

行政院勞工委員會採樣分析建議方法

CLA1216(等級 A) 丁酮

2-butanone

編輯日期：12/02/2003

容許濃度

勞委會：200 ppm

OSHA：200 ppm

NIOSH：200 ppm

ACGIH：200ppm；STEL 300 ppm

(1 ppm = 2.95 mg/m³)

基本物性：

液態：密度0.805 g/mL (20 °C)

沸點：79.6 °C

熔點：- 86 °C

蒸氣壓：13 kPa(100 mmHg；13% v/v)@25 °C

參考資料：NIOSH 2500 8/15/1994

分子式：CH₃COCH₂CH₃；C₄H₈O

分子量：72.11

別名：methyl ethyl ketone (MEK)

CAS No.：78-93-3

RTECS No.：EL6475000

採	樣 [1]	分	析
採樣介質：碳分子篩管(150 mg/75 mg)		儀 器：GC/ FID	
流 率：10~200 mL/min		分析物：丁酮	
採樣體積：最小 0.25 L		脫 附：1 mL CS ₂ ，放置 30 分鐘，偶爾搖動	
最大 12 L			
樣本運送：例行性		注射量：1 µL	
樣本穩定性：6週 25 °C		溫 度—注入口：200 °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	
		—管 柱：60°C	
		載流氣體：氮氣，45 mL/min	
準 確 度 [1]		管柱：30 m × 0.25 mm ID, fused silica WCOT，DB-WAX，管內膜厚 1.0 µm	
範 圍：295~1180 mg/m ³ [2]		標準樣本：分析物溶於添加內標準品之脫附劑	
偏 差：6.21%[2]		檢量線範圍：0.15~5.0mg/mL	
總變異係數(CV _T)：6.9%[2]		可量化最低量：0.15 mg/樣本	
準 確 度：17.8%		分析變異係數(CV _a)：3.2 %	
適用範圍[1]：3 L 的空氣樣本，有效的分析範圍約 50~1650 mg/m ³ (17~560 ppm)。本方法適合 15 分鐘的採樣。此方法的開發與以前所使用過的活性碳管比較，可改善樣本的穩定性，此方法也適用於丙酮。			
干 擾[1]：在此條件之下，丙酮與異丙醇的滯留時間和丁酮的滯留時間相似。用其他的氣相層析管柱，例如：SP-1000，或是 DB-1 管柱都可幫助分離。			
安全衛生注意事項：丁酮危害性分類為第 3 類易燃液體。具有高揮發性，會刺激眼睛和呼吸道，會抑制中樞神經系統。高濃度會造成頭痛、噁心等。吞食或嘔吐可能導致倒吸入肺。其危害症狀有頭痛、暈眩、困倦、嘔吐、刺激感等。			
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(層析級)。可含 0.1%(v/v)苯或其他合適之內標準品。
- 1.2 分析物：丁酮(2-butanone)，試藥級。
- 1.3 內標定品：苯，(試藥級)。
- 1.4 氮氣、或氦氣。
- 1.5 氫氣。
- 1.6 經過濾之空氣。

2. 設備

- 2.1 採集設備：碳分子篩管(175mg/50 mg)(SKC Cat. No. 226-81、Supelco ORBO-90 或同級品)，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 [8]。
- 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)、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 定量吸管和吸球。
- 2.6 1、2、10 μ L 之微量注射針筒。
- 2.7 10 mL量瓶。

3. 採樣

- 3.1 個人採樣泵連結碳分子篩管，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 [8]。
- 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0.25~12 L。
- 3.3 以塑膠蓋封管，並以石蠟薄膜(parafilm)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「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 [8]。

- 4.1.2 將碳分子篩管兩端切開，倒出後段的碳分子篩採樣介質，丟棄之。
- 4.1.3 以微量注射針筒取適量的分析物，直接注入前段的碳分子篩管上。添加量為 0.32~1.3 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。
- 4.1.6 以分析物回收質量除以添加質量，計算脫附效率。

4.2 樣本脫附

- 4.2.1 打開碳分子篩管塑膠蓋，將斷口切開，使開口與管徑同大，把前端之玻璃綿拿出丟棄，前端之碳分子篩倒入 2 mL 的玻璃小瓶中。取出分隔之聚甲醯胺甲酯(PU)泡綿，後段的碳分子篩倒入另一個 2 mL 的玻璃小瓶中。此二樣本應分開分析。
- 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，偶爾搖動後，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 [8]。
- 5.1.2 加已知量的標準品於盛有 1 mL 脫附劑的玻璃小瓶中。所建立之檢量線濃度範圍約 0.15~5.0 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 [8]。

6. 儀器分析

6.1 儀器分析條件

	條 件
儀器	GC/FID
管柱	30 m × 0.25 mm ID, fused silica WCOT , DB-WAX
流率 (mL/min)	
空氣	350
氫氣	30
氮氣	45
溫度 (°C)	
注入口	200
偵檢器	250
管 柱	60

6.2 大約滯留時間

化合物	滯留時間 (min)
丁酮(2-butanone)	1.33

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 (%)	分析變異 係數CVa (%)
丁酮	200	0.54~2.2	1.8~7.1	85.2	3.2

* SKC型號226-81碳分子篩管。

**勞委會民國84年6月之標準。

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 µL之注射器先以溶劑沖刷數次濕潤針管與活塞，取3 µL溶劑後，吸入0.2 µL空氣，以分開溶劑與樣本，針頭再浸入樣本中

吸入1.0 μL樣本後，在空氣中後退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1.0 μL。

6.5 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

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

式中：

C：空氣中有害物濃度 (mg/m³)

V：採集氣體體積 (L)

W_f：碳分子篩採集介質前段所含分析物之質量 (mg)

W_b：碳分子篩採集介質後段所含分析物之質量 (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 一	測 試 二
儀 器	GC/FID	GC/ FID
分析條件		
溫度 (°C)		
注入口	200 °C	230 °C
偵檢器	250 °C	250 °C
管 柱	60 °C	43 °C
流率(mL/min)		
空氣	350	450
氫氣	30	35
氮氣	45	18
管 柱	30 m × 0.25 mm ID, fused silica WCOT , DB-WAX	60 m × 0.53 mm ID, fused silica WCOT , DB-WAX
平均脫附效率 (%)	86.5	85.2
CV _a (%)	3.9	3.2
滯留時間 (min)	1.3	2.7

9.高濕環境下破出測試與樣本貯存穩定測試

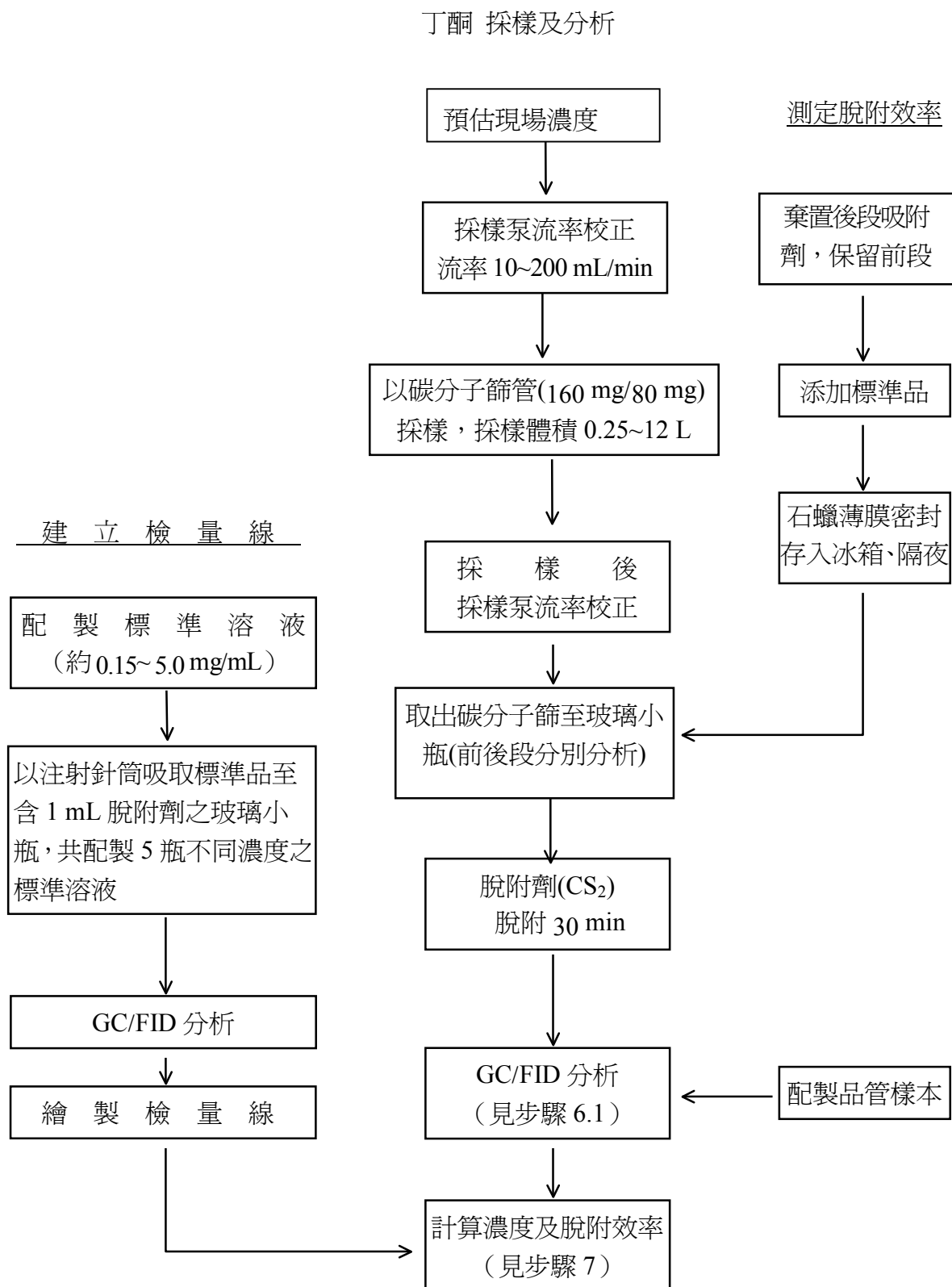
本方法評估是以採樣袋產生標準氣體，並於30 °C，80 % RH高濕環境下進行6個樣本之破出測試；丁酮測試濃度為400 ppm，採樣流率為100 mL/min，經84分鐘後有破出現象產生，故建議最大採樣體積為5.7 L。在高濕環境採集36個樣本，進行樣本貯存穩定性測試，於室溫下經28天後貯存樣本之回收率為100%，於冷藏下經28天後貯存樣本之回收率為105%。

10. 參考文獻

- [1] NIOSH Manual of Analytical Methods, Method 2500, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Cincinnati, Ohio, 1984.
- [2] Slick, E. J., NIOSH, unpublished data, 1983.
- [3] User check, UBTL, NIOSH Seq. #3990-J , unpublished, August 29, 1983.

- [4] NIOSH Manual of Analytical Methods, V.1, P & CAM 127, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ., NIOSH 77-157-A, 1977.
- [5] Ibid., V.2, S3, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ., NIOSH 77-157-B, 1977.
- [6] Documentation of the NIOSH Validation Tests, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ., NIOSH 77-185, 1977.
- [7] 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 84 年 6 月。
- [8] 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 84 年 12 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. NIOSH 2500 [1]分析方法是沿用 P & CAM 365 [2], P & CAM 127 [4] 及Ibid S3 [5,6]諸方法而成。

2. 儀器分析條件

方 法：GC/FID

分析物：丁酮(2-butanone)

脫 附：1 mL DMSO，靜置 30 分鐘

注射量：5 μ L

溫 度：—注入口：250 $^{\circ}$ C

—偵檢器：300 $^{\circ}$ C

—管 柱：55~75 $^{\circ}$ C

載流氣體：氮氣或氦氣，25 mL/min

管 柱：4 m $\times$ 2 mm ID 玻璃或不銹鋼管，20 % SP-2100/0.1 % Carbowax 1500 on Supelcoport，100/120mesh

標準樣品：分析物溶於 CS₂

範 圍：0.15~5 mg/樣本

分析變異係數(CV_a)：4 %

可量化最低量：0.004 mg/mL

3. 方法評估

NIOSH 2500之方法評估是利用標準氣體產生法及添加法，再以紅外線分光光度計來測定破出體積。其結果在 80 %相對濕度下，濃度200 ppm，採樣流率 0.3 L/min，在4~18 mg/樣本中，其破出體積為16.4 L，其脫附效率為103 %，0.7~4 mg/樣本在經過6週25 $^{\circ}$ C 儲存之下，其穩定性為90 %，分析變異係數4 %，而丁酮之可量化最低量為0.004 mg/樣本。