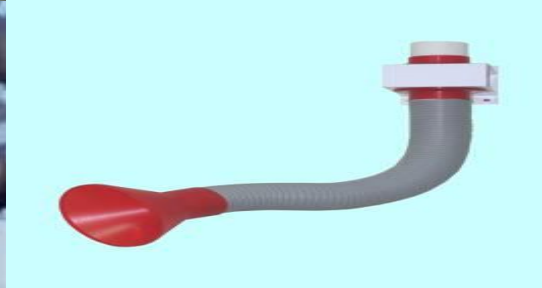
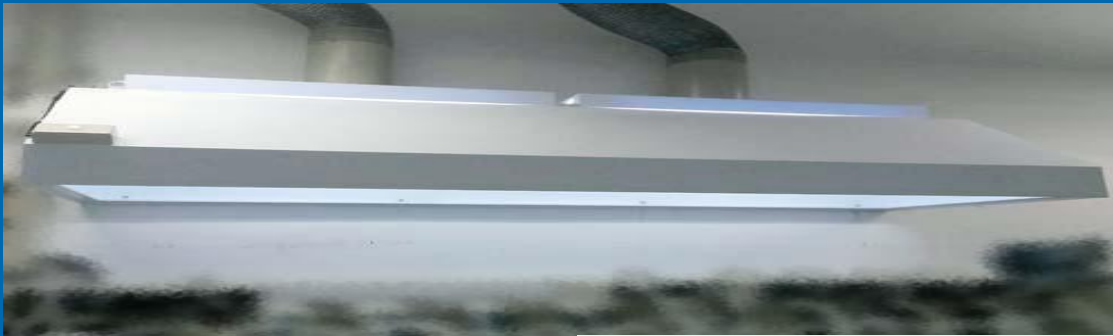


暴露評估與勞工作業環境監測

李士弘

本教材作為宣導使用，不得作為營利用途，資料主要取材於AIHA's *A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures*, forth edition)，及網路資訊



越往上行所需毒理學與流行病學資料越多



最大範圍資料需要量

中等資料需要量

最少資料需要量

Hierarchy of OELs	Hierarchy of Monitoring	Hierarchy of Management
工業衛生師標準	替代方法(模式推估)	整體換氣
企業內部標準		局部排氣
公協會標準	作業環境監測(非法定)	隔離
容許暴露標準	作業環境監測(法定)	密閉

職業安全衛生法

第十一條 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。

職業安全衛生法

第十二條

- §1 雇主對於中央主管機關定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。
- §2 前項之容許暴露標準，由中央主管機關定之。
- §3 雇主對於經中央主管機關指定之作業場所，應訂定作業環境監測計畫，並設置或委託由中央主管機關認可之作業環境監測機構實施監測。但中央主管機關指定免經監測機構分析之監測項目，得僱用合格監測人員辦理之。
- §4 雇主對於前項監測計畫及監測結果，應公開揭示，並通報中央主管機關。中央主管機關或勞動檢查機構得實施查核。
- §5 前二項之作業場所指定、監測計畫與監測結果揭示、通報、監測機構與監測人員資格條件、認可、撤銷與廢止、查核方式及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

罰則

➤ §42 罰鍰30-100萬

- §12-4通報資料查核結果不實。

➤ §43 罰鍰3-30萬

- §11-1未實施風險評估，通知限期改善，屆期未改善。
- §12-1危害暴露高於標準值。
- §12-3監測計畫、監測機構實施監測。

➤ §45 罰鍰3-15萬

- §12-4未通報，通知限期改善，屆期未改善。

➤ §48 罰鍰6-30萬，撤銷或廢止(監測機構)

職業安全衛生法

第一條 為防止職業災害，保障工作者安全及健康，特制定本法；其他法律有特別規定者，從其規定。

舊法：

第一條 為防止職業災害，保障勞工安全與健康，特制定本法；本法未規定者，適用其他有關法律之規定。

職業安全衛生法(重要定義)

- 工作者：指勞工、自營作業者及其他受工作場所負責人指揮或監督從事勞動之人員。
- 勞工：指受僱從事工作獲致工資者。
- 雇主：指事業主或事業之經營負責人。
- 事業單位：指本法適用範圍內僱用勞工從事工作之機構。
- 職業災害：指因勞動場所(就業場所)之建築物、機械、設備、原料、材料、化學品、氣體、蒸氣、粉塵等或作業活動及其他職業上原因引起之工作者疾病、傷害、失能或死亡。

事業單位定義

➤ 工會法施行細則§2：

- 所稱廠場，指有獨立人事、預算會計，並得依法 辦理工廠登記、公司登記、營業登記或商業登記之工作場所。
- 前項所定有獨立人事、預算及會計，應符合下列要件
 - 對於工作場所勞工具有人事進用或解職決定權。
 - 編列及執行預算。
 - 單獨設立會計單位，並有設帳計算盈虧損。
- 所稱事業單位，指僱用勞工從事工作之機構、法人或團體。

職業安全衛生管理辦法

第6條 事業分散於不同地區者，應於各該地區之事業單位依第二條至第三條之二規定，設管理單位及置管理人員。事業單位勞工人數之計算，以各該地區事業單位作業勞工之總人數為準。

暴露評估

```
graph TD; A[暴露評估] --> B[危害性化學品評估及分級管理辦法  
勞工作業環境監測實施辦法]; B --> C[危害性化學品評估及分級管理技術指引  
作業環境監測指引];
```

危害性化學品評估及分級管理辦法
勞工作業環境監測實施辦法

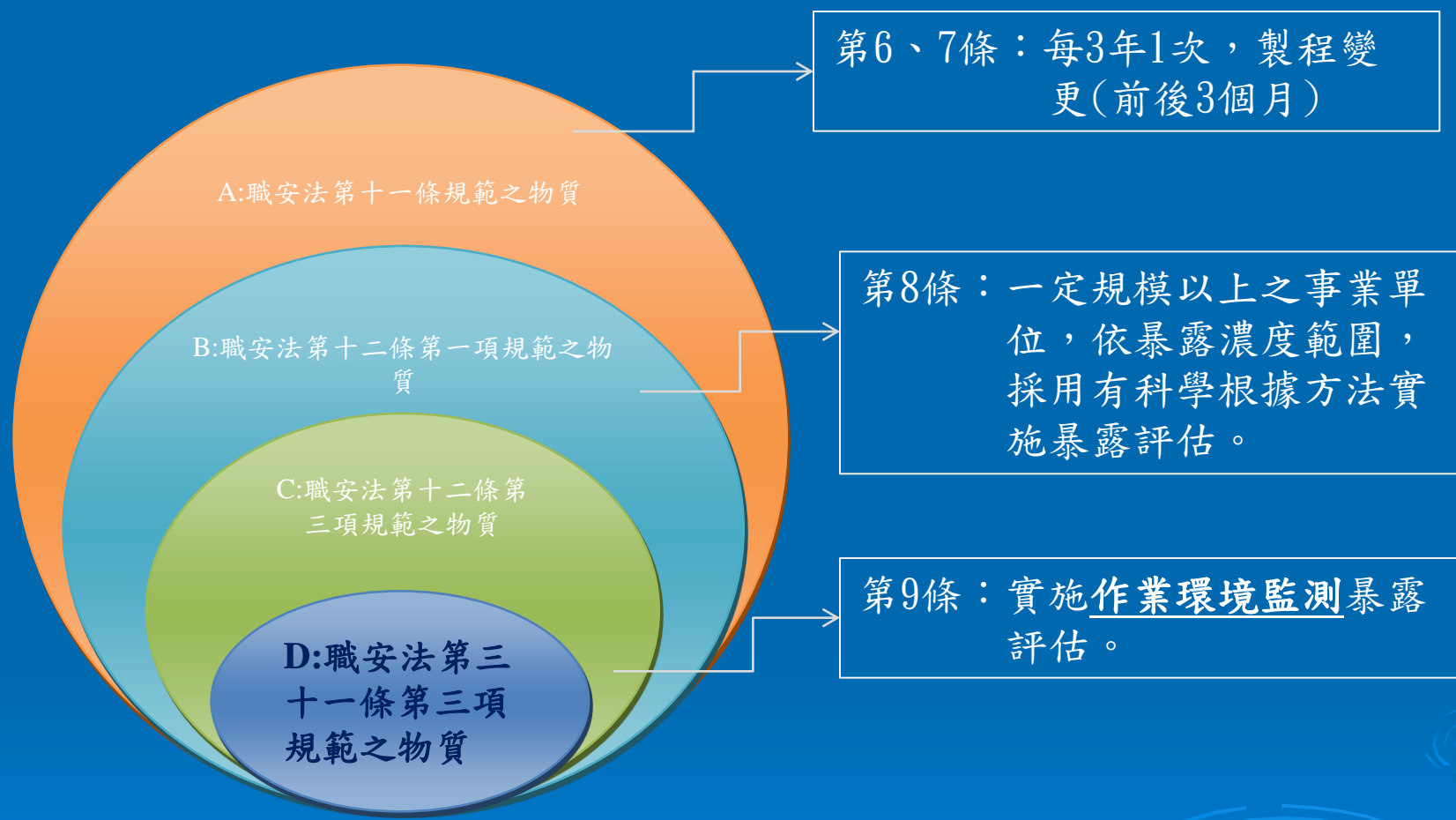
危害性化學品評估及分級管理技術指引
作業環境監測指引

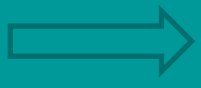

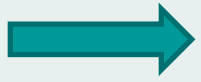
危害性化學品評估及分級管理辦法

- 母法：職安法§11-2
- 暴露評估：指以定性、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。
- 分級管理：指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。

範圍

- 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

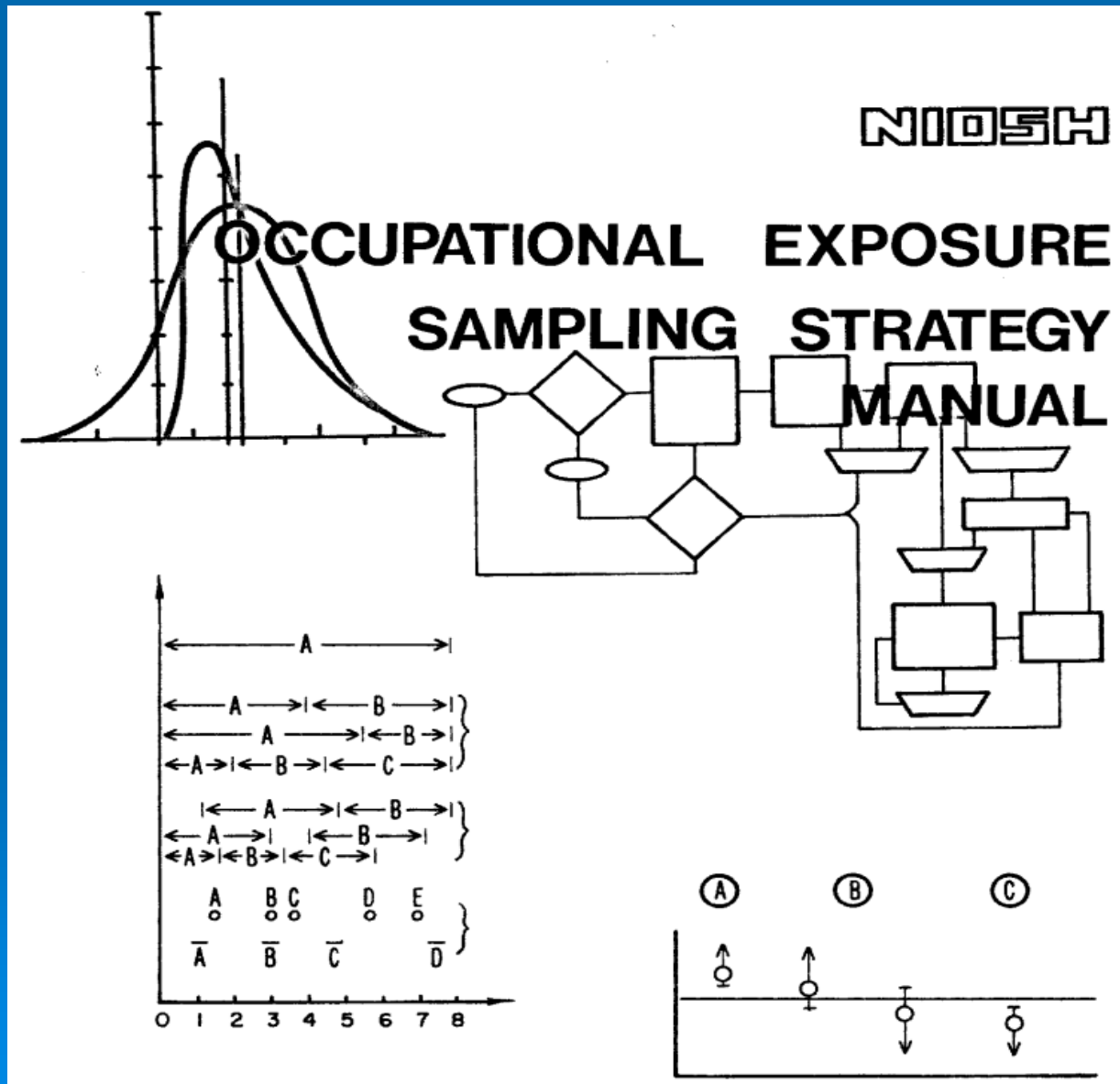


第6、7條		CCB
第8條		危害性化學品評估及 分級管理技術指引
第9條		作業環境監測指引

暴露評估



濫觴於1977年NIOSH



1977 NIOSH 暴露評估策略

➤ 確認污染物

- 物質
- 製程
- 觀察

➤ 計算可能暴露

- Steady state
- k Factor

➤ 工作者採樣---最大可能暴露

1977 NIOSH 暴露評估策略

- 為什麼是最高風險勞工(最糟狀況)?
 - 暴露是變動的
 - 95%信心最高10%的暴露
 - 例如20人之相似暴露族群
 - 需採13人之樣本

1977 NIOSH 暴露評估策略

- 目的是什麼？
- OSHA—符合標準，95%信賴區間
 - 決策
 - 違反
 - 不違反
 - 可能超過暴露
 - 變動係數
 - 方法及分析誤差
 - 採樣區間影響 CV_{TOTAL}
 - 全程單一最小誤差

1977 NIOSH 暴露評估策略

➤ 95%信賴區間的下限($LCL_{95\%}$)， 95%信賴區間的上限($UCL_{95\%}$)

- $LCL_{95\%} = \text{Mean}/\text{PEL} - 1.645 * CV_{\text{TOTAL}} / \sqrt{n}$
- $UCL_{95\%} = \text{Mean}/\text{PEL} + 1.645 * CV_{\text{TOTAL}} / \sqrt{n}$
- $UCL_{95\%} \leq 1$ - 不違反
- $LCL_{95\%} > 1$ - 違反
- $LCL_{95\%} \leq 1$ 及 $UCL_{95\%} > 1$ - 可能過暴露

全面性暴露評估的時代

AIHA's A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures, forth edition)



暴露評估

- 定義(from AIHA)：建立暴露剖面並決定工作場所暴露於物理、化學、生物病原等暴露之可接受程度之過程
- 全面性暴露評估：針對
 - 所有工作者
 - 所有暴露
 - 所有天數
- 為什麼？

暴露評估

- 定性暴露評估：整合可獲得之資訊及專業判斷，估計暴露之決定因素依照個人經驗或專業判斷，估計勞工在工作場所中物理、化學、生物病原等之暴露(DOE Guide G 440.1-3)
- 定量暴露評估：收集及定量分析可充分及適當描述暴露特性之數據，決定勞工在工作場所中物理、化學、生物病原等之暴露(DOE Guide G 440.1-3, AIHA's *A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures*, forth edition)

AIHA暴露評估策略(一)

1. 基本特性描述
2. 暴露評估
 - 建立相似暴露族群(SEGs)
 - 建立/評估暴露剖面(Exposure Profile)
 - 判斷每一SEG的暴露剖面的可接受度
3. 更進一步資料收集

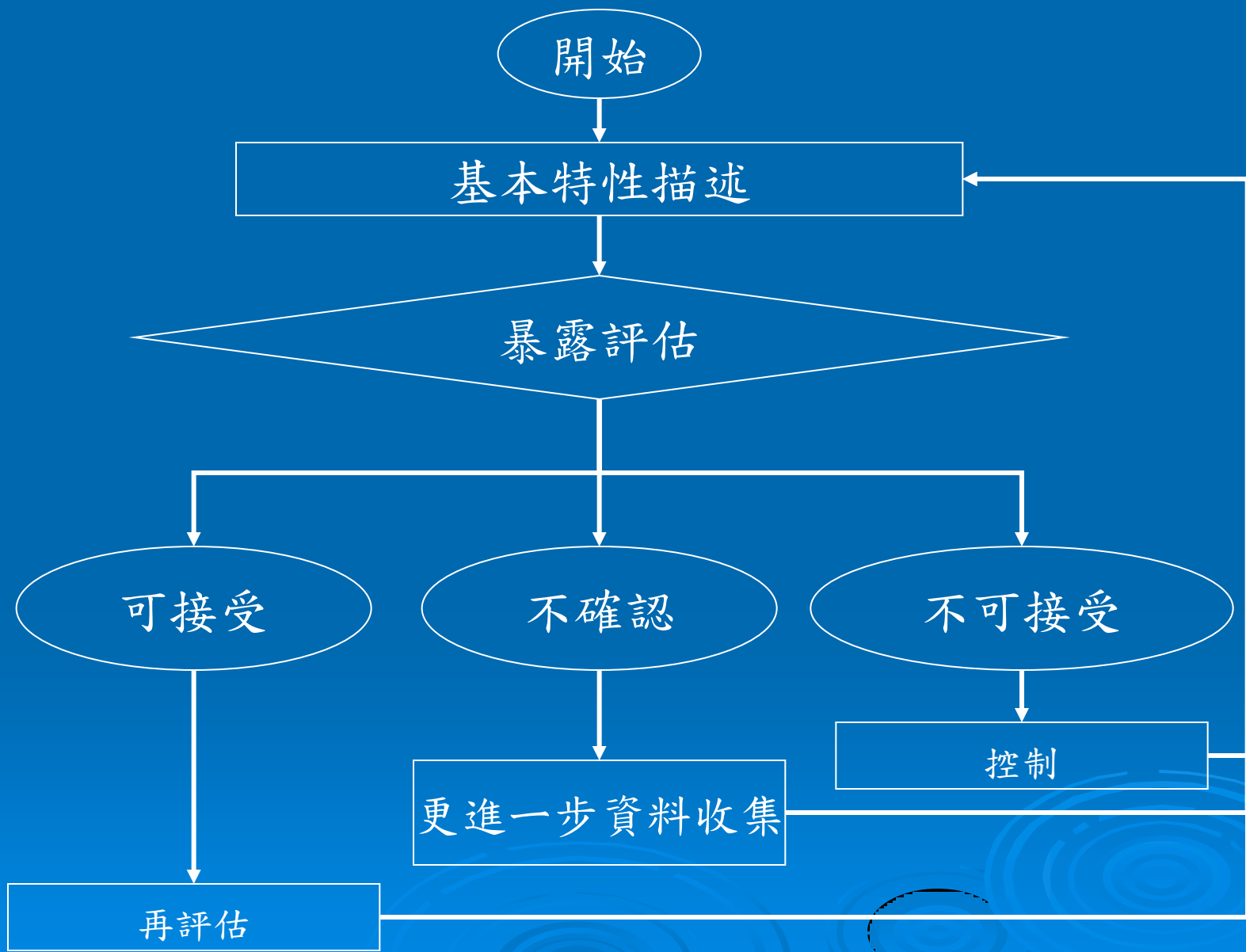
AIHA暴露評估策略(二)

4. 控制方法
5. 再評估
6. 風險溝通及文件化
7. 執行

AIHA暴露評估策略

- 1.基本特性描述
- 2.暴露評估
- 3.更進一步資料收集
- 4.控制方法
- 5.再評估
- 6.風險溝通及文件化
- 7.執行

AIHA暴露評估策略



AIHA暴露評估策略-基本特性描述

➤ 資料收集

• 工作場所

- 生產、製造程序、修繕、週期性、或臨時性工作
- 可能釋放源及控制點
- 建築、設備、通風

AIHA暴露評估策略

1.基本特性描述

2. 暴露評估
3. 更進一步資料收集
4. 控制方法
5. 再評估
6. 風險溝通及文件化
7. 執行

資料收集(二)

➤ 工作者

- 勞工部門、工作方法
- 週期性、或臨時性工作
- 暴露頻率及持續時間
- 個人防護設備
- 暴露類型

➤ 暴露源-Hazard Assessment

- 物理、化學、生物等
- 潛在健康影響
- 暴露途徑
- 暴露量

基本特性描述

事業單位
基本資料

化學品
清單

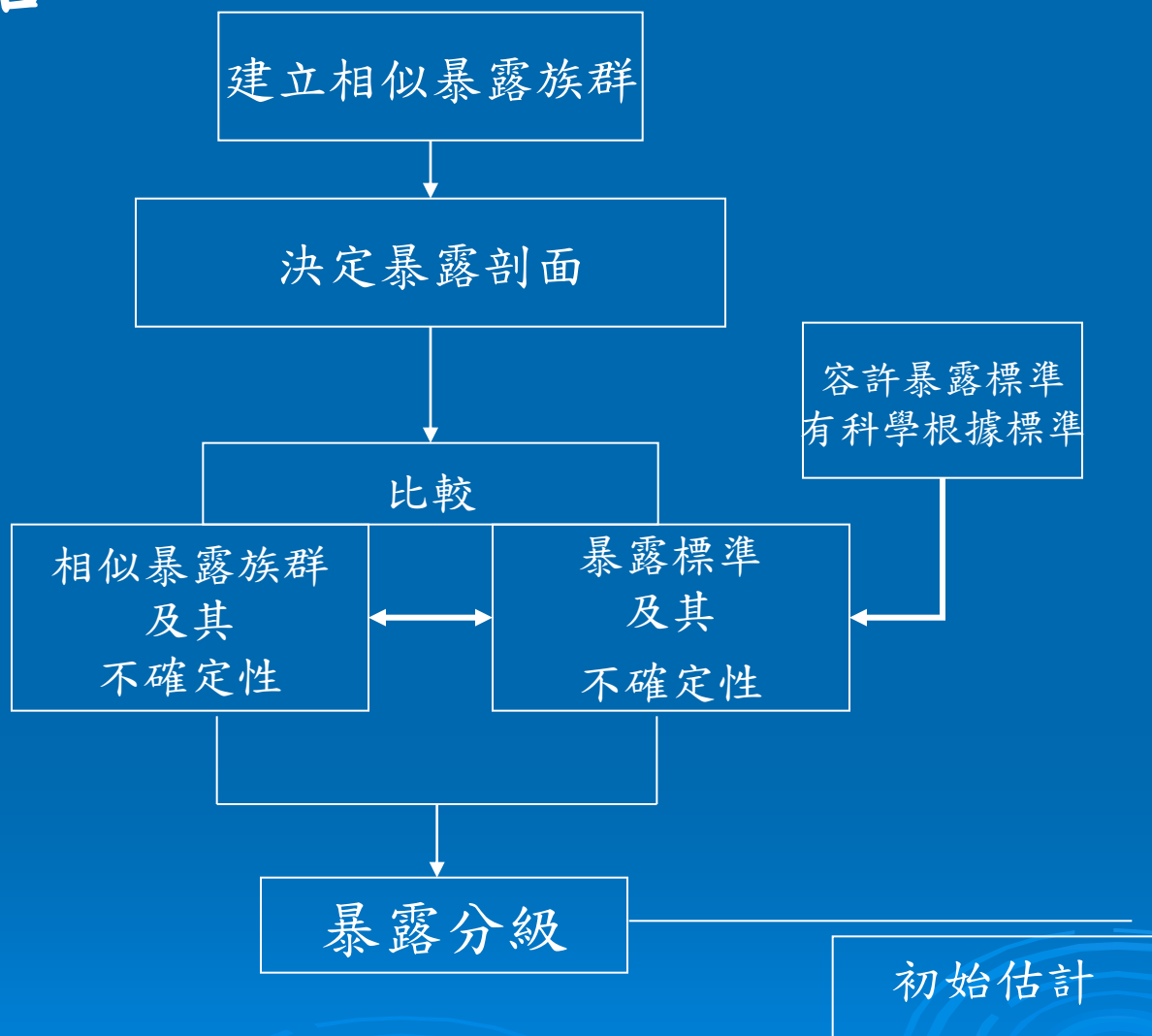
分級管理
需求

分級管理
清單

控制設備
(個人防護具)

暴露標準

暴露評估



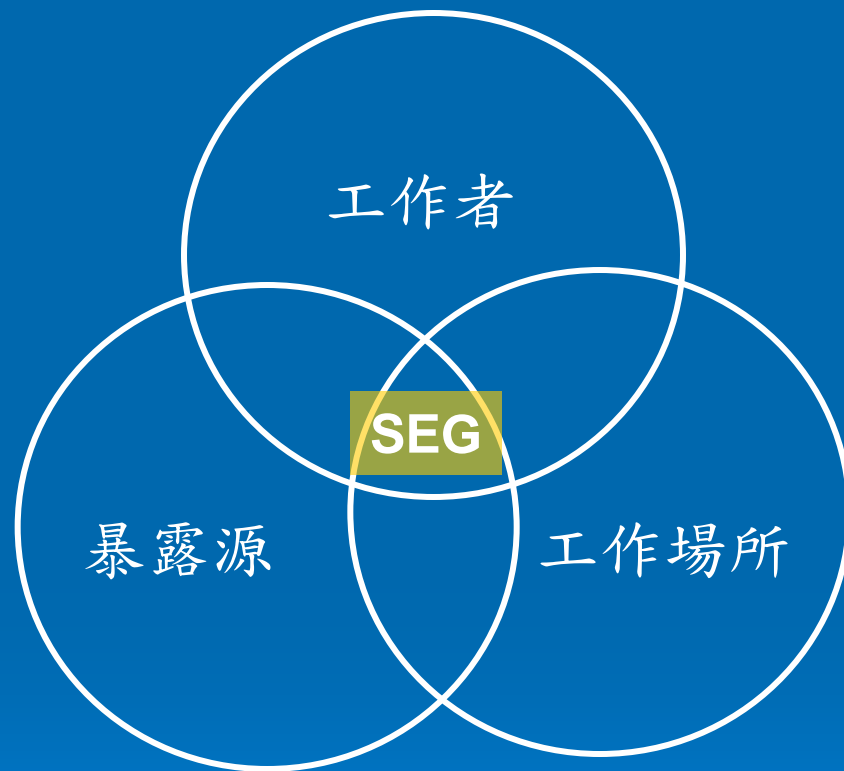
暴露評估-建立相似暴露族群

- 相似暴露族群定義：一群勞工因為工作之種類、頻率、製程、所接觸的物質及工作方法的類似性而有相似之暴露剖面
- 如何建立相似暴露族群，可藉由
 - 暴露源/污染物或綜合考量下列事項：
 - 製程
 - 作業類型
 - 工作特性
 - 觀察
 - 採樣

AIHA暴露評估策略

- 1.基本特性描述
- 2.暴露評估**
- 3.更進一步資料收集
- 4.控制方法
- 5.再評估
- 6.風險溝通及文件化
- 7.執行

相似暴露族群



關鍵SEG(Critical SEG)

- 所估計暴露剖面之上端值(Upper end)接近暴露標準，且每一工作者間有明顯之變異性

暴露評估-建立/評估暴露剖面

- 暴露剖面：一個暴露族群暴露程度的時間變化特性
- 需要估計一個暴露族群內勞工之暴露量及其變化，再加上估計量適合程度的判斷

建立/評估暴露剖面

➤ 暴露特性描述

- 定性
- 半定量-----模式推估
 - 物化特性
 - 製程資訊
- 定量
 - 個人採樣
 - 偵測量值

建立/評估暴露剖面

- 定性暴露評估
 - 我們擅長嗎
 - 沒有比機率好多少
 - 估計95百分位數

AIHA暴露評估

➤ 半定量暴露評估

- 模式推估
 - 物理及化學性質
 - 簡單
 - 非常複雜

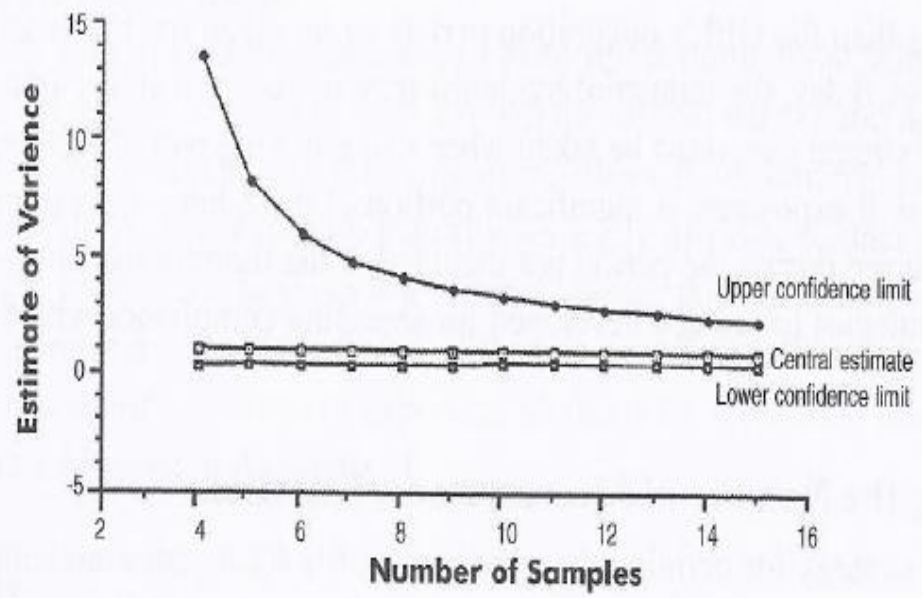
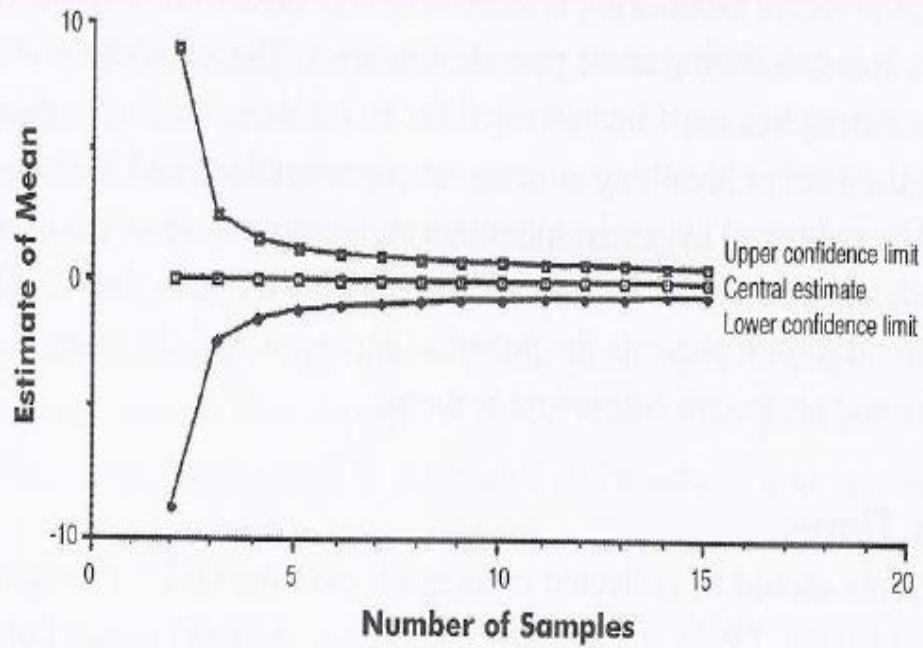
AIHA暴露評估

- 定量暴露評估
 - 監測的目的
 - 基線調查
 - 符合性測試
 - 診斷/評定
 - 可解釋之暴露途徑
 - 吸入
 - 皮膚接觸
 - 食入

AIHA暴露評估

➤ 定量暴露評估

- 採樣數目
 - 估計平均值—6
 - 估計變異數—10



暴露評估-判斷每一SEG的暴露剖面的可接受度

➤ 選擇暴露標準

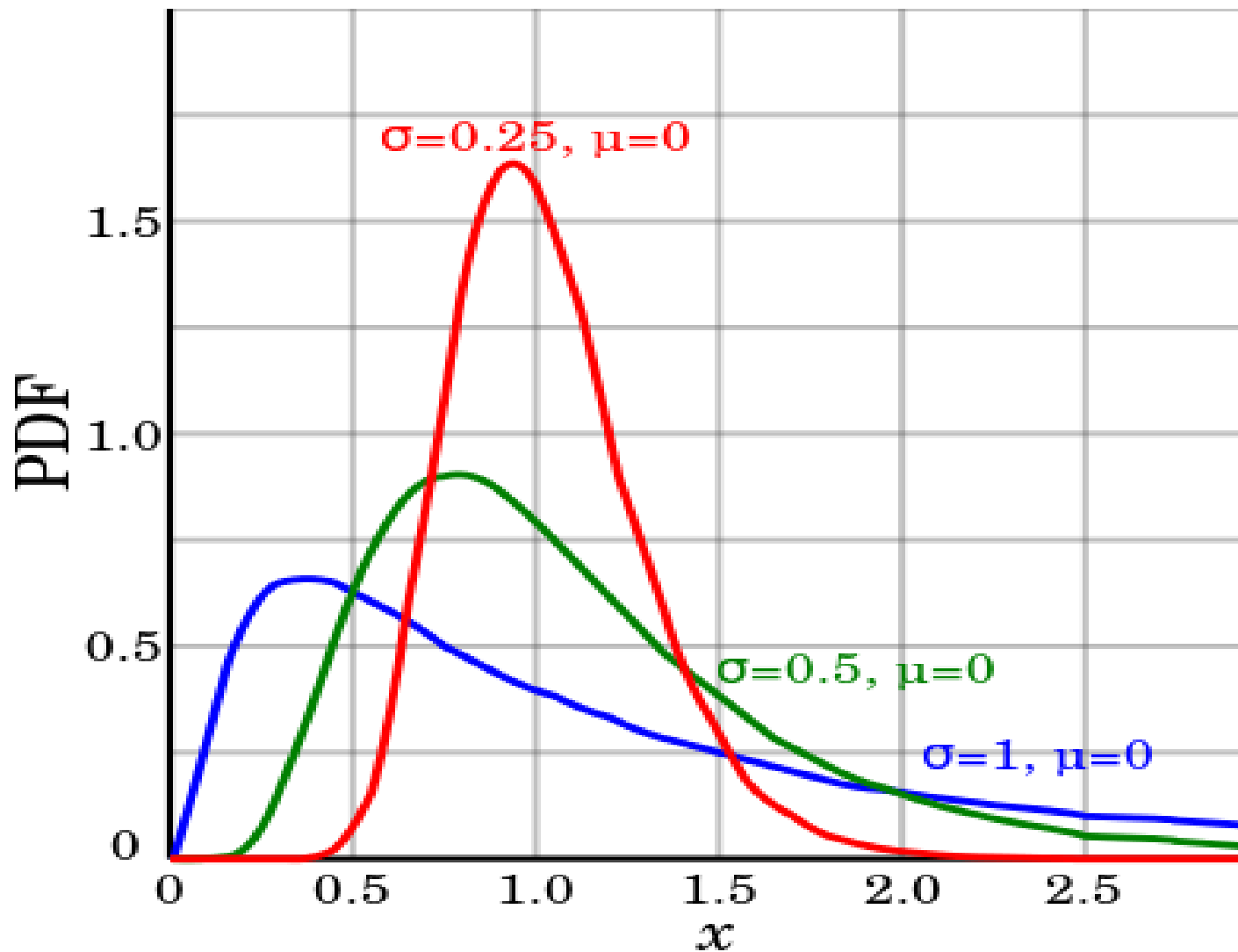
- PELs、Working OELs
- 考慮平均時間
 - Ceiling
 - STEL
 - TWA

AIHA暴露評估

➤ 定量暴露評估

- 運用統計學
 - 對數常態分布
 - 95百分位數為其不偏估計量(符合性測試)
 - 不確定性
 - 監測之不確定性
 - 容許暴露標準之不確定性
- 統計可以幫助決策但不能產生決策

對數常態分布



Goodness of fit

➤ 假說

- H_0 : normal , H_a : not normal
- H_0 : lognormal , H_a : not lognormal

➤ 步驟

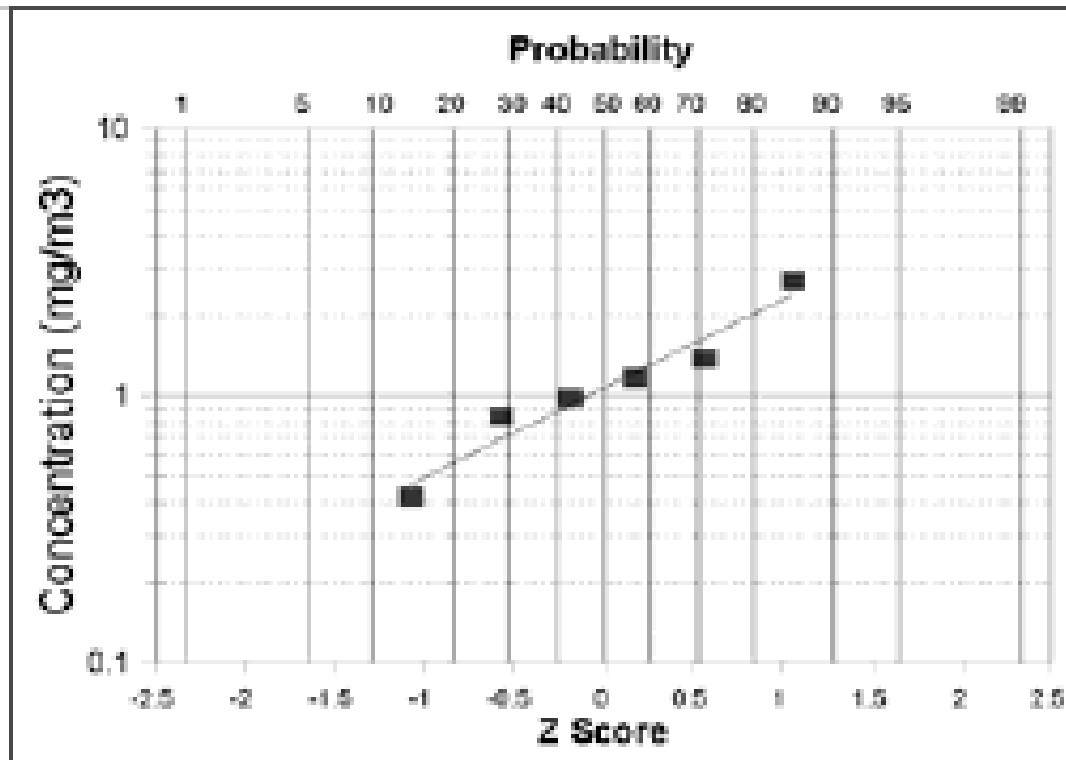
- 第一步：主觀趨勢，穩定度分析
- 第二步：主觀趨勢，圖形分析
 - 對數機率圖
- 第三步：客觀的統計程序
 - W-test

範例

Example – Welding Fumes

Rank (i)	x_i (mg/m ³)	Plotting Position $pp = i/(n+1)$
1	0.42	0.143
2	0.84	0.286
3	0.98	0.429
4	1.16	0.571
5	1.36	0.714
6	2.66	0.857

Example – Welding Fumes



Log-Probability Plot

- ◆ gm = 50% point = 1.05 mg/m³
- ◆ gsd = 84% point ÷ 50% point
gsd = 2.1/1.05 = 2.0

幾何平均與幾何標準差

$$\textit{let } y = \ln(x)$$

$$\textit{gm} = \exp\left(\frac{\sum y_i}{n}\right)$$

$$\textit{gsd} = \exp\sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$$

95百分位數

- 焦點放在暴露剖面之上端值
- 95百分位數可當作符合性統計量
- 目標在決定95百分位數掉在那一分類
- 主要在幫助決策，決定暴露剖面屬於
 - 已控制或可接受
 - 不可接受
 - 落在那一控制範圍

90th, 95th, and 99th Percentiles

$$\text{let } \bar{y} = \ln(\bar{g})$$

$$s_y = \ln(d)$$

$$\hat{X}_p = \exp(\bar{y} + Z_p \cdot s_y)$$

$$\hat{X}_{0.90} = \exp(\bar{y} + 1.282 \cdot s_y)$$

$$\hat{X}_{0.95} = \exp(\bar{y} + 1.645 \cdot s_y)$$

$$\hat{X}_{0.99} = \exp(\bar{y} + 2.327 \cdot s_y)$$

95th Percentile

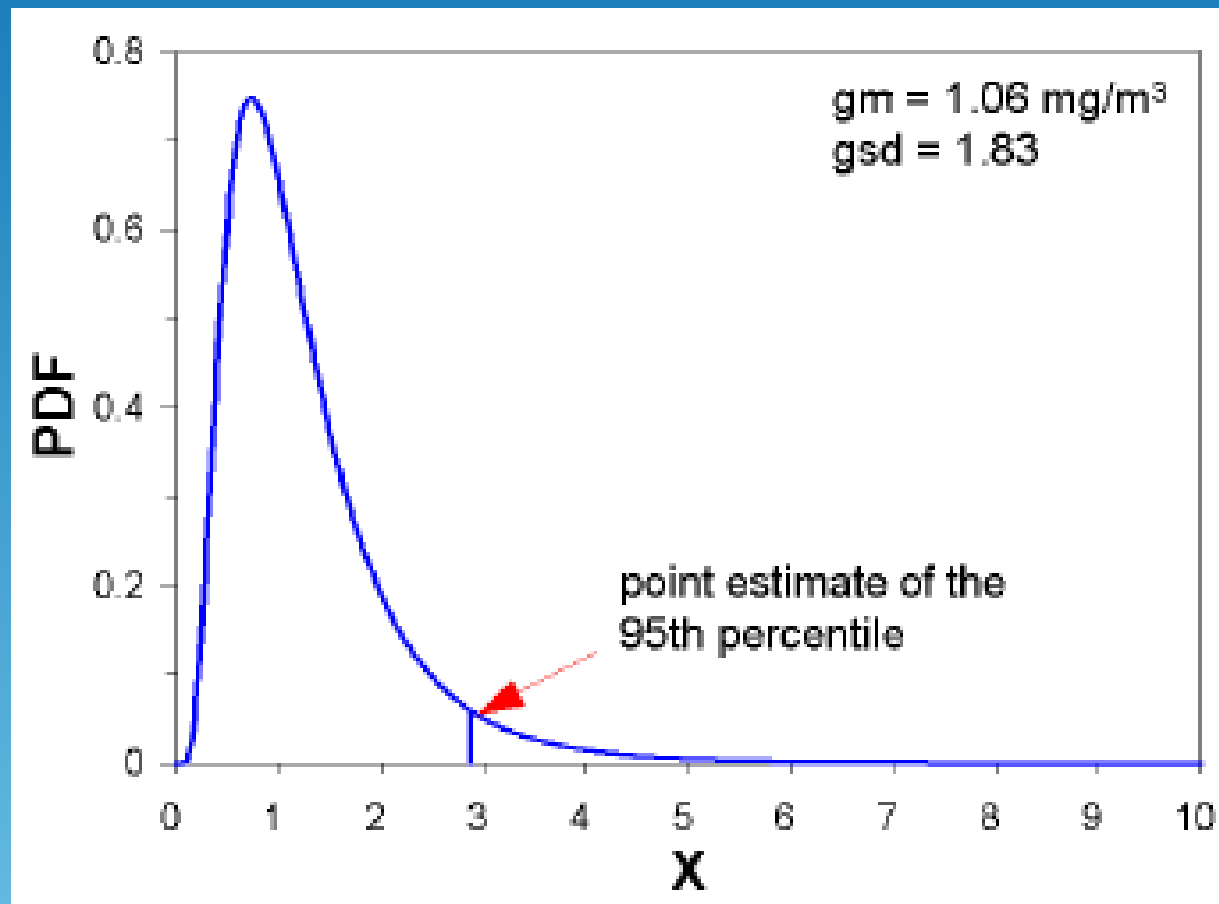
$$\begin{aligned}\hat{X}_{0.95} &= \exp(\bar{y} + 1.645 \cdot s_y) \\ &= \exp(0.0620 + 1.645 \cdot 0.6043) \\ &= 2.88 \text{ mg/m}^3\end{aligned}$$

$$\hat{X}_p = gm \cdot gsd^{1.645}$$

Alternative upper percentile formula

$$\begin{aligned}\hat{X}_{0.95} &= gm \cdot gsd^{1.645} \\ &= 1.06 \cdot 1.83^{1.645} = 2.88 \text{ mg/m}^3\end{aligned}$$

Focus on Upper Tail



95百分位數95%信賴區間上限

➤ 概念

- 計算95百分位數信賴區間上限(95%UCL)

➤ 應用

- 利用95%UCL進行統計檢定
 - 虛無假說： $95\text{百分位數} \geq \text{容許暴露標準}$
 - 肯定假說： $95\text{百分位數} < \text{容許暴露標準}$
- 如果 $95\%UCL < \text{容許暴露標準}$ ，我們可以說至少有95%信賴度真正的95百分位數 $< \text{容許暴露標準}$

95百分位數95%信賴區間上限

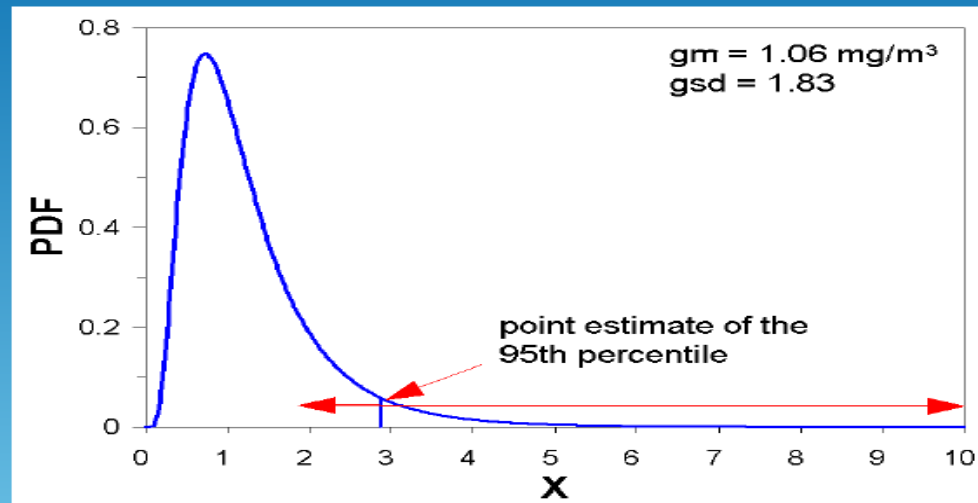
➤ 程序

1. 計算gm及gsd
2. 使用n查表求得k值
 - γ 信賴區間，0.95
 - p比例，0.95
 - n樣本大小

$$y = \ln(gm)$$

$$S_y = \ln(gsd)$$

$$\begin{aligned} 95\%UCL(\hat{X}_{0.95}) &= \exp(\bar{y} + K_{\gamma,p,n} \cdot s_y) \\ &= \exp(\bar{y} + K_{0.95,0.95,6} \cdot s_y) \\ &= \exp(0.0620 + 3.707 \cdot 0.6043) \\ &= 10.00 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$



不確定性及可接受度

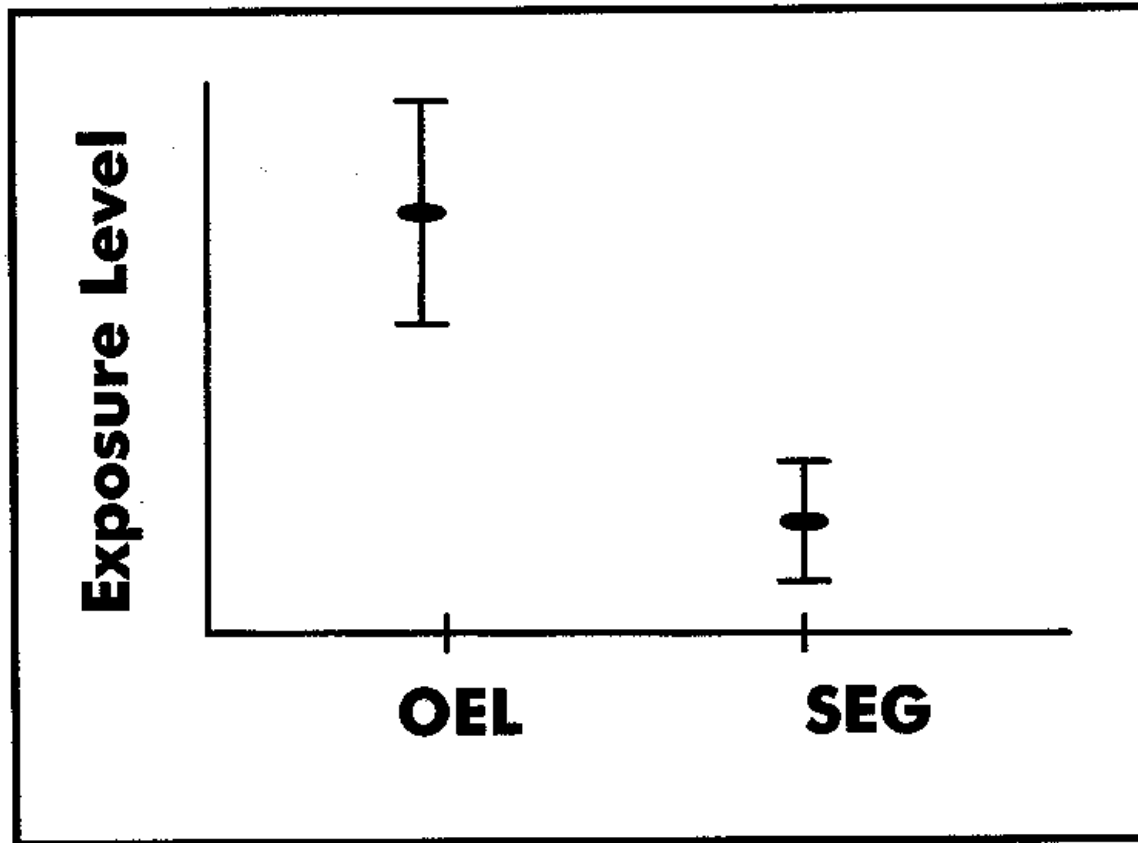


Figure 5.5 — Acceptable exposure.

不確定性及可接受度

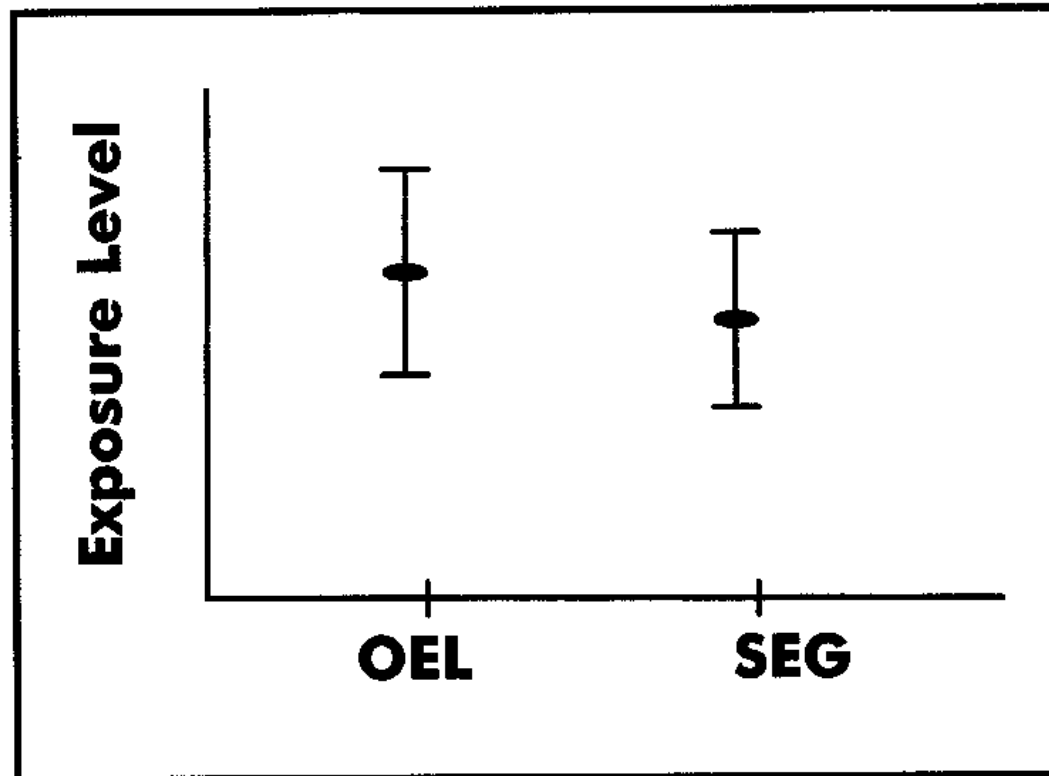


Figure 5.6 — Uncertain or unacceptable exposure.

風險矩陣

相似暴露族群排序

Health Effect Rating

4	4	8	12	16
3	3	6	9	12
2	2	4	6	8
1	1	2	3	4
	1	2	3	4

Exposure Rating

AIHA Exposure Rating Categorization

Based on Arithmetic Mean Of Exposure Profile

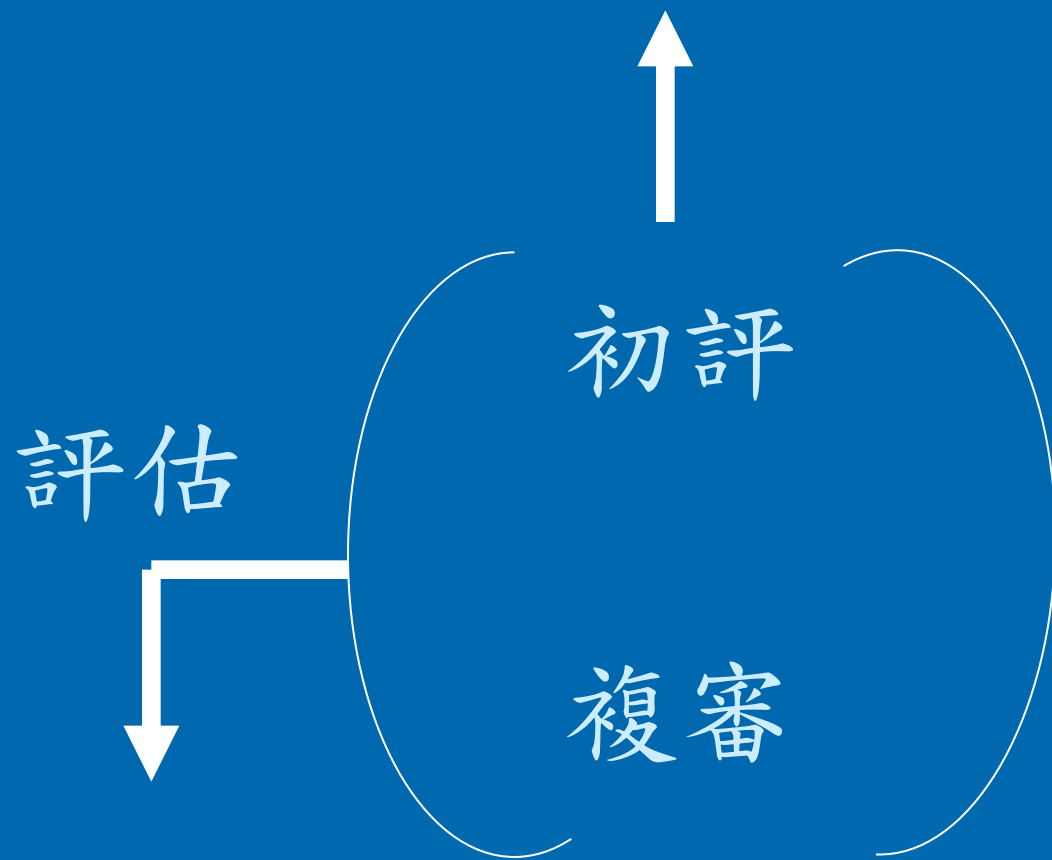
4	>LTA - OEL
3	50% - 100% LTA-OEL
2	10% - 50% LTA-OEL
1	<10% LTA-OEL

Long-term average occupational exposure limit (LTA-OEL) is the acceptable average concentration of an environmental agent exhibiting cumulative adverse effects

AIHA Exposure Rating Categorization

Based on Estimate Of 95th Percentile Relative To OEL

- 4 > 5% exceedance of the OEL (95th percentile > OEL)
- 3 >5% exceedance of 0.5 x OEL (95th percentile between 0.5 x OEL and 1.0 x OEL)
- 2 >5% exceedance of 0.1 x OEL (95th percentile between 0.1 x OEL and 0.5 x OEL)
- 1 Little to no exceedance of 0.1 x OEL (95th percentile < 0.1 OEL)



更進一步資料收集

- 健康風險評比(health risk rating)
 - 健康效應評比(health effect rating)
 - 暴露評比(exposure rating)
- 不確定性評比(uncertainty rating)

AIHA暴露評估策略

1. 基本特性描述
2. 暴露評估
- 3. 更進一步資料收集**
4. 控制方法
5. 再評估
6. 風險溝通及文件化
7. 執行

健康效應評比

- 可根據危害物描述、描述性片語及毒理學測試
- 毒理學測試

◆ HER based on toxicological testing

Rating	Inh. LC50 Rat (ppm for 1 hr)	Oral LD50 Rat (mg/kg)	Skin LD50 Rabbit/rat (mg/kg)
0	>10,000	>5,000	>5,000
1	5,000 – 10,000	501 – 5,000	501 – 5,000
2	3,000 – 5,000	201 – 500	51 – 500
3	1,000 – 3,000	20 – 200	1 – 50
4	<1,000	<20	<1

健康風險評比

➤ $HRR = ER \times HER$

◆ HRR acceptability classification

■ $HRR = ER \times HER$

Rating	Outcome
1 - 3	Acceptable situation
4 - 11	Undetermined, needs more evaluation
12 - 16	Unacceptable situation, needs controls

不確定性之評比

➤ 主觀的特性描述

評比	不確定性
2	高
1	中
0	低

資料收集之優先順序

$$\blacklozenge \text{IGPR} = \text{HRR} \times \text{UR}$$

HRR	UR		
	0	1	2
16	0	16	32
12	0	12	24
9	0	9	18
8	0	8	16
6	0	6	12
4	0	4	8
3	0	3	6
2	0	2	4
1	0	1	1

作業環境監測策略



作業環境監測策略

- 決定監測目的
- 建立暴露途徑
- 決定或發展現場採樣設計的方法

作業環境監測目的

- 基線監測(Baseline)
- 診斷監測(Diagnostic)
- 符合性監測(Compliance)
- 其他

基線監測(Baseline)

- 暴露剖面的正確表示值
 - 暴露程度
 - 變異性
- 新製程開始的時候
- 既有製程的初始評估

診斷監測(Diagnostic)

➤ 確定暴露來源

- 瞭解暴露之所有污染源貢獻程度

➤ 工廠的可接受測試(FAT)

- 供應商是否符合施工計畫書之要求

➤ 進行比較

- 工程控制
- 分析方法
- 管理/程序控制
- 時間(季節/班別)

符合性監測(Compliance)

- 確認工廠暴露程度是否低於暴露標準
 - 常常採用NIOSH(1977)策略，焦點放在最糟狀況(worse-case)
 - 採用隨機策略(預設值)
 - 高估了真實暴露剖面(baseline)

其他

➤ 研究

- 發展新的採樣分析方法

➤ 流行病學

- 估計低的或中等程度的暴露分布

建立暴露途徑-吸入為例

- 個人呼吸帶採樣
 - 估計吸入的劑量
 - 適當的採樣時間(暴露標準的時間)
- 區域採樣
 - 固定點
 - 釋放估計
 - 濃度梯度
 - 時間趨勢分析
- 採樣方法
 - 化學特性
 - 替代分析
 - 直讀式儀器

決定或發展現場採樣設計的方法

➤ 目的

- 在確定的暴露分布中取得代表性的數值

➤ 標準

- 根據採樣調查目的，確認目標族群及分布，收集沒有誤差之樣本
- 樣本大小會影響分析之確定性

暴露評估報告

- 總結
- 目的和範圍
- 製程描述
- 暴露群
- 環境暴露因子
- 暴露控制方法
- 監控策略/方法
- 採樣結果與討論
- 結論
- 建議

暴露資料庫(一)

➤ 勞工資料

- 職稱、工作性質描述、勞工人數

➤ 工作場所資料

- 組織圖、廠區配置、製程描述

➤ 環境暴露因子

- 危害物質清單
- 安全資料表

暴露資料庫(二)

- 相似暴露族群
 - 場所、職稱、作業、暴露因子
- 暴露評估結果
 - 相似暴露群之暴露×毒性評比
- 監測及樣本資料

暴露評估資料庫

- 相似暴露族群
- 實施者/日期
- 暴露途徑
- 暴露評比
- 不確定性評比
- 描述(接受、不可接受、不能決定)

作業環境監測



監測場所及頻率

CO2(中央空調、坑內)、噪音(TWA>85分貝)
(每6個月)

1. 高溫作業場所—WBGT規定值以上—每3個月
2. 粉塵作業場所—粉塵濃度—每6個月
3. 有機溶劑—每6個月
4. 特定化學物質—每6個月
5. 煉焦爐—每6個月
6. 鉛/四烷基鉛

監測場所及頻率(除外)

- 臨時性作業：正常作業以外、期間不超過3個月、一年內不再重複
- 作業時間短暫：每日作業時間1小時以內
- 作業期間短暫：作業期間不超過1個月，終了後6個月不再重複

CO2(中央空調、坑內)、
噪音

高溫、粉塵、有機、
特化、煉焦爐、鉛/四
烷基鉛

符合短暫暴露可除外

符合短暫暴露且無ceiling及
STEL可除外

製程變更

- §9 前二條作業場所…雇主於引進或修改製程、作業程序、材料及設備…應評估暴露風險，有增加暴露風險之虞者…實施監測。

監測計畫§10

- 採樣前---訂定作業環境監測計畫
- 監測前15日---通報網站
- 製程變更---監測後7日通報網站

監測計畫應包括事項(§10-1)

- 危害辨識及資料收集
- 相似暴露族群之建立
- 採樣策略之規劃及執行
- 樣本分析
- 數據分析及評估

一定規模以上事業單位之監測計畫 (§10-2)

➤ 規模：

- 特別危害健康作業之勞工—100人以上
- 化學性因子監測(含CO₂)—總勞工500以上

➤ 組成監測評估小組研訂監測計畫

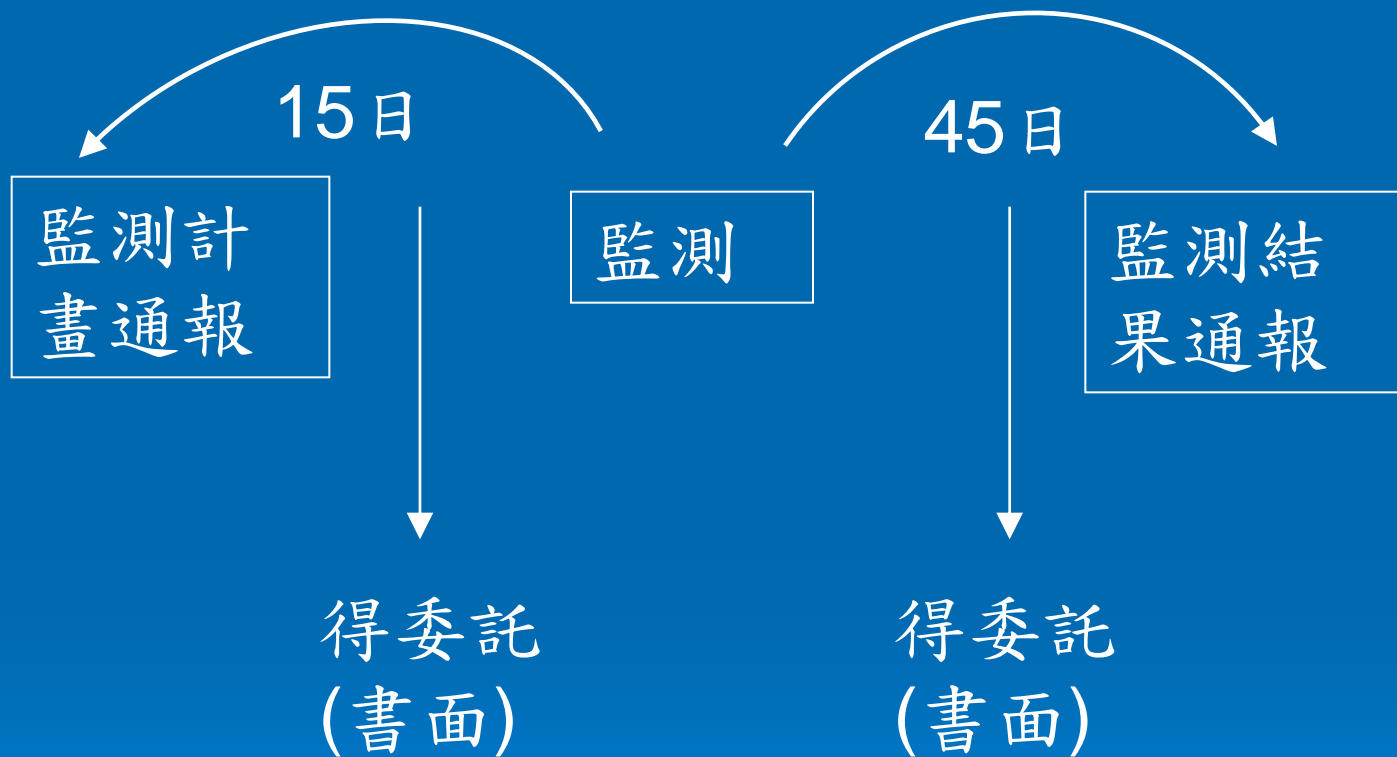
- 工作場所負責人
- 職業安全衛生人員
- 執業工礦衛生技師(不得為監測機構人員，訓練合格)
- 工作場所業務主管

➤ 共同簽名、作成紀錄、留存備查，保存三年

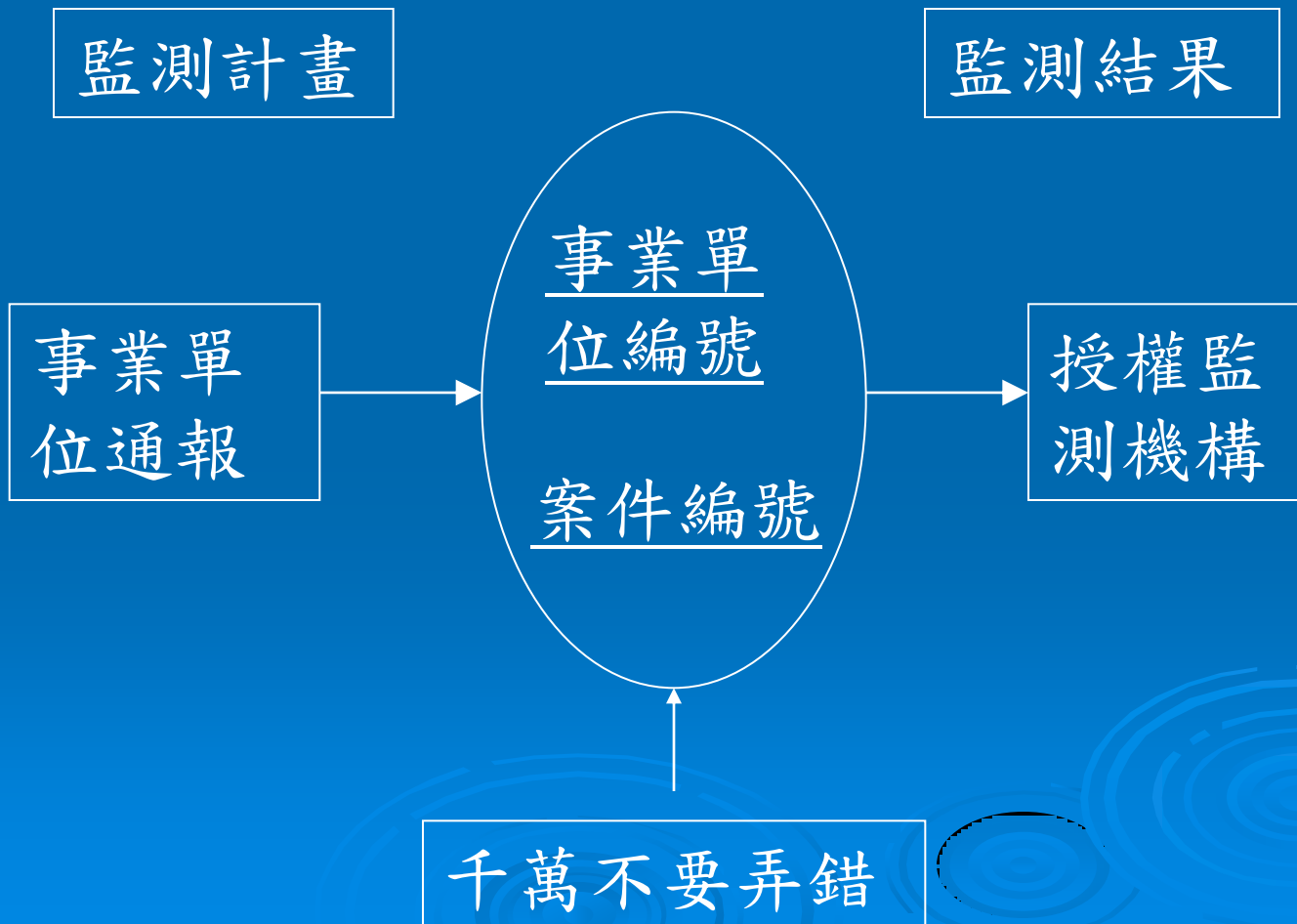
監測評估小組除外規定

- 游離輻射作業
- 化性直讀(CO_2 、 CS_2 、二氯聯苯胺及其鹽、次以亞胺、二異氰酸甲苯、 H_2S 、 Hg)

相關通報期程



監測系統



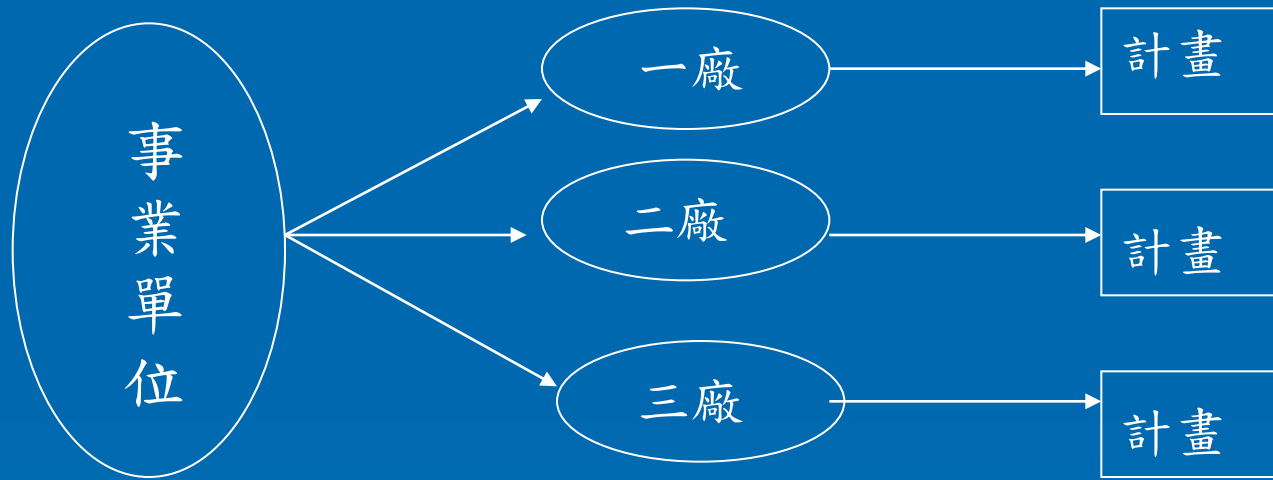
事業單位定義

➤ 工會法施行細則§2：

- 所稱廠場，指有獨立人事、預算會計，並得依法 辦理工廠登記、公司登記、營業登記或商業登記之工作場所。
- 前項所定有獨立人事、預算及會計，應符合下列要件
 - 對於工作場所勞工具有人事進用或解職決定權。
 - 編列及執行預算。
 - 單獨設立會計單位，並有設帳計算盈虧損。
- 所稱事業單位，指僱用勞工從事工作之機構、法人或團體。

監測計畫所涵蓋範圍

➤ 法無明定(1-3-3-1 or 1-3-1-3)



數學模型



危害性化學品評估及分級管理技術指引

- 一、為執行危害性化學品評估及分級管理辦法(以下簡稱本辦法)第六條至第十條之規定，協助雇主對具有健康危害之化學品之評估及分級管理，特訂定本指引。
- 二、本指引適用於本辦法規定應實施具有健康危害之化學品評估及分級管理之作業場所，其對應之職業安全衛生相關法規適用範圍及分級管理示意圖如附件一。
- 三、本指引用詞，定義如下：
 - (一) 相似暴露族群：指工作型態、危害種類、暴露時間及濃度大致相同，具有類似暴露狀況之一群勞工。
 - (二) 分級管理：指依危害性化學品之健康危害特性及暴露，就評估結果評定其風險等級，並採取對應之控制或管理措施。
- 四、雇主使勞工製造、處置、使用符合國家標準 CNS 15030 化學品分類，具有健康危害之化學品，除本辦法第五條規定不適用之情形外，應依附件二所定之流程與基本原則，運用具有健康危害之化學品分級管理工具，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。
- 五、雇主使勞工製造、處置、使用中央主管機關依勞工作業場所容許暴露標準所定有容許暴露標準之化學品(以下簡稱有容許暴露標準化學品)，而事業單位規模符合本辦法第八條第一項規定者，應依附件三所定之流程，實施作業場所暴露評估，並依評估結果分級，採取控制及管理措施。
- 六、前點暴露評估方式，建議採用下列之一種或多種方法辦理：
 - (一) 作業環境採樣分析。
 - (二) 直讀式儀器監測。
 - (三) 定量暴露推估模式。
 - (四) 其他有效推估作業場所勞工暴露濃度之方法。

前項第一款作業環境採樣分析之實施方法，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；第二款採用直讀式儀器進行監測時，應考慮能有效排除干擾因子；第三款選用之定量推估模式，得參考本指引附件四所列舉之各種推估模式，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。

七、依前點實施危害性化學品暴露評估結果，應藉由統計分析，對照其容許暴露標準進行作業場所暴露評估結果分級，其分級原則，如附件五。

八、雇主對於依勞工作業環境監測實施辦法規定應實施監測之危害性化學品，除應依該辦法規定定期實施監測外，準用前二點之規定。

九、同一作業場所使用二種以上具有健康危害之化學品或混合物，雇主應針對個別化學品，分別依第四點規定辦理健康危害風險評估及分級，並以最高風險等級，作為後續管理規劃的依據。

前項化學品屬有容許暴露標準化學品，或依法應實施作業環境監測者，若化學品具相同之健康危害，且已知無拮抗或協乘作用者，得依相加作用，或採取其他足以保護勞工暴露危害之計算方式，依第六點及第七點之規定辦理暴露評估結果分級。

十、雇主依本指引辦理之健康危害風險或暴露評估結果分級，應參照附表一之格式，建立作業場所分級管理清單。

十一、雇主應依分級結果，採取防範或控制之程序或方案，並依下列順序採行預防及控制措施，完成後評估其結果並記錄：

(一) 消除危害。

(二) 經由工程控制或管理制度從源頭控制危害。

(三) 設計安全之作業程序，將危害影響減至最低。

(四) 當上述方法無法有效控制時，應提供適當且充分之個人防護具，並採取措施確保防護具之有效性。

十二、雇主應訂定相關實施計畫，據以執行本指引之評估方法及分級管理措施，產生之文件及紀錄，應維持一套系統予以管制，並依規定期限保存。

前項文件以電子檔形式存放者，應建立保護及備份，並防

止未授權者取閱或修改。

十三、雇主應建立定期稽核與管理審查之頻率、作法及程序，以確認評估與分級管理實施計畫之執行成效。

十四、雇主應建立適當之程序，以處理稽核與管理審查所提出分級與管理措施之改善建議。

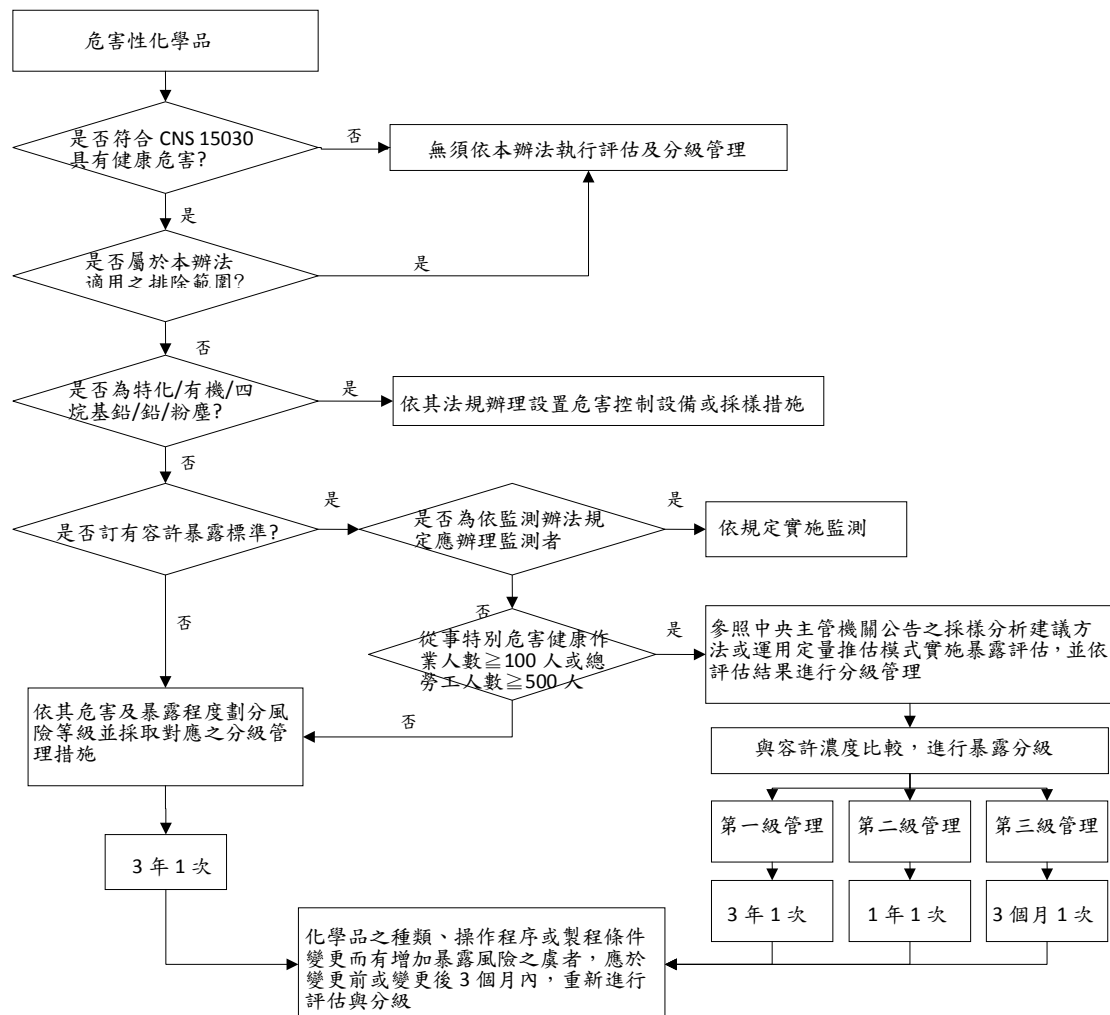
依前項程序評估所採之分級及管理措施不足或應變更方法時，應即時合理調整，並將作業文件化，予以保存。

十五、雇主使勞工製造、處置、使用有容許暴露標準化學品，而事業單位規模未達本辦法第八條第一項規定者，除應依第四點、第九點至第十四點為分級外，其暴露評估方法得參考第六點及第七點之規定實施。

十六、雇主使勞工製造、處置、使用非屬有容許暴露標準化學品，除依第四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，並依第六點至第十一點規定，辦理作業場所暴露評估及分級管理。

附件一 危害性化學品評估及分級管理對應職業安全衛生相關法規適用範圍及分級管理示意圖

依據危害性化學品評估及分級管理辦法，建議判斷適用條款之流程，首先判斷該危害性化學品是否符合 CNS 15030 具有健康危害？是否為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/粉塵危害預防標準等法規規定者？接著分別判定是否定有容許暴露標準？及是否為依勞工作業環境監測實施辦法規定應辦理監測者？再依其危害及暴露程度劃分風險等級，或與容許濃度比較進行暴露分級，並採取對應之分級管理措施。



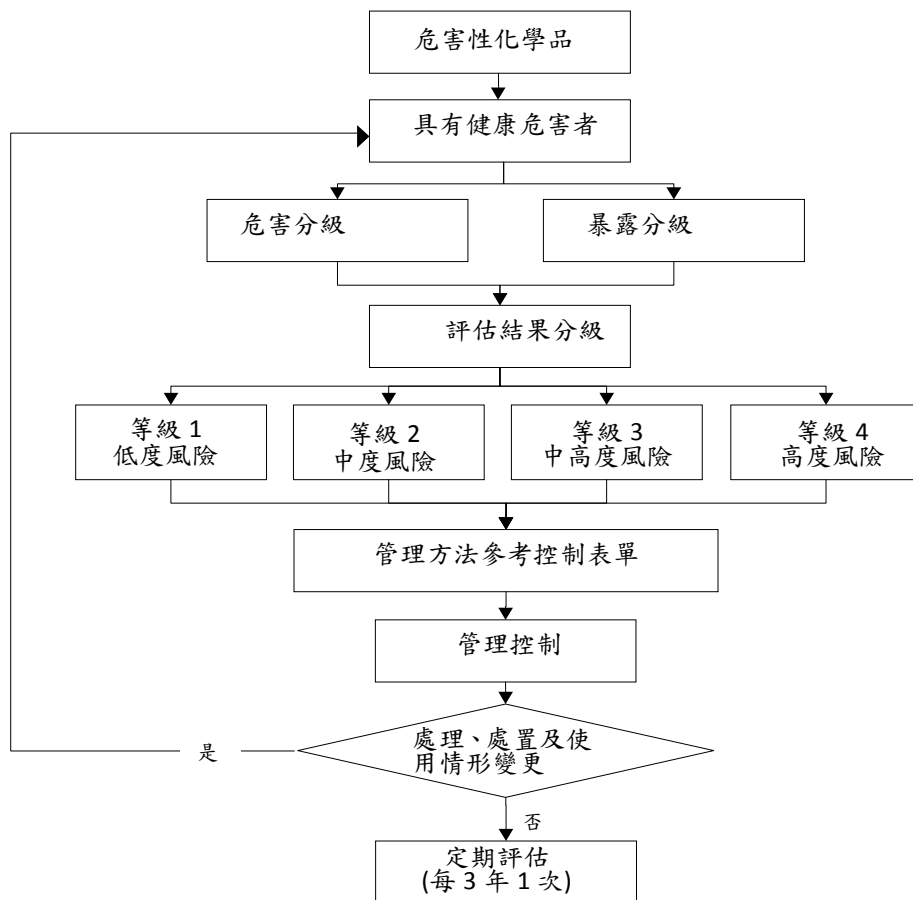
附件二 具有健康危害之化學品分級管理流程與工具運用之基本原則

一、目的：考量對具有健康危害之化學品及其暴露情形，以評估該化學品對勞工可能之健康危害風險分級，並採取對應之控制管理措施。

二、適用對象物

符合國家標準 CNS 15030 化學品分類，具有健康危害者，但不包括如有害事業廢棄物、菸草或菸草製品、食品、飲料、藥物、化妝品、製成品、非工業用途之一般民生消費商品、滅火器、以及在反應槽或製程中正進行化學反應之中間產物。

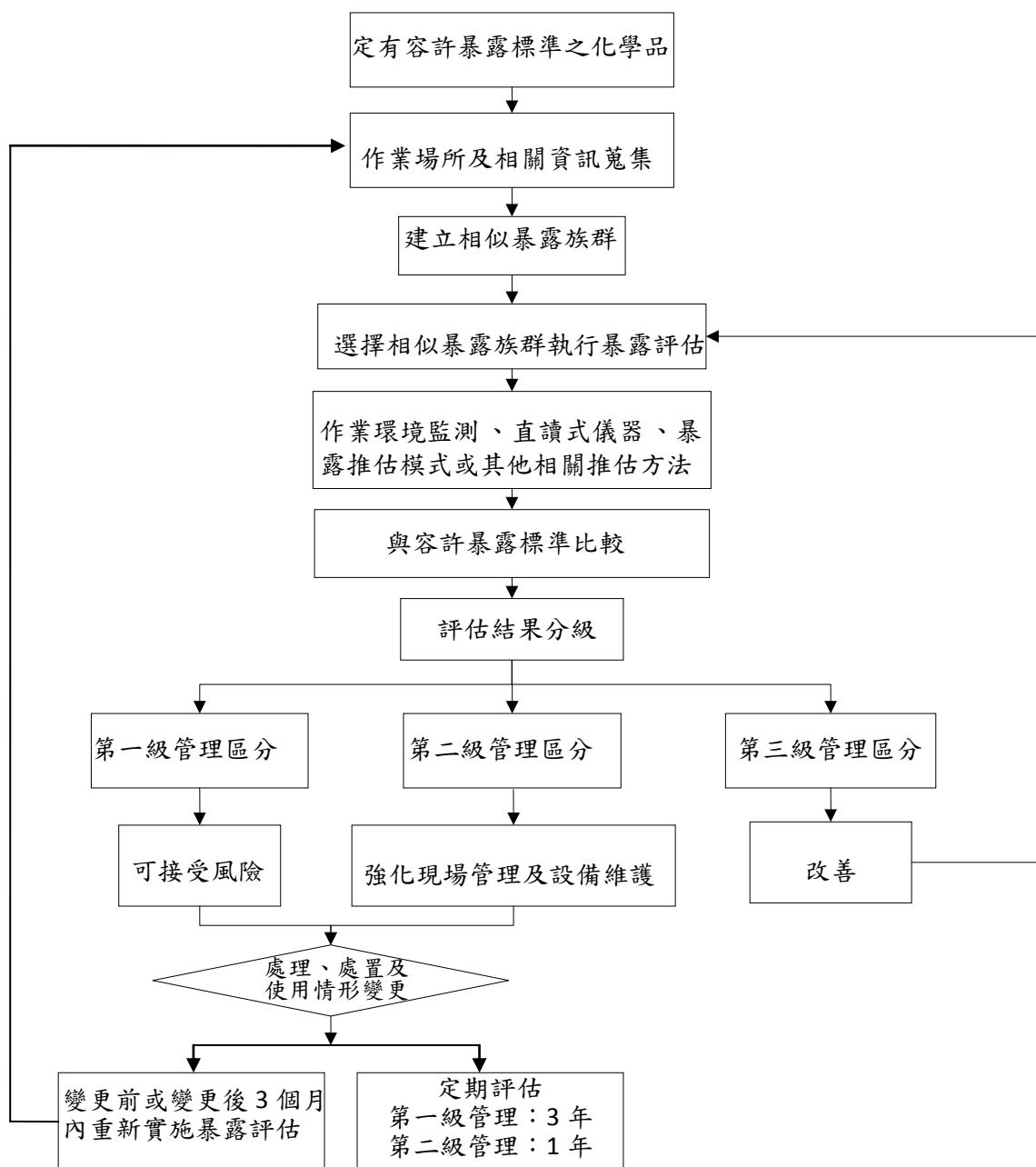
三、具有健康危害之化學品分級管理之流程如下：



四、具有健康危害之化學品分級管理工具選用參考

- (一) 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?csid=1>)。
- (二) 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>)。
- (三) 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>)。
- (四) 荷蘭物質管理線上工具 (Stoffenmanager)
(<https://stoffenmanager.nl/>)
- (五) 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/A%20Semiquantitative%20Method%20to%20Assess%20Occupational%20Exposure%20to%20Harmful%20Che.pdf>)。
- (六) 日本「有害物質之危害指針」
(<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/roudou/an-eihou/dl/ka060320001b.pdf>)。
- (七) 美國 NIOSH「Qualitative Risk Characterization and Management of Occupational Hazards: Control Banding (CB)」
(<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-152/>)。
- (八) 其他等同科學基礎之評估及管理方法。

附件三 定有容許暴露標準之化學品評估結果及分級管理流程



附件四 定量暴露評估推估模式

建議採用以下一種或多種定量暴露評估推估模式，或其他具相同效力之推估模式，在衡酌其實際需要與使用推估模式之限制，推估各相似暴露群之暴露風險。目前常用之數學推估模式，可參考美國工業衛生學會(AIHA, American Industrial Hygiene Association)所出版之「Mathematical Models for Estimating Occupational Exposure to Chemicals, 2nd edition」一書，包含下列模式：

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

附件五 相似暴露族群暴露實態之評估結果分級原則

雇主對各相似暴露族群，應依其暴露實態之第九十五百分位值 (X_{95})，對照該化學品之容許暴露標準(PEL)，依表 5-1 進行作業場所評估結果分級。雇主另亦得依其需要，參考美國工業衛生學會(AIHA, American Industrial Hygiene Association)分級方式實施之(如表 5-2)。

表 5-1

範圍	評估結果分級
$X_{95} < 0.5\text{PEL}$	第一級
$0.5\text{PEL} \leq X_{95} < \text{PEL}$	第二級
$X_{95} \geq \text{PEL}$	第三級

表 5-2

範圍	AIHA 評估結果分級
$X_{95} < 0.01\text{OEL}$	0
$0.01\text{OEL} \leq X_{95} < 0.1\text{OEL}$	1
$0.1\text{OEL} \leq X_{95} < 0.5\text{OEL}$	2
$0.5\text{OEL} \leq X_{95} < \text{OEL}$	3
$X_{95} \geq \text{OEL}$	4

暴露實態：指用以描述某一相似暴露族群不同勞工間之暴露強度及不同時間之變化情形。

