

膠滲透淨化法

中華民國 101 年 12 月 25 日環署檢字第 1010118197 號公告
自中華民國 102 年 3 月 31 日生效
NIEA M184.01C

一、方法概要

管柱內先填入定量預潤濕的吸附劑，並以溶劑沖洗一段時間。其後將此管柱校正後，再將欲淨化之樣品萃液載入管柱，然後選擇適當的沖提溶劑將樣品分離淨化，最後將收集的沖提液濃縮。

二、適用範圍

- (一) 膠滲透淨化法 (Gel - Permeation cleanup, GPC) 是利用分子大小排除淨化原理，以有機溶劑和疏水性膠質來達到分離合成性大分子的方法。填充的膠質為一多孔性物質，主要特性由膠質孔洞大小的範圍或均勻性 (排除範圍) 來決定。且在選擇膠質時，其排除範圍須大於被分離的分子大小。本方法所選用的膠質為苯二乙烯-苯乙烯 (divinylbenzene-styrene) 之交鏈共聚物 (SX-3 Bio Beads 或同級品)。
- (二) 一般淨化應用—本方法一般常被推薦淨化去除樣品中的脂肪 (lipids)、聚合物 (polymers)、共聚物 (copolymers)、蛋白質 (proteins)、天然樹脂 (natural resins)、天然聚合物 (natural polymers)、細胞成分 (cellular components)、病毒 (viruses)、固醇類 (steroids) 和分散性的高分子化合物。適用於極性和非極性的分析物，因此能有效地淨化含廣泛分析物種的萃液。
- (三) 特定應用—包括有害廢棄物認定標準中所含的分析物萃液之淨化，此類化合物列表如表一。表二為此類化合物的平均回收率百分比、相對標準偏差百分比 (% RSD) 及每一種分析物在單一 GPC 系統之滯留體積 (retention volume)，此滯留體積是隨管柱不同而變。圖一更提供了各類別化合物滯留體積的資料，其中對於半揮發性物質之數據是以 GC/MS 測量得到，農藥數據則為 GC/ECD 或 GC/FPD 之量測結果。若化合物無法用 GC 分析則以 HPLC 來分析，對於其他待測物，只要其回收率能超過 70%，也可以用此法來淨化。
- (四) 大致上而言，本方法對於會冷凝在 GC 注射口或 GC 管柱前端的高沸點物質去除效率佳，因這類殘餘物會吸附在層析管柱之活性位置，造成層析分離效率變差或管柱效能降低，這問題尤其以五

氣酚最嚴重。GPC 這種以分子大小排除原理分離的過程，通常無法去除出現在層析圖上與該分析物之分子大小相近化合物的干擾，必須再利用其他特性的分離淨化技術（如極性），才可去除此類干擾。

三、干擾

- (一) 以本方法分析待測物之前須先做空白試劑分析，且利用此方法分析真實樣品之前，干擾程度須低於待測物的定量極限預估值（estimated quantitation limits, EQLs）。
- (二) 試劑所需要的純化步驟可能較本法中所列者還多。

四、設備

- (一) 膠滲透層析系統：GPC Autoprep Model 1002 A 或 B，或同級品。本系統包括一 HPLC 幫浦、自動注射器或一樣品迴路閥和一餾分收集器（fraction collector）組合而成。不論自動或手動均須符合七（二）校正要求。
 1. 層析管柱：市售 GPC 專用管柱或自行製備填充管柱(註 1)。
 2. 前置管柱（guard column）：市售 GPC 專用前置管柱或自行製備填充前置管柱(註 1)。
 3. 紫外光偵測器：固定波長（254 nm），裝有半製備型的流動樣品槽。
 4. 記錄器、積分器或實驗室數據處理系統。
 5. 注射針：10 mL，附 Luerlok 接頭。
 6. 可丟棄式的注射針過濾組合：Bio-Rad 之 “Prep Disc ” 樣品過濾組合 #343-0005，直徑 25 mm，孔徑 5 μm 之濾片或同級品。測試每一批次的污染物質，必要時使用前須以二氯甲烷沖洗過濾組合。
- (二) 分析天平：精秤至 0.0001 g 。
- (三) 定量瓶：10 mL 到 1000 mL 。
- (四) 量筒。
- (五) 減壓濃縮裝置。
- (六) 氮氣吹乾裝置(N_2 Evaporator)：可調整加熱溫度和氮氣吹出量。

五、試劑

(一) 二氯甲烷 CH_2Cl_2 ：殘量級或同級品。

一些品牌的二氯甲烷可能會含有過多的酸 (HCl)，可將等比例的水與二氯甲烷搖晃後再測水層之 pH 值，若水層的 pH 值小於等於 5，須將全部溶劑通過一含活化的鹼性礬土之 2 in. (內徑) x 15 in. (長) 玻璃管柱，此管柱足以處理 20 至 30 升的溶劑；或者改選用其他品牌的二氯甲烷。

(二) 環己烷 C_6H_{12} ：殘量級或同級品。

(三) 氯化正丁烷 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ：殘量級或同級品。

(四) GPC 校正溶液：製備一含下列分析物 (依沖提次序而列) 之二氯甲烷溶液當作校正溶液(註 2)。

化合物	mg/L
玉米油(corn oil)	25,000
雙(2-乙基己基)鄰苯二甲酸酯 (bis(2-ethylhexyl)phthalate)	1000
甲氧基達(methoxychlor)	200
芘(perylene)	20
硫(sulfur)	80

(五) 以重量添加玉米油方式，配製玉米油於二氯甲烷(5 g/100 mL)。

六、採樣與保存

參考各相關檢測方法

七、步驟

流程圖見附錄一、二，各步驟詳述如下：

(一) 操作 GPC 時，維持整個過程 (可能超過 24 小時) 的溫度恆定是非常重要的。若溫度無法保持一定時，滯留時間會有偏移，而造成不同的溶液收集與棄置的時間。理想實驗室溫度為 22°C ，可避免二氯甲烷脫氣的現象發生。

(二) GPC 設置與校正

1.GPC 管柱製備(註 1)

2.GPC 管柱校正

- (1)以 10 mL 的注射針，充滿校正溶液於樣品迴路#1，於 ABC 自動系統中，體積 5 mL 的樣品迴路至少須載入 8 mL 的校正溶液。以穩定、連續的壓力來推動樣品到迴路中，再切換轉換閥使 GPC 液體樣品流過 UV 偵測器。
- (2)注入校正溶液，以得到各成分的 UV 訊號，調整偵測器和記錄器感度，使得到的層析 UV 圖譜與圖 二相似。由於不同儀器廠商製造的樣品槽體積和偵測器感度會有所不同，因此可能需要將校正溶液加以稀釋，才能得到類似的結果。而分析用的樣品槽通常較半製備型的樣品槽所需樣品濃度低，因此分析用的樣品槽於此並不適用。
- (3)以下是評估管柱條件之 UV 層析圖譜的準則
 - a. 校正溶液中的所有成分均須有層析峰訊號，且為對稱峰。
 - b. 玉米油和鄰苯二甲酸酯訊號間的解析度要大於 85% 。
 - c. 鄰苯二甲酸酯和甲氧基達訊號間的解析度要大於 85% 。
 - d. 甲氧基達和芘訊號間的解析度要大於 85% 。
 - e. 芘和硫的訊號不能飽和，且基線解析度要大於 90%。
- (4)半揮發性物質的校正：利用 UV 圖譜得到的資料，建立所有目標分析物適當的收集和丟棄時間。開始收集管柱沖提液的時間是在雙(2-乙基己基)鄰苯二甲酸酯流出之前，玉米油沖提液之後；然後在芘沖提液後硫沖提液之前立刻停止收集；於硫沖提液出來之後，再淋洗管柱 10 分鐘。每一實驗室要建立出自己特定的時間次序。圖 二所示為通用的滯留時間準則，圖一則列出各類別化合物的滯留體積。
- (5)有機氯農藥/多氯聯苯(PCBs)的校正：確定鄰苯二甲酸酯、甲氧基達和硫的滯留時間，選擇 85%以上鄰苯二甲酸酯被移去之前的時間為沖提液的丟棄時間，>95 % 以上的甲基氧達出現的時間為收集時間；在芘沖提之後硫沖提之前，停止收集沖提液。

- (6)以定量瓶收集管柱沖提液 10 分鐘，量測其體積在 45 至 55 mL 範圍，來確定流速 (4.5 至 5.5 mL/min)。若流速超出此範圍，則必須有如上文所示的校正步驟；一旦流速在 4.5 至 5.5 mL/min 範圍內，則記錄此時管柱壓力 (應為 6 至 10 psi) 和室溫。由於壓力、流速和溫度條件改變會影響分析物的滯留時間，故必須監測之。若流速和壓力沒有在上述範圍之內，則必須重新製備一支新的管柱；當 UV 圖譜與七、(二) 2. (3) 節所述之規範不同時，也代表必須再重新製備一支新的管柱。若所有之準則皆不符合時，也許要新的層析管柱。
- (7)溶劑流速、管柱壓力建立後，設定好適當收集和丟棄沖提液的循環時間，再注入校正溶液。
- 量測並記錄量筒中所收集的 GPC 沖提液體積，因為收集每一樣品萃取過程的 GPC 流洗液體積，亦可用來顯示樣品處理過程中系統所碰到的問題。
 - 校正時，雙 (2-乙基己基) 鄰苯二甲酸酯和芘滯留時間的變化不能超過 5%，若滯留時間變化超過 5%時，則必須重複校正之過程。滯留時間變化主要是由下述原因所造成：
 - 實驗室溫度控制不良或系統的洩漏。
 - 管柱尚未到達穩定狀態，須再以二氯甲烷沖洗數小時或隔夜。
 - 實驗室溫度過高，造成二氯甲烷的釋氣(outgassing)。
- (8)注入 5 mL 的二氯甲烷，做為 GPC 之空白分析。以 K-D 濃縮裝置，濃縮在收集時間內通過系統的二氯甲烷沖提液，再由任一能連續分析樣品的偵測器來分析濃縮液。必要時須置換溶劑。若空白的分析值超過分析物的定量極限，則須再以二氯甲烷沖洗系統 1 至 2 小時後，再做一次空白分析以確定系統是否夠乾淨，必要時得再重複一次二氯甲烷沖洗系統之步驟。

(三) 萃液的製備

- 調整萃液的體積濃縮至 10 mL，萃取溶劑須以二氯甲烷為主；其他溶劑如 1:1 的二氯甲烷/丙酮溶液，則必須先將其濃縮到 1 mL (若有沉澱時，盡量濃縮至最低)，再以二氯甲烷稀釋到 10 mL，再混合均勻分析。

2. 以含濾片的注射針組合，將萃液通過 5 μm 的濾片到 10 mL 的注射針內。即抽取樣品萃液通過組合濾片而到注射針內，先拆掉濾片組合，再將萃液移到小樣品瓶（5 mL 附有鐵弗龍墊片之螺旋蓋）。或者先抽取萃液到未含濾片組合的注射針內，再於此注射針頭接一濾片，以擠壓方式使此萃液通過濾片，最後收集在樣品瓶內。對黏滯性高或帶有些固體顆粒的萃液而言，後者是較好的過濾方式。溶液中固體顆粒大於 5 μm 時，會刮傷切換閥，造成系統的洩漏或樣品迴路中樣品萃液的交互污染（cross contamination），且更換損傷的迴路其價錢非常昂貴（註 3）。

（四）萃液的篩選

1. 篩選測定萃液中的殘餘物是藉由將 100 μL 的溶液蒸乾後稱重。溶解殘餘物於 GPC 管柱不能超過 0.500 g，若超過 0.500 g 則會造成淨化不完全，及污染 GPC 的切換閥（此將導致樣品萃取物間的交互污染）。

(1) 將七(三) 2 節中已過濾體積 100 μL 的萃液移到一個鋁製的稱盤中。

(2) 蒸發技術是用一加熱燈泡，其裝置為架設一 250 W 的加熱燈泡於抽氣櫃內，燈泡距鋁箔紙表面 8 ± 0.5 公分，保持表面溫度在 80 至 100 $^{\circ}\text{C}$ 之間（放一溫度計在鋁箔紙上及燈泡下量溫度）。以鉗子夾住稱盤置於燈泡下，靜置於燈泡下 1 分鐘，再將稱盤移到分析天平或微量天平稱重至 0.1 mg，若殘餘物重量低於 10 mg/100 μL 則不必再稱重；若殘餘物重量高於 10 mg/100 μL ，則再將稱盤和殘餘物置於加熱燈下二次或更多次，每次加熱時間為 0.5 分鐘。每次重複稱重，當連續三次稱重結果在 $\pm 10\%$ 之內是為恆重。

(3) 於空白和添加溶液中重複上述殘餘物分析步驟。加 100 μL 的二氯甲烷到稱盤上，如同上述一樣求出其殘餘物的重量。加 100 μL 的添加玉米油（5 g/100 mL）於另一稱盤上，重複殘餘物稱重步驟。

2. 10 mg/100 μL 的萃液殘餘物重代表 5 mL 的萃液中有 500 mg 的殘餘物。因此樣品萃液超過 10 mg/100 μL 殘餘物重時，必須加以稀釋，使得載負 5 mL 樣品萃液到 GPC 管柱中之殘餘物不會超過 0.500 g。稀釋時要注意，載負 GPC 系統最少須有 8 mL 的

體積。以下的算式能提供計算殘餘物超過 10 mg 時所需的萃液量 Y。

$$Y \text{ mL} = 10 \text{ mL} \times \frac{10 \text{ mg 最大值}}{\text{最後體積} \times X \text{ mg 殘留物}}$$

例如：

$$Y \text{ mL} = 10 \text{ mL} \times \frac{10 \text{ mg 最大值}}{\text{最後體積} \times 15 \text{ mg 殘留物}}$$

則取萃液量 Y= 6.7 mL

因此取七(三)2 節的樣品萃液 6.7 mL，以二氯甲烷稀釋到 10 mL，將使 5 mL 稀釋萃液載負到 GPC 管柱的殘餘物濃度為 0.500 g (註 4)。

(五) GPC 淨化 (淨化流程如圖三)

1. 根據七(二)2.(1) 節到七(二)2.(8) 節的步驟，樣品以 GPC 淨化前應執行 GPC 校正。確定 UV 圖譜之要求、流速和管柱壓力均在可接受的準則下，且與最後一次校正的 UV 圖譜相比，滯留時間變動必須小於 5%。

(1) 若這些準則不符合，試著載入一或多次 5 mL 體積的氯丁烷流洗整個管柱來淨化管柱。氯丁烷或二氯甲烷/甲醇(9:1 v/v)可除去脫色物和二氯甲烷萃液中沉澱的顆粒物；用二氯甲烷反沖以除去顆粒可能可以回復失去的解析度。此時若有使用前置管柱，則更換前置管柱可能也會有助於問題的解決。若管柱經此保養仍不能恢復到可接受的績效時，則必須以新的填充材料重新充填管柱和校正之。

(2) 至少吸取 8 mL 體積的萃液 (稀釋，過濾) 到 10 mL 的注射針中。

(3) 將注射針插入注射口，以固定、連續的壓力將樣品送到 5 mL 的樣品迴路中。若樣品不易被注入，則可能此系統有些部份被堵住了，須採取適當的修正措施。若壓力正常(6 至 10 psi)，可能是切換閥堵住，可以將入口與出口管對調，並以幫浦抽取溶劑來反沖洗切換閥 (此步驟須在樣品導入之前進行)。

(4)在樣品載入迴路後，注射針由注射孔移走前，先將 GPC 切換到下一個迴路，如此可以防止迴路中壓力不均造成樣品的漏失。

2.於每次樣品載入後，須用裝於 PTFE 洗瓶中的二氯甲烷清洗載入孔，以減少相互污染，再注入體積約 10 mL 的二氯甲烷來清洗管路。

3.於所有樣品載入後，開始依序啟動執行。每一個樣品收集和丟棄的時間依七(二)2 節所建立的參數來執行。

4.收集樣品於適當試管中，以鋁箔紙覆蓋降低溶劑的揮發，或直接導入 K-D 濃縮裝置，並測量所收集樣品的體積。若收集的樣品體積有變動時，可能是由下列問題所造成：

(1)溶劑流速改變，此乃管柱有槽化 (channeling) 現象或管柱壓力變動所造成。

(2)由於前置管柱或分析管柱膠層(若沒有使用前置管柱)有吸收的顆粒和細的膠粒進入，造成的操作壓力增加之結果。

(3)系統有洩漏或室溫變動大。

(六)以 K-D 或吹氮濃縮裝置濃縮萃液。

(七)若只有一半的樣品萃液注入 GPC 分析(10 mL 樣品萃液中的 5 mL 載入 GPC 管柱)，此時稀釋因子為 2 (或 2 乘以七(四)2 節的稀釋因子) 必須在定量分析計算時一併算入。

八、結果處理

略

九、品質管制

(一)以本方法來淨化樣品萃液時，其品質管制樣品(例如：空白、查核、重複、添加)也必須以此方法淨化處理。

(二)分析者以儲備標準溶液於每一個不同之分析方法(GC、GC/MS、HPLC)校正儀器時，建議此儲備標準溶液亦經過淨化步驟，以確保層析圖譜分離之正確性與所使用試劑中不受不純物質之干擾。

十、精密度與準確度

各化合物之精密度與準確度如表二所列。

十一、參考資料

- (一) U.S.EPA, Gel Permeation Cleanup, Test Methods for Evaluating Solid Waste. Method 3640A, 1994.
- (二) Wise,R.H.; Bishop, D. F.; Williams, R.T.; Austern, B.M.; Gel Permeation Chromatography in the GC/MS Analysis of Organics in Sludges U.S.EPA Municipal Environmental Research Laboratory: Cincinnati, Ohio 45268.
- (三) Czuczawa,J.; Alford-Stevens,A., Optimized Gel Permeation Chromatographic Cleanup for Soil, Sediment, Waste and Waste Oil Sample Extracts for GC/MS Determination of Semivolatile Organic Pollutants JAOAC, 1989.
- (四) Marsden, P. J.; Taylor, V.; Kennedy, M.R., Evaluation of Method 3640 Gel Permeation Cleanup Contract No.68-03-3375, U.S. EPA, Cincinnati, Ohio, pp. 100, 1987.

註 1：使用自行製備填充管柱時，管柱的製備請參考 EPA Method 3640A (1994)。

註 2：硫不易溶於二氯甲烷中，但可溶於熱玉米油裡，因此適當的製備方式是：先將玉米油秤好，加溫，然後將秤好的硫移到熱玉米油中混合後，再移至裝有二氯甲烷及其他校正化合物之定量瓶中。將校正溶液儲存在一附有鐵弗龍墊片螺旋瓶蓋的棕色瓶中， $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 下保存，且避免照光。(冷藏可能會導致玉米油的沉澱，使用前應將校正溶液於室溫下靜置，直到玉米油溶解。) 通常校正溶液是每六個月更換一次，必要時可常更換。

註 3：樣品萃液的黏滯性不要高於 1:1 的水/甘油溶液之黏度，超過時須加以稀釋。

註 4：稀釋因子必須包括在最後分析濃度計算中，上述例子的稀釋因子為 1.5。

表一 以 GPC 淨化之事業廢棄物化學物質參考表

化合物名稱	CAS No. ^a
芴(Acenaphthene)	83-32-9
芴烯(Acenaphthylene)	208-96-8
乙醯苯(Acetophenone)	98-86-2
2-乙酰氨基芴(2-Acetylaminofluorene)	53-96-3
阿特靈(Aldrin)	309-00-2
4-胺基聯苯(4-Aminobiphenyl)	92-67-1
苯胺(Aniline)	62-53-3
蒽(Anthracene)	120-12-7
免賴得(Benomyl)	17804-35-2
苯硫酚(Benzenethiol)	108-98-5
聯苯胺(Benzidine)	92-87-5
苯(a)駢蒽(Benz(a)anthracene)	56-55-3
苯(b)苯駢芴(Benzo(b)fluoranthene)	205-99-2
苯(a)駢芘(Benzo(a)pyrene)	50-32-8
苯(ghi)芘(Benzo(ghi)perylene)	191-24-2
苯(k)苯駢芴(Benzo(k) fluoranthene)	207-08-9
苯甲酸(Benzoic acid)	65-85-0
三氯甲苯(Benzotrichloride)	98-07-7
苯甲醇(Benzyl alcohol)	100-51-6

表一 以 GPC 淨化之事業廢棄物化學物質參考表(續)

化合物名稱	CAS No. ^a
氯甲苯(Benzyl chloride)	100-44-7
α -蟲必死(alpha-BHC)	319-84-6
β -蟲必死(beta-BHC)	319-85-7
γ -蟲必死(gamma-BHC)	58-89-9
δ -蟲必死(delta-BHC)	319-86-8
4-溴苯基苯基醚(4-Bromophenyl phenyl ether)	101-55-3
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 (Butyl benzyl phthalate)	85-68-7
2-(1-甲基丙基)-4,6-二硝基酚 (2-sec-butyl-4,6-dinitrophenol ,(Dinoseb))	88-85-7
二苯駢吡咯(Carbazole)	86-74-8
貝芬替(Carbendazim)	10605-21-7
α -可氯丹(alpha-Chlordane)	5103-71-9
γ -可氯丹(gamma- Chlordane)	5566-34-7
4-氯-3-甲基酚(4-Chloro-3-methylphenol)	59-50-7
4-氯苯胺(4-Chloroaniline)	106-47-8
克氯苯(Chlorobenzilate)	510-15-6
雙(2-氯乙氧基)甲烷(Bis(2-Chloroethoxy) methane)	111-91-1
雙(2-氯乙基)醚(Bis(2-Chloroethyl) ether)	111-44-4

表一 以 GPC 淨化之事業廢棄物化學物質參考表(續)

化合物名稱	CAS No. ^a
雙(2-氯異丙基)醚(Bis(2-Chloroisopropyl ether))	108-60-1
2-氯萘(2-Chloronaphthalene)	91-58-7
2-氯酚 (2-Chlorophenol)	95-57-8
4-氯酚 (4-Chlorophenol)	106-48-9
3-氯酚 (3-Chlorophenol)	108-43-0
4-氯苯基 苯基醚 (4-Chlorophenyl phenyl ether)	7005-72-3
3-氯丙腈 (3-Chloropropionitrile)	542-767
屈 (Chrysene)	218-01-9
鄰-甲酚 (2-Cresol)	95-48-7
間-甲酚 (3-Cresol)	108-39-4
對-甲酚 (4-Cresol)	106-44-5
環磷醯胺(Cyclophosphamide)	50-18-0
滴滴滴 (DDD)	72-54-8
滴滴依 (DDE)	72-55-9
滴滴涕 (DDT)	50-29-3
二丁基鄰苯二甲酸酯 (Di-n-butyl phthalate)	84-74-2
二醛酯 (Diallate)	2303-16-4
二苯駢(a,e)苊 (Dibenzo(a,e)pyrene)	192-65-4

表一 以 GPC 淨化之事業廢棄物化學物質參考表(續)

化合物名稱	CAS No. ^a
二苯駢(a,i)苊 (Dibenzo(a,i)pyrene)	189-55-9
二苯駢(a,j)吖啶 (Dibenz(a,j)acridine)	224-42-0
二苯駢蒽 (a,h) (Dibenz(a,h)anthracene)	53-70-3
氧芴 (Dibenzofuran)	132-64-9
二苯噻吩 (Dibenzothiophene)	132-65-0
1,2-二溴,3-氯丙烷 (1,2-Dibromo-3-chloropropane)	96-12-8
1,2-二溴乙烷 (1,2-Dibromoethane)	106-93-4
反-1,4-二氯,2-丁烯 (trans-1,4-Dichloro-2-butene)	110-57-6
順-1,4-二氯,2-丁烯 (cis-1,4-Dichloro-2-butene)	1476-11-5
1,2-二氯苯 (1,2-Dichlorobenzene)	95-50-1
1,3-二氯苯 (1,3-Dichlorobenzene)	106-467
1,4-二氯苯 (1,4-Dichlorobenzene)	541-73-1
3,3'-二氯聯苯胺 (3,3'-Dichlorobenzidine)	91-94-1
2,6-二氯酚 (2,6-Dichlorophenol)	87-65-0
2,4-二氯苯氧基乙酸 (2,4-Dichlorophenoxyacetic)	94-75-7
2,4-二氯酚 (2,4-Dichlorophenol)	120-83-2
2,4-二氯甲苯 (2,4-Dichlorotoluene)	95-73-8

表一 以 GPC 淨化之事業廢棄物化學物質參考表(續)

化合物名稱	CAS No. ^a
1,3-二氯丙醇 (1,3-Dichloro-2-propanol)	96-23-1
地特靈 (Dieldrin)	60-57-1
二乙基鄰苯二甲酸酯 (Diethyl phthalate)	84-66-2
樂果 (Dimethoate)	60-51-5
二甲基鄰苯二甲酸酯 (Dimethyl phthalate)	131-11-3
甲基黃 (p-Dimethylaminoazobenzene)	60-11-7
7,12-二甲基苯(a)駢蔥 (7,12-Dimethyl-benz(a)anthracene)	57-97-6
2,4-二甲基酚 (2,4-Dimethylphenol)	105-67-9
3,3-二甲基聯苯胺 (3,3-Dimethylbenzidine)	119-93-7
4,6-二硝基甲酚(4,6-Dinitro-o-cresol)	534-52-1
1,3-二硝基苯 (1,3- Dinitro-benzene)	99-65-0
2,4-二硝基酚 (2,4-Dinitro-phenol)	51-28-5
2,4-二硝基甲苯 (2,4-Dinitro-toluene)	121-14-2
2,6-二硝基甲苯 (2,6-Dinitro-toluene)	606-20-2
二苯胺 (Diphenylamine)	122-39-4
二苯醚 (Diphenyl ether)	101-84-8
1,2-二苯基聯胺 (1,2-Diphenylhydrazine)	122-66-7
1,2-二苯基聯胺 (1,2-Diphenylhydrazine)	122-66-7

表一 以 GPC 淨化之事業廢棄物化學物質參考表(續)

化合物名稱	CAS No. ^a
殺福通 (Disulfoton)	298-04-4
安殺番硫酸鹽 (Endosulfan sulfate)	1031-07-8
安殺番 I (Endosulfan I)	959-98-8
安殺番 II (Endosulfan II)	33213-65-9
安特靈 (Endrin)	72-20-8
安特靈醛 (Endrin aldehyde)	7421-93-4
安特靈酮 (Endrin ketone)	53494-70-5
乙基甲基磺酸酯 (Ethyl methane sulfonate)	62-50-0
2-乙基丙烯酸甲酯(Ethyl methacrylate)	97-63-2
雙-(2-乙基己基)鄰苯二甲酸酯 (Bis(2-ethylhexyl) phthalate)	117-81-7
胺磺磷 (Famphur)	52-85-7
芴 (Fluorene)	86-73-7
苯駢芘(Fluoranthene)	206-44-0
飛佈達 (Heptachlor)	76-44-8
環氧飛佈達 (Heptachlor epoxide)	1024-57-3
六氯苯 (Hexachlorobenzene)	118-74-1
六氯二丁烯 (Hexachlorobutadiene)	87-68-3
六氯環二戊烯 (Hexachlorocyclopentadiene)	77-47-4

表一 以 GPC 淨化之事業廢棄物化學物質參考表(續)

化合物名稱	CAS No. ^a
六氯乙烷 (Hexachloroethane)	67-72-1
六氯丙烯 (Hexachloropropene)	1888-71-7
茛駢(1,2,3-cd) 芘 (Indeno(1,2,3-cd))pyrene	193-39-5
異氣甲橋萘(Isodrin)	465-73-6
異佛爾酮 (Isophorone)	78-59-1
順-異黃樟素 (cis-Isosafrole)	17627-76-8
反-異黃樟素 (trans-Isosafrole)	4043-71-4
開噴 (Kepone)	143-50-0
丙二腈(Malononitrile)	109-77-3
脫葉亞磷 Merphos	150-50-5
甲氧基達 (Methoxychlor)	72-43-5
3-甲基氯萘 (3-Methylcholanthrene)	56-49-5
2-甲基萘(2-Methylnaphthalene)	91-57-6
甲基巴拉松 (Methyl parathion)	298-00-0
4,4'-甲基-雙(2-氯苯胺) (4,4'-Methylene-bis(2-chloroaniline))	101-14-4
萘(Naphthalene)	91-20-3
1,4-萘醌 (1,4-Naphthoquinone)	130-15-4
2-萘胺 (2-Naphthylamine)	91-59-8
1-萘胺 (1-Naphthylamine)	134-32-7

表一 以 GPC 淨化之事業廢棄物化學物質參考表(續)

化合物名稱	CAS No. ^a
5-硝基-鄰-甲苯胺 (5-Nitro-o-toluidine)	99-55-8
2-硝基苯胺 (2-Nitroaniline)	88-74-4
3-硝基苯胺 (3-Nitroaniline)	99-09-2
4-硝基苯胺 (4-Nitroaniline)	100-01-6
硝基苯 (Nitrobenzene)	98-95-3
2-硝基酚 (2-Nitrophenol)	79-46-9
4-硝基酚 (4-Nitrophenol)	100-02-7
亞硝基-二正丁基胺 (N-Nitrosodi-n-butylamine)	924-16-3
亞硝基-二乙醇胺 (N-Nitrosodiethanolamine)	1116-54-7
亞硝基-二乙基胺 (N-Nitrosodiethylamine)	55-18-5
亞硝基-二甲基胺 (N-Nitrosodimethylamine)	62-75-9
亞硝基-二苯基胺 (N-Nitrosodiphenylamine)	86-30-6
亞硝基-二正丙基胺 (N-Nitrosodi-n-propylamine)	621-64-7
亞硝基-甲基乙基胺 (N-Nitrosomethylethylamine)	10595-95-6
亞硝基嗎啉 (N-Nitrosomorpholine)	59-89-2
亞硝基六氫吡啶 (N-Nitrosopiperidine)	100-75-4
亞硝基吡咯啶 (N-Nitrosopyrrolidine)	930-55-2

表一 以 GPC 淨化之事業廢棄物化學物質參考表(續)

化合物名稱	CAS No. ^a
二正辛基鄰苯二甲酸酯 (Di-n-octyl phthalate)	117-84-0
巴拉松 (Parathion)	56-38-2
五氯苯 (Pentachlorobenzene)	608-93-5
五氯乙烷 (Pentachloroethane)	76-01-7
五氯硝基苯 (Pentachloronitrobenzene(PCNB))	82-68-8
五氯酚 (Pentachlorophenol)	87-86-5
菲那酞 (Phenacetin)	62-44-2
菲 (Phenanthrene)	85-01-8
酚 (Phenol)	108-95-2
1,2-苯二胺 (1,2-Phenylenediamine)	95-54-5
福瑞松 (Phorate)	298-02-2
2-皮考林 (2-Picoline)	109-06-8
拿草特 (Pronamide)	23950-58-5
芘(Pyrene)	129-00-0
間-苯二酚 (Resorcinol)	108-46-3
黃樟素 (Safrole)	94-59-7
1,2,4,5-四氯苯 (1,2,4,5-Tetrachlorobenzene)	95-94-3
2,3,5,6-四氯苯 (2,3,5,6-Tetrachloronitrobenzene)	117-18-0

表一 以 GPC 淨化之事業廢棄物化學物質參考表(續)

化合物名稱	CAS No. ^a
2,3,5,6-四氯酚 (2,3,5,6-Tetrachlorophenol)	935-95-5
2,3,4,6-四氯酚 (2,3,4,6-Tetrachlorophenol)	58-90-2
硫特普 (Tetraethyl dithiopyrophosphate(Sulfotep))	3689-24-5
胺基硫脲 (Thiosemicarbazide)	79-19-6
2-甲苯胺 (2-Toluidine)	106-49-0
4-甲苯胺 (4-Toluidine)	95-53-4
1-(鄰 氯 苯 基) 硫 脲 (Thiourea, 1-(o-chlorophenyl))	5344-82-1
2,4-二胺基甲苯 (Toluene-2,4-diamine)	95-80-7
1,2,3-三氯苯 (1,2,3-Trichlorobenzene)	87-61-6
1,2,4-三氯苯 (1,2,4-Trichlorobenzene)	120-82-1
2,4,6-三氯酚 (2,4,6-Trichlorophenol)	88-06-2
2,4,5-三氯酚 (2,4,5-Trichlorophenol)	95-95-4
2,4,5-三氯酚氧醋酸 (2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T))	93-76-5
2,4,5-三氯酚氧丙酸 (2,4,5-Trichlorophenoxypropionic acid (2,4,5-TP))	93-72-1
殺鼠靈 (Warfarin)	81-81-2

a 化學文摘登錄序號

表二 事業廢棄物中化合物之膠滲透淨化法回收率和滯留體積

化合物名稱	回收率 (%) ¹	相對標準偏差 (%) ²	滯留體積 (mL) ³
芴(Acenaphthene)	97	2	196-235
烯(Acenaphthylene)	72	10	196-235
乙醯苯 (Acetophenone)	94	7	176-215
2-Acetylaminofluorene	97	2	156-195
阿特靈 (Aldrin)	99	9	196-215
4-胺基聯苯 (4-Aminobiphenyl)	96	7	176-215
苯胺 (Aniline)	93	4	196-235
蒽(Anthracene)	89	2	196-235
免賴得 (Benomyl)	131	8	146-195
苯硫酚 (Benzenethiol)	92	11	196-235
聯苯胺 (Benzidine)	95	5	176-215
苯(a)駢 (Benz(a)anthracene)	100	3	196-235
苯(b)苯駢(Benzo(b)fluoranthene)	93	5	196-235
苯(a)駢苈 (Benzo(a)pyrene)	93	3	196-235
苯駢(ghi)芘(Benzo(ghi)perylene)	90	6	196-235
苯(a)苯駢蒽(Benzo(k) fluoranthene)	91	4	196-235
苯甲酸 (Benzoic acid)	66	7	176-195
三氯甲苯 (Benzotrichloride)	93	7	176-215
苯甲醇 (Benzyl alcohol)	95	17	176-215
氯甲苯 (Benzyl chloride)	99	4	176-215
α -蟲必死 (alpha-BHC)	84	13	196-215
β -蟲必死 (beta-BHC)	94	9	196-215
γ -蟲必死 (gamma-BHC)	93	4	196-215
δ -蟲必死 (delta-BHC)	102	7	216-255
4-溴苯基-苯基醚 (4-Bromophenyl phenyl ether)	93	1	176-215
丁基苯甲基鄰苯二甲酸酯 (Butyl benzyl phthalate)	104	3	136-175
2-(1-甲基丙基)-4,6-二硝基酚 (2-sec-butyl-4,6-dinitrophenol (Dinoseb))	103	18	176-195
二苯駢吡咯 (Carbazole)	99	5	196-255
Carbendazim	131	8	146-195
α -可氯丹 (alpha-Chlordane)	97	2	196-235
γ -可氯丹 (gamma- Chlordane)	93	2	196-215
4-氯基-3-甲基酚 (4-Chloro-3-methylphenol)	87	1	196-255

表二 事業廢棄物中化合物之膠滲透淨化法回收率和滯留體積(續)

化合物名稱	回收率 (%) ¹	相對標準偏差 (%) ²	滯留體積 (mL) ³
4-氯苯胺 (4-Chloroaniline)	88	3	196-235
克氯苯 (Chlorobenzilate)	92	5	176-235
雙(2-氯乙氧基)甲烷 (Bis(2-Chloroethoxy) methane)	89	1	156-195
雙(2-氯乙基)醚 (Bis(2-Chloroethyl) ether)	76	2	156-215
雙(2-氯異丙基)醚 (Bis(2-Chloroisopropyl) ether)	83	2	156-195
2-氯萘(2-Chloronaphthalene)	89	1	196-235
2-氯酚 (2-Chlorophenol)	90	1	196-215
4-氯酚 (4-Chlorophenol)	86	3	196-215
3-氯酚 (3-Chlorophenol)	87	2	196-215
4-氯苯基-苯基醚 (4-Chlorophenyl phenyl ether)	98	2	176-215
3-氯丙腈(3-Chloropropionitrile)	80	5	176-215
(Chrysene)	102	1	196-235
鄰-甲酚 (2-Cresol)	91	1	196-215
間-甲酚 (3-Cresol)	70	3	196-215
對-甲酚 (4-Cresol)	88	2	196-215
Cyclophosphamide	114	10	146-185
滴滴滴 (DDD)	94	4	196-235
滴滴依 (DDE)	94	2	196-235
滴滴涕 (DDT)	96	6	176-215
二丁基鄰苯二甲酸酯 (Di-n-butyl phthalate)	104	3	136-175
二醛酯 (Diallate)	97	6	156-175
二苯駢(a,e)苝 (Dibenzo(a,e)pyrene)	94	10	216-235
二苯駢(a,i)苝 (Dibenzo(a,i)pyrene)	99	8	216-235
二苯駢(a,j)吡啶 (Dibenz(a,j)acridine)	117	9	176-195
二苯駢(a,h)蒽(a,h (Dibenz(a,h)anthracene)	92	5	196-235
氧芴 (Dibenzofuran)	94	1	176-235
二苯駢噻吩 (Dibenzothiophene)	94	3	196-235
1,2-二溴,3-氯丙烷 (1,2-Dibromo-3-chloropropane)	83	2	176-215
1,2-二溴乙烷 (1,2-Dibromoethane)	121	8	196-215
反-1,4-二氯,2-丁烯 (trans-1,4-Dichloro-2-butene)	107	6	176-195
順-1,4-二氯,2-丁烯 (cis-1,4-Dichloro-2-butene)	106	6	176-215

表二 事業廢棄物中化合物之膠滲透淨化法回收率和滯留體積(續)

化合物名稱	回收率 (%) ¹	相對標準偏差 (%) ²	滯留體積 (mL) ³
1,2-二氯苯 (1,2-Dichlorobenzene)	81	1	196-235
1,4-二氯苯 (1,4-Dichlorobenzene)	81	1	196-235
3,3'-二氯聯苯胺 (3,3'-Dichlorobenzidine)	98	3	176-215
2,6-二氯酚 (2,6-Dichlorophenol)	86	3	196-215
2,4-二氯苯氧基乙酸 (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid)	80	NA	76-215
2,4-二氯酚 (2,4-Dichlorophenol)	87	2	96-215
2,4-二氯甲苯 (2,4-Dichlorotoluene)	70	9	196-235
1,3-二氯丙醇 (1,3-Dichloro-2-propanol)	73	13	176-215
地特靈 (Dieldrin)	100	5	196-215
二乙基鄰苯二甲酸酯 (Diethyl phthalate)	103	3	136-195
樂果 (Dimethoate)	79	15	146-185
3,3-Dimethoxybenzidine	15	11	156-195
二甲基鄰苯二甲酸酯 (Dimethyl phthalate)	100	1	156-195
甲基黃 (p-Dimethylaminoazobenzene)	96	1	176-215
7,12-二甲基苯(a)駢 (7,12-Dimethyl-benz(a)anthracene)	77	1	176-215
2,4-二甲基酚 (2,4-Dimethylphenol)	93	2	176-215
3,3-二甲基聯苯胺 (3,3-Dimethylbenzidine)	93	2	156-215
4,6-二硝基甲酚 (4,6-Dinitro-o-cresol)	100	1	156-195
1,3-二硝基苯 (1,3- Dinitro-benzene)	99	2	156-195
2,4-二硝基酚 (2,4-Dinitrophenol)	118	7	176-195
2,4-二硝基甲苯 (2,4-Dinitrotoluene)	93	4	156-195
2,6-二硝基甲苯 (2,6-Dinitrotoluene)	101	2	156-175
二苯胺 (Diphenylamine)	95	6	176-235
二苯醚 (Diphenyl ether)	67	12	196-215
1,2 二苯基聯胺 (1,2-Diphenylhydrazine)	92	1	176-215
殺福通 (Disulfoton)	81	15	146-215
安殺番硫酸鹽 (Endosulfan sulfate)	94	2	176-195
安殺番 II (Endosulfan II)	92	6	196-215
安特靈 (Endrin)	95	6	196-215
安殺番 I (Endosulfan I)	99	8	176-215
安特靈醛 (Endrin aldehyde)	97	1	176-215

表二 事業廢棄物中化合物之膠滲透淨化法回收率和滯留體積(續)

化合物名稱	回收率 (%) ¹	相對標準偏 差(%) ²	滯留體積 (mL) ³
安特靈酮 (Endrin ketone)	94	4	176-215
2-乙基丙烯酸甲脂 (Ethyl methacrylate)	126	7	176-195
雙-(2-乙基己基)鄰苯二甲酸酯 (Bis(2-ethylhexyl) phthalate)	101	1	120-145
胺磺磷 (Famphur)	99	NA	126-165
芴 (Fluorene)	95	1	176-235
苯駢(Fluoranthene)	94	1	196-235
飛佈達 (Heptachlor)	85	2	196-215
環氧飛佈達 (Heptachlor epoxide)	91	11	156-195
六氯苯 (Hexachlorobenzene)	108	2	196-235
六氯二丁烯 (Hexachlorobutadiene)	86	2	176-215
六氯環二戊烯 (Hexachlorocyclopentadiene)	89	3	176-215
六氯乙烷 (Hexachloroethane)	85	1	196-235
六氯丙烯 (Hexachloropropene)	91	2	196-235
(1,2,3-cd)比(Indeno(1,2,3-cd))pyrene	79	13	216-255
異氣甲橋 (Isodrin)	98	5	196-235
異佛爾酮 (Isophorone)	68	7	156-195
順-異黃樟素 (cis-Isosafrole)	90	4	176-215
反-異黃樟素 (trans-Isosafrole)	88	16	156-195
丙二腈(Malononitrile)	111	9	156-195
Merphos	93	12	126-165
開噴 (Kepone)	102	NA	196-235
甲氧基達 (Methoxychlor)	94	6	156-195
3-甲基氯萘(3-Methylcholanthrene)	74	12	176-195
2-甲基萘(2-Methylnaphthalene)	67	6	196-215
甲基巴拉松 (Methyl parathion)	84	13	146-185
4,4'-甲基-雙(2-氯苯胺) (4,4'-Methylene-bis(2-chloroaniline))	96	1	176-215
萘(Naphthalene)	95	7	196-215
1,4-萘昆 (1,4-Naphthoquinone)	73	7	176-215
2-萘胺 (2-Naphthylamine)	94	8	196-235
1-萘胺 (1-Naphthylamine)	96	6	196-235
5-硝基-鄰-甲苯胺 (5-Nitro-o-toluidine)	77	2	176-195
2-硝基苯胺 (2-Nitroaniline)	96	8	176-215

表二 事業廢棄物中化合物之膠滲透淨化法回收率和滯留體積(續)

化合物名稱	回收率 (%) ¹	相對標準偏差 (%) ²	滯留體積 (mL) ³
4-硝基苯胺 (4-Nitroaniline)	103	8	176-215
硝基苯 (Nitrobenzene)	86	2	176-195
2-硝基酚 (2-Nitrophenol)	95	3	176-195
4-硝基酚 (4-Nitrophenol)	77	3	196-215
亞硝基-二正丁基胺 (N-Nitrosodi-n-butylamine)	89	4	156-175
亞硝基-二乙醇胺 (N-Nitrosodiethanolamine)	104	3	146-185
亞硝基-二乙基胺 (N-Nitrosodiethylamine)	94	2	156-175
亞硝基-二甲基胺 (N-Nitrosodimethylamine)	86	13	156-195
亞硝基-二正丙基胺 (N-Nitrosodi-n-propylamine)	85	4	156-175
亞硝基-甲基乙基胺 (N-Nitrosomethylethylamine)	83	7	156-175
亞硝基-二苯基胺 (N-Nitrosodiphenylamine)	99	2	156-195
亞硝基嗎啉 (N-Nitrosomorpholine)	86	4	156-195
亞硝基六氫吡啶 (N-Nitrosopiperidine)	84	4	156-195
亞硝基吡咯啶 (N-Nitrosopyrrolidine)	92	1	156-175
二正辛基鄰苯二甲酸酯 (Di-n-octyl phthalate)	83	4	120-156
巴拉松 (Parathion)	109	14	146-170
五氯苯 (Pentachlorobenzene)	95	2	196-235
五氯乙烷 (Pentachloroethane)	74	1	196-235
五氯硝基苯 (Pentachloronitrobenzene(PCNB))	91	8	156-195
五氯酚 (Pentachlorophenol)	102	1	196-215
菲那酞 (Phenacetin)	100	3	156-195
菲 (Phenanthrene)	94	2	196-235
酚 (Phenol)	83	2	156-195
1,2-苯二胺 (1,2-Phenylenediamine)	91	1	196-215
福瑞松 (Phorate)	74	NA	116-135
2-皮考林 (2-Picoline)	99	14	156-215
拿草特 (Pronamide)	105	15	156-195
芘 (Pyrene)	98	2	215-235
間-苯二酚 (Resorcinol)	70	6	196-215

表二 事業廢棄物中化合物之膠滲透淨化法回收率和滯留體積(續)

化合物名稱	回收率 (%) ¹	相對標準偏差 (%) ²	滯留體積 (mL) ³
黃樟素 (Safrole)	93	1	176-215
Streptozotocin	6	48	225-245
2,3,5,6-四氯酚 (2,3,5,6-Tetrachlorophenol)	95	1	196-215
福瑞松 (Phorate)	74	NA	116-135
2,3,4,6-四氯酚 (2,3,4,6-Tetrachlorophenol)	96	7	196-215
硫特普 (Tetraethyl dithiopyrophosphate(Sulfotep))	89	14	116-135
1,2,4,5-四氯苯 (1,2,4,5-Tetrachlorobenzene)	96	2	196-235
2,3,5,6-四氯苯 (2,3,5,6-Tetrachloronitrobenzene)	85	9	176-215
胺基硫脲(Thiosemicarbazide)	74	3	146-185
2-甲苯胺 (2-Toluidine)	92	3	176-235
4-甲苯胺 (4-Toluidine)	87	8	176-235
1-(鄰氯苯基)硫脲 (Thiourea, 1-(o-chlorophenyl))	75	11	166-185
2,4-二胺基甲苯 (Toluene-2,4-diamine)	69	7	176-215
1,2,3-三氯苯 (1,2,3-Trichlorobenzene)	87	1	196-235
1,2,4-三氯苯 (1,2,4-Trichlorobenzene)	89	1	196-235
2,4,6-三氯酚 (2,4,6-Trichlorophenol)	77	1	216-235
2,4,5-三氯酚 (2,4,5-Trichlorophenol)	95	1	216-235
2,4,5-三氯酚氧醋酸 (2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T))	71	23	156-235
2,4,5-三氯酚氧丙酸 (2,4,5-Trichlorophenoxypropionic acid (2,4,5-TP))	67	NA	216-215
殺鼠靈 (Warfarin)	94	2	166-185

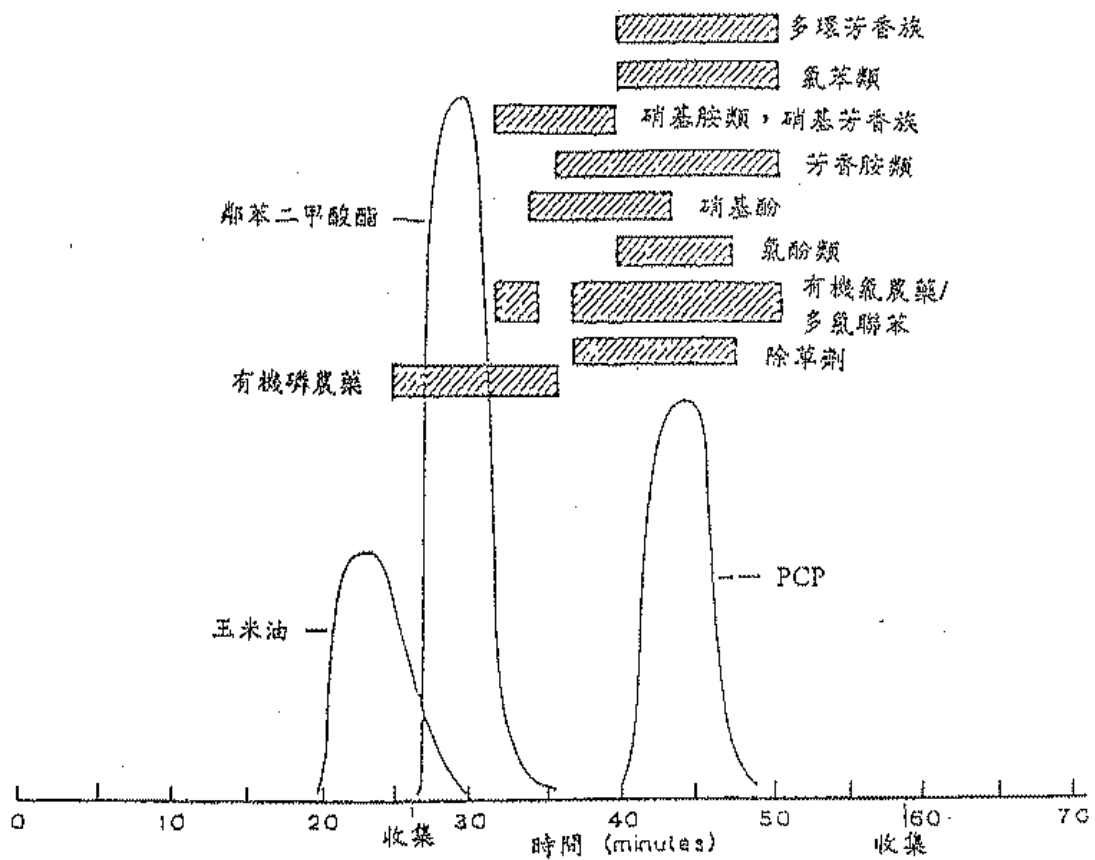
NA 不適用，其回收率是二次測定之平均值

a 不適用本方法的分析物

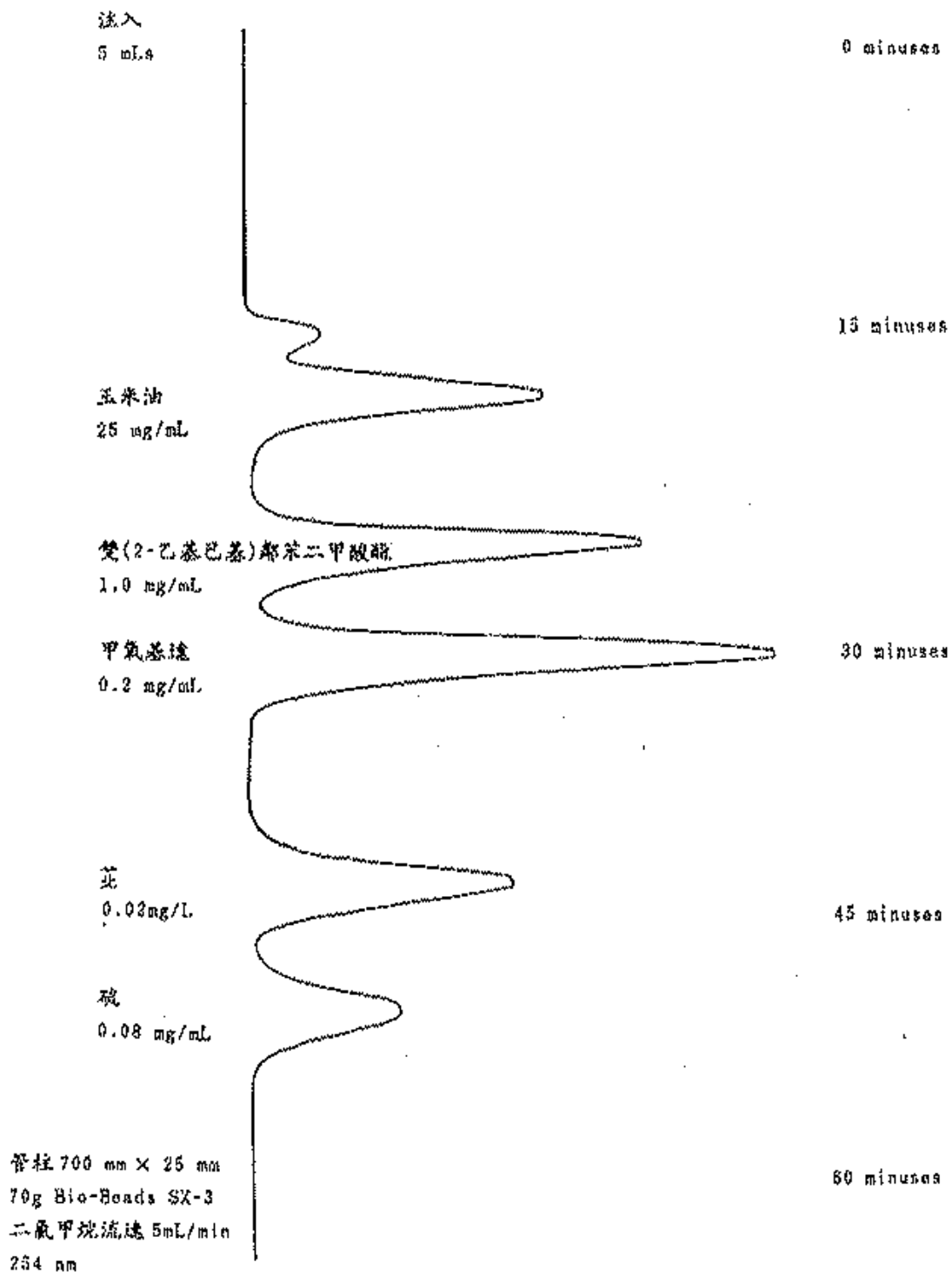
1 回收率百分比：是三次回收率之平均值

2 相對標準偏差百分比：是由三次回收率之值所求得

3 滯留體積：是在層析管柱更換及層析系統不同時的指引

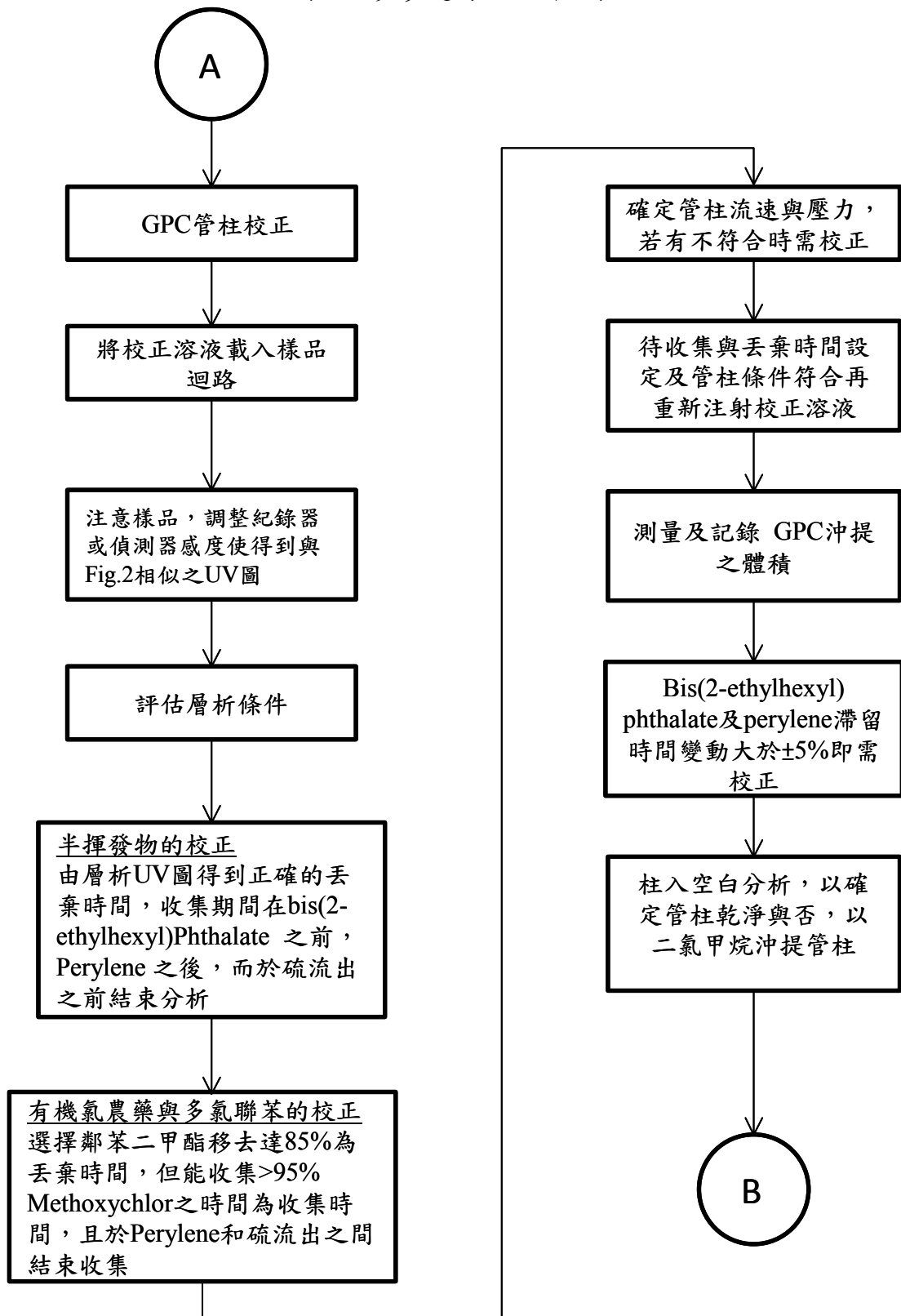


圖一 各種分析物種之 GPC 滯留體積



圖二 校正溶液之UV層析圖

圖三 膠滲透淨化流程圖



圖三 膠滲透淨化流程圖（續）

