

勞動部勞動及職業安全衛生研究所標準分析參考方法

2323

丙烯醯胺

|  |  |
|--|--|
| <p>分子式：CH<sub>2</sub>CHCONH<sub>2</sub>；C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>ON</p> <p>分子量：71.08</p>  | <p>Acrylamide</p> <p>參考資料：OSHA 21</p> <p>編輯日期：28/05/93</p>   |
| <p>容許濃度標準(TLV)</p> <p>OSHA：0.03 mg/m<sup>3</sup></p> <p>NIOSH：0.03 mg/m<sup>3</sup></p> <p>ACGIH：0.03 mg/m<sup>3</sup> 疑似致癌物</p> <p>勞委會：0.03 mg/m<sup>3</sup></p> <p>(1 ppm=0.03 mg/m<sup>3</sup>)</p> | <p>基本物性：</p> <p>無色固體粉末</p> <p>比重：1.122 (3°C)</p> <p>沸點：87°C (2mmHg)</p> <p>熔點：84°C (760 mmHg)</p> <p>蒸氣壓：0.007 mmHg (20°C)</p> <p>蒸氣密度：2.45 (空氣=1)</p>                   |
| <p>化合物別名：Propenamide, Acrylic amide, Akrylamide; CAS #79-06-1</p>  |  |
| <p>採 樣</p>   | <p>分 析</p>   |
| <p>採樣介質：玻璃纖維濾紙 (13mm) +<br/>矽膠管 (150 mg/75 mg)</p> <p>流速：1 L/min</p> <p>採樣量：120 L</p> <p>樣品運送：例行性</p> <p>樣品穩定性：至少 17 天</p> <p>現場空白樣品：樣品數之 10%</p>  | <p>方法：GC/NPD</p> <p>分析物：Acrylamide</p> <p>脫 附：1 mL 甲醇</p> <p>1. 濾紙：震盪 2 小時，再以 30°C 水浴 2 小時</p> <p>2. 矽膠管：震盪 4 小時，再以 30°C 水浴 3 小時</p> <p>注射量：3μL</p> <p>溫 度：注射器：225°C</p> |
| <p>準 確 度</p>   | <p>偵測器：250°C</p>   |
| <p>範圍：18~72 μg/mL [2]</p>  | <p>管 柱：190°C 持續 10 分鐘</p>  |
| <p>偏差：7.06% [2]</p>  |  |

|   |  |
|---|--|
| 全精密度偏差(CV <sub>T</sub> )：14.8% [2]  | 載流氣體：氮氣，20 mL/min<br><br>管 柱：玻璃管柱，10% Carbowax 20M with 2%<br><br>KOH on 80/100 chromosorb WAW<br><br>標準樣品：分析物溶於添加內標準品之脫附劑<br><br>檢量線範圍：4.6~136.0 µg/樣品<br><br>預估偵測極限：3.8 µg/mL<br><br>分析精密度偏差(CV <sub>1</sub> )：1.濾紙：4.33%<br><br>2.矽膠管：2.66% |
| 適用範圍：含 N、P 的化合物（顆粒或粉末）皆可用該種分析及採樣方法。   |  |
| 干 擾：其他有機顆粒或氣溶膠亦可能被收集在濾紙上，所以應儘可能列出其他可能之干擾。其他有機蒸汽亦會被矽膠管所吸附，所以應列出所有可能被矽膠管採集得到之化合物。                                 |  |
| 其它方法：本方法是沿革 OSHA 21 的分析方法。另可使用 3' glass column, 1/4" OD x2 mmID packed with 10% SP 1000 on 80/100 superlcoport。 |  |

## 1. 試藥

- 1.1 脫附劑：甲醇，分析級。
- 1.2 Acrylamide 試藥級。
- 1.3 純化的氫氣或氮氣。
- 1.4 預先純化的氫氣。
- 1.5 經過濾之空氣。

\* Acrylamide 可能經由皮膚或吸入而吸收，勞工於此粉塵下曝露 4 至 12 週，會感覺腿部部分肌肉萎縮、四肢麻痺、肌腱無法反射，並感覺疲勞無力。Acrylamide 主要應用於高分子製造，聚丙烯醯胺常被用作水或廢棄物處理之絮凝劑，製紙業則將聚丙烯醯胺作為強化劑，預估約有 20,000 勞工潛在曝露於丙烯醯胺之危害中。

## 2. 設備

- 2.1 捕集設備：內含 13 mm 玻璃纖維濾紙，濾紙匣後以 Tygon 管連接矽膠管 (150 mg/75 mg)。見採樣介質通則。
- 2.2 個人採樣泵流量：約 1 L/min。
- 2.3 氣相層析儀：備有氫磷偵測器 (NPD)、積分器、以及管柱。
- 2.4 2 mL 玻璃小瓶(vials)，備有聚氟乙烯(PTFE)內襯的蓋子。
- 2.5 1, 2, 10 µL 注射針筒。
- 2.6 1mL 吸管和吸球。

2.7 10 mL 量瓶。

### 3·採樣

3.1 在 Swinnex cassette 中放置 13 mm 之玻璃濾紙，再後方銜接一矽膠管。進行流量校正，見採樣通則。

3.2 以正確且已知的流量，採集空氣，採樣泵流速約 1 L/min，採樣量為 120 L。

3.3 採樣後，立刻將濾紙置於裝有 1 mL 甲醇之玻璃瓶中，並蓋緊，以萃取分析物。矽膠管則以塑膠蓋蓋好，以石臘薄膜密封，並儘速送實驗室分析。

### 4·樣品脫附

4.1 打開矽膠管塑膠蓋，將斷口切開，使開口與管徑同大，把前端之玻璃綿拿出丟棄，前端之矽膠倒入 2mL 的玻璃小瓶中。取出分隔的 PU 泡綿，後段的矽膠倒入另一個 2mL 的玻璃小瓶中。此二樣品應分開分析。

4.2 每一玻璃小瓶中，加入 1mL 的脫附劑，立即蓋上瓶蓋。

4.3 靜置時間：1.將採樣玻璃纖維濾紙樣品／甲醇溶液震盪 2 小時，再 30°C 水浴 2 小時。

2.將已用甲醇脫附之矽膠管採集樣品：震盪 4 小時，再水浴 3 小時。

### 5·檢量與品管

#### 5.1 檢量線製定

5.1.1 見檢量與品管通則。

5.1.2 加已知量的標準品于盛有 1mL 脫附劑的密封小玻璃瓶中，再稀釋至其刻度。濃度範圍約為 4.5~136  $\mu\text{g/mL}$ 。應配製五種不同濃度之標準溶液測試分析，以建立檢量線。

5.1.3 將樣品與空白樣品一起分析。

5.1.4 以分析物的波峰面積與內標準品之波峰面積之比值對分析物的濃度，繪製檢量圖。

#### 5.2 脫附效率

5.2.1 見脫附效率通則。

5.2.2 脫附效率之操作分為兩部分進行：(1) 矽膠管之脫附測試是將矽膠管兩端切開。倒出後段的矽膠，丟棄之。以微量注射器取適量的分析物，直接注入前段的矽膠上，以塑膠蓋及石臘膜封管，靜置過夜。(2) 濾紙脫附測試則是以微量注射器取適量之分析物，直接添加於濾紙上，風乾後，置於 1mL 甲醇溶液中，並密封好。其中矽膠管及濾紙之添加量均為 18~72  $\mu\text{g}$ 。

5.2.3 以脫附劑脫附並於分析前處理後進行分析。

### 6. 儀器分析

## 6.1 儀器分析條件

條件

儀器 GC/NPD

管柱 10% Carbowax 20M/20% KOH on 80/100

chromosorb WAW

流速(mL/min)

空氣 100

氫氣 3.2

氮氣 20

溫度(°C)

注射器 225°C

偵測器 250°C

管柱 190°C維持 11 分

## 6.2 大約滯流時間(retention time)

化合物 分鐘

Acrylamide 5.4

## 6.3 分析圖譜

甲醇 72  $\mu$ g/mL Acrylamide 2 TLV

## 6.4 脫附效率

| 化合物        | TLV<br>(ppm) | 相當採樣量<br>(L) | 脫附濃度<br>( $\mu$ g/mL) | 脫附效率*<br>(%) | CV <sub>1</sub><br>(%) |
|------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------------|
| Acrylamide | 0.1          | 60-240       | 18~72                 | (1)93.97     | 2.66                   |
|            |              |              |                       | (2)85.18     | 4.33                   |

\* (1) SKC 批號 226-10 矽膠管

(2) SKC 批號 225-16 玻璃纖維濾紙

6.5 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  $\mu$ L 之注射器先以溶劑沖刷數次濕潤針管與活塞，取 3  $\mu$ L 溶劑後，吸入 0.2  $\mu$ L 空氣，以分開溶劑與樣品，針頭再浸入樣品中吸入 4  $\mu$ L 樣品後，在空氣中後退 1.2  $\mu$ L，以減少針頭樣品蒸發之機會，檢視注射針之針管樣品佔 1.9-2.1  $\mu$ L。

6.6 面積計算：以電子積分器或其他適當之面積計算方法，分析結果自檢量線上求出。

## 7· 計算

7.1 濃度計算：

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

V：採集氣體量 V

$W_f$ ：前段活性碳管所含分析物濃度(mg/mL)

$W_b$ ：後段活性碳管所含分析物濃度(mg/mL)

$B_f$ ：現場空白樣品前段之算術平均濃度(mg/mL)

$B_b$ ：現場空白樣品後段之算術平均濃度(mg/mL)

註：如  $W_b > W_f/10$  即表破出，樣品可能有損失。

## 8· OSHA 21 分析方法

8.1 本分析方法是延革 OSHA 21 分析方法。

8.2 儀器分析條件

方法：GC/NPD

分析物：Acrylamide

脫附：1 mL 甲醇，靜置

注射量：3  $\mu$ L

溫度：注射器：200°C

偵測器：200°C

管柱：160°C 持續

載流氣體：氮氣或氦氣 20 mL/min，空氣 50 mL/min，

氫氣 3 mL/min

管 柱：3' 玻璃管 2 mmID×1/4" OD, 10% Carbowax  
20M/2% KOH on 80/100 Chromosorb WAW

標準樣品：分析物溶於 1 mL 甲醇

範 圍：樣品

分析精密度偏差：4%

預估偵測極限：0.004 mg/mL

### 8.3 方法評估

Acrylamide 顆粒被濾紙採集後極易揮發，故於採樣後應立即裝於 1 mL 甲醇溶液中儲存。在本方法中不建議使用一般 37mm 之濾紙，主要是因其回收率不佳。本方法之分析偵測極限為 0.9ng/mL(S/N $\geq$ 5)，全程偵測極限為 0.45  $\mu$ g/樣品。在 0.5 至 2 倍 PEL 濃度範圍，120 L 空氣樣品其分析精密度偏差為 3.12%，添加 40  $\mu$ g 的 Acrylamide 於矽膠管採集介質上，並於室溫或冷藏儲存 15 天後其回收率仍可達 95%，其 95% 信賴區間之精確度為 $\pm$ 14.8%。由於 Acrylamide 易揮發，因此濾紙之貯放穩定性並未測試，貯放穩定性則在濾紙上添加 Acrylamide 後立即置入甲醇溶液中儲存，則 Acrylamide 於甲醇中儲放 17 天後其回收率仍可達 100%。破出測試是將 Acrylamide 添加於濾紙上，後接矽膠管，以採樣泵抽取 20 $^{\circ}$ C，75% RH 之濕空氣 180 L，則矽膠管前後可採集到 0.644mg 之 Acrylamide (相當於 17 PEL 之量)，後段仍無破出，脫附效率測試是添加 0.4 至 2 倍 PEL 濃度至矽膠管前段 (後段去除)，每個濃度測試 6 個樣品，其平均脫附效率為 97.7%，濾紙脫附效率是添加 40  $\mu$ g 及 0.9  $\mu$ g 之 Acrylamide/甲醇溶液於濾紙上後立即脫附，其回收率可達 100%。

### 9. 文獻

- [1] "Occupational Exposure to acrylamide," U.S. Department of Health, Education, and Welfare, 1976, No.17-112.
- [2] Skelly, N.E; Husser, E.R. Analytical Chemistry 1978, 14,1959-1962.
- [3] Proctor, N.H. Hughes, J.P., "Chemical Hazards of the Workplace", J.B. Lippincott Company: Philadelphia, 1978,p.88.
- [4] "The Condensed Chemical Dictionary" 8th Ed.; Hawley, G.G.,Ed.; Van Nostrand Reinhold Company, 1971; p.100.

測試撰寫人：廖敏惠、施慧中

丙烯醯胺  
採樣及分析流程圖

