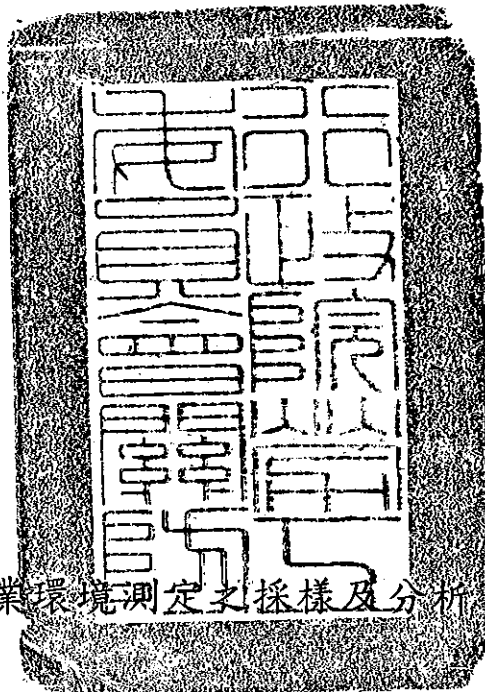


行政院勞工委員會 公告

發文日期：中華民國99年4月8日

發文字號：勞安3字第0990145127號

附件：附件一至附件五



主旨：公告2,3-環氧-1丙醇等有害物作業環境測定之採樣及分析建議方法。

依據：勞工作業環境測定實施辦法第六條。

公告事項：

一、下列有害物作業環境測定之採樣及分析建議方法如下：

(一)「2,3-環氧-1丙醇」(Glycidol)如附件一。

(二)「三氯乙烯」(Trichloroethylene)如附件二。

(三)「乙二醇甲醚醋酸酯」(ethylene glycol monomethyl ether acetate)如附件三。

(四)「甲基正戊酮」(Methyl-(n-amyl)-ketone、「乙基丁基酮」(Ethyl butyl ketone)如附件四。

(五)「異佛爾酮」(Isophorone)如附件五。

二、本公告之採樣及分析建議方法電子檔，請至本會網站(<http://www.cla.gov.tw>)「業務主題/勞工安全衛生/作業環境測定」網頁查詢或下載。

主任委員 王如玄

1000

行政院勞工委員會採樣分析建議方法

方法編號： 5052 (等級A)	審查日期：98年2月26日
化合物中文名：2,3-環氧-1-丙醇	化合物英文名：Glycidol
容許濃度	參考資料：NIOSH 1608 8/15/1994 [1]
勞委會：25 ppm	
OSHA：50 ppm	分子式：CH ₂ OHCHCH ₂ O
NIOSH：25 ppm	分子量：74.08
ACGIH：25 ppm	
(1 ppm = 3.03 mg/m ³ , @ NTP)	別名：2,3-epoxy-1-propanol;
基本物性：	2-(hydroxymethyl)oxirane; oxiranemethanol
液態，密度 1.117 g/mL @ 20 °C	CAS No.：556-52-5
沸點：167 °C	
熔點：-45 °C	RTECS No.：UB4375000
氣壓：0.120 kPa (0.9 mmHg)	
爆炸範圍：0.12 %(v/v) @ 20 °C	

採 樣	分 析
採樣介質：活性碳管 (100 mg/50 mg)	方 法：GC/FID
流 率：10~200 mL/min	分析物：2,3-環氧-1-丙醇
採樣體積：最小： 5 L @ 150 mg/ m ³	脫 附：1 mL 四氫呋喃，放置30分鐘，偶爾
最大： 32 L	微搖動
樣本運送：冷藏	注射量：1 μL
樣本穩定性：28天，冷藏4 °C	儀器分析條件：
現場空白樣本：每批樣本數的10%，至少需二	溫度—注入口： 230 °C
個以上	—偵檢器： 250 °C
準 確 度 [1]	—管柱：90 °C恆溫)
範圍：73~310 mg/ m ³ (50 L)	載流氣體：氮氣，20 mL/min
偏差：-2.90%	管柱：FFAP
總變異係數(CV _T)：8%	30 m × 0.530mm ID, 1 μm 毛細管柱
準確度：±13.2 %	標準樣本：分析物溶於四氫呋喃中
	檢量線範圍：0.0335~16.8 mg/mL
	可量化最低量：0.0335 mg/樣本
	分析變異係數(CV _a)：2.72 %

適用範圍[1]：本方法是以50 L的空氣為樣本時，有效分析範圍5~150 ppm(16~450 mg/ m³)。採樣時高濕會降低破出體積。

干擾[1]：未確認。

安全衛生注意事項[1]：2,3-環氧-1-丙醇會刺激上呼吸道、皮膚及黏膜，並會侵蝕許多塑膠、橡膠及外層。可經由皮膚吸收進入人體。因此，在使用時，必須是在排煙櫃中進行。

註：本方法有標出參考文獻處，指內容係直接引用該文獻。

1. 試藥

- 1.1 脫附劑：四氫呋喃 (分析級)。
- 1.2 分析物：2,3-環氧-1-丙醇(分析級)。
- 1.3 氮氣。
- 1.4 氫氣。
- 1.5 經過濾之空氣。

2. 設備

- 2.1 採集設備：活性碳管(100 mg/50 mg)，見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之採樣介質[3]。
- 2.2 個人採樣泵：10~200 mL/min。
- 2.3 氣相層析儀：備有火焰離子化偵檢器(FID)、積分器以及管柱。
- 2.4 1.8 mL及4 mL玻璃小瓶，備聚四氟乙烯(PTFE)內襯的蓋子。
- 2.5 10 μ L到50 μ L的微量注射針筒；1 mL的注射針筒。
- 2.6 振盪器。

3. 採樣

- 3.1 個人採樣泵連結活性碳管，進行流率校正，見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之採樣[3]。
- 3.2 以正確且已知的流率採集空氣。採樣泵流率為10~200 mL/min。應採集的空氣體積約5~32 L。
- 3.3 以塑膠蓋封蓋，並以石蠟薄膜(parafilm)加封後運送。

4. 脫附效率測定及樣本脫附

4.1 脫附效率測定

- 4.1.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之脫附效率[3]。
- 4.1.2 將活性碳管兩端切開，倒出後段的活性碳，丟棄之。
- 4.1.3 以微量注射針筒取適量的分析物，直接注入前段的活性碳上。添加量為0.670~2.68 mg。
- 4.1.4 以塑膠蓋封管，並以石蠟薄膜加封，冷藏靜置過夜。

4.1.5 以脫附劑脫附後，進行分析。

4.2 樣本脫附

4.2.1 打開活性碳管塑膠蓋，將管口切開，使開口與管徑同大，前端之玻璃綿取出丟棄，前段之活性碳倒入 1.8 mL 的玻璃小瓶中。取出分隔之聚甲醯胺甲酯(PU)泡綿，後段之活性碳倒入另一個1.8 mL 的玻璃小瓶中。

4.2.2 每一玻璃小瓶中，加入脫附劑 1 mL，立即蓋上瓶蓋。

4.2.3 以振盪器振盪30分鐘後，立即進行分析。

5. 檢量線製作與品管

5.1 檢量線製作

5.1.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之檢量線製作與品管[3]。

5.1.2 以注射針筒將標準品直接注入含有1 mL 脫附劑的玻璃小瓶中。所建立之檢量線濃度範圍約為 0.0335~16.8 mg/mL。(註：至少應配製5種不同濃度，以建立檢量線。)

5.1.3 將樣品標準溶液與空白樣品一起分析。

5.1.4 以波峰面積對分析物的濃度，繪製檢量線。

5.2 品質管制

5.2.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之檢量線製作與品管[3]。

6. 儀器分析

6.1 儀器分析條件

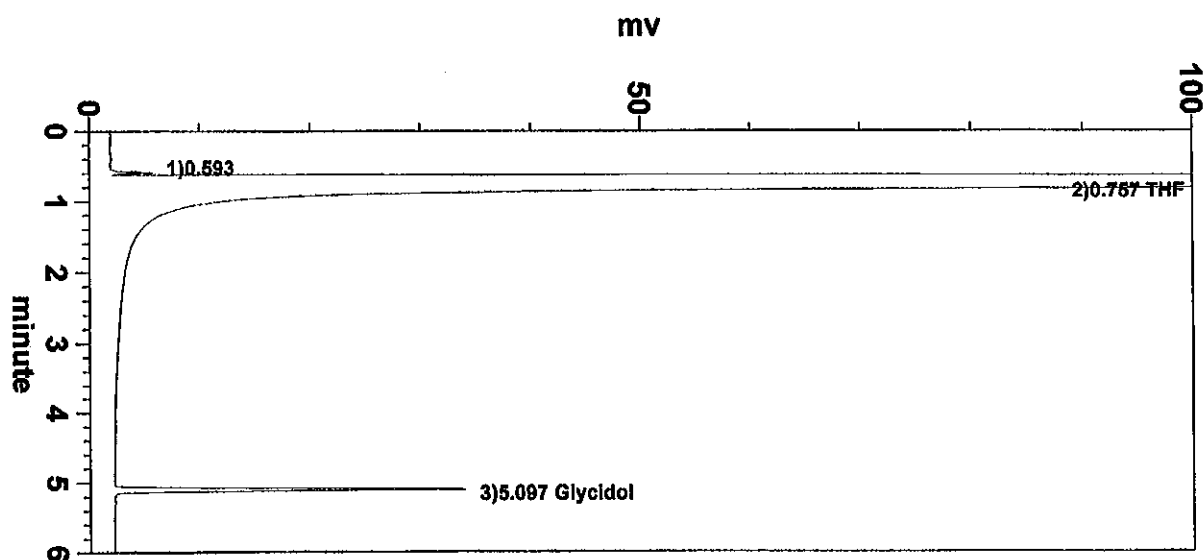
	條 件
儀器	GC/FID
管柱	FFAP
	30 m(長)×0.53 mm(內徑),膜厚 1 μ m
流率 (mL/min)	
空氣	410
氫氣	38
氮氣	20
分流比	不分流
溫度 (°C)	
注入口	230
偵檢器	250
管柱	90(恆溫)

註：以SHIMADZU GC-14A為例，亦可使用其它廠牌同級之儀器，但分析條件需另訂之。

6.2 大約滯留時間

化合物	滯留時間 (分鐘)
四氫呋喃	0.757
2,3-環氧-1-丙醇	5.10

6.3 分析圖譜



6.4 脫附效率*

化合物	容許濃度 (ppm)	相當採樣體積 (L)	脫附量 (mg/樣本)	平均脫附效率 (%)	分析變異係數 CV _a (%)
2,3-環氧-1-丙醇	25	17.7~70.8	0.670~2.68	94.1	2.72

* 採樣介質為SKC 226-01(100 mg/50 mg) 活性碳管

6.5 注射樣本進入氣相層析儀，使用自動注射器或採用溶劑沖刷技術(solvent flush injection technique)——利用10 μ L 之注射針筒先以溶劑沖刷數次，濕潤針管與活塞，取約3 μ L溶劑後，吸入約0.2 μ L 空氣，以分開溶劑與樣本，針頭再浸入樣本中吸入1 μ L 樣本後，在空氣中後退約1.2 μ L，以減少針頭樣本蒸發之機會，檢視注射針筒之針管樣本佔0.9~1.1 μ L實際取樣量。

註：假如波峰面積超過標準溶液的線性範圍，則以二硫化碳稀釋後再分析，計算時再乘回稀釋的倍數。

6.6 以電子積分器或其他適當方法計算面積，分析結果自檢量線上求出。

7. 計算

由檢量線濃度所求得之濃度乘以脫附溶液的體積（以 mL 為單位），得到每個樣本分析物的質量(W)。

$$C = \frac{(W_f - B_f + W_b - B_b) \times 10^3}{V}$$

C：空氣中有害物濃度 (mg/m³)

V：採集氣體體積 (L)

W_f：前段活性碳管所含分析物之質量 (mg)

W_b：後段活性碳管所含分析物之質量 (mg)

B_f：現場空白樣本前段的算術平均質量 (mg)

B_b：現場空白樣本後段的算術平均質量 (mg)

註：如(W_b) > (W_f/10)即表破出，樣本可能有損失。

8. 方法驗證

	測試1	測試2
儀 器	GC/FID (SHIMADZU GC-14A)	GC/FID (AGILENT GC-6890)
分析條件		
溫度 (°C)		
注入口	230 °C	250 °C
偵檢器	250 °C	250 °C
管 柱	90 °C (恒溫)	20 °C/min 90 °C (5 min) → 250 °C (1 min)
流率(mL/min)		
空氣	410	450
氫氣	38	40
氮氣	20	3.60
分流比	不分流	4 : 1
管柱	FFAP 30 m(長)×0.53 mm(內徑),管內膜厚1 μm	DB-WAX 60 m(長)×0.25 mm(內徑),膜厚0.25 μm
檢量線範圍	0.0335~16.8 mg/mL	0.0335~16.8 mg/mL
線性相關係數	0.999	0.999
平均脫附效率	94.1 %	95.0 %
CV _a	2.72 %	1.48 %
滯留時間	5.10 min	9.34 min

9. 高濕環境下破出測試

本方法評估是以注射驅動法 (syringe pump drive method) 產生標準氣體，並於30 °C，80 % RH高濕環境下進行6個樣本之破出測試；2,3-環氧-1-丙醇測試濃度為51.6ppm，採樣流率為200 mL/min，經240分鐘後，無破出現象產生，故建議最大採樣體積為32L。

10. 樣本貯放穩定性測試

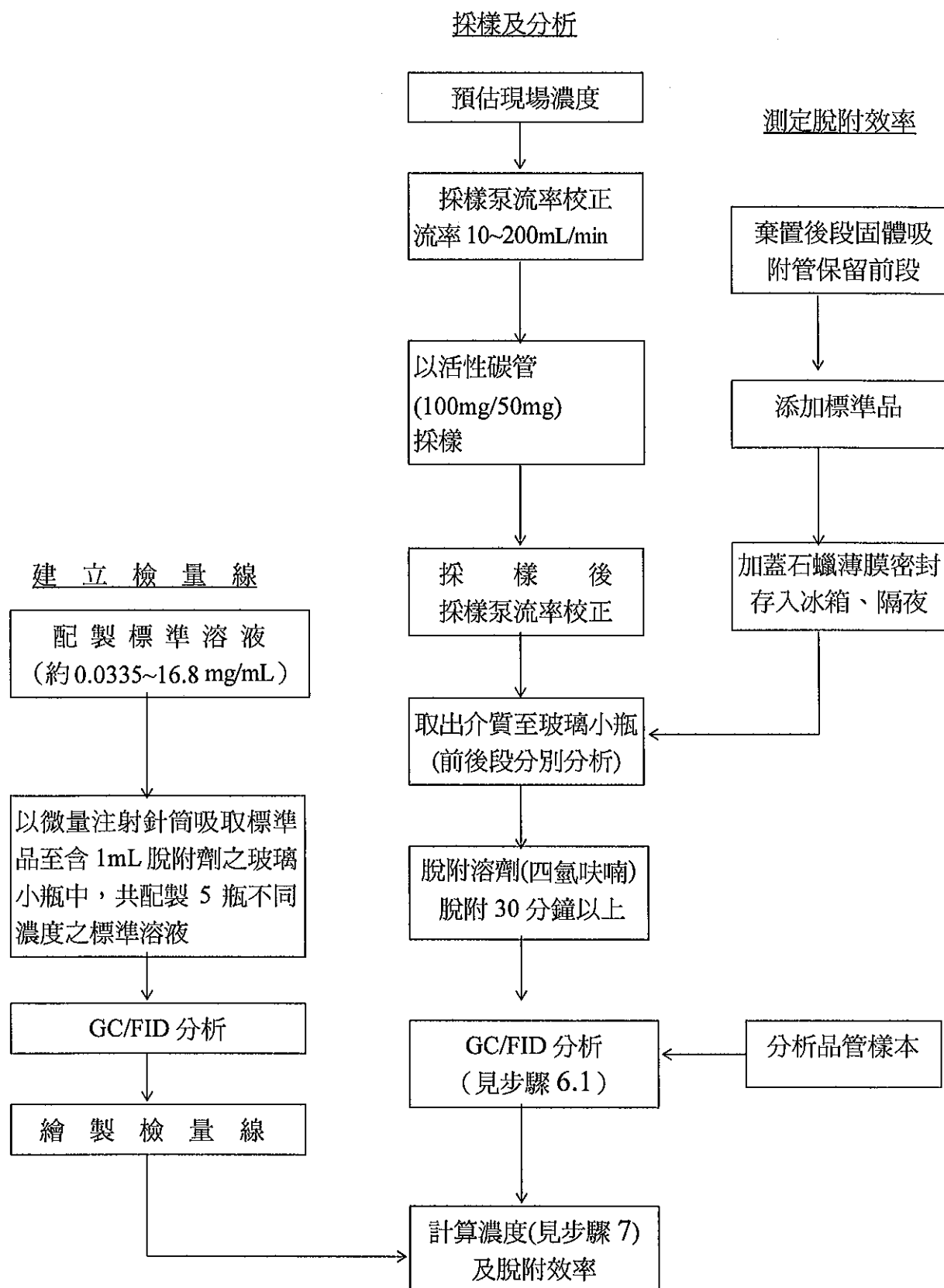
添加1.34mg2,3-環氧-1-丙醇於採樣管，進行樣本貯放穩定性測試。於室溫貯存7天樣本之相對回收率為34.6%，14天相對回收率為13.2%，21天相對回收率為4.36%，28天相對回收率為2.13%；於冷藏下貯存7天樣本之相

對回收率爲99.7%，14天相對回收率爲100.5%，21天相對回收率爲94.5%，28天相對回收率爲90.3%，見表二。

11. 參考文獻

- [1] NIOSH Manual of Analytical Methods , 4th ed. Method 1608 ,U.S. Department of Health , Education ,and Welfare, Publ. (NIOSH),1994.
- [2] 勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準，行政院勞工委員會，民國92年12月。
- [3] 勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇，行政院勞工委員會，民國91年10月。

附註一 採樣分析流程圖



附註二 所參考分析方法之主要數據

1. 本分析方法是參照NIOSH第4版分析方法1608而成。

2. 儀器分析條件：

方 法：GC/FID

脫 附：0.500 mL四氫呋喃，放置30分鐘，偶爾輕微搖動。

注射量：5 μ L

溫度 — 注入口：225 °C

— 偵檢器：260 °C

— 管 柱：155 °C(恒溫)

載流氣體：氮氣，25 mL/min

管 柱：不銹鋼管柱，3 m $\times$ 2-mm ID，10 % FFAP填充100/120 mesh Chromosorb
W-HP。

標準樣本：2,3-環氧-1-丙醇溶於四氫呋喃。

測試範圍：0.800~22 mg/樣本

分析變異係數(CV_s)：2.72 %

估計偵測極限：未測試

表一 2,3-環氧-1-丙醇脫附效率

		添加量：0.6702mg		添加量：1.3404mg		添加量：2.6808mg	
介質空白		分析量	脫附效率	分析量	脫附效率	分析量	脫附效率
(mg/sample)	(mg/sample)	(mg/sample)	(%)	(mg/sample)	(%)	(mg/sample)	(%)
1	0	0.597	89.1	1.24	92.1	2.65	98.9
2	0	0.587	87.6	1.28	95.4	2.77	103.2
3	0	0.585	87.2	1.26	94.1	2.72	101.3
4	0	0.589	87.9	1.25	93.2	2.84	106.1
5	0	0.563	84.0	1.25	93.1	2.67	99.6
6	0	0.623	92.9	1.22	90.8	2.61	97.2
平均脫附效率(%)			88.1		93.1		101.04
變異係數(%)			3.28		1.70		3.19

三個濃度的平均脫附效率：94.1 %

分析變異係數：2.72 %

表二 儲存穩定性

相對回收率*					
冷藏			室溫		
儲存天數	樣本數	前段平均分析量 (mg)	相對百分比(%)	前段平均分析量 (mg)	相對百分比(%)
0	3	1.34	100	1.34	100
7	3	1.34	99.7	0.464	34.6
14	3	1.35	100.5	0.177	13.2
21	3	1.27	94.5	0.0584	4.36
28	3	1.21	90.3	0.0286	2.13

* 相對百分比：相對於儲存 0 天所得回收率百分比

* 2,3-環氧-1-丙醇添加量 1.34mg

方法編號： 1108 (等級A)	審查日期：98年2月26日
化合物中文名：三氯乙烯	化合物英文名：Trichloroethylene
容許濃度	參考資料：NIOSH 1022 8/15/1994 [1]
勞委會：50 ppm	
OSHA：100 ppm;200 ppm(Ceiling); 300 ppm(P)	分子式： $\text{CCl}_2=\text{CHCl}$
NIOSH：25 ppm;	
ACGIH：50 ppm; 200 ppm(STEL);疑似致癌物	分子量：131.39
(1 ppm = 5.37 mg/m ³ , @ NTP)	
基本物性：	別名：Trichloroethene ; ethylene trichloride; triclene
液態，密度 1.46 g/mL @ 20 °C	CAS No.：79-01-6
沸點：87 °C	
熔點：-86 °C	RTECS No.：KX4550000
蒸氣壓：9.90 kPa (74 mmHg；9.80% v/v)@25 °C	
爆炸範圍：11~41%(v/v，在空氣中)	

採 樣	分 析
採樣介質：活性碳管 (100 mg/50 mg)	方 法：GC/FID
流 率：10~200 mL/min	分析物：三氯乙烯
採樣體積：最小： 1 L @ 100 ppm	脫 附：1 mL 二硫化碳，放置30分鐘，偶爾輕微搖動
最大： 24 L	注射量：1 μL
樣本運送：例行性	儀器分析條件：
樣本穩定性：28天，室溫	溫度—注入口：230 °C
現場空白樣本：每批樣本數的10%，至少需二個以上	—偵檢器：250 °C
準 確 度 [1]	—管 柱：50 °C(恒溫)
範圍：477~2025 mg/m ³ (3.4 L)	載流氣體：氮氣，20 mL/min
偏差：-7.19 %	管柱：DB-WAX
總變異係數(CV _T)：8.2%	30 m × 0.53 mm ID, 1 μm 毛細管柱
準確度：±19.8 %	標準樣本：分析物溶於二硫化碳中
	檢量線範圍：.0.0292~16.1 mg/mL
	可量化最低量：0.0292 mg/樣本
	分析變異係數(CV _s)：2.88 %

適用範圍[1]：本方法是以3.4 L的空氣為樣本時，有效分析範圍27~875 ppm(150~4700 mg/m³)。本方法可運用在STEL之採樣。本方法可使用在含有0.5~5 mg三氯乙烯之樣本中。

干擾[1]：未確認。可使用不同管柱分析，例如，不銹鋼管柱，6 m × 3-mm OD，10% SP-1000 填充80/100 mesh Supelcoport或60 m × 0.320 mm ID, 裱敷 0.250 μm OV-351之毛細管柱。

安全衛生注意事項[1]：二硫化碳(閃火點=-30 °C)是非常易燃之物質且為有毒的易燃液體。三氯乙烯是疑似致癌物及麻醉性物質。因此，在使用時，必須是在排煙櫃中進行。

註：本方法有標出參考文獻處，指內容係直接引用該文獻。

1. 試藥

- 1.1 脫附劑：二硫化碳(分析級)。
- 1.2 分析物：三氯乙烯(分析級)。
- 1.3 氮氣。
- 1.4 氫氣。
- 1.5 經過濾之空氣。

2. 設備

- 2.1 採集設備：活性碳管(100 mg/50 mg)，見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之採樣介質[3]。
- 2.2 個人採樣泵：10~200 mL/min。
- 2.3 氣相層析儀：備有火焰離子化偵檢器(FID)、積分器以及管柱。
- 2.4 1.8 mL及4 mL玻璃小瓶，備聚四氟乙烯(PTFE)內襯的蓋子。
- 2.5 10 μ L到50 μ L的微量注射針筒；1 mL的注射針筒。
- 2.6 振盪器。

3. 採樣

- 3.1 個人採樣泵連結活性碳管，進行流率校正，見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之採樣[3]。
- 3.2 以正確且已知的流率採集空氣。採樣泵流率為10~200 mL/min。應採集的空氣體積約1~24 L。
- 3.3 以塑膠蓋封蓋，並以石蠟薄膜(parafilm)加封後運送。

4. 脫附效率測定及樣本脫附

4.1 脫附效率測定

- 4.1.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之脫附效率[3]。
- 4.1.2 將活性碳管兩端切開，倒出後段的活性碳，丟棄之。
- 4.1.3 以微量注射針筒取適量的分析物，直接注入前段的活性碳上。添加量為2.04~8.18 mg。

4.1.4 以塑膠蓋封管，並以石蠟薄膜加封，冷藏靜置過夜。

4.1.5 以脫附劑脫附後，進行分析。

4.2 樣本脫附

4.2.1 打開活性碳管塑膠蓋，將管口切開，使開口與管徑同大，前端之玻璃綿取出丟棄，前段之活性碳倒入 1.8 mL 的玻璃小瓶中。取出分隔之聚甲醯胺甲酯(PU)泡綿，後段之活性碳倒入另一個1.8 mL 的玻璃小瓶中。

4.2.2 每一玻璃小瓶中，加入脫附劑 1 mL，立即蓋上瓶蓋。

4.2.3 以振盪器振盪30分鐘後，立即進行分析。

5. 檢量線製作與品管

5.1 檢量線製作

5.1.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之檢量線製作與品管[3]。

5.1.2 以注射針筒將標準品直接注入含有1 mL 脫附劑的玻璃小瓶中。所建立之檢量線濃度範圍約為0.0292~16.1 mg/mL。(註：至少應配製5種不同濃度，以建立檢量線。)

5.1.3 將樣品標準溶液與空白樣品一起分析。

5.1.4 以波峰面積對分析物的濃度，繪製檢量線。

5.2 品質管制

5.2.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之檢量線製作與品管[3]。

6. 儀器分析

6.1 儀器分析條件

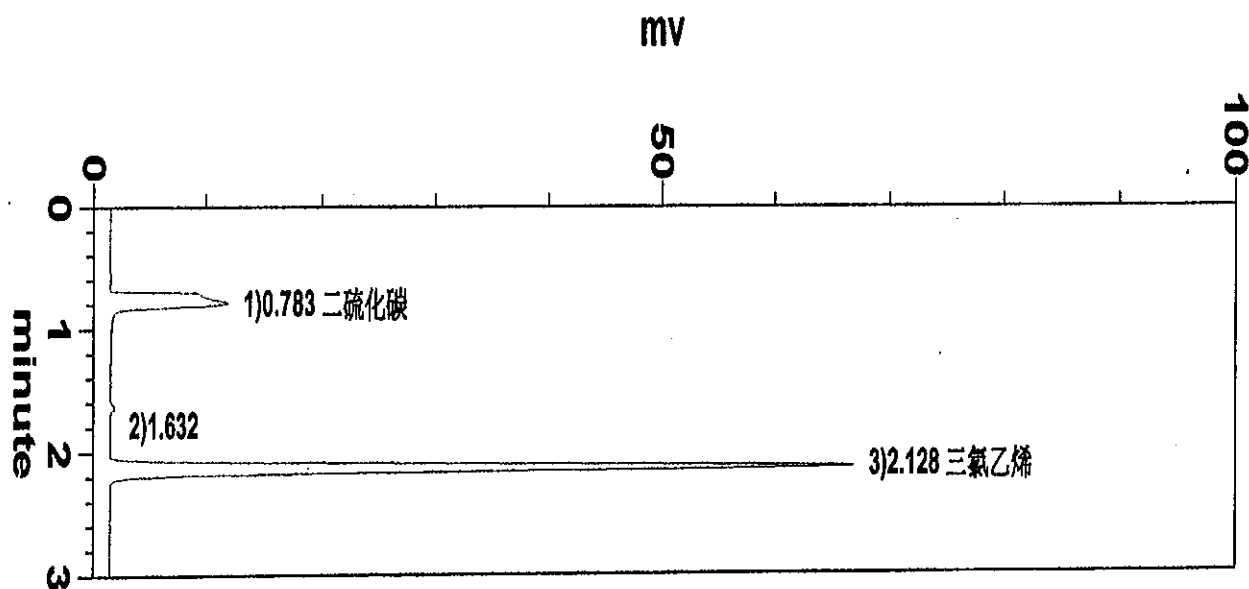
	條 件
儀器	GC/FID
管柱	DB-WAX
	30 m(長)×0.530 mm(內徑),膜厚 1 μ m
流率 (mL/min)	
空氣	410
氫氣	38
氮氣	20
分流比	不分流
溫度(°C)	
注入口	230
偵檢器	250
管柱	50(恆溫)

註：以SHIMADZU GC-14A為例，亦可使用其它廠牌同級之儀器，但分析條件需另訂之。

6.2 大約滯留時間

化合物	滯留時間 (分鐘)
二硫化碳	0.783
三氯乙烯	2.13

6.3 分析圖譜



6.4 脫附效率*

化合物	容許濃度 (ppm)	相當採樣體積 (L)	脫附量 (mg/樣本)	平均脫附效率 (%)	分析變異係數 CV _a (%)
三氯乙烯	50	7.61~30.4	2.04~8.18	97.9	2.88

* 採樣介質為SKC 226-01(100 mg/50 mg) 活性碳管

6.5 注射樣本進入氣相層析儀，使用自動注射器或採用溶劑沖刷技術(solvent flush injection technique)——利用10 μL 之注射針筒先以溶劑沖刷數次，濕潤針管與活塞，取約3 μL溶劑後，吸入約0.2 μL 空氣，以分開溶劑與樣本，針頭再浸入樣本中吸入1 μL 樣本後，在空氣中後退約1.2 μL，以減少針頭樣本蒸發之機會，檢視注射針筒之針管樣本佔0.9~1.1 μL實際取樣量。

註：假如波峰面積超過標準溶液的線性範圍，則以二硫化碳稀釋後再分析，計算時再乘回稀釋的倍數。

6.6 以電子積分器或其他適當方法計算面積，分析結果自檢量線上求出。

7. 計算

由檢量線濃度所求得之濃度乘以脫附溶液的體積（以 mL 為單位），得到每個樣本分析物的質量(W)。

$$C = \frac{(W_f - B_f + W_b - B_b) \times 10^3}{V}$$

C：空氣中有害物濃度 (mg/m³)

V：採集氣體體積 (L)

W_f：前段活性碳管所含分析物之質量 (mg)

W_b：後段活性碳管所含分析物之質量 (mg)

B_f：現場空白樣本前段的算術平均質量 (mg)

B_b：現場空白樣本後段的算術平均質量 (mg)

註：如(W_b) > (W_f/10)即表破出，樣本可能有損失。

8. 方法驗證

	測試1	測試2
儀器	GC/FID (SHIMADZU GC-14A)	GC/FID (AGILENT GC-6890)
分析條件		
溫度 (°C)		
注入口	230	280
偵檢器	250	300
管柱	50	50
流率(mL/min)		
空氣	410	400
氫氣	38	45
氮氣	20	3.6
分流比	不分流	4 : 1
管柱	DB-WAX 30 m(長)×0.530 mm(內徑),膜厚 1 μ m	DB-WAX 60 m(長)×0.250 mm(內徑),膜厚 0.25 μ m
檢量線範圍	0.0292~16.1 mg/mL	0.0292~14.6 mg/mL
線性相關係數	0.999	0.999
平均脫附效率	97.9%	95.2%
CV _a	2.88%	1.95%
滯留時間	2.13 min	7.46 min

9. 高濕環境下破出測試

本方法評估是以注射驅動法 (syringe pump drive method) 產生標準氣體，並於30℃，80% RH高濕環境下進行6個樣本之破出測試；三氯乙烯測試濃度為101.4ppm，採樣流率為200 mL/min，經181分鐘後，出現破出現象產生，故建議最大採樣體積為24 L。

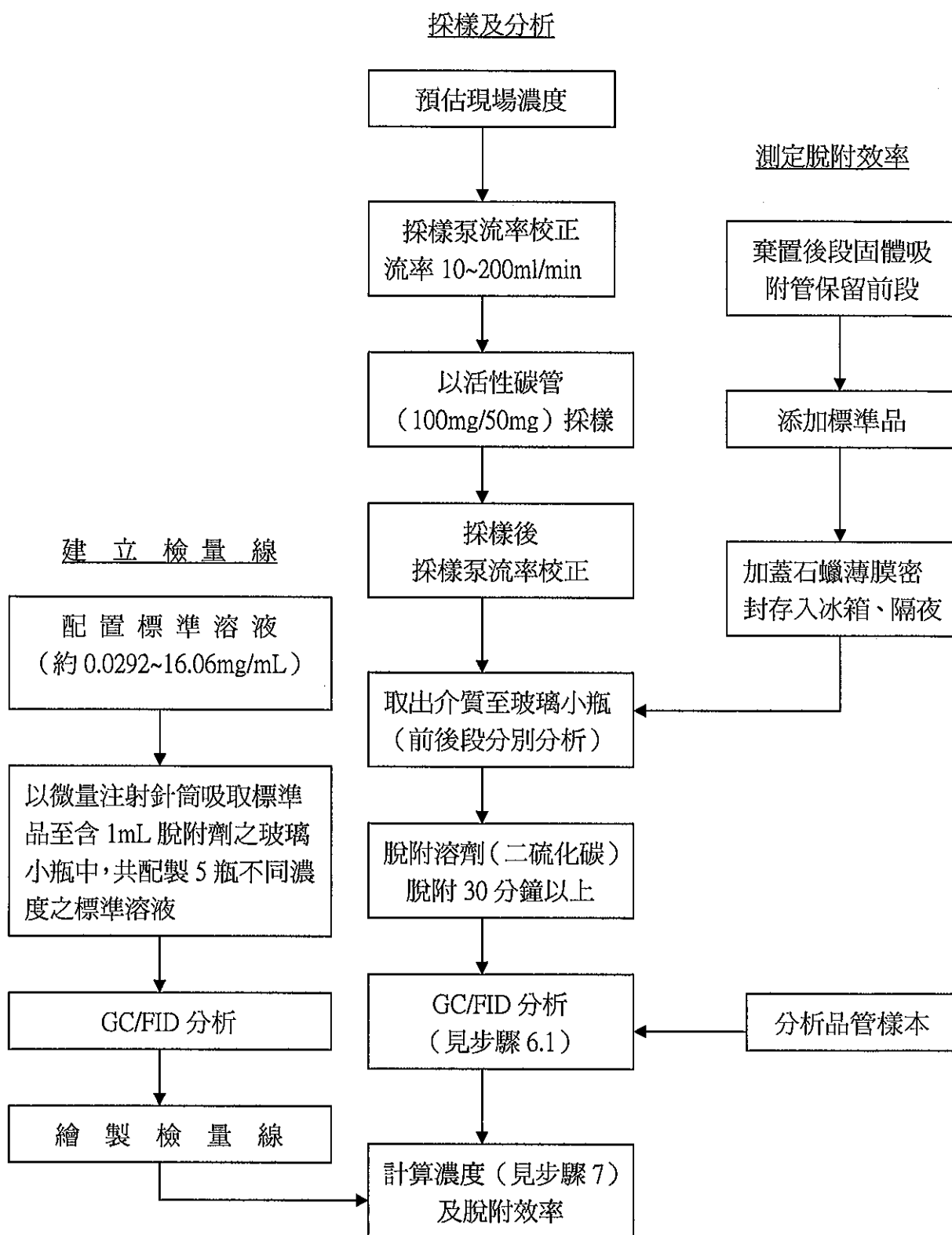
10. 樣本貯放穩定性測試

添加4.09 mg三氯乙烯於採樣管，進行樣本貯放穩定性測試。於室溫貯存7天樣本之相對回收率為102.9%，14天相對回收率為101.1%，21天相對回收率為99.6%，28天相對回收率為97.5%；於冷藏下貯存7天樣本之相對回收率為99.5%，14天相對回收率為100.2%，21天相對回收率為99.6%，28天相對回收率為97.4%，見表二。

11. 參考文獻

- [1] NIOSH Manual of Analytical Methods , 4th ed. Method 1022 ,U.S. Department of Health , Education ,and Welfare, Publ. (NIOSH),1994.
- [2] 勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準，行政院勞工委員會，民國92年12月。
- [3] 勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇，行政院勞工委員會，民國91年10月。

附註一 採樣分析流程圖



附註二 所參考分析方法之主要數據

1. 本分析方法是參照NIOSH第4版分析方法1022而成。

2. 儀器分析條件：

方 法：GC/FID

脫 附：1 mL二硫化碳，放置30分鐘，偶爾輕微搖動。

注射量：5 μ L

溫度 — 注入口：225°C

— 偵檢器：250°C

— 管 柱：70°C(恆溫)

載流氣體：氮氣，30 mL/min

管 柱：不銹鋼管柱，3 m $\times$ 3-mm OD，10 % OV-101填充100/200 mesh Chromosorb
WHP。

標準樣本：三氯乙烯溶於二硫化碳。

測試範圍：0.5~10 mg/樣本

分析變異係數 (CV_s)：2.88 %

估計偵測極限：0.01 mg/樣本

表一 三氯乙烯脫附效率

		添加量：2.044 mg		添加量：4.088 mg		添加量：8.176 mg	
介質空白		分析量	脫附效率	分析量	脫附效率	分析量	脫附效率
	(mg/sample)	(mg/sample)	(%)	(mg/sample)	(%)	(mg/sample)	(%)
1	0	2.02	98.7	3.88	94.9	8.53	104.3
2	0	1.92	94.2	4.11	100.5	8.41	102.9
3	0	1.91	93.4	4.08	99.8	8.42	102.9
4	0	1.95	95.3	4.15	101.5	8.35	102.1
5	0	1.87	91.6	3.89	95.3	7.86	96.2
6	0	1.87	91.6	3.98	97.3	8.12	99.3
平均脫附效率(%)			94.1		98.2		101.3
變異係數(%)			2.84		2.84		2.97

三個濃度的平均脫附效率：97.9%

分析變異係數：2.88%

表二 儲存穩定性

相對回收率*					
冷藏			室溫		
儲存天數	樣本數	前段平均分析量 (mg)	相對百分比(%)	前段平均分析量 (mg)	相對百分比(%)
0	3	4.09	100	4.09	100
7	3	4.07	99.5	4.21	102.9
14	3	4.97	100.2	4.13	101.1
21	3	4.07	99.6	4.07	99.6
28	3	3.98	97.4	3.99	97.5
* 相對百分比：相對於儲存 0 天所得回收率百分比					
* 三氯乙烯添加量 4.09 mg					

行政院勞工委員會採樣分析建議方法

方法編號： 5053 (等級 A)

審查日期：98 年 6 月 18 日

化合物中文名：乙二醇甲醚醋酸酯

化合物英文名：ethylene glycol monomethyl ether acetate

容許濃度	參考資料：NIOSH 1451 8/15/1994 [1]
勞委會：5 ppm(皮膚)	
OSHA：25 ppm(皮膚)	分子式：CH ₃ COOCH ₂ CH ₂ OCH ₃
NIOSH：0.1 ppm(皮膚)	
ACGIH：5 ppm(皮膚)	分子量：118.15
(1 ppm = 4.83 mg/m ³ , @ NTP)	
基本物性：	別名：2-methoxyethyl acetate; glycol monomethyl ether acetate; methyl cellosolve acetate
液態，密度 1.005 g/mL @ 20 °C	
沸點：145 °C	
熔點：-65 °C	CAS No.：110-49-6
閃火點：49 °C	RTECS No.：KL5950000
蒸氣壓：2 mmHg(1700 mg/m ³)@20 °C	

採 樣	分 析
採樣介質：活性碳管 (100 mg/50 mg)	方 法：GC/FID
流 率：10~200 mL/min	分析物：乙二醇甲醚醋酸酯
採樣體積：最小： 0.5 L @5 ppm	脫 附：1 mL 二硫化碳，放置30分鐘，偶爾輕微搖動
最大： 32 L	
樣本運送：例行性	注射量：1 µL
樣本穩定性：28天，室溫	儀器分析條件：
現場空白樣本：每批樣本數的10%，至少需二個以上	溫度—注入口：230 °C
準 確 度 [1]	—偵檢器：250 °C
範圍：51~214 mg/m ³ (20 L)	—管 柱：75 °C(恒溫)
偏差：-0.4 %	載流氣體：氮氣，20 mL/min
總變異係數(CV _T)：7.8%	管柱：DB-WAX
準確度：±13.3 %	30 m × 0.530 mm ID, 1 µm 毛細管柱
	標準樣本：分析物溶於二硫化碳中
	檢量線範圍：0.0130~1.01 mg/mL
	可量化最低量：0.0130 mg/樣本
	分析變異係數(CV _A)：2.36 %

適用範圍[1]：NIOSH方法是以20 L的空氣為樣本時，有效分析範圍0.3~47 ppm(1.5~225 mg/m³)。使用毛細管柱替代填充管柱(packed column)可提高儀器分析感度，建議使用DB-5 30 m × 0.32 mm ID, 1 µm 毛細管柱。

干擾[1]：高濕度會降低有機蒸氣之收集效率。

安全衛生注意事項[1]：二硫化碳(閃火點=-30 °C)是非常易燃之物質且為有毒的易燃液體。因此，在使用時，必須是在排煙櫃中進行。

註：本方法有標出參考文獻處，指內容係直接引用該文獻。

1. 試藥

- 1.1 脫附劑：二硫化碳(分析級)。
- 1.2 分析物：乙二醇甲醚醋酸酯(分析級)。
- 1.3 氮氣。
- 1.4 氫氣。
- 1.5 經過濾之空氣。

2. 設備

- 2.1 採集設備：活性碳管(100 mg/50 mg)，見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之採樣介質[3]。
- 2.2 個人採樣泵：10~200 mL/min。
- 2.3 氣相層析儀：備有火焰離子化偵檢器(FID)、積分器以及管柱。
- 2.4 1.8 mL及4 mL玻璃小瓶，備聚四氟乙烯(PTFE)內襯的蓋子。
- 2.5 10 μ L到50 μ L的微量注射針筒；1 mL的注射針筒。
- 2.6 振盪器。

3. 採樣

- 3.1 個人採樣泵連結活性碳管，進行流率校正，見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之採樣[3]。
- 3.2 以正確且已知的流率採集空氣。採樣泵流率為10~200 mL/min。應採集的空氣體積約0.2~32 L。
- 3.3 以塑膠蓋封管，並以石蠟薄膜(parafilm)加封後運送。

4. 脫附效率測定及樣本脫附

4.1 脫附效率測定

- 4.1.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之脫附效率[3]。
- 4.1.2 將活性碳管兩端切開，倒出後段的活性碳，丟棄之。
- 4.1.3 以微量注射針筒取適量的分析物，直接注入前段的活性碳上。添加量為0.121~0.482 mg。
- 4.1.4 以塑膠蓋封管，並以石蠟薄膜加封，冷藏靜置過夜。
- 4.1.5 以脫附劑脫附後，進行分析。

4.2 樣本脫附

4.2.1 打開活性碳管塑膠蓋，將管口切開，使開口與管徑同大，取出前端之玻璃綿丟棄，前段之活性碳倒入 1.8 mL 的玻璃小瓶中。取出分隔之聚甲醯胺甲酯(PU)泡綿，後段之活性碳倒入另一個1.8 mL 的玻璃小瓶中。

4.2.2 每一玻璃小瓶中，加入脫附劑 1 mL，立即蓋上瓶蓋。

4.2.3 以振盪器振盪30分鐘後，立即進行分析。

5. 檢量線製作與品管

5.1 檢量線製作

5.1.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之檢量線製作與品管[3]。

5.1.2 以注射針筒將標準品直接注入含有1 mL 脫附劑的玻璃小瓶中。所建立之檢量線濃度範圍約為0.0130~1.01 mg/mL。(註：至少應配製5種不同濃度，以建立檢量線。)

5.1.3 將標準溶液與試藥空白樣品同批一起分析。

5.1.4 以分析物波峰面積(或高度)對分析物的濃度，繪製檢量線。

5.2 品質管制

5.2.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之檢量線製作與品管[3]。

6. 儀器分析

6.1 儀器分析條件

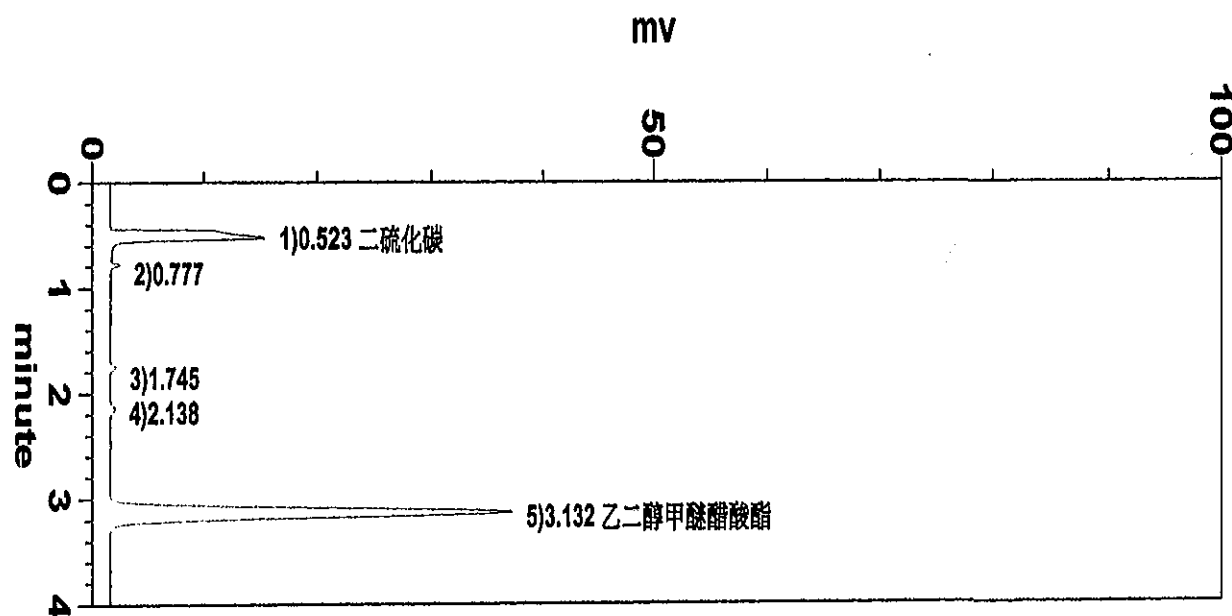
	條 件
儀器	GC/FID
管柱	DB-WAX
	30 m(長)×0.53 mm(內徑),膜厚 1 μ m
流率 (mL/min)	
空氣	410
氫氣	38
氮氣	20
分流比	不分流
溫度(°C)	
注入口	230
偵檢器	250
管柱	75(恆溫)

註：以SHIMADZU GC-14A為例，亦可使用其它廠牌同級之儀器，但分析條件需另訂之。

6.2 大約滯留時間

化合物	滯留時間 (分鐘)
二硫化碳	0.523
乙二醇甲醚醋酸酯	3.13

6.3 分析圖譜



6.4 脫附效率*

化合物	容許濃度 (ppm)	相當採樣體積 (L)	添加量 (mg/樣本)	平均脫附效率 (%)	分析變異係數 CV _a (%)
乙二醇甲醚醋酸酯	5	5.0~20.0	0.121~0.482	81.2	2.36

* 採樣介質為SKC 226-01(100 mg/50 mg) 活性碳管

6.5 注射樣本進入氣相層析儀，使用自動注射器或採用溶劑沖刷技術(solvent flush injection technique)——利用10 μ L 之注射針筒先以溶劑沖刷數次，濕潤針管與活塞，取約3 μ L溶劑後，吸入約0.2 μ L 空氣，以分開溶劑與樣本，針頭再浸入樣本中吸入1 μ L 樣本後，在空氣中後退約1.2 μ L，以減少針頭樣本蒸發之機會，檢視注射針筒之針管樣本佔0.9~1.1 μ L實際取樣量。

註：假如波峰面積超過標準溶液的線性範圍，則以二硫化碳稀釋後再分析，計算時再乘回稀釋的倍數。

6.6 以電子積分器或其他適當方法計算面積，分析結果自檢量線上求出。

7. 計算

由檢量線濃度所求得之濃度乘以脫附溶液的體積（以 mL 為單位），得到每個樣本分析物的質量(W)。

$$C = \frac{(W_f - B_f + W_b - B_b) \times 10^3}{V}$$

C：空氣中有害物濃度 (mg/m³)

V：採集氣體體積 (L)

W_f：前段活性碳管所含分析物之質量 (mg)

W_b：後段活性碳管所含分析物之質量 (mg)

B_f：現場空白樣本前段的算術平均質量 (mg)

B_b：現場空白樣本後段的算術平均質量 (mg)

註：如(W_b) > (W_f/10)即表破出，樣本可能有損失。

8. 方法驗證

	測試1	測試2
儀 器	GC/FID (SHIMADZU GC-14A)	GC/FID (AGILENT GC-6890)
分析條件		
溫度 (°C)		
注入口	230	280
偵檢器	250	300
管 柱	75 (恆溫)	75 (恆溫)
流率(mL/min)		
空氣	410	450
氫氣	38	45
氮氣	20	3.6
分流比	不分流	不分流
管柱	DB-WAX 30 m(長)×0.53 mm(內徑),膜厚 1 μ m	DB-WAX 60 m(長)×0.25 mm(內徑),膜厚 0.25 μ m
檢量線範圍	0.0130~1.01 mg/mL	0.0130~1.01 mg/mL
線性相關係數	0.999	0.999
平均脫附效率	81.2 %	81.7 %
CV _a	2.36 %	2.12 %
滯留時間	3.13 min	12.2 min

9. 高濕環境下破出測試

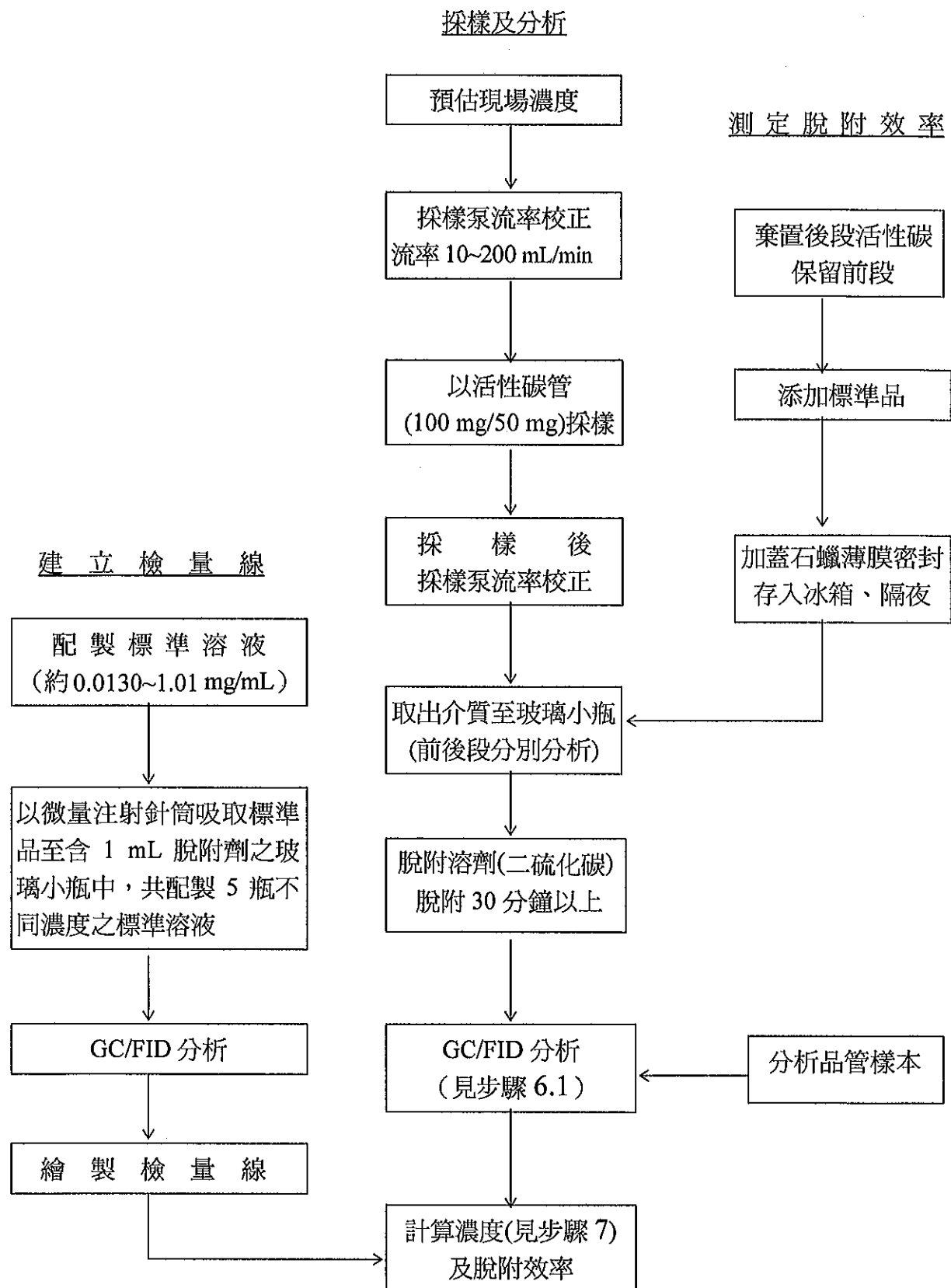
本方法評估是以注射驅動法 (syringe pump drive method) 產生標準氣體，並於30°C，80 %RH高濕環境下進行6個樣本之破出測試；乙二醇甲醚醋酸酯測試濃度為10.2 ppm，採樣流率為200 mL/min，經240分鐘後，無破出現象產生，故建議最大採樣體積為32L。

10. 樣本貯放穩定性測試

添加0.241 mg乙二醇甲醚醋酸酯於採樣管，共30個樣本進行樣本貯存穩定性測試。相對於配製當天，於室溫貯存7天樣本之相對回收率為103.5%，14天相對回收率為100.0%，21天相對回收率為99.1%，28天相對回收率為96.5%；於冷藏下貯存7天樣本之相對回收率為103.8%，14天相對回收率為100.0%，21天相對回收率為104.6%，28天相對回收率為98.7%，見表二。

11. 參考文獻

- [1] NIOSH Manual of Analytical Methods , 4th ed. Method 1451 ,U.S. Department of Health , Education ,and Welfare, Publ. (NIOSH),1994.
- [2] 勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準，行政院勞工委員會，民國92年12月。
- [3] 勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇，行政院勞工委員會，民國91年10月。



附註二 所參考分析方法之主要數據

1. 本分析方法是參照NIOSH第4版分析方法1451而成。
2. 儀器分析條件：

方 法：GC/FID

脫 附：1 mL二硫化碳，放置30分鐘，偶爾輕微搖動。

注射量：5 μ L

溫度 — 注入口：225 $^{\circ}$ C

— 偵檢器：250 $^{\circ}$ C

— 管 柱：90 $^{\circ}$ C(恒溫)

載流氣體：氮氣，30 mL/min

管 柱：不銹鋼管柱，10 ft $\times$ 1/8-in，5% FFAP填充100/200 mesh Supelcoport。

標準樣本：乙二醇甲醚醋酸酯溶於二硫化碳。

測試範圍：0.03~4.5 mg/樣本

分析變異係數(CV_s)：2.36 %

估計偵測極限：0.01 mg/樣本

表一 乙二醇甲醚醋酸酯脫附效率

		添加量：0.121 mg		添加量：0.241 mg		添加量：0.482 mg	
介質空白		分析量	脫附效率	分析量	脫附效率	分析量	脫附效率
(mg/樣本)	(mg/樣本)	(mg/樣本)	(%)	(mg/樣本)	(%)	(mg/樣本)	(%)
1	0	0.966	80.1	1.98	82.1	4.01	83.1
2	0	1.03	85.1	2.01	83.5	3.99	82.8
3	0	0.958	79.4	1.91	79.0	4.02	83.3
4	0	0.992	82.2	1.86	76.9	3.93	81.4
5	0	0.991	82.2	1.83	75.9	3.99	82.7
6	0	0.967	80.2	1.89	78.3	3.99	82.6
平均脫附效率(%)			81.5		79.3		82.7
變異係數(%)			2.57		3.71		0.81

三個濃度的平均脫附效率：81.2%

分析變異係數：2.36%

表二 儲存穩定性

		冷藏		室溫	
儲存天數	樣本數	前段平均分析量 (mg)	相對回收率(%)	前段平均分析量 (mg)	相對回收率(%)
0	3	0.228	100	0.223	100
7	3	0.237	103.8	0.231	103.5
14	3	0.228	100.0	0.223	100.0
21	3	0.238	104.6	0.221	99.1
28	3	0.225	98.7	0.215	96.5

* 相對百分比：相對於儲存 0 天所得回收率百分比

* 乙二醇甲醚醋酸酯添加量 0.241 mg

方法編號： 5054 (等級A)

審查日期：98年11月20日

甲基正戊酮(1)

Methyl-(n-amyl)-ketone

乙基丁基酮(2)

Ethyl butyl ketone

容許濃度：見表一

參考資料：NIOSH1301 8/15/1994 [1]

分子式：見表二

分子量：見表二

基本物性：見表二

別名：見表二

CAS No.：見表二

RTECS No.：見表二

採 樣	分 析
採樣介質：活性碳管 (100 mg/50 mg)	方 法：GC/FID
流 率：10~200 mL/min	分析物：Methyl-(n-amyl)-ketone
採樣體積：最小： 1 L [1]	Ethyl butyl ketone
最大： 14 L	脫 附：1 mL 二硫化碳/甲醇(99 %/1 %，v/v)，
樣品運送：例行性	放置30分鐘，偶爾輕微搖動
樣品穩定性：28天，冷藏4 °C	注射量：1 µL
現場空白樣品：每批樣品數的10 %，至少需二	儀器分析條件：
個以上	溫度—注入口：230 °C
準 確 度 [1]	—偵檢器：250 °C
範圍：見表三	—管 柱：65 °C(恒溫)
偏差：見表三	載流氣體：氮氣，20 mL/min
總變異係數(CV _T)：見表三	管柱：DB-WAX
準確度：見表三	30 m × 0.53 mm ID, 1 µm 毛細管柱
	標準樣本：分析物溶於二硫化碳/甲醇(99 %/1 %)中
	檢量線範圍：(1)0.0210~12.3 mg/mL
	(2)0.0210~12.3 mg/mL
	可量化最低量：(1)0.0210 mg/樣本
	(2)0.0210 mg/樣本
	分析變異係數(CV _a)：(1)1.35 %
	(2)1.46 %

適用範圍[1]：本方法係同時分析兩種物質，經過改良後，比使用二硫化碳脫附活性碳可獲得較好的脫附效率。

干擾[1]：未確認。

安全衛生注意事項：二硫化碳(閃火點=-30°C)是非常易燃之物質且為有毒的易燃液體。甲醇具有可燃性、易燃及爆炸的危險，經由食入及吸入會產生毒性。因此，在使用時此二種化合物時，必須是在排煙櫃中進行。

註：本方法有標出參考文獻處，指內容係直接引用該文獻。

1. 試藥

- 1.1 脫附劑：二硫化碳(分析級)。
- 1.2 脫附劑：甲醇(分析級)。
- 1.3 分析物：甲基正戊酮(分析級)。
- 1.4 分析物：乙基丁基酮(分析級)。
- 1.5 氮氣。
- 1.6 氫氣。
- 1.7 空氣。

2. 設備

- 2.1 採集設備：活性碳管(100 mg/50 mg)，見「勞委會有害物採樣分析建議方法通則篇」之採樣介質 [3]。
- 2.2 個人採樣泵：流率 10~200 mL/min。
- 2.3 氣相層析儀：備有火焰離子化偵檢器(FID)、積分器，以及管柱。
- 2.4 1.8 mL及5 mL玻璃小瓶，備聚四氟乙烯(PTFE)內襯的蓋子。
- 2.5 10 μ L到50 μ L的微量注射針筒；1 mL的注射針筒。
- 2.6 振盪器。

3. 採樣

- 3.1 個人採樣泵連結活性碳管，進行流率校正，見「勞委會有害物採樣分析建議方法通則篇」之採樣。
- 3.2 以正確且已知的流率採集空氣。採樣泵流率為 10~200 mL/min。應採集的空氣體積約1~14 L。
- 3.3 以塑膠蓋封蓋，並以石蠟薄膜(parafilm)加封後運送。

4. 脫附效率測定及樣品脫附

4.1 脫附效率測定

- 4.1.1 見「勞委會有害物採樣分析建議方法通則篇」之脫附效率。
- 4.1.2 將活性碳管兩端切開，倒出後段的活性碳，丟棄之。

- 4.1.3 以微量注射針筒取適量的分析物，直接注入前段的活性碳上。添加量分別為甲基正戊酮：1.15~4.59 mg，乙基丁基酮：1.15~4.58 mg。
- 4.1.4 以塑膠蓋封管，並以石蠟薄膜(parafilm)加封，冷藏靜置過夜。
- 4.1.5 以脫附劑脫附後，進行分析。

4.2 樣品脫附

- 4.2.1 打開活性碳管塑膠蓋，將管口切開，使開口與管徑同大，取出前端之玻璃綿丟棄，前段之活性碳倒入 1.8 mL 的玻璃小瓶中。取出分隔前後段之聚甲醯胺甲酯(PU)泡綿，後段之活性碳倒入另一個1.8 mL 的玻璃小瓶中。
- 4.2.2 每一玻璃小瓶中，加入脫附劑 1 mL，立即蓋上瓶蓋。
- 4.2.3 靜置30分鐘偶爾輕微搖動。

5. 檢量線製作與品管

5.1 檢量線製作

- 5.1.1 見「勞委會有害物採樣分析建議方法通則篇」之檢量線製作與品管。
- 5.1.2 以微量注射針筒將標準品直接注入含有1 mL 脫附劑的玻璃小瓶中，再稀釋至其刻度。所建立之檢量線濃度範圍約分別為甲基正戊酮：0.0210~12.3 mg/mL，乙基丁基酮：0.0210~12.3 mg/mL。
(註：至少應配製5種不同濃度的標準溶液，以建立檢量線。)
- 5.1.3 將樣本標準溶液與試藥空白樣本同批一起分析。
- 5.1.4 以波峰面積（或高度）對分析物的濃度，繪製檢量線。

5.2 品質管制

- 5.2.1 見「勞委會有害物採樣分析建議方法通則篇」之檢量線製作與品管。

6. 儀器分析

6.1 儀器分析條件

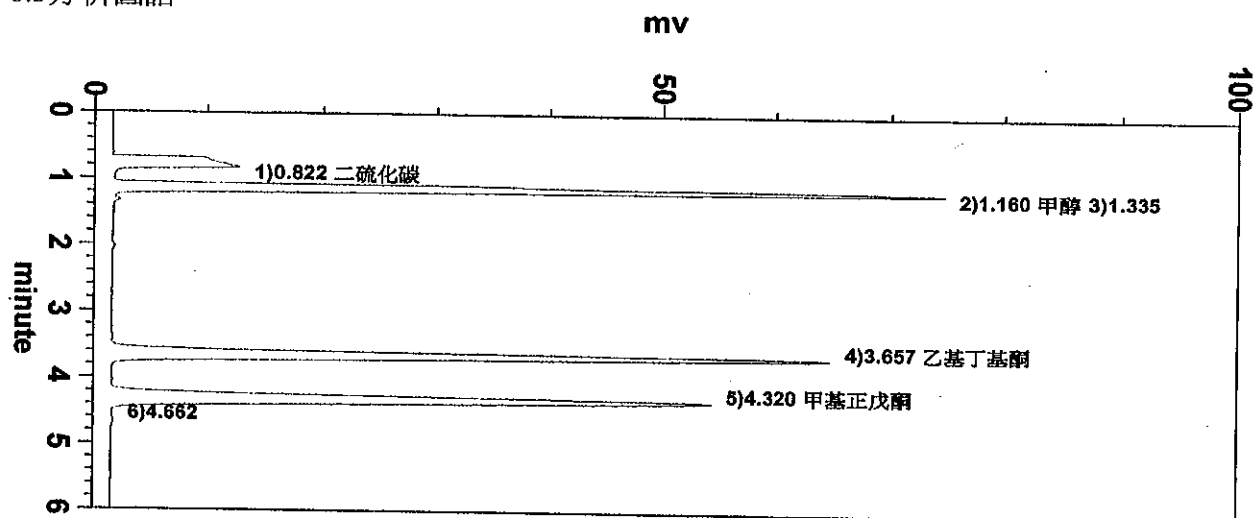
	條 件
儀器	GC/FID
管柱	DB-WAX
	30 m(長)×0.53 mm(內徑),膜厚 1 μm
流率 (mL/min)	
空氣	410
氬氣	38
氮氣	18
溫度(°C)	
注入口	230
偵檢器	250
管柱	65 (恒溫)

註：以SHIMADZU GC-14A為例，亦可使用其它廠牌同級之儀器，但分析條件需另訂之。

6.2 大約滯留時間 (retention time)

化合物	滯留時間 (分鐘)
二硫化碳	0.822
甲醇	1.16
乙基丁基酮	3.66
甲基正戊酮	4.32

6.3 分析圖譜



6.4 脫附效率*

化合物	容許濃度 (ppm)	相當採樣體積 (L)	添加量 (mg/樣本)	平均脫附效率 (%)	分析變異係數 CVa (%)
甲基正戊酮	50	4.92~19.7	1.15~4.59	99.2	1.35
乙基丁基酮	50	4.90~19.6	1.15~4.58	100.4	1.46

*採樣介質為SKC226-01 活性碳管(100 mg/50 mg)

6.5 注射樣品進入氣相層析儀，使用自動注射器或採用溶劑沖刷注射技術

(solvent flush injection technique) 10 μ L 之注射針筒先以溶劑沖刷數次，濕潤針管與活塞，取約1 μ L溶劑後，吸入約0.2 μ L 空氣，以分開溶劑與樣本，針頭再浸入樣本中吸入1 μ L 樣本後，在空氣中後退約1.2 μ L，以減少針頭樣本蒸發之機會，檢視注射針筒之針管樣本佔0.9~1.1 μ L。

註：假如波峰面積超過標準溶液的線性範圍，則以脫附溶劑稀釋後再分析，計算時再乘回稀釋的倍數。

6.6 以電子積分器或其他適當方法計算面積（或高度），分析結果自檢量線上求出。

7. 計算

由檢量線濃度所求得之濃度乘以脫附溶液的體積，得到每個樣品分析物的質量 (W)。

$$C = \frac{(W_f - B_f + W_b - B_b) \times 10^3}{V}$$

C：空氣中有害物濃度 (mg/m³)

V：採集氣體體積 (L)

W_f：前段活性碳管所含分析物之質量 (mg)

W_b：後段活性碳管所含分析物之質量 (mg)

B_f：現場空白樣品前段的算術平均質量 (mg)

B_b：現場空白樣品後段的算術平均質量 (mg)

註：如(W_b) > (W_f/10)即表破出，樣品可能有損失。

8. 方法驗證

	測試1	測試2
儀 器	GC/FID (SHIMADZU GC-14 A)	GC/FID (AGILENT GC-6890)
分析條件		
溫度 (°C)		
注入口	230	230
偵檢器	250	300
管 柱	65 (恒溫)	65 (恒溫)
流率(mL/min)		
空氣	410	400
氫氣	38	40
氮氣	20	4
分流比	不分流	10 : 1
管柱	DB-WAX 30 m(長)×0.53 mm(內徑),膜厚1 μm	DB-WAX 60 m(長)×0.25 mm(內徑),膜厚0.25 μm
檢量線範圍	(1)甲基正戊酮 : 0.0205~12.3 mg/mL (2)乙基丁基酮 : 0.0205~12.3 mg/mL	(1)甲基正戊酮 : 0.0205~12.3 mg/mL (2)乙基丁基酮 : 0.0205~12.3 mg/mL
線性相關係數	(1)0.999 (2)0.999	(1)0.999 (2)0.999
平均脫附效率(%)	(1)99.2 (2)100.4	(1)101.7 (2)104.8
分析變異係數(%)	(1)1.35 (2)1.46	(1)0.740 (2)0.930
滯留時間(min)	(1)4.32 (2)3.66	(1)8.13 (2)7.05

9. 高濕環境下破出測試

本方法評估是以注射泵驅動法 (syringe pump drive method) 產生標準氣體，並於 30 °C，80 % RH高濕環境下進行6個樣本之破出測試；測試濃度為分別為甲基正戊酮：99.3 ppm，乙基丁基酮：99.2 ppm，採樣流率為200 mL/min，經105分鐘後，出現破出現象產生，故建議最大採樣體積為14 L。

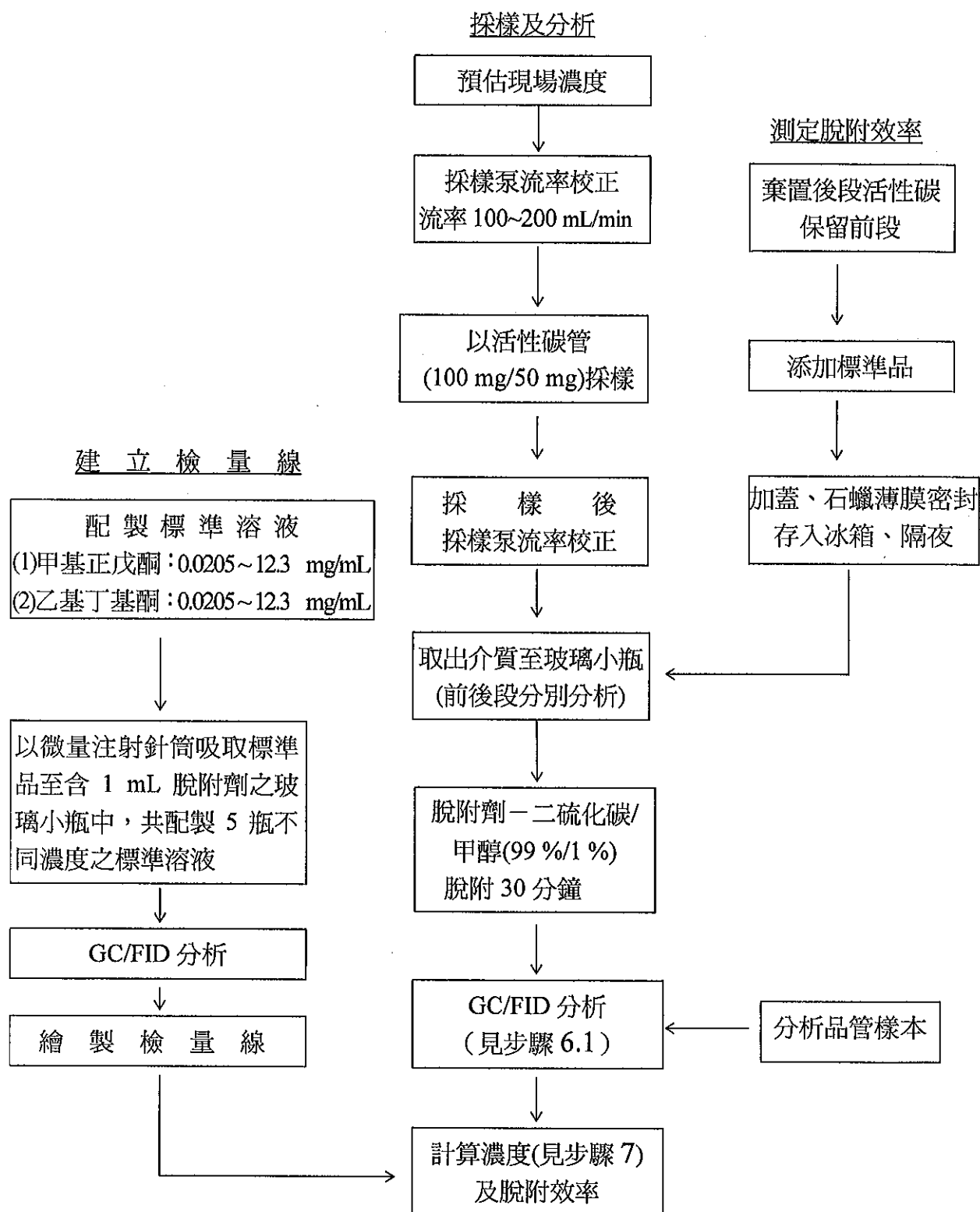
10. 樣本貯存穩定性測試

以添加方式共30個樣本，分別於室溫及冷藏條件下進行樣本貯存穩定性測試，測試結果如表六、表七。

11. 參考文獻

- [1] NIOSH Manual of Analytical Methods , 4th ed. Method 1301 ,U.S. Department of Health , Education ,and Welfare, Publ. (NIOSH),1994.
- [2] 勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準，行政院勞工委員會，民國92年12月。
- [3] 勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇，行政院勞工委員會，民國91年10月。

附註一 採樣分析流程圖



附註二 所參考分析方法之主要數據

1. 本分析方法是參照NIOSH第四版分析方法1301而成。

2. 儀器分析條件：

方 法：GC/FID

脫 附：1 mL二硫化碳/甲醇(99 %/1 %)，放置30分鐘，偶爾輕微搖動。

注射量：1 μ L

溫度 — 注入口：200 $^{\circ}$ C

— 偵檢器：300 $^{\circ}$ C

— 管 柱： $\xrightarrow[100\text{ }^{\circ}\text{C}]{10\text{ }^{\circ}\text{C/min}} 200\text{ }^{\circ}\text{C}$

載流氣體：氮氣或氦氣，30 mL/min

管 柱：不銹鋼管柱，3 m $\times$ 3-mm ID，裱敷10% FFAP80/100 mesh Chromosorb W-AW。

標準樣品：甲基正戊酮，乙基丁基酮溶於二硫化碳/甲醇(99 %/1 %)。

測試範圍：甲基正戊酮：0.5~10 mg/樣本

乙基丁基酮：0.25~7.0 mg/樣本

分析變異係數(CV_a)：甲基正戊酮：1.2 %

乙基丁基酮：2.2 %

估計偵測極限：0.05 mg/樣本

表一 容許濃度資料

化合物	容許濃度(ppm)			1 ppm=mg/ m ³ @NTP
	勞工委員會	OSHA	NIOSH	ACGIH
甲基正戊酮	50	100	100	50
乙基丁基酮	50	50	50	50

表二 基本物性資料

化合物	分子量	分子式	別名	CAS No./RTECS No.	沸點 (°C)	蒸氣壓@ 20°C		密度@ 20°C (g/mL)
						mmHg	Kpa	
甲基正戊酮	114.19	$\text{CH}_3\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$; $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$	2-Heptanone	110-43-0/MJ50750000	151	2	0.27	0.82
乙基丁基酮	114.19	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$; $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$	3-Heptanone	106-35-4/MJ5250000	148	4	0.53	0.82

表三、介質負載量、測定範圍、偏差、總變異係數及準確度 [1]

化合物	破出體積		測定範圍		偏差		總變異係數		準確度
	(L)		(mg/m ³)		(%)		(CV _T)	(%)	
甲基正戊酮	>36		200~925		4.9		0.066		±15.0
乙基丁基酮	>24		100~460		-3.1		0.086		±26.3

表四 甲基正戊酮脫附效率

		添加量：1.15 mg		添加量：2.30 mg		添加量：4.59 mg	
介質空白		分析量	脫附效率	分析量	脫附效率	分析量	脫附效率
(mg/樣本)	(mg/樣本)	(mg/樣本)	(%)	(mg/樣本)	(%)	(mg/樣本)	(%)
1	0	1.16	101.4	2.21	96.3	4.57	99.5
2	0	1.21	105.2	2.19	95.3	4.56	99.4
3	0	1.17	101.5	2.18	95.0	4.43	96.6
4	0	1.17	101.4	2.23	97.2	4.57	99.4
5	0	1.16	101.2	2.21	96.4	4.50	97.9
6	0	1.19	103.3	2.25	97.9	4.60	100.2
平均脫附效率(%)			102.3		96.3		98.8
變異係數(%)			1.55		1.14		1.36

三個濃度的平均脫附效率：99.2%

分析變異係數：1.35%

表五 乙基丁基酮脫附效率

		添加量：1.15 mg		添加量：2.29 mg		添加量：4.58 mg	
介質空白 (mg/樣本)		分析量 (mg/樣本)	脫附效率 (%)	分析量 (mg/樣本)	脫附效率 (%)	分析量 (mg/樣本)	脫附效率 (%)
1	0	1.18	102.7	2.23	97.6	4.59	100.2
2	0	1.23	107.4	2.21	96.6	4.58	100.0
3	0	1.18	102.8	2.21	96.4	4.47	97.5
4	0	1.18	102.8	2.26	98.5	4.63	101.0
5	0	1.18	102.7	2.24	97.7	4.52	96.7
6	0	1.20	104.6	2.28	99.4	4.63	101.1
平均脫附效率(%)			103.8		97.7		99.7
變異係數(%)			1.82		1.15		1.40

三個濃度的平均脫附效率：100.4%

分析變異係數：1.46%

表六 甲基正戊酮儲存穩定性

		冷藏		室溫	
儲存天數	樣本數	前段平均分析量 (mg)	相對回收率**(%)	前段平均分析量 (mg)	相對回收率**(%)
0	3	2.28	100	2.26	100
7	3	2.22	97.3	2.12	93.7
14	3	2.22	97.3	1.75	77.6
21	3	2.16	94.6	1.64	72.7
28	3	2.16	94.8	1.61	71.2

* 甲基正戊酮添加量 2.30 mg

** 指相對於第0天之分析量為基準

表七 乙基丁基酮儲存穩定性

儲存天數	樣本數	冷藏		室溫	
		前段平均分析量 (mg)	相對回收率**(%)	前段平均分析量 (mg)	相對回收率**(%)
0	3	2.27	100	2.24	100
7	3	2.22	97.8	2.12	94.9
14	3	2.26	99.2	1.78	79.5
21	3	2.16	95.0	1.68	75.0
28	3	2.16	95.1	1.69	75.5

* 乙基丁基酮添加量 2.29 mg

** 指相對於第0天之分析量為基準

方法編號： 5055 (等級A)

審查日期：98年11月20日

異佛爾酮

Isophorone

容許濃度

參考資料：NIOSH 2508 8/15/1994 [1]

勞委會：5 ppm

OSHA：25 ppm

分子式：C₉H₁₄O

NIOSH：4 ppm,第三類殺蟲劑

ACGIH：5 ppm(Ceiling)

分子量：138.21

(1 ppm = 5.65 mg/m³, @ NTP)

基本物性：

別名：3,5,5-trimethyl-2-cyclohexen-1-one

液態，密度 0.923 g/mL @ 25℃

沸點：213 °C

CAS No.：78-59-1

蒸氣壓：26 kPa(0.2 mmHg; 260 ppm)@20 °C

爆炸範圍：0.8~3.8 %(v/v，在空氣中)

RTECS No.：GW7700000

採 樣	分 析
採樣介質：石油醚(petroleum)活性碳管 (140 mg/70 mg)	方 法：GC/FID
流 率：10~200 mL/min	分析物：異佛爾酮
採樣體積：最小： 2 L @25 ppm	脫 附：1 mL 二硫化碳，放置30分鐘，偶爾 輕微搖動
最大： 32 L	注射量：1 μL
樣本運送：例行性	儀器分析條件：
樣本穩定性：28天，室溫	溫度—注入口：230 °C
現場空白樣本：每批樣本數的10%，至少需二個 以上	—偵檢器：250 °C
準 確 度 [1]	—管 柱：110 °C(恒溫)
範圍：67~283 mg/m ³ (180 L/樣本)	載流氣體：氮氣，20 mL/min
偏差：5.0 %	管柱：DB-WAX
總變異係數(CV _T)：5.9 %	30 m × 0.53 mm ID, 1 μm 毛細管柱
準確度：±15.3 %	標準樣本：分析物溶於二硫化碳中
	檢量線範圍：0.006~1.48 mg/mL
	可量化最低量：0.0111 mg/樣本
	分析變異係數(CV _a)：3.15 %

適用範圍[1]：本方法是以12 L的空氣為樣本時，有效分析範圍0.35~70 ppm(2~400 mg/m³)。高濕度會嚴重降低破出體積。

干擾[1]：未確認。可使用不同管柱分析，例如，10 % SP-1000或DB-2之毛細管柱。

安全衛生注意事項[1]：二硫化碳(閃火點=-30 °C)是非常易燃之物質且為有毒的易燃液體。異佛爾酮是一種催淚劑。因此，在使用時此二種化合物時需小心處理，且必須是在排煙櫃中進行。

註：本方法有標出參考文獻處，指內容係直接引用該文獻。

1. 試藥

- 1.1 脫附劑：二硫化碳(分析級)。
- 1.2 分析物：異佛爾酮(分析級)。
- 1.3 氮氣。
- 1.4 氫氣。
- 1.5 經過濾之空氣。

2. 設備

- 2.1 採集設備：石油醚(petroleum)活性碳管(140 mg/70 mg)，見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之採樣介質[3]。
- 2.2 個人採樣泵：10~200 mL/min。
- 2.3 氣相層析儀：備有火焰離子化偵檢器(FID)、積分器以及管柱。
- 2.4 1.8 mL及4 mL玻璃小瓶，備聚四氟乙烯(PTFE)內襯的蓋子。
- 2.5 10 μ L到50 μ L的微量注射針筒；1 mL的注射針筒。
- 2.6 振盪器。

3. 採樣

- 3.1 個人採樣泵連結採樣管，進行流率校正，見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之採樣[3]。
- 3.2 以正確且已知的流率採集空氣。採樣泵流率為10~200 mL/min。應採集的空氣體積約2~32 L。
- 3.3 以塑膠蓋封蓋，並以石蠟薄膜(parafilm)加封後運送。

4. 脫附效率測定及樣本脫附

4.1 脫附效率測定

- 4.1.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之脫附效率[3]。
- 4.1.2 將採樣管兩端切開，倒出後段的活性碳，丟棄之。
- 4.1.3 以微量注射針筒取適量的分析物，直接注入前段的活性碳上。添加量為0.231~0.923 mg。
- 4.1.4 以塑膠蓋封管，並以石蠟薄膜加封，冷藏靜置過夜。

4.1.5 以脫附劑脫附後，進行分析。

4.2 樣本脫附

4.2.1 打開採樣管塑膠蓋，將管口切開，使開口與管徑同大，前端之玻璃綿取出丟棄，前段之活性碳倒入 1.8 mL 的玻璃小瓶中。取出分隔之聚甲醯胺甲酯(PU)泡綿，後段之活性碳倒入另一個1.8 mL 的玻璃小瓶中。

4.2.2 每一玻璃小瓶中，加入脫附劑 1 mL，立即蓋上瓶蓋。

4.2.3 放置30分鐘，偶爾輕微搖動。

5. 檢量線製作與品管

5.1 檢量線製作

5.1.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之檢量線製作與品管[3]。

5.1.2 以注射針筒將標準品直接注入含有1 mL 脫附劑的玻璃小瓶中。所建立之檢量線濃度範圍約為0.006~1.48 mg/mL。(註：至少應配製5種不同濃度，以建立檢量線。)

5.1.3 將樣品標準溶液與空白樣品一起分析。

5.1.4 以波峰面積對分析物的濃度，繪製檢量線。

5.2 品質管制

5.2.1 見「勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇」之檢量線製作與品管[3]。

6. 儀器分析

6.1 儀器分析條件

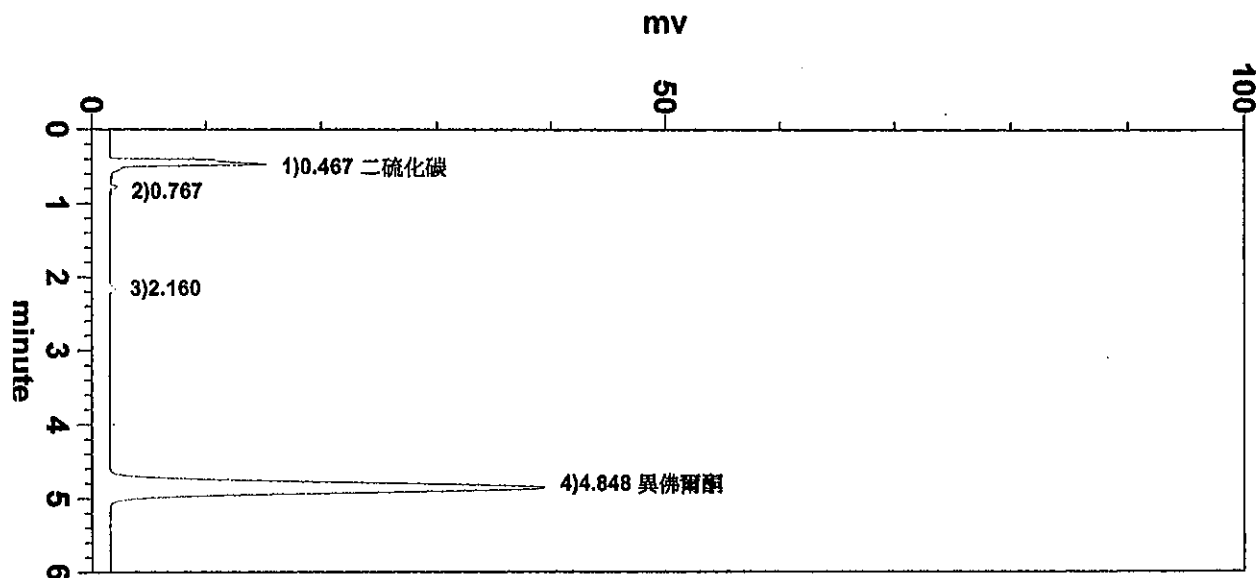
	條 件
儀器	GC/FID
管柱	DB-WAX
	30 m(長)×0.53 mm(內徑),膜厚 1 μ m
流率 (mL/min)	
空氣	410
氫氣	38
氮氣	20
分流比	不分流
溫度(°C)	
注入口	230
偵檢器	250
管柱	110(恒溫)

註：以SHIMADZU GC-14A為例，亦可使用其它廠牌同級之儀器，但分析條件需另訂之。

6.2 大約滯留時間

化合物	滯留時間 (分鐘)
二硫化碳	0.467
異佛爾酮	4.85

6.3 分析圖譜



6.4 脫附效率*

化合物	容許濃度 (ppm)	相當採樣體積 (L)	脫附量 (mg/樣本)	平均脫附效率 (%)	分析變異係數 CVa (%)
異佛爾酮	5	8.17~32.7	0.231~0.923	98.4	3.15

* 採樣介質為SKC 226-81A(140 mg/70 mg) 石油醚(petroleum)活性碳管

6.5 注射樣本進入氣相層析儀，使用自動注射器或採用溶劑沖刷技術(solvent flush injection technique)——利用10 μ L 之注射針筒先以溶劑沖刷數次，濕潤針管與活塞，取約3 μ L溶劑後，吸入約0.2 μ L 空氣，以分開溶劑與樣本，針頭再浸入樣本中吸入1 μ L 樣本後，在空氣中後退約1.2 μ L，以減少針頭樣本蒸發之機會，檢視注射針筒之針管樣本佔0.9~1.1 μ L實際取樣量。

註：假如波峰面積超過標準溶液的線性範圍，則以二硫化碳稀釋後再分析，計算時再乘回稀釋的倍數。

6.6 以電子積分器或其他適當方法計算面積，分析結果自檢量線上求出。

7. 計算

由檢量線濃度所求得之濃度乘以脫附溶液的體積（以 mL 為單位），得到每個樣本分析物的質量(W)。

$$C = \frac{(W_f - B_f + W_b - B_b) \times 10^3}{V}$$

C：空氣中有害物濃度 (mg/m³)

V：採集氣體體積 (L)

W_f：前段活性碳管所含分析物之質量 (mg)

W_b：後段活性碳管所含分析物之質量 (mg)

B_f：現場空白樣本前段的算術平均質量 (mg)

B_b：現場空白樣本後段的算術平均質量 (mg)

註：如(W_b) > (W_f/10)即表破出，樣本可能有損失。

8. 方法驗證

	測試1	測試2
儀 器	GC/FID (SHIMADZU GC-14A)	GC/FID (AGILENT GC-6890)
分析條件		
溫度 (°C)		
注入口	230	250
偵檢器	250	250
管 柱	110	150
流率(mL/min)		
空氣	410	400
氫氣	38	45
氮氣	20	6
分流比	不分流	5 : 1
管柱	DB-WAX 30 m(長)×0.53 mm(內徑),膜厚1 μ m	DB-WAX 60 m(長)×0.25 mm(內徑),膜厚 0.25 μ m
檢量線範圍	0.006~1.48 mg/mL	0.006~1.48 mg/mL
線性相關係數	0.999	0.999
平均脫附效率	98.4 %	90.0 %
CV _a	3.15 %	1.85 %
滯留時間	4.85 min	3.79 min

9. 高濕環境下破出測試

本方法評估是以注射驅動法 (syringe pump drive method) 產生標準氣體，並於30℃，80% RH高濕環境下進行6個樣本之破出測試；異佛爾酮測試濃度為10.8 ppm，採樣流率為200 mL/min，經240分鐘後，無破出現象產生，故建議最大採樣體積為32L。

10. 樣本貯放穩定性測試

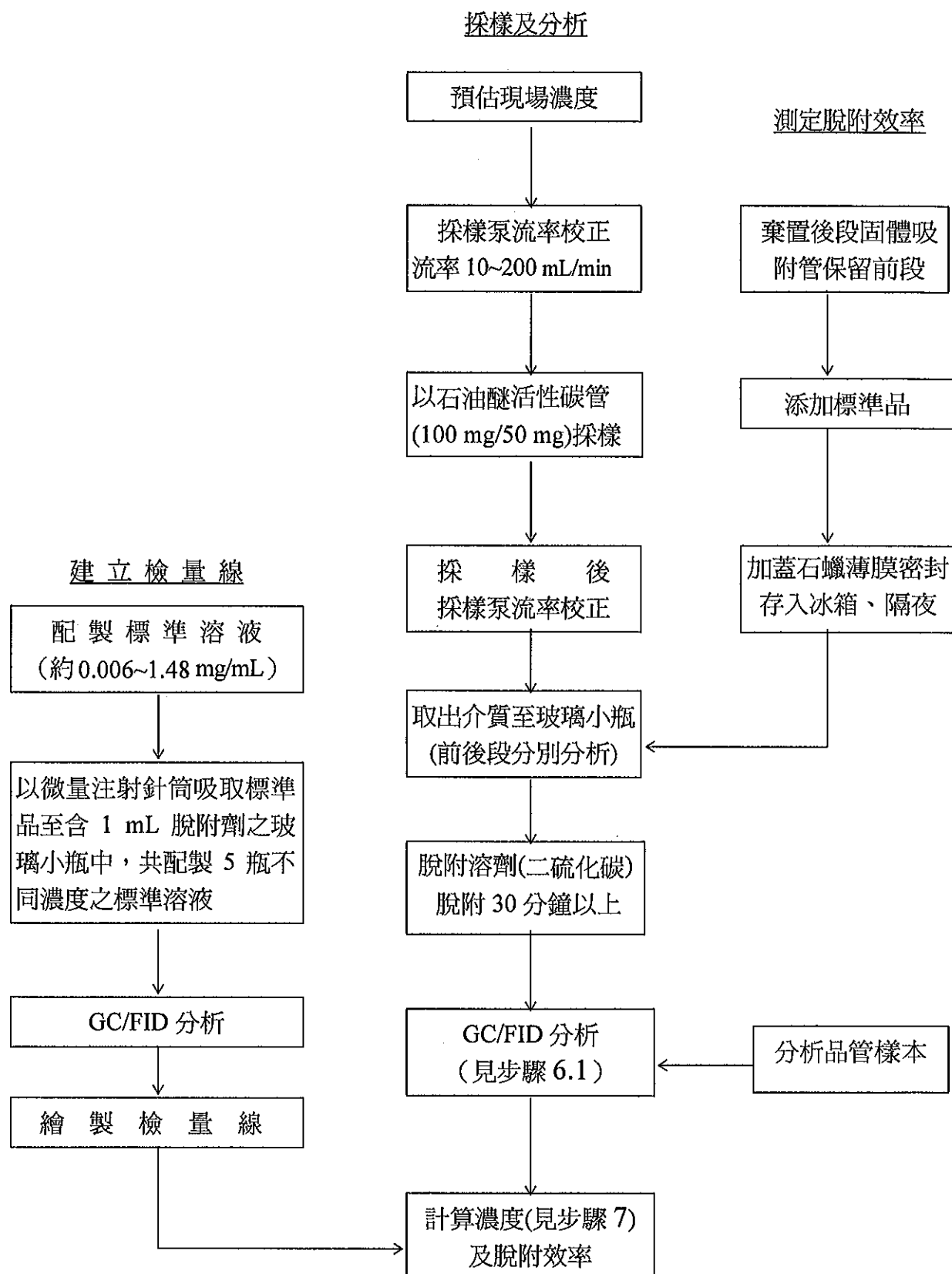
添加0.462 mg異佛爾酮於採樣管，進行樣本貯放穩定性測試。於室溫貯存7天樣本之相對回收率為97.9 %，14相對天回收率為98.0 %，21天相對回收率為99.1 %，28天相對回收率為98.0%；於冷藏下貯存7天樣本之相

對回收率爲100.2 %，14天相對回收率爲103.1 %，21天相對回收率爲99.4 %，28天相對回收率爲98.0 %，見表二。

11. 參考文獻

- [1] NIOSH Manual of Analytical Methods , 4th ed. Method 2508 ,U.S. Department of Health , Education ,and Welfare, Publ. (NIOSH),1994.
- [2] 勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準，行政院勞工委員會，民國92年12月。
- [3] 勞工作業環境空氣中有害物採樣分析建議方法通則篇，行政院勞工委員會，民國91年10月。

附註一 採樣分析流程圖



附註二 所參考分析方法之主要數據

1. 本分析方法是參照NIOSH第四版分析方法2508而成。

2. 儀器分析條件：

方 法：GC/FID

脫 附：1 mL二硫化碳，放置30分鐘，偶爾輕微搖動。

注射量：5 μ L

溫度 — 注入口：200 $^{\circ}$ C

— 偵檢器：250 $^{\circ}$ C

— 管 柱：160 $^{\circ}$ C(恒溫)

載流氣體：氮氣或氦氣，30 mL/min

管 柱：玻璃管柱，4 m $\times$ 3-mm，10% SP2100/0.1% Carbowax 1500填充100/120 mesh
Supelcoport或同性質管柱。

標準樣本：異佛爾酮溶於二硫化碳。

測試範圍：0.2~10 mg/樣本

分析變異係數(CV_a)：3.15 %

估計偵測極限：0.02 mg/樣本

表一 異佛爾酮脫附效率

		添加量：0.231 mg		添加量：0.462 mg		添加量：0.923 mg	
介質空白 (mg/樣本)		分析量 (mg/樣本)	脫附效率 (%)	分析量 (mg/樣本)	脫附效率 (%)	分析量 (mg/樣本)	脫附效率 (%)
1	0	0.228	98.9	0.437	94.6	0.919	98.5
2	0	0.228	99.0	0.431	93.5	0.850	92.1
3	0	0.228	98.9	0.443	96.0	0.924	100.1
4	0	0.239	103.5	0.460	99.7	0.874	94.7
5	0	0.234	101.4	0.473	102.5	0.868	94.1
6	0	0.239	103.6	0.462	100.2	0.924	100.1
平均脫附效率(%)		100.9		97.7		96.6	
變異係數(%)		2.27		3.64		3.53	

三個濃度的平均脫附效率：98.4 %

分析變異係數：3.15 %

表二 儲存穩定性

相對回收率*					
冷藏			室溫		
儲存天數	樣本數	前段平均分析量 (mg)	相對百分比(%)	前段平均分析量 (mg)	相對百分比(%)
0	3	0.458	100	0.469	100
7	3	0.459	100.1	0.459	97.9
14	3	0.472	103.1	0.460	98.0
21	3	0.455	99.4	0.465	99.1
28	3	0.449	98.0	0.460	98.0

* 相對百分比：相對於儲存 0 天所得回收率百分比

* 異佛爾酮添加量 0.462 mg

