

# 合成化學實驗室氣體採樣 及分析方法之評估與檢測

石燕鳳

## 摘 要

近年來政府對於勞工作業環境的安全與衛生問題十分重視，而對於學校實驗室的安全衛生問題也逐漸關切。有鑑於此，我們針對實驗室空氣中有機溶劑濃度進行檢驗，以確認濃度是否在安全範圍內。

實驗根據（1）勞工安全衛生法（2）勞工安全衛生法施行細則（3）勞工作業環境空氣中有害物質容許濃度標準之規定，測定本校合成化學實驗室空氣中有害氣體濃度是否合乎標準。

我們收集了各項有關氣體採樣及分析的方法，並做分析評估後，決定採用北川式氣體檢知器做測定。

由北川式檢知器分析結果發現合化實驗室因通風良好及抽風櫥使用得當，所以空氣中有害物質測得濃度都合乎法規標準。

關鍵字：氣體採樣、合成化學實驗室、容許濃度

## 一、前言

近年來，政府對於勞工作業環境的安全及衛生問題日益重視，並對於勞工作業環境空氣中有害物濃度限定立法予以規範，是為「勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準」，其重要條文及規定如下：[1]

(一) 標準中所稱容許濃度如下：

- 1、 八小時日時量平均容許濃度：係指除附表二符號欄註有「高」字外之濃度，為勞工每天工作八小時，一般勞工重複暴露此濃度以下，不致有不良反應者。
- 2、 短時間時量平均容許濃度：係指附表二符號欄未註有「高」字及附表一之容許濃度乘以變量係數所得之濃度，為一般勞工連續暴露在此濃度以下任何十五分鐘，不致有不可忍受之刺激，或慢性或不可逆之組織病變，或麻醉昏暈作用、事故增加之傾向或工作效率之降低者。
- 3、 最高容許濃度：係指附表二符號欄註有「高」字之濃度，為不得使一般勞工有任何時間超過此濃度之暴露，以防勞工不可忍受之刺激或生理病變者。

(二) 標準中所稱時量平均濃度，其計算方式如下：

$$\left( \text{第一次某有害物空氣中濃度} \times \text{工作時間(小時)} + \text{第二次某有害物空氣中濃度} \times \text{工作時間(小時)} + \dots + \text{第} n \text{次某有害物空氣中濃度} \times \text{工作時間(小時)} \right) / \text{總工作時間} = \text{時量平均濃度}$$

(三) 勞工作業環境空氣中有害物之濃度。應符合下列規定：

- 1、 全程工作日之時量平均濃度不得超過相當八小時日時量平均容許濃度。
- 2、 任何一次連續十五分鐘內之平均濃度不得超過短時間時量平均容許濃度。
- 3、 任何時間均不得超過最高容許濃度。

(四) 作業環境空氣中有兩種以上有害物存在而其相互間效應非屬於相乘效應或獨立效應時，應視為相加效應，其計算方法如下：

甲有害物成分之濃度/甲有害物成分之容許濃度+乙有害物成分之濃度/乙有害物成分之容許濃度+丙有害物成分之濃度/丙有害物成分之容許濃度+.....，其和大於 1 時，即屬超出容許濃度。

表一 容許濃度變量係數

容許濃度	變量係數	備註
未滿 1	3	氣狀物之容許濃度以 PPM、粒狀物以 mg/m <sup>3</sup> 為主
1 以上，未滿 10	2	
10 以上，未滿 100	1.5	
100 以上，未滿 1000	1.25	
1000 以上	1	

表二 合化實驗室檢驗藥品之容許濃度表

中文名稱	英文名稱	化學式	符號	容許濃度		化學文摘社號碼	備註
				ppm	mg/m <sup>3</sup>		
丙酮	Acetone	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO		750	1780	67-64-1	第二種有機溶劑
二氯甲烷	Dichloromethane (Methylene Chloride)	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	瘤皮	50	174	75-09-2	第二種有機溶劑
乙醇	Ethyl alcohol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH		1000	1880	64-17-5	

- 說明：1、對於未註明可呼吸性粉塵之粒狀有害物，其容許濃度是指總粉塵。
- 2、表內註有「皮」字者，並不表示該物質對勞工會引起刺激感、皮膚炎及敏感等特性，而是表示該物質易從皮膚、粘膜滲入體內，作業時應防止皮膚接觸。
- 3、表內註有「瘤」字者，表示該物質經證實或疑似對人類會引起腫瘤之物質。作業場所應有防止污染之密閉防護措施，避免勞工直接接觸。

為確認合成化學實驗室空氣中有害物質之濃度，以期確保師生的安全，我們因此進行實驗室有害物濃度的測定工作。

## 二、實驗方法

(一) 儀器：氣體檢知器 (型號：北川式 400S 型) [2, 3]

表三 氣體檢知管說明

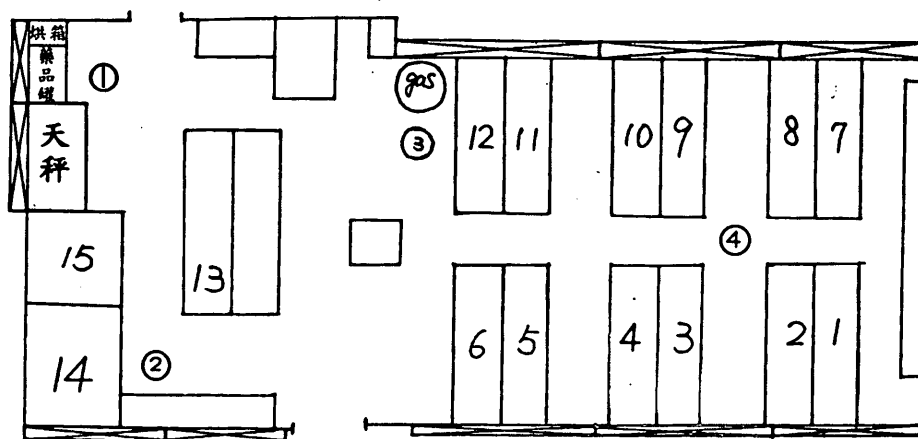
名 稱	說 明
$(CH_3)_2CO$ Acetone	CAT.NO. 151L 最低範圍：50~4000 ppm 貯藏在 10°C (50°F) QC NO. 81153
$CH_2Cl_2$ Methylene Chloride	CAT.NO. 138 測定範圍：25~1500 ppm 刻度範圍：50~500 ppm QC NO. 81189 10 Tube for 5 Tests 貯藏在陰涼處
$C_2H_5OH$ Ethyl Alcohol	CAT.NO. 112L 測定範圍：50~2000 ppm 刻度範圍：100~2000 ppm QC NO 81202 10 Tube for 10 Tests 貯藏在陰涼處 警告：只能夠使用氣體檢知管與氣 體抽氣馬達

## (二) 合化實驗室常用藥品

我們在合成化學實驗室使用的溶劑中，選取了使用量較大、具有揮發性的溶劑，來作為我們測定物質，分別為乙醇、丙酮、二氯甲烷三種氣體，以 400S 北川式氣體檢知器來測定。

## (三) 採樣位置

我們依據合成化學實驗室的位置圖來判斷採樣之準確位置。以下是我們的調查結果：



圖一 合成化學實驗室的位置圖

- 註：1、每一個窗戶上都有裝設抽風器，組別為編號 1~15 組。  
2、第 15、14 組設於抽氣櫃之中。  
3、三節實驗課中，實驗並沒有中斷。  
4、我們所採取的採樣方式：北川式氣體檢知管  
5、採樣點：①、②、③、④位置

### 三、實驗步驟

檢知管可以檢測的氣體有許多種類，但是我們在合成化學實驗室中，所使用的有機溶劑並不很多種，我們僅挑選幾種使用量較大的溶劑，如二氯甲烷、乙醇及丙酮，將其測定方法及相關資料收集於下列圖表中：〔4〕

表四 二氯甲烷檢知管說明

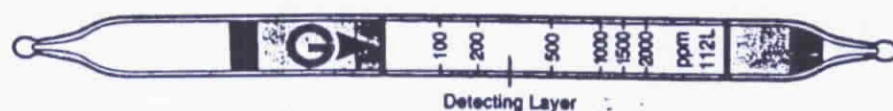
測量的刻度	50~500ppm (以五個抽氣機抽氣為基礎)		
測量的範圍	25~200ppm	50~500ppm	500~1500ppm
抽氣機抽氣次數	7	5	3
校正 值	1/2	1	3
偵測 極 限	5ppm	—	—
採 樣 時 間	每次由抽氣機抽取 2 分鐘		
顏 色 變 化	白色→橘色 (橙黃色)		



圖二 二氯甲烷檢知管

表五 乙醇檢知管說明

測量的範圍	5~100ppm	100~2000ppm
抽氣機抽氣次數	2	1
校正值	1/2	1
偵測極限	5ppm (n=2)	
採樣時間	每次由抽氣機抽取 3 分鐘	
顏色變化	粉紅色→淡藍色	
基本反應	$C_2H_5OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3$	



圖三 乙醇檢知管

表六 丙酮檢知管說明

測量的刻度	50~4000ppm (以二個抽氣機抽氣為基礎)	
測量的範圍	50~4000ppm	4000~12000ppm
抽氣機抽氣次數	2	1
校正值	1	3
偵測極限	5ppm	—
採樣時間	每次由抽氣機抽取 1.5 分鐘	
顏色變化	黃色→紅色	

\* 最小檢測值須濃縮

## 四、實驗結果

我們使用 400S 北川式氣體檢知器來測定，選用了丙酮、乙醇、二氯甲烷三種的檢知管來檢驗合成化學實驗室中的有害氣體之濃度，在室溫下，我們組員就在不同的採樣點做採樣工作，測定的結果如下：

表七 400S 北川式氣體檢知器測定結果

採樣點位置	丙 酮	乙 醇	二 氯 甲 烷
①	0 ppm	0 ppm	0 ppm
②	0 ppm	500 ppm	0 ppm
③	0 ppm	200 ppm	0 ppm
④	0 ppm	200 ppm	0 ppm

## 五、結果討論

- 1、就 400S 北川式氣體檢知器測定結果來說，合成化學實驗室中的有機氣體之濃度是相當的低，甚至於低於測定範圍，僅乙醇之濃度可以檢驗出來。
- 2、基本上可以看出合成化學實驗室之通風狀況良好，有害氣體濃度甚低。

## 六、結 論

- 1、我們在合成化學實驗室之使用時間中實地進行採樣工作，但是由實驗結果看來，我們所挑選使用量較大的溶劑，其在合成化學實驗室的濃度相當的微小，甚至於低於檢知管的測定範圍，所以僅有乙醇之濃度可以由 400S 北川式氣體檢知器檢驗出來。
- 2、在利用氣體檢知器來測定時，我們只檢測到乙醇氣體的存在，其他有



機氣體之濃度相當低，甚至低於測定範圍，所以值皆為零。而乙醇氣體檢驗出的最大濃度是 500ppm，仍低於表二所列的法定容許濃度。所以可見合成化學實驗室之通風狀況良好及抽風櫥使用得當，所以空氣中有害物質測得濃度都合乎法規標準。

- 3、對於濃度低於測定範圍的有害氣體，要確知其濃度必須在進行採樣工作後，採集之樣品先經過濃縮處理後，再做他項儀器之分析。

## 參考文獻

- 1、臺灣省政府勞工處，“勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準”；行政院勞工委員會八十四年六月三十日第三次修正，有害物質危害預防法規彙編： 1-5 頁。
- 2、世界學術著作，鄭福田譯，國立編譯館主編，1988；“直接讀數色度指示劑”，空氣採樣及分析的方法（上），第一部，第 26 節：261-287 頁。
- 3、北川式 400S 氣體檢知器內部說明書。
- 4、二氯甲烷、乙醇、丙酮氣體檢知管內部說明書。

# Air Quality Analysis for the Synthetic Chemistry Laboratory

Shih Yeng-Fong

## Abstract

The government concerns about the safety and health of the labors recently, and also cares about the safety and health of the students and teachers in the laboratory of the schools. So we try to analyze the concentration of the volatile solvent at the laboratory of synthetic chemistry, to make sure that the concentration of the toxic vapor is in the safe range.

This study is based on:(1)Labor Safety and Health Act(2)Enforcement Rules of the Labor Safety and Health Act (3) Standard of the Toxic Materials in the Operation Areas. We measure the concentration of the volatile solvent at the laboratory of synthetic chemistry, and to evaluate that the concentration of the toxic vapor is under the standard or not.

We collect the various analytic methods of the volatile solvent, and decide to use the test tube of Bei-Trian's to measure the concentration of the volatile solvent at the laboratory of synthetic chemistry.

The analytical data of the test tube of Bei-Trian's indicate that the concentration of the toxic vapor is under the standard.

Keyword: Analysis of the Volatile Solvent, the laboratory of synthetic chemistry, concentration limit