



- 2.2 個人採樣泵：流率約 10~ 200 mL/min。
- 2.3 氣相層析儀：備有火焰離子化偵測器 (FID)、積分器，以及管柱。
- 2.4 2 mL玻璃小瓶，備有聚四氟乙烯 (PTFE) 內襯的蓋子。
- 2.5 1 mL吸管和吸球。
- 2.6 5, 10, 25, 100  $\mu$ L之注射針筒。
- 2.7 量瓶。
3. 採樣
  - 3.1 個人採樣泵連結活性碳管，進行流量校正，見通則之採樣。
  - 3.2 以正確且已知的流量，採集空氣。採樣泵流率是介於 10~ 200mL/min，空氣採樣體積如表 2。
  - 3.3 以塑膠蓋封管，並以石蠟薄膜 (parafilm) 加封。
4. 脫附效率測定及樣品脫附
  - 4.1 脫附效率測定
    - 4.1.1 見通則之脫附效率。
    - 4.1.2 將活性管兩端切開，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。添加量見步驟 6.3 之脫附濃度。
    - 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，將斷口切開，使開口與管徑同大，前端之玻璃綿拿出丟棄，前段之活性碳倒入 2 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 2 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 以超音波振盪器振盪30分後測定。
5. 檢量線製作與品管
  - 5.1 檢量線製作
    - 5.1.1 見通則之檢量線製作與品管。
    - 5.1.2 以注射針筒直接注入含有 1 mL脫附劑的玻璃小瓶中。所建立之檢量線濃度範圍約為 0.1~ 10 mg/mL。  
(註：至少應配製 5 種不同濃度，以建立檢量線。)
    - 5.1.3 將樣品標準溶液與試藥空白樣品一起分析。
    - 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 見通則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	fused silica WCOT, DB-WAX	



6.4 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  $\mu\text{L}$  之注射器先以溶劑(二硫化碳)沖刷數次濕潤針管與活塞，取 3  $\mu\text{L}$  溶劑後，吸入 0.2  $\mu\text{L}$  空氣，以分開溶劑與樣品，針頭再浸入樣品中吸入 4  $\mu\text{L}$  樣品後，在空氣中後退 1.2  $\mu\text{L}$ ，以減少針頭樣品蒸發之機會，檢視注射針之針管樣品佔 3.9 ~ 4.1  $\mu\text{L}$ 。

6.5 以電子積分器或其他適當法，面積計算方分析結果自檢量線求出。

### 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( $\text{mg}/\text{M}^3$ )

V：採集氣體體積(L)

W<sub>f</sub>：前段活性碳管所含分析物之質量(mg)

W<sub>b</sub>：後段活性碳管所含分析物之質量(mg)

B<sub>f</sub>：現場空白樣品前段的算術平均質量(mg)

B<sub>b</sub>：現場空白樣品後段的算術平均質量(mg)

註：如(W<sub>b</sub>)(W<sub>f</sub>/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 (HP5890)	GC/FID (HP5890)
溫度(°C)		
注入口	200°C	200°C
偵檢器	250°C	250°C
管 柱	60°C 持續23分	45°C $\xrightarrow{10^\circ\text{C}/\text{分}}$ 60°C (9分) $\rightarrow$ (5分)
流率		
空氣	0.9 mL/min	400 mL/min
氫氣	0.6 mL/min	3.3 mL/min
氮氣	30 mL/min	5.7 mL/min
管柱	玻璃管柱 10% FFAP 2m $\times$ 3.3mm ID	fused silica, WCOT DB- WAX, 30m $\times$ 0.53mm ID

## 8.1 測試資料

	測 試 項 目	測 試 1	測 試 2
1 - 丁 醇	平均脫附效率 (%)	85.3	81.7
	CVa (%)	2.1	3.1
2 - 丁 醇	平均脫附效率 (%)	89.4	84.3
	CVa (%)	1.7	1.8
異 丙 醇	平均脫附效率 (%)	90.2	86.2
	CVa (%)	2.2	2.0
正 丙 醇	平均脫附效率 (%)	85.0	82.7
	CVa (%)	2.0	3.5

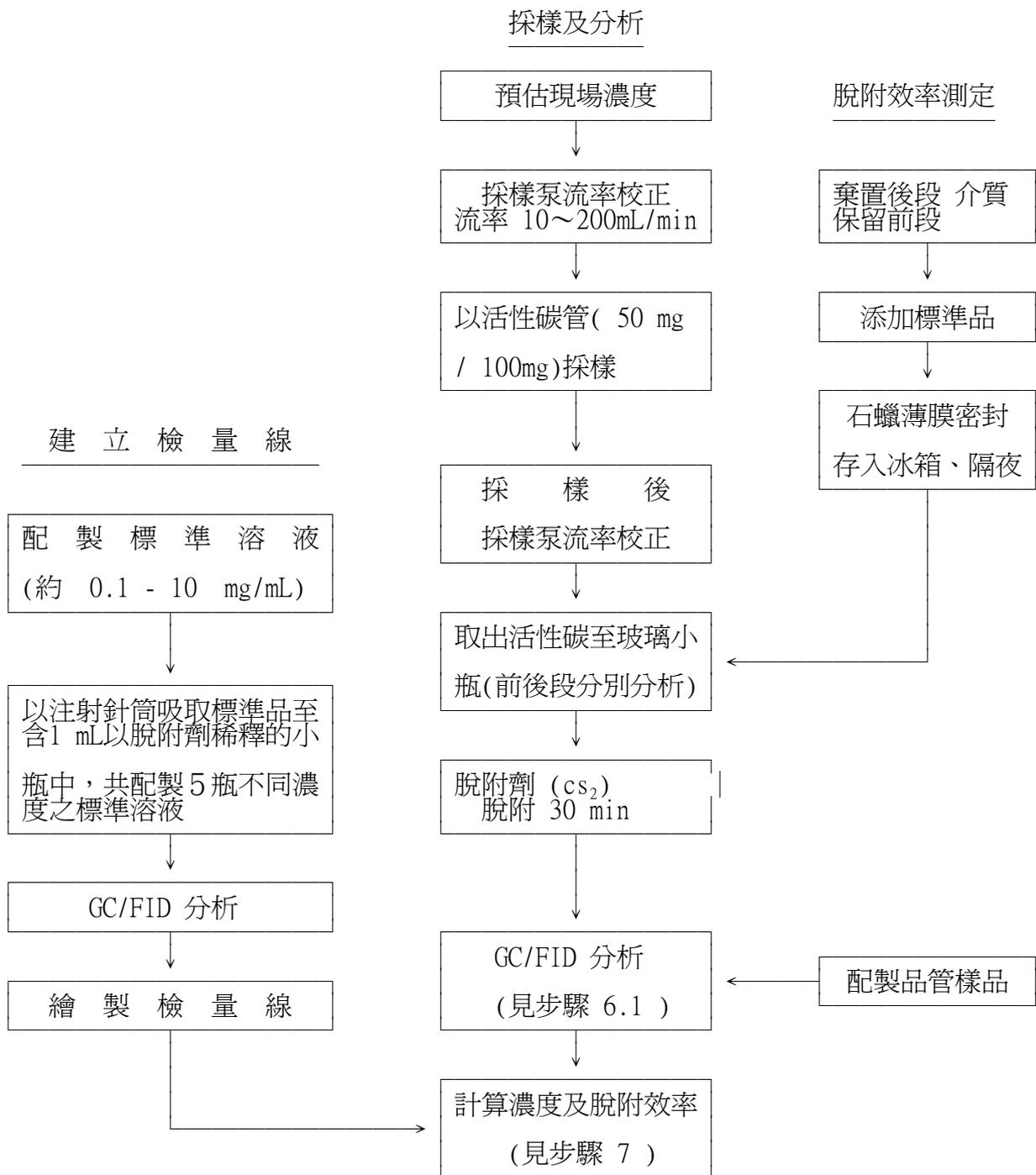
## 9. 高濕環境下破出測試與樣品貯放穩定性測試

本方法評估是以注射針筒驅動法 (syringe pump drive method) 產生標準氣體，並於 30°C，80% (RH) 高濕環境進行採樣測試，1 - 丁醇 (1-butanol) 於 199 ppm，2 - 丁醇 (2-butanol) 於 300ppm，異丁醇 (iso-butanol) 於 200ppm，正丙醇 (n-propyl alcohol) 394ppm，採樣流率 200 mL/min 下採集，則其採集時間分別於 161 分，119分，200分，136分時有 5% 破出 (breakthrough)，其建議最大採樣體積分別為 22L，16L，26.6L，18.2L。由實驗結果顯示，在高濕環境下採集後，將樣品冷藏貯存，則於貯放 15 天後，1-butanol，2-butanol，isobutanol 之樣品回收率仍為 100%，而 n-propyl alcohol 亦可達 94%，顯示此四種化合物在高濕環境下採集後貯存仍可維持相當之穩定性。

## 10. 文獻

- [1] NIOSH Manual of Analytical Method, 4th Ed. NIOSH, Cincinnati, Ohio, Method 1401, 1994.
- [2] Documentation of the NIOSH Validation Tests, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ., (NIOSH) 77-185 (1977).
- [3] User Check, UBTL, NIOSH Sequence #3990-X (unpublished, November 3, 1983).
- [4] NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., Vol. 2, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ., (NIOSH) 77-185, 1977.
- [5] 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，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. 本分析方法是沿用下列諸方法而成，S66，S64，S62[4]。
2. 儀器分析條件
  - 方法：GC/FID
  - 脫附：1 mL 二硫化碳 (cs<sub>2</sub>)，〔含 1% (v/v) (異丙醇 (2-propanol) 及 0.2% (v/v) 正十二烷 (n-undecane)，0.1% (v/v) 正己烷 (hexane)，或其他適當之內標定物)〕，放置30分鐘。
  - 注射量：5 μL。

- 溫度 - 注入口：200 °C
- 偵檢器：250 °C ~ 300 °C
- 管 柱：玻璃管，3mx 2mm ID, 10% SP-1000 on 80/100 mesh  
Chromosorb WHP

標準樣品：分析物溶於含內標定品之 $cs_2$  中。

測試範圍和分析變異係數 (CVa)：見表 3。

可量化最低濃度：0.01 mg/樣品[4]。

### 3. 分析方法評估

方法S66 1-丁醇 (1-butanol)，S53 2-丁醇 (2-butanol)，S64 異丁醇 (isobutanol)，S62 正丙醇 (1-propanol) 公佈於 1975 年 1 月 17 日。是以採集 10L 的乾燥標準氣體，來驗證本方法。分析變異係數及回收率如表 3，在各方法間並無顯著差異。

表1 醇類(II)化合物基本資料

化合物	別名		容許濃度(ppm)		分子式 (分子量)	mg/M <sup>3</sup> = 1ppm @ NTP	液體 密度 (g/mL)	沸點 (°C)	蒸氣壓 kPa (mm Hg)
	CAS No/ RIECSNO		勞委會 OSHA(1992) NIOSH ACGIH(1994)						
1-丁醇 n-butyl alcohol	1-butanol 71-36-3/ E01400000		100(皮) 100 c50(skin) c50(skin)		CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O (74.12)	3.03	0.810	117	0.56 @20°C(4.2)
2-丁醇 sec-butyl alcohol	2-butanol/ 78-92-2/ E01750000		150 150 100		CH <sub>3</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O (74.12)	3.03	0.810	99.5	1.7 @20°C(13)
異丁醇 iso-butyl alcohol	iso-butanol 2-methyl-1-propanol/ 78-83-1/ NP9625000		- - 100 50 50		(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> OH C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O (74.12)	3.03	0.806	108	1.2 @15°C(9)
正丙醇 n-propyl alcohol	1-propanol/ 71-23-8/ VH8225000		200 200 200(skin)stol250 200(skin)		CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O (60.09)	2.46	0.805	97	2.0 @20°C(1)

表 2 採樣資料\*

化合物	採樣體積[1]		測試濃度 (ppm)
	最小 (L)	最大 (L)	
1-丁醇	1	22	199
異丁醇	1	26.6	200
2-丁醇	1	16	300
正丙醇	1	18.2	394

\*實驗步驟參見步驟9

表 3 測試範圍及分析變異係數[1]

方法	總變異係數 (CVT)	回收率(%)	測試範圍		乾燥空氣中	平均 脫附效率	分析變異係數 CVa
			mg/M <sup>3</sup>	mg/樣品	破出量 @2x PEL		
NIOSH S66	6.5%	100.0	170~610	1.5~ 6.0	35L	89%	2.1%
NIOSH S53	6.6%	107.2	270~850	2.2~ 9.0	15L	92%	2.8%
NIOSH S64	7.3%	100.0	180~620	1.5~ 6.0	31L	85%	2.3%
NIOSH S62	7.5%	103.5	225~835	2.5~16.0	19L	89%	1.6%

表1 醇類(II)化合物基本資料

化合物	別名		容許濃度(ppm)		分子式 (分子量)	mg/M <sup>3</sup> = 1ppm @ NTP	液體 密度 (g/mL)	沸點 (°C)	蒸氣壓 kPa (mm Hg)
	CAS No/	RIECSNO	勞委會 OSHA(1992) NIOSH ACGIH(1994)						
1-丁醇 n-butyl alcohol	1-butanol 71-36-3/ E01400000		100(皮) 100 c50(skin) c50(skin)		CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH; C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O (74.12)	3.03	0.810	117	0.56 @20°C(4.2)
2-丁醇 sec-butyl alcohol	2-butanol/ 78-92-2/ E01750000		150 150 100		CH <sub>3</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ; C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O (74.12)	3.03	0.810	99.5	1.7 @20°C(13)
異丁醇 iso-butyl alcohol	iso-butanol 2-methyl-1-propanol/ 78-83-1/ NP9625000		- - 100 50 50		(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> OH; C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O (74.12)	3.03	0.806	108	1.2 @15°C(9)
正丙醇 n-propyl alcohol	1-propanol/ 71-23-8/ VH8225000		200 200 200(skin)stol250 200(skin)		CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH; C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O (60.09)	2.46	0.805	97	2.0 @20°C(1)