene	14.73	0.03
p-Xylene	15.3	0.06
m-Xylene	15.3	0.03
Bromoform	15.7	0.2
o-Xylene	15.78	0.06
Styrene	15.78	0.27
1,1,2,2-Tetrachloroethane	15.78	0.2
1,2,3-Trichloropropane	16.26	0.09
Isopropylbenzene	16.42	0.1
Bromobenzene	16.42	0.11
2-Chlorotoluene	16.74	0.08
n-Propylbenzene	16.82	0.1
4-Chlorotoluene	16.82	0.06
1,3,5-Trimethylbenzene	16.99	0.06
tert-Butylbenzene	17.31	0.33
1,2,4-Trimethylbenzene	17.31	0.09

表三 以吹氣捕捉法進樣分析揮發性有機物其滯留時間及方法偵測極限 (續)

化合物	滯留時間 (分)	
	管柱 1 <sup>a</sup>	MDL (µg/L)
sec-Butylbenzene	17.47	0.12
1,3-Dichlorobenzene	17.47	0.05
p-Isopropyltoluene	17.63	0.26
1,4-Dichlorobenzene	17.63	0.04
1,2-Dichlorobenzene	17.79	0.05
n-Butylbenzene	17.95	0.1
1,2-Dibromo-3-chloropropane	18.03	0.5
1,2,4-Trichlorobenzene	18.84	0.2
Naphthalene	19.07	0.1
Hexachlorobutadiene	19.24	0.1
1,2,3-Trichlorobenzene	19.24	0.14

<sup>a</sup> 管柱1：30m x 0.32 mm 管徑，DB-5毛細管柱，膜厚1微米

<sup>b</sup> MDL係基於以25毫升樣品體積進行試驗而得之數據。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B



表四 揮發性待測物之定量極限估計值<sup>a</sup>

待測物	定量極限估計值 (EQL) <sup>a</sup>
5毫升地下水	5 µg/L
25毫升地下水	1 µg/L
低濃度土壤/底泥	1 µg/kg 至 5 µg/kg <sup>b</sup>

<sup>a</sup> 定量極限估計值：在一般實驗室操作條件下於特定精密度與準確度之限制下所能可靠地達到之最低濃度。EQL值通常為MDL之五到十倍。然而通常也可以此準則來簡化數據報告。許多待測物之EQL都選擇檢量線最低非零濃度。樣品的EQL與基質密切關聯。上面所列之EQL只是提供作為指引用途，並不一定可以達到。下面有關於EQL基質關聯性之進一步指引。

<sup>b</sup> 土壤/底泥之EQL值係基於濕基。通常數據係以乾基報告，因此換算成乾基之EQL值會較高。

其他基質	因子 <sup>c</sup>
與水互溶液體廢棄物	50
高濃度土壤及污泥	125
非與水互溶液體廢棄物	500

<sup>c</sup> EQL = 低濃度土壤/底泥之EQL (表三) x 因子

對非水溶液樣品而言，因子係以濕基計算。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表五 BFB 調校要求

質量/電荷	強度標準
50	質量/電荷 95 的 15% 至 40%
75	質量/電荷 95 的 30% 至 60%
95	基準峰，100%相對強度
96	質量/電荷 95 的 5% 至 9%
173	小於質量/電荷 174 的 2%
174	大於質量/電荷 95 的 50%
175	質量/電荷 174 的 5% 至 9%
176	大於質量/電荷 174 的 95%但小於 101%
177	質量/電荷 176 的 5% 至 9%

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表六 揮發性有機化合物之特性離子

化合物	主要離子	次要離子
Acetone	58	43
Acetonitrile	41	40,39
Acrolein	56	55,58
Acrylonitrile	53	52,51
Allyl alcohol	57	58,39
Allyl chloride	76	41,39,78
Benzene	78	-
Benzyl chloride	91	126,65,128
Bromoacetone	136	43,138,93,95
Bromobenzene	156	77,158
Bromochloromethane	128	49,130
Bromodichloromethane	83	85,127
Bromoform	173	175,254
Bromomethane	94	96
iso- Butanol	74	43
n-Butanol	56	41
2-Butanone	72	43
n-Butyl benzene	91	92,134
sec-Butyl benzene	105	134
tert- Butyl benzene	119	91,134
Carbon disulfide	76	78
Carbon tetrachloride	117	119
Chloral hydrate	82	44,84,86,111
Chloroacetonitrile	48	75
Chlorobenzene	112	77,114
1-Chlorobutane	56	49
Chlorodibromomethane	129	208,206
Chloroethane	64 (49*)	66 (51*)
2-Chloroethanol	49	44,43,51,80
Bis(2-chloroethyl) sulfide	109	111,158,160
2-Chloroethyl vinyl ether	63	65,106
Chloroform	83	85
Chloromethane	50 (49*)	52 (51*)
Chloroprene	53	88,90,51
3-Chloropropionitrile	54	49,89,91
2-Chlorotoluene	91	126
4-Chlorotoluene	91	126
1,2-Dibromo-3-chloropropane	75	155,157
Dibromochloromethane	129	127
1,2-Dibromoethane	107	109,188
Dibromomethane	93	95,174
1,2-Dichlorobenzene	146	111,148
1,2-Dichlorobenzene-d <sub>4</sub>	152	115,150
1,3-Dichlorobenzene	146	111,148

表六 揮發性有機化合物之特性離子 (續)

化合物	主要離子	次要離子
1,4-Dichlorobenzene	146	111,148
cis-1,4-dichloro-2-butene	75	53,77,124,89
trans-1,4-dichloro-2-butene	53	88,75
Dichlorodifluoromethane	85	87
1,1-Dichloroethane	63	65,83
1,2-Dichloroethane	62	98
1,1-Dichloroethene	96	61,63
cis-1,2-dichloroethene	96	61,98
trans-1,2-dichloroethene	96	61,98
1,2-Dichloropropane	63	112
1,3-Dichloropropane	76	78
2,2-Dichloropropane	77	97
1,3-Dichloro-2-propanol	79	43,81,49
1,1-Dichloropropene	75	110,77
cis-1,3-Dichloropropene	75	77,39
trans-1,3-Dichloropropene	75	77,39
1,2,3,4-diepoxybutane	55	57,56
Diethyl ether	74	45,59
1,4-Dioxane	88	58,43,57
Epichlorohydrin	57	49,62,51
Ethanol	31	45,27,46
Ethyl acetate	88	43,45,61
Ethylbenzene	91	106
Ethylene oxide	44	43,42
Ethyl methacrylate	69	41,99,86,114
Hexachlorobutadiene	225	223,227
Hexachloroethene	201	166,199,203
2-hexanone	43	58,57,100
2-hydroxypropionitrile	44	43,42,53
Iodomethane	142	127,141
Isobutyl alcohol	43	41,42,74
Isopropylbenzene	105	120
p-Isopropyltoluene	119	134,91
Malonitrile	66	39,65,38
Methacrylonitrile	41	67,39,52,66
Methyl acrylate	55	85
Methyl-t-butyl ether	73	57
Methylene chloride	84	86,49
Methyl ethyl ketone	72	43
Methyl iodide	142	127,141
Methyl methacrylate	69	41,100,39
4-Methyl-2-pentanone	100	43,58,85
Naphthalene	128	-
Nitrobenzene	123	51,77
2-Nitropropane	46	-

表六 揮發性有機化合物之特性離子 (續)

化合物	主要離子	次要離子
2-Picoline	93	66,92,78
Pentachloroethane	167	130,132,165,169
Propargyl alcohol	55	39,38,53
$\beta$ -Propiolactone	42	43,44
Propionitrile (ethyl cyanide)	54	52,55,40
n-Propylamine	59	41,39
n-Propylbenzene	91	120
Pyridine	79	52
Styrene	104	78
1,2,3-Trichlorobenzene	180	182,145
1,2,4-Trichlorobenzene	180	182,145
1,1,1,2-Tetrachloroethane	131	133,119
1,1,2,2-Tetrachloroethane	83	131,85
Tetrachloroethene	164	129,131,166
Toluene	92	91
1,1,1-Trichloroethane	97	99,61
1,1,2-Trichloroethane	83	97,95
Trichloroethane	95	97,130,132
Trichlorofluoromethane	151	101,153
1,2,3-Trichloropropane	75	77
1,2,4-Trimethylbenzene	105	120
1,3,5-Trimethylbenzene	105	120
Vinyl acetate	43	86
Vinyl chloride	62	64
o-Xylene	106	91
m-Xylene	106	91
p-Xylene	106	91
Internal Standards/Surrogates :		
Benzene-d <sub>6</sub>	84	83
Bromobenzene-d <sub>5</sub>	82	162
Bromochloromethane-d <sub>2</sub>	51	131
1,4-Difluorobenzene	114	
Chlorobenzene-d <sub>5</sub>	117	
1,4-Dichlorobenzene-d <sub>4</sub>	152	115,150
1,1,2-Trichloroethane-d <sub>3</sub>	100	
4-Bromofluorobenzene	95	174,176
Chloroform-d <sub>1</sub>	84	
Dibromofluoromethane	113	
Dichloroethane-d <sub>4</sub>	102	
Toluene-d <sub>8</sub>	98	
Pentafluorobenzene	168	
Fluorobenzene	96	77

\*用在離子阱質譜儀之特性離子 (用於當發生離子分子反應之場合)。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表七 以窄口徑毛細管柱（美國EPA方法5030）對水中可吹除揮發性有機物，單一實驗室精密度及準確度數據

化合物	濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )	樣品數	回收率 <sup>a</sup> %	回收率 標準偏差 <sup>b</sup>	RSD
Benzene	0.1	7	99	6.2	6.3
Bromobenzene	0.5	7	97	7.4	7.6
Bromochlorobenzene	0.5	7	97	5.8	6
Bromodichlorobenzene	0.1	7	100	4.6	4.6
Bromoform	0.5	7	101	5.4	5.3
Bromomethane	0.5	7	99	7.1	7.2
n-Butylbenzene	0.5	7	94	6	6.4
sec-Butylbenzene	0.5	7	110	7.1	6.5
tert- Butylbenzene	0.5	7	110	2.5	2.3
Carbon tetrachloride	0.1	7	108	6.8	6.3
Chlorobenzene	0.1	7	91	5.8	6.4
Chloroethane	0.1	7	100	5.8	5.8
Chloroform	0.1	7	105	3.2	3
Chloromethane	0.5	7	101	4.7	4.7
2-Chlorotoluene	0.5	7	99	4.6	4.6
4-chlorotoluene	0.5	7	96	7	7.3
1,2-Dibromo-3-Chloropropane	0.5	7	92	10	10.9
Dibromochloromethane	0.1	7	99	5.6	5.7
1,2-Dibromomethane	0.5	7	97	5.6	5.8
Dibromomethane	0.5	7	93	5.6	6
1,2-Dichlorobenzene	0.1	7	97	3.5	3.6
1,3-Dichlorobenzene	0.1	7	101	6	5.9
1,4-Dichlorobenzene	0.1	7	106	6.5	6.1
Dichlorodifluoromethane	0.1	7	99	8.8	8.9
1,1-Dichloroethane	0.5	7	98	6.2	6.3
1,2-Dichloroethane	0.1	7	100	6.3	6.3
1,1-Dichloroethene	0.1	7	95	9	9.5
cis-1,2-Dichloroethene	0.1	7	100	3.5	3.7
trans-Dichloroethane	0.1	7	98	7.2	7.3
1,2-Dichloropropane	0.5	7	96	6	6.3
1,3-Dichloropropane	0.5	7	99	5.8	5.9
2,2-Dichloropropane	0.5	7	99	4.9	4.9
1,1-Dichloropropane	0.5	7	102	7.4	7.3
Ethylbenzene	0.5	7	99	5.2	5.3
Hexachlorobutadiene	0.5	7	100	6.7	6.7
Isopropylbenzene	0.5	7	102	6.4	6.3
p-Isopropylbenzene	0.5	7	113	13	11.5
Methylene chloride	0.5	7	97	13	13.4
Naphthalene	0.5	7	98	7.2	7.3
n-Propylbenzene	0.5	7	99	6.6	6.7
Styrene	0.5	7	96	19	19.8
1,1,1,2-Tetrachloroethane	0.5	7	100	4.7	4.7

表七 以窄口徑毛細管柱（美國EPA方法5030）對水中可吹除揮發性有機物，單一實驗室精密度及準確度數據（續）

化合物	濃度範圍 ( $\mu\text{g/L}$ )	樣品數	回收率 <sup>a</sup> %	回收率 標準偏差 <sup>b</sup>	RSD
1,1,2,2-Tetrachloroethane	0.5	7	100	12	12
Tetrachloroethane	0.1	7	96	5	5.2
Toluene	0.5	7	100	5.9	5.9
1,2,3-Trichlorobenzene	0.5	7	102	8.9	8.7
1,2,4- Trichlorobenzene	0.5	7	91	16	17.6
1,1,1-Trichloroethane	0.5	7	100	4	4
1,1,2-Trichloroethane	0.5	7	102	4.9	4.8
Trichloroethene	0.1	7	104	2	1.9
Trichlorofluoromethane	0.1	7	97	4.6	4.7
1,2,3-Trichloropropane	0.5	7	96	6.5	6.8
1,2,4- Trimethylbenzene	0.5	7	96	6.5	6.8
1,3,5- Trimethylbenzene	0.5	7	101	4.2	4.2
Vinyl chloride	0.1	7	104	0.2	0.2
o-Xylene	0.5	7	106	7.5	7.1
m-Xylene	0.5	7	106	4.6	4.3
p-Xylene	0.5	7	97	6.1	6.3

<sup>a</sup> 回收率是以內標法計算。內標為fluorobenzene。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表八 水及土壤/底泥樣品之擬似標準品添加回收限值

擬似標準品	水	土壤/底泥
4-Bromofluorobenzene <sup>a</sup>	86-115	74-121
Dibromofluoromethane <sup>a</sup>	86-118	80-120
Toluene-d <sub>8</sub> <sup>a</sup>	88-110	81-117
Dichloethane- d <sub>4</sub> <sup>a</sup>	80-120	80-120

<sup>a</sup>單一實驗室數據，僅供參考用途。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B



表九 高濃度土壤分析時甲醇萃取液的需用量

大約濃度範圍	甲醇萃取液體積 <sup>a</sup>
500 µg/kg 至 10,000 µg/kg	100 µL
1,000 µg/kg 至 20,000 µg/kg	50 µL
5,000 µg/kg 至 100,000 µg/kg	10 µL
25,000 µg/kg 至 500,000 µg/kg	1/50 之稀釋液 100 µL <sup>b</sup>

若濃度超過本表內範圍，計算適當的稀釋倍數。

<sup>a</sup> 必須以固定體積之甲醇溶液加入 5mL 純試劑水中，進行吹氣步驟，因此，不論真正取用多少甲醇萃取液，都必須保持最後加入 5mL 注射針筒中的甲醇溶液總體積為 100 µL。

<sup>b</sup> 取部分甲醇萃取液稀釋後，再取 100 µL 進行分析。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表十 直接注射添加 5 ppm 化合物於新鮮油樣品 (廢棄物樣品稀釋法)

Compound	Recovery (%)	%RSD	Blank (ppm)	Spike (ppm)
Acetone	91	14.8	1.9	5.0
Benzene	86	21.3	0.1	0.5
n-Butanol*,**	107	27.8	0.5	5.0
iso-Butanol*,**	95	19.5	0.9	5.0
Carbon tetrachloride	86	44.7	0.0	0.5
Carbon disulfide**	53	22.3	0.0	5.0
Chlorobenzene	81	29.3	0.0	5.0
Chloroform	84	29.3	0.0	6.0
1,4-Dichlorobenzene	98	24.9	0.0	7.5
1,2-Dichloroethane	101	23.1	0.0	0.5
1,1-Dichloroethene	97	45.3	0.0	0.7
Diethyl ether	76	24.3	0.0	5.0
Ethyl acetate	113	27.4	0.0	5.0
Ethylbenzene	83	30.1	0.2	5.0
Hexachloroethane	71	30.3	0.0	3.0
Methylene chloride	98	45.3	0.0	5.0
Methyl ethyl ketone	79	24.6	0.4	5.0
MIBK	93	31.4	0.0	5.0
Nitrobenzene	89	30.3	0.0	2.0
Pyridine	31	35.9	0.0	5.0
Tetrachloroethene	82	27.1	0.0	0.7
Trichlorofluoromethane	76	27.6	0.0	5.0
1,1,2-Trichlorotrifluoroethane	69	29.2	0.0	5.0
Toluene	73	21.9	0.6	5.0
Trichloroethene	66	28.0	0.0	0.5
Vinyl chloride	63	35.2	0.0	0.2
o-Xylene	83	29.5	0.4	5.0
m/p-Xylene	84	29.5	0.6	10.0

\*選擇替代分子

\*\* 以內標法定量

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表十一 單一實驗室直接注射之結果---使用過之油樣品 (廢棄物樣品稀釋法)

Compound	Recovery (%)	%RSD	Blank (ppm)	Spike (ppm)
Acetone**	105	54	2.0	5.0
Benzene	3135	44	14	0.5
Benzene-d <sub>6</sub>	56	44	2.9	0.5
n-Butanol**	100	71	12	5.0
iso-Butanol*,**	132	27	0	5.0
Carbon tetrachloride	143	68	0	0.5
Carbon tetrachloride- <sup>13</sup> C	99	44	5.1	0.5
Carbon disulfide**	95	63	0	5.0
Chlorobenzene	148	71	0	5.0
Chlorobenzene-d <sub>5</sub>	60	44	3.6	5.0
Chloroform	149	74	0	6.0
Chloroform-d <sub>1</sub>	51	44	2.6	6.0
1,4-Dichlorobenzene	142	72	0	7.5
1,4-Dichlorobenzene-d <sub>4</sub>	53	44	3.4	7.5
1,2-Dichloroethane**	191	54	0	0.5
1,1-Dichloroethene*	155	51	0	0.7
1,1-Dichloroethene-d <sub>2</sub>	68	44	3.4	0.7
Diethyl ether**	95	66	0	5.0
Ethyl acetate*,**	126	39	0	5.0
Ethylbenzene	1298	44	54	5.0
Ethylbenzene-d <sub>10</sub>	63	44	3.6	5.0
Hexachloroethane	132	72	0	3.0
Hexachloroethane- <sup>13</sup> C	54	45	3.5	3.0
Methylene chloride**	86	65	0.3	5.0
Methyl ethyl ketone**	107	64	0	5.0
4-Methyl-2-pentanone (MIBK) **	100	74	0.1	5.0
Nitrobenzene	111	80	0	2.0
Nitrobenzene-d <sub>5</sub>	65	53	4.0	2.0
Pyridine**	68	85	0	5.0
Pyridine-d <sub>5</sub>	ND	--	0	5.0
Tetrachloroethene**	101	73	0	0.7
Trichlorofluoromethane**	91	70	0	5.0
1,1,2-Cl <sub>3</sub> F <sub>3</sub> ethane**	81	70	0	5.0
Toluene	2881	44	128	5.0
Toluene-d <sub>8</sub>	63	44	3.6	5.0
Trichloroethene	152	57	0	0.5
Trichloroethene-d <sub>1</sub>	55	44	2.8	0.5
Vinyl chloride**	100	69	0	0.2
o-Xylene	2292	44	105	5.0
o-Xylene-d <sub>10</sub>	76	44	4.2	5.0
m-/p-Xylene	2583	44	253	10.0
p-Xylene-d <sub>10</sub>	67	44	3.7	10.0

\*選擇替代分子

\*\* 以內標法定量

ND = 未檢出，資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表十二 使用共沸蒸餾處理法之方法偵測極限

化合物名稱	方法偵測極限 (µg/L)	濃度因子	
		Marco	Micro
Acetone	31	25-500	-
Acetonitrile	57	25-500	200
Acrolein	-	-	100
Acrylonitrile	16	25-500	100
Allyl Alcohol	7	25-500	-
1-Butanol	-	-	250
Crotonaldehyde	12	25-500	-
1,4-Dioxane	12	25-500	150
Ethyl Acetate	-	-	100
Isobutyl Alcohol	7	25-500	-
Methanol	38	25-500	140
Methyl Ethyl Ketone	16	25-500	-
2-Methyl-1-propanol	-	-	250
n-Nitroso-di-n-butylamine	14	25-500	-
Paraldehyde	10	25-500	-
2-Picoline	7	25-500	-
1-Propanol	-	-	240
Propionitrile	11	25-500	200
Pyridine	4	25-500	-
o-Toluidine	13	25-500	-

<sup>a</sup> 數據由分析七個添加有 25 ppb 上述表列化合物之試劑水；依內標法及下列方程式計算而得：

MDL = 3.134x 低濃度添加之標準偏差。

<sup>b</sup> 使用 40 毫升樣品，收集最初 100 微升餾出物。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表十三 使用共沸蒸餾處理法之待測物，擬似標準品及內標

待測物	擬似標準品	內標
Acetone	d <sub>6</sub> -Acetone	d <sub>8</sub> -Isopropyl alcohol
Acetonitrile	d <sub>3</sub> -Acetonitrile	d <sub>8</sub> -Isopropyl alcohol
Acrylonitrile	d <sub>8</sub> -Isopropyl alcohol	
Allyl Alcohol	d <sub>7</sub> -Dimethyl formaldehyde	
Crotonaldehyde	d <sub>8</sub> -Isopropyl alcohol	
1,4-Dioxane	d <sub>8</sub> -1,4-Dioxane	d <sub>7</sub> -Dimethyl formaldehyde
Isobutyl Alcohol	d <sub>7</sub> -Dimethyl formaldehyde	
Methanol	d <sub>3</sub> -Methanol	d <sub>8</sub> -Isopropyl alcohol
Methyl Ethyl Ketone	d <sub>8</sub> -Isopropyl alcohol	
n-Nitroso-di-n-butylamine	d <sub>7</sub> -Dimethyl formaldehyde	
Paraldehyde	d <sub>7</sub> -Dimethyl formaldehyde	
2-Picoline	d <sub>7</sub> -Dimethyl formaldehyde	
Propionitrile	d <sub>8</sub> -Isopropyl alcohol	
Pyridine	d <sub>5</sub> -Pyridine	d <sub>7</sub> -Dimethyl formaldehyde
o-Toluidine	d <sub>7</sub> -Dimethyl formaldehyde	

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表十四 建議共沸蒸餾處理法之檢量線溶液之建議濃度

化合物	濃度 (ng/μL)
內標	
d <sub>5</sub> -benzyl alcohol	10.0
d <sub>14</sub> -Diglyme	10.0
d <sub>7</sub> -Dimethyl formamide	10.0
d <sub>8</sub> -Isopropyl alcohol	10.0
擬似標準品	
d <sub>6</sub> -Acetone	10.0
d <sub>3</sub> -Acetonitrile	10.0
d <sub>8</sub> -1,4-Dioxane	10.0
d <sub>3</sub> -Methanol	10.0
d <sub>5</sub> -Pyridine	10.0
目標化合物	
Acetone	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
Acetonitrile	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
Acrylonitrile	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
Allyl Alcohol	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
Crotonaldehyde	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
1,4-Dioxane	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
Isobutyl Alcohol	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
Methanol	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
Methyl Ethyl Ketone	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
n-Nitroso-di-n-butylamine	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
Paraldehyde	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
2-Picoline	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
Propionitrile	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
Pyridine	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0
<i>o</i> -Toluidine	1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表十五 共沸蒸餾法揮發性有機物之特性離子與滯留時間

化合物名稱	定量離子 <sup>a</sup>	次要離子	滯留時間(分) <sup>b</sup>
內標			
d <sub>8</sub> -Isopropyl alcohol	49		1.75
d <sub>14</sub> -Diglyme	66	98,64	9.07
d <sub>7</sub> -Dimethyl formamide	50	80	9.20
擬似標準品			
d <sub>6</sub> -Acetone	46	64,42	1.03
d <sub>3</sub> -Acetonitrile	33	35,30	1.75
d <sub>8</sub> -1,4-Dioxane	44	42	2.63
d <sub>3</sub> -Methanol	96	64,34	3.97
d <sub>5</sub> -Pyridine	84	56,79	6.73
d <sub>5</sub> -Phenol <sup>c</sup>	99	71	15.43
目標化合物			
Acetone	43	58	1.05
Methanol	31	29	1.52
Methyl Ethyl Ketone	43	72,57	1.53
Methacrylonitrile <sup>c</sup>	67	41	2.38
Acrylonitrile	53	52,51	2.53
Acetonitrile	41	40,39	2.73
Methyl isobutyl ketone <sup>c</sup>	85	100,58	2.78
Propionitrile	54	52,55	3.13
Crotonaldehyde	41	70	3.43
1,4-Dioxane	58	88,57	4.00
Paraldehyde	45	89	4.75
Isobutyl Alcohol	43	33,42	5.05
Allyl alcohol	57	39	5.63
Pyridine	79	50,52	6.70
2-Picoline	93	66	7.27
n-Nitroso-di-n-butylamine	84	116	12.82
Aniline <sup>c</sup>	93	66,92	13.23
o-Toluidine	106	107	13.68
Phenol <sup>c</sup>	94	66,65	15.43

<sup>a</sup> 這些離子係用於選擇離子監測 (SIM) 定量用。

<sup>b</sup> 氣相層吸管柱：DB-WAX，30mx0.53 mm，膜厚 1 $\mu$ m。烘箱程式升溫：45°C，4 分鐘，再以每分鐘 12°C 升溫至 220°C。

<sup>c</sup> 有些化合物因準確性及精確性不佳而自待測物名單中移除。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表十六 以平均回收百分比及百分相對標準偏差來表示方法準確度及精確度  
(大量共沸蒸餾法<sup>a</sup>) (單一實驗室及單一操作者)

化合物名稱	25 ppb		100 ppb		500 ppb	
	平均%R	%RSD	平均%R	%RSD	平均%R	%RSD
d <sub>6</sub> -Acetone	66	24	69	14	65	16
d <sub>3</sub> -Acetonitrile	89	18	80	18	70	10
d <sub>8</sub> -1,4-Dioxane	56	34	58	11	61	18
d <sub>3</sub> -Methanol	43	29	48	19	56	14
Acetone	83	6.3	84	7.8	85	9.0
Acetonitrile	67	45	63	14	60	14
Acrylonitrile	44	35	52	15	56	15
Allyl alcohol	49	42	47	27	45	27
Crotonaldehyde	69	13	70	9.7	73	10
1,4-Dioxane	68	22	68	13	69	13
Isobutyl alcohol	63	25	55	16	54	13
Methanol	66	14	66	5.7	65	7.9
Methyl Ethyl Ketone	50	36	46	22	49	18
Methacrylonitrile <sup>c</sup>	55	37	56	20	52	19
n-Nitroso-di-n-butylamine	57	21	61	15	72	18
Paraldehyde	65	20	66	11	60	8.9
Picoline	81	12	81	6.8	84	8.0
Propionitrile	67	22	69	13	68	13
Pyridine	74	7.4	72	6.7	74	7.3
o-Toluidine	52	31	54	15	58	12

<sup>a</sup>數據來自七次添加有各濃度之試劑水，以四極柱質譜儀選擇離子監控模式。  
資料來源：USEPA SW-846 M8260B



表十七 砂樣品添加 4 µg/kg 之回收率 (密閉式吹氣捕捉法進樣)

化合物名稱	每一重複之測值 (ng)					平均	RSD	平均回收
	1	2	3	4	5			
Vinyl Chloride	8.0	7.5	6.7	5.4	6.6	6.8	13.0	34.2
Trichlorofluoromethane	13.3	16.5	14.9	13.0	10.3	13.6	15.2	68.0
1,1-Dichloroethene	17.1	16.7	15.1	14.8	15.6	15.9	5.7	79.2
Methylene chloride	24.5	22.7	19.7	19.4	20.6	21.4	9.1	107
trans-1,2-Dichloroethene	22.7	23.6	19.4	18.3	20.1	20.8	0.7	104
1,2-Dichloroethane	18.3	18.0	16.7	15.6	15.9	16.9	6.4	84.4
cis-1,2-Dichloroethene	26.1	23.1	22.6	20.3	20.8	22.6	9.0	113
Bromochloromethane	24.5	25.4	20.9	20.1	20.1	22.2	10.2	111
Chloroform	26.5	26.0	22.1	18.9	22.1	23.1	12.2	116
1,1,1-Trichloroethane	21.5	23.0	23.9	16.7	31.2	23.4	21.2	117
Carbon tetrachloride	23.6	24.2	22.6	18.3	23.3	22.4	9.4	112
Benzene	22.4	23.9	20.4	17.4	19.2	20.7	11.2	103
Trichloroethene	21.5	20.5	19.2	14.4	19.1	18.9	12.7	94.6
1,2-Dichloropropane	24.9	26.3	23.1	19.0	23.3	23.3	10.5	117
Dibromomethane	25.4	26.4	21.6	20.4	23.6	23.5	9.6	117
Bromodichloromethane	25.7	26.7	24.1	17.9	23.0	23.5	13.1	117
Toluene	28.3	25.0	24.8	16.3	23.6	23.6	16.9	118
1,1,2-Trichlorethane	25.4	24.5	21.6	17.7	22.1	22.2	12.1	111
1,3-Dichloropropane	25.4	24.2	22.7	17.0	22.2	22.3	12.8	112
Dibromochloromethane	26.3	26.2	23.7	18.2	23.2	23.5	12.5	118
Chlorobenzene	22.9	22.5	19.8	14.6	19.4	19.9	15.0	99.3
1,1,1,2-Tetrachloroethane	22.4	27.7	25.1	19.4	22.6	23.4	12.0	117
Ethylbenzene	25.6	25.0	22.1	14.9	24.0	22.3	17.5	112
p-Xylene	22.5	22.0	19.8	13.9	20.3	19.7	15.7	98.5
o-Xylene	24.2	23.1	21.6	14.0	20.4	20.7	17.3	103
Styrene	23.9	21.5	20.9	14.3	20.5	20.2	15.7	101
Bromoform	26.8	25.6	26.0	20.1	23.5	24.4	9.9	122
Iso-Propylbenzene	25.3	25.1	24.2	15.4	24.6	22.9	16.6	114
Bromobenzene	19.9	21.8	20.0	15.5	19.1	19.3	10.7	96.3
1,2,3-Trichloropropane	25.9	23.0	25.6	15.9	21.4	22.2	15.8	111
n-Propylbenzene	26.0	23.8	22.6	13.9	21.9	21.6	19.0	106
2-Chlorotoluene	23.6	19.7	21.3	13.0	21.5	20.6	19.2	103
4-Chlorotoluene	21.0	22.1	18.4	12.1	18.3	17.9	17.1	89.5
1,3,5-Trimethylbenzene	24.0	25.3	22.5	13.8	22.9	21.1	17.6	105
sec-Butylbenzene	25.9	39.2	27.8	16.1	28.6	24.7	18.1	124
1,2,4-Trimethylbenzene	30.6	20.6	22.4	18.0	22.7	26.6	28.2	133
1,3-Dichlorobenzene	20.3	22.1	18.2	13.0	17.6	17.9	15.2	89.7
p-isopropylbenzene	21.6	21.2	21.6	16.0	22.8	20.8	11.8	104
1,4-Dichlorobenzene	18.1	22.5	20.0	13.2	17.4	18.0	15.3	90.0
1,2-Dichlorobenzene	18.4	20.3	22.5	15.2	19.9	19.7	13.9	96.6
n-Butylbenzene	13.1	14.9	19.5	10.8	18.7	16.5	23.1	82.4
1,2,4-Trichlorobenzene	14.5	14.9	15.7	8.8	12.3	13.3	18.8	66.2
Hexachlorobutadiene	17.6	22.5	21.6	13.2	21.6	19.3	18.2	96.3
1,2,3-Trichlorobenzene	14.9	15.9	16.5	11.9	13.9	14.6	11.3	73.1

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表十八 C層土壤樣品添加4 µg/kg之回收率（密閉式吹氣捕捉法進樣）

化合物名稱	每一重複之測值 (ng)					平均	RSD	平均回收
	1	2	3	4	5			
Vinyl Chloride	33.4	31.0	30.9	29.7	28.6	30.8	5.2	154
Trichlorofluoromethane	37.7	20.8	20.0	21.8	20.5	24.1	28.2	121
1,1-Dichloroethene	21.7	33.5	39.8	30.2	32.5	31.6	18.5	158
Methylene chloride	20.9	19.4	18.7	18.3	18.4	19.1	5.1	95.7
trans-1,2-Dichloroethene	21.8	18.9	20.4	17.9	17.8	19.4	7.9	96.8
1,1-Dichloroethane	23.8	21.9	21.3	21.3	20.5	21.8	5.2	109
cis-1,2-Dichloroethene	21.6	18.8	18.5	18.2	18.2	19.0	6.7	95.2
Bromochloromethane	22.3	19.5	19.3	19.0	19.2	20.0	6.0	100
Chloroform	20.5	17.1	17.3	16.5	15.9	17.5	9.2	87.3
1,1,1-Trichloroethane	16.4	11.9	10.7	9.5	9.4	11.6	22.4	57.8
Carbon tetrachloride	13.1	11.3	13.0	11.8	11.2	12.1	6.7	60.5
Benzene	21.1	19.3	18.7	18.2	16.9	18.8	7.4	94.1
Trichloroethene	19.6	16.4	16.5	16.5	15.5	16.9	8.3	84.5
1,2-Dichloropropane	21.8	19.0	18.3	18.8	16.5	18.9	9.0	94.4
Dibromomethane	20.9	17.9	17.9	17.2	18.3	18.4	6.9	92.1
Bromodichloromethane	20.9	18.0	18.9	18.2	17.3	18.6	6.6	93.2
Toluene	22.2	17.3	18.8	17.0	15.9	18.2	12.0	91.2
1,1,2-Trichloroethane	21.0	16.5	17.2	17.2	16.5	17.7	9.6	88.4
1,3-Dichloropropane	21.4	17.3	18.7	18.6	16.7	18.5	8.8	92.6
Dibromochloromethane	20.9	18.1	19.0	18.8	16.6	18.7	7.5	93.3
Chlorobenzene	20.8	18.4	17.6	16.8	14.8	17.7	11.2	88.4
1,1,1,2-Tetrachloroethane	19.5	19.0	17.8	17.2	16.5	18.0	6.2	90.0
Ethylbenzene	21.1	18.3	18.5	16.9	15.3	18.0	10.6	90.0
p-Xylene	20.0	17.4	18.2	16.3	14.4	17.3	10.9	86.3
o-Xylene	20.7	17.2	16.8	16.2	14.8	17.1	11.4	85.7
Styrene	18.3	15.9	16.2	15.3	13.7	15.9	9.3	79.3
Bromoform	20.1	15.9	17.1	17.5	16.1	17.3	8.6	86.7
Iso-Propylbenzene	21.0	18.1	19.2	18.4	15.6	18.4	9.6	92.2
Bromobenzene	20.4	16.2	17.2	16.7	15.4	17.2	10.1	85.9
1,1,2,2-Tetrachloroethane	23.3	17.9	21.2	18.8	16.8	19.6	12.1	96.0
1,2,3-Trichloropropane	18.4	14.6	15.6	16.1	15.6	16.1	8.0	80.3
n-Propylbenzene	20.4	18.9	17.9	17.0	14.3	17.7	11.6	88.4
2-Chlorotoluene	19.1	17.3	16.1	16.0	14.4	16.7	9.2	83.6
4-Chlorotoluene	19.0	15.5	16.8	15.9	13.6	16.4	10.6	81.8
1,3,5-Trimethylbenzene	20.8	18.0	17.4	16.1	14.7	17.4	11.7	86.9
sec-Butylbenzene	21.4	18.3	18.9	17.0	14.9	18.1	11.8	90.5
1,2,4-Trimethylbenzene	20.5	18.6	16.8	15.3	13.7	17.0	14.1	85.0
1,3-Dichlorobenzene	17.6	15.9	15.6	14.2	14.4	15.6	7.9	77.8
p-isopropylbenzene	20.5	17.0	17.1	15.6	13.4	16.7	13.9	83.6
1,4-Dichlorobenzene	18.5	13.8	14.8	16.7	14.9	15.7	10.5	78.7
1,2-Dichlorobenzene	18.4	15.0	15.4	15.3	13.5	15.5	10.5	77.6
n-Butylbenzene	19.6	15.9	15.9	14.4	18.9	16.9	11.7	84.6

表十八 C層土壤樣品添加4 µg/kg之回收率（密閉式吹氣捕捉法進樣）（續）

化合物名稱	每一重複之測值 (ng)					平均	RSD	平均回收
	1	2	3	4	5			
1,2,4-Trichlorobenzene	15.2	17.2	17.4	13.6	12.1	15.1	13.5	75.4
Hexachlorobutadiene	18.7	16.2	15.5	13.8	16.6	16.1	10.0	80.7
Naphthalene	13.9	11.1	10.2	10.8	11.4	11.5	11.0	57.4
1,2,3-Trichlorobenzene	14.9	15.2	16.8	13.7	12.7	14.7	9.5	73.2

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表十九 花園土壤樣品添加 4 µg/kg 之回收率 (吹氣捕捉法進樣)

化合物名稱	每一重複之測值 (ng)					平均	RSD	平均回收
	1	2	3	4	5			
Vinyl Chloride	12.7	10.9	9.8	8.1	7.2	9.7	20.2	48.7
Trichlorofluoromethane	33.7	6.4	30.3	27.8	22.9	24.2	39.6	121
1,1-Dichloroethene	27.7	20.5	24.1	15.1	13.2	20.1	26.9	101
Methylene chloride	25.4	23.9	24.7	22.2	24.2	24.1	4.4	120
trans-1,2-Dichloroethene	2.8	3.0	3.3	2.2	2.4	2.7	15.0	13.6
1,1-Dichloroethane	24.1	26.3	27.0	20.5	21.2	23.8	11.0	119
cis-1,2-Dichloroethene	8.3	10.2	8.7	5.8	6.4	7.9	20.1	39.4
Bromochloromethane	11.1	11.8	10.2	8.8	9.0	10.2	11.2	50.9
Chloroform	16.7	16.9	17.0	13.8	15.0	15.9	7.9	79.3
1,1,1-Trichloroethane	24.6	22.8	22.1	16.2	20.9	21.3	13.4	107
Carbon tetrachloride	19.4	20.3	22.2	20.0	20.2	20.4	4.6	102
Benzene	21.4	22.0	22.4	19.6	20.4	21.2	4.9	106
Trichloroethene	12.4	16.5	14.9	9.0	9.9	12.5	22.9	62.7
1,2-Dichloropropane	19.0	18.8	19.7	16.0	17.6	18.2	7.1	91.0
Dibromomethane	7.3	8.0	6.9	5.6	6.8	6.9	11.3	34.6
Bromodichloromethane	14.9	15.9	15.9	12.8	13.9	14.7	8.3	73.3
Toluene	42.6	39.3	45.1	39.9	45.3	42.4	5.9	212
1,1,2-Trichloroethane	13.9	15.2	1.4	21.3	14.9	15.9	17.0	79.6
1,3-Dichloropropane	13.3	16.7	11.3	10.9	9.5	12.3	20.3	61.7
Dibromochloromethane	14.5	13.1	14.5	11.9	14.4	13.7	7.6	68.3
Chlorobenzene	8.4	10.0	8.3	6.9	7.8	8.3	12.1	41.3
1,1,1,2-Tetrachloroethane	16.7	16.7	15.6	15.8	15.7	16.1	3.2	80.4
Ethylbenzene	22.1	21.4	23.1	20.1	22.6	21.9	4.8	109
p-Xylene	41.4	38.4	43.8	38.3	44.0	41.2	6.1	206
o-Xylene	31.7	30.8	34.3	30.4	33.2	32.1	4.6	160
Styrene	0	0	0	0	0	0	0	0
Bromoform	8.6	8.9	9.1	7.0	7.7	8.3	9.4	41.4
Iso-Propylbenzene	18.1	18.8	9.7	18.3	19.6	18.9	3.5	94.4
Bromobenzene	5.1	5.4	5.3	4.4	4.0	4.8	11.6	24.1
1,1,2,2-Tetrachloroethane	14.0	13.5	14.7	15.3	17.1	14.9	8.5	74.5
1,2,3-Trichloropropane	11.0	12.7	11.7	11.7	11.9	11.8	4.5	59.0
n-Propylbenzene	13.4	13.0	14.7	12.8	13.9	13.6	4.7	68.1
2-Chlorotoluene	8.3	9.0	11.7	8.7	7.9	9.1	14.8	45.6
4-Chlorotoluene	5.1	5.4	5.5	4.8	4.5	5.0	7.9	25.2
1,3,5-Trimethylbenzene	31.3	27.5	33.0	31.1	33.6	31.3	6.8	157
sec-Butylbenzene	13.5	13.4	16.4	13.8	15.4	14.5	8.3	72.5
1,2,4-Trimethylbenzene	38.7	32.4	40.8	34.1	40.3	37.3	9.1	186
1,3-Dichlorobenzene	3.6	3.6	3.7	3.0	3.2	3.4	8.0	17.2
p-isopropylbenzene	14.7	14.1	16.1	13.9	15.1	14.8	5.2	73.8
1,4-Dichlorobenzene	3.0	3.5	3.3	2.6	2.8	3.0	10.2	15.0
1,2-Dichlorobenzene	3.6	4.3	4.0	3.5	3.6	3.8	8.3	19.0
n-Butylbenzene	17.4	13.8	14.0	18.9	24.0	17.6	21.2	88.0

表十九 花園土壤樣品添加 4 µg/kg 之回收率 (吹氣捕捉法進樣) (續)

化合物名稱	每一重複之測值 (ng)					平均	RSD	平均回收
	1	2	3	4	5			
1,2,4-Trichlorobenzene	2.8	2.9	3.3	2.6	3.2	3.0	8.5	15.0
Hexachlorobutadiene	4.8	4.0	6.1	5.6	6.0	5.3	15.1	26.4
Naphthalene	5.5	5.1	5.5	4.7	5.6	5.3	6.2	26.5
1,2,3-Trichlorobenzene	2.2	2.3	2.4	2.2	2.3	2.3	3.5	11.4

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表二十 土壤樣品中揮發性有機物待測物之回收率（真空蒸餾處理法）<sup>a</sup>

化合物名稱	土/水 <sup>b</sup> 回收率		土/油 <sup>c</sup> 回收率		土/油/水 <sup>d</sup> 回收率	
	平均	RSD	平均	RSD	平均	RSD
Chloromethane	61	20	40	18	108	68
Bromomethane	58	20	47	13	74	13
Vinyl chloride	54	12	46	11	72	20
Chloroethane	46	10	41	8	52	14
Methylene chloride	60	2	65	8	76	11
Acetone	INT <sup>e</sup>	INT	44	8		
Carbon disulfide	47	13	53	10	47	4
1,1-Dichloroethene	48	9	47	5	58	3
1,1-Dichloroethane	61	6	58	9	61	6
Trans-1,2-Trichloroethane	54	7	60	7	56	5
cis-1,2-Dichloroethene	60	4	72	6	63	8
Chloroform	104	11	93	6	114	15
1,2-Dichloroethane	177	50	117	8	151	22
2-Butanone	INT	36	38	INT		
1,1,1-Trichloroethane	124	13	72	16	134	26
Carbon tetrachloride	172	122	INT	INT		
Vinyl acetate	88	11	INT			
Bromodichloromethane	93	4	91	23	104	23
1,1,2,2-Tetrachloroethane	96	13	50	12	104	7
1,2-Dichloropropane	105	8	102	6	111	6
trans-1,3-Dichloropropane	134	10	84	16	107	8
Trichloroethene	98	9	99	10	100	5
Dibromochloromethane	119	8	125	31	142	16
1,1,2-Trichloroethane	126	10	72	16	97	4
Benzene	99	7	CONT <sup>f</sup>	CONT		
cis-1,3-Dichloropropane	123	12	94	13	112	9
Bromoform	131	13	58	18	102	9
2-Hexanone	155	18	164	19	173	29
4-Methyl-2-pentanone	152	20	185	20	169	18
Tetrachloroethene	90	9	123	14	128	7
Toluene	94	3	CONT	CONT		
Chlorobenzene	98	7	93	18	112	5
Ethylbenzene	114	13	CONT	CONT		
Styrene	106	8	93	18	112	5
p-Xylene	97	9	CONT	CONT		
o-Xylene	105	8	112	12	144	13
擬似標準品						
1,2-Dichloroethane	177	50	117	8	151	22
Toluene-d <sub>8</sub>	96	6	79	12	82	66
Bromofluorobenzene	139	13	37	13	62	5

<sup>a</sup> 蒸餾時間 10 分鐘，冷卻管保持在 -10°C。使用層析管柱為一 30m x 0.53 mm 內徑之穩定石蠟管柱，膜厚 1µm。標準品和樣品均作重複分析以反映傳遞之誤差。每一待測物添加 50 ppb。真空蒸餾效率以內標法修正。本方法所使用之內標可能對某些化合物造成偏差。請參考 Method 5032 選用另外之內標以降低偏差。

<sup>b</sup> 土壤樣品添加含有待測物之 0.2mL 水而後再加入 5mL 水以形成漿狀。

- <sup>c</sup> 土壤樣品+1g 魚肝油，添加含有待測物之 0.2mL 水。
  - <sup>d</sup> 土壤樣品+1g 魚肝油，同上面添加，再加入 5mL 水以形成漿狀。
  - <sup>e</sup> 由於共流洗出化合物之干擾使待測物無法精確分析。
  - <sup>f</sup> 樣品基質被待測物污染無法估算效率。
- 資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表二十一 魚肉中揮發性有機物待測物之真空蒸餾效率（真空蒸餾處理法）<sup>a</sup>

化合物名稱	效率	
	平均 (%)	RSD
Chloromethane	N/A <sup>b</sup>	
Bromomethane	N/A <sup>b</sup>	
Vinyl chloride	N/A <sup>b</sup>	
Chloroethane	N/A <sup>b</sup>	
Methylene chloride	CONT <sup>c</sup>	
Acetone	CONT <sup>c</sup>	
Carbon disulfide	79	36
1,1-Dichloroethene	122	39
1,1-Dichloroethane	126	35
trans-1,2-Trichloroethane	109	46
cis-1,2-Dichloroethene	106	22
Chloroform	111	32
1,2-Dichloroethane	117	27
2-Butanone	INT <sup>c</sup>	30
1,1,1-Trichloroethane	106	34
Carbon tetrachloride	83	
Vinyl acetate	INT <sup>d</sup>	22
Bromodichloromethane	97	20
1,1,2,2-Tetrachloroethane	67	23
1,2-Dichloropropane	117	22
trans-1,3-Dichloropropane	92	31
Trichloroethene	98	19
Dibromochloromethane	71	20
1,1,2-Trichloroethane	92	35
Benzene	129	24
cis-1,3-Dichloropropane	102	19
Bromoform	58	
2-Hexanone	INT <sup>d</sup>	37
4-Methyl-2-pentanone	113	20
Tetrachloroethene	66	
Toluene	CONT <sup>c</sup>	
Chlorobenzene	65	19
Ethylbenzene	74	19
Styrene	57	14
p-Xylene	46	13
o-Xylene	83	20
擬似標準品		
1,2-Dichloroethane	115	27
Toluene-d <sub>8</sub>	88	24
Bromofluorobenzene	52	15

<sup>a</sup> 蒸餾時間 10 分鐘，冷卻管保持在 -10°C。五重複 10g 魚肉添加 25 ppb 以層析質譜儀外標定量法分析。使用層析管柱為一 30 m x 0.53 mm 內徑之穩定石蠟管柱，膜厚 1 μm。標準品作重複分析以反映一個標準差之傳遞誤差。<sup>b</sup> 未分析。<sup>c</sup> 樣品基質被待測物污染無法估算效率。<sup>d</sup> 由於共流洗出化合物之干擾使待測物無法精確分析。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B



表二十二 魚肉中揮發性有機物待測物之方法偵測極限（真空蒸餾處理法）<sup>a</sup>

化合物名稱	方法偵測極限 (ppb)	
	外標法	內標法
Chloromethane	7.8	7.3
Bromomethane	9.7	9.8
Vinyl chloride	9.5	9.4
Chloroethane	9.2	10.0
Methylene chloride	CONT <sup>b</sup>	CONT <sup>b</sup>
Acetone	CONT <sup>b</sup>	CONT <sup>b</sup>
Carbon disulfide	5.4	4.9
1,1-Dichloroethene	4.0	5.7
1,1-Dichloroethane	4.0	3.5
trans-1,2-Trichloroethane	4.4	4.0
cis-1,2-Dichloroethene	4.7	4.1
Chloroform	5.6	5.0
1,2-Dichloroethane	3.3	3.2
2-Butanone	INT <sup>c</sup>	INT <sup>c</sup>
1,1,1-Trichloroethane	1.1	4.2
Carbon tetrachloride	3.2	3.5
Vinyl acetate	INT <sup>c</sup>	INT <sup>c</sup>
Bromodichloromethane	3.2	2.8
1,1,2,2-Tetrachloroethane	4.4	3.8
1,2-Dichloropropane	3.8	3.7
trans-1,3-Dichloropropane	3.4	3.0
Trichloroethene	3.1	4.0
Dibromochloromethane	3.5	3.2
1,1,2-trichloroethane	4.4	3.3
Benzene	3.6	3.2
cis-1,3-Dichloropropane	3.5	3.0
Bromoform	4.9	4.0
2-Hexanone	7.7	8.0
4-Methyl-2-pentanone	7.5	8.0
Tetrachloroethene	4.3	4.0
Toluene	3.0	2.5
Chlorobenzene	3.3	2.8
Ethylbenzene	3.6	3.5
Styrene	3.5	3.3
p-Xylene	3.7	3.5
o-Xylene	3.3	4.7

<sup>a</sup> 數值為不連續三天之平均 MDL 值，涵蓋七個分析樣品，每一樣品 10 克，魚組織添加 5 ppb，每天之 MDL 為 3 倍標準偏差值。定量之測定以氣相層析質譜儀分析。使用層析管柱為一 30 m x 0.53 mm 內徑之石蠟管柱，膜厚 1 μm。

<sup>b</sup> 樣品基質被待測物污染無法估算效率。

<sup>c</sup> 由於共流出化合物之干擾使待測物無法精確分析。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表二十三 水樣品中揮發性有機物待測物之回收率（真空蒸餾處理法）<sup>a</sup>

化合物名稱	5mL 水 <sup>b</sup> 回收率		20mL 水 <sup>c</sup> 回收率		20mL 水/油 <sup>c</sup> 回收率	
	平均	RSD	平均	RSD	平均	RSD
Chloromethane	114	27	116	29	176	67
Bromomethane	131	14	121	14	113	21
Vinyl chloride	131	13	120	16	116	23
Chloroethane	110	15	99	8	96	16
Methylene chloride	87	16	105	15	77	6
Acetone	83	22	65	34	119	68
Carbon disulfide	138	17	133	23	99	47
1,1-Dichloroethene	105	11	89	4	96	18
1,1-Dichloroethane	118	10	119	11	103	25
Trans-1,2-Trichloroethane	105	11	107	14	96	18
cis-1,2-Dichloroethene	106	7	99	5	104	23
Chloroform	114	6	104	8	107	21
1,2-Dichloroethane	104	6	109	8	144	19
2-Butanone	83	50	106	31	INT <sup>e</sup>	
1,1,1-Trichloroethane	118	9	109	9	113	23
Carbon tetrachloride	102	6	108	12	109	27
Vinyl acetate	90	16	99	7	72	36
Bromodichloromethane	104	3	110	5	99	5
1,1,2,2-Tetrachloroethane	85	17	81	7	111	43
1,2-Dichloropropane	100	6	103	2	104	7
trans-1,3-Dichloropropane	105	8	105	4	92	4
Trichloroethene	98	4	99	2	95	5
Dibromochloromethane	99	8	99	6	90	25
1,1,2-Trichloroethane	98	7	100	4	76	12
Benzene	97	4	100	5	112	10
cis-1,3-Dichloropropane	106	5	105	4	98	3
Bromoform	93	16	94	8	57	21
2-Hexanone	60	17	63	16	78	23
4-Methyl-2-pentanone	79	24	63	14	68	15
Tetrachloroethene	101	3	97	7	77	14
Toluene	100	6	97	8	85	5
Chlorobenzene	98	6	98	4	88	16
Ethylbenzene	100	3	92	8	73	13
Styrene	98	4	97	9	88	16
p-Xylene	96	4	94	8	60	12
o-Xylene	96	7	95	6	72	14
Surrogates						
1,2-Dichloroethane	104	6	109	6	144	19
Toluene-d <sub>8</sub>	104	5	102	2	76	7
Bromofluorobenzene	106	6	106	9	40	8

<sup>a</sup> 蒸餾時間 10 分鐘，冷卻管保持在 -10°C。使用層析管柱為一 30m x 0.53 mm 內徑之穩定石蠟管柱，膜厚 1µm。標準品和樣品均作重複分析以反映傳遞之誤差。5mL 樣品添加 50 ppb 待測物，20mL 樣品添加 25 ppb 待測物。回收率之數據係與沒有水基質之標準品比較得到。

<sup>b</sup> 樣品含 1g 魚肝油及 20mL 水。添加 0.2mL 含飽和卵磷脂之水會形成乳液。

<sup>c</sup> 樣品基質被待測物污染無法估算效率。資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表二十四 揮發性有機物待測物方法偵測極限（真空蒸餾處理法）（內標法）<sup>a</sup>

化合物名稱	水 <sup>b</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	土壤 <sup>c</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	組織 <sup>d</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	油 <sup>e</sup> ( $\text{mg}/\text{kg}$ )
Chloromethane	3.2	8.0	7.3	N/A <sup>f</sup>
Bromomethane	2.8	4.9	9.8	N/A <sup>f</sup>
Vinyl chloride	3.5	6.0	9.4	N/A <sup>f</sup>
Chloroethane	5.9	6.0	10.0	N/A <sup>f</sup>
Methylene chloride	3.1	4.0	CONT <sup>g</sup>	0.05
Acetone	5.6	CONT <sup>g</sup>	CONT <sup>g</sup>	0.06
Carbon disulfide	2.5	2.0	4.9	0.18
1,1-Dichloroethene	2.9	3.2	5.7	0.18
1,1-Dichloroethane	2.2	2.0	3.5	0.14
trans-1,2-Trichloroethane	2.2	1.4	4.0	0.10
cis-1,2-Dichloroethene	2.0	2.3	4.1	0.07
Chloroform	2.4	1.8	5.0	0.07
1,2-Dichloroethane	1.7	1.5	3.2	0.06
2-Butanone	7.4	INT <sup>h</sup>	INT <sup>h</sup>	INT <sup>h</sup>
1,1,1-Trichloroethane	1.8	1.7	4.2	0.10
Carbon tetrachloride	1.4	1.5	3.5	0.13
Vinyl acetate	11.8	INT <sup>h</sup>	INT <sup>h</sup>	INT <sup>h</sup>
Bromodichloromethane	1.6	1.4	2.8	0.06
1,1,2,2-Tetrachloroethane	2.5	2.1	3.8	0.02
1,2-Dichloropropane	2.2	2.1	3.7	0.15
trans-1,3-Dichloropropane	1.5	1.7	3.0	0.05
Trichloroethene	1.6	1.7	4.0	0.04
Dibromochloromethane	1.7	1.5	3.2	0.07
1,1,2-Trichloroethane	2.1	1.7	3.3	0.05
Benzene	0.5	1.5	3.2	0.05
cis-1,3-Dichloropropane	1.4	1.7	3.0	0.04
Bromoform	1.8	1.5	4.0	0.05
2-Hexanone	4.6	3.6	8.0	INT <sup>h</sup>
4-Methyl-2-pentanone	3.5	4.6	8.0	INT <sup>h</sup>
Tetrachloroethene	1.4	1.6	4.0	0.10
Toluene	1.0	3.3	2.5	0.05
Chlorobenzene	1.4	1.4	2.8	0.06
Ethylbenzene	1.5	2.8	3.5	0.04
Styrene	1.4	1.4	3.3	0.18
p-Xylene	1.5	2.9	3.5	0.20
o-Xylene	1.7	3.4	4.7	0.07

<sup>a</sup> 定量以 GC/MS M8260 分析，方法偵測極限為不連續三天之平均 MDL 值。

<sup>b</sup> 方法偵測極限為不連續三天之平均 MDL 值。每一天之分析涵蓋七個分析 5mL 添加 4 ppb 之水。每日之 MDL 為三倍標準差值。

<sup>c</sup> 每天分析涵蓋七個分析 10g 添加 5 ppb 之魚體組織。定量以 GC/MS M8260 分析，方法偵測極限為不連續三天之平均 MDL 值。

<sup>d</sup> 方法偵測極限由分析一克添加 250 ppb 魚肝油樣品。以 GC/MS M8260 分析五重複樣品。

<sup>e</sup> 未分析。<sup>f</sup> 樣品基質被待測物污染無法估算效率。

<sup>g</sup> 由於共流出化合物之干擾使待測物無法精確分析。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表二十五 水樣中揮發性有機物待測物方法偵測極限（真空蒸餾處理法）（外標法）<sup>a</sup>

化合物名稱	水 <sup>b</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	土壤 <sup>c</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	組織 <sup>d</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	油 <sup>e</sup> ( $\text{mg}/\text{kg}$ )
Chloromethane	3.1	8.6 <sup>f</sup>	7.8	N/A <sup>g</sup>
Bromomethane	2.5	4.9 <sup>f</sup>	9.7	N/A <sup>g</sup>
Vinyl chloride	4.0	7.1 <sup>f</sup>	9.5	N/A <sup>g</sup>
Chloroethane	6.1	7.5 <sup>f</sup>	9.2	N/A <sup>g</sup>
Methylene chloride	3.1	3.3	CONT <sup>h</sup>	0.08
Acetone	33.0 <sup>f</sup>	CONT <sup>h</sup>	CONT <sup>h</sup>	0.12
Carbon disulfide	2.5	3.2	5.4	0.19
1,1-Dichloroethene	3.4	3.8	4.0	0.19
1,1-Dichloroethane	2.3	1.7	4.0	0.13
trans-1,2-Trichloroethane	3.0	3.2	4.4	0.09
cis-1,2-Dichloroethene	2.4	2.7	4.7	0.08
Chloroform	2.7	2.6	5.6	0.06
1,2-Dichloroethane	1.6	1.7	3.3	0.06
2-Butanone	57.0 <sup>f</sup>	INT <sup>i</sup>	INT <sup>i</sup>	INT <sup>i</sup>
1,1,1-Trichloroethane	1.6	2.4	1.1	0.08
Carbon tetrachloride	1.5	1.7	3.2	0.15
Vinyl acetate	23.0 <sup>f</sup>	INT <sup>i</sup>	INT <sup>i</sup>	INT <sup>i</sup>
Bromodichloromethane	2.0	2.3	3.2	0.05
1,1,2,2-Tetrachloroethane	3.6	3.2	4.4	0.09
1,2-Dichloropropane	2.9	3.7	3.8	0.12
trans-1,3-Dichloropropane	2.3	2.4	3.8	0.08
Trichloroethene	2.5	3.0	3.1	0.06
Dibromochloromethane	2.1	2.9	3.5	0.04
1,1,2-Trichloroethane	2.7	2.8	4.4	0.07
Benzene	1.7	2.9	3.6	0.03
cis-1,3-Dichloropropane	2.1	2.5	3.5	0.06
Bromoform	2.3	2.5	4.9	0.10
2-Hexanone	4.6	4.6	7.7	INT <sup>i</sup>
4-Methyl-2-pentanone	3.8	3.9	7.5	INT <sup>i</sup>
Tetrachloroethene	1.8	2.6	4.3	0.12
Toluene	1.8	4.4	3.0	0.09
Chlorobenzene	2.4	2.6	3.3	0.07
Ethylbenzene	2.4	4.1	3.6	0.09
Styrene	2.0	2.5	3.5	0.16
p-Xylene	2.3	3.9	3.7	0.18
o-Xylene	2.4	4.1	3.3	0.08

<sup>a</sup> 方法偵測極限為不連續三天之平均 MDL 值。每一天之分析涵蓋七個分析 5mL 添加 4 ppb 之水。每日之 MDL 為三倍標準差值。

<sup>b</sup> 每一天之分析涵蓋七個分析 5mL 添加 4 ppb 之水。

<sup>c</sup> 這些分析涵蓋七個分析 5g 添加 4 ppb 之土壤。

<sup>d</sup> 這些分析涵蓋七個分析 10g 添加 5 ppb 之土壤。

<sup>e</sup> 方法偵測極限由分析一克添加有 250 ppm 魚肝油樣品。以 GC/MS 法分析五重複樣品。

<sup>f</sup> 方法偵測極限由在一天內分析五重複添加有 50 ppb 標準品估計而得。

<sup>g</sup> 未分析。<sup>h</sup> 樣品基質被待測物污染無法估算效率。

<sup>i</sup> 由於共流出化合物之干擾使待測物無法精確分析。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表二十六 油中揮發性有機物待測物之回收率（真空蒸餾處理法）<sup>a</sup>

化合物名稱	回收率	
	平均 (%)	RSD
Chloromethane	N/A <sup>b</sup>	
Bromomethane	N/A <sup>b</sup>	
Vinyl chloride	N/A <sup>b</sup>	
Chloroethane	N/A <sup>b</sup>	
Methylene chloride	62	32
Acetone	108	55
Carbon disulfide	98	46
1,1-Dichloroethene	97	24
1,1-Dichloroethane	96	22
trans-1,2-Trichloroethane	86	23
cis-1,2-Dichloroethene	99	11
Chloroform	93	14
1,2-Dichloroethane	138	31
2-Butanone	INT <sup>c</sup>	
1,1,1-Trichlorethane	89	14
Carbon tetrachloride	129	23
Vinyl acetate	INT <sup>c</sup>	
Bromodichloromethane	106	14
1,1,2,2-Tetrachloroethane	205	46
1,2-Dichloropropane	107	24
trans-1,3-Dichloropropane	98	13
Trichloroethene	102	8
Dibromochloromethane	168	21
1,1,2-Trichlorethane	95	7
Benzene	146	10
cis-1,3-Dichloropropane	98	11
Bromoform	94	18
2-Hexanone	INT <sup>c</sup>	
4-Methyl-2-pentanone	INT <sup>c</sup>	
Tetrachloroethene	117	22
Toluene	108	8
Chlorobenzene	101	12
Ethylbenzene	96	10
Styrene	120	46
p-Xylene	87	23
o-Xylene	90	10
Surrogate		
1,2-Dichloroethane	137	30
Toluene-d <sub>8</sub>	84	246
Bromofluorobenzene	48	152

<sup>a</sup> 蒸餾時間 10 分鐘，冷卻管保持在 -10°C。使用層析管柱為一 30m x 0.53 mm 內徑之穩定石蠟管柱，膜厚 1 μm。標準品和樣品均作重複分析以反映傳遞之誤差。真空蒸餾法（M 5032）以內標法校正。M 8260 內部標準品可能有些偏差，可參考 M 5032 選擇不同之內標以減少偏差。

<sup>b</sup> 未分析。

<sup>c</sup> 由於共流洗出化合物之干擾使待測物無法精確分析。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表二十七 油中揮發性有機物待測物之方法偵測極限（真空蒸餾處理法）<sup>a</sup>

化合物名稱	方法偵測極限 (ppb)	
	外標法	內標法
Chloromethane	N/A <sup>b</sup>	N/A <sup>b</sup>
Bromomethane	N/A <sup>b</sup>	N/A <sup>b</sup>
Vinyl chloride	N/A <sup>b</sup>	N/A <sup>b</sup>
Chloroethane	N/A <sup>b</sup>	N/A <sup>b</sup>
Methylene chloride	80	50
Acetone	120	60
Carbon disulfide	190	180
1,1-Dichloroethene	190	180
1,1-Dichloroethane	130	140
trans-1,2-Trichloroethane	90	100
cis-1,2-Dichloroethene	80	70
Chloroform	60	70
1,2-Dichloroethane	60	60
2-Butanone	INT <sup>c</sup>	INT <sup>c</sup>
1,1,1-Trichloroethane	80	100
Carbon tetrachloride	150	130
Vinyl acetate	INT <sup>c</sup>	INT <sup>c</sup>
Bromodichloromethane	50	60
1,1,2,2-Tetrachloroethane	90	20
1,2-Dichloropropane	120	150
trans-1,3-Dichloropropane	80	50
Trichloroethene	60	40
Dibromochloromethane	40	70
1,1,2-Trichloroethane	70	50
Benzene	30	50
cis-1,3-Dichloropropane	60	40
Bromoform	100	50
2-Hexanone	INT <sup>c</sup>	INT <sup>c</sup>
4-Methyl-2-pentanone	INT <sup>c</sup>	INT <sup>c</sup>
Tetrachloroethene	120	100
Toluene	90	50
Chlorobenzene	70	60
Ethylbenzene	90	40
Styrene	160	180
p-Xylene	180	200
o-Xylene	80	70

<sup>a</sup> 方法偵測極限為五重複 1g 魚肝油添加 25 ppb。MDL 由三倍標準差值計算得到。使用層析管柱為一 30m x 0.53 mm 內徑之穩定石蠟管柱，膜厚 1 $\mu$ m。

<sup>b</sup> 未分析。

<sup>c</sup> 由於共流洗出化合物之干擾使待測物無法精確分析。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表二十八 平衡頂空進樣分析法中使用之內標與擬似標準品<sup>a</sup>

Chloroform-d <sub>1</sub>	1,1,2-TCA-d <sub>3</sub>	Bromobenzene-d <sub>5</sub>
Dichlorofluoromethane	1,1,1-Trichlorethane	Chlorobenzene
Chloromethane	1,1-Dichloropropane	Broform
Vinyl chloride	Carbon tetrachloride	Styrene
Chloroethane	Benzene	Iso-Propylbenzene
Trichlorofluoromethane	Dibromomethane	Bromobenzene
1,1-Dichloroethene	1,2-Dichloropropane	n-Propylbenzene
Methylene chloride	Trichloroethene	2-Chlorotoluene
trans-1,2-Dichloroethene	Bromodichloromethane	4-Chlorotoluene
1,1-Dichloroethane	cis-1,3-Dichloropropene	1,3,5-Trimethylbenzene
cis-1,2-Dichloroethene	trans-1,3-Dichloropropene	tert-Butylbenzene
Bromochloromethane	1,1,2-Trichloroethane	1,2,4-Trimethylbenzene
Chloroform	Toluene	sec- Butylbenzene
2,2-Dichloropropane	1,3-Dichloropropane	1,3-Dichlorobenzene
1,2-Dichloroethane	Dibromochloromethane	1,4-Dichlorobenzene
	1,2-Dibromomethane	p-iso-Propyltoluene
	Tetrachloroethene	1,2-Dichlorobenzene
	1,1,2-Trichlorethane	n- Butylbenzene
	Ethylbenzene	1,2-Dibromo-3-chloropropane
	m-xylene	1,2,4-Trichlorobenzene
	p-Xylene	Naphthalene
	o-Xylene	Hexachlorobutadiene
	1,1,2,2-Tetrachloroethane	1,2,3-Trichlorobenzene
	1,2,3-Trichloropropane	

資料來源：USEPA SW-846 M8260B

表二十九 以頂空進樣法分析經添加之砂之精密度及方法偵測極限<sup>a</sup>

化合物名稱	%RSD	MDL (µg/kg)
Benzene	3.0	0.34
Bromochloromethane	3.4	0.27
Bromodichloromethane	2.4	0.21
Bromoform	3.9	0.30
Bromomethane	11.6	1.3
Carbon tetrachloride	3.6	0.32
Chlorobenzene	3.2	0.24
Chloroethane	5.6	0.51
Chloroform	3.1	0.30
Chloromethane	4.1	3.5 <sup>b</sup>
1,2-Dibromo-3-chloropropane	5.7	0.40
1,2-dibromomethane	3.2	0.29
Dibromomethane	2.8	0.20
1,2-Dichlorobenzene	3.3	0.27
1,3-Dichlorobenzene	3.4	0.24
1,4-Dichlorobenzene	3.7	0.30
Dichlorodifluoromethane	3.0	0.28
1,1-Dichloroethane	4.5	0.41
1,2-Dichloroethane	3.0	0.24
1,1-Dichloroethene	3.3	0.28
cis-1,2-Dichloroethene	3.2	0.27
trans-1,2- Dichloroethene	2.6	0.22
1,2-Dichloropropane	2.6	0.21
1,1-Dichloropropane	3.2	0.30
cis-1,3-Dichloropropane	3.4	0.27
Ethylbenzene	4.8	0.47
Hexachlorobutadiene	4.1	0.38
Methylene chloride	8.2	0.62 <sup>c</sup>
Naphthalene	16.8	3.4 <sup>c</sup>
Styrene	7.9	0.62
1,1,1,2-Tetrachloroethane	3.6	0.27
1,1,2,2-Tetrachloroethane	2.6	0.20
Tetrachloroethene	9.8	1.2 <sup>c</sup>
Toluene	3.5	0.38
1,2,4-Trichlorobenzene	4.2	0.44
1,1,1-Trichloroethane	2.7	0.27
1,1,2-Trichloroethane	2.6	0.20
Trichloroethene	2.3	0.19
Trichlorofluoromethane	2.7	0.31
1,2,3-Trichloropropane	1.5	0.11
Vinyl chloride	4.8	0.45
m-Xylene/p-Xylene	3.6	0.37
o-xylene	3.6	0.33

<sup>a</sup> 添加 2 ng/g (2µg/Kg)。<sup>b</sup> 來自於甲醇之不正確離子化。

<sup>c</sup> 在未確認之砂上偵測得濃度大於 1 ng。資料來源：USEPA SW-846 M8260B



表三十 花園土壤樣品添加 20 µg/kg 之回收率 (平衡頂空法進樣)

化合物名稱	每一重複之回收率 (ng)			平均 (ng)	RSD	平均回收率 (%)
	樣品 1	樣品 2	樣品 3			
Benzene	37.6	35.2	38.4	37.1	3.7	185 <sup>a</sup>
Bromochloromethane	20.5	19.4	20.0	20.0	2.3	100
Bromodichloromethane	21.1	20.3	22.8	21.4	4.9	107
Bromoform	23.8	23.9	25.1	24.3	2.4	121
Bromomethane	21.4	19.5	19.7	20.2	4.2	101
Carbon tetrachloride	27.5	26.6	28.6	27.6	3.0	138
Chlorobenzene	25.6	25.4	26.4	25.8	1.7	129
Chloroethane	25.0	24.4	25.3	24.9	1.5	125
Chloroform	21.9	20.9	21.7	21.5	2.0	108
Chloromethane	21.0	19.9	21.3	20.7	2.9	104 <sup>a</sup>
1,2-Dibromo-3-chloropropane	20.8	20.8	21.0	20.9	0.5	104
1,2-dibromomethane	20.1	19.5	20.6	20.1	2.2	100
Dibromomethane	22.2	21.0	22.8	22.0	3.4	110
1,2-Dichlorobenzene	18.0	17.7	17.1	17.6	2.1	88.0
1,3-Dichlorobenzene	21.2	21.0	20.1	20.8	2.3	104
1,4-Dichlorobenzene	20.1	20.9	19.9	20.3	2.1	102
Dichlorodifluoromethane	25.3	24.1	25.4	24.9	2.4	125
1,1-Dichloroethane	23.0	22.0	22.7	22.6	1.9	113
1,2-Dichloroethane	20.6	19.5	19.8	20.0	2.3	100
1,1-Dichloroethene	24.8	23.8	24.4	24.3	1.7	122
cis-1,2-Dichloroethene	21.6	20.0	21.6	21.1	3.6	105
trans-1,2- Dichloroethene	22.4	21.4	22.2	22.0	2.0	110
1,2-Dichloropropane	22.8	22.2	23.4	22.8	2.1	114
1,1-Dichloropropane	26.3	25.7	28.0	26.7	3.7	133
cis-1,3-Dichloropropane	20.3	19.5	21.1	20.3	3.2	102
Ethylbenzene	24.7	24.5	25.5	24.9	1.7	125
Hexachlorobutadiene	23.0	25.3	25.2	24.5	4.3	123
Methylene chloride	26.0	25.7	26.1	25.9	0.7	130 <sup>a</sup>
Naphthalene	13.8	12.7	11.8	12.8	6.4	63.8 <sup>a</sup>
Styrene	24.2	23.3	23.3	23.6	1.8	118
1,1,1,2-Tetrachloroethane	21.4	20.2	21.3	21.0	2.6	105
1,1,2,2-Tetrachloroethane	18.6	17.8	19.0	18.5	2.7	92.3
Tetrachloroethene	25.2	24.8	26.4	25.5	2.7	127
Toluene	28.6	27.9	30.9	29.1	4.4	146 <sup>a</sup>
1,2,4-Trichlorobenzene	15.0	14.4	12.9	14.1	6.3	70.5
1,1,1-Trichloroethane	28.1	27.2	29.9	28.4	4.0	142
1,1,2-Trichloroethane	20.8	19.6	21.7	20.7	4.2	104
Trichloroethene	26.3	24.9	26.8	26.0	3.1	130
Trichlorofluoromethane	25.9	24.8	26.5	25.7	2.7	129
1,2,3-Trichloropropane	18.8	18.3	19.3	18.8	2.2	94.0
Vinyl chloride	24.8	23.2	23.9	24.0	2.7	120
m-Xylene/p-Xylene	24.3	23.9	25.3	24.5	2.4	123
o-xylene	23.1	22.3	23.4	22.9	2.0	115

<sup>a</sup> 在未添加之花園泥土基質中檢測出濃度大於 5 ng 之化合物。

資料來源：USEPA SW-846 M8260B