

呼吸防護原理、選擇與 核生化事故之應用

世瑩企業股份有限公司
李文雄

個人防護具

Personal Protective Equipment

- 安全帽
- 安全防護眼鏡
- 聽力防護具
- **呼吸防護具**
- 手套
- 防護衣
- 安全鞋



課程大綱

- 呼吸危害物

- 健康影響
- 污染物種類
 - 粒狀、氣狀污染物

- 呼吸防護具分類

- 空氣濾淨式(負壓式)
- 供氣式(正壓式)



- 呼吸防護具選用

- 適用環境
- 防護係數 (APF)
- 防護原理
 - 粒狀、氣狀污染物
- 濾材、濾毒罐種類及規範

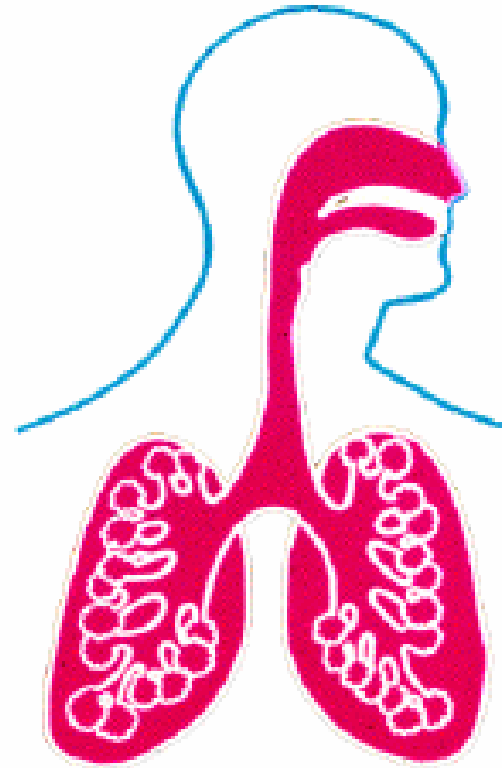
- 呼吸防護具使用

- 穿戴、清潔與保養
- 密合度測試

- 操作練習

空氣傳污染物對健康的影響

- Short-term effects
 - 咳嗽
 - 呼吸困難或氣喘
 - 噁心或嘔吐
 - 易疲勞
- Long-term effects
 - 降低個人抵抗力或免疫力
 - 致畸胎
 - 癌症

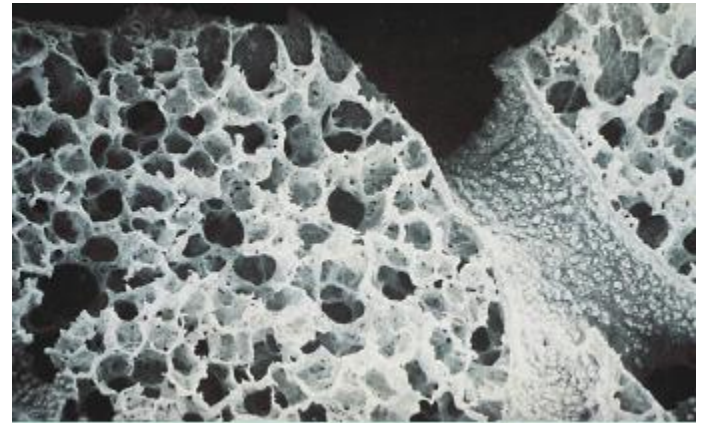


空氣傳污染物對健康的影響

- 對肺部的影響

- 微粒可破壞肺部組織

- 石棉纖維
 - 含二氧化矽粉塵



- 對其他器官影響

- 化學物質可經由肺部進入人體血液中

- 鉛粉塵傷害神經系統或導致生育病變
 - 甲苯傷害肝臟器官

常見化學物質對呼吸系統危害

| 物質名稱 | 製程中步驟 | 潛在健康危害 |
|-------|------------|----------------------|
| 醋酸 | 蝕刻 | 具刺激性產生肺水腫 |
| 硝酸 | 蝕刻、清洗 | 對皮膚、呼吸系統、眼等具刺激與腐蝕性 |
| 磷酸 | 蝕刻 | 對皮膚、上呼吸道、眼等具刺激 |
| 丙酮 | 清洗、溶劑 | 導致昏迷並失去意識 |
| 乙酸正丁酯 | 顯影 | 頭痛、呼吸系統刺激 |
| 過氧化氫 | 蝕刻、清洗 | 對皮膚、呼吸系統、眼具刺激性與腐蝕性 |
| 甲醇 | 清洗、溶劑 | 對眼鼻上呼吸道具刺激性並引起中毒症狀 |
| 異丙醇 | 清洗、蝕刻 | 引起呼吸道刺激 |
| 甲苯 | 溶劑、清洗 | 中樞神經系統傷害、皮膚炎 |
| 三氯乙烯 | 清洗 | 影響中樞神經系統功能、腎肝毒性、皮膚炎 |
| 三氯乙烷 | 清洗 | 麻痺、抑制神經系統 |
| 二甲苯 | 清洗、溶劑 | 影響中樞神經系統功能、嘔吐腹痛、皮膚炎 |
| 砷化氫 | 擴散、離子植入 | 引起肝腎功能及細胞之損傷、致癌物 |
| 三氯化硼 | 擴散、離子植入 | 具刺激導致肺傷害 |
| 乙硼烷 | 擴散、離子植入 | 具強刺激性、對呼吸中樞系統及肝腎均有傷害 |
| 二氯矽烷 | 擴散、離子植入 | 呼吸道黏膜刺激 |
| 磷化氫 | 擴散、沈積、離子植入 | 頭昏眼花、昏迷、導致肝傷害 |
| 三氯化硼 | 擴散、離子植入 | 刺激呼吸器官、黏膜 |
| 矽烷 | 擴散、離子植入 | 嘔吐並刺激氣管 |
| 氧氯化磷 | 沈積、離子植入 | 具刺激性可引起胸部疼痛並對肝腎產生危害 |

化學與生物性危害(武器)

- 化學性因子
 - 可導致立即或急性健康危害
 - 有多種暴露途徑
 - 吸入
 - 皮膚接觸
 - 食入
- 生物性毒素
 - 與化學性因子相似
- 生物體
 - “隱形殺手” (Invisible killers)

沙林毒氣(Sarin , GB)

- 半致死劑量(Lethal dose, LD50) $\approx 100 \text{ mg}$ 、半致死濃度(inhalation) $\approx 100 \text{ mg min/m}^3$
- 允許暴露濃度(AEL) = 0.0001 mg/m^3
- 立即致健康或死亡濃度(IDLH) = 0.2 mg/m^3
- 低暴露者：唾液分泌增加、視野受損、噁心、頭痛、疲勞
- 高暴露者：呼吸系統受損、嘔吐、抽搐、意識不清

生物毒素

- ◆由活的生物體導致中毒，如細菌、菌類(fungi)、藻類(algae)、植物
- ◆產生健康危害症狀迅速
- ◆ Botulinum toxin 肉毒桿菌
- ◆ Staphylococcus enterotoxin B (SEB) 葡萄球菌B型腸毒素
- ◆ Ricin 蓖麻毒蛋白
- ◆類似粉塵(Particulates)

生物體

- ◆細菌或病毒
- ◆導致非立即性健康損傷
- ◆無法事先預知傷害，通常於健康危害發生於大眾之間，方被觀察得知
- ◆可藉由人與人之間接觸傳播
- ◆類似粉塵(Particulates)

炭疽桿菌



- 可導致接觸者發生炭疽病(anthrax)
- 孢子直徑大小約1 - 1.5 微米($\mu\text{m}=10^{-6}\text{M}$)
- 自然存在於土壤中，為草食性動物主要疾病之一
- 屬於中美洲、南美洲、南歐、東歐、非洲及亞洲地區的當地流行病
- 可致感染劑量2,500 - 10,000 spores (???)

炭疽病

- 羊毛分類人病 “Wool-sorters” disease或惡性濃皰
- 症狀常於接觸後1 至7 天發生
- 感染症狀因感染標的而異，有類似感冒之症狀
 - 常在雙手或手臂有持續性的皮膚感染
 - 肺部所受的影響較少，但嚴重時仍具有極高死亡率
 - 消化道感染則是基本的症狀
 - 其他發高燒、休克
- 極少發生於人與人之間接觸傳播

緊急應變處理通則

- ◆依據Hazardous Waste Operations and Emergency Response (29 CFR 1910.120)
- ◆管制區域建立
 - 隔離區、污染區或熱區(Hot Zone - Zone of exclusion)
 - 除污區或暖區(Warm Zone - Contamination reduction zone)
 - 支援區、指揮區或冷區(Cold Zone - Support zone)

個人呼吸防護用具

- ◆ OSHA Hazardous Waste Operations and Emergency Response 29 CFR 1910.120 (HAZWOPER)
- ◆ A級防護裝置(Level A) –自攜式個人呼吸防護具(SCBA) 與encapsulating chemical protective suit、gloves、boots
- ◆ B級防護裝置(Level B) –自攜式個人呼吸防護具(SCBA)與hooded chemical-resistant clothing、gloves、boots
- ◆ C級防護裝置(Level C) –空氣濾淨式呼吸防護具(air purifying respirator)與hooded chemical-resistant clothing、gloves、boots
- ◆ D級防護裝置(Level D) –一般工作服(work uniform)

美國CDC/OSHA建議對於生物 危害之緊急應變方法

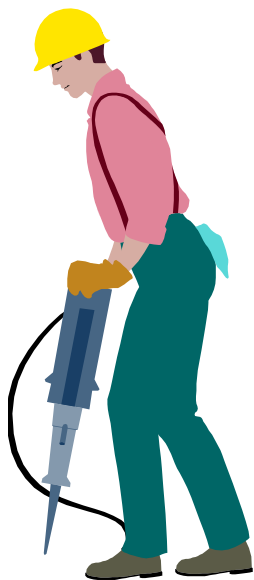
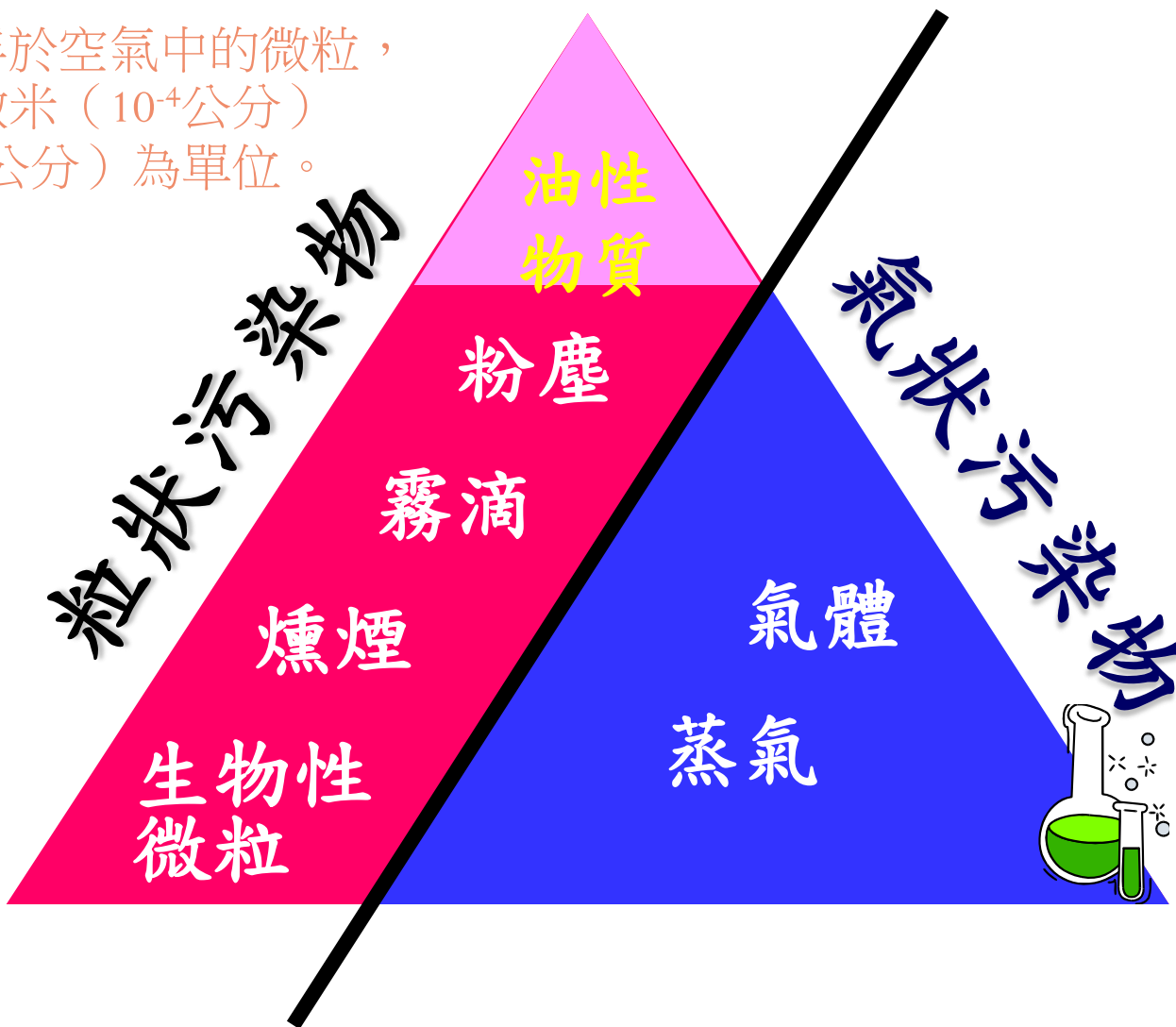
- ◆ 未知物質、傳播途徑、濃度及持續產生時
- ◆ SCBA with level A protective suit
- ◆ 了解實際環境情況但尚有潛在危害時
- ◆ SCBA with level B protective suit
- ◆ 無產生來源或其傳播途徑藉由信件、包裹等方式
- ◆ PAPR with full facepiece and HEPA filter
- ◆ 接觸天花病患或已知遭感染者，除確認抗有體者可使用N95口罩

A、B、C級個人防護具



空氣中呼吸危害物之分類

粒狀物是指懸浮於空氣中的微粒，
其大小通常以微米（ 10^{-4} 公分）
或次微米（ 10^{-7} 公分）為單位。



粒狀污染物----

粉塵(Dust)



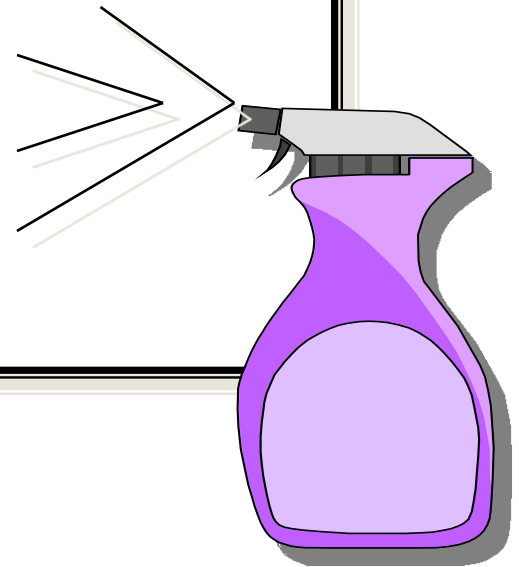
- 由物理性力量如機械方法所產生而懸浮於空氣中的固體微粒。

例如：礦砂、石綿、鉛塵

粒狀污染物 —

霧滴(Mist)

- 懸浮於空氣中的微小液滴，經常由噴霧等機械方法所形成，或由氣態凝結而成。
例如：噴霧作業之
農藥霧滴、電鍍時之酸霧

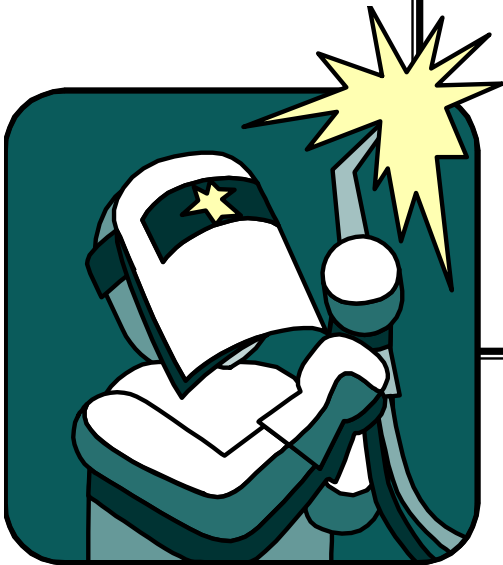


粒狀污染物 —

燻煙(Fume)

- 物質高溫加熱或金屬蒸氣凝結而成之固體微粒。

例如：焊接或熔煉時所
產生之金屬燻煙



粒狀污染物 —

油性氣膠(Oil Aerosol)

- 為油性物質產生之微粒，懸浮於空氣中所形成。此油性物質一般於室溫下為液態或可液化，其表面光滑、可燃燒、呈黏稠狀，只溶於有機溶劑而不溶於水。

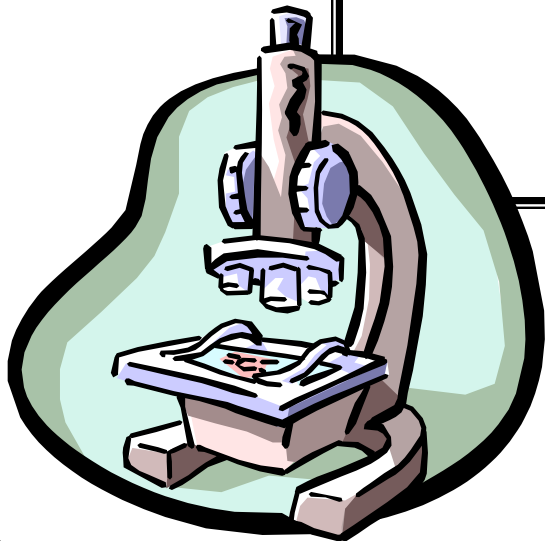
例如：油煙、煉焦爐之空氣溢散物、機械用油形成之氣懸膠



粒狀污染物 —

生物性氣膠(bioaerosol)

- 來自生物體並可以在空氣中懸浮者，主要包括微生物本身以及生物的產物。
例如：濾過性病毒、細菌、黴菌、花粉、孢子、毒素等

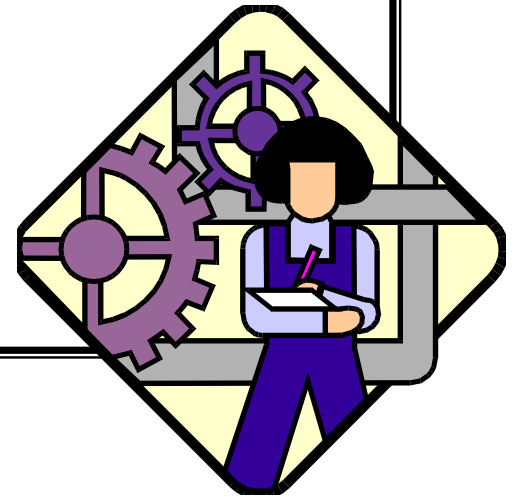


氣狀污染物 —

氣體(Gas)

- 能藉擴散作用而均勻地佔有其被包圍空間之物質。

例如：氨氣、氯氣、
二氧化硫



氣狀污染物 —

蒸氣(Vapor)

- 在常溫常壓下為液體或固體的物質經揮發或昇華所形成之氣體。

例如：正己烷、四氯化碳等有機蒸氣，或噴漆所產生之揮發性氣體



缺氧環境

- 在常溫常壓下，空氣中的氧氣濃度佔20.9%左右，但是在地下礦場、坑道、船艙、油槽及其他密閉空間或通風不良的場所中，空氣中氧氣含量可能偏低，導致作業人員發生缺氧現象。
- 當空氣中氧氣含量低於19.5%時，則稱之為缺氧環境。

立即致危濃度 IDLH Level

Immediately Dangerous to Life or Health



特別針對急性呼吸危害之暴露而定，
達此濃度可能造成

1. 生命喪失
2. 不可逆的健康效應
3. 降低逃生能力



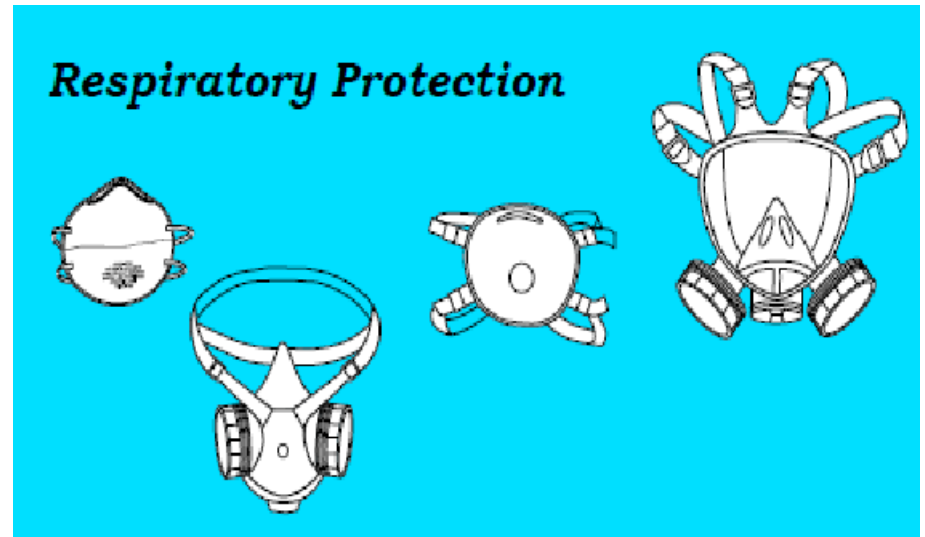
TLV 恕限值

- 一般正常勞工
- 一天工作8小時, 一週工作40小時,
- 於此濃度之下, 終其一生, 不致造成健康之影響



呼吸防護具分類方式

- 依據呼吸防護具外觀
 - 面體(半面體、全面體)、淨氣裝置(濾材、吸收罐)
- 依據氣體供應方式
 - 動力式、無動力式
- 依據保護人體方式
 - 濾淨式、供氣式、組合式
- 依據污染物種類
 - 粒狀污染物、氣狀污染物
- 依據呼吸防護具內的壓力
 - 正壓式、負壓式



呼吸防護具的分類

空氣濾淨式

負壓式

半面體



全面體



動力濾淨式
**Powered Air Purifying
(PAPR)**
(half mask, full
facepiece, loose fitting
facepiece
helmets or hoods)



特例
屬正壓式

供氣式

正壓式

供氣式
**Supplied Air
(half mask, full
facepiece,
loose fitting
facepiece
helmets or
hoods)**



自攜式空氣呼吸器
Self Contained



呼吸防護具適用環境

負壓式 (空氣濾淨式)

- 含氧量大於19.5% (非缺氧環境)
- 環境中有害濃度未達到立即危害健康之濃度
- 明確清楚污染物的狀態與濃度
- 氣狀污染物具有氣味，能以氣味辨別濾毒罐是否飽和

正壓式 (供氣式)

- 含氧量小於19.5% (缺氧環境)
- 環境中有害濃度達到立即危害健康之濃度
- 污染物的狀態與濃度不明確
- 氣狀污染物為無氣味，無法以氣味辨別濾毒罐是否飽和

呼吸防護具的防護係數

| 呼吸防護具 \ 面體型式 | | 寬鬆面體 (Loose fitting, airhat) | 半面體 (Halfmask) | 全面體 (Fullface, hood, helmet) |
|--------------|--|------------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| 負壓式 | ■無動力過濾式 (Air Purifying Respirators) | — | 10 | 50 |
| | ■動力過濾式 (Powered Air Purifying Respirators, PAPR) | 25 | 50 | 1,000 |
| 正壓式 | ■供氣式 (Supplied Air Respirators, SAR) | | | |
| | --連續送氣式 (Continuous Flow) | 25 | 50 | 1,000 |
| | --壓力需求式 (Pressured Demand) | 25 | 50 | 1,000 |
| | ■自攜呼吸器 (Self-Contained Breathing Apparatus, SCBA) | — | — | 10,000 |

防護係數

(Protection Factors, PF)

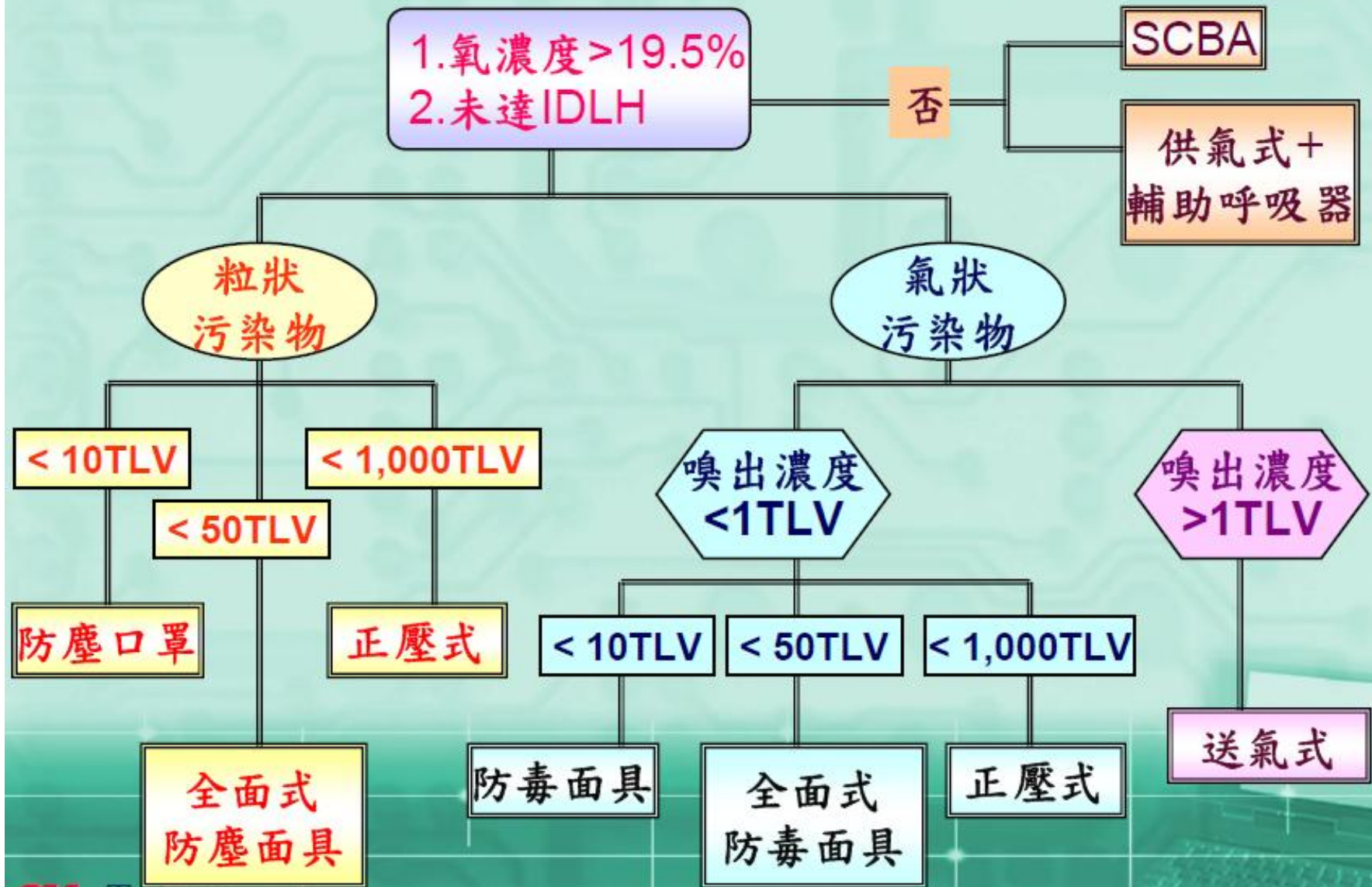
- 為防護具選用之參考，經多次定量密合度測試所得
- 所選定之防護具的防護係數應大於或等於環境之危害比率

$$\text{危害比率} = \frac{\text{空氣中污染物的濃度}}{\text{TLV}}$$

案例：

使用 **PF=10** 之防毒面具，防護對象為甲苯
(**TLV= 50ppm**)
則可適用之工作環境濃度為
500ppm 以下。

呼吸防護具選擇流程



美規 42CFR84之濾材分類

(口罩、濾棉等濾材，用於過濾**粒狀汙染物**)

| 濾材 效能 | N-Series 非油性 懸浮微粒 | R-Series 非油性及含油性 懸浮微粒 (8小時) | P-Series 非油性及含油性 懸浮微粒 (40小時或30天) |
|----------|-------------------------|--------------------------------------|---|
| 95% | N95 | R95 | P95 |
| 99% | N99 | R99 | P99 |
| 99.97% | N100 | R100 | P100 |

各國拋棄式防塵(口罩)濾材測試標準(規範)

| | 美規 42 CFR 84 (1996年) | | | 歐盟 EN-149 (2001年) | | | 日 規 | | | 韓 規 | | | 紐西蘭/澳州 1716(1994年) | | | 中國國家標準 CNS 拋棄式防塵口罩 | | |
|------------------------------|-------------------------|--------------|---|----------------------|--------------------|------|-----------------------|------------|-----------------------|--------|-----------------|---------|-----------------------|--------------|-------|-----------------------|----|----|
| 濾材等級 | N | R | P | FFP1 | FFP2 | FFP3 | DS1 DL1 | DS2 DL2 | DS3 DL3 | Second | First | Special | P1 | P2 | P3 | D1 | D2 | D3 |
| 測試微粒 種類 | NaCl | DOP | | NaCl | Paraffin Oil | | NaCl | DOP | | NaCl | DOP | | NaCl | | | NaCl | | |
| 測試微粒 粒徑(μm) | CMD 0.075 | CMD 0.185 | | MMMD 0.6 | Stokes Dia. 0.4 | | 0.06~0.1 0.15~0.25 | | 0.06~0.1 0.15~0.25 | | MMMD 0.3~0.6 | | | CMD 0.075 | | | | |
| 測試流量 | 85 LPM | | | 95 LPM | | | 85 LPM | | | 95 LPM | | | 95 LPM | | | 85 LPM | | |
| 測試環境 溫度 | 25 ±5℃ | | | 25 ±5℃ | | | - | | | 25 ±5℃ | | | 23 ±2℃ | | | 20± 5℃ | | |
| 測試濃度 (mg/m ³) | 低於 200 | | | 8±4 | 20±5 | | 低於 50 | 低於 100 | | 低於 50 | 低於 100 | | 5~15 | | | 低於 200 | | |
| 測試環境 相對濕度 | 30±10% | | | <60% | | | - | | | <60% | | | > 60 % | | | 30±10% | | |
| 吸氣阻抗 (mmH ₂ O) | 35 | | | 22.3 | 25.4 | 31.9 | 60Pa | 70 Pa | 150 Pa | 21.7 | 24.8 | 31 | 21 | 24 | 42 | 35 | | |
| 呼氣阻抗 | 25 | | | - | - | - | 60 Pa | 70 Pa | 80 Pa | - | | | - | | | 25 | | |
| 負載測試 | 200 mg | | | 無 | | | 100 mg | 200 mg | | 100 mg | 200 mg | | 無 | | | 無 | | |
| 過濾效能 (%) | 95, 99, 99.97 | | | 80 | 94 | 99 | 80 | 95 | 99.9 | 80 | 94 | 99.0 | 80 | 94 | 99.95 | 80 | 95 | 99 |

高效率濾棉

過濾“粒狀”汙染物



轉接蓋
3M-501



N95濾棉
3M-5N11



轉接蓋
3M-502



P100 +
酸性異味
3M-2096



P100 +
有機異味
3M-2097



P95+有機+
酸性異味
3M-2078



P95+氫氟酸
+酸性異味
3M-2076

各種濾毒罐

過濾“氣狀”汙染物

6001



有機蒸氣
濾毒罐

6004



氨氣與甲基胺
濾毒罐

6002



酸性氣體
濾毒罐

6005



甲醛濾毒罐

6003



有機+酸性
氣體濾毒
罐

6006



綜合型濾毒罐

6009



汞蒸氣濾毒罐

美規濾毒罐外觀顏色標示

空氣中污染物
可防護物種

ANSI Color Code
濾毒罐外觀顏色

酸性氣體(**Acid Gases**)

White



有機蒸氣(**Organic Vapors**)

Black



Acid Gases and Organic Vapors

Yellow



氨氣(**Ammonia Gas**)

Green



甲醛(**Formaldehyde**)

Dark Green



汞蒸氣(**Mercury Vapor**)

Red



放射性物質

Purple



(Radioactive Materials, Excepting Tritium and Noble Gases)

歐規濾毒罐外觀顏色標示

空氣中污染物
可防護物種及代號

濾毒罐外觀顏色

附濾材

White



A/AX：有機蒸氣(*Organic Vapors*)

Brown



B：無機氣體（不含一氧化碳）

Gray



E：二氧化硫與酸性氣體

Yellow



K：氨氣

Green



氧化氮

Blue and White



汞蒸氣

Red and White



濾毒罐之保存與使用期限



外包裝說明:2011/11



濾罐本體：2006年第325天製造

- 開封後，遇下列情形需丟棄過濾式面體或濾毒罐：
 - 呼吸阻抗增加時
 - 嚐到、聞到、刺激感來自污染物
 - 面體或配件破損、撕裂或被污染物污染
 - 依照建立的更換時程表

60926 Multigas / P100



- 通過NIOSH認證OV, Cl₂, HCl, ClO₂, SO₂, H₂S, NH₃, Methylamine, HF, P100等防護
- Will remove tear, nerve, and mustard agents, hydrogen cyanide, phosgene and chloropicrin; has not been tested with these agents
- Tested against Sarin (GB).
- Will not remove arsine; no data on cyanogen chloride

FR-64

通過NIOSH認證 與FRM40 7800S及6000DIN等面體

* 適用於

- OV
- SO₂, HCL, CL₂, CLO₂, HF, H₂S
- NH₃, Methylamine
- Formaldehyde
- Phosphine, CN, CS, P100
- Not approved, but will work against all known biological and chemical warfare agents



7800S Full Facepiece



- 通過NIOSH 認證與CP3N或FR-64濾毒罐
- 雙層防洩漏設計（Double face seal）
- 柔軟舒適矽膠材質，使用壽命更長
- 6條頭戴設計，減輕單一點壓力承受

6000DIN Full Facepiece

- 通過NIOSH 認證與CP3N或FR-64濾毒罐
- 舒適寬面體設計
- 面體重量輕
- 可使用工業用濾毒罐或緊急應變用濾毒罐



Respiratory Protection - Level C -PAPRs

◆3M™ Breathe Easy™ 10

Tychem QC or Butyl Rubber Hood System

- 全視野頭罩設計
- 適合特殊臉型與頭型者使用
- 無須進行密合度測試
- 使用丁基橡膠（Butyl rubber）頭罩符合軍事抗化學防護標準
- 可使用NiCad或Lithium電池
- 丁基橡膠頭罩通過與AP3 (OV/HEPA)、AEP3 (OV/AG/HEPA) 與FR-57等各式濾毒罐認證



Respiratory Protection - Level C - PAPRs

◆3M™ Jupiter™ with Tyvek™ Hood System

- 具有電源、電量、風扇操作指示燈
- 具有全視野頭罩與各式頭罩
- 適合特殊臉型與頭型者使用
- Tyvek頭罩可防護粉塵與輕微化學噴濺
- NiMH電池免除電池記憶效性
- 通過P, A2P, ABEP, KP, A2BEKP等認證



自給式空氣呼吸器



影響濾罐使用時間的因素

- 高濃度->
 - 使用時間短
- 高流量(呼吸速度) ->
 - 使用時間短
- 高溫度->
 - 在有機蒸氣上使用時間短
- 高相對濕度->
 - 在有機蒸氣上使用時間短
 - 在酸性蒸氣及氨類污染物使用時間長
- 現場是否有其他污染物-> 縮短使用時間
- 高揮發性有機蒸氣在濾罐不用時可能會再釋放至空氣中

呼吸防護具之清潔與保養

--遵造製造廠商之指示--

- **分解各部**：需先移除濾棉、濾罐及閥片，**部分零主件需經常更換**。
- **清洗**：用中性清潔劑及清水浸洗。可用軟毛刷清除污染物，若需共同使用，則要進行消毒(消毒水: 1毫升漂白水稀釋於1公升水中, **請勿使用含酒精成分之清潔劑**)。
- **乾燥**：於陰涼處風乾，避免陽光與高溫。
- **目視檢查**：檢視各個零件是否龜裂、破損。
- **組合測試**。
- **適當儲存**：將乾淨的呼吸防護具**存放於塑膠袋(或夾鏈袋)中**，置於一固定處，儲存之場所須**與工作環境隔離**。

呼吸防護具檢查

- 每次使用前與清潔時
- 供緊急使用之呼吸防護具應：
 - 每月檢查與使用前後檢查
- 逃生用呼吸防護具
 - 進入作業環境前檢查



呼吸防護具需檢查部位

- 面體
- 頭帶
- 扣環
- 閥片
- 空氣管
- 氣瓶
- 調節閥
- 空壓機
- 空氣管壓力表



呼吸防護具密合確定方法

- 正負壓檢點 (*Positive- / Negative-Pressure Checks*)
 - 每次使用前
- 定性測試 (*Qualitative Fit Tests*)
 - 選用呼吸防護具時
- 定量測試 (*Quantitative Fit Tests*)
 - 選用呼吸防護具時

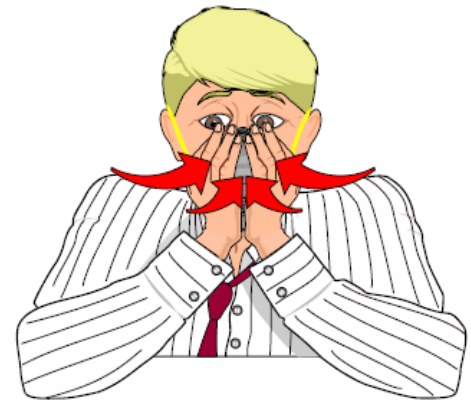
密合度檢點

(Positive-/Negative-Pressure Checks)

口罩



正壓式檢點



負壓式檢點

防毒面具



正壓檢點



負壓檢點

定性測試 (*Qualitative Fit Tests*)



定量測試 (*Quantitative Fit Tests*)



面部密合問題



鬚髮、鬍鬚

毛巾、眼鏡

穿戴錯誤

- 佩戴者的體重變化達百分之十以上時
- 面體下的顏面產生疤痕或其他顯著變形
- 佩戴者裝置假牙或失去牙齒



Thanks the presence