

行政院勞工委員會採樣分析建議方法

方法編號_____ (等級____)

苯甲醇	Benzyl alcohol 審查日期：
容許濃度	參考資料：OSHA PV2009 7/1993 [1]
勞委會：未制定	分子式：C ₆ H ₅ CH ₂ OH
OSHA：未制定	分子量：108.13
NIOSH：未制定	別名：Benzenecarbinol; Benzenemethanol;
ACGIH：未制定	Benzoyl alcohol; α-Hydroxytoluene;
(1 ppm = 4.42 mg/m ³ @ NTP)	Phenylcarbinol; Phenylmethanol;
基本物性：	α-Toluenol
液態，密度 1.042 g/mL	CAS No.：100-51-6
沸點：204.7 °C	RTECS No.：DN3150000；19460
閃火點：101 °C (213 °F) (閉杯測試)	

採樣	分析
採樣介質：XAD-7 採樣管 (100 mg/50 mg)	儀器：GC/FID
流 率：50~200 mL/min	分析物：benzyl alcohol
採樣體積：最小 0.5 L @ 5 ppm	脫附：1 mL 甲醇，放置 30 分，偶爾輕微搖動
最大 32 L @ 10 ppm	注射量：1 μL
樣本運送：例行性	溫度—注入口：230 °C
樣本穩定性：28 天，室溫	—偵檢器：250 °C
現場空白樣本：每批樣本數的 10%，至少需 2 個以上	—管 柱：150 °C (恆溫)
準確度	載流氣體：氮氣，13 mL/min
範圍：10.8~43.4 mg/m ³ (24 L)	管柱：Stabilwax
偏差：0.25%	60 m × 0.53 mm ID，1 μm
總變異係數 (CV _T)*：0.05	標準樣本：分析物溶於甲醇中
準確度 (overall accuracy)：10.3%	檢量線範圍：0.010~1.56 mg/mL
	可量化最低量：0.010 mg/樣本
	分析變異係數 (CV _a)：1.06%

適用範圍：未確認。

干 擾[1]：未確認。

安全衛生注意事項：甲醇具有可燃性、易燃及爆炸的危險。因此，在使用時，必須在排煙櫃中進行。詳閱物質安全資料表。

註：本方法有標出參考文獻處，指內容係直接引用該文獻。

* CV_T：CVs 直接引用 5% 而得。

1. 試藥

- 1.1 脫附劑：甲醇 (分析級)。
- 1.2 分析物：苯甲醇 (分析級)。
- 1.3 氮氣。
- 1.4 氫氣。
- 1.5 經過濾之空氣。

2. 設備

- 2.1 捕集設備：XAD-7 採樣管 (100 mg/50 mg)，見「行政院勞工委員會採樣分析方法通則篇」[3]之採樣介質。
- 2.2 個人採樣泵：流率約 10~200 mL/min。
- 2.3 氣相層析儀：備有火焰離子化偵檢器 (FID)。
- 2.4 1.8 mL 及 4 mL 玻璃小瓶，備有聚四氟乙烯 (PTFE) 內襯的蓋子。
- 2.5 1 mL、2 mL 及 5 mL 定量吸管和吸球。
- 2.6 10 μ L 到 500 μ L 微量注射針。
- 2.7 10 mL 量瓶。

3. 採樣

- 3.1 個人採樣泵連結 XAD-7 採樣管，進行流率校正，見「行政院勞工委員會採樣分析方法通則篇」[3]之採樣。
- 3.2 以正確且已知的流率採集空氣。採樣泵流率為 50~200 mL/min，應採集的空氣體積約 0.5~32 L。
- 3.3 以塑膠蓋封管，並以石蠟薄膜加封。

4. 脫附效率測定與樣本脫附

4.1 脫附效率測定

- 4.1.1 見「行政院勞工委員會採樣分析方法通則篇」[3]之脫附效率。
- 4.1.2 將 XAD-7 採樣管兩端切開，倒出後段的吸附介質，丟棄之。
- 4.1.3 以微量注射針取適量的分析物，直接注入前段的吸附介質上。添加量為 0.261~1.04 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 XAD-7 採樣管塑膠蓋，將管口切開，使開口與管徑同大，取出前端之玻璃綿丟棄，前段之吸附介質倒入 1.8 mL 的玻璃小瓶中。取出分隔前後段之玻璃綿，後段之吸附介質倒入另一個 1.8 mL 的玻璃小瓶。
- 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，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「行政院勞工委員會採樣分析方法通則篇」[3]之檢量線製作與品管。
- 5.1.2 加已知量的標準品於盛有脫附劑的 10 mL 量瓶中，再稀釋至其刻度。所建立之檢量線濃度範圍約為 0.010~1.56 mg/mL。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、標準溶液與空白樣本同批一起分析。

5.1.4 以分析物的波峰面積 (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「行政院勞工委員會採樣分析方法通則篇」[3]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	Stabilwax 60 m × 0.53 mm ID, 1 μm
流率 (mL / min)	
空氣	410
氫氣	38
氮氣	13
溫度 (°C)	
注入口	230
偵檢器	250
管 柱	150 (恆溫)

註：以 SHIMADZU GC 14B plus 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)
甲醇	1.34
苯甲醇	9.25

6.3 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 (%)	變異係數 CV _a (%)
苯甲醇	-	-	0.261~1.04	93.8	1.06

*採樣介質為 SKC 226-95 採樣管 (Lot 7307)。

6.4 注射樣本進入氣相層析儀。

6.5 以波峰面積 (或高度)，自檢量線求出濃度乘以脫附溶劑體積即可得出分析物之質量。

7.計算

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

C：空氣中有害物濃度 (mg / m³)

V：採樣氣體體積 (L)

W_f：前段採樣管所含之分析物質量 (mg)

W_b：後段採樣管所含之分析物質量 (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，應於報告中註明。

8.方法覆驗

儀器	測試 1	測試 2*
	GC/FID (SHIMADZU GC 14B)	GC/FID (Agilent GC-6890)
分析條件		
溫度 (°C)		
注入口	230	230
偵檢器	250	250
管柱	150 (恆溫)	200 (恆溫)
流率 (mL/min)		
空氣	410	400
氫氣	38	45
氮氣	13	8.7
平均脫附效率 (%)	93.8	93.8
分析變異係數 CV _a (%)	1.06	2.63
滯留時間 (分)	9.25	4.09

*測試 2 之管柱為 DB-WAX，60 m × 0.53 mm ID，1 μm

9.高濕環境下破出測試與樣本儲存穩定性測試

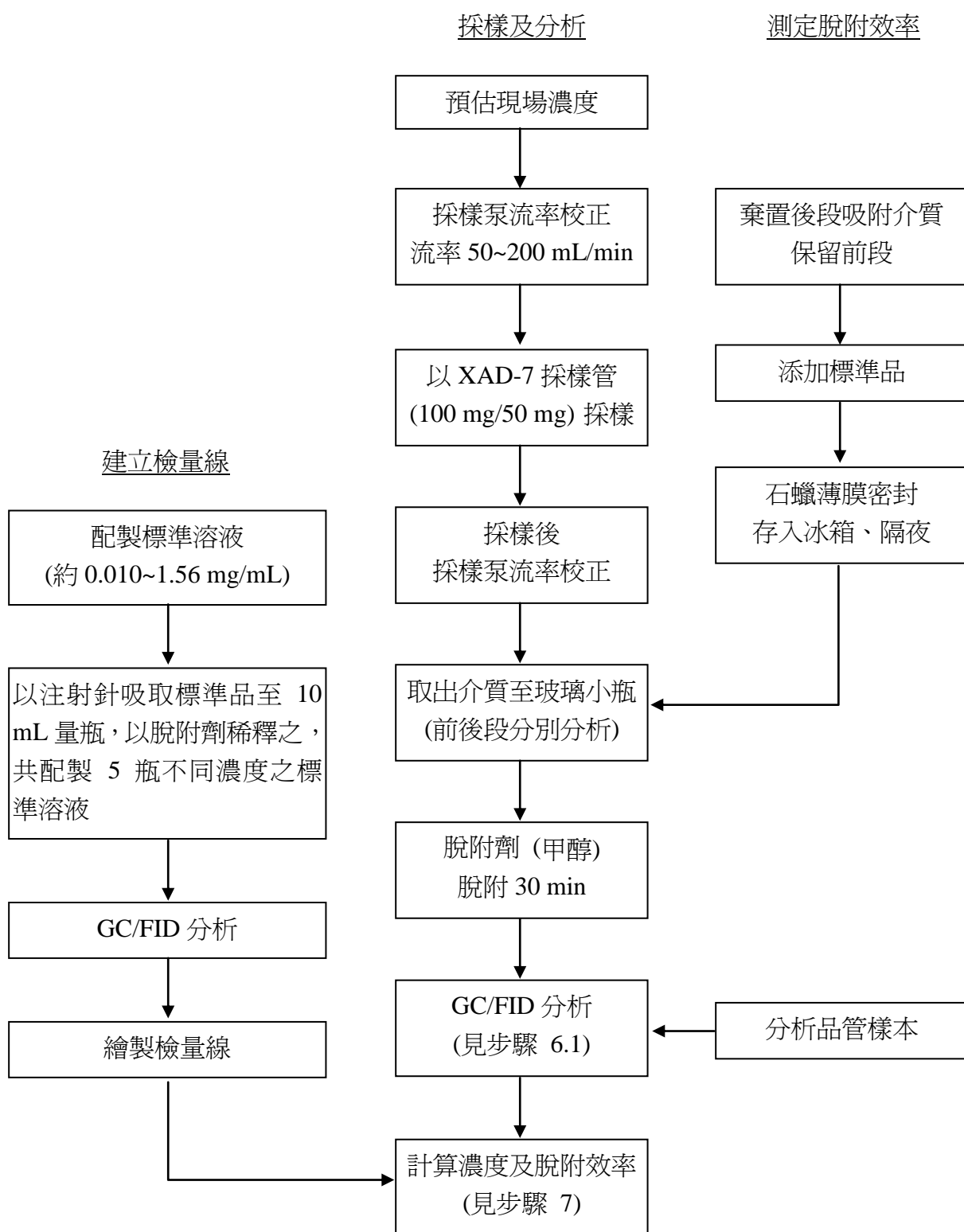
本方法評估是以注射針法產生標準氣體，並於 30 ± 3°C，80 ± 5% RH 高濕環境下進行 6 個樣本之破出測試；苯甲醇測試濃度為 10.4 ppm，採樣流率為 200 mL/min，經 240 分鐘後無破出現象產生，故建議最大採樣體積為 32 L。

於高濕環境採集 30 個樣本，進行 28 天樣本儲存穩定性測試，室溫貯存樣本 7 天之相對回收率為 100.9%，14 天相對回收率為 97.8%，21 天相對回收率為 99.6%，28 天相對回收率為 102.8%；於冷藏 (<5 °C) 樣本下貯存 7 天之相對回收率為 96.8%，14 天相對回收率為 99.1%，21 天相對回收率為 98.4%，28 天相對回收率為 99.6%，表示樣本可穩定貯存於室溫下 28 天，詳見表 3。

10.文獻

- [1] OSHA Sampling & Analytical Methods, Method No. PV2009, U.S. Department of Labor Occupational Safety & Health Administration(OSHA), July 1993.
- [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 99 年 1 月。
- [3] 「行政院勞工委員會採樣分析方法通則篇」，行政院勞工委員會，民國 84 年 6 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 OSHA PV2009 分析方法而成。

2.儀器分析條件：

方 法：GC/FID

脫 附：1 mL 甲醇，放置 30 分

注射量：5 μ L

溫度—注入口：180 $^{\circ}$ C

—偵檢器：220 $^{\circ}$ C

—管 柱：80 $^{\circ}$ C $\xrightarrow{10^{\circ}\text{C/分}}$ 160 $^{\circ}$ C

管柱：DB-1，60 m \times 0.32 mm ID，1 μ m 毛細管柱

載流氣體：氫氣，2 mL/min

標準樣本：苯甲醇溶於甲醇

估計偵測極限：0.001 mg/樣本

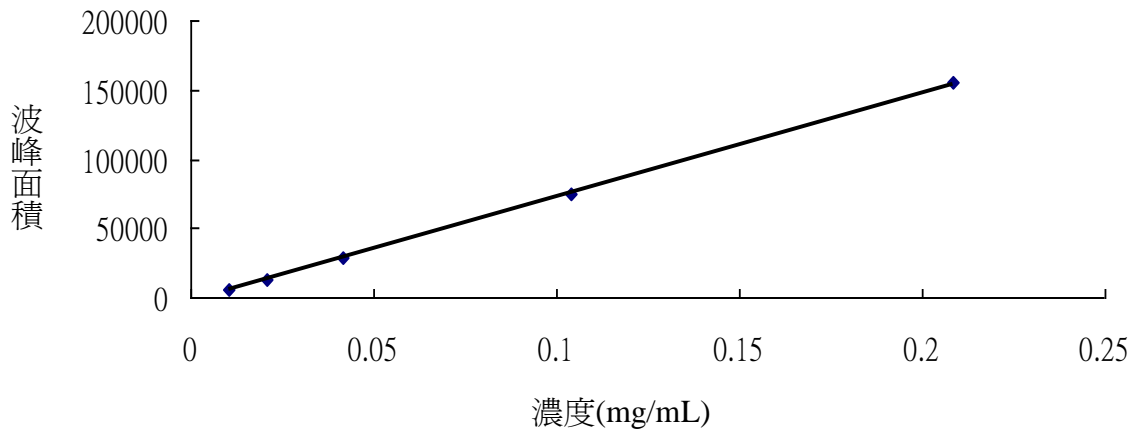
分析變異係數 (CV_a)：0.97%

表 1 分析方法覆驗

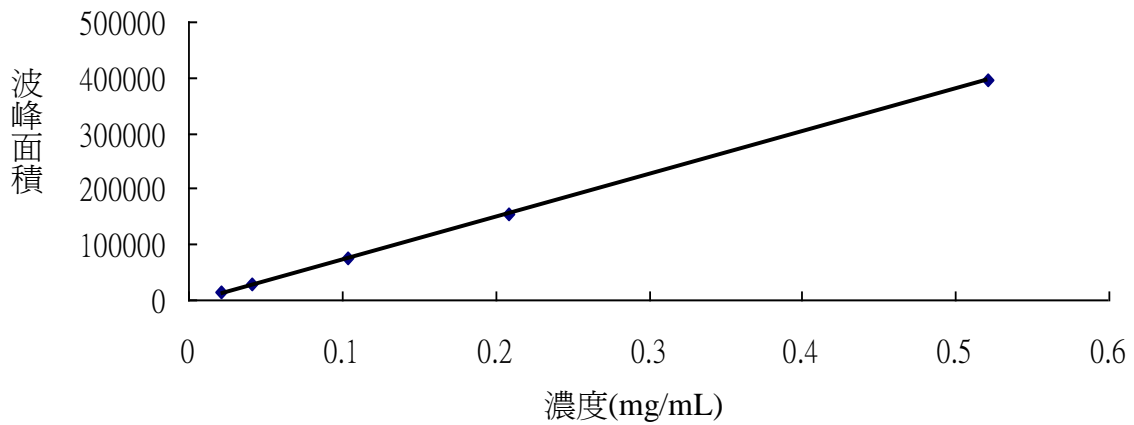
執行單位	制訂單位	覆驗單位一
分析儀器	GC/FID (SHIMADZU GC 14B)	GC/FID (Agilent GC-6890)
分析條件		
溫度 ($^{\circ}$ C)		
注入口	230	230
偵檢器	250	250
管 柱	150 (恆溫)	200 (恆溫)
流率 (mL/min)		
空氣	410	400
氫氣	38	45
氮氣	13	8.7
檢量線範圍 (mg/mL)	0.01~1.56	0.01~1.56
線性相關係數	0.999	0.999
平均脫附效率 (%)	93.8	93.8
分析變異係數 (%)	9.25	4.09

檢量線及層析圖譜

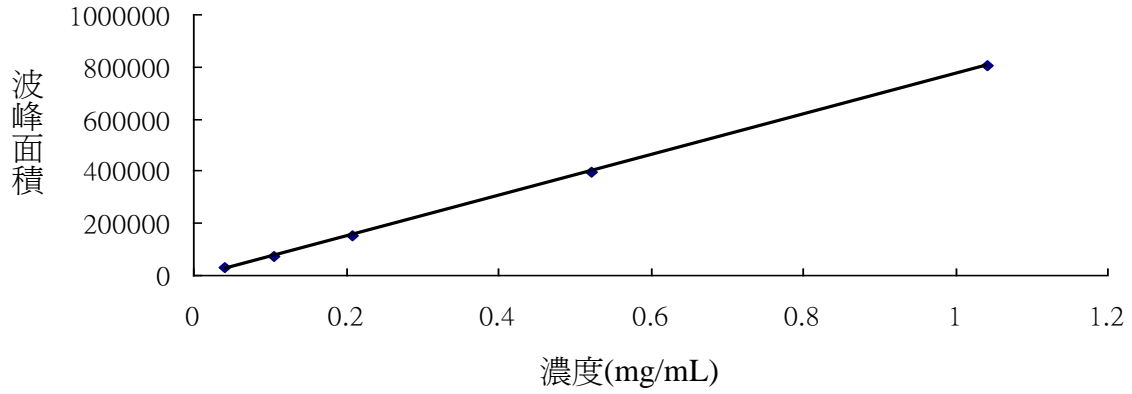
檢量線



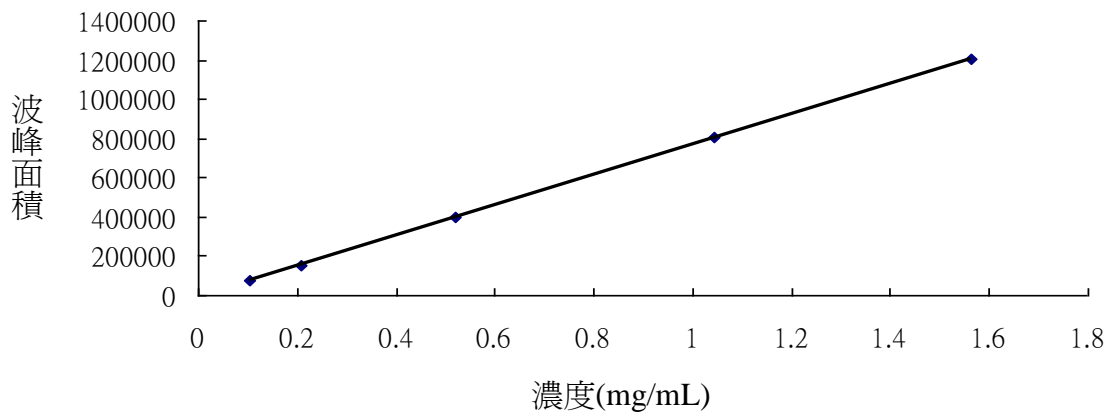
編號	配製值 (mg)	計算值 (mg)	RPD%	r 值
STD1	0.010	0.011	5.35	0.99988
STD2	0.021	0.022	4.03	
STD3	0.042	0.041	0.85	
STD4	0.104	0.102	1.92	
STD5	0.208	0.209	0.46	



編號	配製值 (mg)	計算值 (mg)	RPD%	r 值
STD2	0.021	0.023	8.98	0.99997
STD3	0.042	0.042	0.94	
STD4	0.104	0.102	2.05	
STD5	0.208	0.208	0.35	
STD6	0.521	0.522	0.12	



編號	配製值 (mg)	計算值 (mg)	RPD%	r 值
STD3	0.042	0.044	6.72	0.99998
STD4	0.104	0.104	0.52	
STD5	0.208	0.208	0.28	
STD6	0.521	0.518	0.67	
STD7	1.04	1.04	0.17	



編號	配製值 (mg)	計算值 (mg)	RPD%	r 值
STD4	0.104	0.105	0.83	0.99999
STD5	0.208	0.209	0.31	
STD6	0.521	0.518	0.54	
STD7	1.04	1.04	0.15	
STD8	1.56	1.56	0.01	

註：本檢量線為多段迴歸，共有 4 條檢量線

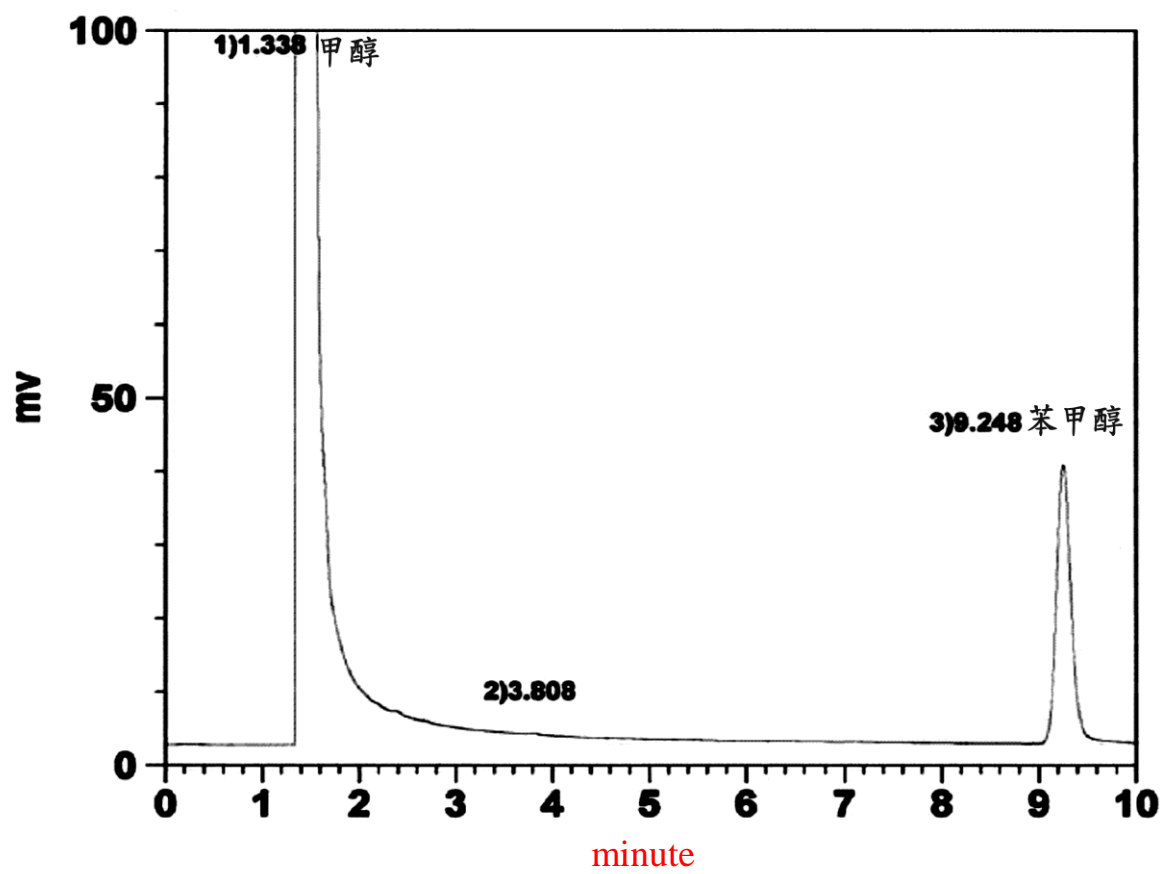


表 2 回收率 (或脫附效率)

	介質空白	0.5 PEL			1 PEL			2 PEL		
	分析量 (mg)	添加量 (mg)	分析量 (mg)	回收率 (%)	添加量 (mg)	分析量 (mg)	回收率 (%)	添加量 (mg)	分析量 (mg)	回收率 (%)
1	0	0.261	0.244	93.6	0.521	0.496	95.1	1.04	0.975	93.6
2	0	0.261	0.240	92.1	0.521	0.493	94.7	1.04	0.996	95.5
3	0	0.261	0.242	93.0	0.521	0.487	93.4	1.04	0.990	95.0
4		0.261	0.243	93.2	0.521	0.489	93.9	1.04	0.989	94.9
5		0.261	0.242	93.1	0.521	0.494	94.8	1.04	0.987	94.8
6		0.261	0.238	91.5	0.521	0.478	91.7	1.04	0.974	93.5
平均值			0.242	92.7		0.489	93.9		0.985	94.6
標準偏差			0.0021			0.0067			0.0086	
變異係數			0.86%			1.36%			0.88%	

相當採樣體積 24 L

三種添加量之平均回收率 (或平均脫附效率) = 93.8%

分析變異係數 (CV_a) = 1.06%

表 3 樣本儲存穩定性測試

樣本測試日	冷藏 (4 °C)						室溫 (27 °C)						備註
	X_1 (mg)	X_2 (mg)	X_3 (mg)	\bar{X} (mg)	相對回收率(%)	SD (mg)	X_1 (mg)	X_2 (mg)	X_3 (mg)	\bar{X} (mg)	相對回收率(%)	SD (mg)	
第 1 天	0.501	0.501	0.506	0.503	100	0.0031	0.500	0.509	0.500	0.503	100	0.0053	
第 7 天	0.488	0.471	0.502	0.487	96.8	0.0148	0.507	0.512	0.504	0.508	100.9	0.0040	
第 14 天	0.499	0.495	0.501	0.498	99.1	0.0028	0.490	0.493	0.492	0.492	97.8	0.0012	
第 21 天	0.482	0.499	0.504	0.495	98.4	0.0114	0.497	0.495	0.511	0.501	99.6	0.0087	
第 28 天	0.488	0.503	0.511	0.501	99.6	0.0119	0.506	0.525	0.519	0.517	102.8	0.0097	

1. 樣本添加量 (X_0) = 0.521 mg，第 1 天測試回收率 (\bar{X}/X_0) = 96.6%， $\geq 75\%$ 。

2. 第 7 天以後測試結果的平均值應在第 1 天測試平均值的 90~110%，否則停止測試，並以上回測試日為樣本穩定儲存天數，若 28 天仍穩定，則以 28 天為最長之可穩定儲存天數。測試數據應一併註明 4 °C 或室溫。

表 4 分析方法可量化最低量測試

1. 預估可量化最低量

a. 預估可量化最低量 0.016 mg，以此預估可量化最低量為下表第 1 次測試量。

2. 確認分析方法可量化最低量

測試	測試量 (mg)	X_1 (mg)	X_2 (mg)	X_3 (mg)	\bar{X} (mg)	SD (mg)	CV (%)	$ \bar{X} - X_0 / X_0$ (%)
1	0.016	0.015	0.016	0.016	0.016	0.00025	1.61	0.25

a. 樣本前處理最終溶液體積 1 mL。

b. 測試樣本變異係數 (CV) 須 $\leq 7\%$ ，且測試平均值與添加量的差異 ($|\bar{X} - X_0| / X_0$) 應 $\leq 20\%$ 。

c. 若測定結果變異係數 $\leq 7\%$ ，與配製值之差異 $\leq 20\%$ ，則以該檢量線最低濃度與溶劑體積之乘積為本方法之可量化最低量。

圖 1 採樣介質破出測試

1. 實驗條件

- a. 測試濃度 $10.4 \text{ ppm} = 46 \text{ mg/m}^3$ ($\text{mg/m}^3 = \text{ppm} \times \text{MW}/24.45$)，其中 MW 為分析物的分子量
- b. 最大採樣流率 0.2 L/min
- c. 測試溫度 $30 \pm 3^\circ\text{C}$ ，相對濕度 $80 \pm 5\% \text{ RH}$ 。

2. 實驗結果

- a. C_{in} ：流入採樣介質樣品氣體或蒸氣濃度。
- b. C_{out} ：流出採樣介質樣品氣體或蒸氣濃度。
- c. 將 $C_{\text{out}}/C_{\text{in}}$ 的比值對時間作圖。
- d. 當 $C_{\text{out}}/C_{\text{in}} = 0.05$ 時，即為破出時間，而破出體積 $48 \text{ L} = \text{最大採樣流率 } 0.2 \text{ L/min} \times \text{破出時間 } 240 \text{ min}$ 。
- e. 最大採樣體積 $32 \text{ L} = 0.67 \times \text{破出體積 } 48 \text{ L}$ 。

