

行政院勞工委員會採樣分析建議方法

方法編號：CLA1007      等級：A      編輯日期：95年11月9日  
 2-氯乙醇      2-chloroethanol      07/31/2000

容許濃度      參考資料：NIOSH 2513      8/15/1994 [1]  
 勞委會：1 ppm(皮，高) [2]  
 OSHA：5 ppm(皮)      分子式：ClCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH  
 NIOSH：1 ppm(皮，ceiling)  
 ACGIH：1 ppm(皮，ceiling)      分子量：80.51  
 (1 ppm = 3.29 mg/m<sup>3</sup>, @ NTP)  
 基本物性：      別名：ethylene chlorohydrin, glycol chlorohydrin  
 液態，密度 1.201 g/mL @ 25°C  
 沸點：129°C      CAS No.：107-07-3  
 熔點：-67 °C  
 蒸氣壓：0.67 kPa (5mmHg, 6600ppm) @ 20°C      RTECS No.：KK0875000  
 爆炸範圍：4.9~15.9 % (v/v in air)

採 樣	分 析
採樣介質：石油醚 (petroleum)活性碳管(100 mg/50 mg) 流 率：10 ~ 200 mL/min 採樣體積：最小： 2 L @ 5 ppm 最大： 32 L 樣本運送：例行性 樣本穩定性：14天，冷藏4°C 現場空白樣本：每批樣本數的10%，至少需二個以上	方 法：GC/FID 分析物： 2-氯乙醇 脫 附：1 mL 二硫化碳(含5% 2-丙醇)，振盪30分鐘 注射量：1 μL 儀器分析條件： 溫度—注入口： 230°C —偵檢器： 250°C —管柱：90°C(恒溫)
準 確 度 [1] 範圍：7~30 mg/m <sup>3</sup> (20 L 空氣樣本) 偏差：-11.5% 整體精密度( $\bar{S}_{RT}$ )：0.076 準確度：±31.1%	載流氣體：氮氣，15 mL/min(不分流) 管柱：Supelco wax 10 30 m × 0.53 mm (ID), 1 μm 標準樣本：分析物溶於二硫化碳(含5% 2-丙醇)中 檢量線範圍： 0.006 ~ 0.240 mg/mL 可量化最低量：0.006 mg/sample 分析變異係數(CV <sub>a</sub> )：1.49 %

適用範圍[1]：以20 L的空氣為樣品時，本方法測試範圍從1.5~50 mg/m<sup>3</sup>(0.5~15 ppm)。

干擾[1]：未研究。

安全衛生注意事項[1]：

- 1.二硫化碳為有毒的易燃液體(閃火點=-30°C)，使用時需在通風良好的排煙櫃中進行。
- 2.2-氯乙醇毒性極強，如為液體時，極易穿透橡膠手套而經由皮膚吸收，2-氯乙醇毒性效應可能會累積，如果皮膚接觸時，應立即清洗皮膚。

註：本方法標出參考文獻處，指內容係直接引用該文獻。

## 1. 試藥

- 1.1 脫附劑：二硫化碳(含5% 2-丙醇)。
- 1.2 分析物：2-氯乙醇(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：石油醚活性碳管 (100 mg/50 mg)，見「作業環境空氣中有害物標準分析參考方法通則篇」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玻璃小瓶，備聚四氟乙烯(PTFE)內襯的蓋子。
- 2.5 10  $\mu$ L到50  $\mu$ 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「作業環境空氣中有害物標準分析參考方法通則篇」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「作業環境空氣中有害物標準分析參考方法通則篇」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，直接注入前段之活性碳上。添加量為 0.036 ~ 0.144 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 樣本脫附

4.2.1 打開此採樣管塑膠蓋，將斷口切開，使開口與管徑同大，取出前端之玻璃綿丟棄，將前段之活性碳倒入 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「作業環境空氣中有害物標準分析參考方法通則篇」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 ~ 0.240 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「作業環境空氣中有害物標準分析參考方法通則篇」之檢量線製作與品管[3]。

## 6. 儀器分析

### 6.1 儀器分析條件

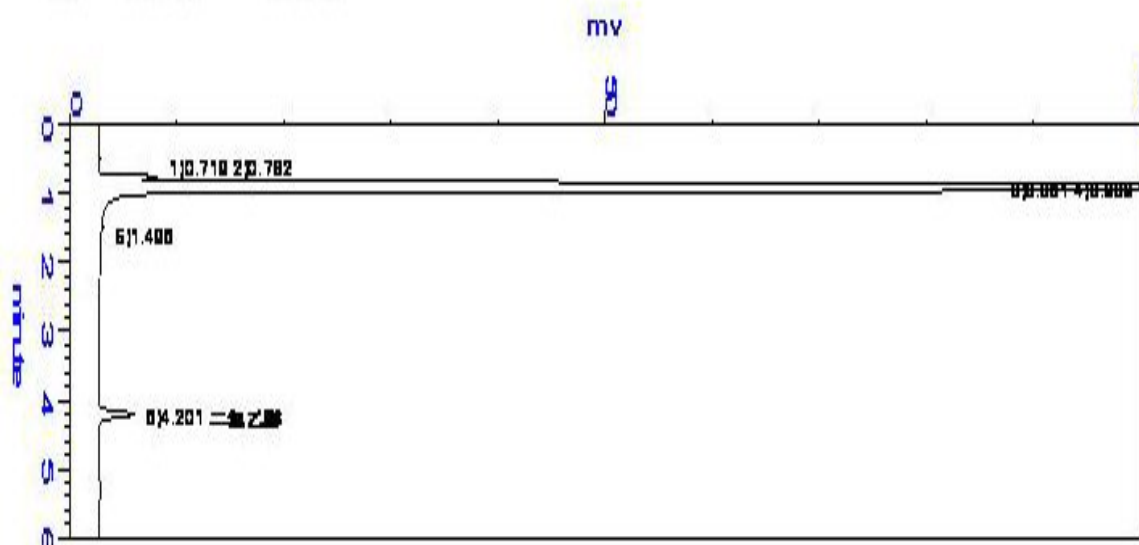
	條 件
儀器	GC/FID
管柱	Supelco wax 10 30 m × 0.53 mm (ID), 1 μm
流率 (mL/min)	
空氣	410
氫氣	38
氮氣	15
分流比	不分流
溫度(°C)	
注入口	230
偵檢器	250
管柱	90 (恒溫)

註：以SHIMADZU GC-14B爲例，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	0.78
異丙醇	0.91
2-氯乙醇	4.20

### 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/sample)	平均脫附效率 (%)	分析變異係數 CVa (%)
2-氯乙醇	1	10.9 ~ 43.8	0.036 ~ 0.144	87.4	1.49

\* 採樣介質為SKC 226-38 石油醚(Petroleum)活性碳管(100 mg/50 mg)

\*\*民國92年12月，勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準。

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  $\mu\text{L}$  之注射針筒先以溶劑沖刷數次，濕潤針管與活塞，取約3  $\mu\text{L}$ 溶劑後，吸入約0.2  $\mu\text{L}$  空氣，以分開溶劑與樣本，針頭再浸入樣本中吸入1  $\mu\text{L}$  樣本後，在空氣中後退約1.2  $\mu\text{L}$ ，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  $\mu\text{L}$ 實際取樣量

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

6.5 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 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

V：採集氣體體積 (L)

$W_f$ ：採樣管前段所含分析物之質量 (mg)

$W_b$ ：採樣管後段所含分析物之質量 (mg)

$B_f$ ：現場空白樣本前段的平均質量 (mg)

$B_b$ ：現場空白樣本後段的平均質量 (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-14B)	GC/FID(HP 6890)
分析條件		
溫度 (°C)		
注入口	230	230
偵檢器	250	250
管柱	90	90
流率(mL/min)		
空氣	410	450
氫氣	38	40
氮氣	15	2.5
分流比	不分流	不分流
管柱	Supelco wax 10 30 m × 0.53 mm (ID), 1 μm	DB-WAX 30 m × 0.32 mm (ID), 0.25 μm
檢量線範圍	0.006 ~ 0.240 mg/mL	0.00072 -0.252 mg/mL
線性相關係數	0.9999	0.9996
平均脫附效率	87.4%	86.2%
CV <sub>a</sub>	1.49 %	4.68%
滯留時間	4.20 min	6.18 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-氯乙醇測試濃度為1.98 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

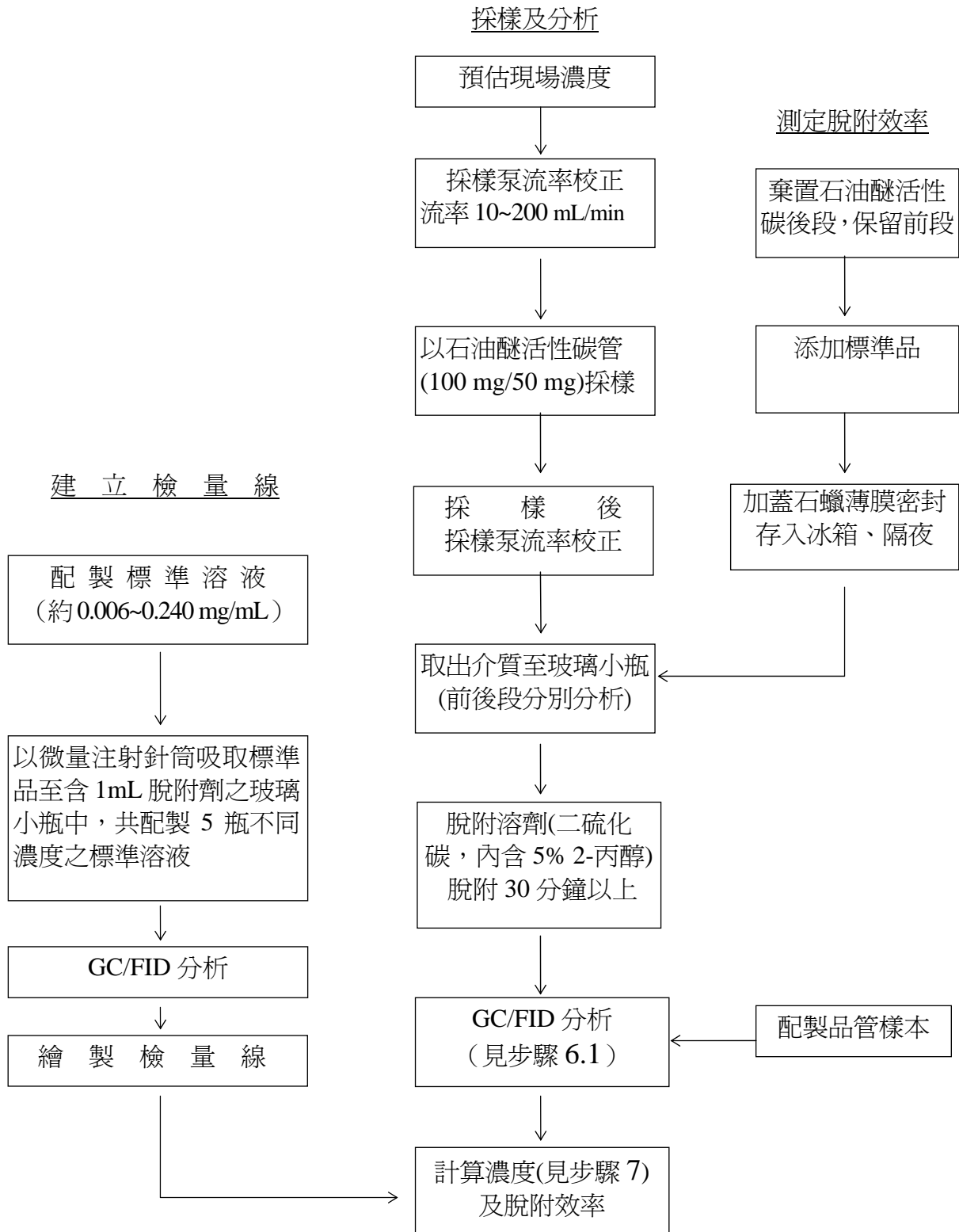
添加0.072 mg 2-氯乙醇於採樣管，進行樣本貯放穩定性測試。於室溫貯存7天回收率為73.6%，14天回收率為63.9%，21天回收率為52.8%，28天回收率

為47.2%；於冷藏下貯存7天樣本之回收率為91.7%，14天回收率為90.3%，21天回收率為80.6%，28天回收率為75.0%，見表二。

#### 11. 參考文獻

- [1] NIOSH Manual of Analytical Methods, 1th ed. Method 2513, 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] 作業環境空氣中有害物標準分析參考方法通則篇，行政院勞工委員會，民國80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NIOSH第二版分析方法2513[1]而成。

2. 儀器分析條件：

方 法：GC/FID

脫 附：1 mL 二硫化碳(含5% 2-丙醇)，放置30分鐘。

注射量：5  $\mu$ L

溫度 — 注入口：170°C

— 偵檢器：210°C

— 管 柱：130°C

載流氣體：氮氣，25 mL/min

管 柱：不銹鋼管，3.0 m  $\times$  2 mm ID，填充 10% FFAP on 50/80 mesh Chromosorb  
WHP

標準樣本：2-氯乙醇溶於二硫化碳(含5% 2-丙醇)

測試範圍：0.03 ~ 1 mg/sample

平均精密度( $S_r$ )：0.052

預估偵測極限：0.003 mg/sample

表一 2-氯乙醇脫附效率

介質空白 (mg/sample)	添加量：0.036 mg		添加量：0.072 mg		添加量：0.144 mg		
	分析量 (mg/sample)	脫附效率 (%)	分析量 (mg/sample)	脫附效率 (%)	分析量 (mg/sample)	脫附效率 (%)	
1	0	0.032	88.9	0.063	87.5	0.125	86.8
2	0	0.032	88.9	0.063	87.5	0.123	85.4
3	0	0.032	88.9	0.062	86.1	0.124	86.1
4	0	0.033	91.7	0.063	87.5	0.124	86.1
5	0	0.033	91.7	0.062	86.1	0.119	82.6
6	0	0.032	88.9	0.062	86.1	0.125	86.8
平均脫附效率(%)			89.8		86.8		85.6
變異係數(%)			1.60		0.88		1.83

三個添加量的平均脫附效率：87.4%

分析變異係數：1.49%

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	0.072	100	0.072	100
7	3	0.066	91.7	0.053	73.6
14	3	0.066	91.7	0.046	63.9
21	3	0.058	80.6	0.038	52.8
28	3	0.054	75.0	0.034	47.2

\* 相對百分比：相對於儲存 0 天所得回收率

\* 2-氯乙醇添加量 0.072 mg