

勞動部勞動及職業安全衛生研究所標準分析參考方法

2404

一氧化碳

分子式：CO	Carbon monoxide
分子量：28	參考資料：OSHA 240 (4/15/77)
	編輯日期：02/24/92
容許濃度標準(TLV)	
OSHA：50 ppm	基本物性：
NIOSH：—	無色氣態
ACGIH：—	熔點：-191.5 °C
勞委會：50 ppm：55 mg/m ³ [4]	沸點：-205.0 °C
1ppm=1.1 mg/m ³	
別名：Carbon oxide, Flue gas, Monoxide, CAS#1016-18	
採 樣	分 析
採樣介質：採樣袋(Tedlar bag)	方法：Photoacoustic Infrared Absorption
採樣流速：10 mL/min~50 mL/min	分析元素：CO
採樣量：3~4 L	稀釋氣體：經純化之乾燥空氣或氦氣
採樣運送：運送時採樣袋應密封並放於襯墊中， 以防刺破而漏氣	波 長：4.7 nm
樣品穩定性：未估評	檢量線範圍：25 ppm~150 ppm，若使用單點校正 則選擇儀器最適合的校正濃度 (聲光紅外光譜儀可使用 500 ppm 為校正濃度)
準 確 度	
範圍：25 ppm~115 ppm	偵測極限：0.2 ppm
偏差：極微	分析精密度偏差(CV ₁)：1.55%
全精密度偏差(CV _T)：0.0146	
適用範圍：針對 3~5 L 空氣樣品，CO 適用濃度範圍為 25~300 ppm。	

干擾：在偵測 CO 氣體時，任何可吸收波長 4.7 nm 紅外光之氣體，均會對 CO 之偵測產生干擾，干擾的氣體，包括：CS₂, COS, CCl₃ VF, CBr₂ F2 proyne。

1. 試藥

- 1.1 一氧化碳(Carbon monoxide)純度 99.3% 以上。
- 1.2 稀釋氣體：經純化的空氣或氮氣。

2. 設備：

- 2.1 個人採樣泵
- 2.2 聲光－紅外光光譜儀(Multi-gas monitor Type 1302, Bruel Kjer)
- 2.3 採樣袋(Tedlar bag)：5 公升, 10 公升)
- 2.4 氣密式注射針：10mL, 1mL：25mL
- 2.5 皂泡流量計
- 2.6 針閥
- 2.7 質量流量控制器(mass flow controller)
- 2.8 氣體鋼瓶壓力閥、管件、接頭

3. 採樣

3.1 採樣袋在使用前，必須先測試是否有洩漏，並以乾淨的空氣清洗採樣袋數次。

3.1.1 清潔採樣袋的方法：先打開採樣袋，將袋內空氣擠壓出來（可使用真空泵或用手擠壓），再通入乾淨空氣清洗，如此步驟至以重覆三次以上。

3.1.2 測漏的方法：通入採樣袋將空氣通入採樣袋直至飽滿狀態，封緊，施加適量壓力於採樣袋上注意體積是否有變化（此步驟至少要一小時以上），或是放於水中，看看是否有冒氣泡亦可。

4. 檢量與標準品

4.1 標準氣體配製

4.1.1 清潔採樣袋備用

4.1.2 以針閥或質量流量控制器(mass flow controller)控制空氣（或氮氣）鋼瓶之氣體流量，並以皂泡流量計，校正流速。

4.1.3 將已知流量的乾燥空氣充入採樣袋中，並控制氣體充入時間，以得到已知體積之空氣。（空氣流量×時間＝氣體體積）

4.1.4 以氣密閉注射針，取定量之一氧化碳（純度 99.3% 以上），經由 septum 打入採樣袋中，以配製一氧化碳標準氣體，至少應配製不同濃度氣體之採樣袋五個，若為單點校正檢量之儀器，至少應配製二個相同濃度之採樣袋測試之，以採樣袋配製之空氣樣品應儘速分析，以免樣品之損失與干擾。

4.2 聲光－紅外光光譜儀(Multi-gas monitor Type 1302)必須先以乾燥的空氣，氮氣進

行零點校正(Zero-point calibration)，再以含固定水蒸氣之空氣或氮氣進入濕度校正(humidity-interference calibration)以除去水分對偵測的影響。最後以 100~500 ppm 之一氧化碳標準氣體進行濃度校正。

* 若所使用之直讀式偵測儀非聲光—紅外光光儀，而是電化學方式之偵測器，則至少應進行單點校正或 span。

5. 定量

5.1 分析條件

將採樣袋中的氣體樣品由聲光—紅外光譜儀直接抽氣偵測，而得到 CO 之濃度。

5.2 其他驗證測試方法

儀器 聲光—紅外光光譜儀(photoacoustic-IR)
 (Bruel-Kjel multi-gas monitor Type 1302)
 波長 4.7 μ m (濾光鏡片 μ A-0984)
 濃度讀出方式 直讀式

靈敏度 0.2 ppm (根據製造商數據)

化合物	測試範圍	測試 1* CV 值	測試 2# CV 值
CO	25~100 ppm	2.6%	0%

a. Testo 33. 直讀式電化學測試儀

b. Komyo FOA-2BP 型，直讀式電化學測試儀

6. 計算

6.1 一氧化碳的濃度可以 mg/m^3 (25°C, 760 mmHg 下)表示

$$\text{mg/m}^3 = \text{ppm} \times \frac{\text{MW}}{24.45} \times \frac{760}{P} \times \frac{(t+273)}{298}$$

P=空氣採樣時空氣之壓力(mmHg)

t=空氣採樣時空氣之溫度(°C)

24.45=在 25°C, 760mmHg 時氣體之莫耳體積

MW=分子量

760 = 標準一大氣壓(mmHg)

298 = 25°C 下之溫度

7. S340 分析方法

7.1 S340 分析方法

方法：電化學方法

分析物：一氧化碳(CO)

檢量線範圍：25~115 ppm

分析精密度偏差(CV_i)：0.0146

7.2 方法評估

S340 方法是利用電化學方式來偵測一氧化碳濃度，全精密度偏差為 0.0146，但此種方式因為電解液的功能會逐漸衰減而必須定期更換，並且在偵測一氧化碳前，須先做校正。以聲光—紅外光光譜儀的方法，則因儀器穩定，在偵測一氧化碳濃度時，可以一標準氣體做單點測試，檢查所測濃度是否含相符，若相符則可進行一氧化碳之偵測，然而在 4.7 nm 波長下，其缺點是有少部份物質對 CO 的偵測會產生正干擾。

以上兩種方法都必須以採樣袋採集氣體，運送及保存時均需小心，並於採樣後應儘速分析。

8. 參考文獻

[1] Memoranda, Kenneth A. Busch, Chief, Statistical Services,DLCD, to Deputy Director, DLCD, dated 1/16/75, 11/8/74,subject: "Statistical Protocol for Analysis of Data fromContract CDC-99-74-45."

[2] Backup Data Report for Carbon Monoxide, prepared underNIOSH Contract No. 210-76-0123.

[3] Parker, C.D., and Strong, R.B., "Evaluation of PortableDirect-Reading Carbon Monoxide Meters", prepared byResearch Triangle Institute under NIOSH Contract No. HSM-99-73-1 (T.O. No.1), September, 1974.

[4] 勞工作業環境空氣中有害物質容許濃度標準，行政院勞工委員會，民國 77 年 6 月。

測試撰字人：吳榮泰、施慧中

驗 證 人：郭錦堂、廖芳足、姜曉芳、段瑞娟

一氧化碳
採樣及分析流程圖

