水中揮發性有機化合物檢測方法－吹氣捕捉／氣相層析質譜儀法

中華民國106年12月28日環署授檢字第1060011560號公告
自中華民國107年4月15日生效
NIEA W785.56B

一、方法概要

含揮發性有機物之水樣以注射器或自動進樣設備注入吹氣捕捉系統的吹氣管中，於室溫下通以惰性氣體，將其中揮發性有機物導入捕捉管收集。待捕捉完成後，以瞬間加熱脫附並使用氦氣逆向通過捕捉管之方式，將有機物質導入氣相層析儀中。利用氣相層析管柱分離各個成分後，再以質譜儀進行檢測。

二、適用範圍

本方法適用於飲用水水質、飲用水水源、地面水體、地下水、廢(污)水、放流水及製程冷卻水塔之冷卻水等水中可被吹出之有機化合物，本方法可檢測的化合物如表一。若檢測飲用水項目為氯乙烯時，須採用離子監測模式(SIM)進行測定，並依八、結果處理一節進行定性與定量處理。方法中未明列之揮發性有機物，經驗證後，符合九、品管管制中規範，亦可使用本方法檢測。

三、干擾

（一）吹氣氣體中之雜質、捕捉管中之有機物質及實驗室中之溶劑蒸氣都會造成干擾。應避免使用非鐵氟龍材質之管路，或含橡膠之流速控制器，同時應以試劑水進行空白分析，證明分析系統中不含干擾物質，檢測結果不可扣除空白值。

（二）樣品儲存及運送過程中，可能會因有機揮發物之擴散而造成污染，因此攜帶不含有機物之試劑水，伴隨運送或儲存，用以檢測污染干擾之程度，每一批水樣中，都應做一運送空白樣品分析

（三）當分析高濃度樣品後接著分析低濃度樣品時，會產生交互污染的現象。預防措施是在分析樣品後，以試劑水清洗吹氣裝置及樣品注射針。當含高濃度揮發性有機化合物的樣品被分析完成後，須分析一個或多個實驗室試劑空白以檢查是否有交互污染。

四、設備與材料

（一）微量注射器：2 μL、5 μL、10 μL 及 25 μL 以上之注射針；而 2 μL 及 5 μL 之注射針內，附 0.5 mm 內徑之不鏽鋼實心推針。

（二）注射器閥：雙通式，含 Luer end。

（三）注射器或自動進樣設備：注射器須為 5 mL 或 25 mL 附氣閉式開關；自動進樣設備可引進 5 mL 或 25 mL 的樣品至吹氣捕捉設備。

（四）分析天平：可精秤至 0.1 mg 者。

（五）定量瓶。

（六）小樣品瓶： 2 mL，供配製標準品盛裝用。

（七）樣品瓶： 約 40 mL，棕色玻璃瓶附螺旋蓋及鐵氟龍墊片。

（八）吹氣捕捉系統：此系統包括 3 個獨立的設備-吹氣裝置、捕捉管及脫附裝置，有數種市售且符合下列規格的系統可供使用；亦可使用其他可有效捕捉及脫附分離待測物之吹氣捕捉及脫附系統

1.全玻璃製的吹氣裝置必須能盛裝 5 mL 的樣品體積（若因受限於方法偵測極限，無法達到需求時，則以 25 mL 之水樣取代 5 mL 水樣體積）且至少具 5 cm 高的盛水管柱。在樣品上面的氣體空間要保持最小（小於 15 mL），以減少滯留體積效應。在樣品槽的底部要裝置多孔式玻璃濾片，如此吹氣氣體會被分裂成直徑小於 3 mm 的細微氣泡型式通過盛水管柱，也可使用針管式噴氣器。吹氣氣體導入口與盛水管柱底部距離須等於或小於 5 mm。

2.捕捉管長度至少 25 cm 且內徑至少 0.266 cm。自入口處起，捕捉管必須填充的吸附劑依序為：全管的三分之一為 2,6-聯伸苯氧化物之聚合物(2,6-Diphenylene oxide polymer)，三分之一為矽膠，以及另三分之一為椰子活性碳。在捕捉管的入口處填充 1 cm 甲基矽烷(Methyl silicone)塗敷的填充物以防止氣膠懸浮物被吸附劑吸附及確保吸附劑是完全被包圍在捕捉管的加熱區域，排除可能之過冷部分，並可延長捕捉管的使用期限；另一個取代方式是在捕捉管入口處以矽化玻璃棉作為間隔的裝置。若不須分析二氯二氯甲烷，在捕捉管內不必填充活性碳，聚合物層可增加至全部的三分之二。若僅分析沸點高於 35℃ 的化合物，在捕捉管內可不必填充矽膠及活性碳，而將全管填充聚合物即可。捕捉管在最初使用前，必須以 180℃ 隔夜加熱調整狀態，並通入流速至少為 20 mL/min 的惰性氣體逆吹洗，從捕捉管排出之氣體不可導入分析管柱中。

3.脫附裝置須能將捕捉管快速加熱，捕捉管中填充的聚合物部分溫度不應過高，否則捕捉管的使用期限將減短。捕捉管失效的兩個特徵為：在吹氣過程中，捕捉管兩端的壓力差大於 3 psi，或是在分析溴仿時得到很差的靈敏度。

（九）氣相層析管柱

1.管柱 1：60 m ×0.25 mm 內徑，VOCOL fused silica capillary column，膜厚 1.5 μm。

2.管柱 2：60 m ×0.25 mm 內徑，DB-624 narrow-bore capillary column，膜厚 1.5 μm。

3.管柱 3：20 m x 0.18 mm 內徑，Agilent J&W DB - 624UI ， 膜厚 1 μm。

4.管柱 4：30 m x 0.20 mm 內徑，HP-VOC，膜厚 1.2 μm。

5.亦可使用其他可有效分離待測物之層析管柱。

（十）質譜儀：每 0.7 秒內可由 45 amu 掃描至 265 amu，使用 EI 方式離子化，撞擊能量為 70 eV，除了掃描模式(Scan)外；若檢測飲用水項目為氯乙烯時，須採用離子監測模式(SIM)進行資料擷取。

（十一）毛細界面管柱：

1.連接脫附裝置與氣相層析儀分離管柱間之界面管柱，此界面管柱具有將吹氣捕捉裝置中高溫脫附後之各成分，以液氮或其他降溫裝置低溫收集於未塗佈固定相之空的毛細界面管柱前端，瞬間將各成分傳輸到氣相層析儀之分離管柱中。此毛細界面管柱前端與後端所連接之吸附管及分離管柱內徑不同，必須利用不鏽鋼螺旋帽轉接，以不漏氣為連接原則。

2.在可達到本方法之績效下，亦可不使用液氮低溫毛細介面管柱。

（十二）氣相層析儀：可控溫及具有微調流量控制器。

五、試劑

（一）試劑水：不含有機物之水，或符合前述規格之市售純水，水中待測物之含量低於方法偵測極限且不含其他干擾物。此類試劑水可將自來水經由約 450 g 活性碳之吸附床去除水中有機物而得，或亦可由純水製造系統製造不含有機物之去離子水。針對揮發性有機物質分析用之不含有機物試劑水，可將蒸餾水煮沸 15 min 後，將水溫保持在 90℃，通入惰性氣體 1 小時。

（二）甲醇：殘量級（或同等級）。

（三）儲備標準溶液：儲備溶液可採購經確認之標準品。以甲醇為溶劑的專用儲備標準溶液。

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 min，不要加蓋，直到所有沾到甲醇液體的容器表面乾燥為止，精確秤量至 0.1 mg。

2.使用 100 μL 的注射針，立即加入兩滴或兩滴以上已預先分析過的標準參考品於量瓶中，再秤重。加入的標準品液體必須直接落入甲醇液體中，不得與量瓶的瓶頸部份接觸。

3.再秤重，稀釋至刻度，蓋上瓶蓋，倒置量瓶數次，使充分混合。以標準參考品的淨重，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。任何濃度之市售標準品，經製造商或一獨立機構確認過，皆可使用。

4.將儲備溶液倒入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 -10℃ 至 -20℃ 低溫，避光。

（四）將儲備標準溶液以甲醇稀釋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，再分別稀釋配製成五、(五)中在儀器分析線性範圍內之各檢量線標準品。儲存中間標準溶液時，瓶端空間須儘量少，以避免揮發性有機物的逸失。

（五）取中間標準溶液，以不含有機物的試劑水，製備至少五種不同濃度之檢量線標準品，第一點之濃度宜與方法定量極限之濃度相當，其他濃度須涵蓋真實樣品之預估濃度或氣相層析儀的偵測線性範圍內之濃度。

（六）內標準品及擬似標準品添加溶液：依五、(三)及五、(四)所敘述，製備氟苯、1,2-二氯苯-d_4 及 4-溴氟苯標準品添加至甲醇中之標準溶液。若以注射器進樣時，配製各標準品之中間標準溶液的濃度值為 5 μg/mL，分析時，取此中間標準溶液 5 μL 加入於 5 mL（或 25 mL）樣品或檢量線標準溶液中，其相當濃度為 5 μg/L（或 1 μg/L）；若以自動進樣設備進樣時，配製濃度值為 12.5 μg/mL，分析時，取此中間標準溶液 2 μL 加入於 5 mL（或 25 mL）樣品或檢量線標準品中，其相當濃度為 5 μg/L（或 1 μg/L）。或以其它適當方式執行添加內標準品及擬似標準品。或以其它適當方式執行添加內標準品及擬似標準品。

（七）4-溴氟苯 BFB(4-Bromofluorobenzene)校正標準溶液：配製成 5 μg/mL 或 12.5 μg/mL 之 BFB 甲醇溶液。

（八）品管查核標準品：可購置經確認之標準溶液，若無法購得則可自行配製。

（九）抗壞血酸(Ascorbic acid)：試藥級。

（十）鹽酸，6 M：將等體積的濃鹽酸加入試劑水中。

（十一）硫酸溶液，3 M：緩緩加 17 mL 濃硫酸於攪拌之試劑水中，並稀釋至 100 mL（注意：配製過程中會產生大量熱）。

六、採樣與保存

（一）所有樣品皆需作重複採樣。 若樣品中含有餘氯 ，在採樣前須於 40 mL 棕色附鐵氟龍墊片之樣品瓶內添加約 25 mg 抗壞血酸；若餘氯濃度大於 5 mg/L 時 ，於每 5 mg/L 餘氯之樣品瓶內添加約 25 mg 抗壞血酸。採樣時須將採樣瓶內水樣略溢流(overflow)，但要避免將溶解的抗壞血酸沖出。避免於裝填水時有氣泡通過樣品或封瓶時有氣泡滯留。每 40 mL 水樣加入足量 6 M 鹽酸或 3 M 硫酸水溶液，使水樣的 pH 值小於 2，以鐵氟龍內襯朝下之瓶蓋密封樣品瓶後，均勻混合，倒轉樣品瓶，輕敲瓶壁，檢查是否有氣泡。

（二）採樣後之樣品須於 4 ± 2℃冷藏，在包裝運送過程中必須使用足夠的冰塊，以確保樣品到達實驗室時，仍保持在 4 ± 2℃。

（三）樣品在實驗室時，必須貯藏於 6℃以下，避光，樣品貯藏區域不可存在有機溶劑蒸氣。自動進樣器的冷卻機溫度須保持 10℃以下，樣品必須在 10℃或更低進行上機分析。

（四）採樣後 14 日內要完成樣品分析。（註 3）

七、步驟

（一）吹氣捕捉裝置條件參考如下（可視實際需要適當調整）：

吹氣溫度：室溫

吹氣時間：11 min

去水裝置脫附溫度： 5℃

毛細管界面冷卻溫度： －150℃

脫附溫度： 230℃

脫附時間： 4 min

注射溫度： 200℃

注射時間： 1 min

回洗溫度： 230℃

回洗時間： 8 min

氣體流速：高純度氮氣或氦氣（99.95%以上），流速為 40 ± 3 mL/min。

傳輸毛細界面管柱：以 15 秒或更短時間內加熱到 250℃以上。

（二）氣相層析儀條件參考如下（可視實際需要適當調整）：

分離管柱：管柱 1。

管柱升溫條件：最初溫度設定在 35℃，保持 5 min，再以 3℃/min 升溫至 200℃，保持 10 min。

載流氣體：氦氣，流速 0.8 mL/min ，純度 99.99% 以上。

（三）質譜儀操作條件參考如下（可視實際需要適當調整）：

離子化方式： EI, 70 eV

質譜掃描範圍： 45 至 265 amu

界面傳輸溫度：280℃

離子源溫度：280℃

掃描時間：每一尖峰至少須有 8 次掃描，且每一掃描不得超過 0.7 秒。

（四）績效測試及建立檢量線

1.BFB 績效測試：以氣相層析質譜儀從事分析前，應先分析 25 ng 或更小量之 BFB ，確定其質譜能符合表二之要求，若不符合要求，則須重新調整儀器狀態至符合為止。此一分析應每 12 小時執行 1 次。

2.檢量線製作

（1）分取至少 5 種不同濃度之檢量線標準溶液裝入注射器或自動進樣設備，其最低一點濃度須接近方法定量極限。調整體積至 5 mL（或 25 mL）後，加入適量（使用注射器時，添加 5 μL ；若是使用自動進樣設備，添加 2 μL）之內標準品及擬似標準品添加溶液並充分混合，注入吹氣捕捉裝置，進行吹氣、捕捉、脫附、自動導入氣相層析質譜儀中，將尖峰面積或

高度對化合物濃度及內標準品濃度做成表格，依下式計算感應因子(response factor RF)：

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

其中　A_s：待測物之感應訊號

A_{is}：內標準品感應訊號

C_s：待測物之量(ng)

C_{is}：內標準品之量(ng)

（2）在工作之濃度範圍內，若感應因子之相對標準偏差應小於20%，則可以平均感應因子作定量分析，否則須檢查儀器狀況，重新製作檢量線。

（3）檢量線確認：檢量線製備完成後，應即以第二來源標準品配製接近檢量線中點濃度，進行檢量線確認。

3.檢量線查核：每批次或每十二小時為週期之樣品分析工作前以檢量線中點執行之，完成樣品分析後應再執行檢量線之查核。

（五）樣品分析

1.確認氣相層析質譜儀之條件合於分析條件。

2.將樣品裝入注射器或自動進樣設備，並調整體積至 5 mL（或 25 mL）後，添加適量（使用注射器時，添加 5 μL；若是使用自動進樣設備，添加 2 μL） 內標準品及擬似標準品添加溶液於 5 mL（或 25 mL）注射器中，充分混合後，注入吹氣捕捉裝置，進行吹氣、捕捉、脫附、自動導入氣相層析質譜儀中，進行定性及定量之分析。

八、結果處理

（一）定性分析

1.若氣相層析質譜儀之 BFB 校正符合表二規範，則可進行樣品與標準品之特性離子做比較。

2.樣品與標準品比較其相對滯留時間差最多不得超過其檢量線平均滯留時窗的 3 倍相對偏差或平均滯留時間 ±0.03 分鐘範圍。

3.比較特性離子時應符合下列要求：

(1)標準質譜中相對強度大於 10% 之特性離子均應出現在樣品中。

(2)樣品中符合上項要求特性離子之大小應在標準品相對離子強度的 ± 20% 之間。

(3)對於有些重要的離子（如分子離子），雖然其相對強度小於 10%，亦應列入評估中。

（二）定量分析

參考表一中所列化合物之主要特性離子積分定量，如果主要特性離子在樣品中遭受干擾，可採用次要特性離子來定量。

本方法之定量分析是採取內標準法，待測物濃度計算方式如下：

$$濃度(\mu g/L)=〔(A_x)(C_{is})(D)〕/〔(A_{is})(\overline{RF})(V_s)〕$$

其中

A_x：樣品溶液中待測物之尖峰面積。

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。

$\overline{RF}$：待測物平均感應因子。

V_s：水樣體積(mL)。

（三）氯乙烯定性與定量分析

1.若氣相層析質譜儀之 BFB 校正符合表二規範，則可進行樣品分析。

2.樣品與氯乙烯標準品比較其相對滯留時間差最多不得超過其檢量線平均滯留時窗的 3 倍相對偏差或平均滯留時間± 0.03 分鐘範圍。

3.氯乙烯選擇 62 m/z 及 64 m/z 兩離子進行 SIM 分析。樣品中兩離子強度比在 33 % ± 7 %範圍內可判定為氯乙烯。

4.以氯乙烯主要特性離子(62 m/z)積分定量。本方法之定量分析是採取內標準法，待測物濃度計算方式如下:

$$濃度(\mu g/L)=〔(A_x)(C_{is})(D)〕/〔(A_{is})(\overline{RF})(V_s)〕$$

其中

A_x：樣品溶液中待測物之尖峰面積。

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。

$\overline{RF}$：待測物平均感應因子。

V_s：水樣體積(mL)。

九、品質管制

（一）檢量線確認：所得之感應因子與檢量線平均感應因子相對誤差不得超過 ±20%（或所測得濃度之相對誤差不得超過 ±20%）。

（二）檢量線查核：每批次或每十二小時樣品分析，其感應因子與檢量線平均感應因子相對誤差不得超過 ±25%（或所測得濃度之相對誤差不得超過 ±25%）。

（三）空白樣品分析：每 10 個或每批樣品至少執行 1 次空白樣品分析，須低於待測物方法偵測極限的 2 倍。

（四）查核樣品分析：每 10 個或每批樣品至少執行 1 次查核樣品分析，其回收率應在 75% 至 125% 之間。

（五）重複樣品分析：每 10 個或每批樣品至少執行 1 次重複樣品分析，其相對差異百分比應在 25% 內。

（六）添加樣品分析：每 10 個或每批樣品至少執行 1 次添加樣品分析，其回收率應在 65% 至 135% 之間。

（七）內標準品監測：進行樣品分析時，必須同時評估內標準品之感應面積，其感應面積與檢量線標準溶液之感應面積比較，應在 50% 至 150%範圍之間，或其感應面積與最近的檢量線查核溶液之感應面積比較，應在 70% 至 130% 範圍之間。

（八）擬似標準品回收率：進行樣品分析時，必須同時評估擬似標準品之回收率，應在 60% 至 140% 範圍之間。

十、精密度與準確度

表三為單一實驗室檢測之精密度與準確度。層析圖譜如圖一。

十一、參考資料

（一）U.S.EPA, Measurement of Purgeable Organic Compounds in Water by Capillary Column Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Method 524.3, 2009.

（二）U.S.EPA, SW-846, Chapter 4 Organic Analytes, 1998.

（三）行政院環境保護署，EPA-100-1602-02-05，廢水處理池逸散揮發性有機物檢測技術開發，中華民國 101 年。

註 1：本檢驗相關樣品廢液，依有機鹵素類溶劑（含氯有機溶劑）廢液處理。

註 2：本方法所使用之化學物質的毒性和致癌性均尚無準確的說明，應將每一化合物視為對人體健康具潛在之危害，並於排煙櫃內進行實驗。

註 3：若檢測飲用水項目為氯乙烯時，須注意採樣樣品數。

表一 適用本方法之揮發性有機化合物

化 合 物	主要 定量離子	次要 定量離子
內標準品(IS)：Fluorobenzene	96	77
擬似標準品(SS)：4-Bromofluorobenzene	95	174,176
擬似標準品(SS)：1,2-Dichlorobenzene-d_4	152	115,150
Benzene	78	77
Bromobenzene	156	77,158
Bromochloromethane	128	49,130
Bromodichloromethane	83	85,127
Bromoform	173	175,252
Bromomethane	94	96
n-Butylbenzene	91	134
sec-Butylbenzene	105	134
tert-Butylbenzene	119	91
Carbon tetrachloride	117	119
Chlorobenzene	112	77,114
Chloroethane	64	66
Chloroform	83	85
Chloromethane	50	52
2-Chlorotoluene	91	126
4-Chlorotoluene	91	126
Dibromochloromethane	129	127
1,2-Dibromo-3-chloropropane	75	155,157
1,2-Dibromoethane	107	109,188
Dibromomethane	93	95,174
1,2-Dichlorobenzene	146	111,148
1,3-Dichlorobenzene	146	111,148
1,4-Dichlorobenzene	146	111,148
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

表一 適用本方法之揮發性有機化合物(續)

化 合 物	主要 定量離子	次要 定量離子
1,3-Dichloropropane	76	78
2,2-Dichloropropane	77	97
1,1-Dichloropropene	75	110,77
cis-1,3-Dichloropropene	75	110
trans-1,3-Dichloropropene	75	110
Ethylbenzene	91	106
Hexachlorobutadiene	225	260
Isopropylbenzene	105	120
4-Isopropyltoluene	119	134,91
Methylene chloride	84	86,49
Methyl-t-butyl Ether	73	57
Naphthalene	128	
n-Propylbenzene	91	120
Styrene	104	78
1,1,1,2-Tetrachloroethane	131	133,119
1,1,2,2-Tetrachloroethane	83	131,85
Tetrachloroethene	166	168,129
Toluene	92	91
1,2,3-Trichlorobenzene	180	182
1,2,4-Trichlorobenzene	180	182
1,3,5-Trichlorobenzene	180	182
1,1,1-Trichloroethane	97	99,61
1,1,2-Trichloroethane	83	97,85
Trichloroethene	95	130,132
Trichlorofluoromethane	101	103
1,2,3-Trichloropropane	75	77
1,2,4-Trimethylbenzene	105	120
1,3,5-Trimethylbenzene	105	120
Vinyl chloride	62	64
m-Xylene	106	91
o-Xylene	106	91
p-Xylene	106	91
1,3-Butadiene	54	53,39

表一 適用本方法之揮發性有機化合物(續)

化 合 物	主要 定量離子	次要 定量離子
Bis-Chloromethyl ether	79	49,81
Choromethyl Methyl Ether	45	79,49
2-Ethoxyethanol	72	59,90
2-Methoxyethyl ether	59	89,102
2-Bromopropane	122	43,125
Epoxypropane	58	43,28
Acrylonitrile	53	52,51

註：方法偵測極限依儀器條件而定。

表二 BFB 相對強度規範

Mass(m/z)	Relative abundance criteria
50	15 to 40% of Mass 95
75	30 to 80% of Mass 95
95	Base Peak, 100% Relative Abundance
96	5 to 9% of Mass 95
173	less than 2% of Mass 174
174	Greater than 50% of Mass 95
175	5 to 9% of Mass 174
176	Greater than 95% but less than 101% of Mass 174
177	5 to 9% of Mass 176

表三 單一實驗室添加揮發性有機化合物標準品於試劑水之精密度與準確度

No	Compound	添加濃度（μg/L）	回收濃度（μg/L）	標準偏差（μg/L）	回收率＋標準偏差 (%)	分析次數
1	Dichlorodifluoromethane	5.00	5.37	0.28	107 ±6	7
2	Chloromethane	5.00	6.00	0.45	120 ±8	7
3	Vinyl Chloride	5.00	5.98	0.33	120 ±7	7
4	Bromomethane	5.00	5.35	0.30	107 ±6	7
5	Chloroethane	5.00	5.35	0.25	107 ±5	7
6	Trichlorofluoromethane	5.00	5.18	0.27	104 ±5	7
7	1,1-Dichloroethylene	5.00	5.25	0.27	105 ±5	7
8	Methylene chloride	5.00	5.61	0.39	112 ±8	7
9	Methyl-t-butyl Ether	10.00	9.45	0.86	94 ±9	7
10	trans-1,2-Dichloroethylene	5.00	5.08	0.40	102 ±8	7
11	1,1-Dichloroethane	5.00	5.06	0.26	101 ±5	7
12	2,2-Dichloropropane	5.00	5.74	0.28	115 ±6	7
13	cis-1,2-Dichloroethylene	5.00	5.09	0.29	102 ±6	7
14	Chloroform	5.00	5.00	0.29	100 ±6	7
15	Bromochloromethane	5.00	5.03	0.22	101 ±4	7
16	1,1,1-Trichloroethane	5.00	5.19	0.25	104 ±5	7
17	1,1-Dichloropropene	5.00	5.06	0.23	101 ±5	7
18	Carbon tetrachloride	5.00	5.19	0.26	104 ±5	7
19	1,2-Dichloroethane	5.00	4.87	0.18	97 ±4	7
20	Benzene	5.00	4.98	0.21	100 ±4	7
IS	Fluorobenzene					
21	Trichloroethylene	5.00	5.03	0.21	101 ±4	7
22	1,2-Dichloropropane	5.00	5.08	0.25	102 ±5	7
23	Bromodichloromethane	5.00	5.03	0.29	101 ±6	7
24	Dibromomethane	5.00	4.91	0.15	98 ±3	7
25	cis-1,3-Dichloropropene	5.00	5.02	0.22	100 ±4	7
26	Toluene	5.00	5.31	0.31	106 ±6	7
27	trans-1,3-Dichloropropene	5.00	4.95	0.19	99 ±4	7
28	1,1,2-Trichloroethane	5.00	4.90	0.18	98 ±4	7
29	1,3-Dichloropropane	5.00	4.85	0.21	97 ±4	7
30	Tetrachloroethylene	5.00	5.59	0.28	112 ±6	7
31	Chlorodibromomethane	5.00	5.10	0.42	102 ±8	7
32	1,2-Dibromoethane	5.00	4.90	0.22	98 ±4	7
33	Chlorobenzene	5.00	5.23	0.28	105 ±6	7

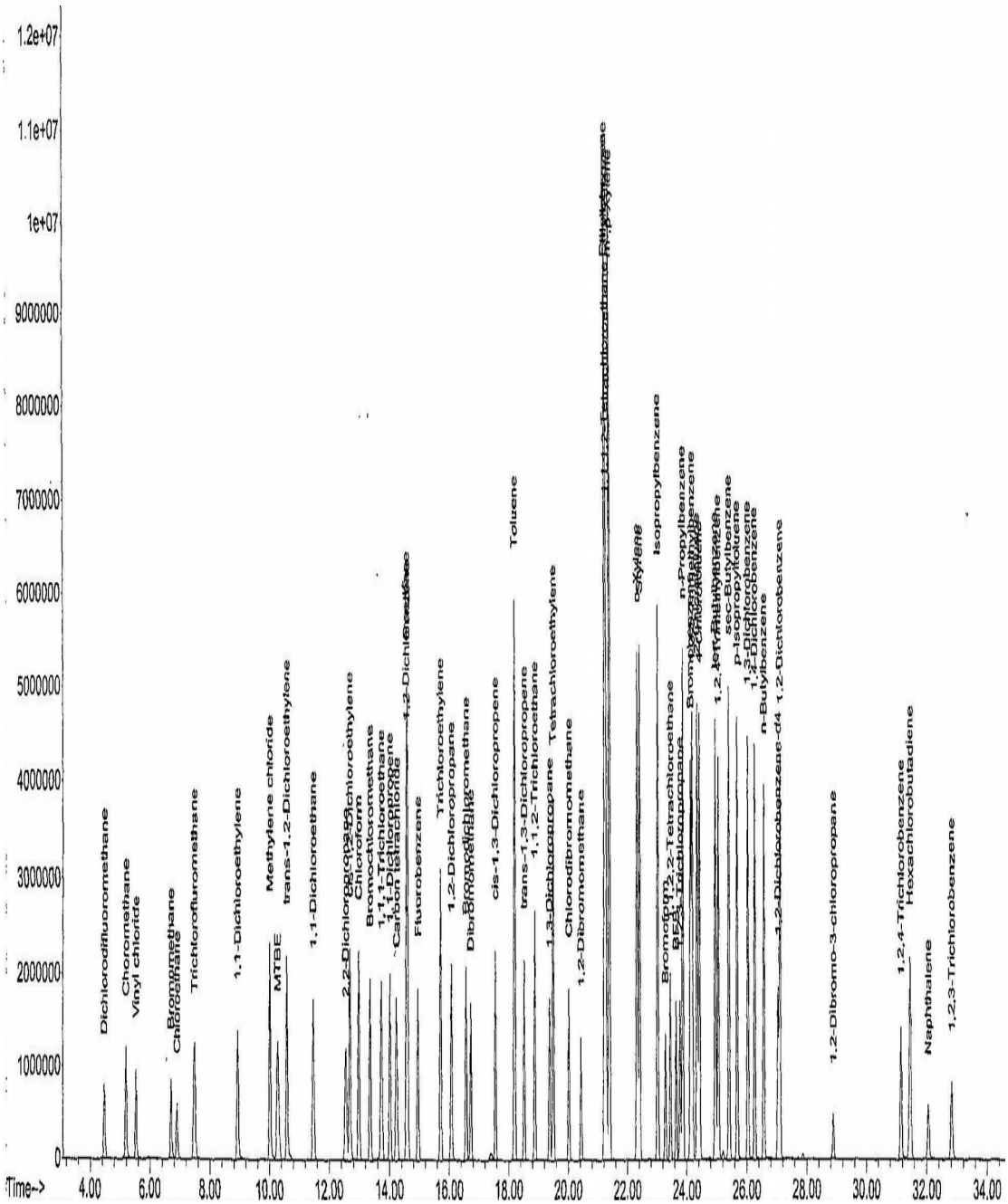
表三 單一實驗室添加揮發性有機化合物標準品於試劑水之精密度與準確度(續)

No	Compound	添加濃度（μg/L）	回收濃度（μg/L）	標準偏差（μg/L）	回收率＋標準偏差 (%)	分析次數
34	1,1,1,2-Tetrachloroethane	5.00	5.26	0.24	105 ±5	7
35	Ethylbenzene	5.00	5.16	0.26	103 ±5	7
36,37	m-Xylene & p-Xylene	5.00	5.25	0.25	105 ±5	7
38	o-Xylene	5.00	5.18	0.22	104 ±4	7
39	Styrene	5.00	5.14	0.27	103 ±5	7
40	Isopropylbenzene	5.00	5.11	0.26	102 ±5	7
41	Bromoform	5.00	5.12	0.47	103 ±9	7
42	1,1,2,2-Tetrachloroethane	5.00	4.72	0.21	94 ±4	7
SS	BFB	5.00	5.37	0.25	102 ±5	7
43	1,2,3-Trichloropropane	5.00	4.67	0.22	93 ±4	7
44	n-Propylbenzene	5.00	5.08	0.24	102 ±5	7
45	Bromobenzene	5.00	5.38	0.28	108 ±6	7
46	1,3,5-Trimethylbenzene	5.00	5.13	0.23	103 ±5	7
47	2-Chlorotoluene	5.00	5.07	0.25	102 ±5	7
48	4-Chlorotoluene	5.00	5.07	0.28	102 ±6	7
49	tert-Butylbenzene	5.00	5.22	0.27	104 ±5	7
50	1,2,4-Trimethylbenzene	5.00	5.19	0.28	104 ±6	7
51	sec-Butylbenzene	5.00	5.14	0.26	103 ±5	7
52	p-Isopropyltoluene	5.00	5.20	0.27	104 ±5	7
53	1,3-Dichlorobenzene	5.00	5.34	0.26	107 ±4	7
54	1,4-Dichlorobenzene	5.00	5.34	0.29	107 ±6	7
55	n-Butylbenzene	5.00	5.03	0.29	101 ±6	7
SS	1,2-Dichlorobenzene-d_4	5.00	4.81	0.15	98 ±3	7
56	1,2-Dichlorobenzene	5.00	5.26	0.28	105 ±6	7
57	1,2-Dibromo-3-chloropropane	5.00	4.68	0.25	94 ±5	7
58	1,2,4-Trichlorobenzene	5.00	5.40	0.41	108 ±8	7
59	1,3,5-Trichlorobenzene	5.00	5.89	0.38	118 ±8	7
60	Hexachlorobutadiene	5.00	6.00	0.54	120 ±10	7
61	Naphthalene	5.00	4.73	0.62	95 ±13	7
62	1,2,3-Trichlorobenzene	5.00	4.92	0.56	98 ±11	7
63	1,3-Butadiene	10.0	10.8	0.51	108 ±5	6

註：層析圖譜如圖一。

表四 單一實驗室添加 0.1 μg/L 氯乙烯標準品於試劑水之精密度及準確度（離子監測模式）

化合物	添加濃度(μg/L)	SD	RSD(%)	回收率(%)	分析次數
氯乙烯(Vinyl chloride)	0.1	0.0038	2.7	130±5	7



圖一 揮發性有機物氣相層析圖(掃描模式)