

# 事業廢棄物中有機磷農藥檢測方法—氣相層析儀法

中華民國 112 年 9 月 19 日環部授研字第 1125100765 號

自中華民國 113 年 1 月 15 日生效

NIEA R610.22C

## 一、方法概要

液體樣品及溶出程序(Leaching procedure)萃出液經調整pH值後，以液相—液相萃取或固相萃取法取得萃取液；固體樣品則以超音波萃取或加壓流體萃取等適當萃取法取得萃取液。萃取液經除水、濃縮、淨化及定容後，以氣相層析儀(Gas chromatograph, GC)配置適當偵測器檢測有機磷農藥。

## 二、適用範圍

本方法適用於事業廢棄物及溶出程序萃出液中有機磷農藥，化合物如表一所列。

## 三、干擾

- (一) 試劑、玻璃器皿或其他前處理使用之硬體設備受污染後，往往造成顯著之干擾波峰或提高氣相層析儀之基線，造成方法干擾。分析時須包含空白樣品，以確定分析系統不受干擾。
- (二) 使用設定於測磷模式之火焰光度偵測器時，樣品受到不含磷和硫之化合物的干擾程度最小。元素硫會干擾氣相層析儀火焰光度偵測器檢測有機磷農藥，如果使用去硫淨化法(NIEA M186.0) (註)時，只可用四丁基亞硫酸銨[Tetrabutyl ammonium-sulfite]，因為銅和汞會破壞有機磷農藥。使用四丁基亞硫酸銨淨化樣品時，必須確定各待測物之回收率高於 85 %。
- (三) 使用氮磷偵測器時，三氮苯類除草劑(Triazine herbicide)如草脫淨草滅淨及其他含氮化合物皆會造成干擾。

## 四、設備與材料

- (一) 氣相層析儀：適用於直接管柱(On-column)注射和分流-非分流式注射，且配備所有必須的附件，包括注射針、層析管柱、氣體、適當偵測器及含積分軟體之數據處理系統。使用雙管柱分析時，氣相層析儀需配備二個偵測器。
- (二) 層析管柱 (0.53 mm、0.32 mm 或 0.25 mm 內徑 × 15 m 或 30 m 長度，視所需之分離度而定)，0.53 mm 內徑之管柱適用於環境及廢棄物分析，使用雙管柱及單一注射器分析系統時，必須是相同內徑及長度之管柱。圖一至圖四為 15 m DB-210 管柱之層析圖譜。
  1. 管柱 1：15 m 或 30 m × 0.53 mm 寬口毛細管柱，1 μm 膜厚，內覆 50 % 三氟丙基聚矽氧烷(Trifluoropropyl polysiloxane)和 50 % 甲

基聚矽氧烷(Methyl polysiloxane) (DB-210 或同級品)。

- 2.管柱 2：15 m 或 30 m × 0.53 mm 寬口毛細管柱，0.83 μm 膜厚，內覆 35 % 苯基甲基聚矽氧烷(Phenyl methyl polysiloxane) (DB-608, SPB-608, RTx-35 或同級品)。
- 3.管柱 3：15 m 或 30 m × 0.53 mm 寬口毛細管柱，1 μm 膜厚，內覆 5 % 苯基聚矽氧烷(Phenyl polysiloxane)及 95 % 甲基聚矽氧烷 (DB-5, SPB-5, RTx-50 或同級品)。
- 4.管柱 4：15 m 或 30 m × 0.53 mm 寬口毛細管柱，1 μm 或 1.5 μm 膜厚，內覆甲基聚矽氧烷 (DB-1, SPB-1 或同級品)。
- 5.附加選擇配備：管柱清洗裝置，鍵結相(Bonded phase)管柱清洗裝置 (J & W Scientific 目錄 430-3000 或同級品)。

### (三) 偵測器：

- 1.建議使用在磷專一模式下之火焰光度偵測器(Flame photometric detector, FPD)。
- 2.氮磷偵測器(Nitrogen phosphorus detector, NPD)在磷專一模式下，其靈敏度較差，但會偵測到三氮苯類除草劑。
- 3.鹵素特定偵測器 (如電解電導偵測器，微電量偵測器) 只限於使用在含有鹵素和含硫的化合物之檢測上。
- 4.電子捕捉偵測器也可以用在一些化合物之檢測上。

### (四) 分析天平：可精稱至 0.1 mg。

## 五、試劑

### (一) 溶劑

- 1.異辛烷：殘量級或同級品。
- 2.正己烷：殘量級或同級品。
- 3.丙酮：殘量級或同級品。
- 4.四氫呋喃(Tetrahydrofuran, THF)：殘量級或同級品。(僅用於三氮苯類除草劑標準品配製)。
- 5.甲基第三丁基醚(Methyl tert-butyl ether, MTBE)：殘量級或同級品。(僅用於三氮苯類除草劑標準品配製)。

### (二) 儲備標準溶液(Stock standard)：1,000 mg/L，可由純的標準物質製備或購買市售確認過之標準溶液。

- 1.以天平稱取約 0.0100 g 標準品，溶於丙酮及正己烷混合之溶劑中，並稀釋於 10 mL 量瓶中。若標準物質之純度高過 96 % 時，其重量

可不校正，直接計算儲備標準溶液濃度。一般市售之儲備標準溶液如經廠商或另一來源之標準品予以確認，亦可使用。

2. 草脫淨及草滅淨在正己烷中溶解度很低，如須配製草脫淨及草滅淨標準溶液時，草脫淨應溶於甲基第三丁基醚內，而草滅淨應溶於丙酮／甲基第三丁基醚／四氫呋喃(1:3:1)中。
3. 混合儲備標準溶液：此類標準溶液由單獨之儲備標準溶液配製而成。當化合物少於 25 種時，分別取 1 mL，1,000 mg/L 儲備標準溶液，放入 25 mL 量瓶內混合，配製混合儲備標準溶液。例如配製 20 種化合物之混合儲備標準溶液，於調整體積至 25 mL 後，每一化合物之濃度為 40 mg/L。混合儲備標準溶液可以進一步稀釋到所要的濃度。混合儲備標準溶液中其組成化合物不得多於 25 種。
4. 將所有的標準溶液（包括儲備標準溶液、混合儲備標準溶液、校正標準溶液、內標準品及擬似標準品）移至含鐵氟龍內襯螺旋蓋之小瓶中，每一小瓶作為工作標準品使用，避免整批標準品受污染或水解，以  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  冷藏，並避光儲存。如果例行品管發現標準品有問題時應立即替換。容易水解之化合物包括特普、甲基巴拉松及脫葉亞磷應每 30 天檢查一次。

(三) 以異辛烷或正己烷稀釋混合儲備標準溶液成至少五種不同濃度的檢量線。檢量線之濃度範圍應與樣品中預期發現之濃度範圍相當，而檢量線之濃度範圍應該在偵測器線性範圍之內。有機磷檢量線應每一或兩個月替換一次，如果例行品管發現標準品有問題時應立即替換。

(四) 內標準品：部分有機磷農藥會和內標準品共析出(Coelute)（波峰重疊），而偵測器對不同化合物之反應也不同，使得內標準品的選用更為複雜。

1. 有機磷農藥上之硫磷鍵會增強火焰光度偵測器之反應。目前尚未建立以硫磷化合物充當具有不同硫原子數目之有機磷農藥的內標準品，如以硫代磷酸酯(Phosphorothioates)來充當二硫代磷酸酯(Phosphorodithioates)或磷酸酯(Phosphate)的內標準品。

2. 以下之內標準品用於 30 m 管柱和氮磷偵測器上。配製約 1,000 mg/L 一溴二硝基苯，稀釋成 5 mg/L 作為添加標準品，每毫升的萃液添加 10  $\mu\text{L}$  一溴二硝基苯。所有樣品及檢量線添加內標準品之濃度應保持一致。由於一溴二硝基苯在火焰光度偵測器下之反應很弱，因此不適用於火焰光度偵測器之內標準品。目前沒有任何化合物適用於火焰光度偵測器之內標準品。

(五) 擬似標準品：分析多種農藥時，建議加入二個擬似標準品，一個為先沖提出者，另一為後沖提出者。含氬之類似物並不適合作為氣相層析儀火焰光度偵測器或氮磷偵測器分析系統之擬似標準品。

- 1.選用一種或多種與要檢測之待測物分析性質相近之化合物充當疑似標準品。
- 2.磷酸三丁酯和磷酸三苯酯用來作為火焰光度偵測器和氮磷偵測器分析系統之疑似標準品。加入 1 ng 疑似標準品至每一樣品中。如有共析出情況發生時，用 4-氯-3-硝基三氟甲苯(4-Chloro-3-nitrobenzo-trifluoride)代替，但只能用於氮磷偵測器之分析系統上。

## 六、採樣與保存

- (一) 有機磷酯類在酸性或鹼性的環境下很容易水解。採樣後應儘速以氫氧化鈉或硫酸溶液將樣品的 pH 值調到 5 至 8 間。
- (二) 樣品必須保存於  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，並在採樣後 7 天內完成萃取。
- (三) 萃取液必須保存於  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，並在萃取後 40 天內完成分析。

## 七、步驟

- (一) 執行本方法時，應注意以下事項：

- 1.本方法所列之部分有機磷農藥，經矽酸鎂(Florisil)淨化後之回收率小於 85%，因此矽酸鎂淨化並不適用於本法所列之所有待測物。於不同溶劑極性下，有機磷農藥在不同極性之沖提液下，從矽酸鎂淨化管柱分流回收率之分布如表二。使用火焰光度偵測器可免去淨化樣品的困擾。
- 2.數據顯示本方法許多有機磷農藥，經過膠滲透淨化法(NIEA M184.0)後之回收率小於 85%，因其較鄰苯二甲酸(2-乙基己基)酯[Bis(2-ethylhexyl)phthalate]早被沖提出來。因此本方法不建議使用膠滲透淨化法。
- 3.鹵素特定偵測器(如電解電導偵測器，微電量偵測器)，對於含有鹵素之化合物具有選擇性，可用於檢測陶斯松、魚藤、蠅毒磷、普硫松、壤虫磷、二氯松、一品松、乃力松及樂本松。許多有機磷農藥亦可用電子捕捉偵測器測定，然而電子捕捉偵測器之專一性較火焰光度偵測器和氮磷偵測器差。如果定量結果不受干擾影響，且偵測器之靈敏度可滿足法定偵測極限時，方可使用電子捕捉偵測器來檢測有機磷農藥。
- 4.使用 15 m 管柱時，部分待測物有共析出之現象，當此現象發生時，必須採取以下之措施：
  - (1)選擇不同極性之管柱作為確認管柱或
  - (2)使用  $30\text{ m} \times 0.53\text{ mm}$  之管柱或
  - (3)使用  $0.25\text{ mm}$  或  $0.32\text{ mm}$  內徑之管柱。
- 5.表三為分別在 30 m 之 DB-5 及 DB-210 管柱下，共析出之化合物。

6.分析時會遭遇困難之待測物，其難度敘述如下：

- (1) 焦磷酸四乙酯，又稱特普(Tetraethyl pyrophosphate, TEPP)為一種不穩定之二磷酸，極容易水解，並且對溫度很不穩定（特普在 170 °C 時便會分解），在進行樣品前處理和氣相層析儀分析時要特別留意，避免損失。由於特普和其主要分解產物磷酸三乙酯(Triethyl phosphate)，在電子衝擊下產生之質譜幾乎完全相同，因此不易鑑定標準液是否已降解。
- (2) 二氯松在 20 °C 時，於水中溶解度為 10 g/L，因此在水樣中之回收率很差。
- (3) 乃力松經管柱時會因去溴反應而轉變成二氯松。此現象亦可能在樣品前處理時發生。去溴反應之程度端看所分析樣品之基質而定。因此，分析乃力松時，須考慮其潛在去溴反應之可能性。
- (4) 三氯松在酸性、中性或鹼性環境下，分子重新組合並進行脫氯化氫反應，形成二氯松和鹽酸。使用本法分析含有三氯松之有機磷農藥時，須注意可能由三氯松轉變成二氯松造成誤判。
- (5) 滅賜松由兩種化合物組成，分別是滅賜松-O 和滅賜松-S，因此在層析圖譜上會出現兩個波峰。以第一波峰滅賜松-S 來作定量較為合適。
- (6) 大克松為單一組成之殺蟲劑，然而在其標準品之層析圖譜上出現許多額外的波峰，為自發性的氧硫異構化所造成。因此大克松不能放入混合之標準品中加以分析，而是以單獨標準品進行分析。
- (7) 脫葉亞磷為單一組成之殺蟲劑，但會急速氧化成三硫代磷酸酯(Phosphorotrithioate)，脫葉亞磷在層析圖譜分析上總是出現兩個波峰，未氧化之脫葉亞磷先被沖提出來，其氧化程度也許和標準品不同。因此在定量上以兩個波峰之面積和為基準較為適當。
- (8) 有些化合物如亞素靈，其滯留時間隨著注入濃度增加而增長，須注意高濃度樣品造成滯留時間漂移的現象。
- (9) 許多有機磷農藥在層析儀分析系統之活化位置上會有變質的現象。分析前，務必確定注射器和分流器沒有污染，並經矽烷化處理過。
- (10) 層析圖譜分析系統之性能會隨著時間而變質，管柱之解析能力，待測物之分解，管柱之基線皆可經由管柱之沖洗而加以改進。

## (二) 萃取和淨化

1. 任何用於萃取或淨化之 pH 值 5 至 8 液體樣品及毒性特性溶出程序萃出液（液態樣品）皆適用於此法。

2. 選擇適當的萃取方法。液態樣品以分液漏斗液相—液相萃取法(NIEA R106.0)、連續式液相—液相萃取法(NIEA R107.0)、固相萃取方法(NIEA M188.0)或其他適當的方法，在酸鹼度為中性時以二氯甲烷萃取。固體樣品則用索氏萃取法(NIEA M165.0)、自動索氏萃取法(NIEA M193.0)、加壓流體萃取方法(NIEA M189.0)、樣品製備與萃取方法—微波萃取法(NIEA M194.0)、超音波萃取法(NIEA M167.0)或其他適當的方法，以正己烷/丙酮(1:1)或二氯甲烷/丙酮(1:1)萃取，其中超音波震盪萃取法不適用於萃取本方法之所有化合物。各萃取方法之摘要如下：(詳細內容請參考各公告方法)

(1) 分液漏斗液相—液相萃取法

- A. 將水樣搖盪混合均勻後，取定量的液態樣品，通常為 1,000 mL，放入分液漏斗中，以 60 mL 二氯甲烷重複萃取三次，合併收集有機層萃液於三角燒瓶。
- B. 將少許玻璃棉放入去水玻璃管柱底部，然後加入約 5 cm 無水硫酸鈉，將有機萃液通過此去水玻璃管，收集去水之有機萃液，進行濃縮或置換溶劑，用以淨化或定量。

(2) 連續式液相—液相萃取法

- A. 將水樣搖盪混合均勻後，取定量的液態樣品，通常為 1,000 mL，放入連續液相—液相萃取器中，加入 300 mL 至 500 mL 二氯甲烷至蒸餾瓶中並加入沸石，連續萃取 18 小時至 24 小時，收集有機層萃液於三角燒瓶。
- B. 將少許玻璃棉放入去水玻璃管柱底部，然後加入約 5 cm 之無水硫酸鈉，將有機萃液通過此去水玻璃管，收集去水之有機萃液，進行濃縮或置換溶劑，用以淨化或定量。

(3) 索氏萃取法

- A. 將 5 g 至 10 g 的固體樣品，與適量的無水硫酸鈉混合，置於萃取圓形濾筒(Thimble)中，或兩層玻璃棉間，以甲苯/甲醇(10:1)或正己烷/丙酮(1:1)為溶劑，用索氏萃取器萃取 16 小時至 24 小時，收集有機層萃液於三角燒瓶。
- B. 將少許玻璃棉放入去水玻璃管柱底部，然後加入約 5 cm 之無水硫酸鈉，將有機萃液通過此去水玻璃管，收集去水之有機萃液，進行濃縮或置換溶劑，用以淨化或定量。

3. 根據基質干擾及目標分析物的性質，建議的淨化方法包含礬土管柱淨化法(NIEA M193.0)、矽酸鎂淨化法(NIEA M182.0)、矽膠淨化法(NIEA M183.0)、膠滲透淨化法(NIEA M184.0)、去硫淨化法(NIEA M186.0)或其他適當的方法。若使用去硫淨化法時，勿使用汞或銅去硫淨化法。必要時，樣品可以用矽酸鎂淨化法或四丁基

亞硫酸銨去硫淨化法處理之，但膠滲透淨化法不適用於有機磷農藥之處理。含有機磷酯類和硫酯類在酸性和鹼性環境下會快速水解，因此，酸鹼分配淨化法(NIEA R103.0)並不適用於本分析方法之淨化處理。

- 4.淨化後，注射等量萃取物至配置毛細管柱及火焰光度偵測器或氮磷偵測器之氣相層析儀進行分析。
- 5.在注入氣相層析儀分析以前，可將有機磷酯類樣品之溶劑置換成二氯甲烷或正己烷/丙酮混合溶劑。
- 6.二氯甲烷常用於火焰光度偵測器和氮磷偵測器之注入溶劑。

### (三) 氣相層析儀之建議分析條件

參照層析檢測方法總則 NIEA M150.0 所述之基本原則安排分析順序、適當之稀釋及確認條件。

- 1.本方法適用於雙管柱／雙偵測器之裝置，容許使用四種 0.53 mm 內徑之管柱進行有機磷農藥之分析，管柱 1 (DB-210 或同級品) 和管柱 2 (SPB-608 或同級品) 皆為 30 m 管柱，適於多種化合物分析。兩支管柱連接在同一樣品注射埠上，另一端開口則分別接在不同的偵測器上。僅用單一管柱檢測之化合物應再使用第二支管柱檢測，或使用另一種定性方法確認。本方法敘述第二支管柱分析條件，亦可用於第一支管柱。如符合本方法品質管制所規範之靈敏度，亦可使用半揮發性有機物檢測方法—氣相層析質譜儀法(NIEA M731.0)。如不苛求管柱之分離程度，15 m 管柱亦可適用。15 m 管柱之建議操作條件列於表九，30 m 管柱之建議操作條件則列於表十。
- 2.使用 15 m 及 30 m 每一組管柱時，化合物之滯留時間分別列於表四和表五。
- 3.圖五和圖六分別顯示在 30 m 雙管柱分析後的層析圖譜，圖六包含草脫淨、草滅淨和加芬松。

### (四) 檢量線製備

依據 NIEA M150.0 層析檢測方法總則進行之。利用表九和表十建立在所選擇之分析管柱下之操作參數，可使用外標準品法或內標準品法製作檢量線：

#### 1. 外標準品法

- (1)精取一種或一種以上之儲備標準溶液置於量瓶中，以適當溶劑加以稀釋之，配製至少五種不同濃度之檢量線標準溶液，其中一個濃度接近但稍高於 3 倍儀器偵測極限，其餘濃度可為真實樣品濃度範圍或偵測器工作濃度範圍內之濃度。
- (2)將檢量線標準溶液注入氣相層析儀，並將波峰面積或高度對樣

品注入量作成檢量線，標準溶液注入氣相層析儀，所得之感應對注入量所得之比例稱為校正因子(Calibration factor, CF)。

$$CF = \frac{\text{標準品中化合物的尖峰面積(或高度)}}{\text{所注入化合物的重量(ng)}}$$

每一待測物的平均校正因子計算如下，其中 n 是標準溶液的分析次數：

$$\text{平均 CF} = \overline{CF} = \frac{\sum_{i=1}^n CF_i}{n}$$

每一待測物的校正因子的標準偏差(SD)及相對標準偏差(RSD)計算如下：

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (CF_i - \overline{CF})^2}{n-1}}$$
$$RSD = \frac{SD}{\overline{CF}} \times 100$$

若各待測物的 RSD 均小於或等於 20 %，則儀器的感應視為線性，可用平均校正因子作樣品之定量。

- (3) 檢量線確認：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溶液（若無第二來源標準品時，至少應使用另一獨立配製之標準溶液）進行分析作確認，其分析結果應介於相對誤差值在 ± 15 % 以內。

## 2. 內標準品法

- (1) 使用內標準品法時，必須選擇一種或多種與待測物層析性質類似之化合物作為內標準品，且驗證選擇之內標準品在測定時不受檢驗方法或基質干擾之影響，基於這些限制，沒有一種內標準品適用於所有樣品的分析。
- (2) 精取一種或一種以上之儲備標準溶液，置於量瓶中，分別加入等量之一種或多種內標準品，再以適當溶劑稀釋之，配製至少五種不同濃度之檢量線標準溶液，其中一個濃度須接近但稍高

於3倍儀器偵測極限，其餘濃度可為真實樣品濃度範圍或偵測器工作濃度範圍內之濃度。

- (3)將檢量線標準溶液注入氣相層析儀，將波峰面積或高度對化合物濃度及內標準品濃度作成表格，依下式計算感應因子(Response factor, RF)。

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

其中

$A_s$ ：待測物之波峰面積或高度

$A_{is}$ ：內標準品之波峰面積或高度

$C_s$ ：待測物之濃度， $\mu\text{g} / \text{L}$

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

每一待測物的平均感應因子計算如下，其中  $n$  是標準溶液的分析次數：

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

每一待測物的感應因子的標準偏差(SD)及相對標準偏差(RSD)計算如下：

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

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

在工作濃度範圍內，若感應因子之相對標準偏差小於20%，則可以平均感應因子作定量分析，否則以  $A_s / A_{is}$  對 RF 作檢量線定量。

- (4)檢量線確認：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溶液（若無第二來源標準品時，至少應使用另一獨立配製之標準溶液）進行分析作確認，其分析結果應介於相對誤差值在 $\pm 15\%$ 以內。

#### （五）氣相層析質譜儀之確認（視需求）

1. 氣相層析質譜儀可與本方法配合，在定性上確認檢測到之待測物。
2. 化合物判定後之確認步驟：先分析萃液，取得背景校正後之質譜，再與校正標準液在相同層析條件下之質譜相比較。至少要注射 25 ng 之化合物到氣相層析質譜儀內。以下為確認化合物之準則：
  - (1) 待測物之判定根據其在圖譜上之滯留時間，同時樣品之質譜經背景校正後，與參考質譜上之特徵離子比較，進而確認此待測物，表十一列出用質譜儀定量有機磷農藥所需之定量離子和特徵離子。參考質譜必須在實驗室內以本法所定之條件下進行分析後產生。參考質譜之特徵離子的定義以其相對感度最高的三個離子，或任何離子其相對感度大於 30% 者。若在一參考質譜內少於三個此類離子時，達到以下所述之標準時，則可確認化合物之存在。
    - A. 一化合物之特徵離子的相對感度必須在同一掃描或差一（正、負）之掃描內達到最大值。亦可用電腦程式設定自動去找尋某一波峰之化合物，而此程式是依據在特定滯留時間內具有此化合物之特徵離子為標準的。
    - B. 樣品內化合物之相對滯留時間(RRT)與標準品之相對滯留時間差在 0.06 者。
    - C. 樣品中化合物之特徵離子之相對感度與參考質譜上特徵離子之相對感度在 30% 範圍內。（如參考質譜上的某特徵離子之相對感度為 50%，則樣品內對應之特徵離子的相對感度可以從 20% 到 80%）。
  - (2) 具有類似質譜的結構異構物，如果他們在氣相層析儀上能分開，且具有不同的滯留時間時，即兩波峰峰谷的高度小於兩波峰高度和之 25%，則可以判定為兩結構異構物。否則以一對結構異構物判定之。
  - (3) 兩化合物在層析圖譜上無法分離時，因為受到對方離子之干擾，會阻礙其判定工作。一層析圖譜很明顯有兩種以上之化合物時（如波峰變寬，有肩峰出現，峰谷遠在基線上方時），適當選擇質譜和背景質譜在化合物判定上相當重要。分別檢查單一離子之層析圖譜，有助於挑選質譜和判定化合物。當兩化合物同時流出時，判定之標準還是可以吻合，只是質譜上多了許多由另一同時流出化合物來的離子。
  - (4) 樣品內含有非校正標準品之化合物時，通常經由電腦質譜資料

庫之比對作暫定的判定(Tentative identification)。是否需要進行此類判定端視分析之目的而定。電腦質譜資料庫之比對，不應用於例行之化合物判定。因為如此比對兩質譜會造成誤導。只有經過詳細檢查樣品之質譜和電腦選擇出最類似之質譜後，有經驗的質譜專家才能做出嘗試性的判定。以下為此類嘗試性的判定所該遵守的原則：

- A. 參考質譜上主要離子（相對感度為基峰離子 10 % 以上）必須在樣品的質譜上出現。
  - B. 樣品中化合物之主要離子之相對感度與參考質譜上主要離子之相對感度在  $\pm 20\%$  範圍內（如參考質譜上的主要離子之相對感度為 50 %，則樣品內相對應離子的相對感度可以從 30 % 到 70 %）。
  - C. 在樣品的質譜上出現，但沒有在參考質譜上出現之離子，應該進一步探討是背景污染或化合物同時流出造成之結果。
  - D. 在參考質譜上出現，但沒有在樣品的質譜上出現之離子，應該進一步探討是否背景污染或化合物同時流出後，經背景校正後被刪除所造成之結果。電腦資料處理系統會造成此缺陷。
- (5) 若設備上允許的話，化學離子化質譜也可以用來輔助定性化合物。因為有機磷化合物在電子衝擊下，產生許多小碎片，不易判讀。
- (6) 如果氣相層析質譜儀無法達成任務時，重新分析前應嘗試幾個步驟，包括使用不同的管柱或樣品淨化等。

## 八、結果處理

- (一) 當使用外標準品法時，須決定樣品層析圖中，對應於檢量線標準溶液中之各個成份波峰的大小。選擇合適的基線，以測定波峰面積或波峰高度，才能得到正確的定量結果，樣品濃度之計算公式如下：

$$\text{待測物樣品中濃度 } (\mu\text{g}/\text{kg}) = \frac{(A_x)(V_t)(D)}{(\overline{CF})(V_i)(W_s)}$$

其中

$A_x$ ：樣品中待測物的波峰面積（或高度）

$V_t$ ：濃縮萃液的總體積( $\mu\text{L}$ )

$D$ ：稀釋因子，若樣品或萃液在分析前稀釋。若未經稀釋， $D = 1$ 。稀釋因子沒有單位。

$\overline{CF}$ ：由起始校正所得的平均校正因子（面積/ng）

$V_i$ ：注入 GC 的萃液體積( $\mu\text{L}$ )。樣品及檢量線標準溶液注入的體積必須相同。

$W_s$ ：液體樣品為原取樣重(g)。固體樣品以乾重量(g)計，若以濕樣品(W)萃取分析時，須要將水分含量扣除之。

(二) 採用內標準品法時，樣品濃度之計算公式如下：

$$\text{待測物樣品中濃度}(\mu\text{g}/\text{kg}) = \frac{(A_x)(C_{is})(D)}{(A_{is})(\overline{RF})(W_s)}$$

其中

$C_{is}$ ：內標準品添加於樣品萃液之量(ng)。

$A_{is}$ ：內標準品之波峰面積（或高度）。

$\overline{RF}$ ：待測物之平均感應因子。

$A_x$ 、 $D$ 、 $W_s$ ：同上(一)說明。

(三) 若感應超過系統的校正範圍，稀釋萃液後重新分析。當波峰面積因波峰之重疊，造成積分誤差時，建議採用波峰高度定量。

## 九、品質管制

(一) 檢量線查核：每 12 小時或每批次樣品須查核檢量線之適用性，所測得濃度之相對誤差不得超過  $\pm 15\%$ 。

(二) 空白樣品分析：每 20 個或每批樣品至少執行 1 次空白分析，空白分析值應小於方法偵測極限之 2 倍。

(三) 重複樣品分析：每 20 個或每批樣品至少執行 1 次重複分析。

(四) 查核樣品分析：每 20 個或每批樣品至少執行 1 次查核樣品分析，查核樣品回收率須在 50% 至 120%。

(五) 添加樣品分析：每 20 個或每批樣品至少執行 1 次添加樣品分析。

(六) 擬似標準品的回收率：若於樣品中添加擬似標準品，個別樣品中擬似標準品之回收率，必須與已建立之容許規範對照。

## 十、精密度與準確度

表六、表七及表八為二十七種有機磷農藥之回收率，表十二至表十六為單一實驗室各環境基質添加樣品分析之回收率與相對標準偏差。

## 十一、參考資料

(一) U.S. EPA. Organophosphorus Compounds by Gas Chromatography. Method 8141B, 2007.

- (二) Taylor, V.; Hickey, D. M.; Marsden, P. J. Single Laboratory Validation of EPA Method 8140. U.S. EPA., Environmental Monitoring Systems Laboratory, Office of Research and Development, Las Vegas, NV, 1987; EPA-600/4-87-009.
- (三) U.S. EPA. The determination of Organophosphorus Pesticides in Municipal and Industrial Wastewater. Method 614.1, 1992.
- (四) Analysis of Volatile Hazardous Substances by GC/MS: Pesticide Methods Evaluation. Letter Report 6, 12A, and 14 to the U.S. EPA. on Contract 68 - 03 - 2697, 1982.
- (五) U.S. EPA. The determination of thiophosphate Pesticides in Municipal and Industrial Wastewater. Method 622.1, 1992.
- (六) Lopez-Avila, V.; Baldin, E.; Benedicto, J; Milanes, J.; Beckert, W. F. Application of Open-Tubular Columns to SW-846 GC Methods. final report to the U.S. EPA. on Contract 68-03-3511; Mid-Pacific Environmental Laboratory. Mountain View, CA, 1990.
- (七) Hatcher, M. D.; Hickey, D. M.; Marsden, P. J.; Betwiski, L. D. Development of a GC / MS Module for RCRA Method 8141. final report to the U.S. EPA on Contract 68-03- 1958; S-cubed San Diego, CA, 1988.
- (八) Chau, A. S. Y.; Afghan, B. K. Chlorine and Phosphorus-Containing Pesticides. Analysis of Pesticides in Water, CRC Boca Raton, Fl. 1982, Vol. 2. pp91-113-238.
- (九) Hild, J; Schulte, E; Thier, H. P. Separation of Organophorus Pesticides and their Metabolites on Glass-Capillary Column. Chromatographia, 1978, 11-17.
- (十) Luke, M. A.; Froberg, J. E.; Doose, G. M.; Masumoto, H. T. Improved Multiresidue Gas Chromatographic Determination of Organophosphorus, Organonitrogen, and Organohalogen Pesticides in Produce, Using Flame Photometric and Electrolytic Conductivity Detectors. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 1981, 1187, 64.
- (十一) Sherma, J.; Berzoa, M. Analysis of Pesticide Residues in Human and Environmental Samples. U.S. EPA, Research Triangle Park, NC: EPA-600/8-80-038.
- (十二) Desmarchelier, J. M.; Wustner, D. A.; Fukuto, T. R. Mass Spectra of Organophosphorus Esters and their Alteration Products. Residue Reviews. 1974, pp 63, 77.
- (十三) Munch, D. J.; Frebis, C. P. Analyte Stability Studies Conducted during the National Pesticides Survey. ES & T, 1992, vol 26, 921-

925.

- (十四) Jones, T. L. Organophosphorus Pesticide Standards: Stability Study. EMSL-LV Research Report, EPA 600/X-92/040, April, 1992.
- (十五) Kotronarou, A.; et al. Decomposition of Parathion in Aqueous Solution by Ultrasonic Irradiation. ES&T, 1992, Vol. 26, 1460-1462.
- (十六) 行政院環境保護署，分液漏斗液相-液相萃取法 NIEA R106.02C，中華民國 101 年。
- (十七) 行政院環境保護署，連續式液相-液相萃取法 NIEA R107.02C，中華民國 101 年。
- (十八) 行政院環境保護署，索氏萃取法 NIEA M165.01C，中華民國 105 年。
- (十九) 行政院環境保護署，酸鹼分配淨化法 NIEA R103.02C，中華民國 101 年。
- (二十) 行政院環境保護署，超音波萃取法 NIEA M167.01C，中華民國 101 年。
- (二十一) 行政院環境保護署，膠滲透淨化法 NIEA M184.01C，中華民國 101 年。
- (二十二) 行政院環境保護署，去硫淨化法 NIEA M186.01C，中華民國 101 年。
- (二十三) 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。

註：本文引用之所有公告方法名稱及編碼，以環境部最新公告者為準。

表一 有機磷農藥一覽表

化合物名稱	化學摘要登錄號 (CAS Registry No.)
有機磷農藥(OP Pesticides)	
丙硫特普(Aspon <sup>b</sup> )	3244 - 90 - 4
乙基谷速松(Azinphos-ethyl <sup>a</sup> )	2642 - 71 - 9
谷速松(Azinphos-methyl)	86 - 50 - 0
硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos)	35400 - 43 - 2
加芬松(Carbophenothion <sup>a</sup> )	786 - 19 - 6
氯芬松(Chlorfenvinphos <sup>a</sup> )	470 - 90 - 6
陶斯松(Chlorpyrifos)	2921 - 88 - 2
甲基陶斯松(Chlorpyrifos methyl <sup>a</sup> )	5598 - 13 - 0
蠅毒磷(Coumaphos)	56 - 72 - 4
丁烯磷(Crotoxyphos <sup>a</sup> )	7700 - 17 - 6
滅賜松-O(Demeton-O <sup>c</sup> )	8065 - 48 - 3
滅賜松-S(Demeton-S <sup>c</sup> )	8065 - 48 - 3
大利松(Diazinon)	333 - 41 - 5
除線磷(Dichlorofenthion <sup>a</sup> )	97 - 17 - 6
二氯松(Dichlorvos)	62 - 73 - 7
雙特松(Dicrotophos <sup>a</sup> )	141 - 66 - 2
大滅松(Dimethoate)	60 - 51 - 5
大克松(Dioxathion <sup>a,c</sup> )	78 - 34 - 2
二硫松(Disulfoton)	298 - 04 - 4
一品松(EPN)	2104 - 64 - 5
愛殺松(Ethion <sup>a</sup> )	563 - 12 - 2
普伏松(Ethoprop)	13194 - 48 - 4
氯磺磷(Famphur <sup>a</sup> )	52 - 85 - 7
撲滅松(Fenitrothion <sup>a</sup> )	122 - 14 - 5
繁福松(Fensulfothion)	115 - 90 - 2
芬殺松(Fenthion)	55 - 38 - 9
大福松(Fonophos <sup>a</sup> )	944 - 22 - 9
福賜松(Leptophos <sup>a,d</sup> )	21609 - 90 - 5
馬拉松(Malathion)	121 - 75 - 5
脫葉亞磷(Merphos <sup>c</sup> )	150 - 50 - 5
美文松(Mevinphos <sup>e</sup> )	7786 - 34 - 7
亞素靈(Monocrotophos)	6923 - 22 - 4
乃力松(Naled)	300 - 76 - 5
巴拉松(Parathion, ethyl)	56 - 38 - 2

表一 有機磷農藥一覽表 (續)

化合物名稱	化學摘要登錄號 (CAS Registry No.)
甲基巴拉松(Parathion, methyl)	298 - 00 - 0
福瑞松(Phorate)	298 - 02 - 2
益滅松(Phosmet <sup>a</sup> )	732 - 11 - 6
福賜米松(Phosphamidon <sup>a</sup> )	13171 - 21 - 6
魚藤(Ronnel)	299 - 84 - 3
樂本松(Stirophos)(Tetrachlorvinphos)	22248 - 79 - 9
硫特普(Sulfotep)	3689 - 24 - 5
特普(TEPP <sup>d</sup> )	107 - 49 - 3
托福松(Terbufos <sup>a</sup> )	13071 - 79 - 9
磷化鋅(Thionazin <sup>a,b</sup> )(Zinophos)	297 - 97 - 2
普硫松(Tokuthion <sup>b</sup> )(Protothiofos)	34643 - 46 - 4
三氯松(Trichlorfon <sup>a</sup> )	52 - 68 - 6
壤虫磷(Trichloronate <sup>b</sup> )	327 - 98 - 0
工業用化學劑(Industrial Chemicals)	
六甲基磷醯胺 (Hexamethylphosphoramide <sup>a</sup> )(HMPA)	680 - 31 - 5
磷酸三甲苯酯 (Tri- <i>o</i> -cresyl phosphate <sup>a,d</sup> )(TOCP)	78 - 30 - 8
三氮苯類除草劑(Triazine Herbicides) (NPD only)	
草脫淨(Atrazine <sup>a</sup> )	1912 - 24 - 9
草滅淨(Simazine <sup>a</sup> )	122 - 34 - 9
氨基甲酸酯類及相關化合物 (Carbamates and Related Compounds)	
免敵克(Bendiocarb)	22781 - 23 - 3
拔敵草(Butylate)	2008 - 41 - 5
茵草敵(EPTC)	759-94-4
滅賜克(Methiocarb)	2032 - 65 - 7
稻得壯(Molinate)	2212 - 67 - 1
克草猛(Pebulate)	1114 - 71 - 2
鄰苯二胺( <i>o</i> -Phenylenediamine)	95 - 54 - 5
苯胺靈(Propham)	122 - 42 - 9
草丹(Prosulfocarb)	52888 - 80 - 9
三氯二異丙基丁醯(Triallate)	2303 - 17 - 5

<sup>a</sup>此化合物只經由 30 m 管柱評估過。

<sup>b</sup>在美國已停止生產，標準品不易獲得。

<sup>c</sup>標準品因氧化關係，含有多種化合物。

<sup>d</sup>化合物為劇毒或神經毒。

<sup>e</sup>因為正反異構物的關係，在其鄰近可發現主要/次要的波峰。

表二 有機磷農藥於矽酸鎂淨化管柱後，使用各沖提液之回收率

化合物名稱	各沖提液之回收率			
	1	2	3	4
谷速松(Azinphos-methyl)			20	80
硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos)	ND	ND	ND	ND
陶斯松(Chlorpyrifos)	> 80			
蠅毒磷(Coumaphos)	NR	NR	NR	
滅賜松(Demeton)	100			
大利松(Diazinon)		100		
二氯松(Dichlorvos)	NR	NR	NR	
大滅松(Dimethoate)	ND	ND	ND	ND
二硫松(Disulfoton)	25-40			
一品松(EPN)		> 80		
普伏松(Ethoprop)	V	V	V	
繁福松(Fensulfothion)	ND	ND	ND	ND
芬殺松(Fenthion)	R	R		
馬拉松(Malathion)		5	95	
脫葉亞磷(Merphos)	V	V	V	
美文松(Mevinphos)	ND	ND	ND	ND
亞素靈(Monocrotophos)	ND	ND	ND	ND
乃力松(Naled)	NR	NR	NR	
巴拉松(Parathion, ethyl)		100		
甲基巴拉松(Parathion, methyl)		100		
福瑞松(Phorate)	0-62			
魚藤(Ronnel)	> 80			
樂本松(Stirophos)(Tetrachlorvinphos)	ND	ND	ND	ND
硫特普(Sulfotep)	V	V		
特普(TEPP)	ND	ND	ND	ND
普硫松(Tokuthion)(Protothiofos)	> 80			

表二 有機磷農藥於矽酸鎂淨化管柱後，使用各沖提液之回收率 (續)

化合物名稱	各沖提液之回收率			
	1	2	3	4

壤虫磷(Trichloronate) > 80

沖提液之組成：

1. 200 mL 6 % 乙醚於正己烷中
2. 200 mL 15 % 乙醚於正己烷中
3. 200 mL 50 % 乙醚於正己烷中
4. 200 mL 100 % 乙醚

R = 有回收但沒有數據

NR = 無回收

V = 回收變異大

ND = 尚未檢測

表三 於 30 m 之 DB-5 及 DB-210 管柱中同時流出之化合物

管柱	同時流出之化合物
DB-5	托福松(Terbufos) / 磷酸三甲苯酯(Tri-o-cresyl phosphate) 乃力松(Naled) / 草滅淨(Simazine) / 草脫淨(Atrazine) 除線磷(Dichlorofenthion) / 滅賜松-O(Demeton-O) 壤虫磷(Trichloronate) / 丙硫特普(Aspon) 硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos) / 樂本松(Stirophos)(Tetrachlorvinphos) / 加芬松(Carbophenothion) 福賜米松(Phosphamidon) / 丁烯磷(Crotoxyphos) 繁福松(Fensulfothion) / 一品松(EPN)
DB-210	托福松(Terbufos) / 磷酸三甲苯酯(Tri-o-cresyl phosphate) 除線磷(Dichlorofenthion) / 福賜米松(Phosphamidon) 甲基陶斯松(Chlorpyrifos, methyl) / 甲基巴拉松(Parathion, methyl) 陶斯松(Chlorpyrifos) / 巴拉松(Parathion, ethyl)

表三 於 30 m 之 DB-5 及 DB-210 管柱中同時流出之化合物 (續)

管柱	同時流出之化合物
DB-210	丙硫特普(Aspon) / 芬殺松(Fenthion) 滅賜松-O(Demeton-O) / 大滅松(Dimethoate)

福賜松 (Leptophos) / 谷速松 (Azinphos-methyl)

一品松(EPN) / 益滅松(Phosmet)

氨磺磷(Famphur) / 加芬松(Carbophenothion)

表四 有機磷農藥於 15 m 管柱之滯留時間

化合物名稱	滯留時間 (分鐘)			
	DB-5	SPB-608	DB-210	DB-1
特普(TEPP)		6.44	5.12	10.66
二氯松(Dichlorvos)	9.63	7.91	12.79	
美文松(Mevinphos)	14.18	12.88	18.44	
滅賜松-O, S(Demeton-O, S)	18.31	15.90	17.24	
普伏松(Ethoprop)	18.62	16.48	18.67	
乃力松(Naled)		19.01	17.40	19.35
福瑞松(Phorate)	19.94	17.52	18.19	
亞素靈(Monocrotophos)	20.04	20.11	31.42	
硫特普(Sulfotep)	20.11	18.02	19.58	
大滅松(Dimethoate)	20.64	20.18	27.96	
二硫松(Disulfoton)	23.71	19.96	20.66	
大利松(Diazinon)	24.27	20.02	19.68	
脫葉亞磷(Merphos)	26.82	21.73	32.44	
魚藤(Ronnel)	29.23	22.98	23.19	
陶斯松(Chlorpyrifos)	31.17	26.88	25.18	
馬拉松(Malathion)	31.72	28.78	32.58	
甲基巴拉松(Parathion, methyl)	31.84	23.71	32.17	
巴拉松(Parathion, ethyl)	31.85	27.62	33.39	
壤虫磷(Trichloronate)	32.19	28.41	29.95	
樂本松(Stirophos)(Tetrachlorvinphos)	34.65	32.99	33.68	

表四 有機磷農藥於 15 m 管柱之滯留時間 (續)

化合物名稱	滯留時間 (分鐘)			
	DB-5	SPB-608	DB-210	DB-1
普硫松(Tokuthion)(Protothiofos)	34.67	24.58	39.91	
繁福松(Fensulfothion)	35.85	35.20	36.80	
硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos)	36.34	35.08	37.55	

氯磷 <sup>b</sup> (Famphur)	36.40	36.93	37.86	
一品松(EPN)		37.80	36.71	36.74
谷速松(Azinphos-methyl)	38.34	38.04	37.24	
芬殺松(Fenthion)	38.83	29.45	28.86	
蠅毒磷(Coumaphos)	39.83	38.87	39.47	

a. 氣相層析儀操作條件詳見表九。

b. 本方法對氯磷(Famphur)之分析並未完全確認。

表五 有機磷農藥於 30 m 管柱之滯留時間<sup>a</sup>

化合物名稱	滯留時間 (分鐘)			
	DB-5	DB-210	DB-608	DB-1
磷酸三甲酯(Trimethylphosphate)	b	2.36		
二氯松(Dichlorvos)(DDVP)	7.45	6.99	6.56	10.43
六甲基磷醯胺 (Hexamethylphosphoramide)	b	7.97		
三氯松(Trichlorfon)	11.22	11.63	12.69	
特普(TEPP)	b	13.82		
磷化鋅(Thionazin)(Zinophos)	12.32	24.71		
美文松(Mevinphos)	12.20	10.82	11.85	14.45
普伏松(Ethoprop)	12.57	15.29	18.69	18.52
大利松(Diazinon)	13.23	18.60	24.03	21.87
硫特普(Sulfotep)	13.39	16.32	20.04	19.60
托福松(Terbufos)	13.69	18.23	22.97	
磷酸三甲苯酯(Tri-o-cresyl phosphate)	13.69	18.23		
乃力松(Naled)	14.18	15.85	18.92	18.78
福瑞松(Phorate)	12.27	16.57	20.12	19.65

表五 有機磷農藥於 30 m 管柱之滯留時間<sup>a</sup> (續)

化合物名稱	滯留時間 (分鐘)			
	DB-5	DB-210	DB-608	DB-1
大福松(Fonophos)	14.44	18.38		
二硫松(Disulfoton)	14.74	18.84	23.89	21.73
脫葉亞磷(Merphos)	14.89	23.22		26.23
氧化脫葉亞磷(Oxidized Merphos)	20.25	24.87	35.16	
除線磷(Dichlorofenthion)	15.55	20.09	26.11	

甲基陶斯松(Chlorpyrifos, methyl)	15.94	20.45	26.29	
魚藤(Ronnel)	16.30	21.01	27.33	23.67
陶斯松(Chlorpyrifos)	17.06	22.22	29.48	24.85
壤虫磷(Trichloronate)	17.29	22.73	30.44	
丙硫特普(Aspon)	17.29	21.98		
芬殺松(Fenthion)	17.87	22.11	29.14	24.63
滅賜松-S(Demeton-S)	11.10	14.86	21.40	20.18
滅賜松-O(Demeton-O)	15.57	17.21	17.70	
亞素靈(Monocrotophos) <sup>c</sup>	19.08	15.98	19.62	19.3
大滅松(Dimethoate)	18.11	17.21	20.59	19.87
普硫松(Tokuthion)(Protothiofos)	19.29	24.77	33.30	27.63
馬拉松(Malathion)	19.83	21.75	28.87	24.57
甲基巴拉松(Parathion, methyl)	20.15	20.45	25.98	22.97
撲滅松(Fenitrothion)	20.63	21.42		
氯芬松(Chlorfenvinphos)	21.07	23.66	32.05	
巴拉松(Parathion, ethyl)	21.38	22.22	29.29	24.82
硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos)	22.09	27.57	38.10	29.53
樂本松(Stirophos)(Tetrachlorvinphos)	22.06	24.63	33.40	26.90
愛殺松(Ethion)	22.55	27.12	37.61	
福賜米松(Phosphamidon)	22.77	20.09	25.88	
丁烯磷(Crotoxyphos)	22.77	23.85	32.65	
福賜松(Leptophos)	24.62	31.32	44.32	
繁福松(Fensulfothion)	27.54	26.76	36.58	28.58
一品松(EPN)	27.58	29.99	41.94	31.60
益滅松(Phosmet)	27.89	29.89	41.24	

表五 有機磷農藥於 30 m 管柱之滯留時間<sup>a</sup> (續)

化合物名稱	滯留時間 (分鐘)			
	DB-5	DB-210	DB-608	DB-1
谷速松(Azinphos-methyl)	28.70	31.25	43.33	32.33
乙基谷速松(Azinphos-ethyl)	29.27	32.36	45.55	
氮磺磷(Famphur)	29.41	27.79	38.24	
蠅毒磷(Coumaphos)	33.22	33.64	48.02	34.82
草脫淨(Atrazine)	13.98	17.63		
草滅淨(Simazine)	13.85	17.41		
加芬松(Carbophenothion)	22.14	27.92		

表五 有機磷農藥於 30 m 管柱之滯留時間<sup>a</sup> (續)

化合物名稱	滯留時間 (分鐘)			
	DB-5	DB-210	DB-608	DB-1
大克松(Dioxathion)	d	d	22.24	
甲基三硫磷(Trithion methyl)			36.62	
雙特松(Dicrotophos)			19.33	
Internal Standard 內標準品				
1-溴, 2-硝基苯 (1-Bromo-2-nitrobenzene)	8.11	9.07		
Surrogates 擬似標準品				
磷酸三丁酯(Tributyl phosphate)			11.1	
磷酸三苯酯(Triphenyl phosphate)			33.4	
4-氯, 3-硝基三氟甲基苯 (4-Cl-3-nitrobenzotrifluoride)	5.73	5.40		

- a. 氣相層析儀操作條件詳見表十。  
 b. 注入 20 ng 時，無法偵測到。  
 c. 注入量多時，滯留時間飄移，可到 30 秒之差(Hatcher et.al.)。  
 d. 顯現多種波峰，因此不包含此混合物。

表六 二十七種有機磷農藥用分液漏斗萃取之回收率

化合物名稱	回收率		
	低濃度	中濃度	高濃度
谷速松(Azinphos-methyl)	126	143 ± 8	101
硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos)	134	141 ± 8	101
陶斯松(Chlorpyrifos)	7	89 ± 6	86

表六 二十七種有機磷農藥用分液漏斗萃取之回收率 (續)

化合物名稱	回收率		
	低濃度	中濃度	高濃度
蠅毒磷(Coumaphos)	103	90 ± 6	96
滅賜松-O, S(Demeton-O, S)	33	67 ± 11	74
大利松(Diazinon)	136	121 ± 9.5	82
二氯松(Dichlorvos)	80	79 ± 11	72
大滅松(Dimethoate)	NR	47 ± 3	101
二硫松(Disulfoton)	48	92 ± 7	84
一品松(EPN)	113	125 ± 9	97

普伏松(Ethoprop)	82	90 ± 6	80
繁福松(Fensulfothion)	84	82 ± 12	96
芬殺松(Fenthion)	NR	48 ± 10	89
馬拉松(Malathion)	127	92 ± 6	86
脫葉亞磷(Merphos)	NR	79	81
美文松(Mevinphos)	NR	NR	55
亞素靈(Monocrotophos)	NR	18 ± 4	NR
乃力松(Naled)	NR	NR	NR
巴拉松(Parathion, ethyl)	101	94 ± 5	86
甲基巴拉松(Parathion, methyl)	NR	46 ± 4	44
福瑞松(Phorate)	94	77 ± 6	73
魚藤(Ronnel)	67	97 ± 5	87
硫特普(Sulfotep)	87	85 ± 4	83
特普(TEPP)	96	55 ± 72	63
樂本松(Stirophos)(Tetrachlorvinphos)	79	90 ± 7	80
普硫松(Tokuthion)(Protothiofos)	NR	45 ± 3	90
壤虫磷(Trichloronate)	NR	35	4

NR = 無回收

低濃度及高濃度回收率以單次萃取表示，中濃度回收率則以五重複萃取之平均標準偏差表示。

低濃度約為 0.3 µg/L 至 0.5 µg/L，中濃度約為 1.5 µg/L 至 2.0 µg/L，高濃度則約為 15 µg/L 至 20 µg/L。二氯松、亞素靈及特普添加量約為其他化合物之 10 倍。

表七 二十七種有機磷農藥以連續式液相一液相萃取法得到之回收率

化合物名稱	回收率		
	低濃度	中濃度	高濃度
谷速松(Azinphos-methyl)	NR	129	122
硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos)	NR	126	128
陶斯松(Chlorpyrifos)	13	82 ± 4	88
蠅毒磷(Coumaphos)	94	79 ± 1	89
滅賜松-O, S(Demeton-O, S)	38	23 ± 3	41
大利松(Diazinon)	NR	128 ± 37	118
二氯松(Dichlorvos)	81	32 ± 1	74
大滅松(Dimethoate)	NR	10 ± 8	102
二硫松(Disulfoton)	94	69 ± 5	81
一品松(EPN)	NR	104 ± 18	119
普伏松(Ethoprop)	39	76 ± 2	83
繁福松(Fensulfothion)	90	67 ± 26	90
芬殺松(Fenthion)	8	32 ± 2	86
馬拉松(Malathion)	105	87 ± 4	86
脫葉亞磷(Merphos)	NR	80	79
美文松(Mevinphos)	NR	87	49
亞素靈(Monocrotophos)	NR	30	1
乃力松(Naled)	NR	NR	74
巴拉松(Parathion, ethyl)	106	81 ± 1	87
甲基巴拉松(Parathion, methyl)	NR	50 ± 30	43
福瑞松(Phorate)	84	63 ± 3	74
魚藤(Ronnel)	82	83 ± 7	89
硫特普(Sulfotep)	40	77 ± 1	85
特普(TEPP)	39	18 ± 7	70
樂本松(Stirophos)(Tetrachlorvinphos)	56	70 ± 14	83
普硫松(Tokuthion)(Protothiofos)	132	32 ± 14	90
壤虫磷(Trichloronate)	NR	NR	21

NR = 無回收

低濃度及高濃度回收率以單次萃取表示，中濃度回收率則以五重複萃取之平均標準偏差表示。

低濃度約為 0.3 µg/L 至 0.5 µg/L，中濃度約為 1.5 µg/L 至 2.0 µg/L，高濃度則約為 15 µg/L 至 20 µg/L。二氯松、亞素靈及特普添加量約為其他化合物之 10 倍。

表八 二十七種有機磷農藥用索氏萃取法萃取之回收率

化合物名稱	回收率		
	低濃度	中濃度	高濃度
谷速松(Azinphos-methyl)	156	110 ± 6	87
硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos)	102	103 ± 15	79
陶斯松(Chlorpyrifos)	NR	66 ± 17	79
蠅毒磷(Coumaphos)	93	89 ± 11	90
滅賜松-O, S(Demeton-O, S)	169	64 ± 6	75
大利松(Diazinon)	87	96 ± 3	75
二氯松(Dichlorvos)	84	39 ± 21	71
大滅松(Dimethoate)	NR	48 ± 7	98
二硫松(Disulfoton)	78	78 ± 6	76
一品松(EPN)	114	93 ± 8	82
普伏松(Ethoprop)	65	70 ± 7	75
繁福松(Fensulfothion)	72	81 ± 18	111
芬殺松(Fenthion)	NR	43 ± 7	89
馬拉松(Malathion)	100	81 ± 8	81
脫葉亞磷(Merphos)	62	53	60
美文松(Mevinphos)	NR	71	63
亞素靈(Monocrotophos)	NR	NR	NR
乃力松(Naled)	NR	48	NR
巴拉松(Parathion, ethyl)	75	80 ± 8	80
甲基巴拉松(Parathion, methyl)	NR	41 ± 3	28
福瑞松(Phorate)	75	77 ± 6	78
魚藤(Ronnel)	NR	83 ± 12	79
硫特普(Sulfotep)	67	72 ± 8	78
特普(TEPP)	36	34 ± 33	63
樂本松(Tetrachlorovinphos)	50	81 ± 7	83
普硫松(Tokuthion)(Protothiofos)	NR	40 ± 6	89
壤虫磷(Trichloronate)	56	53	53

NR = 無回收

低濃度及高濃度回收率以單次萃取表示，中濃度回收率則以五重複萃取之平均標準偏差表示。

低濃度約為 30 µg/kg 至 45 µg/kg，中濃度約為 150 µg/kg 至 230 µg/kg，高濃度則約為 1500 µg/L 至 2300 µg/L。二氯松、亞素靈及特普添加量約為其他化合物之 10 倍。

表九 建議使用 15 m 管柱時之操作條件

管柱 1 和 2 (DB - 210 和 SPB - 608 或同級品)

---

載流氣體（氮氣）之流速：5 毫升/分鐘  
升溫設定：50 °C 保持 1 分鐘，以 5 °C/分鐘，升溫至 140 °C 保持 10 分鐘。再以 10 °C/分鐘，升溫至 240 °C 保持 10 分鐘（或足夠時間讓最後一化合物分離出）。

管柱 3（DB - 5 或同級品）

載流氣體（氮氣）之流速：5 毫升/分鐘

升溫設定：130 °C 保持 3 分鐘，以 5 °C/分鐘，升溫至 180 °C 保持 10 分鐘。再以 2 °C/分鐘，升溫至 250 °C 保持 15 分鐘（或足夠時間讓最後一化合物分離出）。

---

表十 建議使用 30 m 管柱時之操作條件

---

管柱 1（DB - 210 或同級品）

規格：30 m × 0.53 mm

膜厚度(μm)：1.0

管柱 2（DB - 5 或同級品）

規格：30 m × 0.53 mm

膜厚度(μm)：1.5

載流氣體〔氮氣〕之流速（毫升/分鐘）：6

輔助氣體〔氮氣〕之流速（毫升/分鐘）：20

升溫設定：120 °C 保持 3 分鐘，以 5 °C/分鐘，升溫至 270 °C 保持 10 分鐘。

注射器溫度：250 °C

偵測器溫度：300 °C

注入量：2 μL

溶劑：正己烷

注入方式：Flash vaporization

偵測器類型：雙氮磷偵測器

範圍：1

衰減(Attenuation)：64

分流器類型：Y 型或 T 型

數據處理系統：積分器

氮氣氣壓：20 psi

火焰噴口溫度：400 °C

電壓偏差：4

---

表十一 用質譜儀定量有機磷農藥所需之定量離子和特徵離子

---

化合物名稱	定量離子	特徵離子
谷速松(Azinphos-methyl)	160	77, 132

---

硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos)	156	140, 143, 113, 33
陶斯松(Chlorpyrifos)	197	97, 199, 125, 314
蠅毒磷(Coumaphos)	109	97, 226, 362, 21
滅賜松-S(Demeton-S)	88	60, 114, 170
大利松(Diazinon)	137	179, 152, 93, 199, 304
二氯松(Dichlorvos, DDVP)	109	79, 185, 145
大滅松(Dimethoate)	87	93, 125, 58, 143
二硫松(Disulfoton)	88	89, 60, 61, 97, 142
一品松(EPN)	157	169, 141, 63, 185
普伏松(Ethoprop)	158	43, 97, 41, 126
繁福松(Fensulfothion)	293	97, 125, 141, 109, 308
芬殺松(Fenthion)	278	125, 109, 93, 169
馬拉松(Malathion)	173	125, 127, 93, 158
脫葉亞磷(Merphos)	209	57, 153, 41, 298
美文松(Mevinphos)	127	109, 67, 192
亞素靈(Monocrotophos)	127	67, 97, 192, 109
乃力松(Naled)	109	145, 147, 79
巴拉松(Parathion, ethyl)	291	97, 109, 139, 155
甲基巴拉松(Parathion, methyl)	109	125, 263, 79
福瑞松(Phorate)	75	121, 97, 47, 260
魚藤(Ronnel)	285	125, 287, 79, 109
樂本松(Stirophos)(Tetrachlorvinphos)	109	329, 331, 79
硫特普(Sulfotep)	322	97, 65, 93, 121, 202
特普(TEPP)	99	155, 127, 81, 109
普硫松 Tokuthion(Protothiofos)	113	43, 162, 267, 309

表十二 單一實驗室使用固相萃取法萃取含 250 ppb 及 10 ppb 有機磷農藥之地下水後，所測得之回收率及相對標準偏差

化合物名稱	添加 250 ppb		添加 10 ppb	
	回收率	相對標準偏差	回收率	相對標準偏差
丙硫特普(Aspon)	85.6	11.5	77.7	6.8
谷速松(Azinphos-methyl)	83.0	13.4	109.7	7.0

表十二 單一實驗室使用固相萃取法萃取含 250 ppb 及 10 ppb 有機磷農藥之地下水後，所測得之回收率及相對標準偏差 (續)

化合物名稱	添加 250 ppb		添加 10 ppb	
	回收率	相對標準偏差	回收率	相對標準偏差

乙基谷速松(Azinphos-ethyl)	88.3	10.8	92.8	8.1
硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos)	96.1	4.2	78.2	4.3
加芬松(Carbophenothion)	85.6	11.0	81.7	7.2
氯芬松(Chlorfenvinphos)	87.8	10.2	90.1	6.0
陶斯松(Chlorpyrifos)	98.8	5.7	77.5	4.2
甲基陶斯松(Chlorpyrifos methyl)	82.5	12.0	59.4	7.5
蠅毒磷(Coumaphos)	84.3	8.7	100.8	13.5
丁烯磷(Crotoxyphos)	86.3	10.5	89.4	5.9
滅賜松(Demeton)	93.6	4.5	73.8	5.1
大利松(Diazinon)	91.7	4.7	70.0	5.0
除線磷(Dichlorofenthion)	85.2	10.9	75.6	6.0
二氯松(Dichlorvos)(DDVP)	88.1	6.7	90.1	7.9
雙特松(Dicrotophos)	88.6	10.8	75.7	5.7
大滅松(Dimethoate)	99.3	1.8	76.7	9.5
大克松(Dioxathion)	81.6	14.1	92.7	11.0
二硫松(Disulfoton)	93.2	7.6	79.5	6.1
一品松(EPN)	73.8	10.6	67.9	7.9
愛殺松(Ethion)	85.5	10.6	79.2	6.5
普伏松(Ethoprop)	95.6	4.1	81.4	3.7
氯磷磷(Famphur)	85.2	10.2	75.6	8.3
撲滅松(Fenitrothion)	91.2	8.8	85.0	5.0
繁福松(Fensulfothion)	86.2	6.4	97.2	6.0
芬殺松(Fenthion)	91.2	5.4	79.5	4.3
大福松(Fonophos)	91.0	8.0	81.6	3.6
福賜松(Leptophos)	81.3	12.2	73.6	8.8
馬拉松(Malathion)	79.5	6.9	78.0	8.7
脫葉亞磷(Merphos)	113.1	9.3	84.6	4.5
美文松(Mevinphos)	57.9	6.9	96.8	6.7
乃力松(Naled)	90.1	6.7	88.1	7.9
巴拉松(Parathion, ethyl)	76.7	9.6	69.6	8.1
甲基巴拉松(Parathion, methyl)	93.9	5.8	83.6	4.7
福瑞松(Phorate)	92.3	7.1	70.8	6.7
益滅松(Phosmet)	66.1	17.7	90.3	10.7

表十二 單一實驗室使用固相萃取法萃取含 250 ppb 及 10 ppb 有機磷農藥之地下水後，所測得之回收率及相對標準偏差（續）

化合物名稱	添加 250 ppb		添加 10 ppb	
	回收率	相對標準偏差	回收率	相對標準偏差
福賜米松(Phosphamidon)	86.2	11.2	80.6	5.7
魚藤(Ronnel)	94.7	5.2	77.8	4.7

樂本松(Stirophos)(Tetrachlorvinphos)	78.6	13.1	106.3	5.9
硫特普(Sulfotep)	75.3	9.3	68.9	8.6
托福松(Terbufos)	87.1	10.5	78.0	3.7
磷化鋅(Thionazin)(Zinophos)	95.1	8.0	88.6	3.4
普硫松(Tokuthion)(Protothiofos)	94.4	4.1	77.8	5.6
三氯松(Trichlorfon)	72.7	13.5	45.6	6.9
壤虫磷(Trichloronate)	95.3	4.5	75.7	3.9

表十三 單一實驗室使用固相萃取法萃取含 250 ppb 及 10 ppb 有機磷農藥之廢水後，所測得之回收率及相對標準偏差

化合物名稱	添加 250 ppb		添加 10 ppb	
	回收率	相對標準偏差	回收率	相對標準偏差
丙硫特普(Aspon)	83.7	1.8	76.3	6.7
谷速松(Azinphos-methyl)	102.6	18.0	129.9	12.4
乙基谷速松(Azinphos-ethyl)	79.8	6.8	96.0	6.7
硫丙磷(Bolstar)(Sulprofos)	94.4	8.3	84.9	1.4
加芬松(Carbophenothion)	82.4	2.9	82.1	6.7
氯芬松(Chlorfenvinphos)	81.7	6.5	88.0	7.2
陶斯松(Chlorpyrifos)	91.0	8.3	86.5	1.7
甲基陶斯松(Chlorpyrifos methyl)	77.6	2.2	56.7	7.1
蠅毒磷(Coumaphos)	100.2	17.2	111.0	8.5
丁烯磷(Crotoxyphos)	81.3	5.7	87.5	7.0
滅賜松(Demeton)	95.8	5.3	88.5	5.0
大利松(Diazinon)	91.8	6.5	82.4	3.2
除線磷(Dichlorofenthion)	82.5	1.4	76.2	5.5
二氯松(Dichlorvos)(DDVP)	60.6	11.1	99.7	6.1
雙特松(Dicrotophos)	82.0	1.6	73.4	6.1
大滅松(Dimethoate)	93.5	4.1	115.7	6.7

表十三 單一實驗室使用固相萃取法萃取含 250 ppb 及 10 ppb 有機磷農藥之廢水後，所測得之回收率及相對標準偏差 (續)

化合物名稱	添加 250 ppb		添加 10 ppb	
	回收率	相對標準偏差	回收率	相對標準偏差
大克松(Dioxathion)	84.6	5.6	100.4	9.4
二硫松(Disulfoton)	92.5	5.3	90.4	2.6
一品松(EPN)	78.1	9.6	80.1	8.6
愛殺松(Ethion)	83.5	2.0	78.4	6.4
普伏松(Ethoprop)	96.3	4.7	92.9	3.1

氮磷(Famphur)	85.9	2.5	78.6	7.9
撲滅松(Fenitrothion)	83.5	4.8	82.3	5.9
繁福松(Fensulfothion)	101.7	11.4	110.5	6.5
芬殺松(Fenthion)	91.7	7.3	88.2	2.7
大福松(Fonophos)	83.4	2.6	81.3	5.0
福賜松(Leptophos)	81.9	3.3	73.2	7.5
馬拉松(Malathion)	94.8	6.7	94.7	5.5
脫葉亞磷(Merphos)	94.5	12.7	90.7	1.4
美文松(Mevinphos)	62.6	11.2	109.0	4.8
乃力松(Naled)	60.6	11.1	99.7	6.1
巴拉松(Parathion, ethyl)	80.2	8.1	83.6	8.6
甲基巴拉松(Parathion, methyl)	92.9	6.5	93.8	4.4
福瑞松(Phorate)	92.4	6.4	85.6	2.4
益滅松(Phosmet)	63.5	8.2	101.3	9.1
福賜米松(Phosphamidon)	81.1	3.1	78.0	5.7
魚藤(Ronnel)	91.4	8.4	88.3	2.2
樂本松(Stiophos)(Tetrachlorvinphos)	101.4	14.3	126.5	6.5
硫特普(Sulfotep)	78.7	10.7	87.9	8.8
托福松(Terbufos)	83.0	1.5	80.1	6.4
磷化鋅(Thionazin)(Zinophos)	85.1	5.8	84.8	4.9
普硫松(Tokuthion)(Protothiofos)	91.8	8.4	83.6	1.8
三氯松(Trichlorfon)	66.8	4.6	52.2	8.7
壤虫磷(Trichloronate)	91.3	8.1	84.3	1.6

表十四 單一實驗室使用加壓流體萃取法萃取含低濃度(250 µg/kg)及高濃度(2500 µg/kg)有機磷農藥之土壤後，所測得之平均回收率及相對標準偏差

化合物名稱	黏土				壤土				砂土			
	低濃度		高濃度		低濃度		高濃度		低濃度		高濃度	
	平均相對回收率	相對標準偏差	平均相對回收率	相對標準偏差	平均相對回收率	相對標準偏差	平均相對回收率	相對標準偏差	平均相對回收率	相對標準偏差	平均相對回收率	相對標準偏差
二氯松 (Dichlorvos)	NR		5.6	19.0	10.4	11.4	6.5	22.2	13.9	13.4	9.9	22.2
美文松 (Mevinphos)	66.1	3.8	67.2	4.8	57.3	11.2	63.1	6.5	61.6	14.3	64.7	12.1
滅賜松 (Demeton O&S)	79.0	3.4	80.2	4.2	73.7	10.0	77.6	6.4	60.0	12.5	77.6	12.7
普伏松(Ethoprop)	83.0	4.7	84.8	4.8	76.1	10.7	77.0	4.9	75.5	12.8	79.0	10.6
福瑞松(Phorate)	67.5	3.2	79.4	5.1	63.4	11.8	73.5	5.4	62.9	13.6	76.2	10.8
硫特普(Sulfotep)	66.6	3.7	69.4	4.7	62.6	11.0	66.8	7.3	62.1	13.8	67.7	13.2
大利松(Diazinon)	80.2	4.7	80.3	4.8	74.4	12.0	75.9	6.0	73.9	14.0	77.4	11.2
二硫松(Disulfoton)	55.9	3.6	93.9	4.7	58.9	11.8	89.4	6.2	52.2	15.3	88.5	12.3
大滅松 (Dimethoate)	87.0	5.0	86.7	5.3	70.7	12.1	71.7	18.8	75.0	13.1	80.6	12.5
魚藤(Ronnel)	81.3	3.7	81.1	5.0	73.1	11.1	64.7	6.5	69.0	13.6	73.8	11.6
陶斯松 (Chlorpyrifos)	99.5	3.1	99.0	5.1	81.7	14.1	87.7	16.8	84.1	13.1	91.6	12.7
甲基巴拉松 (Parathion, methyl)	82.5	3.9	84.5	5.2	74.4	11.5	79.6	5.8	74.9	13.2	80.3	11.3
巴拉松 (Parathion, ethyl)	85.0	3.8	83.5	5.2	77.3	11.9	79.6	6.1	78.0	12.7	80.3	11.5
芬殺松(Fenthion)	56.4	3.8	71.4	5.0	44.1	10.8	50.9	6.6	44.3	12.5	51.9	12.6
普硫松(Tokuthion) (Protothiofos)	96.1	4.7	97.0	5.7	93.2	12.2	93.8	6.1	81.2	12.5	85.4	11.9
樂本松(Stirophos) (Tetrachlorvinphos)	72.1	3.3	69.7	5.6	101.4	12.6	64.7	6.5	69.3	11.9	69.6	13.0
硫丙磷(Bolstar) (Sulprofos)	89.0	3.4	109.5	6.8	82.2	9.9	89.2	6.2	77.3	11.7	94.2	12.8
繁福松 (Fensulfothion)	NR		69.7	4.3	70.4	9.3	52.2	7.1	63.0	9.2	62.0	13.1

表十四 單一實驗室使用加壓流體萃取法萃取含低濃度(250 µg/kg)及高濃

度(2500 µg/kg)有機磷農藥之土壤後，所測得之平均回收率及相對標準偏差  
(續)

化合物名稱	黏土				壤土				砂土			
	低濃度		高濃度		低濃度		高濃度		低濃度		高濃度	
	平均相對 回收標準 率 偏差	平均相對 回收標準 率 偏差	平均相對 回收標準 率 偏差	平均相對 回收標準 率 偏差	平均相對 回收標準 率 偏差	平均相對 回收標準 率 偏差	平均相對 回收標準 率 偏差	平均相對 回收標準 率 偏差	平均相對 回收標準 率 偏差	平均相對 回收標準 率 偏差	平均相對 回收標準 率 偏差	
一品松(EPN)	72.6	44.3	76.9	8.0	92.9	10.1	70.4	7.1	68.6	11.2	71.9	11.6
谷速松 (Azinphos-methyl)	NR		90.6	5.3	69.7	13.9	70.5	8.7	94.5	12.5	82.5	11.4
蠅毒磷 (Coumaphos)	NR		79.6	4.8	62.8	13.4	6.5	10.2	74.8	16.1	72.9	9.2

NR = 無回收

平均回收率：計算七重複萃取之平均添加回收率。

相對標準偏差：計算七重複萃取之相對標準偏差。

表十五 單一實驗室使用連續式液相-液相萃取法萃取含氨基甲酸酯類  
(Carbamates)之廢水後，所測得之平均回收率及相對標準偏差

化合物名稱	添加濃度(µg/L)	平均回收率(%)	相對標準偏差(%)
免敵克(Bendiocarb)	45	45.6	22.0
拔敵草(Butylate)	34	72.1	5.3
菌達滅(EPTC)	34	79.4	6.1
滅賜克(Methiocarb)	45	37.8	25.0
稻得壯(Molinate)	34	83.8	6.1
克草猛(Pebulate)	34	80.1	6.3
鄰苯二胺(o- Phenylenediamine)	45	15.8	20.1
苯胺靈(Propham)	45	88.3	5.2
茅草丹 (Prosulfocarb)	34	87.5	4.2
野麥畏(Triallate)	34	85.3	4.9
滅草猛(Vernolate)	34	80.9	7.6

平均回收率：計算四重複萃取之平均添加回收率。

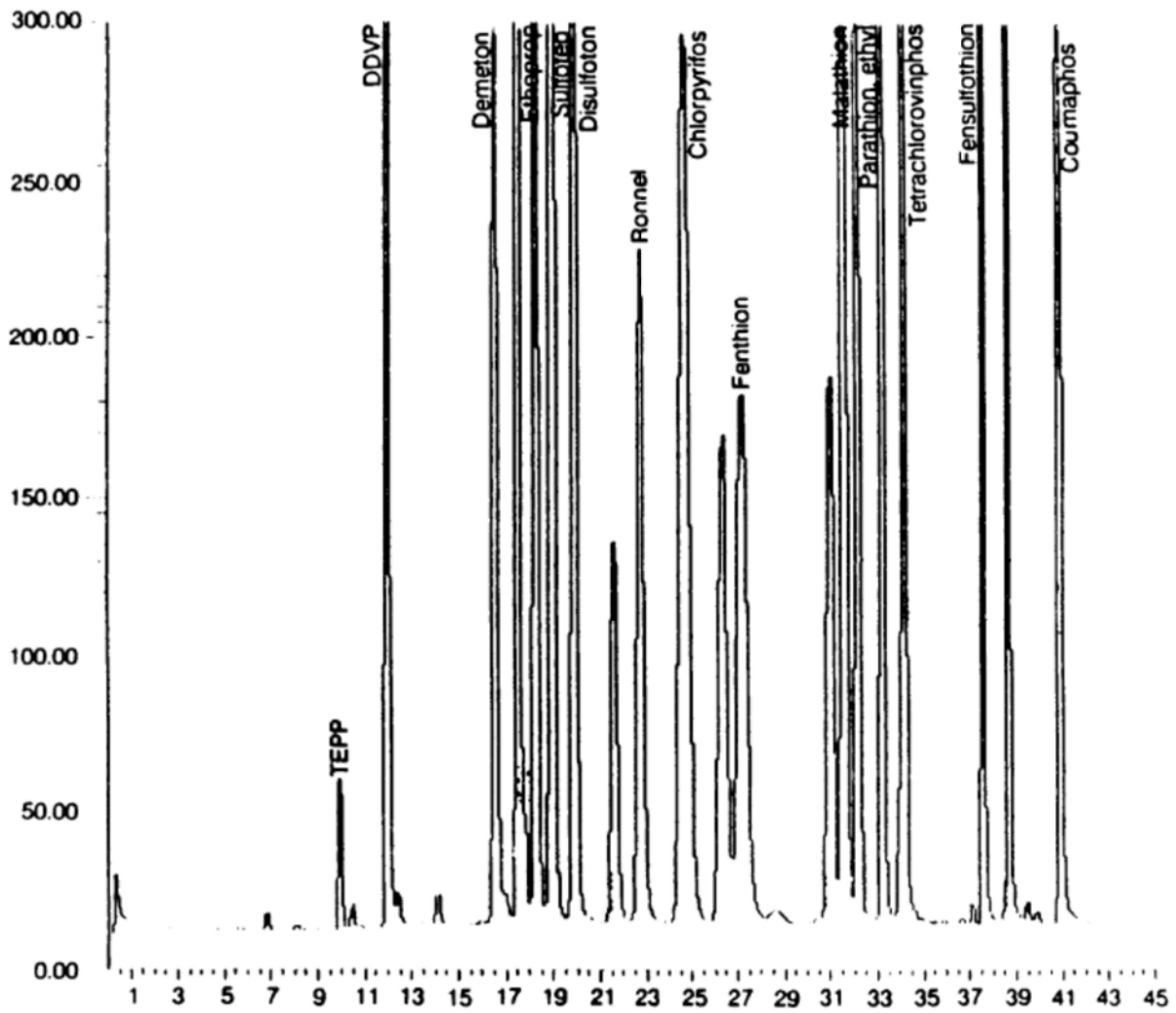
相對標準偏差：計算四重複萃取之相對標準偏差。

表十六 單一實驗室使用索氏萃取法萃取含氨基甲酸酯類(Carbamates)之土  
壤後，所測得之平均回收率及相對標準偏差

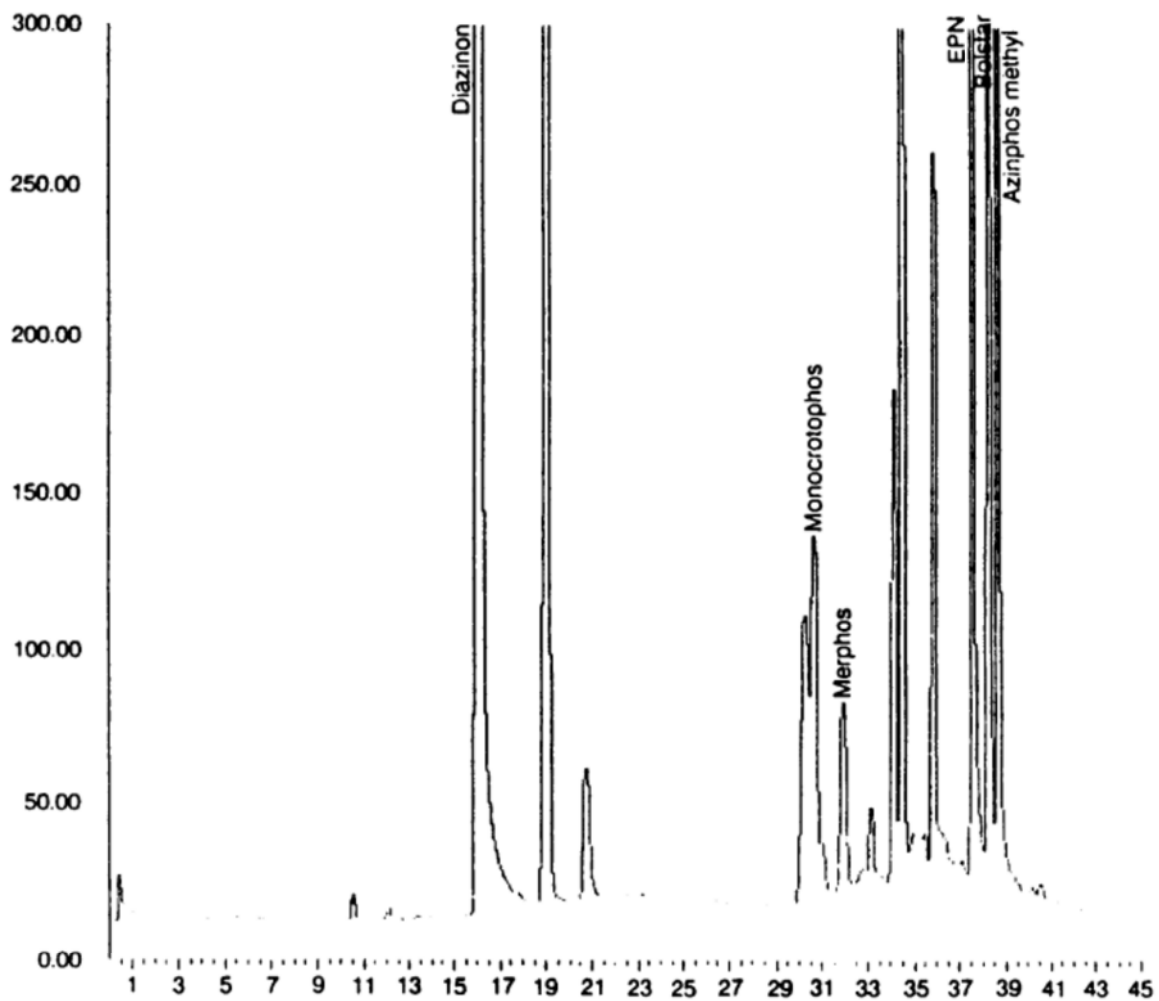
化合物名稱	添加濃度( $\mu\text{g/L}$ )	平均回收率(%)	相對標準偏差(%)
免敵克(Bendiocarb)	1100	83.2	15.3
拔敵草(Butylate)	1100	94.6	1.6
菌達滅(EPTC)	1100	103	7.4
滅賜克(Methiocarb)	1100	91.1	30.2
稻得壯(Molinate)	1100	108	2.8
克草猛(Pebulate)	1100	105	5.5
鄰苯二胺( <i>o</i> -Phenylenediamine)	1100	0.0	0.0
苯胺靈(Propham)	1100	113	3.0
苜草丹(Prosulfocarb)	1100	111	3.8
野麥畏(Triallate)	1100	113	3.7
滅草猛(Vernolate)	1100	107	3.6

平均回收率：計算四重複萃取之平均添加回收率。

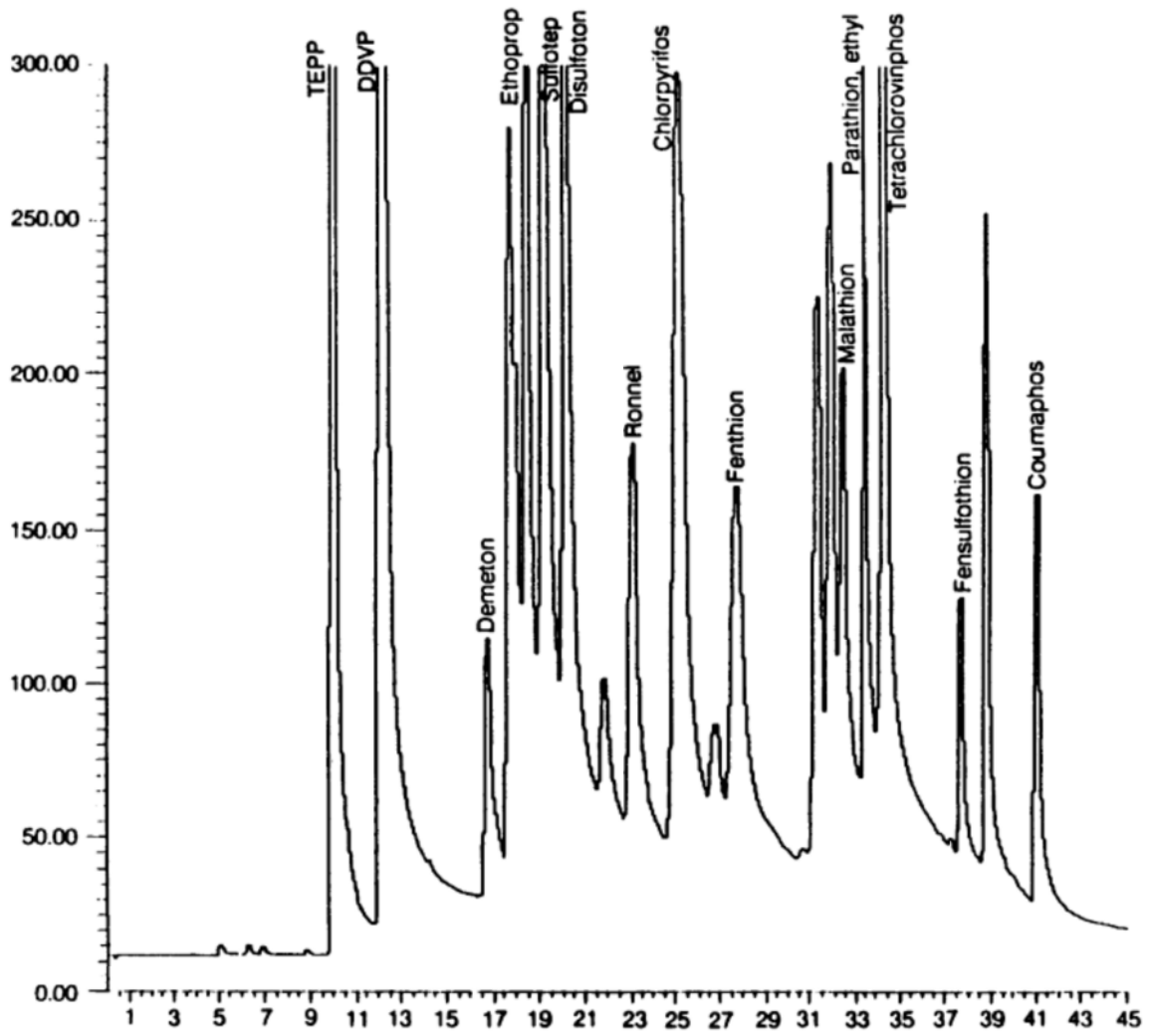
相對標準偏差：計算四重複萃取之相對標準偏差。



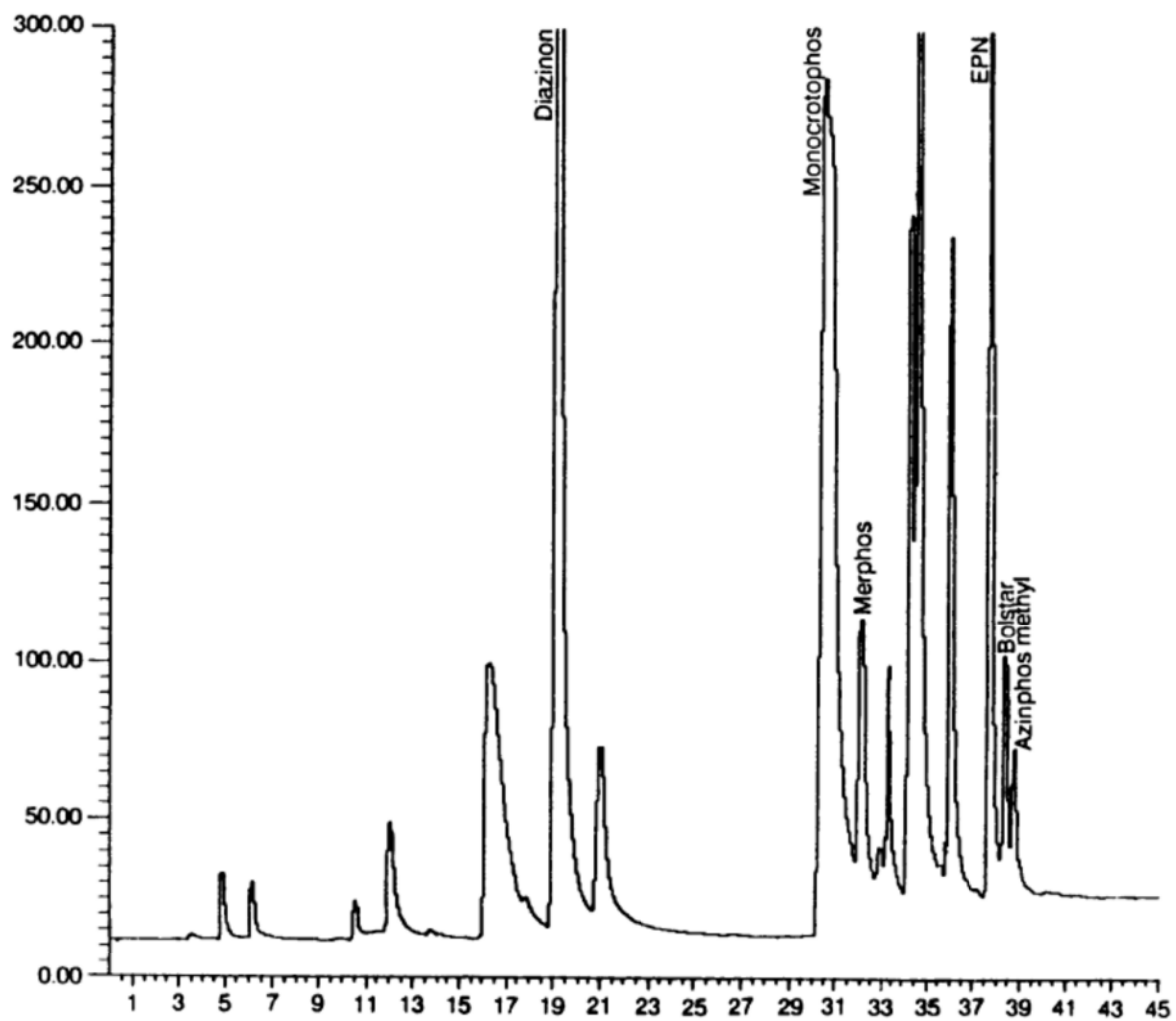
圖一 由 15 m DB-210 管柱分離，火焰光度偵測器所記錄有機磷農藥之氣相層析儀圖譜。見圖二更多化合物，參考表四之滯留時間。



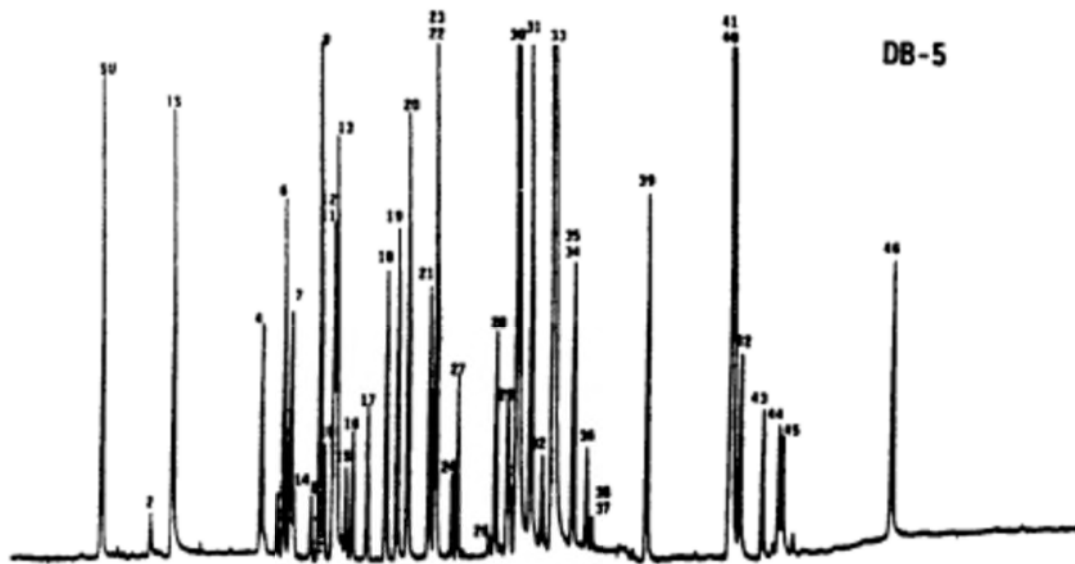
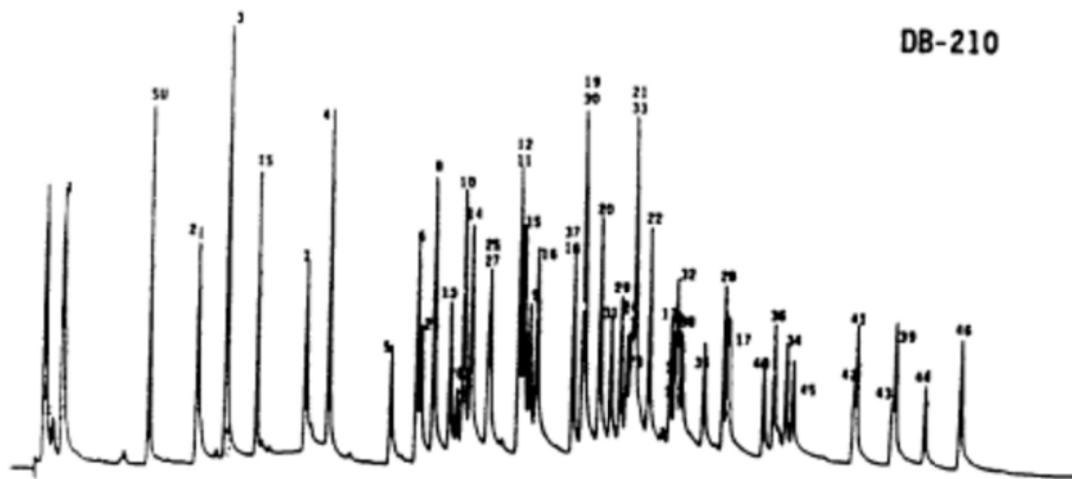
圖二 由 15 m DB-210 管柱分離，火焰光度偵測器所記錄有機磷農藥之氣相層析儀圖譜。見圖一更多化合物，參考表四之滯留時間。



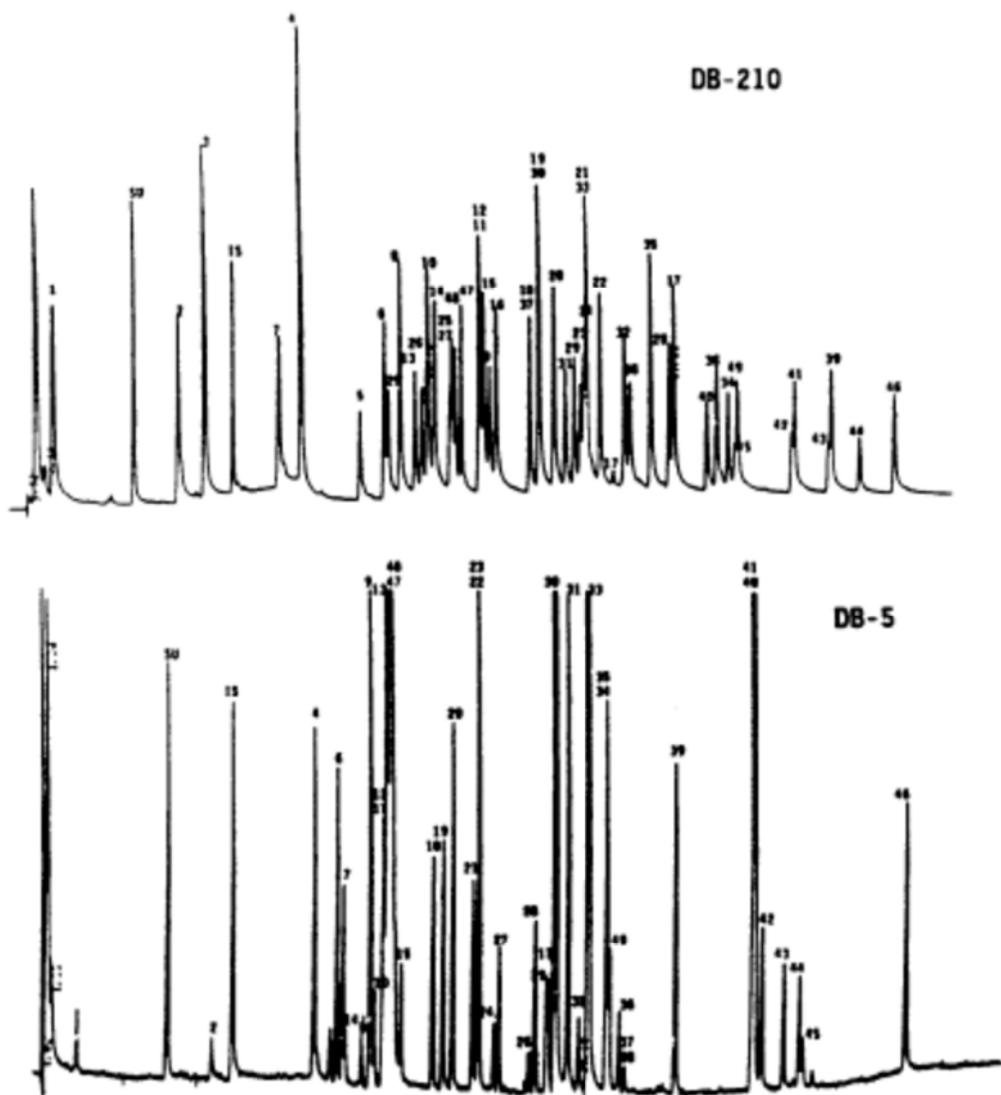
圖三 由 15 m DB-210 管柱分離，氮磷偵測器所記錄有機磷農藥之氣相層析儀圖譜。見圖四更多化合物，參考表四之滯留時間。



圖四 由 15 m DB-210 管柱分離，氮磷偵測器所記錄有機磷農藥之氣相層析儀圖譜。見圖三更多化合物，參考表四之滯留時間。



圖五 由 30 m DB-5/DB-210 雙管柱分離，氮磷偵測器所記錄有機磷農藥之氣相層析儀圖譜，不包括草脫淨、草滅淨和加芬松。見表五之滯留時間和表十之氣相層析儀操作條件。



圖六 由 30 m DB-5/DB-210 雙管柱分離，氮磷偵測器所記錄有機磷農藥之氣相層析儀圖譜，包括草脫淨、草滅淨和加芬松。見表五之滯留時間和表十之氣相層析儀操作條件。