

經常違法事項

- 只有測8小時TWA，沒有STEL
- 作業時間短暫、工作時間短暫沒有評估
- 暴露兩種以上化學危害物沒有加總
- 沒有進行模式推估(不會做)
- 作業環境監測結果沒分級、沒管理
- 具有健康危害之化學品，只分級沒管理

資料來源：監測數據分析及應用 黃奕孝

173

* 作業環監測要掌握5W3H

* 採樣頻率(how often)決定：

1. 3個月：時量平均綜合溫度熱指數
2. 6個月：二氧化碳、噪音、粉塵、有機溶劑、特定化學物質
3. 每年：鉛、四烷基鉛。

※臨時性作業、作業時間短暫或作業期間短暫之作業場所不在此限。

4. 勞工抱怨時。
5. 製程更改時機。(濕式變乾式)
6. 原物料變更時機。(高沸點變低沸點)
7. 高風險高不確定性的SEG，隨機採樣建立準確暴露實態

174

作業環境監測計劃書檢討情形

(案例)

檢討日期：2019年10月03日

改善前異常情況

表 11 採樣點規劃表

SEG 編號	作業區域	規劃採樣位置	本 次 採 樣 方 式	檢 測 人 數	定 點 採 樣 數	作 業 區 域 人 數
SEG1	生產課- 組裝室 42	中區	TWA	1	—	6
		下區	TWA	1	—	
		上區	TWA	1	—	
SEG2	生產課- 組裝室 3F 1 樓	中區	TWA	1	—	8
		下區	TWA	1	—	
		上區	TWA	1	—	
		室內部	TWA	1	—	

異常說明:

相似暴露族群採樣點數之決定無法確定是否能有效達到統計意義。

改善後情形

1-16 各相似暴露族群建立暴露實態所需之樣本數對照表

樣本數(n)					
實測值/JOEL 比例	變異性小 (GSD=1.5)	GSD=2	變異性中 (GSD=2.5)	GSD=3	變異性大 (GSD=3.5)
0.75	25	62	164	266	384
0.5	7	21	41	67	96
0.25	3	10	19	30	43
0.1	2	6	13	21	30

*GSD = 幾何標準差(geometric standard deviation)

改善說明:

- 針對各SEG進行隨機的作業環境監測(隨機日期、班次、人員)，蒐集6-10筆樣本資料建立暴露實態。
- 實際做法如下:
(1)若於2024上半年度先加測1點該區員工的個人採樣，如果濃度低於1/10 PEL(20 ppm)，預定於每半年增加數據至6筆以上，建立完整暴露實態，確保該區勞工之暴露是可接受。

175

作業環境監測計劃書檢討情形

(案例)

檢討日期：2019年10月03日

改善前異常情況

附件 作業環境監測計畫通報參考格式

- 事業單位基本資料
- 危害辨識及資料收集：
 - 物理性危害因子：噪音、綜合溫度熱指數。
 - 化學性危害因子：
 - 製造、處置或使用之化學品清單。
 - 化學品主要運作區域或部門。
 - 化學品名稱、主要成分(CAS No)。
 - 基本物化特性。
 - GHS 危害分類。
 - 其他健康危害。
- 相似暴露族群 (Similar Exposure Group, SEG) 之建立：
 - 相似暴露族群/相似工作任務。

異常說明:

XX廠區各單位的危害性化學品清單尚未依指引放入目前的作業環境監測計畫裡。

改善後情形

無

改善說明:

已向各單位重新宣導及要求審視危害性化學品清單內容正確性；無誤後納入2020上半年作業環境監測計畫書。

176

作業環境監測計劃書檢討情形

(案例)

檢討日期：2019年10月03日

改善前異常情況	改善後情形
六、歷年作業環境資料： 收集歷年作業環境監測資料，除留存備查外，並將歷年環測結果，與健康檢查資料作比對，對於健康檢查異常的對象，分析是否與工作環境有關聯性，並作為下一次的採樣規劃的參考事項。 △目前計劃書內容	無
異常說明： XX廠區各單監測計畫書未確實執行分析勞工健康檢查資料。(目前計劃書雖有提及分析健康異常勞工之環測情形，但無具體內容)	改善說明： 已向各單位重新宣導及要求審視。後續擬針對健康異常人員之相似暴露族群安排個人監測(特殊健檢3級以上者優先)，並提供各單位之健檢資料給監測公司，納入2020上半年作業環境監測計畫書修訂。

177

作業環境監測計劃書檢討情形

(案例)

檢討日期：2019年10月03日

改善前異常情況

監測位置	監測項目	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期	監測日期
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

空氣中粉塵容許濃度(附表二)

粉塵	容許濃度		符號	化學文摘社號碼 (CAS No.)
	可呼吸性粉塵	總粉塵		
結晶型游離二氧化矽	0.1 mg/m ³	-	癌	14808-60-7; 15468-32-3; 14464-46-1
石棉纖維	0.15 f/cc		癌	1332-21-4; 12001-28-4; 12172-73-5; 77536-66-4; 77536-67-5; 77536-68-6; 132207-32-0
厭毒性粉塵	5 mg/m ³	10 mg/m ³		

另因矽藻土大多屬非結晶型二氧化矽，爰將矽藻土從結晶型游離二氧化矽定義中排除。

說明：

- 一、本表內所規定之容許濃度均為八小時日時量平均容許濃度。
- 二、可呼吸性粉塵係指會進入無纖毛呼吸道之粉塵。
- 三、總粉塵係指在某一特定體積空氣中，懸浮在空氣中之全部粉塵。
- 四、結晶型游離二氧化矽係指石英、方矽石及鱗矽石。
- 五、石棉粉塵係指纖維長度在五微米以上，直徑小於三微米，且長寬比在三以上之粉塵。

179

結晶型游離二氧化矽定義介紹：

一、**二氧化矽**：地球表面地殼中矽佔21.2%，二氧化矽在自然界中亦廣泛存在，大部地表岩石中含有二氧化矽或其矽酸鹽類。

二、何謂「結晶型游離二氧化矽」？(法令管制；導致塵肺症)

1. **結晶型二氧化矽**：

- (1)係指係與氧原子在空間的連續排列上遵循一定的特徵，每種原子之距離相等，有一定晶格形狀。
- (2)二氧化矽以結晶型存在者有石英、方矽石、鱗矽石。
(方矽石及鱗矽石皆為石英之同素異形體，其化學式相同，但晶體結構不同。)

2. **游離二氧化矽**：係指未與其他元素結合之二氧化矽，自然界最常見為石英。

(補充：與其他元素結合之二氧化矽與其他元素之氧化物結合，而成矽酸鹽之型態，在岩石、土壤及黏土廣為存在。Ex:雲母。)

三、不屬於法規列管之二氧化矽形式：

1. **非結晶型**：指二氧化矽分子之間並無一定之排列方式，原子間也無固定距離。
ex:蛋白石。
2. **隱晶型**：介於結晶型與非結晶型二者之間。Ex:石髓。

180

結晶型游離二氧化矽主要相關行業介紹：

原料	石英含量	主要相關行業
石英岩	90-99	矽鐵工廠、耐火磚業
石英砂(矽砂)	85-99	矽砂工廠、鑄造業、玻璃業、砂紙製造業、耐火磚業
黏土	0-60	耐火磚業、瓷磚業、衛浴瓷器、日用瓷器、藝術陶瓷、蘭草加工廠、窯爐製造業
花崗岩	25-30	建築用石材
瑪瑙、水晶	>98	寶石琢磨加工業

181

粉塵之種類(以粒徑區分)

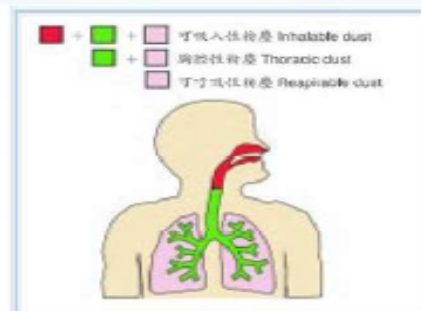
可吸入性粉塵(IPM; Inhalable particulate mass):能在整個呼吸道沉積之粉塵，空氣粒狀物能經由鼻或口呼吸而進入人體呼吸系統。(>10 μ m)

胸腔性粉塵(TPM; Thoracic particulate mass):可沉積於呼吸道至肺泡區之粉塵讓穿越人體咽喉區而進入人體胸腔。(5~10 μ m)

可呼吸性粉塵(RPM; Respirable particulate mass):專供可進入肺泡區之粉塵。(<5 μ m)

※**氣動粒徑** (aerodynamic diameter):為相當於具有與該粒子在空氣中於標準狀態(STP)下，有相同終端沉降速度之球型粒子的直徑。D₅₀ 是採樣器可以具有50%的效率採集顆粒的粒徑。

※**等效直徑** (equivalent spherical diameter; ESD):即相當於總體積粒子換算成等體積之球形粒子之直徑。



此三部分的污染物的捕集效率為50%時，相對應的氣動粒徑分別是:100 μ m、10 μ m、4 μ m。

△人體呼吸道及各種粉塵之沉著區

182

離心式粒徑分粒裝置示意圖



183

作業環境監測指引要求內容：

(分析歷年環境監測及勞工健康檢查資料)

六、雇主應安排勞工代表參與監測計畫之訂定，並提供勞工代表具備時間與資源，以參與監測計畫之規劃與執行。

雇主對前項監測計畫之規劃，應提供溝通之作法及程序，以確保勞工及相關人員所關心之建議獲得考量及答覆。

七、雇主應對現有之危害辨識、採樣策略、評估及控制等作法進行先期審查，並將結果予以文件化，傳達給勞工及相關者。

前項先期審查應指定部門及人員進行，並諮詢勞工代表，參酌下列事項辦理：

(一)確認相關法規及標準之要求。

(二)採樣策略作法與程序之收集及評估。

(三)分析歷年作業環境監測結果及勞工健康檢查資料。

(四)辨識目前或預期之作業場所中存在之危害及風險。

八、雇主應依據作業環境監測政策、先期審查、管理審查之結果，並考量勞工及相關人員關切的課題，訂定符合法規、具體可行之作業環境監測目標。

九、採樣策略應滿足法規要求及考量所有勞工及相關人員，該策略須

勞工作業環境結果紀錄表

附表三 營工作業環境監測結果紀錄表

一、作業環境監測基本資料：

藝團名稱		行業別	
藝團聯絡地址		香港 澳門 海外	
藝團日期	年 月 日	電話	
藝團機構名稱、藝團人員姓名及聯絡電話	藝團人員姓名		
會同藝團主席、副主席、主席夫人及副主席夫人姓名	會同藝團人員姓名		

二、作業環境監測記錄(表 1)

[illegible]

附註：本表係根據 1997 年 12 月 31 日之資料編製。

四、监测记录格式由参事单位自行设计，但内容应包括表中所列项目；原始操作因子监测记录应监测编号、监测方法、监测场所、监测项目、监测日期、监测结果。

條目：監測處所應檢附之即監測點之位置圖。

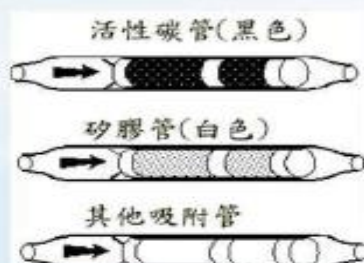
題目：臺灣地區兩項認證實驗室之比較分析報告（物理因子之臺灣結果或跟十大主管機關指定得以認證方式測定之物質除外）。

監測處所應檢附全部
監測點之位置圖

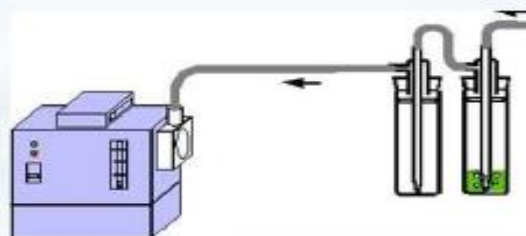
作業環監測要掌握5W3H

*採樣介質(what) 決定:

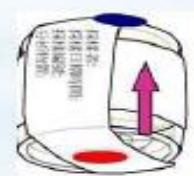
1. 每種不同的化學品，其選用採樣介質、採樣時間及採樣流率都不同。常見之介質：**活性碳**(**丙烯腈、苯等非極性物質**)、**矽膠**(**對硝基氯苯等極性物質**)、**玻纖濾紙**(**異氰酸鹽類**)、**衝擊瓶**(**氯、硫化氯**)、**纖維素脂濾紙**(**石棉**)



固體吸附管



衝擊式採集器法之採樣組合



濾紙匣

作業環監測要掌握5W3H

吸附管種類

1. 活性碳管—對無極性或低極性之化合物有較佳的吸附力。
2. 矽膠管—因具有強極性之官能基，能採集極性大的化合物，適用於丁酮、醇類、脂肪族及芳香胺等極性物質採樣，但因對水吸附力強之關係，經常因矽膠中含水量不同而造成對採集物質的吸附力產生差異，必要時需搭配**乾燥管**。
3. XAD-7管—適用於採集酚和甲酚
4. XAD-2管—適用於採集甲醛（**甲醛反應性太強，用特殊管子**）
5. 矽酸鎂管—適用於採集多氯聯苯
6. Hydrar sorbent(吸附劑)管—適用於採集汞蒸氣
7. Porapak Q —適用於採集甲酸(formic acid)
8. Tenax GC —適用於採集黃磷(P4)
9. Porapak P —適用於採集硫酸二甲酯
10. Porapak N —適用於採集乙酸酐

187

*作業環監測要掌握5W3H

採樣介質與分析

- **需分析或秤重**
 - 氣態：活性碳管、矽膠管、衝擊瓶
 - 粒狀：濾紙-玻璃纖維、纖維素酯(MCE)、聚氯乙烯(PVC)、銀膜濾紙
- 活性碳與矽膠管或某些濾紙採樣後需以**溶劑脫附**，脫附後以儀器分析，脫附時有**脫附效率**之問題(脫附為**相平衡**現象)
- 濾紙採樣後，經前處理再以儀器分析
- **直讀式**：氣態、粒狀、纖維

188

作業環監測要掌握5W3H

檢量線製作：

1. 樣品添加：加入已知量
 2. 樣品脫附：加入脫附劑、震盪、分析
 3. 脫附效率計算
- (1) 配置五種不同濃度的標準溶液，建立檢量線。
 (2) 以回收之分析物濃度計算回收質量。

$$\text{脫附效率} = (\text{回收質量} / \text{實際添加質量}) \times 100\%$$

脫附效率因不同之化學物質而異，同一化學物質之脫附效率因廠牌或批號而異，因此對某一批不同批號之採集介質至少均應實施一次以上之脫附效率測試。



189

作業環監測要掌握5W3H

化學性危害因子型態

- 氣狀污染物 —————> 分子太小吸附為主
 - 氣體(gas)
 - 蒸氣(vapor)

↓

固體吸附管
- 粒狀有害物 —————> 多分子組成阻隔為主
 - 粉塵(dusts)
 - 燻煙(fumes)
 - 霧滴(mists)
 - 纖維(fiber)

↓

濾紙採樣

190

190

作業環監測要掌握5W3H

濾紙之種類及比較：

濾紙種類	主要性質	應用之場合
纖維素酯濾紙(MCE)	親水性、適用原子吸收光譜分析、加酸加熱後可完全被消化	酸霧滴、金屬粉塵、石棉、人造纖維
聚氯乙烯濾紙(PVC)	疏水性、低吸水性	總粉塵、游離二氧化矽、霧滴、農藥、殺蟲劑、鉻酸(因顆粒較大)
鐵氟龍濾紙(PTFE)	疏水性、不溶於酸鹼與溶劑、可高壓滅菌	有機粒狀物、酸霧滴、煤焦油、瀝青揮發物、高溫粒狀物
銀膜濾紙(AG)	可高壓滅菌、耐高溫	氯、溴、電子顯微鏡測石棉、X光繞射分析矽
玻璃纖維濾紙(EG)	部分疏水性、耐高溫、高壓滅菌	有機粒狀物、總粉塵、煤焦油、瀝青揮發物、油霧滴

191

*採樣設備介紹與校正

192

採樣泵必備的條件

- 足夠的抽吸量—流量範圍廣
- 背壓補償功能—背壓補償承載力要大
- 運轉時間—運轉時間要夠長
- 重量—輕巧方便攜帶
- 進、排氣口—進氣口需含濾片以過濾微粒

193

採樣泵必備的條件

流量補償補充：

- 恆定的流量為得到準確暴露風險評估的重要因素之一。使用早期的氣體採樣器時，工業衛生人員必須頻繁地檢查流量，並使用螺絲起子手動調節，以維持採樣流量的恆定。而採樣技術的第一個重大進展就是自動電子流量控制，此功能可補償因濾紙（Filter）與管夾等造成阻抗或壓損。
- 具流量補償功能的採樣器可藉由抵銷機台運作過程中產生的背壓，讓流量在採樣過程中保持在一定範圍內，使整個採樣的過程更輕鬆、結果也更準確。
- 背壓為氣體在管路中流動時，受到障礙物的阻礙而被施加與運動方向相反的壓力，例如對顆粒進行採樣時，濾紙上收集的灰塵會使背壓持續增加，若無足夠的背壓補償能力，採樣器的流量則會因高粉塵負荷而下降或完全停止。現今的採樣器已可提供高達40或60英吋水柱的流量補償。

194

採樣前後之採樣設備校正

1. 採樣設備需要流率的校準，所採的樣本才能具有代表性：流率大小決定總採氣量且直接影響測定分析結果之濃度計算，但有時因採樣泵選擇不當或因採樣組合系列的壓損增加，流率可能隨時間變化。

採樣泵使用前後應實施流量校正，容許誤差為採樣前後±5%，當採樣流率超過此範圍應予廢棄。

2. 校準種類分為：

- (1) 一級校準：為一特定領域中有最高量測品質之標準，工業衛生流率校準所用的一級標準，變數最少而可以直接量度一固定空間物理量大小，以測得體積者。包括：鐘型體積計、皂泡計、乾式流量計。
- (2) 二級校準：曾經以一級標準校準過而由檢量線求得真正流率之標準。但因使用方便、體積小、質量輕、價格便宜且容易購得，因此工業衛生上使用甚廣。這類之標準常用者包括：浮子流量計及計數器等。

195

採樣前後之採樣設備校正

採樣前、後均需校正採樣流率：

採樣前流率-採樣後流率

採樣前流率

> 0.05



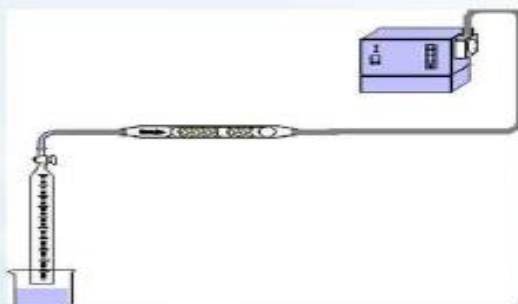
採樣品視同無效

196

採樣設備校正

一級校準: 皂泡計、乾式流量計。

1. 目前檢測公司常用為乾式流量計，因為操作較方便。



以皂泡計法校正空氣採樣泵流量(活性碳管採樣系列)



乾式流量計

197

採樣設備校正

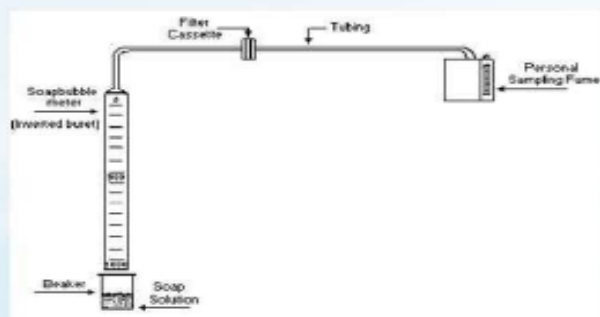
一級校準: 以皂泡計進行採樣組合流量校正。

注意事項:

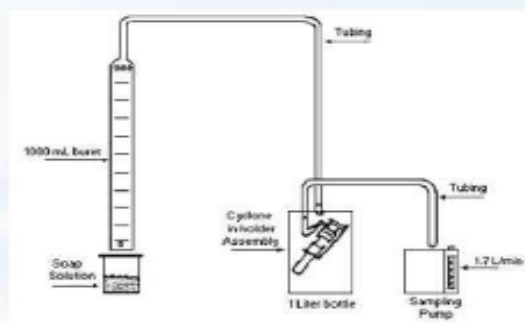
1. 確定採樣泵浦電力是否已足夠
2. 校正前開動採樣泵浦2~3分鐘，讓泵浦暖機達穩定狀態

採可呼吸性粉塵

1. SKC 鋁製旋風分離器: **2.5L/min**
2. Dorr-Oliver 10mm 尼龍材質之旋風分離器: **1.7L/min**



以皂泡計法校正空氣採樣泵流量(濾紙匣採樣系列)



以皂泡計法校正空氣採樣泵流量(旋風分離器採樣系列)

198

採樣泵浦的流率對作業環測結果，影響到後續分析勞工個人暴露劑量的評估，因此流率的準確度需定期執行校準，以確保測定結果之正確性。

1. **一級標準常用的校正裝置：**通常使用皂泡計或吸氣瓶，一級標準常用來校正二級標準；就皂泡計使用而言，會先產生皂泡，再以紅外線偵檢器讀取皂泡經過滴定管上下兩刻度所需要的時間，以自動記錄校準入氣的流率結果，其準確度要求在 $\pm 1\%$ 內。
2. **二級標準常用的校正裝置：**一般工業衛生上使用浮子流量計、計數器及定流量孔口流量計等，雖精準度不及一級標準來的準確，但因使用簡單且價格便宜，操作使用範圍大（ $1\text{mL/min} \sim 8.5\text{m}^3/\text{min}$ ），其流率的讀取通常以浮子最寬部位為準。

199

採樣設備校正



Gilibrator-2 皂
泡式流量校正系統：
一級流量校正系統

以紅外線流量校正器校正空氣採樣
泵流量(旋風分離器採樣系列)

200

新4 μm 分徑點的旋風分徑器

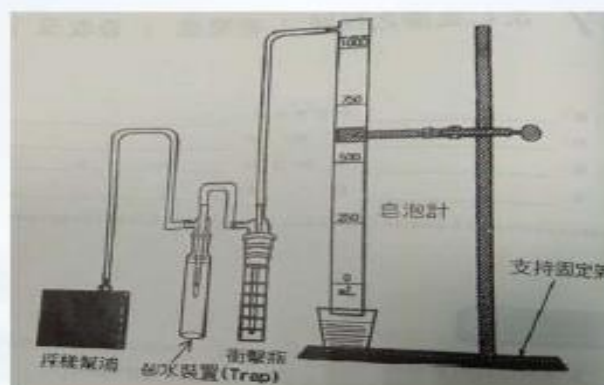
種類	流速(L/min)
■Dorr-Oliver Cyclone	1.7
■Higgins-Dewell	2.2
■SKC Aluminum	2.5
■SKC GS	2.75



201

採樣設備校正

一級校準：以皂泡計進行採樣組合流量校正。



以皂泡計法校正空氣採樣泵流量(衝擊瓶採樣系列)

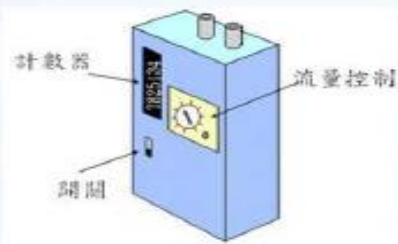
202

採樣設備校正

二級校準：浮子流量計、計數器之圖示。

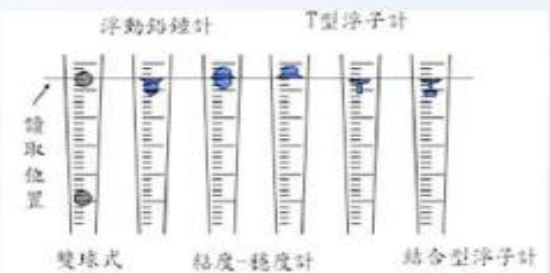


浮子流量計



計數器

浮子流量計一般讀取浮子最寬位置



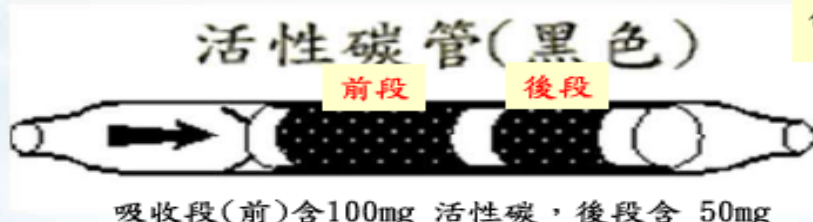
203

*** 採樣注意事項**

204

* 避免採樣介質破出

1. **破出定義**:係指採樣時，採集介質無法有效採集空氣中有害物質時之現象。(超出採樣介質所能吸附的量，無法精準採樣)
2. **查驗方法**:在分析上，常以採集介質之後段來查驗採樣是否有破出現象。
 - (1)當**後段**的有害物含量大於**前段的25%**時，表示在採樣過程中，可能有樣品損失情形發生，該樣品應視為無效。在本分析方法中，我們則更保守的以後段含量大於**前段的10%**時，定義為破出。
 - (2)在測試採樣介質最大採樣測試上，若以線上即時檢測方法，則一般係以採集介質出口端的**濃度為其入口端濃度的5%**時，定義為破出。測試時，導引測試氣體流經採樣介質，其前後之濃度變化則以經校正後之直讀式儀器作線上連續偵測。



一般吸附管有**二段**，前段供作吸附樣品，後段供作判定是否**破出**

205

* 採樣體積之校正

1. 採樣後的體積要依照當時的大氣壓及溫度進行校正：
 - (1)採樣就是為了要確認有害物濃度不超過容許暴露標準，我國勞工作業場所容許暴露標準個有害物的濃度為在**攝氏二十五度、一大氣壓條件下**，**氣狀有害物之毫克莫耳體積立方公分數(mg/m^3)**。
 - (2)在環境中氣體的**體積變化與大氣壓及溫度有關**，故在實際採樣後，需再將採樣體積換算成**攝氏二十五度、一大氣壓條件下**，**才能與法定有害物的容許濃度進行比較**。

206

*採樣體積之校正

依照理想氣體方程式來進行採樣體積校準：

$$PV = nRT \text{ (理想氣體方程式)}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$V_2 \text{ (校正後之採樣體積)} = V_1 \text{ (採樣總體積)} \times \frac{P_1}{\underset{760\text{mmHg}}{P_2}} \times \frac{\overset{298\text{K}}{T_2}}{T_1}$$

207

*採樣注意事項

1. 樣品在採樣及儲存運送過程中不可受汙染。(採樣後得使用熱縮帶，保持氣密避免受濕氣及汙染影響)
2. 簡易記載樣品的儲存及運送方式，及樣品送達認可實驗室的期限。
3. 樣品分析需送至認證實驗室分析，以確保樣品分析品質。注意分析日期要在該有害物容許的存放時間內完成。
4. 採樣前後流率校正，泵浦流率容許誤差為**±5%內**，**採樣流率超過此範圍予以廢除**。
5. 採樣時導管不可因撓曲而阻礙採氣。
6. 採樣系列組合，個個連接處要密合，不可漏氣引起誤差。
7. 採樣泵浦電力要充足。
8. 針對樣本編號、採樣時間、姓名、溫度、壓力予以紀錄。

208

* 採樣注意事項(區域採樣)

- * 區域採樣主要在了解作業環境實態，通常取有害物發生源或作業場所中央位置為原點。
- * 測定高度約離地面50-150公分，以作業實際情況而定（化學暴露測定以站立姿鼻子高度為準）。

20

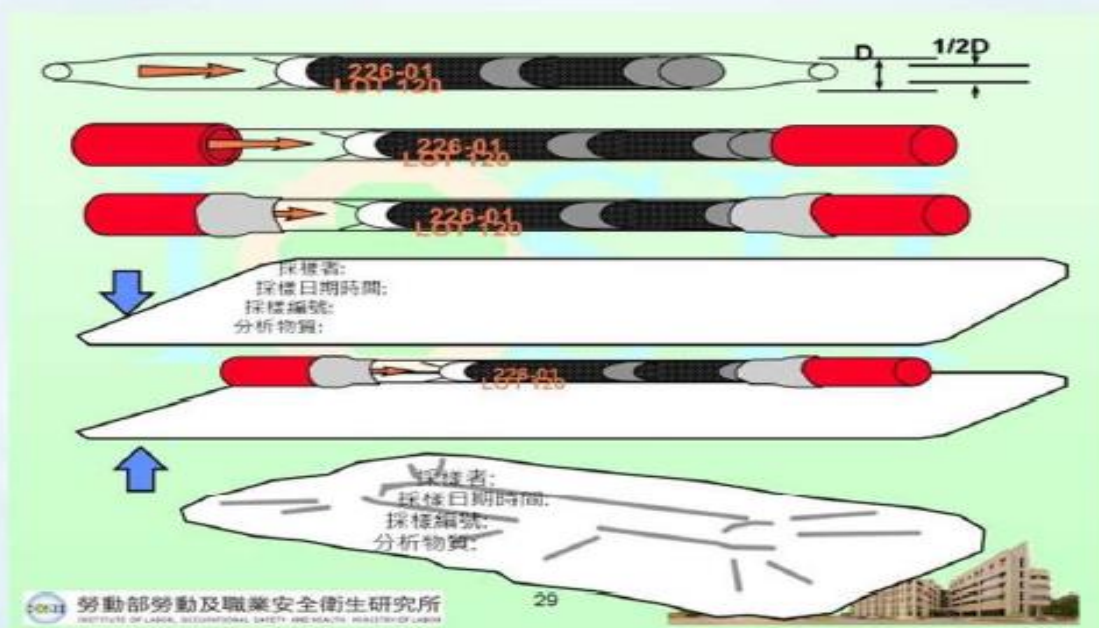
採樣注意事項(個人採樣)

- * 個人採樣主要在了解勞工個人暴露量，以評估其健康風險，通常是將採樣測定裝置配戴在勞工個人身上，例如衣領。
- * 化學性危害物採樣通常以鼻子為中心，半徑三十公分範圍內之“呼吸帶採樣”。



210

樣品包裝及運送(以固體吸附管為例)



211

危害性化學品評估及分級 管理辦法

(依職安法第11條第二項規定訂定)

(中華民國一百零三年十二月三十一日發布)

212

危害性化學品評估及分級管理辦法 (第一、三條)

本辦法依**職業安全衛生法**第十一條第二項規定訂定之。
(1)

本辦法所定化學品，優先適用特定化學物質危害預防標準、有機溶劑中毒預防規則、四烷基鉛中毒預防規則、鉛中毒預防規則及粉塵危害預防標準之相關設置危害控制設備或採行措施之規定。(3-1)

但依前開法規所定方法，仍未能降暴露風險者，雇主應依本辦法設置危害控制設備或採取更有效之危害控制或管理措施。(3-2)

213

* 危害性化學品評估及分級管理辦法 (第四條)

雇主使勞工製造、處置或使用之化學品，符合國家標準CNS15030化學品分類，**具有健康危害者**，應評估其危害及暴露程度，劃分風險等級，**並採取對應之分級管理措施**。

214

* 危害性化學品評估及分級管理辦法 (第五條)

下列情形不適用本辦法：

一、製造、處置或使用下列物品者：

- (一) 有害事業廢棄物。
- (二) 菸草或菸草製品。
- (三) 食品、飲料、藥物、化粧品。
- (四) 製成品。
- (五) 非工業用途之一般民生消費商品。
- (六) 滅火器。
- (七) 在反應槽或製程中正進行化學反應之中間產物。

二、化學品僅作為貯存用途且勞工不致有暴露危害之虞者。

三、其他經中央主管機關指定者。

背!!



215

* 危害性化學品評估及分級管理辦法 (第六、七條)

第四條之評估及分級管理，雇主應至少每三年執行一次，因化學品之種類、操作程序或製程條件變更，而有增加暴露風險之虞者，應於變更前或變更後三個月內，重新進行評估與分級。(6)

雇主辦理前條之評估及分級管理，應參照中央主管機關公告之技術指引，或採取其他具同等科學基礎之評估及管理方法辦理。(7)



216

* 危害性化學品評估及分級管理辦法 (第八條)

背!!

中央主管機關對於第四條之化學品，定有容許暴露標準，而事業單位從事特別危害健康作業之勞工人數在一百人以上，或總勞工人數五百人以上者，雇主應依有科學根據之採樣分析方法或運用定量推估模式，實施暴露評估。

雇主應就前項暴露評估結果，依下列規定，定期實施評估：

一、暴露濃度低於容許暴露標準二分之一之者，至少每三年評估一次。

二、暴露濃度低於容許暴露標準但高於或等於其二分之一者，至少每年評估一次。

三、暴露濃度高於或等於容許暴露標準者，至少每三個月評估一次。

化學品之種類、操作程序或製程條件變更，有增加暴露風險之虞者，應於變更前或變更後三個月內，重新實施暴露評估。

217

* 有容許暴露標準(PEL)化學品

。職業安全衛生法與危害性化學品評估級分級管理辦法

職業安全衛生法

第12條 第1項

• 雇主對於中央主管機關訂有容許暴露標準之作業場所，應確保勞工之危害暴露低於標準值

危害性化學品評估及分級管理辦法

第8條

• 事業單位從事特別危害健康作業（游離輻射作業除外）之勞工人數在一百人以上，或總勞工人數五百人以上者，雇主應依有科學根據之採樣分析方法或運用定量推估模式，實施暴露評估。

化學品之種類、操作程序或製程條件變更，有增加暴露風險之虞者，應於變更前或變更後三個月內，重新實施暴露評估。

218

* 危害性化學品評估及分級管理辦法 (第十、十一條)

背!!

雇主對於前二條化學品之暴露評估結果，應依下列風險等級，分別採取控制或管理措施：

- 一、**第一級管理**：暴露濃度低於容許暴露標準二分之一者，除應持續維持原有之控制或管理措施外，製程或作業內容變更時，並採行適當之變更管理措施。
- 二、**第二級管理**：暴露濃度低於容許暴露標準但高於或等於其二分之一者，應就製程設備、作業程序或作業方法實施檢點，採取必要之改善措施。
- 三、**第三級管理**：暴露濃度高於或等於容許暴露標準者，應即採取有效控制措施，並於完成改善後重新評估，確保暴露濃度低於容許暴露標準。(10)

雇主依本辦法採取之評估方法及分級管理措施，應作成紀錄留存備查，至少保存三年。(11)

219

* 管理區分與措施 (Japan)

管理區分一 (可接受之低度風險)

繼續維持

管理區分二 (可接受之風險)

鼓勵改善

管理區分三 (不可接受之風險)

工程控制(如：取代、密閉、隔離、通風換氣)

行政管理(如：PPE、縮短工時)

健康管理

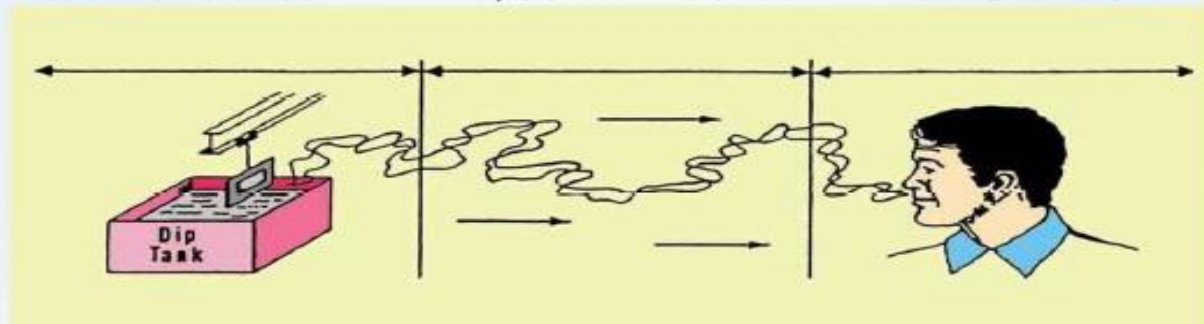
220

減少暴露的原則

發生源的管制

傳輸路徑的管制

接受者的管理



1. 以低危害物料替代
2. 修改製程
3. 密閉製程
4. 隔離製程
5. 加濕
6. 局部排氣系統
7. 維護管理

1. 環境整頓管理
2. 一般換氣
3. 稀釋通風
4. 拉長距離
5. 環境監測
6. 維護管理

1. 教育訓練
2. 輪班
3. 包圍作業員
4. 個人間側系統
5. 個人防護具
6. 維護管理

221

工程控制主要可分成密閉/ 隔離、局部排氣或是整體換氣，應先依據特定法規的要求（如：《特定化學物質危害預防標準》、《有機溶劑中毒預防規則》等）設置工程控制措施及採用前述評估分級的結果。

若是製程條件及作業場所環境允許，應優先採用密閉/ 隔離的控制措施，次之則為局部排氣、整體換氣通風。



透過密閉裝置/管線輸送及機械手臂，可有效減少有害物暴露

222



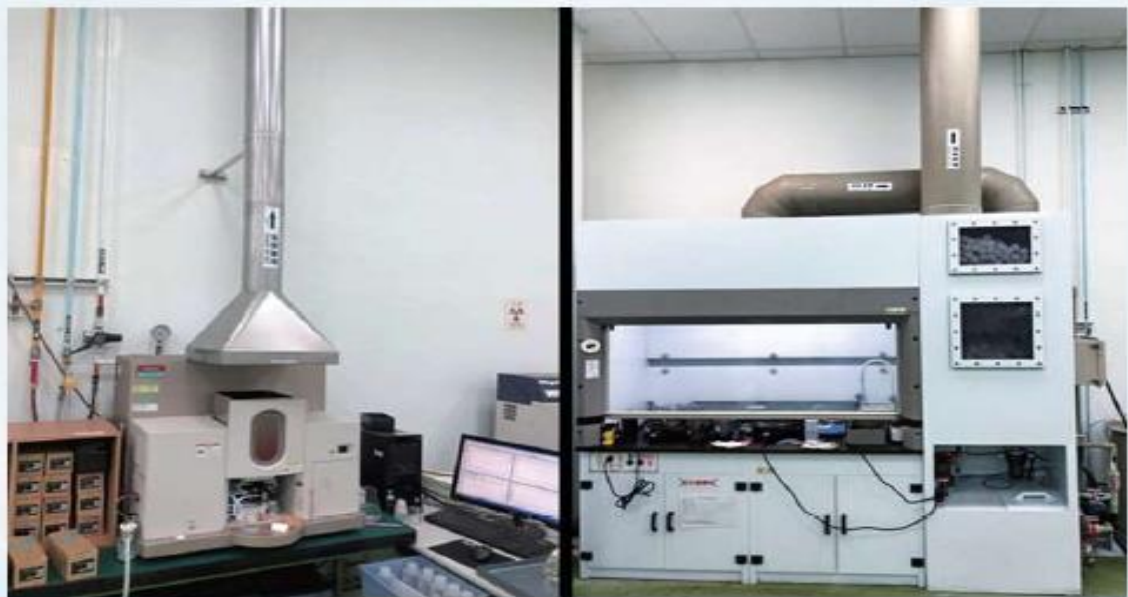
採用密閉隔離之控制措施範例

223



於化學品發生散布源設置局部排氣裝置

224



採用局部排氣之控制措施範例

225

作業管理

建立良好的作業及行政管理程序，包括人員進出管制、安全衛生措施、人員調度、個人衛生措施等，並透過教育訓練等場合告知及訓練相關工作者確實遵守，作業現場亦可張貼警告標示或宣導海報提醒

1,3-Butadiene | **1,3-丁二烯** | CAS No. 106-99-0

本化學品為石化業中重要的石化產品，主要用於合成橡膠、塑膠及合成纖維等。其化學性質極活潑，易於聚合，且具高度可燃性，遇火或熱源極易引發火災或爆炸。此外，1,3-丁二烯還是一種強致癌物質，長期吸入可能導致白血病及骨髓增生異常等血液系統疾病。因此，在作業過程中必須採取嚴格的防護措施，以確保人員安全。

如何安全地使用此化學品

- 應在通風良好的場所使用，避免在密閉空間內作業。
- 作業時應穿戴適當的個人防護設備（PPE），包括防護眼鏡、防護手套及呼吸器。
- 應避免與氧化劑、鹼金屬、強酸等物質接觸。
- 應避免吸入蒸氣或液體，如不慎接觸皮膚，應立即用大量清水沖洗。
- 應避免與眼睛接觸，如不慎接觸，應立即用大量清水沖洗。
- 應避免與皮膚接觸，如不慎接觸，應立即用大量清水沖洗。
- 應避免與食物或飲料接觸，如不慎接觸，應立即漱口並尋求醫療協助。

症狀如何影響你

短期吸入：刺激眼睛、喉嚨、皮膚發紅、頭痛、中樞神經系統不適，也可能導致昏迷。

長期吸入：可能導致白血病、骨髓增生異常等血液系統疾病。

如何避免接觸

應在通風良好的場所使用，避免在密閉空間內作業。作業時應穿戴適當的個人防護設備（PPE），包括防護眼鏡、防護手套及呼吸器。應避免與氧化劑、鹼金屬、強酸等物質接觸。應避免吸入蒸氣或液體，如不慎接觸皮膚，應立即用大量清水沖洗。應避免與眼睛接觸，如不慎接觸，應立即用大量清水沖洗。應避免與食物或飲料接觸，如不慎接觸，應立即漱口並尋求醫療協助。

急救措施

吸入：移至新鮮空氣處，如呼吸困難，應給予氧氣。如意識不清，應立即送醫。

皮膚接觸：立即用大量清水沖洗至少15分鐘。

眼睛接觸：立即用大量清水沖洗至少15分鐘。

食入：立即漱口，並尋求醫療協助。

參考數據/標準

職業安全與健康：OSHA PEL (TWA) 1 ppm, 10 ppm (STEL) 5 ppm。NIOSH REL (TWA) 1 ppm, 10 ppm (STEL) 5 ppm。

1,2-Epoxypropane | **1,2-環氧丙烷** | CAS No. 75-56-5

本化學品為石化業中重要的石化產品，主要用於合成樹脂、塑膠及合成纖維等。其化學性質極活潑，易於聚合，且具高度可燃性，遇火或熱源極易引發火災或爆炸。此外，1,2-環氧丙烷還是一種強致癌物質，長期吸入可能導致白血病及骨髓增生異常等血液系統疾病。因此，在作業過程中必須採取嚴格的防護措施，以確保人員安全。

如何安全地使用此化學品

- 應在通風良好的場所使用，避免在密閉空間內作業。
- 作業時應穿戴適當的個人防護設備（PPE），包括防護眼鏡、防護手套及呼吸器。
- 應避免與氧化劑、鹼金屬、強酸等物質接觸。
- 應避免吸入蒸氣或液體，如不慎接觸皮膚，應立即用大量清水沖洗。
- 應避免與眼睛接觸，如不慎接觸，應立即用大量清水沖洗。
- 應避免與食物或飲料接觸，如不慎接觸，應立即漱口並尋求醫療協助。

症狀如何影響你

短期吸入：刺激眼睛、喉嚨、皮膚發紅、頭痛、中樞神經系統不適，也可能導致昏迷。

長期吸入：可能導致白血病、骨髓增生異常等血液系統疾病。

如何避免接觸

應在通風良好的場所使用，避免在密閉空間內作業。作業時應穿戴適當的個人防護設備（PPE），包括防護眼鏡、防護手套及呼吸器。應避免與氧化劑、鹼金屬、強酸等物質接觸。應避免吸入蒸氣或液體，如不慎接觸皮膚，應立即用大量清水沖洗。應避免與眼睛接觸，如不慎接觸，應立即用大量清水沖洗。應避免與食物或飲料接觸，如不慎接觸，應立即漱口並尋求醫療協助。

急救措施

吸入：移至新鮮空氣處，如呼吸困難，應給予氧氣。如意識不清，應立即送醫。

皮膚接觸：立即用大量清水沖洗至少15分鐘。

眼睛接觸：立即用大量清水沖洗至少15分鐘。

食入：立即漱口，並尋求醫療協助。

參考數據/標準

職業安全與健康：OSHA PEL (TWA) 1 ppm, 10 ppm (STEL) 5 ppm。NIOSH REL (TWA) 1 ppm, 10 ppm (STEL) 5 ppm。

226

個人防護具

針對呼吸防護具的選擇，可參考勞動部公布之《呼吸防護計畫及採行措施指引》、《呼吸防護計畫技術參考手冊》等文件進行辨識、評估及選用。若是處置使用過程中會有皮膚或眼睛接觸的可能，或是依製程條件有可能產生粉塵、霧滴或意外接觸的情況下，亦可參考勞動部訂定之《化學性皮膚防護具選用參考指引》及SDS 第8 項暴露預防措施中的個人防護設備進行個人防護具（PPE）的選用（包括材質、防護限制等）。若有特殊製程或操作條件，亦可洽詢PPE製造商或經銷商是否適用。



227



採用個人防護具之控制措施範例

228

* 職安法危害性化學品管區分

- 全面掌握
- 分層管理
- 多元評估
- 控制區分
- 科學為本



229

暴露評估

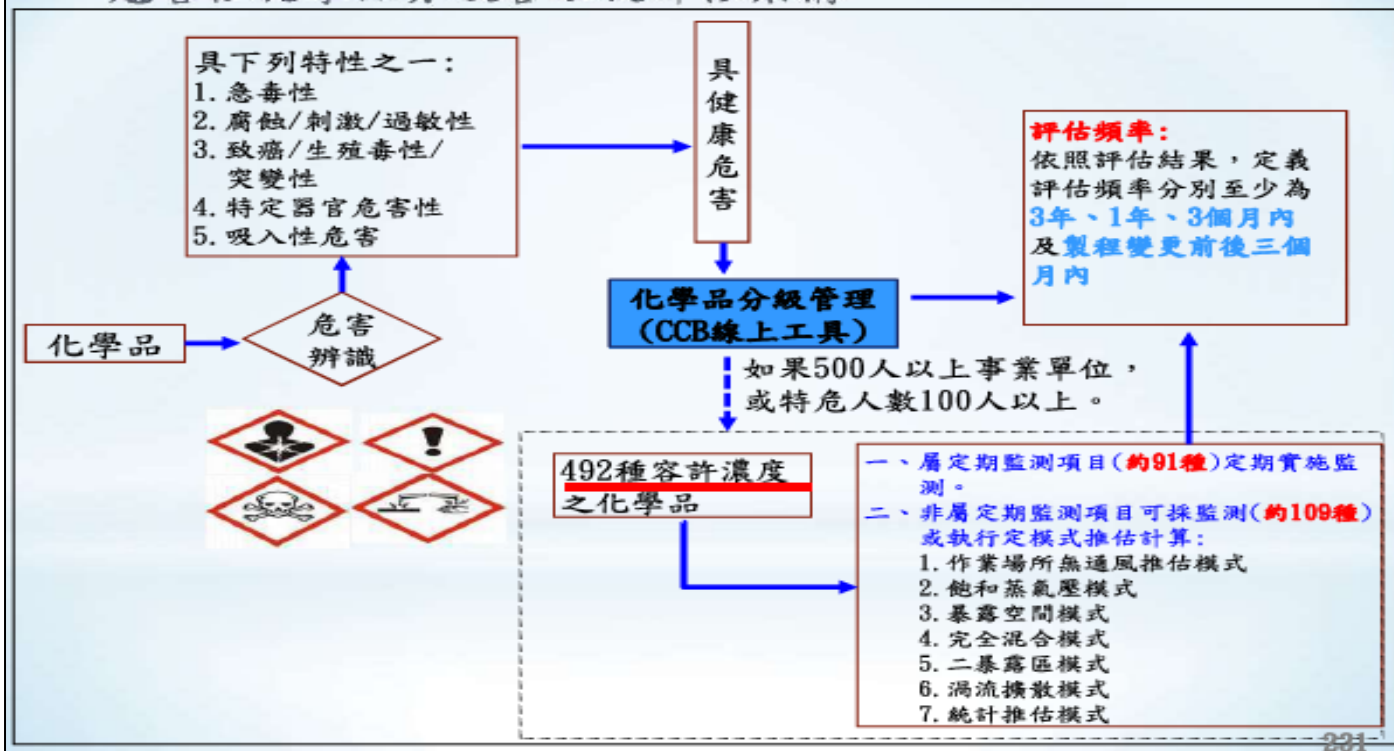
- 作業環境測定
- 定量推估
- 化學品分級管理辦法
- 母性保護
- 工程改善後重新測定

19,000 種以上
+ 具GHS健康危害的化學品
可透過我國CCB工具，亦可依企業規模選用國際間常用工具進行評估

492 種(註)
+ 具容許暴露標準的化學品
對於勞工人數達法規要求者
應運用採樣分析或定量推估模式
實施暴露評估

91 種
+ 應實施作業環境監測的化學品
依「勞工作業環境監測實施辦法」
所定的監測及期程
實施化學品的暴露評估

* 危害性化學品分級管理及評估架構



231

* 危害性化學品暴露評估&分級管理規劃



232

暴露評估方式，建議採用下列之一種或多種方法辦理：

- 1. 作業環境採樣分析：**建議參考中央主管機關公告之作業環境監測指引、採樣分析建議方法及其他具相等效力之方法。
- 2. 直讀式儀器監測：**採用直讀式儀器進行監測時，應考慮能有效排除干擾因子。
- 3. 定量暴露推估模式：**選用之定量推估模式，得參考指引中所列舉之下列各種推估模式，或其他具有同等科學基礎之推估模式，應用時應瞭解各模式之適用情形及使用限制。

- (1) 作業場所無通風推估模式 (Zero Ventilation Model)。
- (2) 飽和蒸氣壓模式 (Saturation Vapor Pressure Model)。
- (3) 暴露空間模式 (Box Models)。
- (4) 完全混合模式 (Well-mixed Room Model)。
- (5) 二暴露區模式 (Two-Zone Model)。
- (6) 渦流擴散模式 (Turbulent Eddy Diffusion Model)。
- (7) 統計推估模式 (Statistical Models)。
- (8) 其他具有相同效力或可有效推估勞工暴露之推估模式。

233

化學品危害風險評估技術隨著所採取定性、半定量與定量評估方法不同，其技術強度、不確定度與風險高估程度亦有所不同。

化學品危害風險技術	技術強度	不確定度	風險高估可能性
	低	高	大
定性危害風險評估			
半定量危害風險評估			
定量危害風險評估			
— 模式推估			
— 直讀式儀器偵測			
— 作業環境監測			
— 生物偵測			
	高	低	小

資料來源:職業衛生 侯宏誼 全華圖書

234

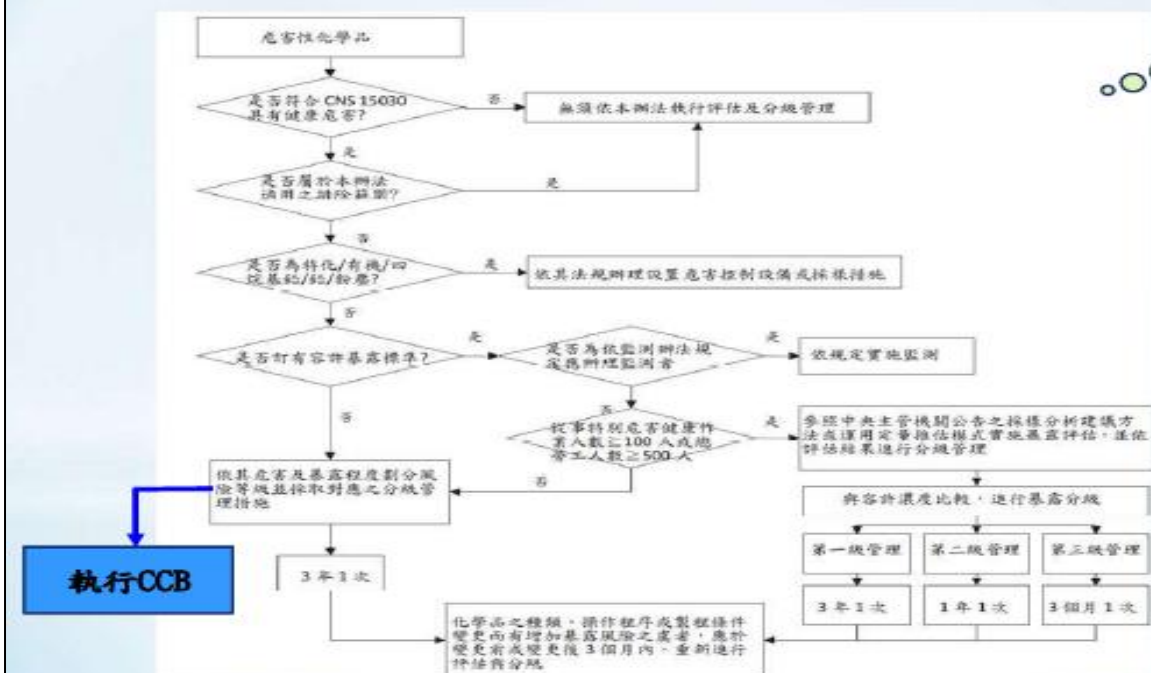
* 暴露評估&分級管理架構

化學品分類	應監測化學品 (90種)	有PEL化學品 (492種)	具GHS健康危害 化學品
評估方法	作業環境監測	採樣分析/定量推估	CCB/其他具同等科學基礎 之評估及管理方法
評估/監測頻率	依監測辦法規定之期程 (1年/6個月)	依暴露結果/PEL比值分級 (3年/1年/3個月)	每3年一次
管理區分& 採行措施	第一級管理 暴露<1/2 PEL 第二級管理 1/2 PEL<暴露< PEL 第三級管理 暴露>PEL	第一級管理 暴露<1/2 PEL 第二級管理 1/2 PEL<暴露< PEL 第三級管理 暴露>PEL	參考CCB暴露控制表單/其 他具同等科學基礎方法

※ 若化學品之種類、操作程序或製程條件變更，而有增加暴露風險之虞者，應於變更前或變更後三個月內，重新進行評估與分級。

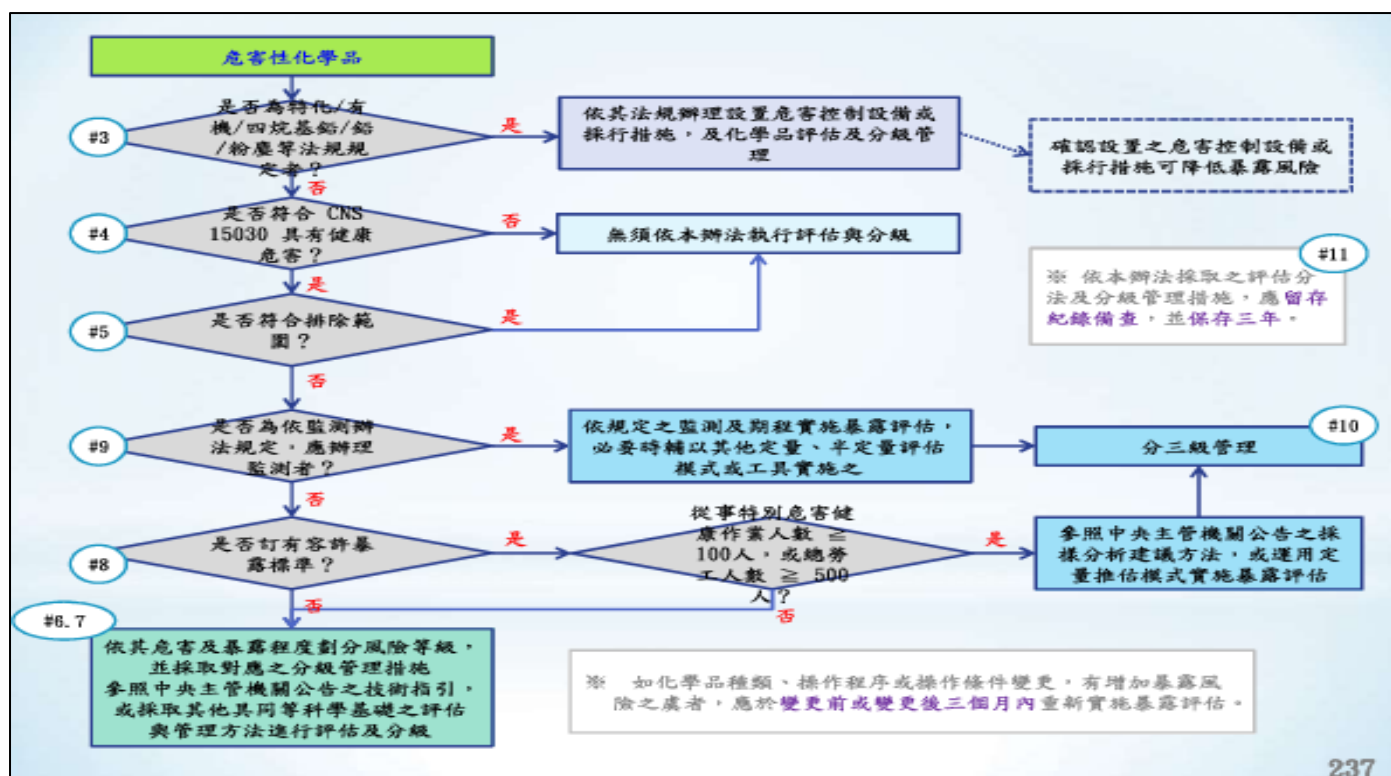
235

* 危害性化學品評估及分級管理技術指引



背!!

236



* 化學品分級管理就是CCB(Chemical Control Banding)的意思嗎?

CCB是國際勞工組織(ILO)的化學品分級管理半定量推估之方法，同時也是我國職安主管機關主要推行之方法。

※其他化學品評估及分級管理之方法(半定量推估)

1. 英國物質健康危害控制要點 (COSHH要點)
2. 德國工作場所危害物質管控計劃 (EMKG)
3. 荷蘭物質管理線上工具 (Stoffenmanager)
4. 新加坡人力部職業衛生局所研擬之SQRA
5. 日本「有害物質之危害指針」
6. 美國NIOSH之(CB)
7. 其他等同科學基礎之評估及管理方法

* 半定量推估模式

(Semi-quantitative predictive model)

- * 我國化學品分級管理工具(參考國際勞工組織發展之管理工具: **Chemical Control Banding Toolkit**)(<http://ccb.osha.gov.tw/content/info/AboutCCB.aspx?cssid=1>)
- * 英國物質健康危害控制要點 (Control of Substances Hazardous to Health Essentials, **COSHH Essentials**) (<http://www.hse.gov.uk/coshh/essentials/coshh-tool.htm>)
- * 德國工作場所危害物質管控計劃 (Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe, **EMKG**) (<http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/EMKG/Software.html>)
- * 荷蘭物質管理線上工具 (**Stoffenmanager**) (<https://stoffenmanager.nl/>)
- * 新加坡人力部職業衛生局所研擬之(A semi-quantitative method to assess occupational exposure to harmful chemicals) (<https://www.wshc.sg/files/wshc/upload/cms/file/2014/AN%20Semi-quantitative%20Method%20to%20Assess%20Occupational%20Exposure%20to%20Harmful%20Che.pdf>)
- * 日本「有害物質之危害指針」(<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/roudou/an-eihou/dl/ka060320001b.pdf>)
- * 美國NIOSH「Qualitative Risk Characterization and Management of Occupational Hazards: Control Banding (CB)」(<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-152/>)
- * 其他等同科學基礎之評估及管理方法

239

科學方法應用於暴露評估之可行性

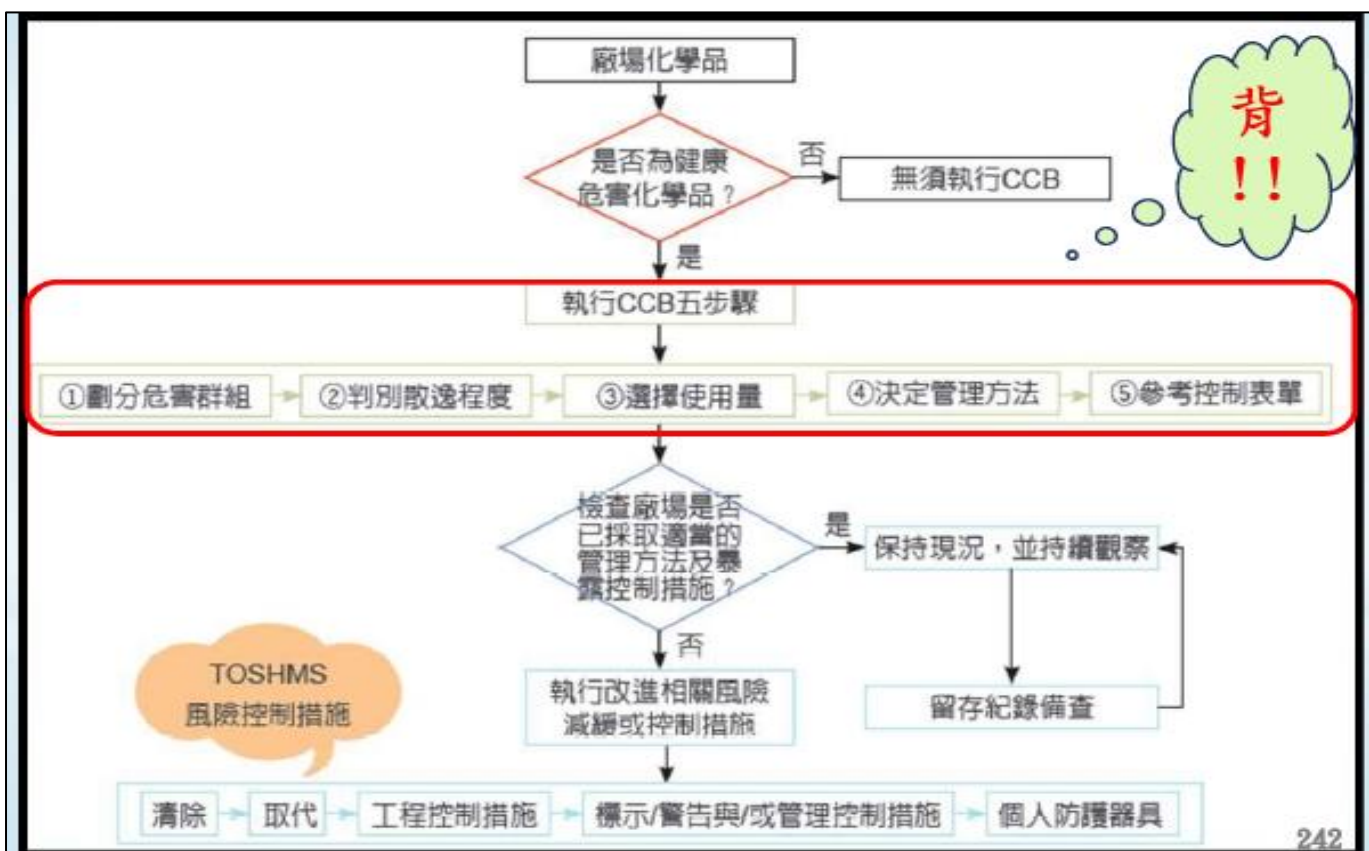
- **定性暴露評估:**
 - 事件經驗法則: 室內整體換氣的有機溶劑作業→使用正己烷擦拭手機面板或機台除污→高暴露。
- **半定量暴露評估:**
 - 我國化學品分級管理工具: **Chemical Control Banding (CCB)**
 - 英國職業安全衛生署**COSHH Essentials (e-tool)**
 - 新加坡人力部職業衛生局所: **Semi-Quantitative Risk Assessment (SQRA)**
- **定量暴露評估:**
 - **EMKG: Excel 表單**
 - **ECETOC TRA: Excel 表單**
 - 數學推估模式(飽和蒸氣壓模式; 渦流擴散模式(Turbulent Eddy diffusion model); 暴露空間模式(Box Models); 二暴露區模式(Two-Zone Model)
 - 生物偵測技術: 生物指標回推暴露量(血中鉛, 尿中塑化劑代謝物...)
- **統計觀察:**
 - **AIHA 建議之環測統計項目: 高於OEL 的機率分布計算。**
 - **貝氏機率統計(Bayesian probability): 由歷史資料校正目前的隨機量測結果。**

240

* 什麼是CCB? (Chemical Control Banding)

- 以**分級管理的概念**，依化學品健康危害及使用情況進行初篩評估。
- 運用**GHS健康危害分類**來劃分化學品的**危害群組**，配合化學品的逸散程度及使用量來**判斷潛在暴露程度**，然後以**風險矩陣**來決定**管理方法**（**整體換氣、工程控制、隔離、特殊規定**），並提供**暴露控制措施**參考。
- 如分級後為較高風險等級者，**應**採取**適當工程控制措施**；如屬低度風險者，可採取**相關行政管理措施**（如人員進出管制、訓練、防護具使用、設備操作、維護、監督、自主檢查等）。

241



242

* 一般危害性化學品分級管理

勞安法：

針對有機溶劑、特定化學物質、鉛、四烷基鉛作業危害預防訂有附屬法規，合計規範117種化學品。



針對化學品
擴大管制並分級
管理

職安法：

危害化學品眾多（台灣目前約1萬9000種），增列風險管理作法，運用ILO分級管（Control Banding）簡易工具，加強化學危害預防管理。



243

* 步驟1：劃分危害群組

- (1) 化學品的GHS健康危害分類可查詢安全資料表(Safety Data Sheet, SDS)第二項危害辨識資訊中的化學品危害分類得知。
- (2) 若化學品的GHS健康危害分類可同時劃分至多個危害群組時，則依E、D、C、B及A的優先順序選擇(E危害大，A危害小)；意即，若同時符合E及C，則該化學品的危害群組應設定為E。
- (3) 化學品可能同時具有吸入性危害(E~A)與皮膚及眼睛接觸危害(S)，兩者需同時考量。

244

* GHS健康危害分類與危害群組對應表

危害群組	GHS 危害分類
 危害性	E
	D
	C
	B
	A
S 皮膚及眼 睛接觸	• 急毒性物質、皮膚接觸第1、2、3、4級 • 特定標的器官系統毒性物質～單一暴露（皮膚接觸）第1、2級 • 腐蝕/刺激皮膚物質第1、2級 • 嚴重損傷/刺激眼睛物質第1、2級 • 皮膚過敏物質第1級 • 特定標的器官系統毒性物質～重複暴露（皮膚接觸）第1、2級

* 步驟2：選擇逸散到空氣中的程度

化學品的物理型態會影響其逸散到空氣中的程度，此階段是利用固體的粉塵度及液體的揮發度來決定其逸散程度。粉塵度或揮發度愈高的化學品，表示愈容易逸散到空氣中。

針對化學品逸散到空氣中的程度，可依下表2來判定。若化學品為固體，則考慮其粉塵度；若化學品為液體，則考慮其液體揮發度。

若製程不是在常溫下進行，則應利用製程溫度及液體沸點對照下圖1來判斷化學品的揮發性，其沸點可由物質安全資料表第九項物理化學性質得知。

【註】

分為高、中、低等三個揮發性等級時，若恰巧落在分界上，則應選較高的揮發性。

* 表2:選擇逸散到空氣中的程度

逸散程度	固體粉塵度	常溫下的液體的揮發度 (室溫)
低	為不會碎屑的固體小球。使用時可以看到細小的粉塵，如:PVC小球	沸點大於150℃
中	晶體狀或粒狀固體，使用中可以看到粉塵，但很快就下沉，使用後粉塵留在表面，如:肥皂粉。	沸點介於50℃至150℃間
高	細微、輕重量的粉末。使用時可以看到塵霧形成，並在空氣中保留數分鐘，如:水泥、碳黑、粉筆灰	沸點小於50℃

247

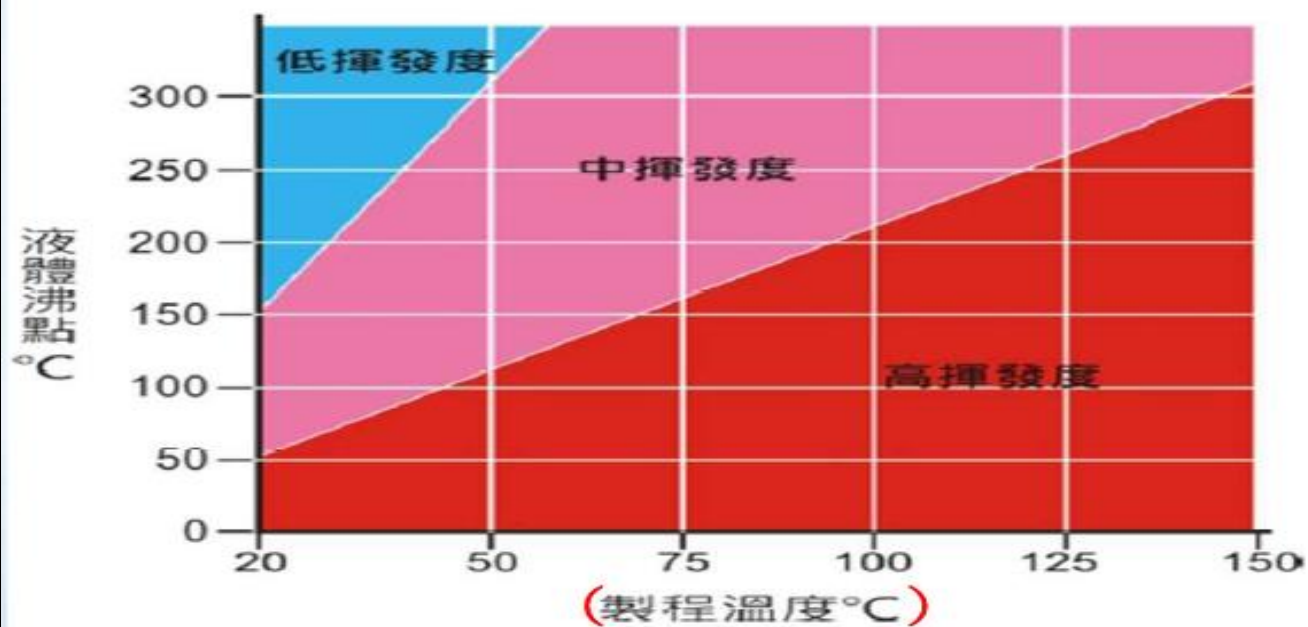


圖 1：以製程溫度及液體沸點來判定液體揮發度

248

* 步驟三：選擇使用量

由於化學品的使用量多寡會影響到製程中該化學品的暴露量，故將製程中的使用量納入考量。**該使用量係指製程中使用的每一批材料用量（或是於連續製程中，一天所需的用量）**，可依下表3判定為小量、中量或大量。

表3:化學品的使用量

使用量	固體重量	液體容積
小量	<1公斤	<1公升
中量	1~1000公斤	1~1000公升
大量	≥1000公斤	≥1000公升

249

* 步驟四：選擇管理方法

利用前面三個步驟的結果，根據化學品的危害群組（E、D、C、B 及A）、使用量、粉塵度（固體）或揮發性（液體），對照下表4 的風險矩陣，**即可判斷出該化學品在設定的環境條件下的風險等級。**

該風險等級同時也表示步驟五所需選擇之管理方法（數字越高，**風險等級就越高，相對應的管理方法等級也就越高**）。

250

表 4：風險等級/管理方法選擇

使用量	低粉塵度 或揮發度	中揮發度	中粉塵度	高粉塵度 或揮發度
危害群組 A				
小量	1	1	1	1
中量	1	1	1	2
大量	1	1	2	2
危害群組 B				
小量	1	1	1	1
中量	1	2	2	2
大量	1	2	3	3
危害群組 C				
小量	1	2	1	2
中量	2	3	3	3
大量	2	4	4	4
危害群組 D				
小量	2	3	2	3
中量	3	4	4	4
大量	3	4	4	4
危害群組 E				
所有屬於危害群組 E 的化學品皆使用管理方法 4。				

251

* 步驟五：選擇暴露控制表單

依據步驟四判斷出風險等級/管理方法後，可對照表5至表8依據作業型態來選擇適當的暴露控制表單。所提供的管理措施包括整體換氣、局部排氣、密閉操作、暴露濃度監測、呼吸防護具、尋求專家建議等。

若判斷具有危害群組S（可能同時具有危害群組A～E），則對照表9來選擇暴露控制表單Sk100及R100）。

除了上述表單外，對於安全裝置或廢棄處置等作業，也可參考表 10 選擇適當的安全及環境控制表單。

252

參考暴露控制表單



253

表 5：吸入性危害的暴露控制表單一覽（管理方法 1）

作業型態	暴露控制表單
一般原則	<u>100</u>
袋、瓶子和圓桶的儲存	101
貨物儲存	102
清除空氣清淨設備的廢棄物	103

254

表 6：吸入性危害的暴露控制表單一覽（管理方法 2）

作業型態	暴露控制表單
一般原則	200
機台或工作檯櫃的排氣	201
無塵室的排氣	202
清除吸塵設備的廢棄物	203
利用輸送設備進行固體輸送	204
填充裝袋	205
清空袋子	206
從袋子加料至反應器或攪拌器	207
填充或清空 IBC 桶	208
填充圓桶	209
以桶用幫浦清空圓桶	210
固體稱重	211
液體與液體或是固體混合	212
固體混合	213
過濾	214
過篩	215
噴漆	216
進行酸洗/電解槽作業	217
進行蒸氣脫脂槽作業	218
以盤式乾燥爐進行乾燥	219
造粒	220
將固體壓製成片狀	221

255

表 7：吸入性危害的暴露控制表單一覽（管理方法 3）

作業型態	暴露控制表單
一般原則	300
手套箱的設計與使用	301
清除吸塵設備的廢棄物	302
固體輸送	303
大量地進行清空袋子	304
填充圓桶	305
以桶用幫浦清空圓桶	306
填充或清空 IBC 桶（固體）	307
填充或清空 IBC 桶（液體）	308
填充或清空槽車（固體）	309
填充或清空槽車（液體）	310
填充小桶	311
以幫浦輸送液體	312
填充小型容器（袋或瓶）	313
以秤重元進行固體稱重	314
以秤重元進行液體稱重	315
固體混合	316
液體與液體或是固體混合	317
進行蒸氣脫脂槽作業	318

表 8：吸入性危害的暴露控制表單一覽（管理方法 4）

作業型態	暴露控制表單
一般原則	400

256

表 9：皮膚接觸的暴露控制表單

作業型態	暴露控制表單
如何減少皮膚與危害物質的接觸	Sk100
呼吸防護具的選用	R100

表 10：安全及環境控制表單

作業型態	暴露控制表單
上鎖/掛牌系統的主要功能	S100
控制逸散到空氣中的程度	E100
控制排放到水中的程度	E200
廢棄物的安全廢棄處置	E300

257

* 分類範例(二甲基甲醯胺)

258

二甲基甲醯胺

CAS No.	68-12-2
物理狀態	液體
使用量	假設約500公升

使用量：中

危害群組：D+S

二、危害辨識資料

化學品危害分類：易燃液體第3級、急毒性物質第5級（吞食）、急毒性物質第3級（吸入）、腐蝕/刺激皮膚物質第3級、嚴重損傷/刺激眼睛物質第2A級、生殖毒性物質第1級、特定標的器官系統毒性物質～重複暴露第1級

九、物理及化學性質

外觀：無色至微黃色具魚腥味液體	氣味：不舒服的魚腥
嗅覺閾值：0.046ppm	熔點：-61℃
pH值：6.7	沸點/沸點範圍：153℃
易燃性（固體，氣體）：—	閃火點：58.0℃
分解溫度：—	測試方法（開杯或閉杯）：開杯
自燃溫度：445℃	爆炸界限：2.2% (100℃)~15.2% (100℃)
蒸氣壓：2.7 mmHg (20℃)	蒸氣密度：2.51（空氣=1）
密度：0.95（水=1）	溶解度：全溶於水
辛醇/水分配係數（log Kow）：-1.01	揮發速率：0.17（乙酸丁酯=1）

散布狀況：低

259

二、危害辨識資料

化學品危害分類：易燃液體第3級、急毒性物質第5級（吞食）、急毒性物質第3級（吸入）、腐蝕/刺激皮膚物質第3級、嚴重損傷/刺激眼睛物質第2A級、生殖毒性物質第1級、特定標的器官系統毒性物質～重複暴露第1級

使用SDS的危害辨識資料與危害群組做比較

危害群組	GHS 危害分類
E	- 生殖細胞致突變性物質第1、2級 - 致癌物質第1級 - 呼吸道過敏物質第1級
D	- 急毒性物質，任何暴露途徑第1、2級 - 致癌物質第2級 - 特定標的器官系統毒性物質～重複暴露第1級 - 生殖毒性物質第1、2級
C	- 急毒性物質，任何暴露途徑第3級 - 特定標的器官系統毒性物質～單一暴露第1級 - 特定標的器官系統毒性物質～單一暴露第3級（呼吸道刺激） - 腐蝕/刺激皮膚物質第1級 - 嚴重損傷/刺激眼睛物質第1級 - 皮膚過敏物質第1級 - 特定標的器官系統毒性物質～重複暴露第2級
B	- 急毒性物質（任何暴露途徑）第4級 - 特定標的器官系統毒性物質～單一暴露第2級
A	- 急毒性物質（任何暴露途徑）第5級 - 腐蝕/刺激皮膚物質第2、3級 - 嚴重損傷/刺激眼睛物質第2級 - 所有未被分類至其他群組的粉塵及液體
S 皮膚及眼睛接觸	- 急毒性物質，皮膚接觸第1、2、3、4級 - 特定標的器官系統毒性物質～單一暴露（皮膚接觸）第1、2級 - 腐蝕/刺激皮膚物質第1、2級 - 嚴重損傷/刺激眼睛物質第1、2級 - 皮膚過敏物質第1級 - 特定標的器官系統毒性物質～重複暴露（皮膚接觸）第1、2級

1. 挑選時選危害性最大項目，故選生殖毒性物質1級→危害群組D
2. 刺激皮膚眼睛→危害群組S

260

表 4：風險等級/管理方法選擇

使用量	低粉塵度 或揮發度	中揮發度	中粉塵度	高粉塵度 或揮發度
危害群組 A				
小量	1	1	1	1
中量	1	1	1	2
大量	1	1	2	2
危害群組 B				
小量	1	1	1	1
中量	1	2	2	2
大量	1	2	3	3
危害群組 C				
小量	1	2	1	2
中量	2	3	3	3
大量	2	4	4	4
危害群組 D				
小量	2	3	2	3
中量	3	4	4	4
大量	3	4	4	4
危害群組 E				
所有屬於危害群組 E 的化學品皆使用管理方法 4。				

261

* 危害性化學品評估及分級管理實際操作步驟

262

上勞動部職業安全衛生署網站

勞動部職業安全衛生署
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, MINISTRY OF LABOR

首頁 | 網站導覽 | RSS | English | 常見問題(勞職學部) | 雙語對照 | 字級: 小 中 大

職業災害預防 · 勞工健康 · 勞動檢查 · 職業認定 · 職業病

本署介紹 | 重大政策 | 職業安全 | **職業衛生** | 勞動檢查 | 職災保護 | 新聞與公告 | 業務統計 | 便民服務 | 法規專區

作業環境監測 | **化學品管理** | 勞工健康 | 呼吸防護計畫專區 | 局限空間作業專區 | 高氣溫 | 職場永續健康與安全SDGs專區 | 工業通風專區

勞工健康及健康檢查
呼吸防護計畫專區

- 化學品評估及分級管理
- GHS化學品全球調和制度
- CSNN 新化學物質登記管理

is://www.osha.gov.tw/48110/48207/48223/modelist

263

化學品評估及分級管理

認識評估及分級管理 | **評估及分級管理工具** | 下載專區 | 最新訊息 | 技術支援系

點選評估及分級管理工具

CCB線上導覽/執行

首頁 / 評估及分級管理工具 / CCB線上導覽/執行

CCB 線上導覽/執行 | 定量評估模式 | 輔助工具箱

點選線上導覽/執行

264

GHS化學品全球調和制度 | 網站導覽

OSHA 勞動部職業安全衛生署
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, MINISTRY OF LABOR

關於CCB

關於CCB

線上導覽/執行

相關下載

最新消息

相關網站連結

諮詢管道

點選線上導覽/執行

關於CCB

什麼是化學品分級管理 (Chemical Control Banding, CCB) ?

- 以分級管理的概念，依化學品健康危害及使用情況進行初篩評估。
- 運用GHS健康危害分類來劃分化學品的危害群組，配合化學品的逸散程度及使用量來判斷潛在暴露程度，然後以風險矩陣來決定管理方法（整體換氣、工程控制、隔離、特殊規定），並提供暴露控制措施參考。
- 如分級後為較高風險等級者，應採取適當工程控制措施；如屬低度風險者，可採取相關行政管理措施（如人員進出管制、訓練、防護具使用、設備操作、維護、監督、自主檢查等）。

為什麼要實施化學品分級管理 (CCB) ?

- 因其簡單、易執行、高效率、半定量化且應用層面廣等特性，使其實用性及可行性範圍相當廣。
- 結合化學品危害分類（如GHS健康危害分類）逐漸廣為採用，以及因應目前無法一一為廠場中數量眾多的化學品建立容許濃度標準來控制勞工對危害化學品的暴露風險。

285

GHS化學品全球調和制度 | 網站導覽

OSHA 勞動部職業安全衛生署
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, MINISTRY OF LABOR

線上導覽/執行

關於CCB

線上導覽/執行

相關下載

最新消息

相關網站連結

諮詢管道

①建立基本資料

②劃分危害群組

③判定散布狀況

④選擇使用量

⑤決定管理方法

⑥參考暴露控制表單

①建立基本資料

請輸入「執行區域」名稱

執行區域

上一頁

下一步

依現場實際作業狀況劃分
EX: 製程線、作業區、廠區、機台

286

② 劃分危害群組

請問您是否已知道化學品的危害群組 (GHS)?

☐ 是 ☒ 否

上一步 下一步

若點選否，按下一步後。可點選查詢本站內建的危害群組劃分建議。

進一步詢問：

☒ 查詢本站內建的危害群組劃分建議

☐ 直接透過健康危害分類/分級來劃分

上一步 下一步

③ 劃分危害群組

請輸入化學品的中文名稱、英文名稱或CAS No. 來查詢本站內建的危害群組劃分建議！

中文名稱

英文名稱

CAS No.

查詢

填好欲查詢化學品名稱再按查詢。

267

③ 劃分危害群組

請輸入化學品的中文名稱、英文名稱或CAS No. 來查詢本站內建的危害群組劃分建議！

中文名稱

英文名稱

CAS No.

查詢

CAS No.	中文名稱	英文名稱	危害群組	選取
4437-24-2	N,N-二甲基甲醯胺二甲基胺	N,N-Dimethylformamide dimethylacetate, 1,1-Dimethoxytriethylamine, Dimethyl Formamide - N,N-Dimethyl Formamide - DMF - N,N-Dimethylformamide	A	選取
68-12-2	二甲基甲醯胺	Formamide - N,N-Dimethylformamide - Dimethylformamide - N-Formylmethanamine - DMFA	D - S	<input checked="" type="button" value="選取"/>

依危害群組劃分建議選擇欲查詢之物質後，按選取。

選取欲查詢之物質的物理型態，按下一步。

④ 判定散布狀況

請選取化學品的物理型態為『固體』或『液體』。

執行區域

中文名稱

英文名稱

CAS No.

危害群組

物理型態 ☒ 固體 ☐ 液體

上一步 下一步

268

①判定散布狀況

請依據化學品製程溫度及沸點來判別其揮發度。

☒ 製程在室溫下進行

☐ 製程溫度高於室溫

請選擇揮發度

☒ 低 沸點大於150℃

☐ 中 沸點介於50℃至150℃間。

☐ 高 沸點小於50℃。

上一步 下一步

若製程在室溫下進行，請選擇該查詢物質的沸點落在範圍，點選下一步。

②判定散布狀況

請依據化學品製程溫度及沸點來判別其揮發度。

☐ 製程在室溫下進行

☒ 製程溫度高於室溫

請輸入物質沸點及製程溫度

沸點: 0 度 製程溫度: 0 度

上一步 下一步

若製程溫度高於室溫，請輸入該物質的沸點及製程溫度，點選下一步。

269

請選擇化學品的使用量。

若為批次製程，建議採用每一批次所投入的化學品使用量；若為連續製程，則建議採用一天所投入的化學品使用量。

請選擇液體/容積

☐ 低 <1公升

☒ 中 1-1000公升

☐ 高 ≥1000公升

上一步 下一步

依步驟完成後下載參考暴露控制表單、執行紀錄、查核表單；至少每三年執行一次並保存紀錄三年。

③決定管理方法

此化學品的暴露等級及管理方法為「3」。請參閱「參考暴露控制表單」選擇適當的暴露控制表單作參考。

您也可以透過「執行紀錄」於線上查詢及檢視最新資料（保留一個月）。

執行編號 01108983

執行區域 樹林X廠

中文名稱 二甲基甲酰胺

英文名稱 Dimethyl Formamide、N,N-Dimethyl Formamide、DMF、N,N-Dimethyl Formamide、N,N-Dimethylformamide、Dimethylformamide、N-Formyldimethylamine、DMFA

CAS No. 68-12-2

危害群組 D、S

散布程度 低

使用量 中

管理方法 3

風險減緩/控制措施

風險減緩/控制措施說明

上一步 參考暴露控制表單 下載執行紀錄 下載查核表單

270

執行紀錄

雇主依本辦法採取之評估方法及分級管理措施，應作成紀錄留存備查，至少保存三年。



執行日期	
執行區域	
中文名稱	
英文名稱	
CAS No.	
物理狀態	
危害群組	
散布狀況	
使用量	
風險等級/ 管理方法	
暴露控制 表單	
檢查結果	☐ 已符合：維持現況，持續觀察 ☐ 未符合：需採取風險減緩/控制措施
風險減緩/ 控制措施	
製表者	製表日期

※ 以具GHS健康危害化學品CCB執行紀錄為例

《本辦法第11條》

271

半定量評估之執行方式 【SQRA】

272

* 半定量評估之執行方式 【SQRA】

■ 步驟1：運用各項暴露因子計算出暴露評比

- SQRA方法所採用的暴露因子(Exposure Factor, EF)，包括：
- 蒸氣壓(vapor pressure, VP)或粒徑尺寸(aerodynamic diameter, Da)；
- 每週使用量(Amount used per week)；
- 每週作業時間(Work duration/week)；
- 危害控制措施(Hazard control measure)；

■ 步驟2：根據GHS健康危害分類/分級劃分危害評比

- 建議將 HR 之評比依據，改以 GHS 危害分類為主，
- 並採用 H-Statement 編碼，加速 SQRA 之系統化分析與比對。

■ 步驟3：利用危害評比及暴露評比計算出風險等級

- 風險評比矩陣 (Risk Rating Matrix): $\text{Risk} = (\text{HR} \times \text{ER})^{0.5}$

■ 步驟4：依據風險等級採取相對應的風險控制措施

273

危害等級：如下表表一 危害等級HR(新加坡)

危害等級	後果/危害類別	化學物質舉例
1	•對健康不知有何不良影響 •ACGIH致毒物分類為A5 •不列為有毒性或有傷害性	氯化鈉(sodium chloride), 丁烷(butane), 醋酸丁酯(butyl acetate), 碳酸鈣(calcium carbonate)
2	•對皮膚、眼睛、口腔黏膜的影響可修復，尚不致於對健康造成嚴重的損害 •ACGIH致毒物分類為A4 •對皮膚有過敏和刺激性	丙酮(acetone), 丁烷(butane), 醋酸(acetic acid) 濃度10%, 鎂鹽(barium salts), 鋁塵(aluminum dust)
3	•對人或動物可能為致毒物或致變異物，但無確切資料 •ACGIH致毒物分類為A3 •IARC為2B •有腐蝕性(PH為3-5或9-11)，使呼吸器官過敏，具傷害性的化學物質	甲苯(toluene), 二甲苯(xylene), 氨(ammoria), 丁醇(butanol), 乙醛(acetaldehyde), 乙酐(acetic anhydride), 苯胺(aniline), 銻(antimony)
4	•經對動物的實驗，可能為致毒物、致變異物、或致畸胎物 •ACGIH致毒物分類為A2 •IARC為2A •極有腐蝕性(PH為0-2或11.5-14) •毒性的化學物質	甲醛(formaldehyde), 鎘(cadmium), 二氯甲烷(methylene chloride), 乙炔化氧(ethylene oxide), 丙烯腈(acrylonitrile), 丁二烯(1,3-butadiene)
5	•知對人為致毒物、致變異物、或致畸胎物 •ACGIH致毒物分類為A1 •NTP為A •IARC為1 •較毒性的化學物質	苯(benzene), 聯苯胺(benzidine), 鉛(lead), 砷(arsenic), 銍(beryllium), 溴(bromine), 氯乙烯(vinyl chloride), 汞(mercury), 結晶型二氧化矽(crystalline silica)

備註：1.ACHH(American Conference of Governmental Industrial Hygienist)美國政府工業衛生師協會
2.IARC(International Agency for Research on Cancer)國際癌症研究中心
3.NTP(The U.S. National Toxicology Program)美國國家毒物計畫

274

表二 毒性化學**危害等級HR**（新加坡）

危害等級	給老鼠口服半數致死劑量(LD ₅₀)每公斤體重毫克	給老鼠或兔子經由皮膚吸收的半數致死劑量(LD ₅₀)每公斤體重毫克	給老鼠吸入半數致死劑量(LD ₅₀)每四小時吸入氣態毫克量	給老鼠吸入半數致死劑量(LD ₅₀)每四小時吸入液固態毫克量
2	> 2000	> 2000	> 20	> 5
3	> 200~≤2000	> 400~2000	> 2.0~≤20	> 1~≤5
4	> 25~≤200	> 50~≤400	> 0.5~≤2.0	> 0.25~≤1
5	≤25	≤25	≤0.5	≤0.25

備註：(LD₅₀)半數致死量係指導致50%動物死亡的致死劑量。

275

暴露等級(ER)計算方法

(一)有環測資料時：

$$E = (F \times D \times M) / W$$

E=每週暴露(ppm或mg/m³)

F=每週暴露次數(次)

D=每次暴露平均時間(時)

M=暴露值(ppm或mg/m³)

W=每週平均工時(40小時)

276

表三 有害物暴露等級表(新加坡)

E/PEL	(ER)暴露等級
< 0.1	1
0.1 < 0.5	2
0.5 < 1.0	3
1.0 < 2.0	4
> 2.0	5

有環測資
料時

註：

1. PEL為容許濃度；E為暴露濃度。

2. 暴露在兩種以上有相加毒性效應的時候，其Dose值之計算如下：

Dose混合=E1/PEL1+E2/PEL2+E3/PEL3+E4/PEL4+...+En/PELn

E=濃度，PEL=相對應之容許濃度

例如：如果暴露時間超過40小時，則PEL值應乘於f值：

f=40/H(168-H)/128

H=每週工作時數

277

(二)無環測資料時：

當環境監測測無可利用(Not available)時，暴露等級(ER)可由暴露各項因素之暴露指數EI來決定：

$$ER = (EI_1 \times EI_2 \times EI_3 \times \dots \times EI_n)^{1/n}$$

暴露指數(EI)		1	2	3	4	5
暴露因子(EF)						
逸散程度	蒸氣壓 (mmHg), Vp	< 0.1	≤ 0.1或≤ 1	> 1或≤ 10	> 10或≤ 100	> 100
	粒徑大小, Da	肉眼可見之潮濕粉塵	肉眼可見之乾燥粉塵	> 100 微米	10 ~ 100 微米	< 10 微米
每週使用量 (kg 或 L/week)		< 1	≥ 1或< 10	≥ 10或< 100	≥ 100或< 1000	≥ 1000
每週作業時間 (hr/week)		< 8	≥ 8或≤ 16	> 16 或≤ 24	> 24或≤ 32	> 32
控制措施*		[密閉製程]、或[與密閉製程同等效果之適當控制措施，並定期維護]	[設有局部排氣裝置]、或[其它適當有效之控制措施，並定期維護]	[設有適當控制措施，但無維護]、或[機台表面或地板上有些許粉塵散布或化學品殘留污漬]	[未有適當控制措施]、或[機台表面或地板上有粉塵散布或化學品殘留污漬]	[無任何控制措施]、或[機台表面或地板上明顯有粉塵散布或化學品殘留污漬]

278

SQRA 風險等級矩陣

HR: 危害級別(1到5級)

$$\text{Risk} = \sqrt{(\text{HR} \times \text{ER})}$$

ER: 暴露級別(1到5級)

公式中取平方根是為了將風險水平值限制在1-5之內。
當風險值不為整數時，可將風險值四捨五入，取其整數值



HR \ ER	1	2	3	4	5
1	1	1.4	1.7	2	2.2
2	1.4	2	2.4	2.8	3.2
3	1.7	2.4	3	3.5	3.9
4	2	2.8	3.5	4	4.5
5	2.2	3.2	3.9	4.5	5

279

設定務實可執行之管理措施(建議)

風險等級 1 (可忽略風險)

1. 維持現況
2. 每3年重新評估

風險等級 2 (低風險)

1. 維持控制措施
2. 考慮是否要進行空氣監測
3. 決定作業人員是否需要訓練
4. 每2年重新評估

風險等級 3 (一般風險)

1. 加強控制措施
2. 進行空氣監測
3. 給予作業人員足夠的訓練
4. 每1年重新評估

風險等級 4 (高風險)

1. 加強控制措施(施行有效的工程控制)
2. 施行個人防護計畫(呼吸、眼睛、皮膚)
3. 提供個人必要的安全防護用品
4. 制定和實施安全正確的工作程序
5. 在必要的情況下建立應急救護程序
6. 控制措施未完成前給予個人防護具
7. 短時間的較高暴露需要給予工作人員個人防護具
8. 進行空氣監測
9. 給予作業人員足夠的訓練
10. 上述工作落實後重新進行監測評估風險

風險等級 5 (極高風險)

1. 加強控制措施(施行有效的工程控制)
2. 施行個人防護計畫(呼吸、眼睛、皮膚)
3. 提供個人必要的安全防護用品
4. 制定和實施安全正確的工作程序
5. 在必要的情況下建立應急救護程序
6. 控制措施未完成前給予個人防護具
7. 短時間的較高暴露需要給予工作人員個人防護具
8. 進行空氣監測
9. 給予作業人員足夠的訓練
10. 上述工作落實後重新進行監測評估風險

可支援作業環境
監測之採樣策略

仍須優先執行我國現行法規
要求之管理措施

280

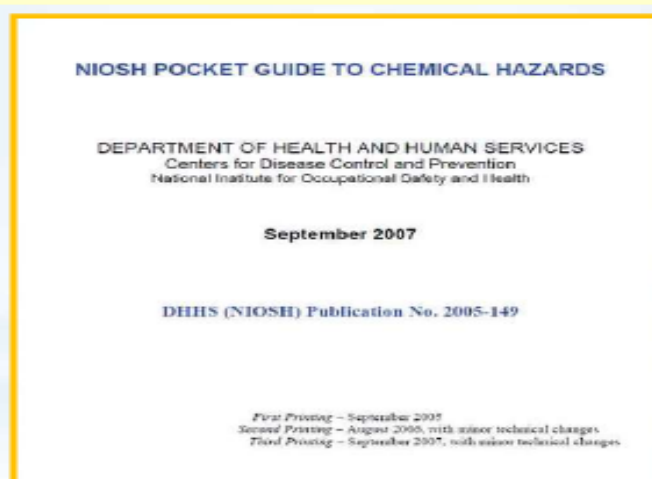
CCB與SQRA差異

這些東西一樣嗎？

項目	健康危害	暴露程度	風險	分級	管理
ILO的CCB	GHS危害片語	使用量、沸點 (運算方法)	風險矩陣	4級	控制表單
新加坡方法	LD50	使用量、使用時間、蒸氣壓、通風狀況 (運算方法)	風險矩陣	5級	管理及控制 (無表單)
採樣分析	OEL	監測結果		監測結果/OEL	
為了SEG分級(優先採樣)的評分					

281

立即危害生命健康濃度(IDLH):在未使用呼吸防護具狀況下，暴露不逾30分鐘，不致引起不可恢復健康效應之最大濃度



各種化學物質 IDLH

282

化學品管理		危害性化學品評估及分級管理(CCB)
項目		
對象		CNS15030化學品分類，具有健康危害者(約19000種)
依法執行頻率	三年一次	第六條:雇主每三年至少執行一次
	重新評估	第六條:化學品之種類、操作程序或製程條件變更，而有增加暴露風險之虞
	每年一次	第八條:暴露濃度低於容許暴露標準但高於或等於其二分之一者
說明		•GHS健康危害分類來劃分化學品的危害群組，配合化學品的逸散程度及使用量來判斷潛在暴露程度，然後以風險矩陣來決定管理方法（整體換氣、工程控制、隔離、特殊規定），並提供暴露控制措施參考。
執行重點		採取之評估方法及分級管理措施，應作成紀錄留存備查，至少保存三年。（執行紀錄、查核表單）
罰則		通知限期改善，屆期未改善處新臺幣三萬元以上三十萬元以下罰鍰。

※備註:依法執行頻率的法條係指危害性化學品評估及分級管理辦法

283

危害性化學品管理之 定量推估

284

* 定量暴露風險推估模式

- 可參考美國工業衛生學會 (American Industrial Hygiene Association, AIHA) 所出版之「Mathematical Models for Estimating Occupational Exposure to Chemicals, 2nd edition」，包含下列模式：

- 作業場所無通風推估模式 (Zero ventilation model)
- 飽和蒸氣壓模式 (Saturation Vapor Pressure Model)
- 暴露空間模式 (Box Models)
- 完全混合模式 (Well-mixed Room Model)
- 二暴露區模式 (Two-Zone Model)
- 渦流擴散模式 (Turbulent Eddy diffusion model)
- 統計推估模式 (Statistical models)
- 其他具有相同效力或可有效推估勞工暴露之推估模式

推薦使用

※來源：危害性化學品評估及分級管理技術指引 附件四

285

* 方法一：作業場所無通風推估模式 (Zero ventilation model)

此方法模式為**汙染物在不通風房間裡逸散至空氣中之平均濃度**，係指化學品全部散佈於空氣中且完全排出現場通風表面沉降及參與化學反應等因素而損失的化學品。公式如下：

$$C(\text{mg}/\text{m}^3) = M(\text{mg}) / V(\text{m}^3)$$

C: 濃度

M: 化學品使用量

V: 作業場所空間體積

286

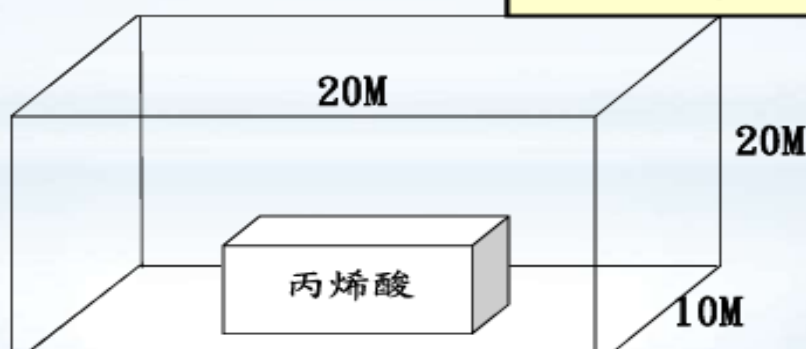
*** 「作業場所無通風」方式針對使用量小(該化學品全數逸散至空氣中也不超過容許濃度)**

- 假設某工廠作業場所使用1桶0.01公斤丙烯酸，作業場所空間體積長:20公尺、寬:10公尺、高:20公尺；問空氣中之丙烯酸濃度(最壞狀況)是否超過容許濃度？

解: $0.01(\text{kg}) \times 1000000(\text{mg/kg}) / 4000(\text{m}^3) = 2.5(\text{mg/m}^3)$

$$2.5 < 30(\text{mg/m}^3)$$

註: 丙烯酸容許濃度為30 (mg/m³)
故符合標準。



287

*** 方法二: 飽和蒸氣壓模式 (Saturation vapor pressure model)**

對於已知或可估計蒸汽壓的物質，可利用此模式有效推估出其逸散於空氣中之濃度限值(concentration limit)。

通常用來推估密封容器頂端之濃度與可以達到平衡狀態之飽和濃度。

此飽和濃度通常代表為最糟的情況。

※簡易的飽和蒸氣壓模式如下：

$$VP_A / P_{atm} * 10^6 = \text{ppm}$$

C: 濃度(ppm或mg/m³)

VP_A: 化學物質蒸氣壓

P_{atm}: 大氣壓(760mmHg)

MW: 分子量

$$\text{ppm} = \text{mg/m}^3 \times \frac{24.45}{\text{分子量}}$$

※假設在NTP(25℃，1大氣壓)的情況下，可透過下式子可轉換為mg/m³：

$$VP_A / P_{atm} * 10^6 * MW / 24.45 = C (\text{mg/m}^3)$$

288

* 飽和蒸汽壓最糟狀況定義(worst case)

由於飽和蒸氣壓模式假設現場為一封閉且無通風換氣之作業環境，應考量廠房實際作業環境及通風條件，將公式計算而來之飽和蒸氣濃度，乘以暴露濃度推估因子，使暴露濃度推估值其更貼近實際現場暴露程度，以評估是否低於法定容許暴露標準。

- 假設要求
 - 該化學品持續被釋放到室內空氣中；
 - 室內沒有通風設備或 $Q = 0 \text{ m}^3/\text{min}$ ；
 - 室溫及液體溫度不變；
 - 有足夠時間可以達到平衡；
 - 室內的液體(或固體)化學品有足夠的量可以達到平衡；
 - 符合理想氣體定律。

289

* 飽和蒸氣壓推估模式

一個密閉容器中(如圖2所示)，含有一半容積之液態純化學品及一半容積之純空氣，當純化學品分子具足夠動能時，能脫離液體表面蒸發進入空氣中，而空氣中之純化學品氣態分子可凝結為液態。當蒸發率與凝結率相同時，系統達到平衡狀態，此時容器空氣部分裡化學分子之分壓，稱為飽和蒸氣壓。

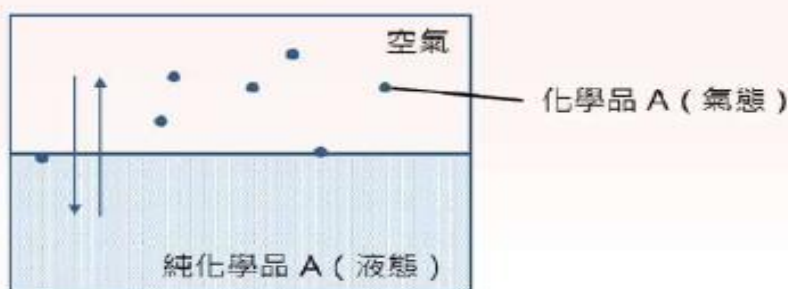


圖 2：飽和蒸氣壓模式

飽和蒸氣壓模式為一基本且保守的推估方法。當現場通風或其他可用資訊不足時，可使用飽和蒸氣壓模式來模擬作業環境中的氣體或蒸氣散布，推估現場操作化學品之空氣中濃度，進而確認廠場暴露程度是否低於容許暴露標準。然此模式不適用於模擬霧狀氣體散

290

*** 飽和蒸氣壓模式下，不同環境及通風條件之暴露濃度推估因子**

環境及通風條件	暴露濃度推估
侷限空間或無通風	飽和蒸氣濃度 $\times 1/10$
通風不良	飽和蒸氣濃度 $\times 1/100$
整體換氣(6次/分)	飽和蒸氣濃度 $\times 1/1000$
局部排氣	飽和蒸氣濃度 $\times 1/10000$
密閉作業	飽和蒸氣濃度 $\times 1/100000$

※來源:CB(定量暴露評估推估模式)²⁹¹

*** 以飽和蒸汽壓模式進行定量推估**

※以丙烯酸為例:丙烯酸飽和蒸汽壓3.1mmHg(20℃)，分子量72.06

計算如下:

$$VP_A / P_{atm} \times 10^6 \times MW / 24.45 = C \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

C: 濃度(ppm或mg/m³)
 VP_A: 化學物質蒸氣壓
 P_{atm}: 大氣壓(760mmHg)
 MW: 分子量
 丙烯酸容許濃度: 10ppm或30mg/m³

$$3.1 / 760 \times 10^6 \times 72.06 / 24.45 = 12021.63 \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

參考表單找出暴露評估濃度推估因子:

該場所為密閉作業: $12021.63 \times (1/100000) = 0.12 < 30 \text{ (mg/m}^3\text{)}$

* 方法三：以純液體表面的釋放速率預測來進行定量推估

- 以常見之典型環境值計算

—考慮室溫及室壓在20°C及1atm的情況下： $T=293^{\circ}\text{K}$ 、 $P_{\text{atm}}=101325\text{Pa}$ 、 ν (空氣黏度) $=1.52\times 10^{-5}$

※純物質在一個固定表面積和溫度條件的揮發釋放率下的揮發釋放率。

Gary :

$$G = (11.58 \times 10^6) \cdot D_M^{1.9} \cdot \left(\frac{0.00152 \cdot U}{D_M} \right)^{0.625} \cdot \left(\frac{0.0000152}{D_M} \right)^{0.3} \cdot L^{-0.11} \cdot \sqrt{\frac{101325}{101325 - P_v}} \cdot P_v \cdot MW \cdot A$$

Iiummel :

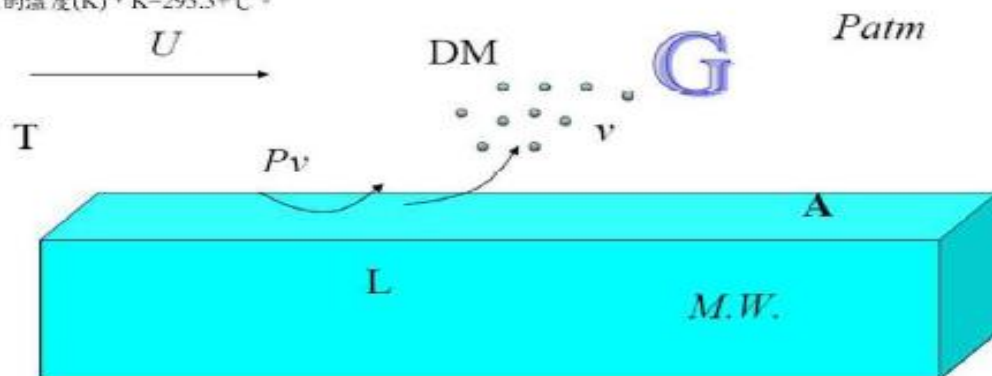
較簡易

$$G = 0.393 \cdot MW^{0.833} \cdot P_v \cdot \left(0.0345 + \frac{1}{MW} \right)^{0.25} \cdot A \cdot \sqrt{\frac{U}{L}}$$

293

* 純液體表面的釋放速率預測圖示

G = 污染物釋放率 (mg/min)
 DM = 物質在空氣中的分子擴散係數 (m^2/sec)
 ν = 空氣的動黏(滯)度，在20°C和1atm下，此值為 $1.52 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}$ 。
 U = 在液體貯存池(桶)上方的風速 (m/sec)
 P_v = 揮發性化合物的蒸氣壓 (Pascal, Pa)
 P_{atm} = 大氣壓力 (Pa)，1 atm = 101325 Pa。
 R = 理想氣體常數， $8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。
 MW = 化合物的分子量 (g/mol)
 A = 液體貯存池(桶)的表面積 (m^2)
 L = 液體貯存池(桶)的表面長度 (m)
 T = 液體的溫度 (K)， $\text{K} = 293.3 + ^{\circ}\text{C}$ 。



294

* 純液體表面的釋放速率預測範例：

- * 某小房間體積 $V = 22.7 \text{ m}^3$ 通風量 $Q = 18.6 \text{ m}^3/\text{min}$ ，假設均勻混合。15 mL 的正戊烷(比重為 0.63 g/mL)逸散在房間中，先假設蒸氣質量釋放率為常數。假設圓形容器的面積 $A = 79 \text{ cm}^2$ ，有效容器表面的長度 $L = 7.9 \text{ cm}$ 。圓形容器上方的空氣速度 $U = 0.057 \text{ m/sec}$ (11 fpm)

Hummel :

$$G = 0.393 \cdot MW^{0.833} \cdot P_v \cdot \left(0.0345 + \frac{1}{MW} \right)^{0.25} \cdot A \cdot \sqrt{\frac{U}{L}}$$

$$= 0.393 \times (72.2)^{0.833} \times 55995 \times \left(0.0345 + \frac{1}{72.2} \right)^{0.25} \times 0.0079 \times \sqrt{\frac{0.057}{0.079}}$$

$$= 2450 (\text{mg/min})$$

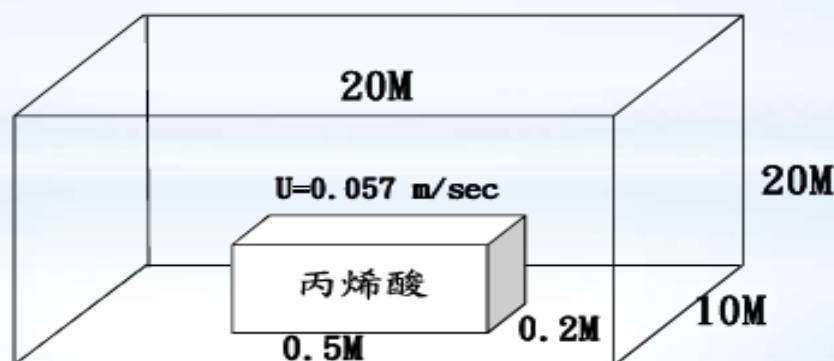
可由風速計測得液體上方風速

可查sds求得該物質蒸氣壓。單位須將mmHg換算為Pa

295

* 純液體表面的釋放速率預測來進行定量推估 (該化學品全數逸散至空氣中會其超過容許濃度時，建議先計算出釋放速率，再進行定量推估。)

- 假設某工廠作業場所使用1桶1000公斤丙烯酸(分子量:72.06)，作業場所空間體積長:20公尺、寬:10公尺、高:20公尺，丙烯酸容器長:50公分、寬:20公分、丙烯酸容器上方風速 $U = 0.057 \text{ m/sec}$ ，丙烯酸蒸氣壓為 3.1 mmHg ，勞工每日作業2小時，問勞工於該場所作業空氣中之丙烯酸濃度(最壞狀況)是否超過容許濃度？



296

若直接假設該場所丙烯酸全部揮發至空氣中，
推估之濃度會超過容許濃度：

如果使用「無通風推估模式」丙烯酸會超過空氣中容許濃度：

解： $1000(\text{kg}) \times 1000000(\text{mg/kg}) / 4000(\text{m}^3) = 250000(\text{mg/m}^3)$

$250000(\text{mg/m}^3) > 30(\text{mg/m}^3)$

※丙烯酸推估之濃度超過容許濃度故須改用計算出釋放速率，再進行定量推估。

297

推估方法三：針對使用量大且無有效之換氣設備

計算方式：

第一步：利用Hummel公式求出污染源釋放率G(mg/min)

Hummel：

$$G = 0.393 \cdot MW^{0.833} \cdot P_v \cdot \left(0.0345 + \frac{1}{MW} \right)^{0.25} \cdot A \cdot \sqrt{\frac{U}{L}}$$

$$G = 0.393 \times 72.06^{0.833} \times 413.3 \times (0.0345 + 1/72.06)^{0.25} \times 0.1 \times \sqrt{0.057/0.5} \\ = 90.07 \text{ mg/min}$$

單位轉換： $3.1\text{mmHg} = 413.3\text{Pa}$ 。

<http://www.ifreesite.com/calculator/tool/pressure.htm>

第二步：計算出勞工工作兩小時之空氣中丙烯酸濃度

$$90.07(\text{mg/min}) \times 120(\text{min}) = 10808.4(\text{mg})$$

$$10808.4(\text{mg}) / 4000(\text{m}^3) = 2.7(\text{mg/m}^3)$$

※ $2.7(\text{mg/m}^3) < 30(\text{mg/m}^3)$

註：丙烯酸容許濃度為30 (mg/m³)
故符合標準。

298

其他具有相同效力或可有效推估勞工暴露之推估模式:ECETOC TRA

299

化學品定量評估：ECETOC TRA

- 歐洲針對性風險評估 (ECETOC TRA) ECETOC TRA
- 歐盟會員國最常用於REACH暴露評估之工具，係由歐洲生態毒理學和化學品毒理學中心 (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals, ECETOC) 於2004年所開發完成的ECETOC Targeted Risk Assessment (ECETOC TRA) 工具。
- 解決具有容許暴露濃度標準之化學物質執行定量推估之困難，戶外作業亦適用
- 依據歐盟官方開發單位所稱，ECETOC TRA工具所推估出來的暴露濃度，其濃度代表值，約為該項暴露情境條件下之90%，與我國「危害性化學品評估及分級管理技術指引」所建議推估之第95百分位(X95) 已相當接近。

300

ECETOC TRA 方法流程/步驟



301

暴露參數條件說明

■ 製程類別代碼

- 製程類別 (Process category, PROC) 是歐盟建立之廠場相關用途描述，用於定義之工作類型、應用技術或製程類型，亦包括勞工使用或處理成品。
- 主要目的是區分不同工作型態或製程類型可能造成勞工暴露的差異，用一致性的用途描述協助跨產業的使用者與供應鏈定義與區分。
- 各製程類別之用途描述反映工作活動的性質和範疇，應就其說明和範例確保選擇之製程類別是符合操作情境的

302

ECETOC TRA (worker) PROC code 製程類別

PROC1	採用密閉製程，沒有暴露的可能性
PROC2	使用於密閉，偶爾產生暴露的連續製程
PROC3	採用批次式密閉製程（合成或生成）
PROC4	採用批次式和其他製程（合成）時，有機會發生暴露
PROC5	成品與調配品批次式混合或融合製程（多階段和(或)顯著之接觸）
PROC6	壓延操作
PROC7	工業噴漆
PROC8a	利用非專用設施輸送物質或調配品，以充填器皿或大型容器/從器皿或大型容器中卸下
PROC8b	利用專用設施輸送物質或調配品，以充填器皿或大型容器/從器皿或大型容器中卸下
PROC9	化學品或調配品輸送至到小型容器內（灌裝生產線專用，包含秤重）
PROC10	輥塗或刷塗
PROC11	非工業噴漆
PROC12	泡棉產品製程使用起泡劑
PROC13	浸漬和澆注之處理製程
PROC14	壓片，壓縮，擠出，造粒生產之調配品或成品
PROC15	小規模實驗室內使用的實驗劑
PROC16	材料作為燃料來源，預期有限的未燃燒物品會產生暴露
PROC17	高能量條件下之潤滑油操作，機台部分區域為開放性製程
PROC18	高能量條件下之潤滑油操作
PROC19	近距離手動操作作業（僅個人防護具可用）
PROC20	專業高壓液體之熱傳導散熱製程（密閉系統）
PROC21	物質結合材料或成品的低能量操縱製程
PROC22	升溫過程的封閉式礦物/金屬操作-工業情境
PROC23	升溫過程的開放式礦物/金屬操作
PROC24	物質結合材料和(或)成品的高能量（機械）操縱製程
PROC25	金屬熱加工操作

303

製程類別代碼選擇範例

製程類別代碼選擇範例

PROC1

物質使用於高度整合系統中，
暴露的可能性極低。
例如閉環系統中的取樣工作。



PROC2

使用於密閉，
偶爾產生暴露的連續製程



化學品或壓力批次製程在密閉環境中完成主要
操作程序，例如排氣式輸送，但過程中（如
採樣時），仍有機會接觸到化學品。

連續製程作為設計的目標不以降低排放為目的。
因為製程整合程度不高所以如維修、取樣、設備損壞時偶爾會產生暴露。

304

製程類別代碼選擇範例

名稱	容許濃度	備註
鹽酸(HCL)	5(ppm)	特化丁類； 非環測必要 項目；最高 容許濃度
硝酸	2(ppm)	特化丁類； 非環測必要 項目
鎳，金屬 及 非溶性 化合物 (以鎳計)	1(mg/m ³)	非環測必要 項目
鎳，可溶 性 化合物 (以 鎳計)	0.1(mg/ m ³)	非環測必要 項目

PROC13 浸漬和澆注之處理製程



- 浸漬處理。
- 浸漬、澆注、浸入、浸煮、泡洗、洗滌的方式處理成品，包括冷卻生成型或塑型型的基材。
- 也包括（如物件）**塗料**、漆等物件的加工。
- 以低耗能的方式將物質塗於物件表面，例如**噴漆**或將調製品澆注在表面。

305

製程類別代碼選擇範例

金屬因受熱超過熔點就會產生金屬煙塵，且煙塵可能含有的化學物質種類多，若以環境監測作完整評估，其經費多且容易造成個人採樣不方便。

物質名稱	勞委會-PEL (mg/m ³)	OSHA-PEL (mg/m ³)	NIOSH-REL (mg/m ³)	ACGIH-TLV (mg/m ³)
鎢(Cr-VI)	0.05	0.005	0.001	0.05
鎢(FeO, Fe ₂ O ₃)	10*	10*	5*	5
鉛(Pb)	0.05	0.05	0.05	0.05
鎢(Ni)	1	1	0.015	0.2
鎢(Cd)	0.05	0.005	人類致癌物 as low as possible	0.01
鎢(Mn)	1*	5* Ceiling	1* (STEL: 3*)	0.2*
鎢(Co)	0.05*	0.1*	0.05*	0.02
鎢(Cu)	1 0.2*	0.1	0.1	0.2*
鎢(氧化鋅 ZnO)	5*	5 可呼吸性粉塵	5 (Ceiling: 15)	2* (STEL: 10*) 可呼吸性粉塵

*以呼吸管之總面(Fume)計算

PROC25 金屬熱加工操作



- 金屬熱加工操作，包括：鍛造、鑄造、鍛造、鑄造、鍛造、鑄造，也包含熱處理作業的專業。
- PROC 25a：金屬熱加工操作 - 操作溫度(ppt)小於或等於 1000°C - 低溫熱處理。
- PROC 25b：金屬熱加工操作 - 操作溫度(ppt)的熔點(MP) - 中溫熱處理。
- PROC 25c：金屬熱加工操作 - 操作溫度(ppt)大於熔點(MP) - 高溫熱處理。

306

產出呼吸暴露濃度推估值、呼吸暴露風險推估值以及風險分級

填寫日期(yyy/mm/dd) (請照後白動產生)	2020/03/11 15:22	
● 基本資料		
定量評估模式	ECETOC TRA v3.1	
事業單位名稱	請填入你們公司的名稱---	
執行區域	301PRP課	
化學品名稱(料號、原料白訂編號)	全部重K300	
化學物質_中(英)文名稱	對本二製 (p-Phenylenediamine)	
化學物質 CAS No.	106-50-3	
化學物質分子量 (g/mol)	100	
呼吸暴露參考劑量	可選用 PEL、TLV、OELs	
▼ 參考劑量 參考單位	呼吸暴露濃度推估	0.6 mg.m-3
● 操作暴露資料	呼吸暴露風險推估	RISK = 0.06
作業描述 (自由說明文字)	風險分級 = 【第 1 級】	
備註說明 (自由說明文字)	第一級管理： 暴露濃度低於容許暴露標準二分之一者，除應持續維持原有之控制或管理措施外，製程或作業內容變更時，並執行適當之變更管理措施。	
▼ 製程類別代碼		
▼ 用途類型		
▼ 物質形態固/揮發固		
▼ 平均每日作業時間	C_15分鐘-1小時/日 (15-60 mins)	
▼ 作業場所與通風裝置	B_室內場所	
▼ 呼吸防護具使用情形	B_使用具90%防護效率(APF=10)之呼吸防護具	
▼ 指定物質於製程之含量百分比	D_大於25%	

307

化學品定量評估：ECETOC TRA 如何下載



SANTECH

化學品定量評估 - 中文化輔助小幫手

操作流程與範例說明

中文化輔助小幫手取得流程

下載國際標準評估工具

從 ECETOC TRA 官網下載 ECETOC TRA3.1 版之 Integrated tool，解壓縮並儲存於作業資料夾（解壓縮後，夾底生一檔 [TRAMv31] 資料夾）

<http://www.ecetoc.org/tools/targeted-risk-assessment-tra/>

308

危害性化學品評估及分級管理技術指引（第16點）：
雇主使勞工製造、處置、使用非屬有容許暴露標準
化學品，除依第4點規定辦理健康危害風險評估及分
級管理外，得參照先進國家標準或專業團體建議，
自行設定暴露標準。

用於定量評估，其參考劑量之取得，有以下三種常見來源：

- 使用當地法規發布之勞工作業場所容許暴露標準(Permissible Exposure Limit, PEL)。
- 德國社會事故保險協會職業安全與健康研究所(IFA, Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance) 建置之GESTIS 資料庫(<https://limitvalue.ifa.dguv.de/>)。
- 美國政府工業衛生師協會(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH) 亦會定期依據最新科研報告與專家會議結論，更新ACGIH 忍限量(Threshold Limit Values, TLVs)，唯此文件需付費購買，ACGIH官方網站並無公開資訊可供查詢各物質之TLV 數值。

309

沒有PEL但都有國際標準之化學品

項次	CAS NO	物質名稱	優先管理化學品 ¹	ECHA SVHC ²	Sin List ³	既有化學物質標準登錄 ⁴	國際間職業暴露標準 ⁵
1	108-65-6	丙二醇甲醚乙酸酯	第2條第3款				★
2	124-09-4	1,6-己二胺	第2條第2款_非CMR第1級				★
3	872-50-4	N-甲基吡咯烷酮	第2條第2款_CM第1級	●	●	●	★
4	100-21-0	對苯二甲酸	第2條第2款_非CMR第1級			●	★
5	78-79-5	異戊二烯	第2條第2款_CM第1級		●	●	★

1：優先管理化學品：依據「優先管理化學品之指定及運作管理辦法」指定應申報之化學品。

2：歐盟化學總署(ECHA) 目前所頒佈之高度關注物質(Substances of Very High Concern, SVHC)，及其人類可能健康效應。

3：Sin List (SIN (Substitute It Now!) List)，由歐盟國際化學品秘書處(The International Chemical Secretariat, ChemSec) 開發的化學品列表資料庫，其中包括歐盟REACH法規可能受到法律限制的化學品。2022年統計，該資料庫共已表列超過1000 種化學品。

4：既有化學物質標準登錄：依據「新化學物質及既有化學物質資料登錄辦法」指定我國該化學物質之製造與進口業者，應提交相關登錄資料之化學物質。

5：依據德國社會事故保險協會職業安全與健康研究所(IFA, Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance)建置之GESTIS 資料庫(<https://limitvalue.ifa.dguv.de/>) 之查詢結果。

●：表示該化學物質已列入該項物質清單中。

★：先進國家或專業團體已設置職業暴露標準或建議。

資料來源：作業場所暴露實態(剖面) 及相似暴露族群之建立 方澤沛

310

參考美國工業衛生學會(AIHA, American Industrial Hygiene Association)分級方式

範圍	AIHA評估結果分級	AIHA分級說明
推估濃度 < 0.01OEL	第0級	暴露情形幾乎不存在。
0.01OEL ≤ 推估濃度 < 0.1OEL	第1級	暴露情形受到高度的控制，勞工有受到微量的暴露。
0.1OEL ≤ 推估濃度 < 0.5OEL	第2級	暴露情形控制良好，勞工常常接觸到低濃度的暴露及少量的高濃度暴露。
0.5OEL ≤ 推估濃度 < OEL	第3級	暴露情形有控制，勞工皆出過低濃度的暴露及不頻繁的高濃度暴露。
推估濃度 ≥ OEL	第4級	暴露情形之控制，勞工經常接觸到高濃度或非常高濃度的暴露。

311

AIHA適用的管理/控制

Table 24.1 – AIHA® Exposure Control Rating Categories

SEG Exposure Control Category**	Applicable Management/ Controls	
0 (<1% of OEL)	no special action necessary	無需採取特別行動
1 (<10% of OEL)	standard procedures and training, general hazard communication	標準程序和訓練，一般危害通識
2 (10–50% of OEL)	+ chemical specific hazard communication, periodic exposure monitoring	特定化學危害通識，定期暴露監測
3 (50–100% of OEL)	+ required exposure monitoring, workplace inspections to verify work practice controls, medical surveillance and biological monitoring as appropriate for the agent	需要進行暴露監測、檢查工作場所驗證落實控制措施、針對該危害採取適當的醫療監測(健檢)和生物偵測
4+ (>100% of OEL, Multiples of OEL; e.g., based on respirator APFs)	+ implement hierarchy of controls, monitoring to validate effectiveness of controls at mitigating exposure to acceptable levels and/or to assess the respirator protection factor selection when other controls are ineffective or infeasible	

** Upper Tail Decision statistic = 90th, 95th, 99th percentile

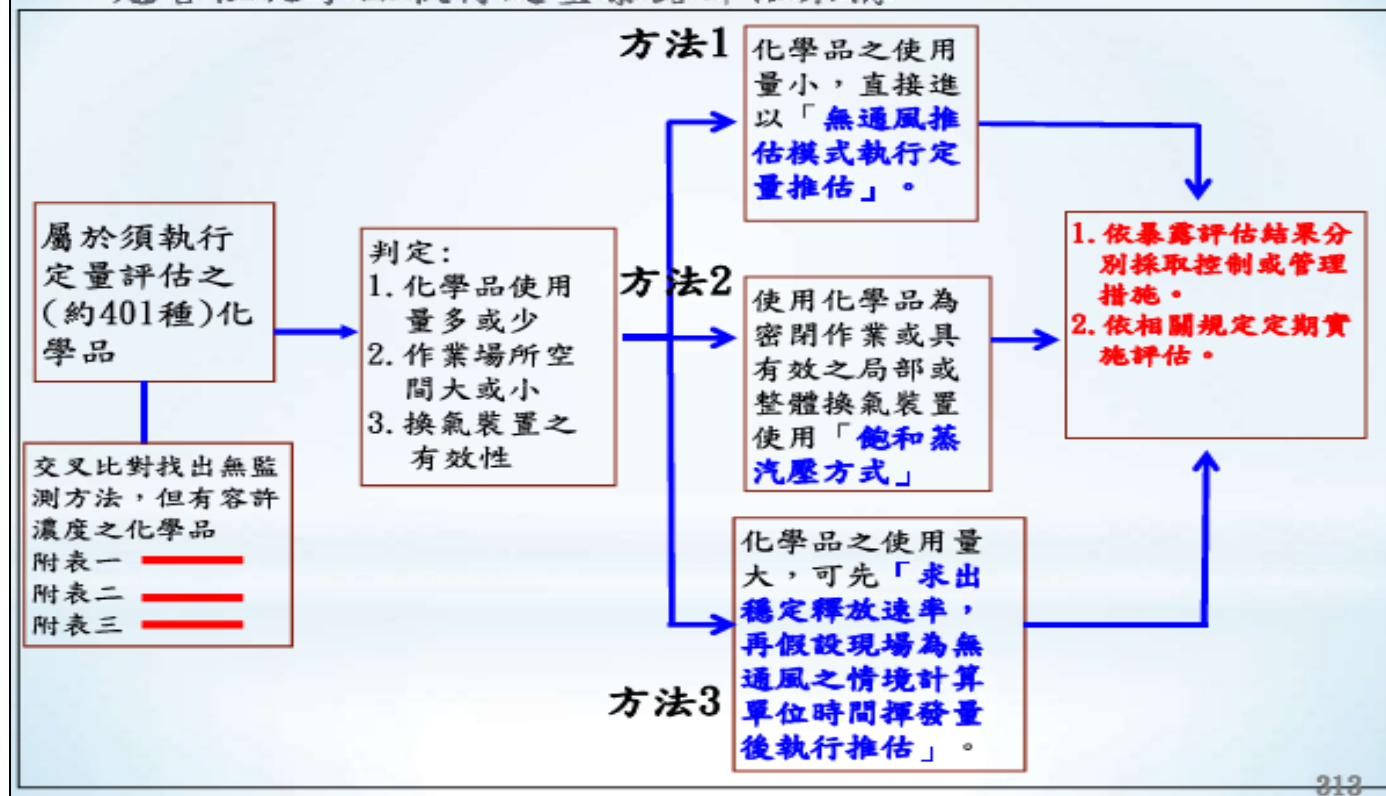
實施階層控制，並進行監控以驗證有效性控制措施將暴露降低到**可接受的水平**，當其他控制措施無效或不可行的，應評估防護係數選擇適當的呼吸防護器具。

控制的階層考量(Hierarchy of Control):

1. 消除造成暴露的製程、設備或物質。
2. 以低暴露的製程、設備或物質等取代。
3. 工程控制。(密閉、隔離、通風)
4. 勞工作業方法控制與訓練。(正確的工作)
5. 行政管理措施。(輪班、減少暴露時間)
6. 使用PPE。

312

* 危害性化學品執行定量暴露評估架構



* 具健康危害性化學品實際應如何執行管理才可以符合法令規定?

執行CCB時機? 定量推估時機? 哪寫分管理第一、二、三級管理? 哪些分管理1、2、3、4

寧可多做也不要少做或做錯!!

→ 所有具健康危害之化學品就執行CCB，再針對廠內監測辦法(91種)以外具PEL(401種)之化學品，依下列方法做「暴露推估」。

- (1) 作業環境採樣分析
- (2) 直讀式儀器監測
- (3) 定量暴露推估模式

其他定量暴露風險推估模式介紹

- 可參考美國工業衛生學會 (American Industrial Hygiene Association, AIHA) 所出版之「Mathematical Models for Estimating Occupational Exposure to Chemicals, 2nd edition」，包含下列模式：
- 作業場所無通風推估模式 (Zero ventilation model)
- 飽和蒸氣壓模式 (Saturation Vapor Pressure Model)
- 暴露空間模式 (Box Models)
- 完全混合模式 (Well-mixed Room Model)
- 二暴露區模式 (Two-Zone Model)
- 渦流擴散模式 (Turbulent Eddy diffusion model)
- 統計推估模式 (Statistical models)
- 其他具有相同效力或可有效推估勞工暴露之推估模式

315

暴露空間模式 (Box Models)

- 暴露空間模式將作業場所模擬為一個大箱子 (參考勞動部「化學品評估及分級管理：健康危害化學品定量暴露評估推估模式」)，**其內充滿高度擾動的室內氣流，假設其內空氣均勻混合**，運用質量平衡及其他簡化之假設，可推導出化學品濃度描述公式4如下：

$$C_{Aroom} = \left(C_{Aroom0} - C_{Ain} - \frac{G_A}{Q} \right) \times e^{-\frac{Q(t-t_0)}{V}} + C_{Ain} + \frac{G_A}{Q} \dots\dots\dots \text{公式 4}$$

其中，

C_{Aroom} ：化學品 A 之室內均勻濃度 (mg/m³)

C_{Aroom0} ：化學品 A 之室內初始 (t=0 時) 濃度 (mg/m³)

C_{Ain} ：隨供氣系統進入室內之化學品 A 之濃度 (mg/m³)

G_A ：化學品 A 之散布速率 (mg/time)

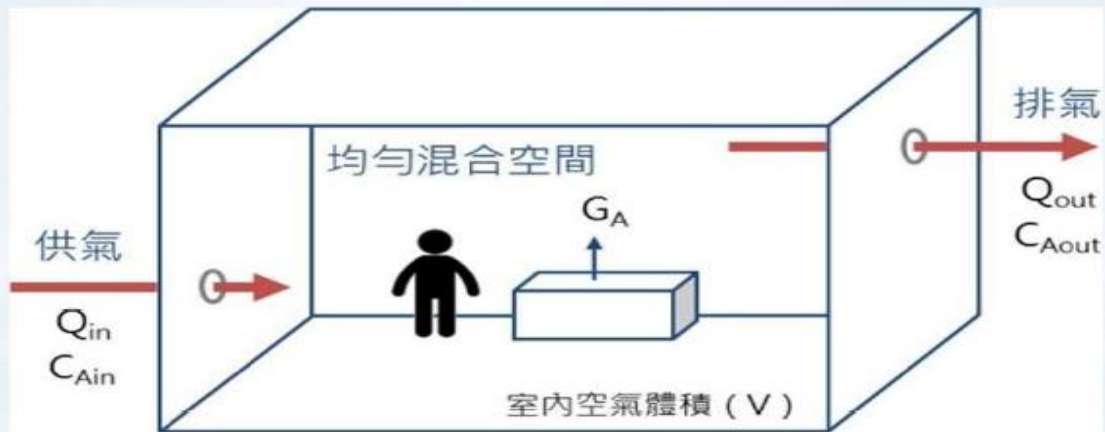
Q ：空間通風速率

t ：時間 (time)

V ：室內空氣體積 (m³)

316

暴露空間模式示意圖



使用限制

暴露空間模式可用以估計作業場所使用化學品一段時間後，化學品之室內濃度，然採用時須注意其基本之假設：

1. **沒有沈降發生**。假設空間內所有物體表面的皆無沈降或吸附反應。
2. 室內化學品散布速率 (G_A) 不隨時間而改變。
3. **散布速率低**。化學品以氣體、蒸氣或氣膠形式散布至模式空間中，可直覺推想模式空間之空氣排氣率 (Q_{out}) 應大於空氣供氣率 (Q_{in})。然而，暴露空間模式假設化學品在室內中以極低的速率散布至空氣中，以致可忽略其對室內壓力造成之影響。因此可假設供氣率等於排氣率，空間中空氣流通速率相等， $Q_{in} = Q_{out} = Q$ 。
4. 由供氣系統進入室內之化學品濃度 (C_{Ain}) 不隨時間改變。

勞工作業環境監測及暴露危害管理平台

勞工作業環境監測及暴露危害管理平台

為有效掌握國內勞工作業環境暴露情形，透過資料標準化及申報機制之建立，以提升相關資料之運用效能，並借助系統化管理及數據分析，瞭解歷年暴露趨勢走向，作為未來政策規劃之參考。另借鏡國外暴露評估技術發展經驗，逐年建立及發展我國暴露評估資料庫，期許未來透過大數據資料分析應用，逐步發展建置本土化暴露評估工具。



<http://oemd.osha.gov.tw/exposure>

319

暴露危害管理平台：混合模式進行定量推估

作業場所無通風量估模式

飽和蒸氣壓模式

完全混和模式

完全混和模式

公式

$$C_t = \frac{G + C_{in} \cdot Q}{Q + K_L \cdot V} \left[1 - \exp\left(-\frac{Q + K_L \cdot V}{V} \cdot t\right) \right] + C_0 \cdot \exp\left(-\frac{Q + K_L \cdot V}{V} \cdot t\right)$$

G：逸散速率(mg/min)

V：作業空間(m³)

K_L：損失係數

C_{in}：進入之濃度(mg/m³)

t：推估時間(min)

Q：通風換氣量(m³/min)

C₀：初始濃度(mg/m³)

相關參數不易求得

輸入值

*PEL： @ mg/m³ @ ppm
 *G：
 *V：
 *K_L：
 *C_{in}：
 *t： (最大數值480分鐘)
 *Q：
 *C₀：

計算

輸出值

320

模式推估公式

• 完全混合模式

$$C_t = \frac{G + C_{in} \cdot Q}{Q + K_L \cdot V} \left[1 - \exp \left(- \frac{Q + K_L \cdot V}{V} \cdot t \right) \right] + C_0 \cdot \exp \left(- \frac{Q + K_L \cdot V}{V} \cdot t \right)$$

G: generation rate

V : total room volume minus volume of solid objects in room

K L: K loss value, default : 0 (no loss other than via ventilation). May use values up to 1 to estimate the effect of loss other than by the ventilation at a constant rate over time. (for example ... 0,1 per hour). Such loss could be by sorption of the contaminant or by chemical degradation of the contaminant.

C0 : contaminant level in the work space at the start. Often assumed to be zero.

Cin : contaminant concentration in the air entering the work space. Often assumed to be zero

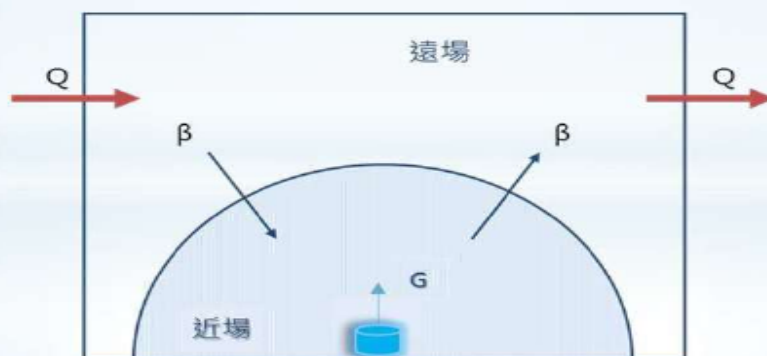
Maximum time for the simulation = the time specified by the user for which to run the calculations

Time at the end of generation = time specified by user at which time the Generation (G) will cease and purging of the room begins

321

二暴露區模式 (Two-Zone Model)

- 均勻混合模式假設作業空間空氣完全均勻混合，然而實際作業場所可能非此情形。**二暴露區模式將空氣濃度之空間變異性納入考量，將空間模擬成兩個接鄰的區帶，可評估接近化學品發生源之個體暴露量。**
- 參考 勞動部「化學品評估及分級管理：健康危害化學品定量暴露評估推估模式」，**近場 (near field)** 為環繞化學品發生源和目標暴露者呼吸帶空間；空間中其他區域為**遠場 (far field)**。



資料來源:定性模式、半定量及定量 暴露評估工具之應用 方澤沛

322

近場及遠場之化學品濃度之公式 9 及公式 10 如下：

$$C_{N,t} = \frac{G}{Q} + \frac{G}{\beta} + G \left(\frac{\beta \times Q + \lambda_2 \times V_N (\beta + Q)}{\beta \times Q \times V_N (\lambda_1 - \lambda_2)} \right) e^{\lambda_1 \times t} - G \left(\frac{\beta \times Q + \lambda_1 \times V_N (\beta + Q)}{\beta \times Q \times V_N (\lambda_1 - \lambda_2)} \right) e^{\lambda_2 \times t} \dots\dots\dots \text{公式 9}$$

$$C_{F,t} = \frac{G}{Q} + G \left(\frac{\lambda_1 \times V_N + \beta}{\beta} \right) \left(\frac{\beta \times Q + \lambda_2 \times V_N (\beta + Q)}{\beta \times Q \times V_N (\lambda_1 - \lambda_2)} \right) e^{\lambda_1 \times t} - G \left(\frac{\lambda_2 \times V_N + \beta}{\beta} \right) \left(\frac{\beta \times Q + \lambda_1 \times V_N (\beta + Q)}{\beta \times Q \times V_N (\lambda_1 - \lambda_2)} \right) e^{\lambda_2 \times t} \dots\dots\dots \text{公式 10}$$

其中：

$C_{N,t}$ 及 $C_{F,t}$ ：化學品分別在近場及遠場空間中之濃度 (mg/m³)

V_N 及 V_F ：近場及遠場空間之體積 (m³)

G ：化學品散布 (蒸發) 速率 (mg/min)

β ：近場及遠場間空氣流通率 (m³/min)

Q ：空間通氣率 (m³/min)

t ：時間(min)

$B = \frac{1}{2} * FAS * S$

FSA: 近場空間表面積(m²)

S: 近場與遠場之間的風速(m/min)

λ_1 和 λ_2 為通風系統移除速率常數 (min⁻¹) 如公式 11 及公式 12：

$$\lambda_1 = 0.5 \left[- \left(\frac{\beta \times V_F \times V_N (\beta + Q)}{V_N \times V_F} \right) + \sqrt{\left(\frac{\beta \times V_F \times V_N (\beta + Q)}{V_N \times V_F} \right)^2 - 4 \left(\frac{\beta \times Q}{V_N \times V_F} \right)} \right] \dots\dots\dots \text{公式 1 1}$$

$$\lambda_2 = 0.5 \left[- \left(\frac{\beta \times V_F \times V_N (\beta + Q)}{V_N \times V_F} \right) - \sqrt{\left(\frac{\beta \times V_F \times V_N (\beta + Q)}{V_N \times V_F} \right)^2 - 4 \left(\frac{\beta \times Q}{V_N \times V_F} \right)} \right] \dots\dots\dots \text{公式 1 2}$$

資料來源:定性模式、半定量及定量 暴露評估工具之應用 方澤沛

323

使用限制

使用二暴露區模式時，需注意其基本假設：

- 在區帶內之空間，氣體為均勻混合。
- 在兩區帶間空氣流通是有限的。
- 空氣同時以 β 通氣率進出遠場及近場。
- 作業場所 (遠場邊界) 之進氣率與排氣率相等， $Q_{in}=Q_{out}=Q$ (m³/min)，與均勻混合模式之空氣流通率意義相同。
- 化學品散布速率為定值 G (mg/min)。
- 無沉降發生。

資料來源:定性模式、半定量及定量 暴露評估工具之應用 方澤沛

324

各項模式比較與說明

- 最保守的推估模式可以初步運用作業場所無通風推估模式，或飽和蒸氣壓模式，若依此計算之暴露量遠低於暴露容許濃度時，表示該作業情境中該化學品暴露風險低，現有之風險控制措施應已足夠。
- 若計算之暴露量高於或接近暴露容許濃度時，需蒐集更多資訊使用進階暴露推估模式估計可能暴露量，且需注意風險控制措施是否需進行調整。
- 應考量室內空氣均勻混合、考量空間等因子，作為暴露量推估之選用依據。

資料來源：定性模式、半定量及定量 暴露評估工具之應用 方澤沛

325

	作業場所無通風推估模式	飽和蒸氣壓模式
假設條件	1. 有限的作業空間 2. 無通風換氣 3. 化學品全數散布於室內空氣	1. 有限的作業空間 2. 使用理想氣體定律（溫度25℃） 3. 作業場所空間中無通風換氣 4. 化學物質持續散布在作業場所空間中之空氣 5. 有足夠時間達到平衡
適用情形	氣體或蒸氣之散布用於初估	氣體或蒸氣之散布用於初估
可能限制	與實際情形差距較大	與實際情形差距較大 不適用模擬霧狀氣體散布
所需資訊	化學品質量（密度、體積）、室內空間大小	化學品分子量、化學品飽和蒸氣壓、室內大氣壓力

資料來源：定性模式、半定量及定量 暴露評估工具之應用 方澤沛

326

	暴露空間模式	完全混合模式： 考量背壓影響化學品散布	完全混合模式： 指數衰減散布率
假設條件	1. 有限的作業空間。 2. 室內空氣均勻混合。 3. 化學品持續散布至空氣中。 4. 化學品散布率 (G_A) 不隨時間而改變。 5. 忽略化學品散布對空氣通量造成的影響。 6. 無沉降。 7. 由供氣系統進入室內之化學品濃度不隨時間改變。 Additional: 1. 假設化學品不隨供氣系統進入模式空間 (供氣空氣中不含化學品): $C_A=0$ 。 2. 假設初始狀態時, 室內空氣中化學品濃度為0: $C_{Aroom0}=0$ 。	1. 有限的作業空間。 2. 室內空氣均勻混合。 3. 化學品散布 (蒸發) 率受散布源與周圍空氣中之化學品濃度梯度影響, 空氣中化學品濃度越高, 散布率越低。 4. 化學品持續散布至空氣中。 5. 散布率在 $t=0$ 時為最大值。 6. 化學品溶液與室溫相等, 且過程中維持不變。 7. 無沉降。 8. 使用理想氣體定律。	1. 有限的作業空間。 2. 室內空氣均勻混合。 3. 蒸散作用使化學品散布面積逐漸減少, 散布率逐漸降低。 4. 化學品持續散布至空氣中。 5. 空氣中化學品初始蒸氣濃度為零。 6. 無沉降。 7. 忽視背壓效應。
適用情形	氣體或蒸氣之散布	揮發性較低之化學品 大表面積之散布 (蒸散) 源	揮發性較高的化學品 微量溶劑的蒸氣散布 可計算化學品蒸氣濃度達最大時所需之時間
可能限制	無法模擬實際工作場所中暴露濃度之空間差異, 可能低估化學品散布源附近之暴露量。	無法模擬實際工作場所中暴露濃度之空間差異, 可能低估化學品散布源附近之暴露量。	無法模擬實際工作場所中暴露濃度之空間差異, 可能低估化學品散布源附近之暴露量。
所需資訊	室內空間大小、作業時間、空間通氣率	化學品蒸氣壓、化學品分子量、蒸散源表面積、化學品溶液溫度、作業時間	蒸發速率常數、作業時間、化學品溶液質量、室內空間大小、空間通氣率 作業時間

資料來源: 定性模式、半定量及定量 暴露評估工具之應用 方澤沛

327

	二暴露區模式	渦流擴散模式
假設條件	1. 假設空間存在兩個接鄰的區帶: 接近散布源的近場 vs 空間中其他區域的遠場 2. 區帶內空氣均勻混合。 3. 在兩區帶間空氣流通是有限的。 4. 空氣同時以相同通氣率進出遠場及近場。 5. 無沉降。 6. 化學品散布率為定值。	1. 室內空間中空氣的流動 (如: 人員動作、供氣系統造成之噴流等) 造成許多渦流 (eddies)。 2. 無明顯側風。 3. 在沒有對流的情況下, 距離一點散布源固定半徑距離的表面, 化學品蒸氣濃度相等, 越接近作業點, 化學品在空氣中之濃度越高。 4. 化學品散布 (蒸發) 率不變。 5. 化學品的散布不具有動量。 6. 無沉降發生。 7. 擴散作用發生在無限空間 (infinite space)。
適用情形	氣體或蒸氣之散布 可模擬作業勞工呼吸帶空間中之暴露量	可模擬接近散布源之暴露量 可估計不同時間、具散布源不同距離之暴露量
可能限制	不適用散布情形呈層狀分布之作業情境, 如焊接煙。	可能需額外測量或推估渦流擴散係數 (D)
所需資訊	近場及遠場空間之體積、近場及遠場間空氣流通率 化學品散布 (蒸發) 率、空間通氣率、時間	化學品散布 (蒸發) 率 渦流擴散係數離散布點之半徑時間

資料來源: 定性模式、半定量及定量 暴露評估工具之應用 方澤沛

328

Questions?



329

END

330