

# 化學品管理及防護

---

林瑜雯 副教授  
醫學院副院長  
公共衛生學系系主任  
輔仁大學

# 有害化學品的健康危害與暴露

教育部安全衛生教材

編撰者：中國醫藥大學 - 周子傑

編修者：高雄科技大學 - 黃玉立

# 化學性危害

- 化學品在製造、使用的過程中，或廢棄後引起的危害
  - 環境破壞
  - 設備損壞
  - 導致人員傷害
  - 疾病、中毒、死亡
- 大部分的化學性危害是可以預防的



## LD<sub>50</sub>與相對毒性的分類

分類	LD <sub>50</sub>
超毒 (super toxic)	< 5 mg/kg
極毒 (extremely toxic)	5 ~ 50 mg/kg
高毒 (highly toxic)	50 ~ 500 mg/kg
中等毒 (moderately toxic)	0.5 ~ 5.0 g/kg
微毒 (slightly toxic)	5 ~ 15 g/kg
無毒 (practically nontoxic)	> 15 g/kg

## 不同化學物質及受測動物之LD<sub>50</sub>

化學物質	受測動物	LD <sub>50</sub> (mg/kg)
酒精	鼯鼠	10,000
DDT	大鼠	100
尼古丁	大鼠	1
河豚毒素	大鼠	0.1
戴奧辛	天竺鼠	0.001
肉毒桿菌毒素	大鼠	0.00001

資料來源：Lu, F.C.原著，劉宗榮等譯（1998），基礎毒理學。

# 化學物質的健康危害(1)

- **健康危害**泛指身體結構或機能的破壞
  - 損傷、刺激、細胞異常增生
  - 組織異常、結構異常、功能異常
  - 疾病、死亡
- 化學物質造成健康危害的方式各有不同
  - 直接造成接觸部位組織細胞的破壞
  - 經由血液循環到特定部位累積造成危害
  - 代謝排除過程造成特定部位的破壞

# 化學物質的健康危害(2)

- 單一物質在不同環境或條件下可能引起不同的危害
  - 物質從不同途徑進入身體時，可能因為代謝途徑或代謝速率而影響危害程度
  - 引發危害的可能是物質或它的代謝產物
    - 破壞細胞組織結構
    - 干擾正常生理機能
  - 體內累積的量越高，產生的危害通常越嚴重
  - 過量產生危害

# 化學物質的健康危害(3)

- 不同物質可能相互影響個別的危害程度
  - 相加反應—兩種物質造成的反應相當於個別危害反應相加
  - 加成反應—同時存在產生的效應高於總和
  - 抵減反應—效應相互抵消
- 危害必須經過**實際暴露**才可能產生
  - **劑量**是影響**危害發生**與**嚴重程度**的關鍵
  - 沒有暴露，就不必顧慮危害

作用模式	單獨反應		合併反應
	A	B	(A + B)
加成作用	20%	30%	50%
協同作用	20%	30%	> 50%
拮抗作用	20%	30%	< 50%

# 暴露發生的方式

- 危害性化學物侵入人體的方式有四種
  - 呼吸吸入
  - 飲食攝入
  - 皮膚接觸、吸收
  - 其他途徑(如注射)

單一物質的暴露途徑可能不只一種；  
有時單一暴露途徑可能含有多種危害物



# 危害化學品的呼吸暴露

- 部分化學品可能在使用時逸散至空氣中
- 在空氣中的物質，不論是氣態、固態或液態，都有可能經由呼吸而進入體內
  - 氣體吸入呼吸道，可能直接造成呼吸系統的危害，或經由血液循環運送到全身
  - 漂浮在空氣中的液體和固體顆粒，可能經由呼吸進入體內，顆粒較小的物質，有時部分會隨呼氣離開人體

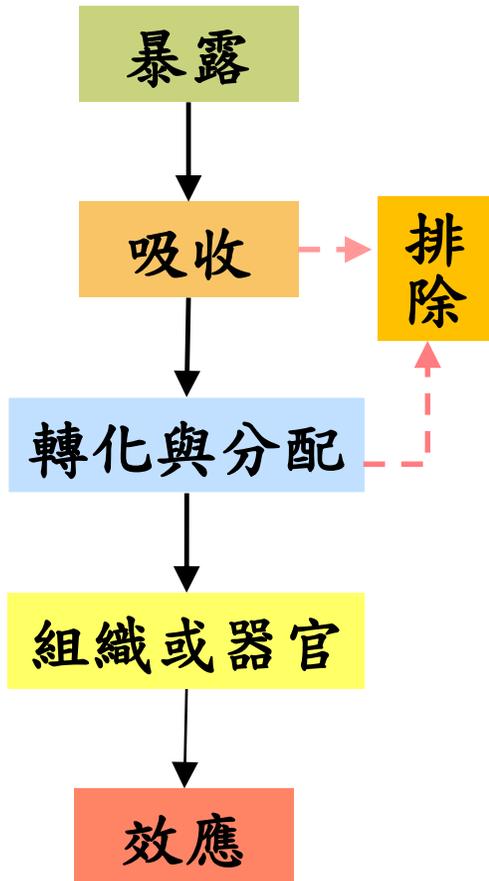
# 空氣中化學物質的型態分類

- 氣體：常溫常壓下為氣態的物質，經由擴散作用均勻分布在限定空間中
- 蒸氣：常溫常壓下為液體或固體，但有部分可以氣體形式存在，此氣體形式稱為蒸氣
- 霧滴：噴霧或氣態冷卻凝結的液滴(粒徑1 - 20  $\mu\text{m}$ )
- 油煙：有機物質(油類)在高溫下氣化冷凝或反應後形成的固體微粒(粒徑0.1 ~ 1  $\mu\text{m}$ )
- 燻煙：金屬在高溫下氣化冷凝或反應後產生的固體微粒(粒徑0.01 ~ 5  $\mu\text{m}$ )
- 粉塵：經研磨、破碎產生而進入空氣的固體顆粒(粒徑0.1 ~ 25  $\mu\text{m}$ )

# 危害化學品的皮膚暴露

- 健康的皮膚具有部分防水特性，水份不容易直接穿透皮膚表層
  - 腐蝕性較強的化學品(強酸、強鹼、腐蝕性化學品)可能直接破壞皮膚結構而造成傷害
  - 脂溶性物質可能穿透皮膚表層，若能達到皮膚的微血管，則有可能透過皮膚吸收運送到全身各處

# 由暴露到危害的過程



- 有害物透過不同方式侵入，在主要作用部位造成危害效應
- 侵入總量超出身體耐受程度(過量)時即有發生危害的可能
- 危害發生的方式
  - 在接觸部位直接造成傷害
  - 進入體內，在轉換、排除的過程中造成危害效應
  - 暴露到危害之間可能很快速，也可能很緩慢

容易察覺



不易察覺

# 過量的暴露可能造成危害

化學性危害類型繁多，危害反應與劑量有關

- 劑量定義：
  - 特定物質進入身體的總量，可以分為
    - 單次進入的量 → 單次劑量
    - 累積進入的量 → 累積劑量
  - 身體對物質的耐受性常受濃度影響，因此有時以單位體重分配的物質質量(如mg/kg)來描述劑量
  - 劑量過高時可能引起程度不同的危害反應

# 劑量反應關係

16世紀德國帕勒塞瑟思(Paracelsus)醫師：

『所有物質都有毒，沒有一樣不是毒性物質。  
正確的劑量可以區分一個物質是毒性或是良藥。』



## LD<sub>50</sub>與相對毒性的分類

分類	LD <sub>50</sub>
超毒 (super toxic)	< 5 mg/kg
極毒 (extremely toxic)	5 ~ 50 mg/kg
高毒 (highly toxic)	50 ~ 500 mg/kg
中等毒 (moderately toxic)	0.5 ~ 5.0 g/kg
微毒 (slightly toxic)	5 ~ 15 g/kg
無毒 (practically nontoxic)	> 15 g/kg

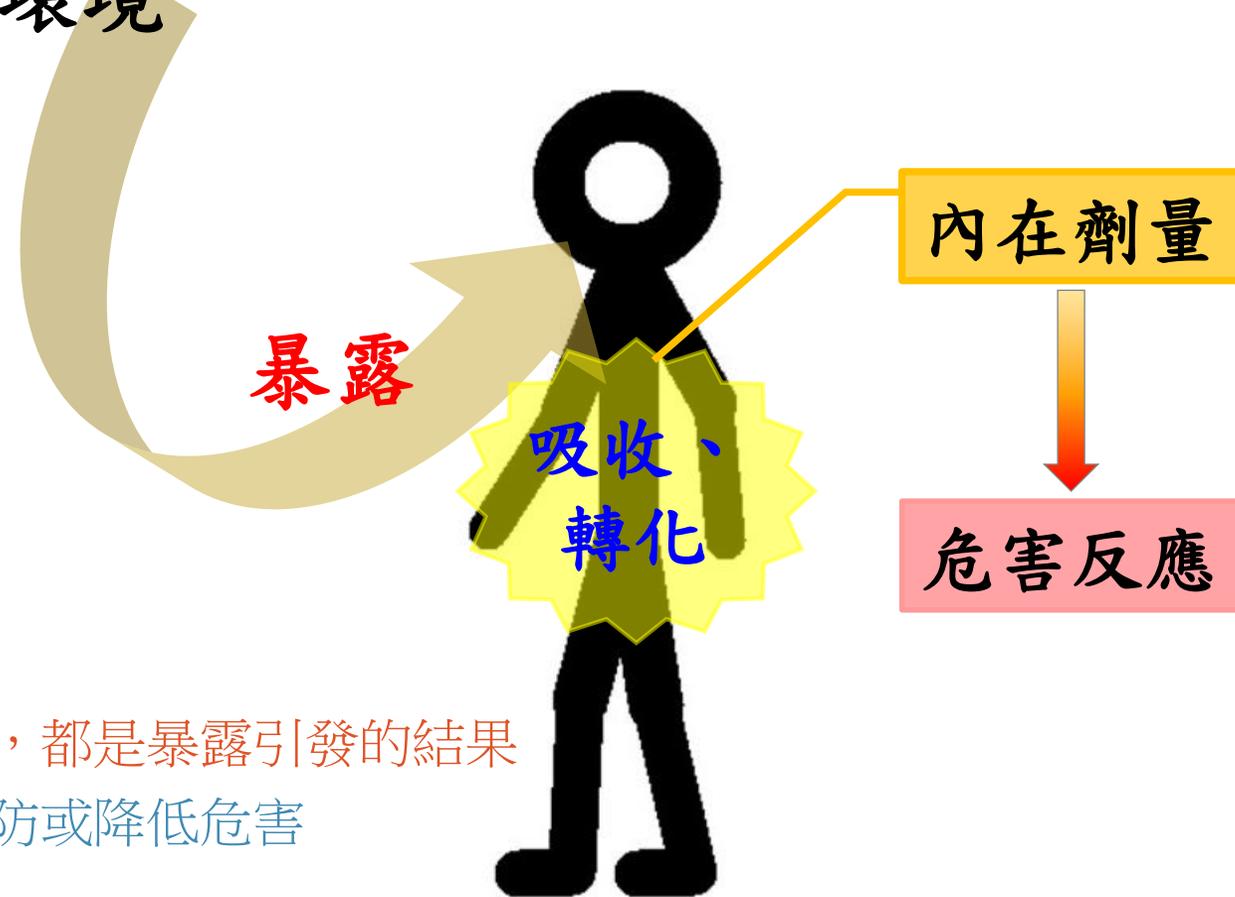
## 不同化學物質及受測動物之LD<sub>50</sub>

化學物質	受測動物	LD <sub>50</sub> (mg/kg)
酒精	鼯鼠	10,000
DDT	大鼠	100
尼古丁	大鼠	1
河豚毒素	大鼠	0.1
戴奧辛	天竺鼠	0.001
肉毒桿菌毒素	大鼠	0.00001

資料來源：Lu, F.C.原著，劉宗榮等譯（1998），基礎毒理學。

# 暴露、內在劑量與危害反應

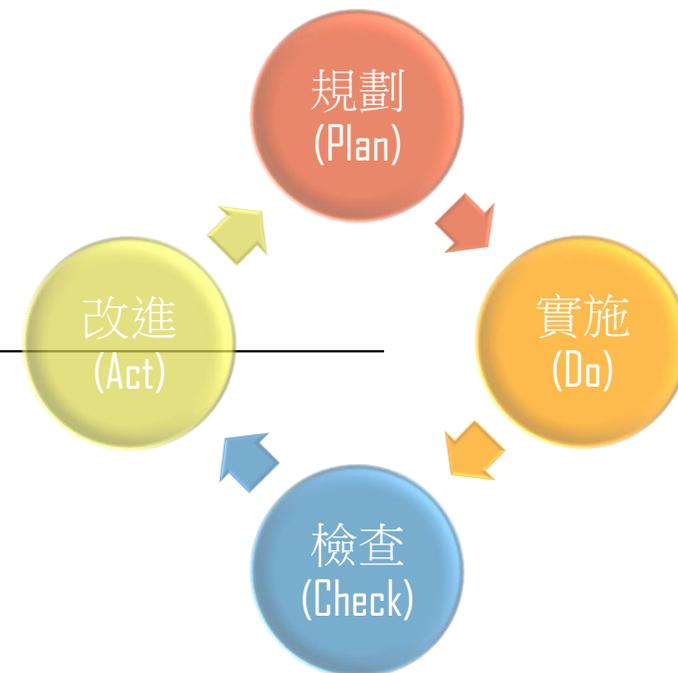
外在環境



所有化學品引起的健康危害，都是暴露引發的結果  
預防或降低暴露，有助於預防或降低危害

# 暴露分級管理

---



# 職業暴露評估

- 主要目的：了解工作人員潛在職業暴露狀況
  - 職業暴露可能造成危害
  - 已訂有容許暴露標準的物質，透過暴露評估判斷是否過量或有造成危害之虞
  - 有助於發掘潛在問題並及早排除

# 職業暴露評估與危害控制預防

- 化學性危害的職業暴露評估，以往著重於指定作業場所的環境或個人採樣
  - 有機溶劑作業、特定化學物質作業、粉塵作業、鉛作業、四烷基鉛作業、部份練焦作業等
  - 職安法施行後，已訂有容許暴露標準的作業場所，雇主必須確保勞工危害暴露低於標準值
    - 職安法第12條

# 化學性職業危害的分級管理

職業安全衛生法於102年7月正式實施後，進一步提升化學性職業危害的控制與預防

- 第11條規定雇主對工作場所的有害物須評估風險等級，並採取分級管理

全文如下：

雇主對於前條之化學品，應依其健康危害、散布狀況及使用量等情形，評估風險等級，並採取分級管理措施。

前項之評估方法、分級管理程序與採行措施及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

# 危害性化學品評估及分級管理辦法

參考網頁: <https://ghs.osha.gov.tw/>

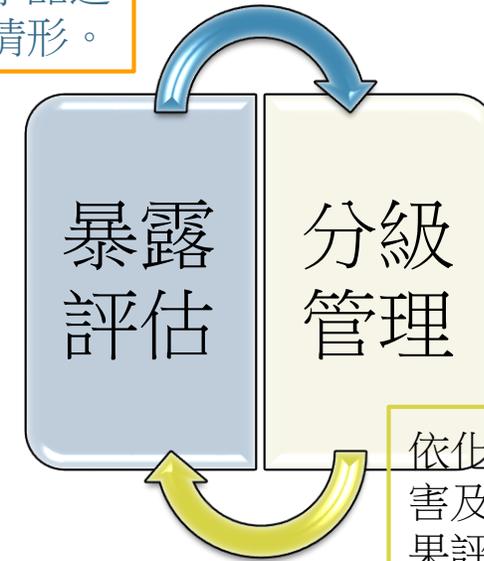
# 化學性職業危害的分級管理

## 危害性化學品評估及分級管理辦法

(103.12.31公布，104.1.1起實施)

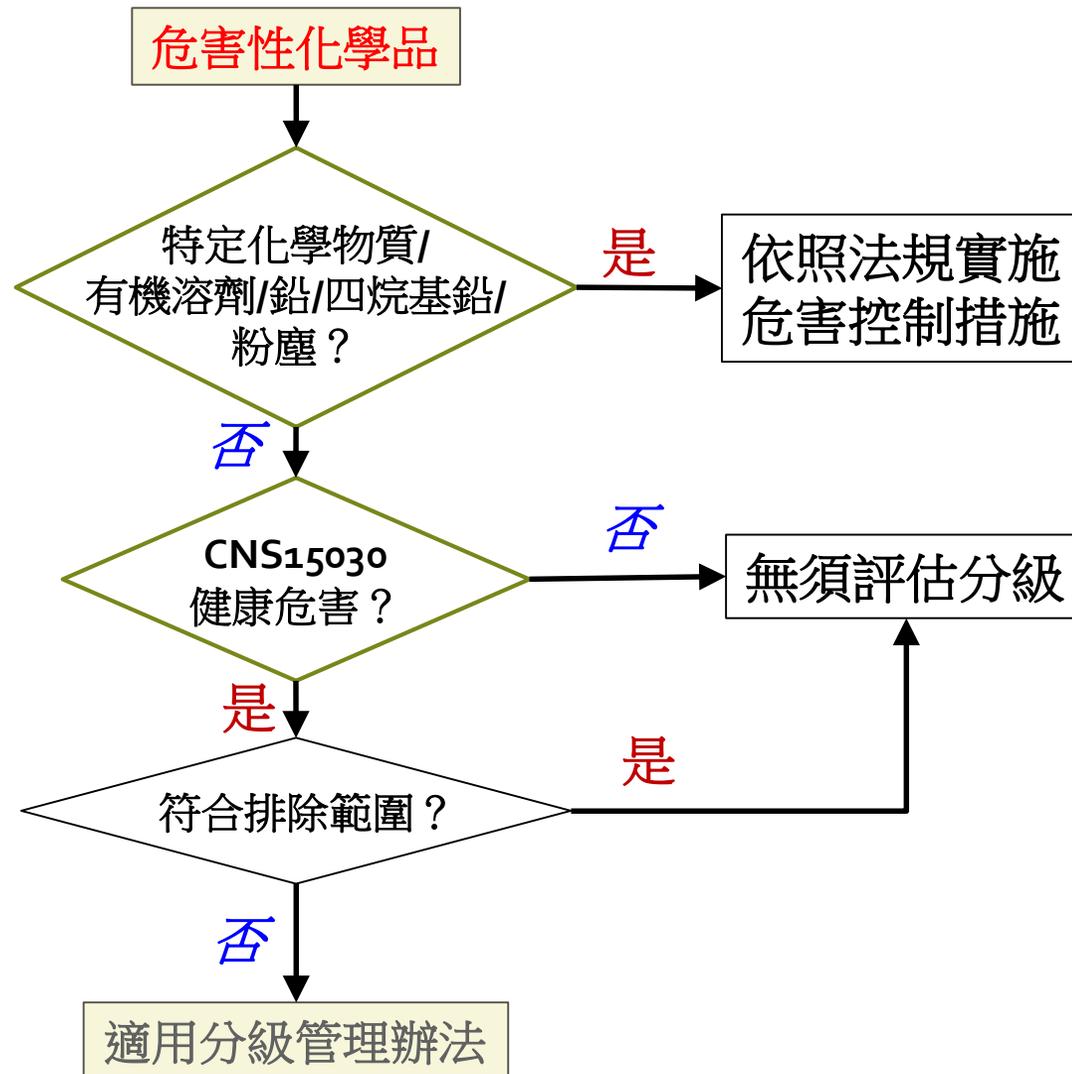
- 依職業安全衛生法11條第二項制定
  - 依職業暴露造成危害的風險決定管理優先順序及工作重點
  - 透過降低職業暴露的方式預防職業危害

以定性、半定量或定量之方法，評量或估算勞工暴露於化學品之健康危害情形。



依化學品健康危害及暴露評估結果評定風險等級，並分級採取對應之控制或管理措施。

# 適用範圍篩選



# 適用對象

- 雇主使勞工製造、處置、使用之化學品，符合國家標準 CNS 15030 化學品分類具有健康危害者。
  - 急毒性物質
  - 腐蝕/刺激皮膚物質
  - 嚴重損傷/刺激眼睛物質
  - 呼吸道/皮膚過敏物質
  - 生殖細胞致突變性物質
  - 致癌物質
  - 生殖毒性物質
  - 特定標的器官系統毒性物質～單一暴露、重複暴露
  - 吸入性危害物質

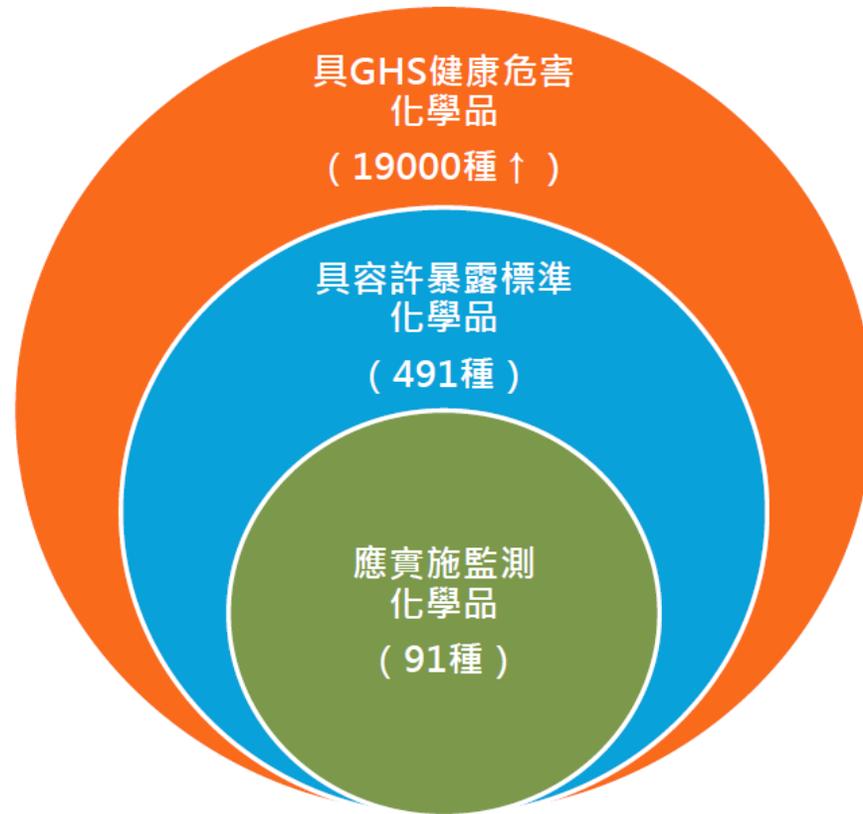


# 不適用情形

- 製造、處置或使用下列物品者：
  - 有害事業廢棄物。
  - 菸草或菸草製品。
  - 食品、飲料、藥物、化粧品。
  - 製成品。
  - 非工業用途之一般民生消費商品。
  - 滅火器。
  - 在反應槽或製程中正進行化學反應之中間產物。
- 化學品僅作為貯存用途且勞工不致有暴露危害之虞者。
- 其他經中央主管機關指定者。

參照危害性化學品標示及通識規則  
第4條之排除適用

# 危害性化學品分層管理區分



- ✓ 全面掌握
- ✓ 分層管理
- ✓ 多元評估
- ✓ 控制區分
- ✓ 科學為本

# 依監測辦法應監測化學品(91種)

- 雇主應依勞工作業環境監測實施辦法所定之監測及期程，實施前條化學品之暴露評估，必要時並得輔以其他半定量、定量之評估模式或工具實施之。

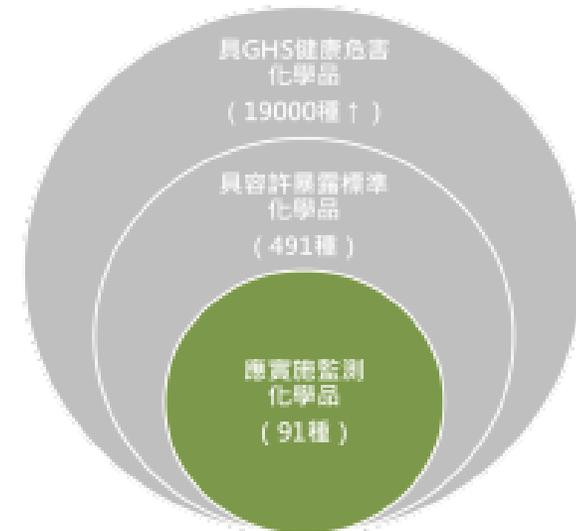
**勞工作業環境監測實施辦法**

中華民國 81 年 2 月 14 日行政院勞工委員會 (81) 台勞安三字第 02699 號令訂定發布全文 31 條  
中華民國 90 年 10 月 31 日行政院勞工委員會 (90) 台勞安三字第 0051674 號令修正發布全文 32 條  
中華民國 91 年 10 月 30 日行政院勞工委員會勞安三字第 0910055101 號令修正發布第 6、7、9 條條文  
中華民國 93 年 12 月 31 日行政院勞工委員會勞安三字第 0930066440 號令修正發布第 5~7、9、12、14、15、19、24、27、31 條條文；增訂第 12-1、28-1 條條文  
中華民國 98 年 12 月 16 日行政院勞工委員會勞安 3 字第 0980146504 號令修正發布全文 28 條；並自發布日施行  
103 年 7 月 2 日勞職授字第 10302007941 號令修正公布名稱及全文 25 條  
103 年 12 月 31 日勞職授字第 10302023061 號令修正發布第 14、19、24、25 條條文；增訂第 10-1、10-2、14-1、14-2 條條文，除第 10 條之 2 之規定，自中華民國 104 年 7 月 1 日施行外，自中華民國 104 年 1 月 1 日施行

**第一章 總則**

第 一 條 本辦法依職業安全衛生法（以下簡稱本法）第十二條第五項規定訂定之。

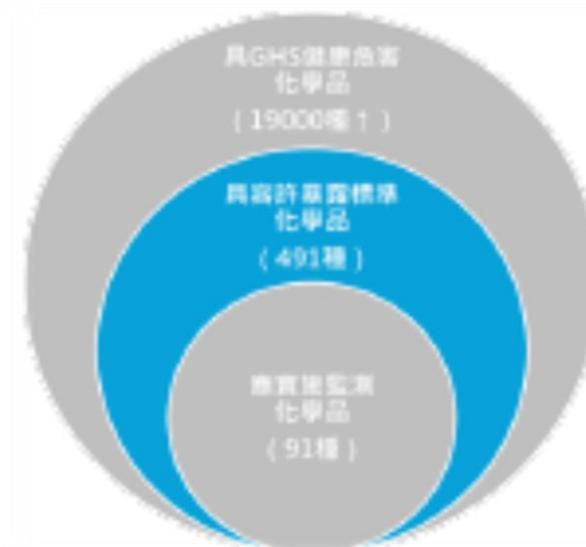
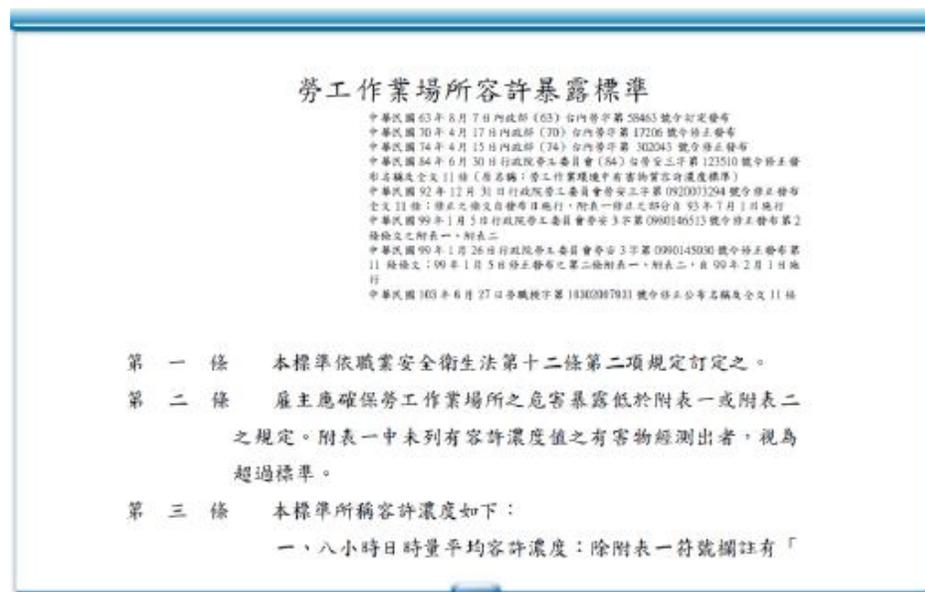
第 二 條 本辦法用詞，定義如下：



《本辦法第9條》

# 有容許暴露標準(PEL)化學品(491種)

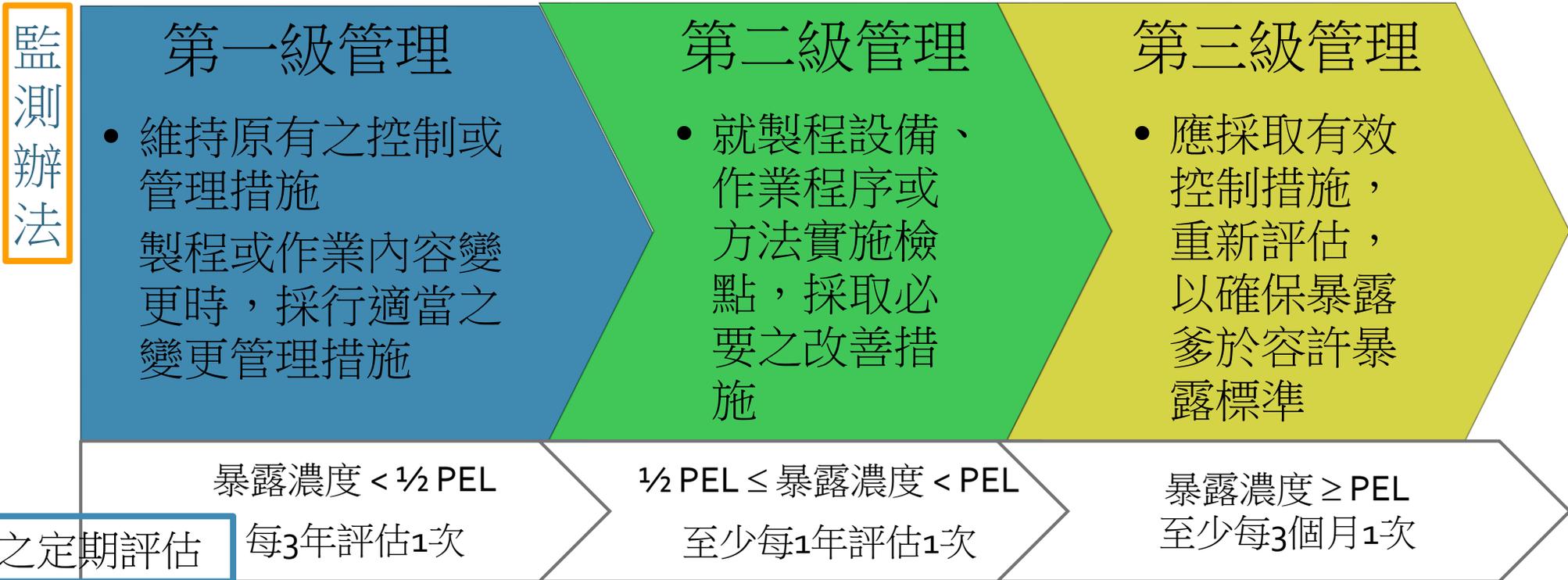
- 中央主管機關對於第四條之化學品，定有容許暴露標準，而事業單位從事特別危害健康作業之勞工人數在100人以上，或總勞工人數500人以上者，雇主應依有科學根據之採樣分析方法或運用定量推估模式，實施暴露評估。



《本辦法第8條》

# 應監測化學品之風險分級與管理

- 依風險等級，分別採取控制或管理措施



《本辦法第8及10條》

# 職業暴露的預防控制方式

- 工作管理
  - 利用輪調、排班、縮短工時等方式降低暴露量
  - 透過教育訓練提高工作效能
- 個人防護
  - 口鼻、黏膜、手部、聽力防護
  - 僅在無法控制改善環境時使用
  - 須配合教育訓練及防護具管理
- 製程取代
  - 使用危害性較低的物質
  - 改變工作流程以減低危害的產生
- 工程控制
  - 如局部排氣、密閉隔離作業、濕式作業
  - 必須有確切的控制條件，以做為後續維護目標

# 具有健康危害之化學品(19000種↑)

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。

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。

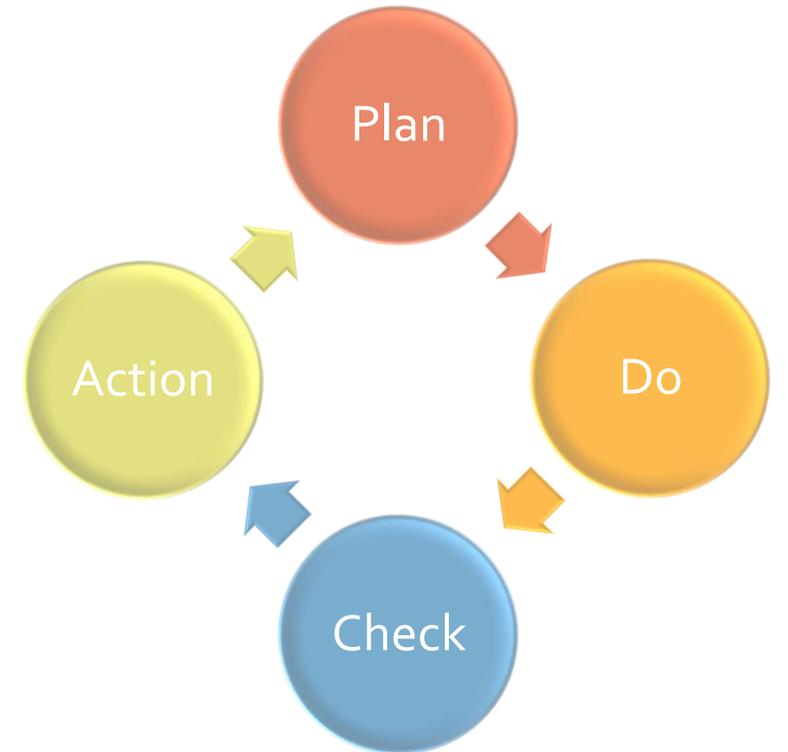


# 職業暴露分級管理

- 職業危害之預防與控制是暴露評估的主要目的
  - 暴露(濃度)越高，控制改善的需求愈高
- 暴露分級可篩選優先管理順序，並依分級規劃管理項目
- 分級管理僅提供工作項目及重點方向，事業單位須依照各級管理工作持續執行，才能達到保障勞工健康的最終目標

# 持續改善是分級管理的最終目標

- 不斷發掘問題、解決問題
- 根據既往記錄獲取經驗教訓
- 持續改善，使工作場所漸趨改善，才能有效預防職業危害，保障工作者的健康



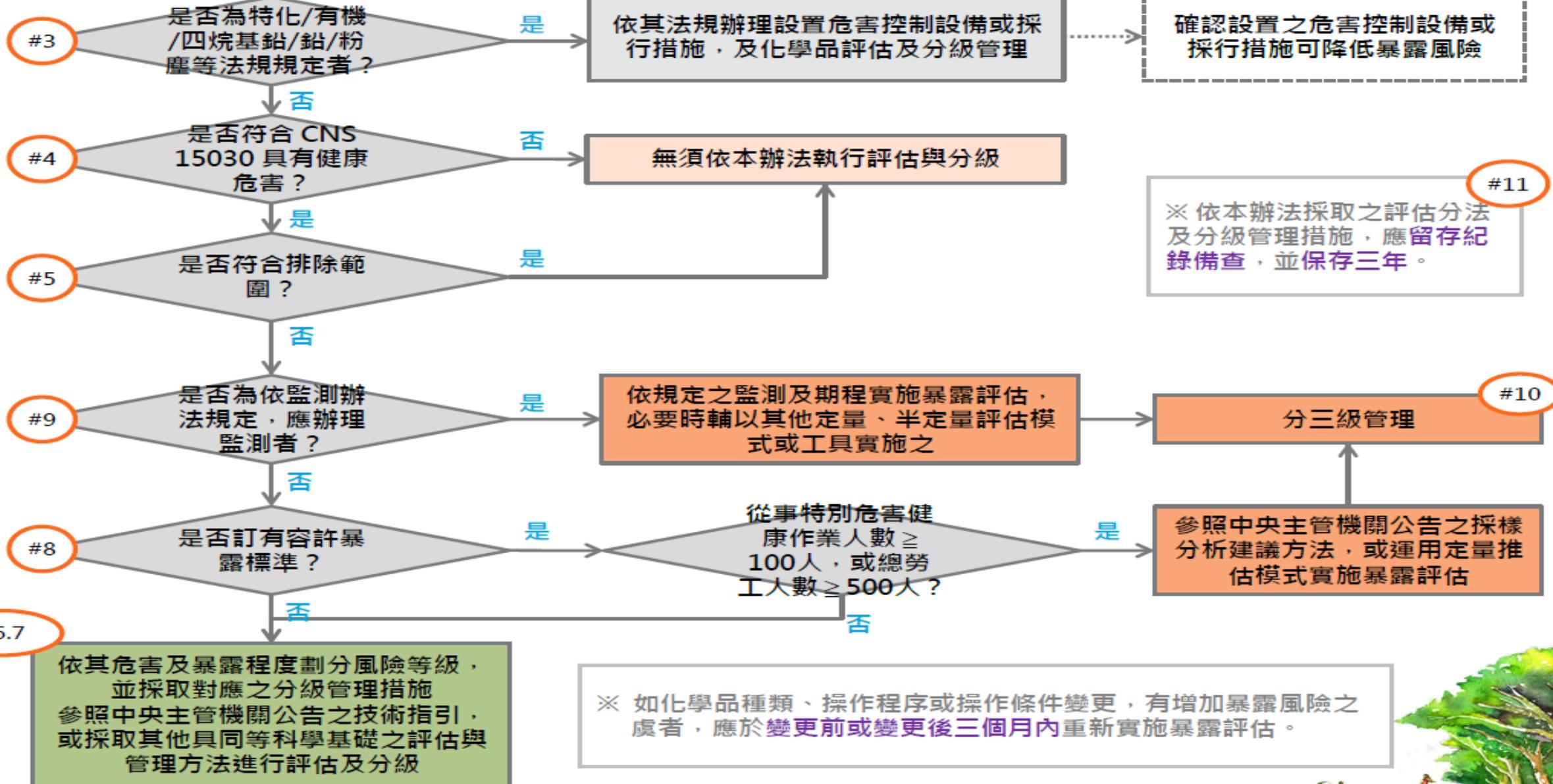
# 暴露評估&分級管理架構



- ✓ 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。



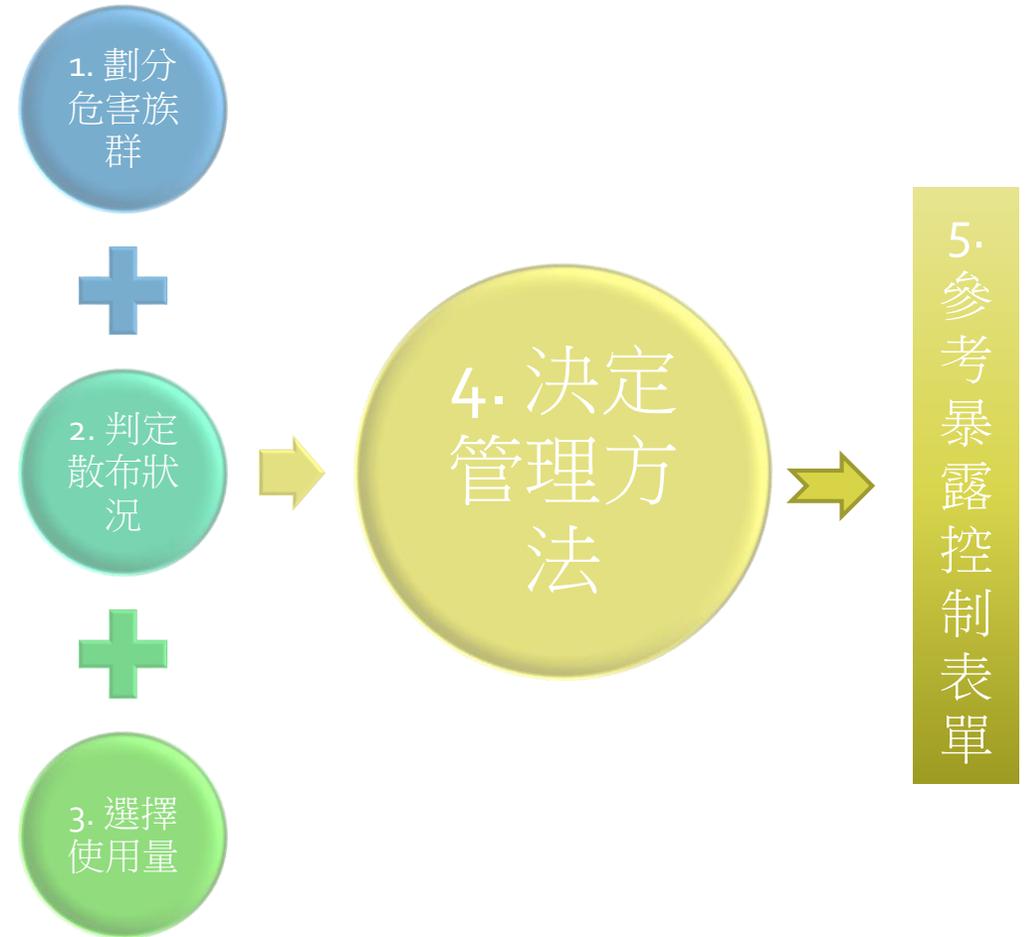
## 危害性化學品



# 我國化學品分級管理(CCB)工具

# 化學品的風險分級管理

- 針對有害物的潛在危害風險進行分級，透過不同風險等級選定不同的危害控制方式，期達到避免或降低職業危害發生之最終目的
- 我國CCB工具/執行步驟
  - 以ILO ICCT為基礎所發展。
  - 以我國危害通識制度之GHS健康危害作為危害分類判斷的依據。
  - <http://ccb.osha.gov.tw>



# 第一步：劃分危害群組

危害群組	GHS 健康危害分類		
 危害性	E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生殖細胞致突變性物質第 1、2 級</li> <li>• 致癌物質第 1 級</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 呼吸道過敏物質第 1 級</li> </ul>
	D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 急毒性物質，任何暴露途徑第 1、2 級</li> <li>• 致癌物質第 2 級</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生殖毒性物質第 1、2 級</li> <li>• 特定標的器官系統毒性物質～重複暴露第 1 級</li> </ul>
	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 急毒性物質，任何暴露途徑第 3 級</li> <li>• 腐蝕/刺激皮膚物質第 1 級</li> <li>• 嚴重損傷/刺激眼睛物質第 1 級</li> <li>• 皮膚過敏物質第 1 級</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 特定標的器官系統毒性物質～單一暴露第 1 級</li> <li>• 特定標的器官系統毒性物質～單一暴露，第 3 級（呼吸道刺激）</li> <li>• 特定標的器官系統毒性物質～重複暴露第 2 級</li> </ul>
	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 急毒性物質（任何暴露途徑）第 4 級</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 特定標的器官系統毒性物質～單一暴露第 2 級</li> </ul>
	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 急毒性物質（任何暴露途徑）第 5 級</li> <li>• 腐蝕/刺激皮膚物質第 2、3 級</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 嚴重損傷/刺激眼睛物質第 2 級</li> <li>• 所有未被分類至其他群組的粉塵及液體</li> </ul>
	S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 急毒性物質，皮膚接觸第 1、2、3、4 級</li> <li>• 嚴重損傷/刺激眼睛物質第 1、2 級</li> <li>• 皮膚過敏物質第 1 級</li> <li>• 腐蝕/刺激皮膚物質第 1、2 級</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 特定標的器官系統毒性物質～單一暴露（皮膚接觸）第 1、2 級</li> <li>• 特定標的器官系統毒性物質～重複暴露（皮膚接觸）第 1、2 級</li> </ul>

註：危害群組 A～E 為吸入性危害；S 為皮膚及眼睛接觸危害

# 危害分類哪裡找？

## 二、危害辨識資料

化學品危害分類：致癌物質第1級、易燃液體第4級、嚴重損傷／刺激眼睛物質第1級、皮膚過敏物質第1級、急毒性物質第3級（吞食）、急毒性物質第3級（皮膚）、急毒性物質第2級（吸入）、腐蝕／刺激皮膚物質第1級、生殖細胞致突變性物質第2級

標示內容：

圖式符號：腐蝕、骷髏與兩根交叉骨、健康危害

警 示 語：危險

危害警告訊息：

可能致癌

可燃液體

造成嚴重眼睛損傷

可能造成皮膚過敏

吞食有毒

皮膚接觸有毒

吸入致命

造成嚴重皮膚灼傷和眼睛損傷

懷疑造成遺傳性缺陷

危害防範措施：

置容器於通風良好的地方

勿吸入氣體/煙氣/蒸氣/霧氣

若與眼睛接觸，立刻以大量的水洗滌後立即就醫

穿戴適當的防護衣物

其他危害：—



安全資料表  
( Safety Data Sheet, SDS )



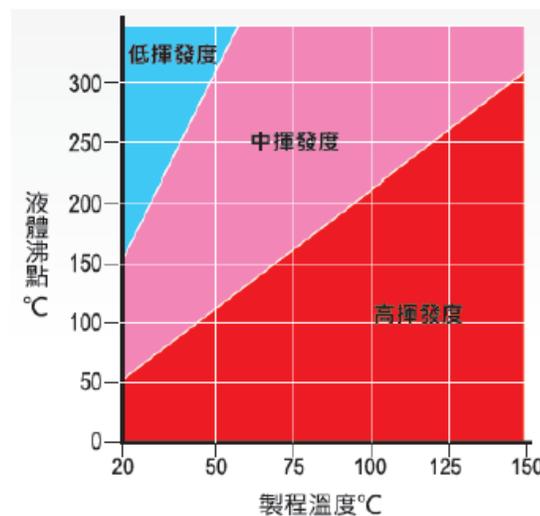
# 第二步：判定逸散程度

## 固體粉塵度

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。
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。
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。

## 液體揮發度

常溫下	低	沸點大於 150°C
	中	沸點介於 50°C至 150°C間
	高	沸點小於 50°C



若化學品為氣體，請選擇『高揮發度』作為後續評估及分級管理之依據。

# 散布狀況哪裡找？

## 安全資料表 ( Safety Data Sheet, SDS )



### 九、物理及化學性質

外觀：無色至微黃色具魚腥味液體	氣味：不舒服的魚腥味
嗅覺閾值：0.046ppm	熔點：-61°C
pH 值：6.7	沸點/沸點範圍：153°C
易燃性（固體，氣體）：—	閃火點：58.0°C
分解溫度：—	測試方法（開杯或閉杯）：開杯
自燃溫度：445°C	爆炸界限：2.2% (100°C)~15.2% (100°C)
蒸氣壓：2.7 mmHg (20°C)	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）

# 第三步：評估使用量

- 批次或每日用量

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

若化學品為氣體，請選擇『大量』作為後續評估及分級管理之依據。

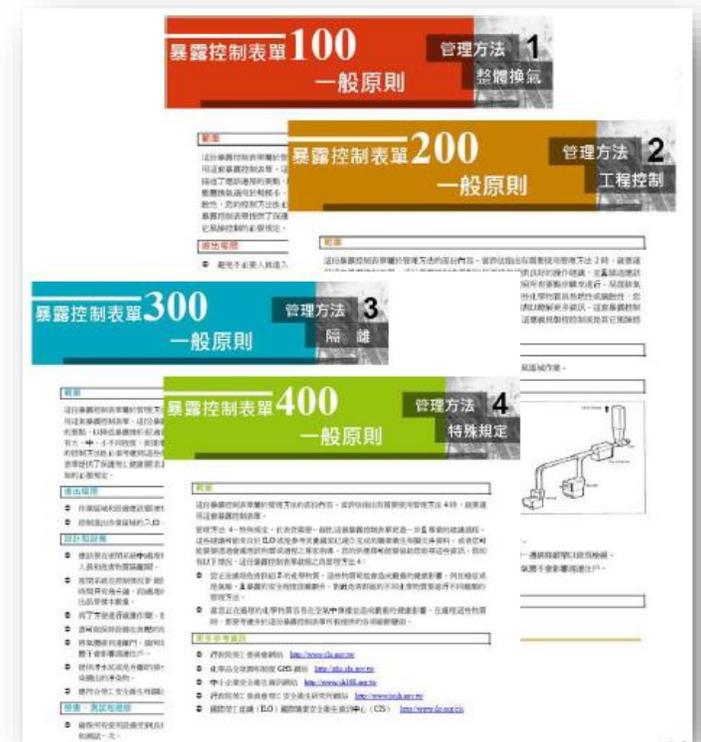
# 第四步：決定危害管理方式

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
<b>危害群組 A</b>				
小量	1	1	1	1
中量	1	1	1	2
大量	1	1	2	2
<b>危害群組 B</b>				
小量	1	1	1	1
中量	1	2	2	2
大量	1	2	3	3
<b>危害群組 C</b>				
小量	1	2	1	2
中量	2	3	3	3
大量	2	4	4	4
<b>危害群組 D</b>				
小量	2	3	2	3
中量	3	4	4	4
大量	3	4	4	4
<b>危害群組 E</b>				
所有屬於危害群組 E 的化學品皆使用管理方法 4				

# 參考暴露控制表單



- 特殊規定例
  - 進出權限設定
  - 設計和設備
  - 檢查、測試及維修
  - 清潔及環境打掃
  - 個人防護具
  - 訓練和監督
- 風險等級越高，管制程度越嚴格



# 暴露控制表單介紹 (1)

進出權限	非必要人員不可進入、不要在下風處作業...等。
設計和設備	整體換氣/局部排氣通風裝置、密閉製程、作業空間規劃、區域標示、化學品儲存相容性...等。
檢查、測試和維修	定期檢查、重點檢查、作業檢點及現場巡視、局限空間作業、氧氣濃度...等。
清潔及環境打掃	5S/6S管理 ( 整理/整頓/清掃/清潔/教養/紀律 )、洩漏清理...等。
個人防護具 ( PPE )	呼吸防護具、手部防護、眼睛防護、皮膚及身體防護、選用原則等。
訓練和監督	教育訓練 ( 危害告知、風險溝通、應變處置...等 )、推動職業安全衛生管理系統。

# 暴露控制表單介紹 (2)

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
機台或工作櫥櫃的排氣	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
填裝或清空 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

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性化學品的接觸	Sk100
呼吸防護具的選用	R100

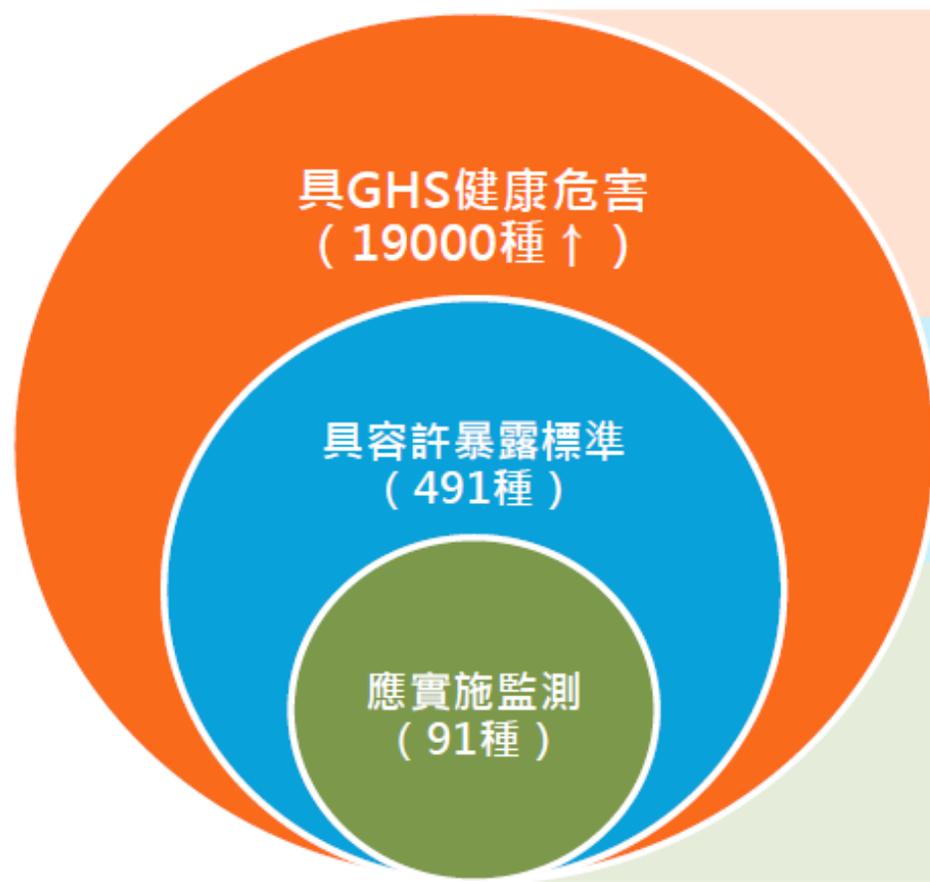
表 10：安全及環境控制表單

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



全面掌握、分層管理、多元評估、控制區分、科學為本

建議事業單位可依企業規模選擇適用的工具進行評估及分級管理！



中小企業：我國CCB工具

大型企業：進階工具箱

英國COSHH要點、德國EMKG、荷蘭Stoffenmanager、新加坡SQRA、日本實施風險評估支援系統、歐洲ECETOC TRA

從事特別危害健康作業之勞工人數100人以上，或總勞工人數500人以上：採樣分析或定量推估模式

依勞工作業環境監測實施辦法所定之監測及期程，實施暴露評估，必要時輔以其他半定量或定量評估模式或工具。

# 建物裝修及裝潢業勞工作業暴露

# 裝潢業工作類別、職業暴露與健康危害

類別	主要暴露	主要健康危害
拆除工	粉塵、噪音、振動、外傷	
泥水工	石灰粉塵、人因工程	
油漆工	溶劑、粉塵、人因工程	
水電工	振動、噪音、人因工程、感電	
木工	粉塵、木屑粉塵	癌症、呼吸系統症狀，包括肺功能異常、支氣管炎、慢性咳嗽、職業性氣喘、呼吸短促及皮膚眼睛刺激
	二氧化矽	癌症、肺部纖維化、呼吸道損傷、呼吸道症狀及肺功能異常
	噪音	聽力損傷、內分泌異常、頭痛、高血壓、煩躁
	甲醛	癌症、呼吸道症狀、氣喘
	作業姿勢不良或重複性工作	人因工程
	機械	感電、切割及釘傷

# 木工作業化學性危害預防

---

# 潛在問題

- 塗料及黏著劑中皆含有各類不同的列管有機溶劑，如甲苯、二甲苯、異丙醇、松節油等。
- 木料中可能含有防腐劑、防蟲劑或阻燃劑等化學物質。
- 裁切木料會產生大量粉塵與木屑，而且部分耐火板材含有石綿可能危害勞工健康。
- 室內裝修業之作業現場多為室內臨時性工作場所，通風不良而且缺乏適當的防護設備。



# 化學物質危害

- 塗料及黏著劑中之有機溶劑危害：火災爆炸危險及有機溶劑中毒。
- 有些木料含有防腐劑、防蟲劑或阻燃劑等化學物質或木材本身含有一些化學物質，在作業中或裁切時會釋出而危害人體健康。
- 有機溶劑可能進入人體之途徑：呼吸吸入、皮膚滲入或由口食入。
- 有機溶劑對肝臟、腎臟、血液、中樞神經系統、生殖系統、皮膚皆有毒性，可能造成人體不同程度之傷害，甚至致癌性。



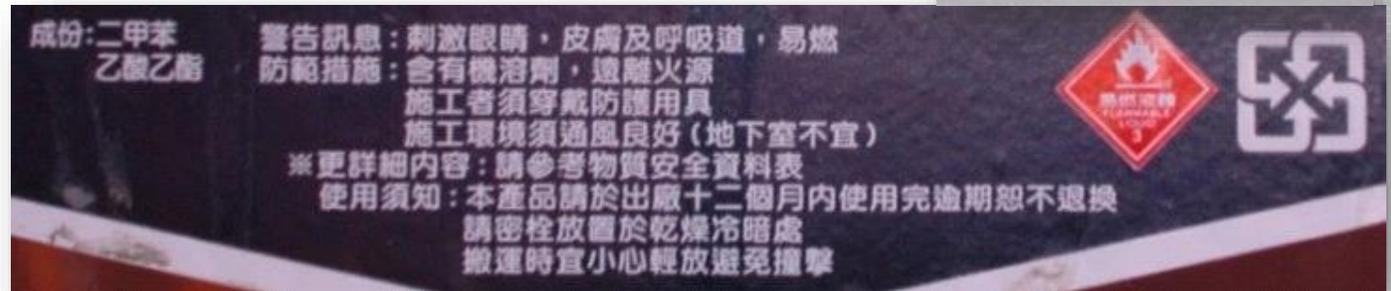
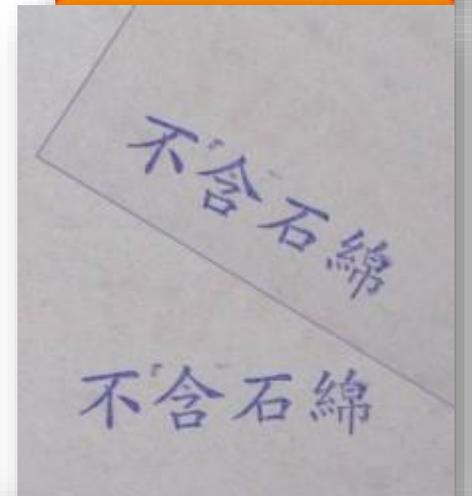
# 粉塵危害

- 粉塵危害：厭惡性粉塵、木屑、切割耐火材料之石綿纖維等。
- 木料中含有防腐劑、防蟲劑或阻燃劑等化學物質或本身含有的一些化學物質，也會隨裁切而產生之木屑或粉塵進入人體而危害人體健康。
- 石綿能導致石綿肺，有時可能導致肺癌或間皮瘤。
- 粉塵量過大可能造成呼吸系統不適，或發生肺部疾病。



# 危害認知、預防及應變

- 使用前，先確認塗料或黏著劑中含有之有機溶劑或有害物質，及取得危害預防及緊急應變資訊(容器外標籤和標示、安全資料表等)。
- 進行油漆、噴漆作業或使用黏著劑等易燃化學品之場所，不得有明火、加熱器或其他火源發生之裝置或作業，以避免引起火災或爆炸。
- 呼籲業主或雇主儘量使用不含石綿之產品。



# 職業疾病鑑定與現場訪視案例分析

# 電鍍作業-鉻酸暴露

---

暴露環境改變、消失：案例一

# 背景簡述

- 103年06月職安署來函，要求對A君發病(101年05月)前之電鍍作業場所進行作業環境測定，以評估A君之鉻酸暴露濃度。
- 經調查原事業單位已於103年04月變更製程，不再進行電鍍作業。



無作業場所可進行作業環境測定

# 策略 - 檢索相關暴露文獻

## 步驟一：收集資料，確認作業型態

- 電鍍作業型態區分
  - 裝飾性鉻電鍍(飾鉻)：時間短、鍍層薄
  - 工業硬鉻電鍍(硬鉻)：時間長、鍍層厚
- A君之作業型態屬於裝飾性鉻電鍍

## 步驟二：收集、比較暴露濃度文獻

- 國內文獻優先，因狀況近似

# 台灣地區電鍍作業空氣中鉻酸(六價鉻)濃度調查結果

調查年度	調查地區	作業型態	測定方法/樣本數	濃度超過 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)
78年林嘉明等 <sup>4</sup>	南部	飾鉻	個人/47名	0
80年勞工處 <sup>3</sup>	全省	硬鉻與飾鉻	個人/193名	8.6
81年林三齊等 <sup>2</sup> (總鉻濃度)	北部	硬鉻	區域/23點	30.4
82年賴俊雄等 <sup>10</sup>	中部	硬鉻與飾鉻	個人/189名	0
83年賴俊雄等 <sup>11</sup>	中部	硬鉻	區域/11點	27.3
			個人/6名	0
		飾鉻	區域/5點	0
			個人/3名	0
85年陳春萬等 <sup>6</sup>	全省	硬鉻	區域/52點	7.8
		飾鉻	區域/41點	0
86年林宜長等 <sup>1</sup>	全省	硬鉻-改善前	區域/65點	38.4
		硬鉻-改善後	區域/108點	8.3
		硬鉻	個人/9名	61

# 檢索相關暴露文獻(續)

- 比較結果
  - 硬鉻電鍍鉻酸暴露濃度明顯高於飾鉻電鍍
  - 超過容許濃度案例幾乎全數為硬鉻電鍍
  - (電鍍相關職業傷病案例集中於硬鉻電鍍)
- 另，A君每日電鍍作業時間低於2小時

A君應不致有因其從事電鍍作業，而有鉻酸暴露暴露過量之狀況

# 藥材調劑作業-正己烷暴露案

---

暴露環境改變、消失：案例二

# 背景簡述

- 102年12月職安署來函，要求對B君發病(101年12月症狀出現，102年08月確診)前之藥材調配作業場所進行調查，以評估B君之正己烷暴露狀況。
- B君罹患疑似職業病後，原廠已重設原作業場所，改善通風、增設局部排氣設備。



作業場所已改變

# 策略 - 對新作業場所進行測定，設法推估原 暴露狀態

- 步驟一：於新作業場所進行正己烷個人採樣與區域採樣(103年03月)。
- 步驟二：設法收集、比較新舊場所空間大小、中央空調換氣率、局部排氣系統效能等數據，作為推估依據。

個人與區域採樣之正己烷濃度

樣本	濃度 (ppm)
個人	120
區域一	1,789 <sup>a</sup>
區域二	456

<sup>a</sup>採樣管破出  
正己烷八小時時量平均容許濃度: 50 ppm

# 推估結果

- 改善通風後之新作業場所，個人與區域採樣正己烷濃度明顯超過容許標準。
- 比較新、舊作業場所狀況。



**B君於原作業場所工作時，極可能暴露於濃度超過容許濃度標準之正己烷蒸氣。**

# 清洗作業-溴丙烷暴露案

---

暴露環境改變、消失：案例三

# 背景簡述

- 102年12月職安署來函，要求對C君發病(102年8月發病，11月申請職業傷病給付)前之清洗作業場所進行調查，以評估C君之溴丙烷暴露狀況。
- C均罹患疑似職業病，申請職業傷病給付後，原事業單位已針對作業線進行一系列改善工程。



作業條件已改變

# 策略 - 對新場所進行作業環境測定，同時尋找是否存在舊作業場所可用於參考之測定資料

- 步驟一：於新作業場所進行溴丙烷個人採樣與區域採樣(103年03月)。
- 步驟二：設收集在團隊前往測定之前，該場所曾進行過所有相關之測定資料。

# 策略(續)

- 團隊103年03月測定結果，個人採樣濃度9.2與5.1 ppm，作業台上區域採樣濃度40.8與27.9 ppm。
- 另一研究團隊於102年09月於作業檯上區域採樣濃度188.6、100.7與97.3 ppm。
- 可推估C君於原作業場所狀況下工作時，個人溴丙烷暴露濃度極可能超過美國ACGIH TLV-TWA 0.1 ppm，Cal OSHA容許濃度值5 ppm，台灣 0.5 ppm (106/09)。



C君作業時有溴丙烷暴露過量之虞。

# 電焊作業-煙煙暴露案

---

暴露環境改變、消失：案例四

# 背景簡述

- 103年05月職安署來函，要求對自營工作者D君電焊作業之燻煙暴露狀況進行調查。
- D君工作頻率約於10年前開始減少，近年已處於休業狀態，極少進行電焊作業。



作業已停止，不存在暴露狀態

# 策略 - 重建作業環境

- 請D於當年之作業地點，依當時狀態再度進行電焊作業，同時進行作業環境測定。
- 作業中可呼吸性粉塵濃度 $76.2 \text{ mg/m}^3$ ，高於短時間時量平均容許濃度值 $10 \text{ mg/m}^3$ 。
- 依此推估



D君當年作業時  
可能暴露於過量之可呼吸性粉塵

# 職安署職業危害評估(OHHE)計畫 案例分享(I)

---

A Practical Approach to Control Chemical Exposures of the Screen  
Washing Task in A Printed Circuit Board (PCB) Manufacturer

林瑜雯、張振平、譚家蘭、柯韋巨

# Description



Cleaning the ink residues on the screen printing template is a manual task in this PCB manufacturer.

- Solvent mixtures were (1) toluene, n-butyl acetate and cyclohexanone and (2) 2-butoxyethanol.



To reduce the workers' solvent exposures

- Improved the local exhaust ventilation (LEV) system in the screen washing room
- Evaluated the protection efficiency of chemical protective gloves



Both reduced the workers' exposures via inhalation and skin contact significantly.

# Solvents

- The printing inks are composed by aliphatic, aromatic, ketones, esters, alcohols and ethers, mostly hydrophobic chemicals.
- Toluene-based organic solutions are selected as the cleaning solvents to remove the ink residues on the screens, scrapers and other tools usually. (Lin, 2011)
- Benzene, toluene, and xylenes - the most common solvents in the screening printing process. (White *et al*, 1995)

# Exposures vs. Syndromes

- The highest exposure area - the printing ink preparation area and the screen washing room
- Those with high chronic exposure demonstrated significantly poor performance on visual memory tasks and mood.
- The solvent mixtures being used in this process might not induce a significant clinical disease but would affect the central nervous system function

(White *et al.*, 1995)

# Situation/Problem

---



# A Manual Task

- Task:
  - Workers removed the ink residuals from the screen templates by scrapers on the printing site and delivered them to the washing room once the printing process was completed
  - Each template was wiped 3 to 5 times by the cloth, saturated with cleaning solvent, till all of the residuals were removed for both side.
- Duration and frequency:
  - ~ 5 minutes to clean a screen template
  - 7 ~ 10 screen templates were cleaned by 1 or 2 workers per shift
- PPE:
  - Natural rubber gloves, charcoal masks, and goggles

# Concerns and Recommendations

## Efficiency of the LEV

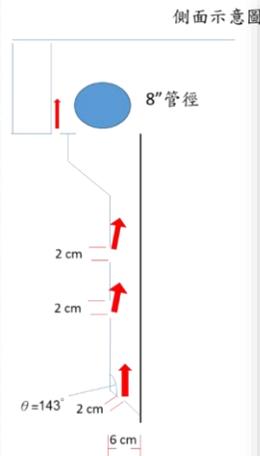
- According to the reported toluene concentration, inspection of the LEV system was required.

## Dermal Protection

- No permeation behavior parameters of the gloves they were using, evaluations were recommended.

# Modification of the LEV System

- Opened 3 exhausted slots at the heights of 82 cm, 107 cm and 137 cm to evacuate the organic vapors near the workers' breathing zone
- A one-day work to complete this project without interrupting the production too much



# Protective Gloves Evaluation – Tested Gloves

Type of Glove	Manufacture	Size Thickness		Test Strategy
Natural Rubber	Jan Fu, Taiwan	9" ~ 10"		Samples were collected every 5 min at the first 30 min and every 10 min from the 30 min till 120 min.
Butyl Rubber (B131)	North, USA	10" 0.33 mm		
Nitrile (SG-133)	Solva-Gard®, Malaysia	10" 0.28 mm		
Neoprene (NS-450)	MAPA®, Malaysia	9" 0.76 mm		
Silver Shield®	North, USA	10" 0.07 tmm		

Samples were collected every 15 min for 4 hrs.

# Glove Selection Recommendations

	Natural Rubber	Butyl Rubber	Nitrile	Neoprene	Silver Shield®
					
Banana oil	40 min	15 - 20 min	15 min	20 – 25 min	> 240 min
2-Butoxyethanol	> 120 min	> 120 min	110 min	> 120 min	> 240 min

Silver Shield gloves provide the best protection but were not recommended

Expensive, uncomfortable and inflexible

The natural rubber gloves can prevent these organic solvents for 40 minutes

As the ink-cleaning is a short-term task, natural rubber gloves could be an appropriate hand protection choice.

Workers should change the gloves often and should not reuse the gloves.

# Conclusions

- Engineering control is always the first priority to reduce the workers' exposures from the occupational hygiene aspects.
- Skin contact is another significant and unavoidable route for this particular group.
- This is a feasible solution for this multi-exposures routes work group.
  - The recommendations were proposed based on the current facilities, no significant changes were made.
  - The on-site OH technicians/specialists were trained concurrently to inspect the performances of all exposure controls.

# 案例分享(II)

---

Occupational Exposure Assessment of 1-Bromopropane

林瑜雯、張振平、吳俊德、戴聿彤、柯中函

# Uses of 1-Bromopropane

- In the past
  - Solvents for fats, waxes or resins
  - Intermediate in the synthesis of pharmaceuticals, insecticides, quaternary ammonium compounds, flavors, or fragrances
- In recent years
  - Solvent cleaner in degreasing operations to clean optics, electronics, and metals
  - Aerosol-applied adhesives
  - Dry-cleaning industry – replacing ozone-depleting chemicals or suspected carcinogens

# Occupational Exposure – Aerosol Spray

Operation [Country, Year]	1-BP Concentration (ppm)	Number of Samples	Notes
<b>Adhesive Spray Application</b> [NIOSH, 2003] [USA, 1999] [USA, 2001] [USA, 2001]	8-hr TWA Range 18 – 254 Range 7 – 281 Range 0.1 – 4.9	16 13 27	Foam cushion fabrication Sprayers Sprayers Unexposed workers
<b>Adhesive Spray Application</b> [Hanley et al., 2006] [USA, NR]	8-hr TWA Range 45 – 200 Range 0.6 – 60	26 34	Foam cushion fabrication Sprayers Non-sprayers
<b>Adhesive Spray Application</b> [Toraason et al., 2006] [USA, 2001]	8 – 10-hr TWA Range 0.2 – 271  Range 4 – 27	41  22	Cushions for upholstered furniture workers  Sprayer: 83±85 (n = 13) Non-sprayer: 2±2 Sprayer: 21±5 (n = 6) Non-sprayer: 5±1
<b>Adhesive Spray Application</b> [Majersik et al., 2007] [USA, NR]	7-hr TWA Range 92 – 127	6	Foam cushion fabrication workers

# Occupational Exposure – Cleaner

Operation [Country, Year]	1-BP Concentration (ppm)	Number of Samples	Notes
<b>Degreasing</b> [Hanely et al., 2010] [USA, NR]	8-10 hr TWA Range 0.56 – 14.4	22	Workers near degreasers
	Range 0.077 – 1.33	9	Workers away from degreasers
<b>Dry Cleaning</b> [Blando et al., 2010] [USA, NR]	8-hr TWA Range ND – 54	8	Machine operator
	Range ND – 22	6	Clerk
<b>Metal Cleaning</b> [Wang et al., 2015] [Taiwan, 2013]	8-hr TWA Range 97.3 – 188.6	3	Area sampling
<b>Adhesive Manufacturer</b> [Hanely et al., 2010] [USA, 2005 - 2008]	8-10 hr TWA Range 0.264 – 3.79	3	Directly used 1-BP
	Range 0.072 – 1.59	8	Did not use 1-BP

# Occupational Exposure – Production

Operation [Country, Year]	1-BP Concentration (ppm)	Number of Samples	Notes
1-BP Manufacturer [Ichihara et al. 2004a] [China, NR]	8-hr TWA Range 0.9 – 170.5	24	Operators (Female)
	ND – 43.3	13	Various (Male)
1-BP Manufacturer [Ichihara et al. 2004b] [China, NR]	8-hr TWA Range 0.34 – 49.2	23	Material/Product handlers (Female)
1-BP Manufacturer [Li et al. 2010] [China, NR]	8-hr TWA Range 0.07 – 106.4	60	Material/Product handlers (Female)
	Range 0.06 – 114.8	26	Material/Product handlers (Male)

# Health Effects

- Carcinogen
  - Reasonably anticipated to be a human carcinogen (2-yr animal study - adenoma of large intestine, skin carcinoma, and alveolar/bronchiolar adenoma and carcinoma (NTP, 2013)
  - 2B - possibly carcinogenic to humans (IARC, 2018)
  - A3 – animal carcinogen(ACGIH, 2014)
- Neurotoxicity
  - CNS impairment
  - Peripheral neuropathy
- Hematologic effects
- Reproductive and development toxicology

# Exposure Assessment

---

Walkthrough, Sampling, and Quantitative Measurements

# Plant Backgrounds

Company & Location	Process	No. of Samples [Sampling Dates]
<p>[Plant 1] Golf-Club Cleaning Kao Hsiung City</p>	<p>10-15 workers were responsible for cleaning, drying golf clubs as well as inspecting the products. 1-BP was kept in the washing tank, which was maintained at -10°C to minimize the vaporization of 1-BP. Workers manually immersed the basket into the tank, took it out, and shook to dry manually.</p>	<p>10 personal samples 49 area samples</p>
<p>[Plant 2] Electronic Manufacture Kao Hsiung City</p>	<p>An enclosure degreaser machine operating operated in a semi-opened area 1-BP as the cleaning solvent 1 or 2 operators put the basket with electronic parts into the cleaner, leaved and came back to pick up the basket. He/she stayed in the area for about 10 minutes for each task.</p>	<p>11 personal samples 15 area samples</p>

# Hand Protection Solution for Plant 1

Glove Permeation verifications and recommendations

# Gloves for Permeation Test

Type of Glove	Manufacture	Size	Thickness	
Natural rubber latex (NRL)	North USA	9"	0.46 mm	
Nitrile (NR)	North USA	9"	0.28 mm	
Butyl rubber glove (BR)	North USA	10"	0.33 mm	
Neoprene rubber glove (NP)	MAPA FR	M	0.9 mm	
Silver Shield® glove (SH)	North USA	10"	NA	

# Permeation Test Results

## By ASTM F739 Method

- Neoprene glove
- Nitrile glove
- NRL glove
- Butyl glove

Broke through within 15 minutes for 2-hr test duration

IARC: Among workers, the monograph notes that “dermal exposure can be a significant source of 1-bromopropane absorption and most common glove and chemical protective materials do not provide adequate skin protection.”

- Silver Shield: no breakthrough was detected with the 8-hr test

# Enclosure Recommendation for Plant 2

# Ventilation System

## Inspection

- A non-totally enclosed local exhausted system → 1-BP diffused to the workplace



## Improvement

- Sealed the open slots underneath the washing machines



謝謝聆聽，敬請指教

---

