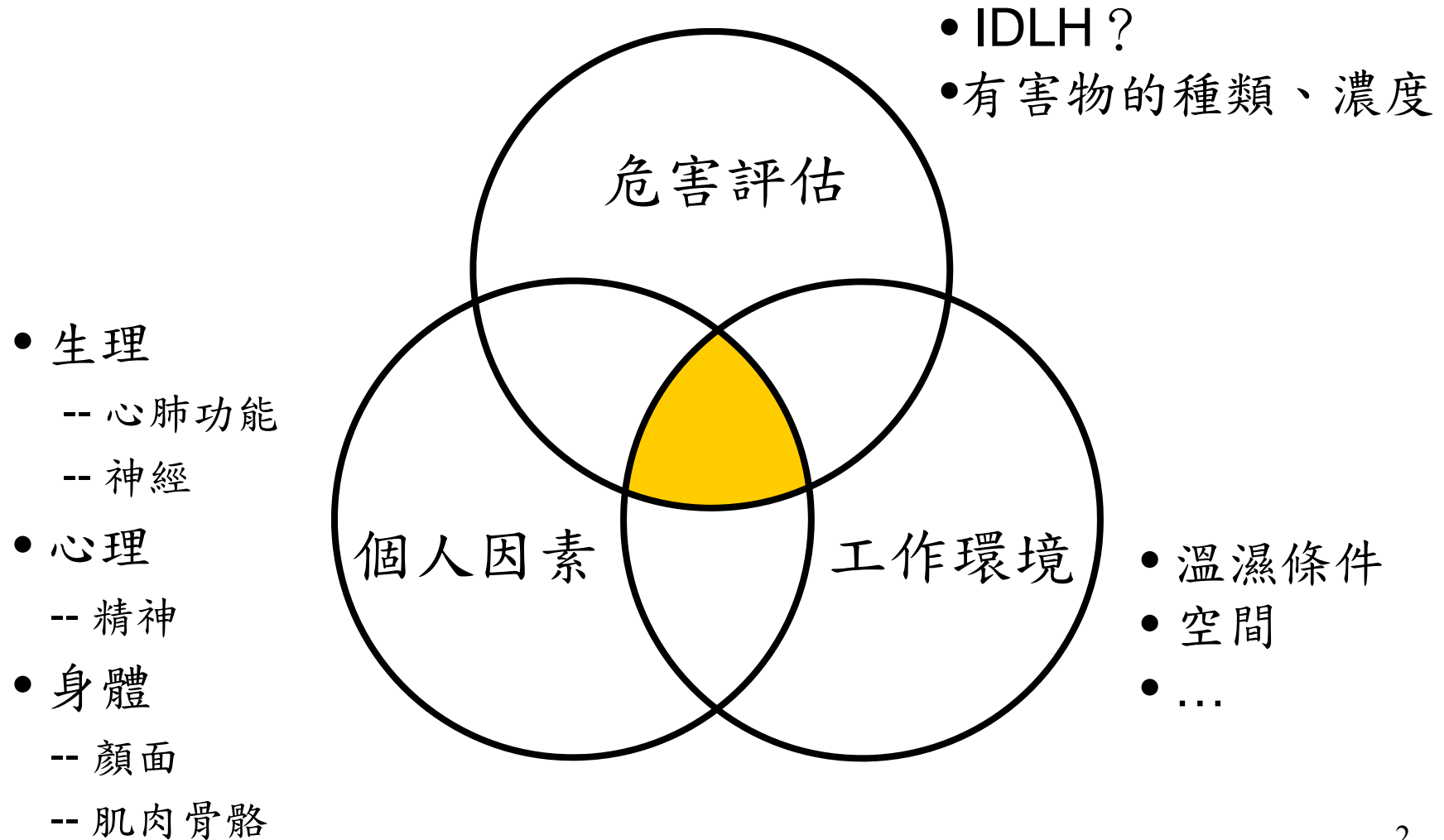


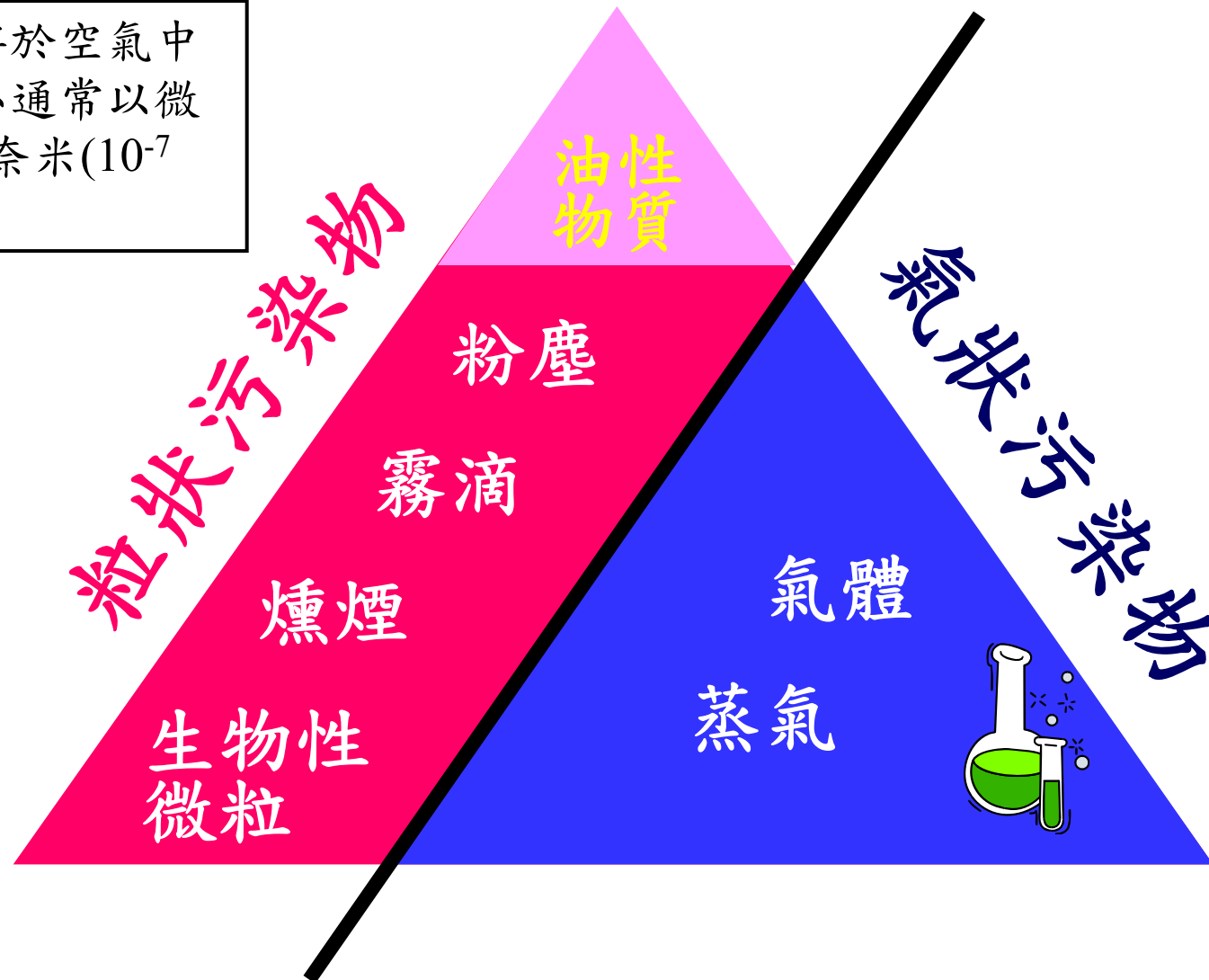
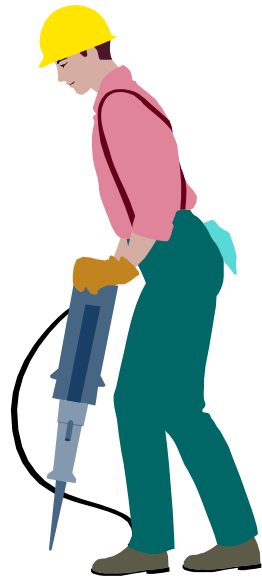
# 呼吸防護具的分類與選擇

# 呼吸防護具的選擇



# 呼吸危害因子

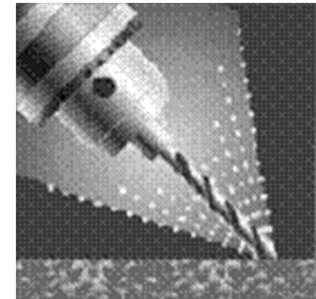
粒狀物是指懸浮於空氣中的微粒，其大小通常以微米( $10^{-4}$  公分)或奈米( $10^{-7}$  公分)為單位。



# 粒狀汙染物－固體微粒

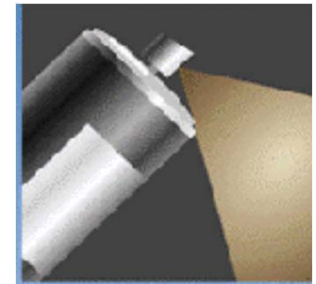
- 粉塵(Dust)：

- － 來自固態物質受切割、研磨、粉碎、鑿鑽等物理性方式所產生。
- － 如二氧化矽、石綿、鉛塵。



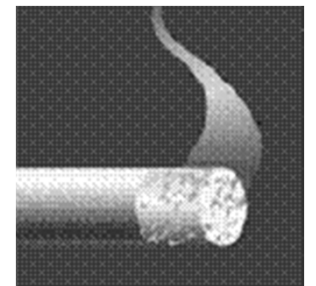
- 霧滴(Mist)：

- － 因液體破碎、機械噴霧或是蒸氣冷凝而形成。
- － 如電鍍或電解過程所產生之硫酸霧滴以及噴霧作業產生之農藥霧滴等。



- 煙燻(Fume)：

- － 物質與金屬經過高溫加熱所產生的蒸氣凝結而生成固體微粒。
- － 如焊接作業過程中產生鉛煙燻。



# 粒狀汙染物

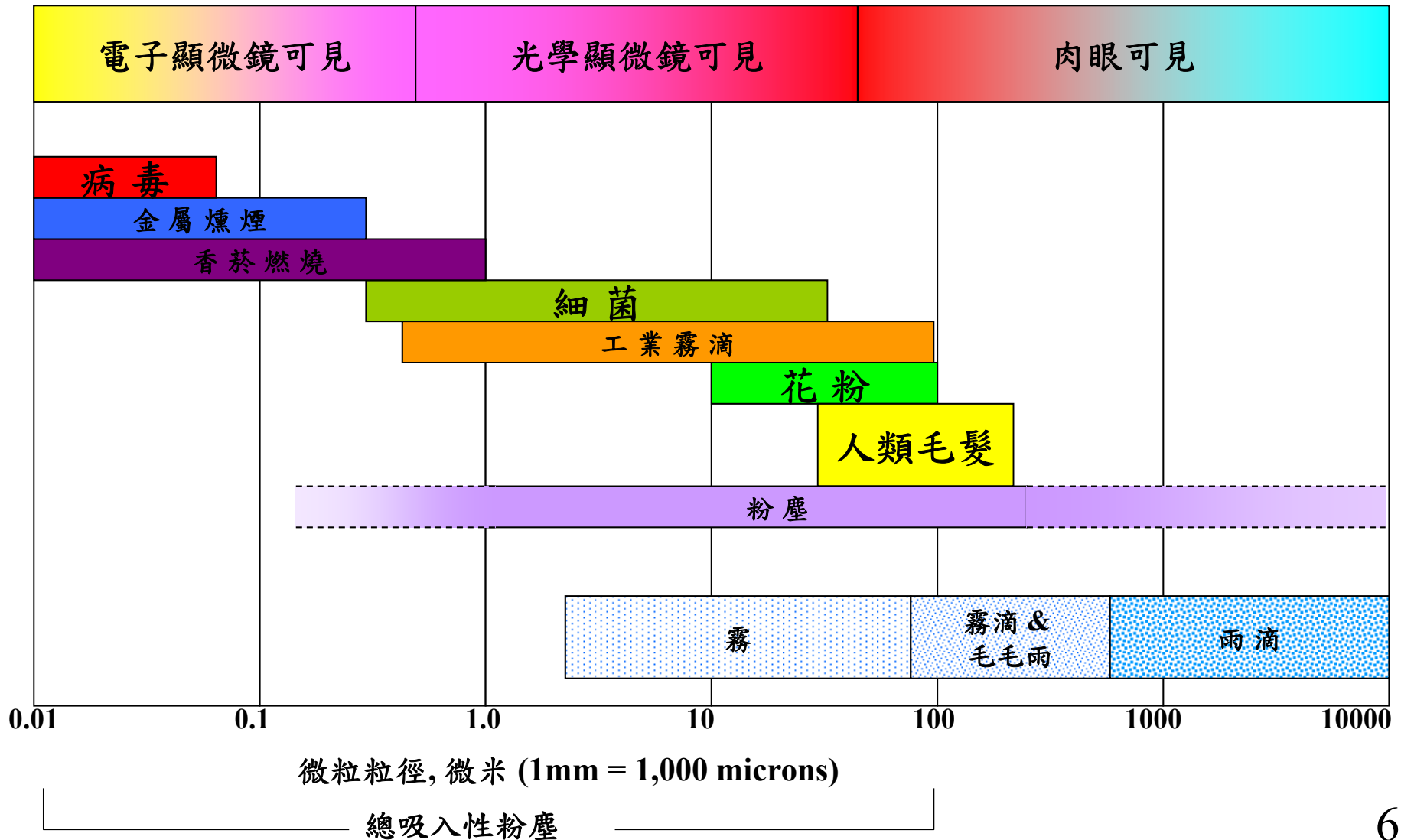
- 生物性微粒(Bioaerosol)：

- 指植物、動物、微生物或是由其產物且會影響人類健康或是造成不舒適者。
- 來自於生物體或其產物，經由各種動力懸浮於空氣中，而微粒粒徑小至可由呼吸道進入人體，造成健康危害。
- 如肺結核桿菌(tuberculosis, TB)、真菌孢子、花粉。
- 病毒、細菌、皮屑、唾液等。

- 油性氣懸膠(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。
- 如油煙、煉焦爐之空氣溢散物、機械用油形成之氣懸膠。

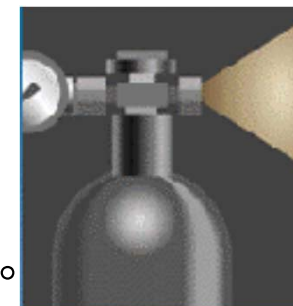
# 微粒粒徑分布與人眼解析度



# 氣狀汙染物

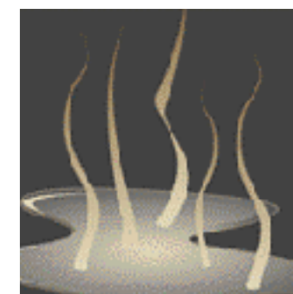
- 氣體(gases)：

- 能藉由獨立的分子型態存在一般環境中。
- 藉由擴散作用均勻佔有其被包圍空間之物質。
- 如氨氣、氯氣、二氧化硫、一氧化碳、硫化氫。



- 蒸氣(vapors)：

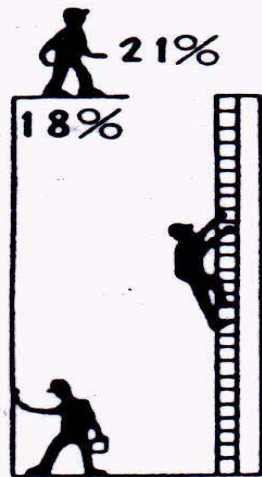
- 常溫常壓下由液態或固態物質揮發或昇華所產生的氣態狀物質。
- 如正己烷、四氯化碳等有機蒸氣，或噴漆所產生之揮發性氣體。



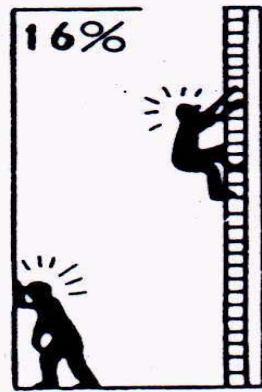
# 缺氧

(缺氧症預防規則：第3條)

- 缺氧：指空氣中氧氣濃度未達18%之狀態。
- 有害物質：一氧化碳、硫化氫、二氧化碳、氨氣等物質。
- 作業類別：電力工程人員、污泥槽或溫泉槽清理人員、營造業地下室、地下道之作業人員、工廠管道槽維修人員。



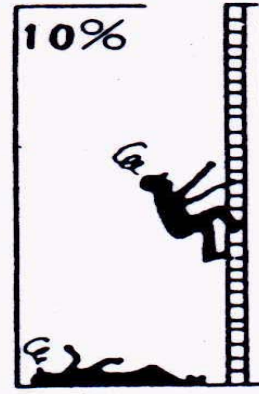
安全界限；  
但應連續  
實施換氣



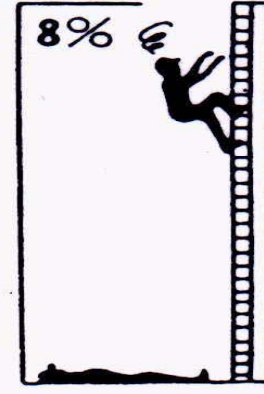
呼吸及脈  
數增加、  
頭疼嘔心



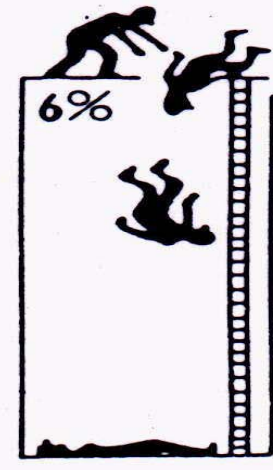
目眩嘔心、  
肌力下降、  
無法支稱體  
重而墜落



顏面蒼白、  
意識不明



失神昏倒；  
7-8分鐘以  
內死亡



瞬間昏倒、  
停止呼吸、  
痙攣；6分  
鐘內死亡





# 立即危害生命健康濃度(IDLH)

(立即致危濃度)

- 立即危害生命健康濃度(Immediately Dangerous to Life or Health Concentration, 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
  - 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(如神經麻痺、呼吸道或皮膚嚴重刺激甚或潰瘍現象)；
    3. 降低逃生能力。

# The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)

NIOSH Publications & Products

Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH) Values

Table of IDLH Values

Criteria for Determining IDLH Values

Historical Documentation

Promoting productive workplaces through safety and health research



[NIOSH Publications & Products](#) > [Immediately Dangerous To Life or Health \(IDLH\) Values](#)

## Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH) Values



### Table of IDLH Values

Since the development of the original IDLH values in the 1970s and their subsequent revision in 1994, NIOSH has continued to review relevant scientific data and conduct research on methods for developing IDLH values. This has led to the development of [Current Intelligence Bulletin \(CIB\) 66: Derivation of Immediately Dangerous to Life or Health \(IDLH\) \[NIOSH 2014-100\]](#).

It is the goal of NIOSH to re-evaluate all IDLH values included in the list below using the guidelines and criteria included in CIB 66. Until this occurs, this list contains IDLH values based on both the [1994 revised criteria](#) and CIB 66 [NIOSH 2014-100]. It is important to note which criteria was applied to develop a specific IDLH value. When a chemical entry contains more than one IDLH value, the IDLH value based on CIB 66 should be treated as current NIOSH policy.

Substance	CAS no.	IDLH Value (1994)*	New/Updated Values (2016-present)**
Acetaldehyde	75-07-0	<a href="#">2,000 ppm</a>	
Acetic acid	64-19-7	<a href="#">50 ppm</a>	
Acetic anhydride	108-24-7	<a href="#">200 ppm</a>	
Acetone	67-64-1	<a href="#">2,500 ppm [LEL]</a>	
Acetonitrile	75-05-8	<a href="#">500 ppm</a>	
Acetylene tetrabromide	79-27-6	<a href="#">8 ppm</a>	

#### Follow NIOSH



#### NIOSH Homepage

[NIOSH A-Z](#)

[Workplace Safety & Health Topics](#)

[Publications and Products](#)

[Programs](#)

# 呼吸系統的危​​害因子

缺氧環境

空氣污染物

粒狀污染物

粉塵、霧滴、煙煙、...

氣狀污染物

氣體、蒸氣

**IDLH**

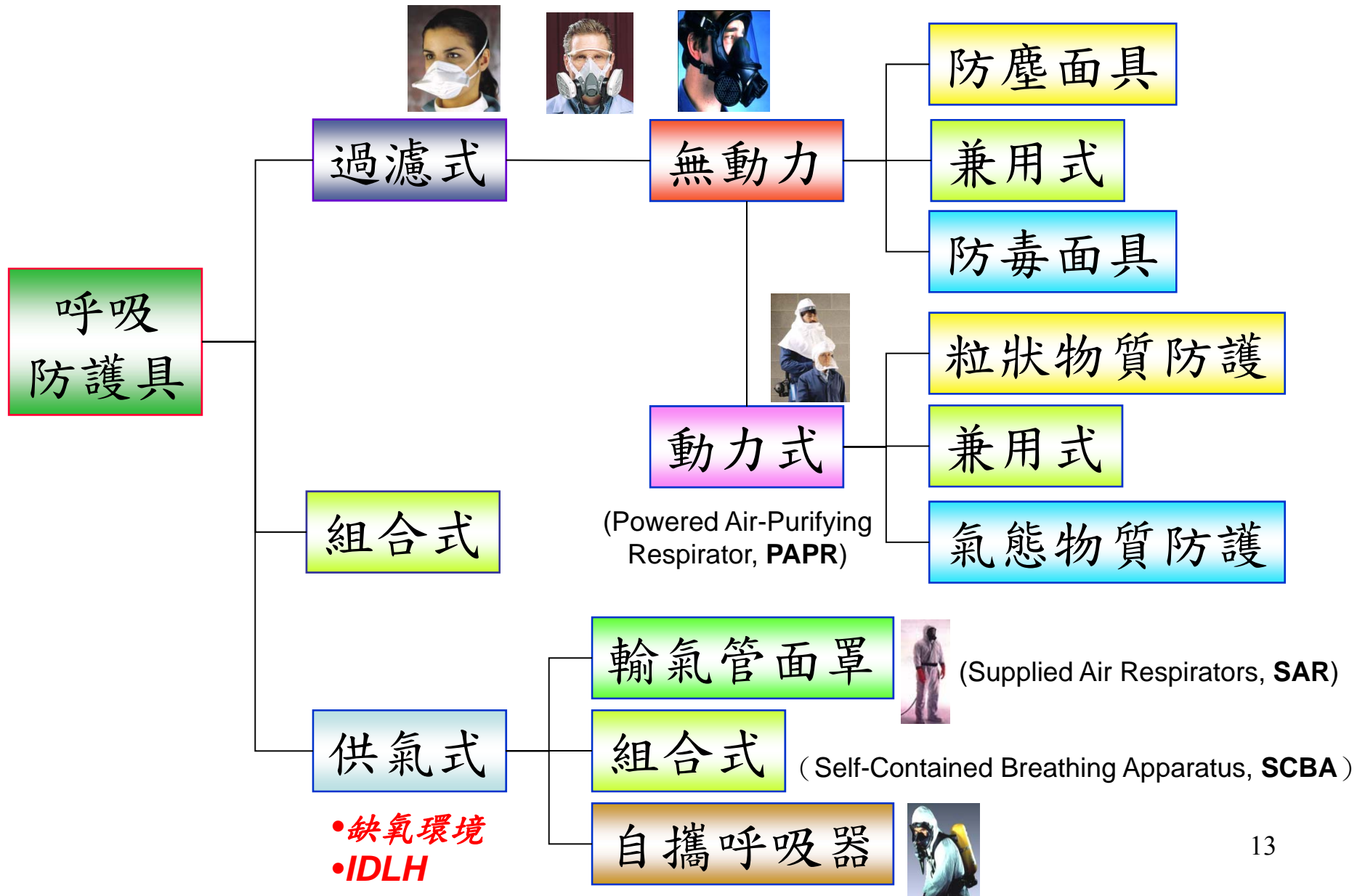
(根據濃度)

**Non-IDLH**



# 呼吸防護具分類

# 呼吸防護具之分類





# 呼吸防護具分類

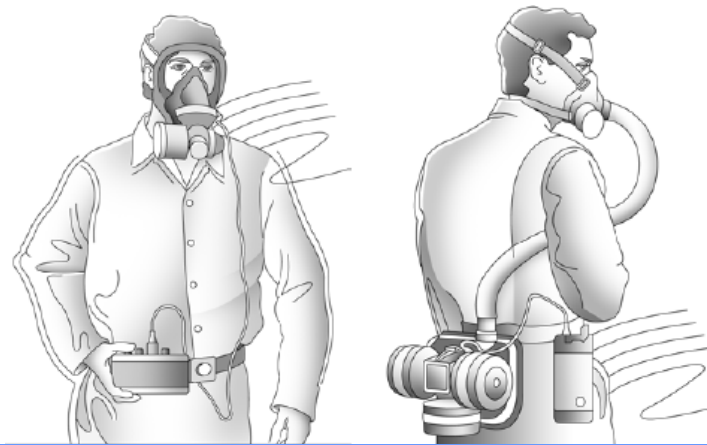
- 依氣體來源分類：
  - － 淨氣式(過濾式)、供氣式、組合式
- 依氣體供應方式分類：
  - － 動力式、無動力式（或稱為肺力式）（費力式?!）
- 依面體內的壓力分類：
  - － 正壓式、負壓式
- 依面體分類：
  - － 緊密接合式、寬鬆式、拋棄式、口片式
- 依污染物種類分類：
  - － 防塵(粒狀污染物)、防毒(氣狀污染物)、兼用式

# 呼吸防護具-淨氣式

- 淨氣式：利用濾材、濾毒罐將空氣中有害污染物濾除。
  - 無動力淨氣式呼吸防護具(Air-Purifying Respirator, APR)：呼吸防護具完全依靠佩戴者自己的肺力提供抽引氣流的能力。
  - 動力淨氣式呼吸防護具(Powered Air-Purifying Respirator, PAPR)：以攜帶型送風主機等裝備傳送空氣，經由濾材或吸收罐(淨氣裝置)吸收、吸附、和過濾空氣污染物。



無動力淨氣式呼吸防護具

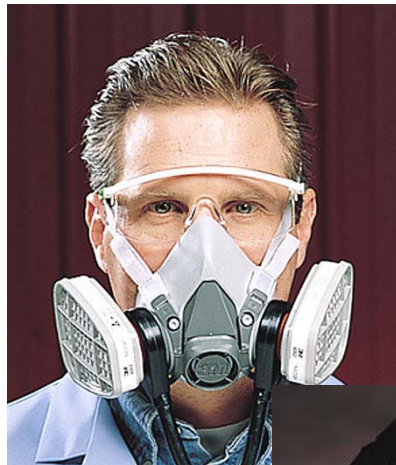


動力淨氣式呼吸防護具



# 呼吸防護具-淨氣式

無動力淨氣式呼吸防護具



動力淨氣式呼吸防護具





# 呼吸防護具-供氣式

- 供氣式：使用氣體鋼瓶或由送風機自外部提供乾淨之空氣。
  - 輸氣管式呼吸防護具(Supplied Air Respirator, SAR)：以外部乾淨空氣源經管線供給佩戴者所需之呼吸空氣。
  - 自攜式呼吸防護具(自攜供氣式呼吸防護具；Self-Contained Breathing Apparatus, SCBA)：由佩戴者自行背負空氣瓶經管線供給可呼吸之空氣。



輸氣管式呼吸防護具



自攜式呼吸防護具

# 呼吸防護具-供氣式

輸氣管式呼吸防護具



自攜式呼吸防護具



# 呼吸防護具-供氣式

- 輸氣管式呼吸防護具之呼吸防護具系統包括：
  - 空氣過濾盤
  - 壓縮空氣管：連接空氣至調節閥
  - 流量調節閥：連接輸氣管送空氣進入面罩
  - 輸氣管(呼吸管)
  - 呼吸防護具面體：面罩/頭套/頭罩



經空氣過濾盤過濾或外部空氣之乾淨空氣



壓縮空氣管



流量調節閥



輸氣管



呼吸防護具面體

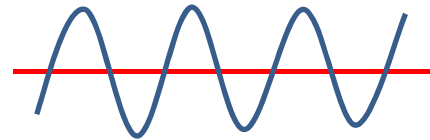
# 呼吸防護具-供氣式



- 自攜式呼吸防護具：
  - 以佩戴者自行攜帶乾淨空氣源(氣體鋼瓶)供應作業期間呼吸所需的空氣。
  - 此種防護具提供的防護功能遠高於其他類型呼吸防護具。
  - 呼吸防護系統包括：供氣空氣鋼瓶、輸氣管線、面罩。
  - 分類：
    - 開放式：由佩戴者所攜帶的壓縮空氣瓶或壓縮氧氣瓶供應呼吸用空氣或氧氣；佩戴者所呼出的氣體經由呼氣閥排出至大氣。
    - 密閉循環式：佩戴者所呼出的氣體並不排出大氣，而是經除去二氧化碳後再循環使用。

# 呼吸防護具-正壓式、負壓式

- 依據面體內的壓力可區分：



- 正壓(positive pressure)：防護具面體內的壓力維持高於面體外的大氣壓力，使空氣中有害物不致在未過濾的狀況下經由呼氣閥、面體與顏面接觸之處等洩入面體中。

- 例如：動力淨氣式呼吸防護具、輸氣管式呼吸防護具、自攜式呼吸防護具。

- 負壓(negative pressure)：防護具面體內的壓力低於周圍大氣壓力，因此空氣中的有害物較易侵入面體。

- 例如：拋棄式呼吸防護具、無動力淨氣式呼吸防護具。

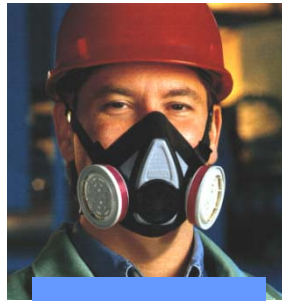


# 呼吸防護具-緊密接合式

- 緊密接合式：
  - 以面體本身材質(矽膠、橡膠或 PVC)所具有的彈性，配合頭部繫帶等所施予的壓力，使佩戴者的口鼻部密閉包覆於面體內；面體邊緣與佩戴者頭臉部緊密接觸。
  - 依所覆蓋的範圍區分：
    - 全面體：可包覆上顎、眼睛、鼻子、嘴巴及下顎。
    - 半面體：可包覆鼻子、嘴巴、及下顎。
    - 四分之一面體：包覆範圍僅口鼻部。
    - 口片式：僅有一銜接空氣呼吸器的硬管用口咬緊以口呼吸。



全面體



半面體



四分之一面體



口片式

# 呼吸防護具-寬鬆式

- 寬鬆式：
  - 僅於佩戴者的頭、臉部位予以寬鬆包覆，面體不與頭臉部位緊密接觸。
  - 依外形可分為頭盔、頭罩、面盾與空氣衣等型式。
  - 寬鬆面體內部與外界相通；面體內必須通以足夠的連續氣流與壓力方能防止外界的污染物滲入面體內。
  - 適用於：佩戴者因蓄鬚/臉部傷疤等因素無法使用緊密接合面體、或作業環境條件(如高溫作業)需求等。



頭罩式



氣罩式



面盾

# 呼吸防護具-拋棄式(防塵口罩)

(過濾面體式)

- 拋棄式：
  - 亦即過濾面體式呼吸防護具，用於過濾粒狀汙染物。
  - 由織物所編織而成，面體與濾材合一。
  - 常見的拋棄式呼吸防護具：
    - 美規(NIOSH)：如N100、N99、N95、R100、R99、R95、P100、P99 與 P95。
    - 歐規(EN)：如FFP1、FFP2、FFP3。





• NIOSH 針對過濾面體式呼吸防護具防護分級：

濾材阻抗防護性類別		測試用懸浮微粒 <sup>a</sup>	過濾效能 (%)		
			95	99	99.97
N 系列	非抗油性 (Not resistant to oil)	NaCl 非油性氣懸膠	N95	N99	N100
R 系列*	耐油性 (Resistant to oil)	DOP 含油性懸浮微粒	R95	R99	R100
P 系列**	抗油性 (Oil-proof)	DOP 含油性懸浮微粒	P95	P99	P100

<sup>a</sup> 測試用懸浮微粒NIOSH選用大小為 0.3 μm (質量中位數氣動粒徑；aerodynamic mass median diameter)之最易穿透粒徑；依濾材阻抗防護性不同，測試用之懸浮微粒可分為 NaCl (sodium chloride) 非油性氣懸膠與 DOP (dioctyl phthalate)含油性懸浮微粒。

\* 連續或累計使用達八小時後即應馬上更換。

\*\* 累計使用四十小時或三十天後更換，或參考製造廠商建議。

# 42CFR84 之濾材分類

(Non-powered air-purifying particulate respirators)

## 2. 微粒負載測試

	<b>N-series</b>	<b>R-series</b>	<b>P-series</b>
測試微粒	<b>NaCl</b>	<b>DOP</b>	<b>DOP</b>
合格條件	<b>200mg</b> 負載後口罩效率未低於該等級所規定之初始效率。	<b>200mg</b> 負載後口罩效率未低於該等級所規定之初始效率。	負載的過程中口罩之最低效率不低於該等級所規定之初始效率。

- 歐盟CEN認證過濾面體式呼吸防護具  
– 依據 EN 149:2001標準分級：

等級	測試用懸浮微粒 <sup>a</sup>	過濾效能 (%)
FFP1	油性及非油性微粒	80
FFP2	油性及非油性微粒	94
FFP3	油性及非油性微粒	99

<sup>a</sup> 測試用之懸浮微粒為 NaCl (sodium chloride) 非油性氣懸膠與石蠟油 (paraffin oil) 含油性懸浮微粒。

# 呼吸防護具-防塵面具

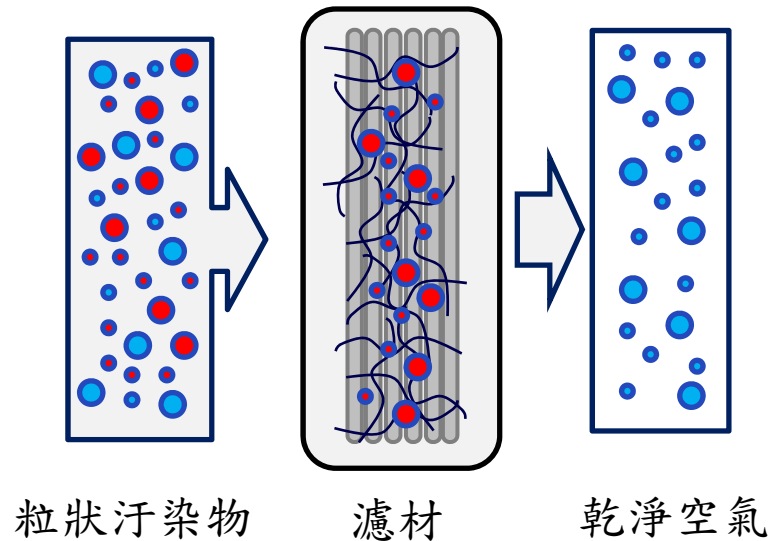
- 防塵面具(粒狀污染物)
  - 針對空氣中之粒狀汙染物(如礦物性及生物性粉塵、霧滴、煙、氣懸膠等)進行防護。
  - 使用以濾棉為主之濾材。
  - 防護具面體可與濾材分離或合一，後者稱為過濾面體式呼吸防護具 (filtering facepiece)，如 N95 口罩。



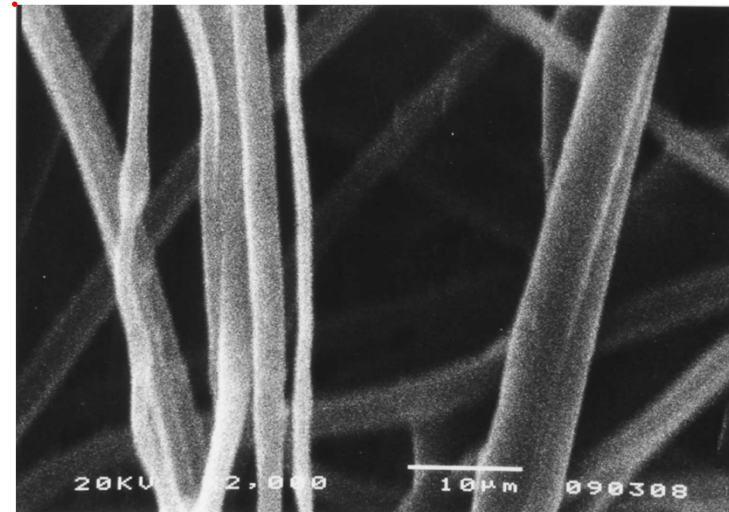
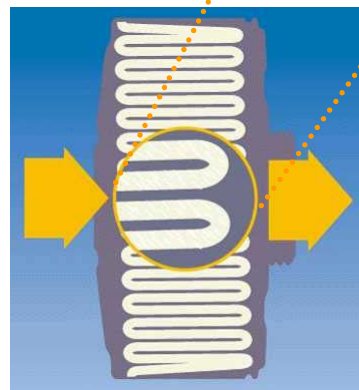
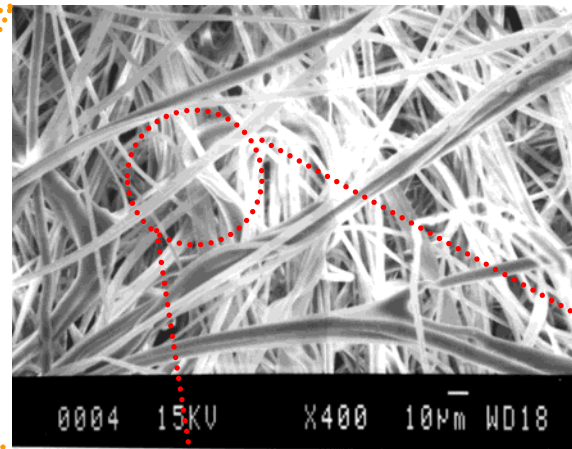
防塵口罩



濾棉



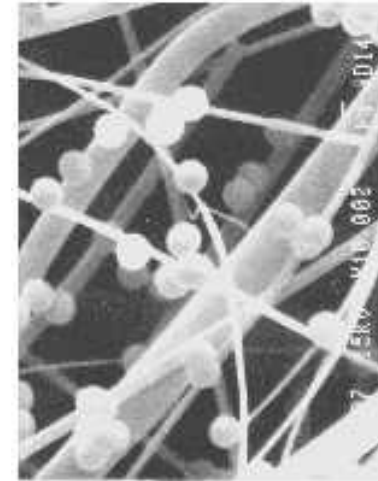
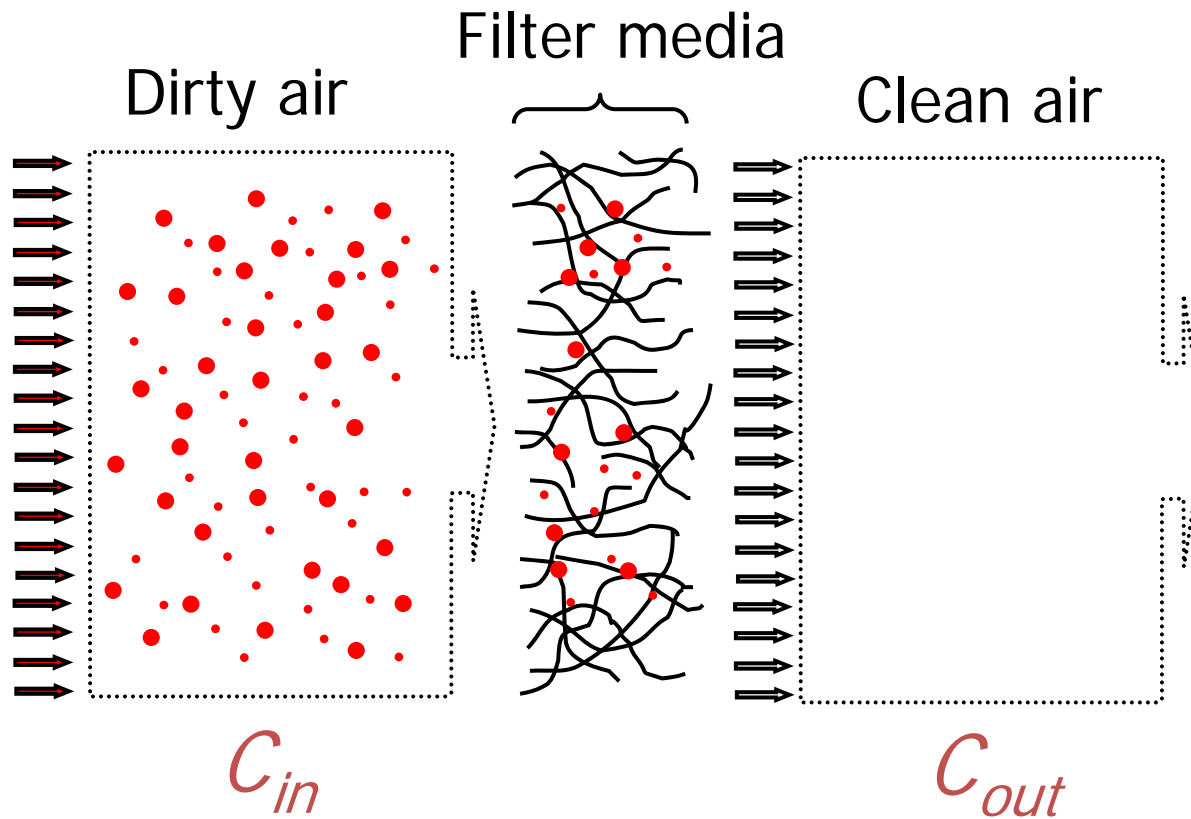
# 過濾面體式呼吸防護具-粒狀污染物



# 過篩 vs. 過濾



# 淨氣式呼吸防護具原理-粒狀污染物

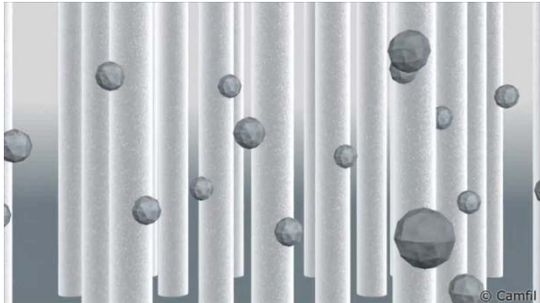
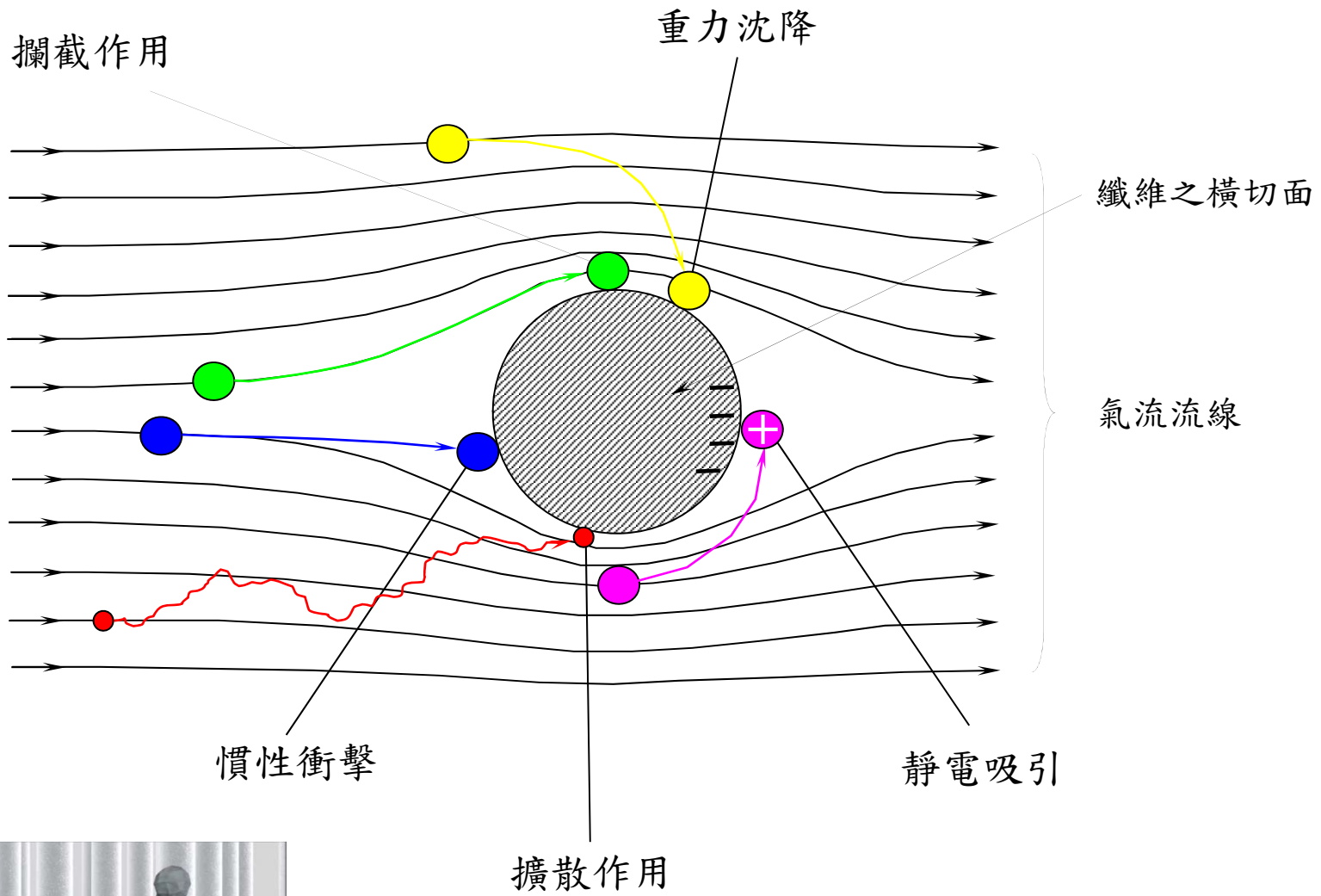
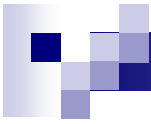


[www.ima.umn.edu/industrial/98\\_99/ouyang/sld026.ht](http://www.ima.umn.edu/industrial/98_99/ouyang/sld026.ht)

捕集效率

$$E(\%) = \left(1 - \frac{C_{out}}{C_{in}}\right) \times 100\%$$

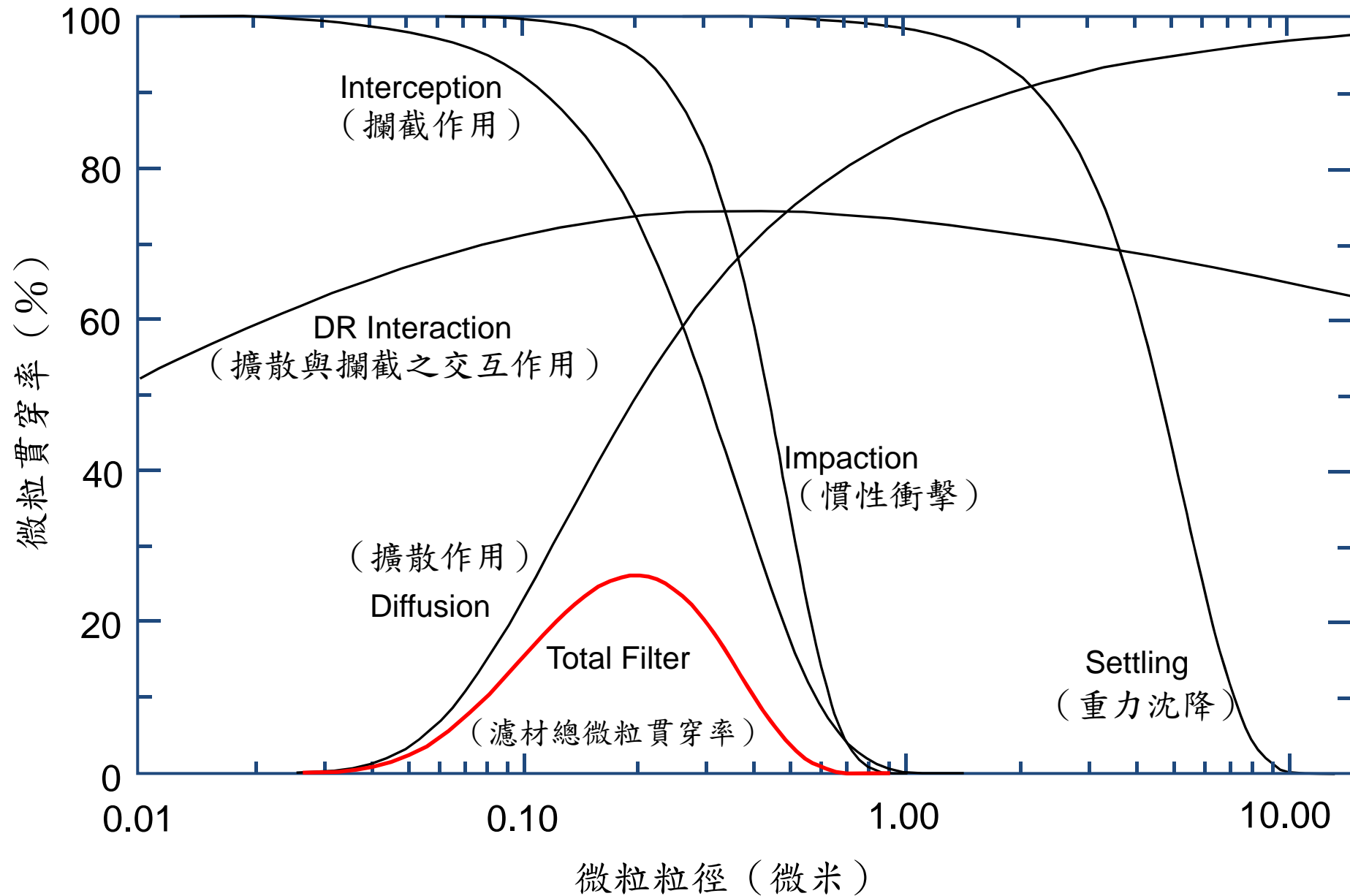
微粒穿透率 (aerosol penetration,  $P(\%) = 100 - E$ )



單一纖維微粒沈積機制



$t = 1 \text{ mm}, \alpha = 0.05, d_f = 2 \mu\text{m}, U_0 = 10 \text{ cm/s}$



# 呼吸防護具-防毒面具

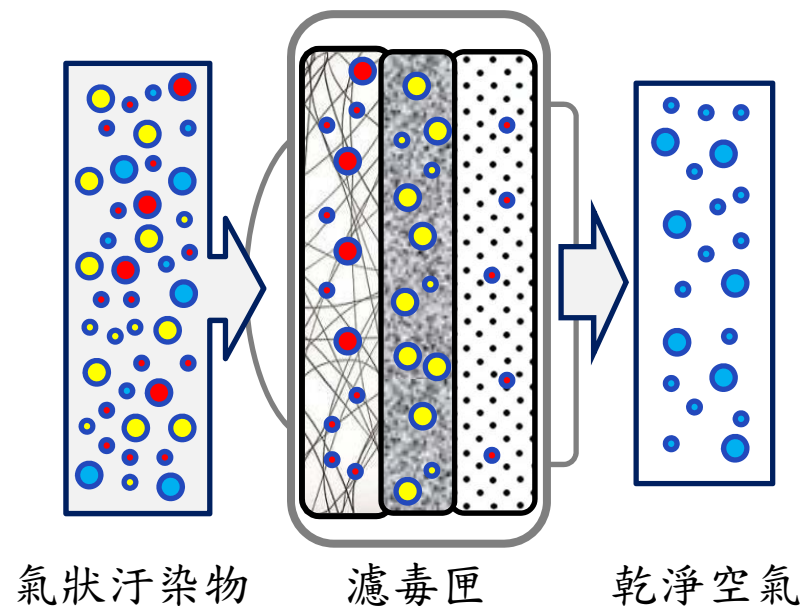
- 防毒面具(氣狀污染物)
  - 針對空氣中之氣狀汙染物 (如有機蒸氣等) 進行防護。
  - 使用內含活性碳、分子篩、催化劑、吸附劑、或酸鹼中和反應劑之濾毒罐/濾毒匣。
  - 面體多數與濾材分離，且以塑料面體為主。



濾毒罐

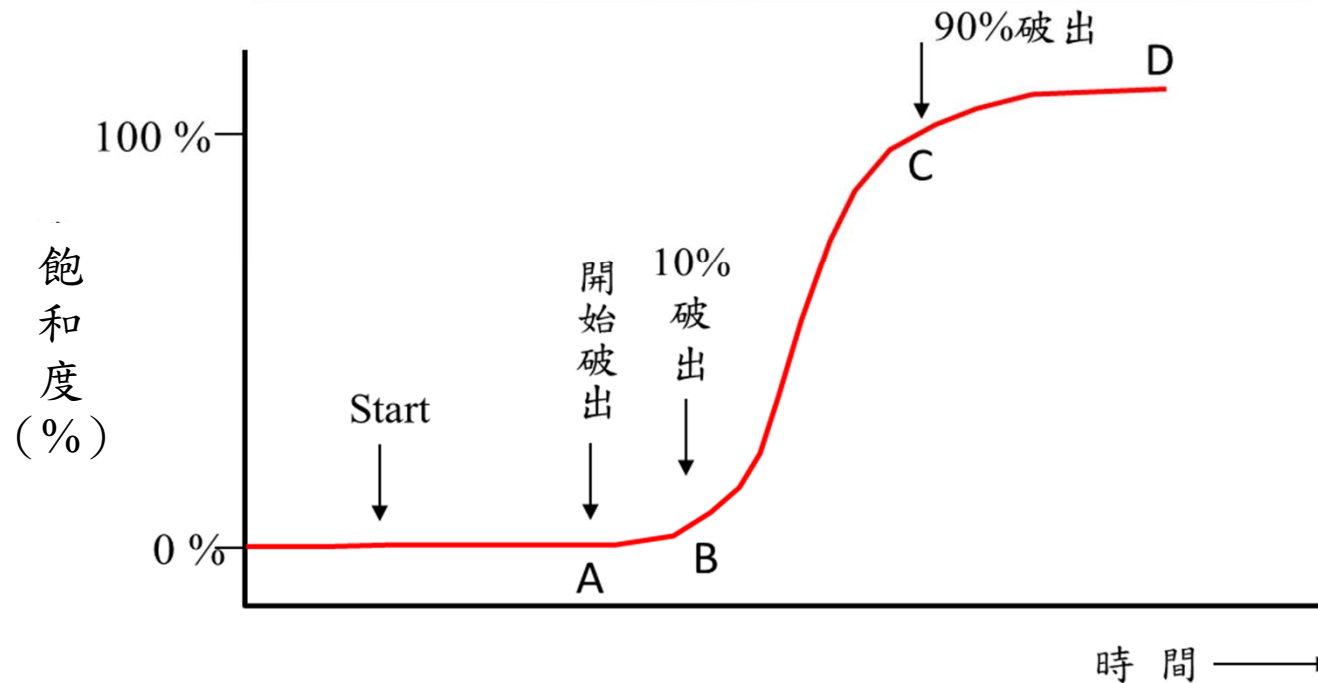
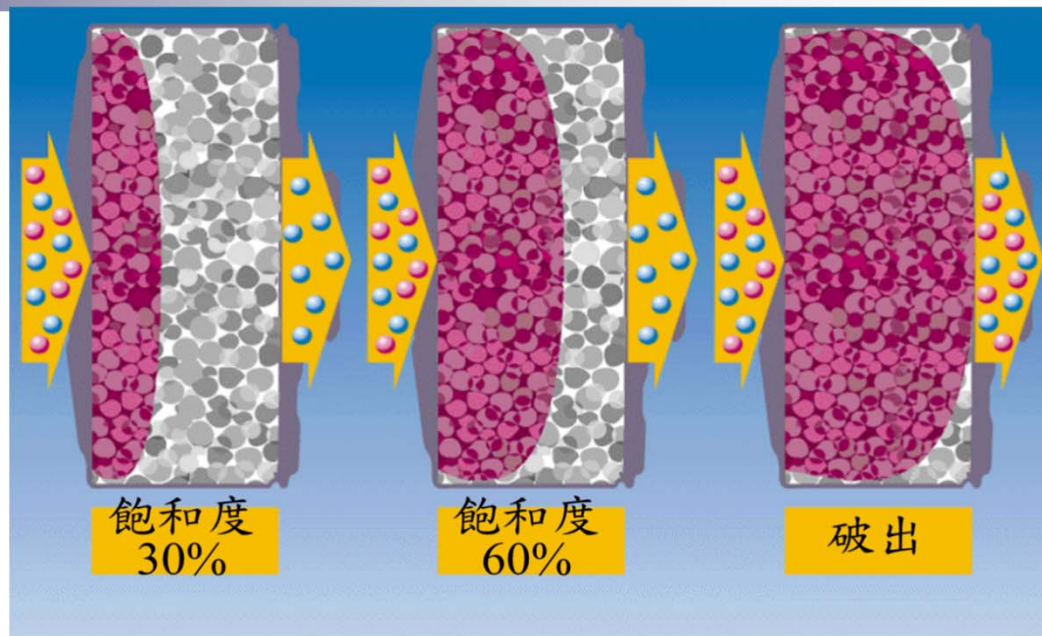


濾毒匣



## 2.3 破出曲線

破出曲線是用來評估吸附劑之使用壽命與特性之重要指標。





## 3. 影響吸附作用的因素

### ■ 影響破出曲線之因素可分為三大種類

#### 一 氣體或蒸氣特性

- 被吸附物分子量與沸點
- 被吸附物濃度
- 流量

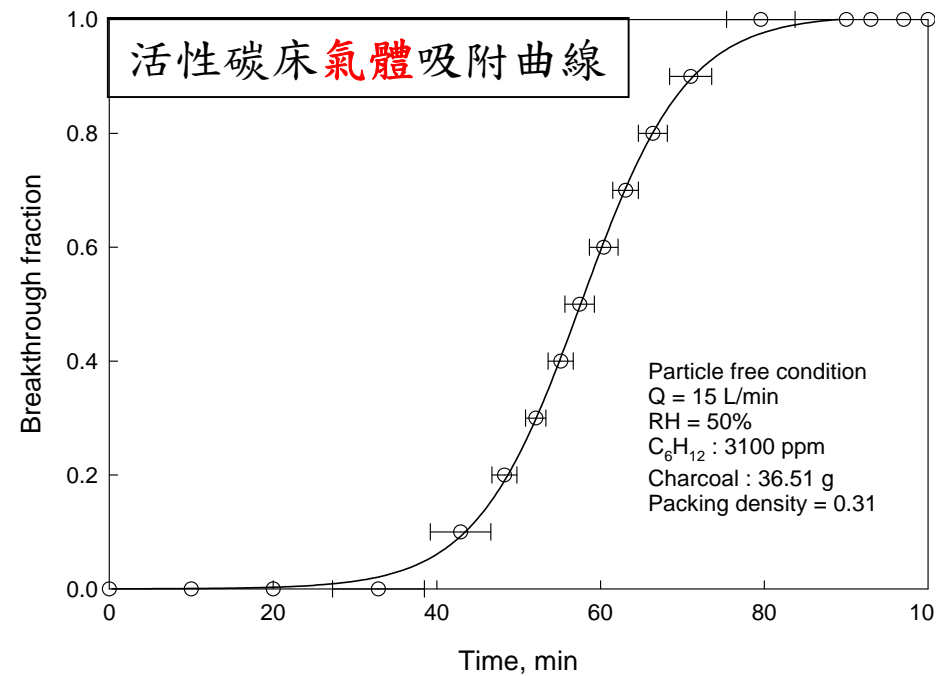
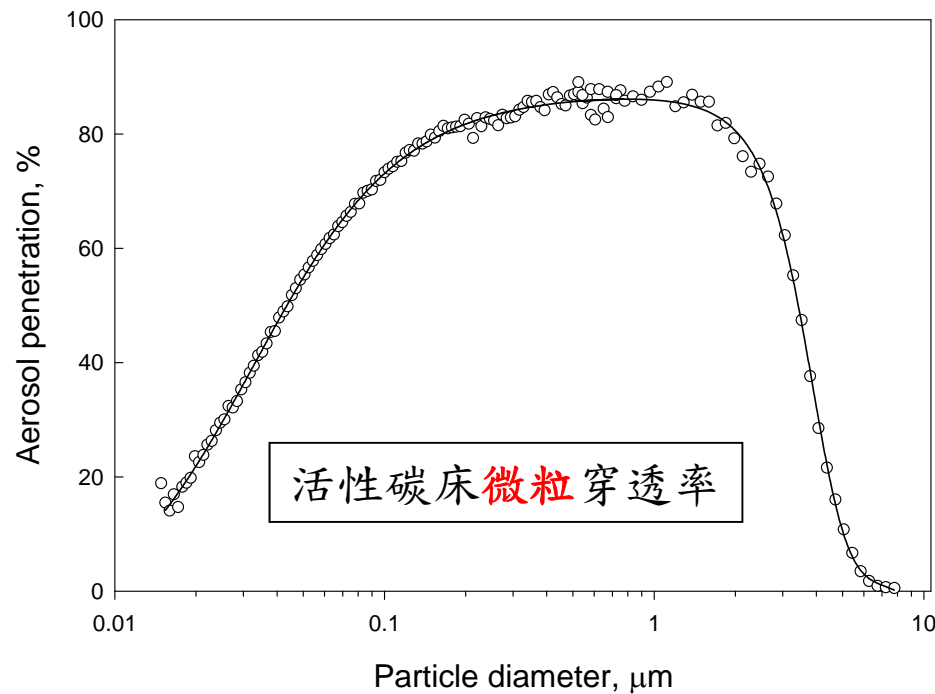
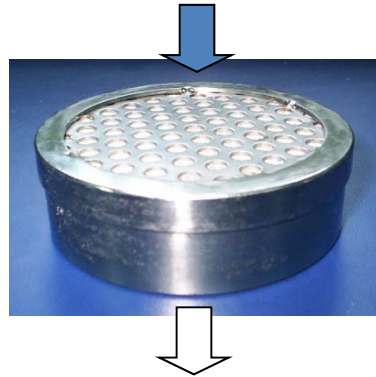
#### 一 吸附劑本身特性

- 比表面積
- 均勻度
- 填充密度

#### □ 環境因素

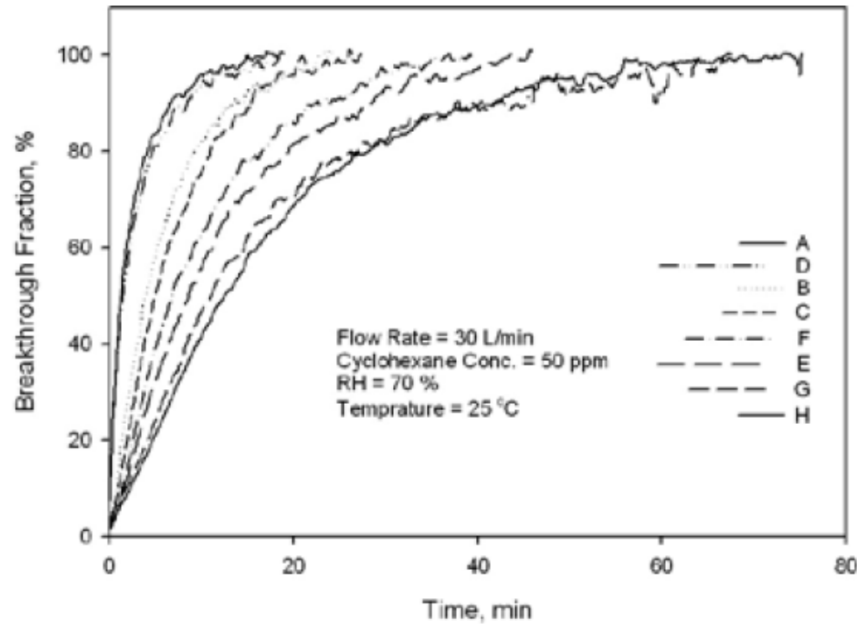
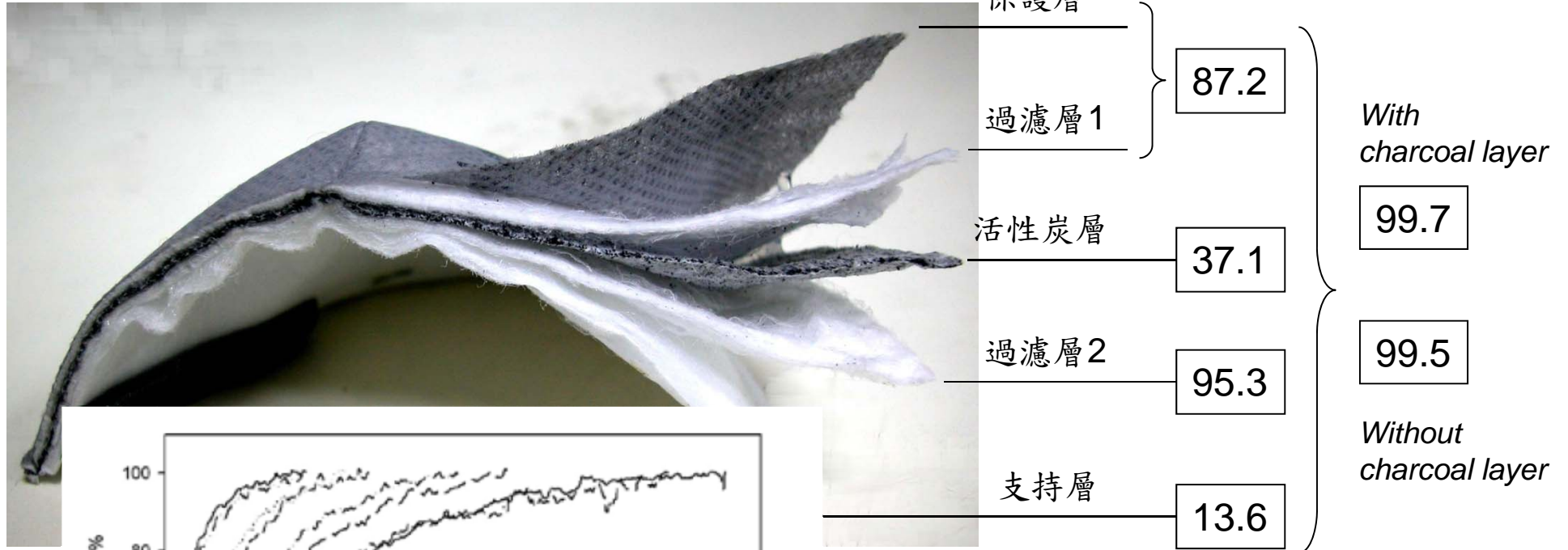
- 相對濕度與保存方式
- 溫度
- 兩種以上吸附物
- 微粒

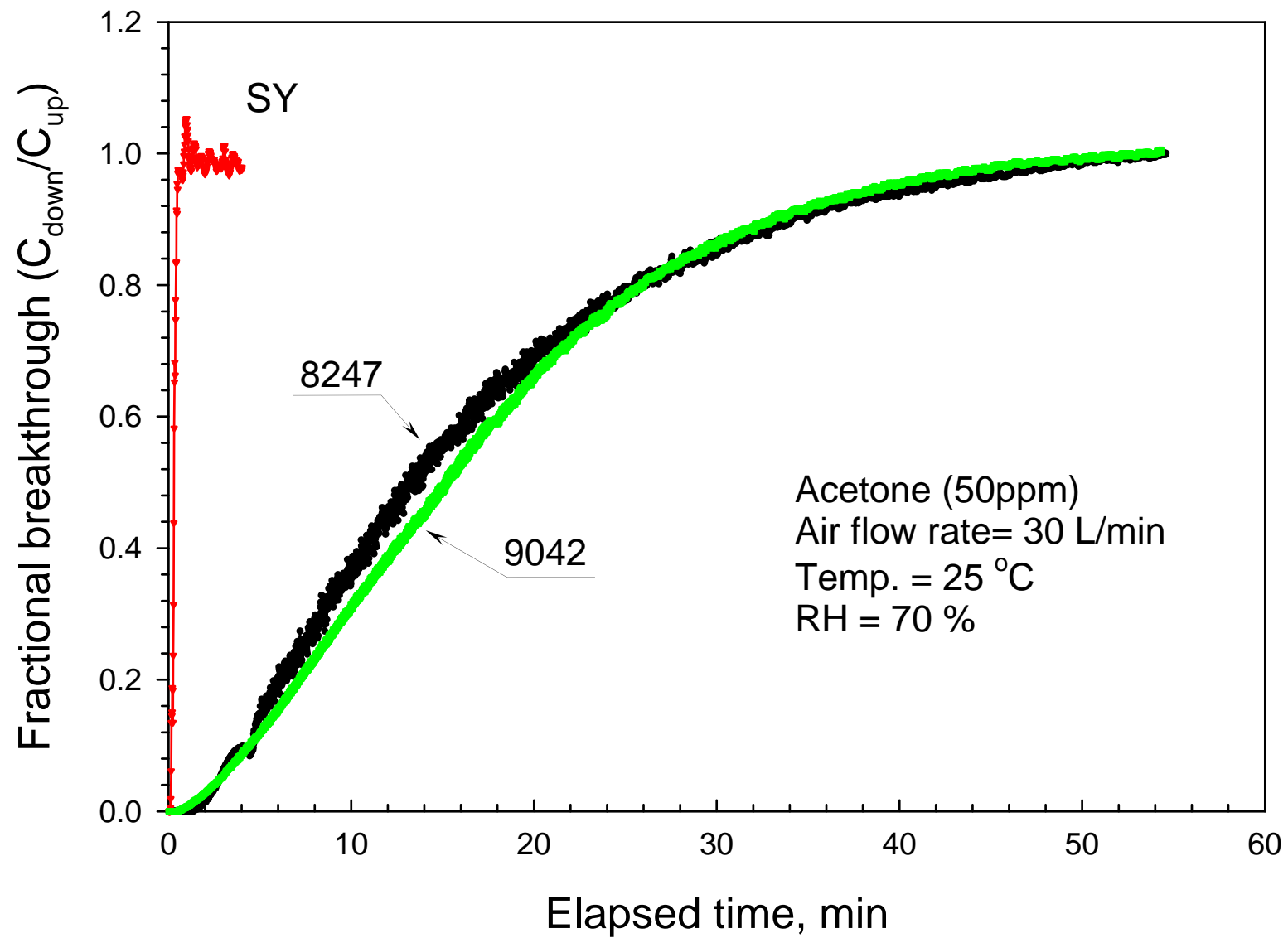
# 活性炭床對氣狀、粒狀污染物之過濾特性



# 某R95口罩各層之微粒過濾效率

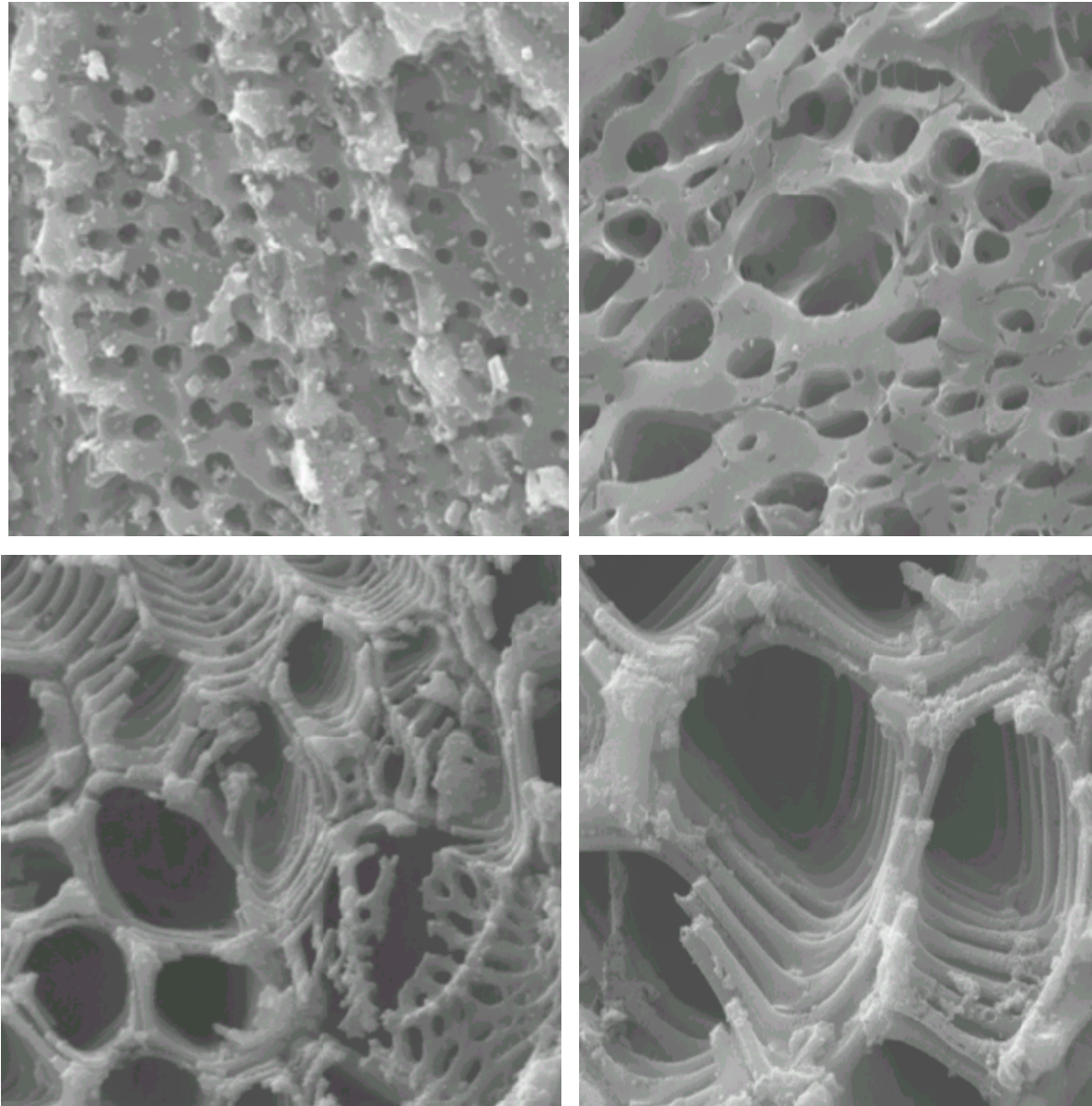
過濾效率 (%)














# 電子顯微鏡下活性碳之表面











# 呼吸防護具-防毒面具之濾毒罐

- 美國NIOSH認證標準  
(ANSI/AIHA Z88.7-2010)

防護對象	顏色標示
酸性氣體用	白 
有機蒸氣用	黑 
氨氣用	綠 
酸性氣體/有機蒸氣 兼用	黃 
甲醛、有機蒸氣用	橄欖 
一氧化碳用	藍 
酸性氣體/氨氣/一氧 化碳/有機蒸氣兼用	紅 

- 中華民國國家標準  
(CNS 6636 Z2023 2013)

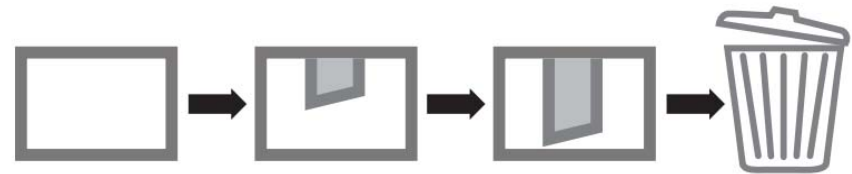
防護對象	顏色標示
A型：沸點 > 65°C之有機 氣體及蒸氣	棕 
AX型：沸點 < 65°C之有機 氣體及蒸氣	棕 
B型：無機氣體及蒸氣	灰 
E型：酸性氣體及蒸氣	黃 
K型：氨氣	綠 
SX型：其他特定氣體/蒸氣	紫 
NO-P3型：氮氧化物	藍-白色
Hg-P3型：汞蒸氣	紅-白色



# 更換指示計

## (End-of-Service-Life Indicator, ESLI)

- 更換指示計透過視窗中顏色改變(如綠底紅條)警示使用者濾毒罐/匣中吸附劑吸收氣態汙染物(如有機蒸氣)之含量  
— 顏色完全改變時代表吸收已達飽和。



(3M United Kingdom, 2014)

# Change Schedule for Gas or Vapor Cartridges

**Cartridge or Carbon Bed Data**

Select from the list below or enter a new cartridge.

Name:

Bed Diameter (cm):

Bed Depth (cm):

Carbon Weight (g) per Cartridge or Bed:

Micropore Volume (cm<sup>3</sup>/g):

Preconditioned Relative Humidity (%):

Carbon Granule Average Diameter (cm):

Adsorption Potential for Benzene (KJ/mol):

Affinity Coefficient for Water:

**Organic Vapor Data**

Select a vapor from the list below, enter its name, or enter its CAS number. Then search for or enter data.

Name:

CAS Number:

---

Molecular Weight:

Liquid Density:

Molecular Polarizability:

Water Solubility Factor:

Average Vapor Concentration (ppm):

---

Antoine Vapor Pressure Parameters (torr)

A	<input type="text" value="18.9119"/>
B	<input type="text" value="3803.98"/>
C	<input type="text" value="-41.68"/>

# Change Schedule for Gas or Vapor Cartridges

Vapor Mixture Breakthrough Results

Organic Vapor Cartridge: **Typical OV Cartridge**

Organic Vapors	Breakthrough Concentrations (ppm)	Vapor Concentrations (ppm)	Calculated Results		
			Breakthrough Times (min) Estimated	Range Min	Range Max
Vapor #1: Ethanol	0.5	1	1342.5	1074	1611
Vapor #2					
Vapor #3					
Vapor #4					
Vapor #5					

Temperature (oC): 23      Average Air Flow (L/min): 30      Equivalent Conc Vapor#1 (mg/m3): 1.9  
Atmospheric Pressure (atm): 1.00      Use Relative Humidity (%): 50

Buttons: Calculate Results, Return to Data Inputs, Print this Window, Exit Program

# 呼吸防護具-防塵、防毒兼用式



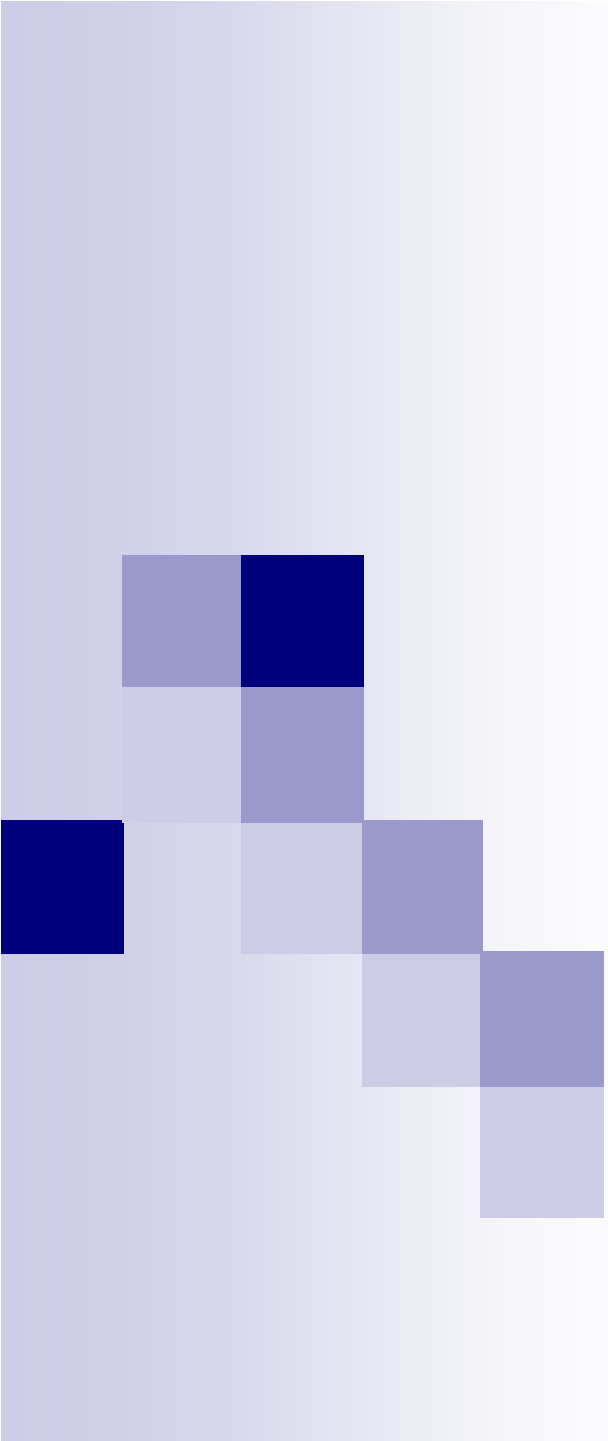
半罩式面體 +  
濾毒罐 + P100濾棉



半罩式面體 + 整合型  
濾毒罐(含P100濾棉)



半罩式面體  
濾毒罐 + P100濾匣



# 呼吸防護具 使用時機與選擇



## 查核表3—呼吸防護具選擇(1/2)

---

✓ 您的工作場所是否已完成下述事項：

---

- 作業場所中呼吸危害的評估及確認。
  - 評估作業人員暴露時必須考量暴露環境是否屬IDLH情況。
  - 呼吸防護具已具合格認證，並在正確的情況下使用。
  - 已根據作業場所實際環境與使用者條件，為使用者選擇呼吸防護具。
  - 已根據指定保護係數(Assigned Protection Factors, APF)及計算出的最大使用者濃度(Maximum User Concentrations, MUC)，為使用者挑選呼吸防護具。
  - 已提供足夠樣式與尺寸的呼吸防護具供使用者選擇。
-



## 查核表3—呼吸防護具選擇(2/2)

---

### 若暴露條件符合IDLH狀況

---

- 具備供氣式輸氣管面罩、全面體搭配自攜式呼吸防護具或自攜壓力需求式呼吸防護具；可供氣時間至少30分鐘。
  - 具備供緊急逃生專用呼吸防護具，須通過合格認證。
  - 缺氧環境視同IDLH環境。
- 

### 非IDLH環境下之呼吸防護

---

- 選用的呼吸防護具規格需符合APF及MUC之需求。
  - 應依據污染物特性選擇呼吸防護具。
  - 使用防毒面具過濾氣態與蒸氣污染物時，濾罐或濾匣需具有更換指示計(ESLI)且濾罐或濾匣更換時程已建立。
  - 使用防塵口罩過濾粒狀污染物，且防塵口罩需經合格認證。
-



# 呼吸防護具使用時機

- 臨時性作業、作業時間短暫或作業期間短暫。
- 進行作業場所清掃或通風裝置的維護、保養及修護工作。
- 坑道、儲槽、管道、船艙等內部，以及室外工作場所。這類工作場所通常無法採取通風等工程控制措施。
- 緊急意外事故逃生或搶救人命。
- 採用工程控制措施，仍無法將空氣中有害物質濃度降低至容許濃度之下。
- 製程本身無法採用工程控制措施。



# 呼吸防護具選擇

- 呼吸防護具的選用步驟：
  - － 根據危害物與危害形態，選擇適當呼吸防護具功能類型。
  - － 根據作業場所危害物濃度選擇適當的面體與濾材等級。
  - － 選用有效密合的呼吸防護具。
  - － 考慮其他影響呼吸防護具性能的因素。
  - － 考慮影響呼吸防護具使用的因素。



# 呼吸防護具選擇佩戴條件

- 作業內容及作業流程特徵：
  - － 作業內容及其特徵
  - － 作業區域之通風、空間、明亮程度、噪音、行動之方便性等
  - － 原料、中間體、半製品、產品、副產品等之名稱
  - － 可預想到之作業內容及流程變化
  - － 作業區域之溫、濕度
- 作業分類及防護具佩戴時間：
  - － 平時作業、臨時性作業或緊急作業之分類
  - － 必須佩戴防護具之時間



# 呼吸防護具選擇佩戴條件

- 在危險區域之作業內容：
  - － 動作
  - － 作業頻率、強度
- 佩戴人員：
  - － 應依健康檢查內容考慮年齡、體力及呼吸功能等條件
  - － 防護具之使用經驗
- 發生緊急事故時，作業人員之避難及搶救：
  - － 危險區域之大小及與安全區域間之關係位置
  - － 風向(應考慮可能之變化)

# 呼吸防護具選擇

- 在具有IDLH之危害物環境或缺氧狀況下，僅可使用：
  - 全面罩壓力需求自攜式呼吸防護具
    - 壓縮空氣可用時間至少30分鐘
  - 全面罩壓力需求輸氣管式呼吸防護具



# 呼吸防護具選擇

- 在危害物存在濃度低於IDLH之環境下：
  - 氣態與蒸氣汙染物：防毒面具(濾毒罐/濾毒匣)



濾毒匣



濾毒罐



- 粒狀汙染物：防塵面罩(濾材或濾棉片/匣)



防塵口罩



濾棉匣

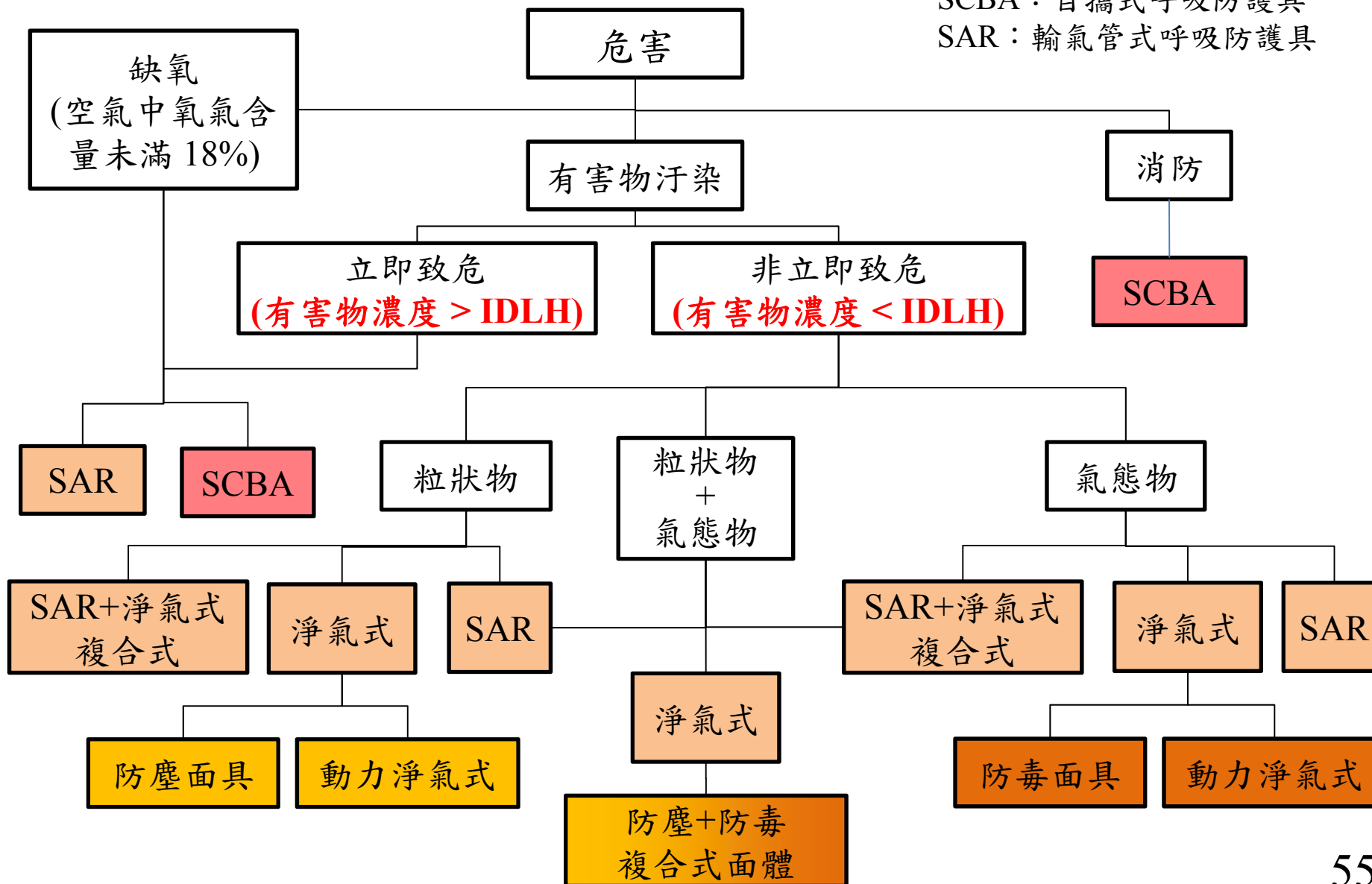


濾棉片



# 呼吸防護具選擇流程

IDLH：立即危害生命健康濃度  
 SCBA：自攜式呼吸防護具  
 SAR：輸氣管式呼吸防護具





# 國家標準(CNS)呼吸防護具的選用原則

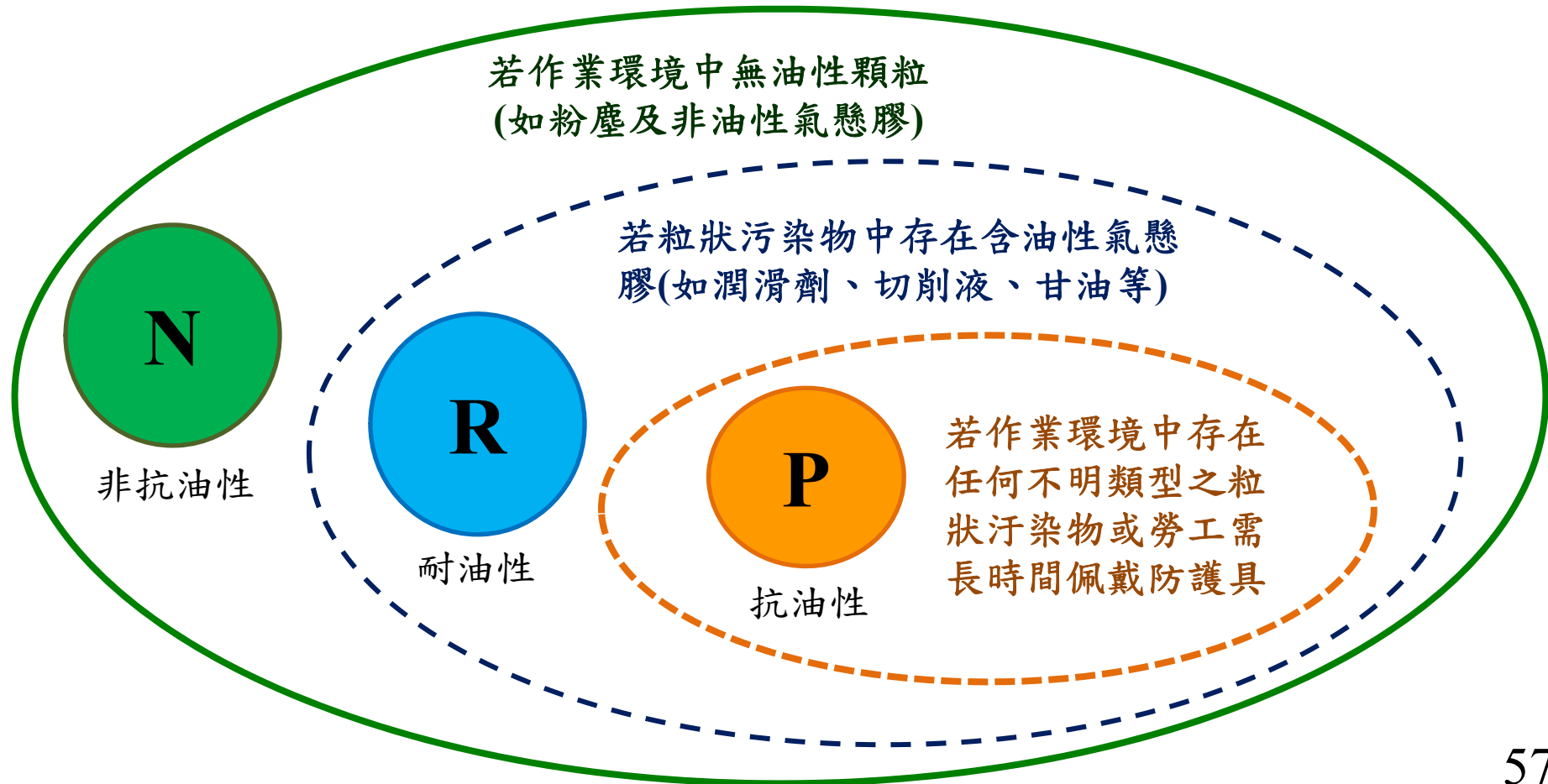
作業環境污染危害形態與程度		呼吸防護具功能分類																		
		淨氣式呼吸防護具						供氣式呼吸防護具												
		無動力			電動送風			輸氣管面罩						自攜呼吸器						
		防塵面具(5)	防毒面具(5)	兼用(6)	防塵面具(5)	防毒面具(5)	兼用	軟管面罩		壓縮空氣 <sup>(7)</sup>				開放式		其他				
肺力吸引型	送風機 手動 電動							正壓 (壓力需求型)	負壓 (需求型)	定流量	複合		正壓	負壓	壓縮空氣 正壓 負壓		壓縮氧氣			
		氧含量不明或低於18% <sup>(1)</sup>	有害物濃度不明或可能立即對生命健康造成危害	×	×	×	×				×	×				△		△ <sup>(2)</sup>	○ <sup>(3)</sup>	△ <sup>(2)</sup>
有害物濃度不致立即對生命健康造成危害	×		×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
氧含量高於18% <sup>(1)</sup>	粒狀有害物質	有害物濃度可能立即對生命健康造成危害	×	×	×	○ <sup>(2)</sup>	×	○ <sup>(2)</sup>	×	○	○ <sup>(2)</sup>	○ <sup>(3)</sup>	△ <sup>(3)</sup>	○ <sup>(2)</sup> ○ <sup>(3)</sup>	○	△	○	△	△	○
		有害物濃度不致立即對生命健康造成危害	○	×	○	○ <sup>(4)</sup>	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	氣狀有害物質	有害物濃度可能立即對生命健康造成危害	×	×	×	×	×	×	○	○ <sup>(2)</sup>	○ <sup>(3)</sup>	△ <sup>(3)</sup>	○ <sup>(2)</sup> ○ <sup>(3)</sup>	○	△	○	△	△	○	
		有害物濃度不致立即對生命健康造成危害	×	○	○	×	○ <sup>(4)</sup>	○ <sup>(4)</sup>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	兼有粒狀與氣狀有害物質	有害物可能立即對生命健康造成危害	×	×	×	×	×	×	○	○ <sup>(2)</sup>	○ <sup>(3)</sup>	△ <sup>(3)</sup>	○ <sup>(2)</sup> ○ <sup>(3)</sup>	○	△	○	△	△	○	
		有害物濃度不致立即對生命健康造成危害	×	×	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
備考									注意維持正常輸送新鮮空氣功能						考慮緊急避難所需時間					

- 依據危害程度選擇
- 提供最適選擇與有條件選用
- 特殊條件說明

- 可使用。
- △ 可使用，但需考慮面體與顏面密合。
- × 不可使用。
- (1) 對一大氣壓下氧氣含量而言，在氣壓較低場所，應加以換算氧氣分壓。
- (2) 不適用於面盾與面罩型面體。
- (3) 可自動切換供氣源者，應設置緊急供氣警告裝置。
- (4) 不得使用於有火災爆炸之虞場所。
- (5) 應根據環境中之有害物選擇濾材。
- (6) 兼用自救呼吸器可緊急使用在有害物濃度可能立即對生命健康造成危害時，但應在有效時間內使用。
- (7) 在高氣壓環境下使用，應有特殊設計之呼吸器。

# 防塵濾材選擇

- 在選擇適用美規NIOSH過濾面體式呼吸防護具時，需考慮所欲過濾氣流中是否存在油性顆粒：



# 總洩漏率 (Total Inward Leakage)

- 度量佩戴呼吸防護具時，環境空氣或有害物混入吸氣之程度
  - 淨氣式呼吸防護具則較供氣式防護具多了一項來自吸收罐的因素；如N95 口罩可有高達百分之五源自濾材的洩漏。
  - 供氣式呼吸防護具發生洩漏來源：穿戴者與防護具之間不密合造成之洩漏，與防護具呼氣閥或閥座等因素造成之洩漏。

## • 供氣式呼吸防護具

$$L = L_1 + L_2$$

L：總洩漏率 (%)

L<sub>1</sub>：自佩戴者面部與呼吸防護具之間隙所造成之洩漏率 (%)

L<sub>2</sub>：由排氣閥、閥座部及其他部位間隙所造成之洩漏率 (%)

## • 淨氣式呼吸防護具

$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

L<sub>3</sub>：濾材或吸收罐所造成之洩漏率 (%)

# 防護係數 (Protection Factor)

- 防護係數 (Protection Factor)：用以表示某一類型的呼吸防護具在正常情況下使用時所能提供的最低防護性能係數。

$$PF = \frac{\text{環境中污染物之平均濃度}}{\text{防護具內污染物之平均濃度}}$$
$$= \frac{100\%}{L} = \frac{100\%}{L_1 + L_2} \quad \text{or} \quad \frac{100\%}{L_1 + L_2 + L_3}$$

(供氣式呼吸防護具) (淨氣式呼吸防護具)

$L$ ：總洩漏率 (%)

$L_1$ ：自佩戴者面部與呼吸防護具之間隙所造成之洩漏率 (%)

$L_2$ ：由排氣閥、閥座部及其他部位間隙所造成之洩漏率 (%)

$L_3$ ：濾材或吸收罐所造成之洩漏率 (%)

# 危害率比

- 危害率比(Hazard Ratio, *HR*)：
  - 指空氣中污染物濃度高於容許暴露限值的倍數。

$$HR = \frac{\text{環境中污染物之平均濃度}}{\text{有害物容許濃度標準}}$$

- *HR*代表所選擇的呼吸防護具需具有的最低防護係數值。
- *HR*可作為呼吸防護具選擇使用之依據。
- 依據*HR*值選擇具有適當防護係數(*APF*)之防護具；亦即 *APF*須大於*HR*。

## 危害率比-範例

- 假設空氣中污染物濃度為 100 ppm，而該物質容許暴露濃度為 5 ppm，佩戴者應選擇多少 *APF* 值之防護具？

危害率比 = 空氣中濃度 ÷ 有害物容許濃度標準

$$\text{Hazard Ratio (HR)} = 100 \div 5 = 20$$

代表至少需選擇具 *APF* 值大於 20 以上的呼吸防護具。



## 指定防護係數 (Assigned Protection Factor, *APF*)

- 美國職業安全衛生署(OSHA)針對不同型式、面體的呼吸防護具訂定指定防護係數。

呼吸防護具類型與面體型式	四分之一面體	半罩面體	全罩面體	頭盔/頭罩	寬鬆面體
1. 淨氣式呼吸防護具	5	10 <sup>a</sup>	50	—	—
2. 動力淨氣式呼吸防護具(PAPR)	—	50	1,000	25/1,000 <sup>b</sup>	25
3. 輸氣管式呼吸防護具(SAR)					
• 需求式	—	10	50	—	—
• 連續送氣式	—	50	1,000	25/1,000 <sup>b</sup>	25
• 壓力需求式(或其他正壓式)	—	50	1,000	—	—
4. 自攜式呼吸防護具(SCBA)					
• 需求式	—	10	50	50	—
• 壓力需求式(如開放式或密閉式)	—	—	10,000	10,000	—

<sup>a</sup> 此類別包括過濾面體式與彈性塑料面體(elastomeric facepieces)半罩式呼吸防護具。

<sup>b</sup> 若製造商測試證明防護效能達1,000或更高水準，即APF=1,000；若沒有進行測試，則APF=25。

# 指定防護係數 (Assigned Protection Factor, APF)



過濾面體式  
APF = 10



半罩式面罩  
[彈性塑料]  
APF = 10



全罩式面罩  
[彈性塑料]  
APF = 50



寬鬆式淨氣動力呼吸防護具 (PAPR)  
APF = 25



頭罩式淨氣動力呼吸防護具 (PAPR)  
APF = 25

全罩式輸氣管呼吸防護具 (SAR)  
APF = 1,000



全罩面體自攜式呼吸防護具  
APF = 10,000



3M™ Combination Back-Mounted Dual Airline Respirator with Full Facepiece 6000 Series and 2091 Filter

- 連續送氣式SAR.....7hr
- 淨氣式全面罩.....1hr

$$\begin{aligned} TWA\ APF &= \frac{[(h_1 \times APF_1) + (h_2 \times APF_2)]}{(h_1 + h_2)} \\ &= \frac{[(7 \times 1000) + (1 \times 50)]}{(7 + 1)} = 880 \end{aligned}$$

# 最高使用濃度

- 最高使用濃度(Maximum Use Concentration, *MUC*)：
  - 指特定款式呼吸防護具在佩戴時，只要有害物質在空氣中不超過此濃度，則使用者可被該款防護具有效保護。

$$MUC = APF \times \text{暴露閾值}$$

暴露閾值可為暴露容許濃度(permissible exposure limit, PEL)、短時間時量平均容許濃度(short-term exposure limit, STEL)、最高容許濃度(ceiling, C)等有害物質暴露閾值。



## 最高使用濃度

- 有害物質之容許濃度為PEL，則防護具的MUC =  $APF \times PEL$ ，此MUC為使用濃度之上限。
- 若空氣中之濃度接近MUC，美國職業安全衛生署 (OSHA)建議挑選高一等級之呼吸防護具。
- MUC不適用於暴露濃度達IDLH之狀況；OSHA建議應自該署IDLH適用呼吸防護具表單中挑選防護具。

## 最高使用濃度-範例

- 當呼吸防護具使用者佩戴半罩面體淨氣式呼吸防護具(APF = 10)時，暴露於二氧化硫氣體(美國 OSHA 之 PEL = 5 ppm; IDLH = 100)環境中，其最高使用濃度(MUC)為何？

$$\text{MUC} = \text{APF} \times \text{Exposure Limit}$$

$$\text{MUC} = 10 \times 5 \text{ ppm} = 50 \text{ ppm}$$

此物質之 MUC 未超過 IDLH，故此物質之最高使用濃度為 50 ppm。



# 呼吸防護具選用注意事項

- 面體選用

- 若作業環境空氣中存在對皮膚、眼睛等具刺激或腐蝕性的物質，應使用全面體、或視需要選擇寬鬆式面體。
- 當作業需要連續長時間佩戴呼吸防護具時或進行高活動量之作業時，應採用頭罩、頭盔等寬鬆式面體。
- 若有需要大量活動空間與活動距離的作業，則不宜使用輸氣管式防護具。
- 佩戴者有氣喘等呼吸系統疾病，應避免使用無動力淨氣式防護具。





# 呼吸防護具選用注意事項

- 面體選用

- 佩戴者有侷限空間恐懼症或癲癇症狀，應使用頭盔、頭罩或面盾等寬鬆式面體。
- 佩戴者臉部具有蓄鬚、顏面傷殘或有鼓膜破裂等臉部特徵，應佩戴寬鬆式面體。

- 功能性配件搭配

- 視野：選用時需考慮對視野形成的妨礙是否會干擾作業。
- 眼鏡佩戴：需考量寬鬆面體與半罩式面體使用時對眼鏡佩戴所造成的干擾；且眼鏡佩戴或使用焊接用防護面盾與呼吸防護具一起使用時，不得妨礙與顏面之密合。



# 呼吸防護具選用注意事項

- 在低溫環境使用
  - 低溫環境內使用呼吸防護具時可能發生全面體眼鏡片模糊、閥門運作不良、面體材質硬化而使密合不佳等情形。
  - 使用供氣式防護具之壓縮空氣或壓縮氧氣，應確保乾燥。
  - 若在低溫環境下保存防護具，應注意面體等配件可能發生龜裂、面體變形、或硬化，造成無法與顏面充分密合之情形。



# 呼吸防護具選用注意事項

- 重體力與高溫作業
  - 重體力作業因呼吸量增加，濾材通氣阻抗較大，故不宜使用無動力淨氣式呼吸防護具。
  - 佩戴者之排汗量增加亦會造成面體佩戴者的不適，若有可能應使用寬鬆式面體。
  - 在高溫環境下，應使用冷卻控制設施之供氣系統。此外應加強像膠面體檢點，避免因受熱導致老化變形。



## 資料來源

- 勞動部職業安全衛生署辦理103年「職業衛生呼吸防護計畫」呼吸防護計畫教材，陳志傑、黃盛修、賴全裕，國立台灣大學
- 投影片編修：中國醫藥大學職業安全與衛生學系陳振葦副教授