



# 訂定呼吸防護計畫之規劃 與執行流程說明（含密合 度測試）

李書安 教授

逢甲大學環境工程與科學學系

2020.11.11

109 年度工業區事業單位呼吸防護計畫執行成果示範觀摩會



# 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

## 一. 事業單位基本資料

1. 前言：說明公司的生產項目與製程、可能的危害、使用呼吸防護具的原因、以及引用與遵守的法規等。

2. 基本資料：

標題	內容
公司名稱	
統一編號	
工作場所負責人	
員工人數	
健康危害作業/勞工人數	
公司地址	
電話號碼	
傳真號碼	
聯絡人	
email	



# 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

3. 組織成員職責表：

人員	職責
雇主	
職安人員	
採購人員	依職安人員提供之規範及需求購買呼吸防護具。
現場作業人員	
現場作業主管	
醫護人員	

4. 工作場所配置圖：

5. 製程流程圖與場所說明：



# 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

## 二. 適用對象

## 三. 危害辨識及暴露評估

1. 危害辨識：調查各部門的各項作業型態之暴露過程與內容，包括部門名稱、作業名稱、作業項目、作業區域、暴露危害項目、作業屬性、工作負荷、作業頻率、暴露時間、使用量、工程控制/行政管理、防護具配戴、作業人員職務及作業人數、作業環境溫溼度等。並將這些因子在計畫中定義清楚。



# 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

## 2. 危害物調查結果：

### 各部門與製程之作業型態與危害物調查表

部門名稱	作業名稱	作業項目	作業區域	暴露危害項目	作業屬性	工作負荷	作業頻率	暴露時間	使用量	工程控制/行政管理	防護具配戴	作業人員職務	作業人數	環境溫度	環境濕度
<b>注意：不要忘記緊急應變人員</b>															

暴露危害項目(化學品名稱)	危害資訊	作業區域





## 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

### 四. 呼吸防護具的選擇(要建立程序)

- 呼吸防護具的決定：依據作業人員暴露的物質、型態、及影響程度等因素來決定呼吸防護具的類型，並依使用者生理評估與密合度測試的結果來選擇適合的呼吸防護具。

相似暴露族群代號	作業名稱	暴露危害項目	危害物狀態 (粒狀/氣狀/液狀)	評估模式 (監測/定量推估/CCB)	缺氧環境 (是/否)	IDLH (是/否)	危害比	管理與控制措施	呼吸防護具種類	呼吸防護具廠牌與型號	APF 值



## 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

- 生理評估：訂定生理評估進行的流程與方式，包含生理問卷設計與執行，以及結果的後續彙整判讀與處理流程等。
- 密合度測試：訂定密合度測試進行的流程與方式，包含提供足夠經認證呼吸防護具的尺寸與樣式、密合度測試時機與頻率、執行的方法與流程、執行的人員，以及結果的後續彙整判讀與處理流程等。





## 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

### 五. 呼吸防護具的使用(依面體分類並以圖文方式說明)(**建立程序**)

1. 擬定呼吸防護具穿戴時機與程序
2. 防護具之功能、特徵、及使用上應注意事項
3. 使用前檢查
4. 防護具佩戴訓練
5. 確認呼吸防護具佩戴密合
6. 使用時應注意事項
7. 在短時間之暴露就會對生命、健康造成危害之環境空氣中使用



將口罩頭帶調整到最鬆的位置方面佩戴，一手穿過頭帶，托住口罩的下方

### 拋棄式口罩佩戴步驟



將口罩放置於臉部正確位置，再將下方頭帶往後拉，固定在腦後適當位置



適當拉緊上下頭帶，以達到最舒適的鬆緊



將口罩上方頭帶往後拉，固定在後腦適當位置



調整鼻樑部的鋼片，使口罩形狀密合鼻樑部的形狀



## 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

### 五. 呼吸防護具的使用(續)

8. 在換氣不充分場所中使用
9. 使用於供氣式防護具之氧氣或空氣品質
10. 在高氣壓環境下使用
11. 在低溫或高溫環境下使用
12. 眼鏡之使用
13. 通話裝置
14. 自危險區逃離
15. 管理人員之職責



## 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

### 六. 呼吸防護具的維護與管理(依面體分類並以圖文方式說明))(建立程序) 清潔程序

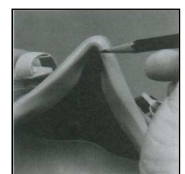
1. 清潔與消毒步驟
2. 儲存方式
3. 定期檢查-檢查項目
4. 維修方法
5. 領用
6. 廢棄



請將濾毒罐依序自面體卸下。



檢視濾毒罐底座橡膠墊是否有老化現象。



檢視面具體橡膠與塑膠部分是否有變質、磨損與破裂。



使用擦拭巾進行面體清潔工作。



檢視閥片基座是否有外物阻塞或閥片有變質、磨損與破裂。



使用中性清潔劑進行清潔工作，可搭配軟質刷子刷洗面體。





## 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

### 七. 呼吸防護具的教育訓練

#### 1. 呼吸防護具教育訓練的內容

- 1) 為何需要使用呼吸防護具(所面臨可能危害物，危害物型態，相對控制管理措施，可能暴露濃度，為何挑選此類型呼吸防護具等)
- 2) 如何正確穿戴(穿戴方法與頤帶調整方式，實際練習)
- 3) 如何正確使用(穿戴呼吸防護具之人，事，時，地，物...。什麼地方，什麼人，要佩戴什麼防護具)
- 4) 如何進行維修與保養(平常或使用後呼吸防護具應該如何維護保養，維護保養應該注意哪些事項)



## 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

- 5) 有哪些使用限制呢(呼吸防護具並非萬能的，使用呼吸防護具並不會將危害消除，只是將可能風險降低，因此使用上必然有些限制，再者，所選用呼吸防護具係針對特定危害，面對不同危害時，呼吸防護具有所限制)
- 6) 選用的呼吸防護具有那些功能呢(對於為何選用此類型之呼吸防護具原因，該防護具所具備之功能，有何測試數據)
- 7) 如何有效地使用呼吸防護具呢(要達到呼吸防護具之功能，也必須正確使用並且佩戴密合)
- 8) 呼吸防護具儲存與棄置(呼吸防護具合時要更換，又應儲放在何場所，才不會影響呼吸防護具性能)



## 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

2. 呼吸防護具教育訓練的時機
3. 呼吸防護具自願使用者管理
4. 使用者訓練與管理建立查核表
5. 配戴練習
6. 定期訓練



## 呼吸防護計畫撰寫架構(參考)

### 八. 成效評估與改善(定期評估計畫成效的程序)

1. 呼吸防護具使用的問題與改善紀錄
2. 每年對於呼吸防護計畫進行評估及檢討(確認呼吸防護計畫有沒有有效的被執行)
3. 向員工確認呼吸防護具是否適合工作使用、使用防護具有無降低危害暴露、防護具有無在工作環境下正確使用，以及有無適當維護呼吸防護具。

### 九. 相關表單紀錄與標準作業程序之保存

相關文件	紀錄日期	存放位置	保存年限



## 輔導過程廠商的困難與建議

Q1、依呼吸防護計畫及採行措施指引第2點規定，雇主使勞工於有害環境作業需使用呼吸防護具時，應依其作業環境空氣中有害物的特性，採取適當的呼吸防護措施，訂定呼吸防護計畫據以推動，所以勞工人數達200人以上但不具有害環境的事業單位可以不訂定計畫嗎？



## 輔導過程廠商的困難與建議

答：事業單位的作業場所，在正常作業的狀況下，不屬於呼吸防護計畫及採行措施指引第3點所規定的有害環境，但是考量故障排除、維修保養等非經常性作業，及發生事故緊急應變時，需進入災區執行搶救、止漏或其他緊急處置任務，有暴露在有害環境的可能性。因此，仍然應針對這類情境，依職業安全衛生設施規則第277條之1第1項第1款規定，實施危害辨識與暴露評估，並評估可能會發生的最嚴重暴露情況，再依據評估的結果決定事業單位是否符合指引第2點及第3點規定的作業型態，以此來訂定呼吸防計畫。

倘經評估結果，未有該指引所定有害環境，則得以排除適用，惟建議應留存評估紀錄備查。



## 輔導過程廠商的困難與建議

Q2、(危害辨識及暴露評估)事業單位於危害辨識暴露評估時參考依據均使用作業環境監測報告是否可行？



## 輔導過程廠商的困難與建議

答：呼吸防護計畫於暴露評估時應考量：

1. 符合勞工作業環境監測實施辦法所列之作業場所，依規定辦理作業環境監測之評估。
2. 符合國家標準CNS 15030化學品分類，具有健康危害之化學品者，依危害性化學品評估及分級管理辦法規定，辦理暴露評估。
3. 從事臨時性、短暫性或維修保養等非經常作業之勞工，應視其不同作業環境及特性，實施必要之監測及評估，掌握勞工實際暴露實態。
4. 於發生事故緊急應變時，需進入災區執行搶救、止漏或其他緊急處置任務之勞工，應評估其可能之最嚴重暴露情境，確保依各狀況所選用之防護具可提供戴人員充分之防護。



## 輔導過程廠商的困難與建議

Q3、(危害辨識及暴露評估)計畫制訂前應確認作業環境監測報告資料包含哪些項目？

答：所引用之作業環境監測數據應包含：

1. 八小時日時量平均容許濃度【PEL-TWA】、短時間時量平均容許濃度【PEL-STEL】、最高容許濃度【PEL-Ceiling】
2. 相似暴露族群資訊。
3. 區域採樣測定、個人採樣測定數據。
4. 化學品危害資訊。



## 輔導過程廠商的困難與建議

Q4、(危害辨識及暴露評估)附表二中作業場所危害調查及呼吸防護具選用參考表格中IDLH資訊如何取得？

答：對生命或健康造成立即危害值」(IDLH Values)值建議可至美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH)網站參考

<https://www.cdc.gov/niosh/idlh/intridl4.html>



## 輔導過程廠商的困難與建議

Q5、(防護具的選擇)公司規模未達200人以上如需進行生理評估是否有管道協助？

答：相關需求建議可連繫勞動部職業安全衛生署 **勞工健康服務中心** 進行諮詢。

Q6、(防護具的選擇)密合度測試執行人員？

答：有關密合度測試之施行，建議由 **受過呼吸防護專業訓練** 或是具 **執行呼吸防護相關經驗** 的人員執行；另建議執行密合度測試的人員，以 **事業單位內部人員或第三具呼吸防護專業廠商為主**，必要時可請呼吸防護具供應商提供相關諮詢協助，以確保測試結果之客觀公正。

。



## 輔導過程廠商的困難與建議

Q7、(防護具的選擇)呼吸防護計畫規劃密合度測試時應登載那些事項？

答：①應標註實施定量或定性密合度測試。

②應標註實施密合度測試之呼吸防護具種類及人員資訊

Q8、(防護具的選擇)呼吸防護具認證標準規範為何？

答：採購呼吸防護具時應確認防護具已通過相關 **國際規範認證**，並在正確的情況下使用。。



## 輔導過程廠商的困難與建議

Q9、(防護具的使用)呼吸防護計畫中呼吸防護具之使用應注意下列？

答：

1. 正確配戴呼吸防護具動作、照片及說明。
2. 執行作業前密合度檢點之步驟、照片及說明。
3. 各類呼吸防護具於作業前所採行之負壓或正壓式檢點說明。
4. 其他項目請參照呼吸防護計畫撰寫架構第五點。



## 輔導過程廠商的困難與建議

Q10、(防護具的維護與管理)呼吸防護計畫中防護具之維護及管理表單是否可以使用自動檢查或緊急應變計畫表單一併檢查？

答：呼吸防護計畫中防護具之維護管理包含①清潔及消毒②儲存③檢查④維修⑤領用⑥廢棄等六大項目，倘若其他計畫表單中已包含防護具六大項管理項目，呼吸防護計畫並未強制規範制式表單。



## 輔導過程廠商的困難與建議

Q11、(防護具的教育訓練)呼吸防護教育訓練實施時機？

答：

呼吸防護教育訓練時機建議分為定期及不定期兩類。

1. 定期教育訓練主要針對在職勞工於每年度定期進行一次教育訓練。
2. 不定期教育訓練針對新僱勞工或在職勞工於變更工作前依職業安全衛生教育訓練規則第16條規定，辦理適當的安全衛生教育訓練時合併辦理。



## 因應新冠肺炎疫情呼吸防護的研究





## SARS-CoV-2存活的研究 (Derraik et al., 2020)

較低的溼度（乾燥的環境）較有利於SARS-CoV-2的生存。

較低的溫度較有利於SARS-CoV-2在乾的環境下的生存。

病毒在許多不同的材料上都可生存，包括玻璃、金屬、塑料、紙張、紙板、橡膠、木材和布料等。不同類型的材料SARS-CoV-2的生存能力存在有顯著差異。

在室溫（約攝氏20度）下將SARS-CoV-2降低5.0log<sub>10</sub>所需時間的研究發現，在丁腈橡膠手套上需花費長達14天；在塑料面罩、N100口罩和聚乙烯防護衣上花費了21天；在三週後在N95呼吸防護具上仍發現有病毒殘留。

Study	Inoculum and Conditions	Materials and Time to Inactivation
Behzadinasab 2020	~5.8-6.1 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL, 5 µL droplets 22-23 °C, 60-70% RH	Glass—2.3 log <sub>10</sub> reduction after 24 h, but no data thereafter Stainless steel—1.8 log <sub>10</sub> reduction after 24 h, but no data thereafter
Biryukov 2020	~2 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL 5 µL droplets LOD = 0.2 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL Inactivation ≈1.8 log <sub>10</sub> reduction	Stainless steel—inactivation after 24 h at 35 °C and 20%, 40%, and 60% RH; after 48 h at 24 °C and 40% and 60% RH, but not at 20% RH (no data thereafter) Results reportedly similar in acrylonitrile butadiene styrene plastic and nitrile rubber
Chan 2020	6.5 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL 10 µL droplets of virus culture on a glass slide Inactivation ≈5 log reduction	4 °C—only 2 log <sub>10</sub> reduction after 14 days in dried form or solution, but no data thereafter 20-25 °C (RH 63%)—5 days in dried form and 14 days in solution 33 °C—3 days in dried both forms 37 °C—24 h in dried form and 3 days in solution
Chin 2020	Temperature decay: 6.5 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL LOD = 2 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL Surface decay at room temperature (22 °C, 65% RH): 4.8-6.1 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL 5 µL droplets of virus culture LOD = 2 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL	Temperature decay: 4 °C—only 0.7 log <sub>10</sub> reduction after 14 days 22 °C—14 days (≥4.5 log <sub>10</sub> reduction) 37 °C—2 days (≥4.5 log <sub>10</sub> reduction) Room temperature study: Printing paper—3 h (≥2.8 log <sub>10</sub> reduction) Tissue paper—3 h (≥3.5 log <sub>10</sub> reduction) Cloth—2 days (≥2.8 log <sub>10</sub> reduction) Wood—2 days (≥3.7 log <sub>10</sub> reduction) Glass—4 days (≥3.8 log <sub>10</sub> reduction) Banknote—4 days (≥4.0 log <sub>10</sub> reduction) Plastic—7 days (≥4.8 log <sub>10</sub> reduction) Stainless steel—7 days (≥4.8 log <sub>10</sub> reduction) Surgical mask inner layer—7 days (≥4.8 log <sub>10</sub> reduction) Surgical mask outer layer—3.0 log <sub>10</sub> reduction after 7 days, but there was remaining infectivity (no data thereafter)
Fischer 2020	~4.5 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL 50 µL inoculum on stainless steel and N95 disks 21-23 °C, 40% RH LOD = 0.5 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL	N95 respirator—24 h (≥4 log <sub>10</sub> reduction) Stainless steel—48 h (≥4 log <sub>10</sub> reduction)
Kasloff 2020	1-1.4 cm <sup>2</sup> coupons 10 µL droplets ~5.8 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL inoculum in soil load (mucin + BSA + tryptone) ~20 °C, 35-40% RH LOD = 0.8 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL (inactivation ≈5.0 log <sub>10</sub> reduction)	100% cotton t-shirt fabric—1 day Chemical-resistant nitrile rubber gloves—7 days Nitrile rubber gloves—14 days Stainless steel, plastic face shield, N100 respirator, and polyethylene coveralls—21 days N95 respirator—4.9 log <sub>10</sub> reduction after 21 days, but LOD not reached (no data thereafter)
van Doremalen 2020 <sup>a</sup>	~3.2-3.7 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL 21-23 °C, 40% RH Surface deposits of 50 µL	Plastic and stainless steel—4 days (3.2 log <sub>10</sub> reduction) Cardboard—2 days (~2.0 log <sub>10</sub> reduction) Copper—8 h (~1.7 log <sub>10</sub> reduction)



## UVGI (ultraviolet germicidal irradiation) 對SARS-CoV-2殺菌效率的研究 (Derraik et al., 2020)

UVC劑量為1048 mJ/cm<sup>2</sup>可使液體介質中的SARS-CoV-2失去活性。

UVGI對N95口罩消毒對SARS-CoV-2並不完全有效。這可能跟UV光在介質中被遮擋與吸收有關。

Virus	Study	Inoculum and Conditions	UV Exposure	Key Findings and Notes
SARS-CoV-2	Fischer 2020	~4.5 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL 50 µL inoculum on stainless steel and N95 disks LOD = 0.5 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL	UVC 260-285 nm Irradiance 0.55 mW/cm <sup>2</sup> at point of exposure	Stainless steel—below LOD (≥4 log <sub>10</sub> reduction) with 330 mJ/cm <sup>2</sup> N95—LOD not reached with 1980 mJ/cm <sup>2</sup> (visually estimated from figure as ~3 log <sub>10</sub> reduction), but no data thereafter (i.e., beyond 60 min)
	Heilingloh 2020	600 µL 6.7 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL in 24 well plates	UVC 254 nm at 1.94 mW/cm <sup>2</sup> UVA 365 nm at 0.54 mW/cm <sup>2</sup>	UVC achieved >6.7 log <sub>10</sub> reduction at 1048 mJ/cm <sup>2</sup> UVA achieved 1.0 log <sub>10</sub> reduction at 292 mJ/cm <sup>2</sup> applied dose
	Inagaki 2020	150 µL with 4.3 log <sub>10</sub> plaque forming units (PFU)/mL in 60 mm petri dish LOD = ~1.3 log <sub>10</sub> PFU/mL	Deep ultraviolet light-emitting diode (DUV-LED) 280 ± 5 nm Irradiance 3.75 mW/cm <sup>2</sup> at 20 mm	Below LOD (~3.2 log <sub>10</sub> PFU/mL reduction) with 75 mJ/cm <sup>2</sup>
	Smith 2020	100 µL of saline/albumin solution with high viral titer “directly infiltrated” into strips from 3 different N95 models, aiming to ‘expose’ the middle layer	UVC 254 nm Applied dose 630 mJ/cm <sup>2</sup> to each side (i.e., 1260 mJ/cm <sup>2</sup> per sample)	UVC did not inactivate the virus from the N95 samples Authors commented that it would be “hard to imagine a realistic scenario where healthcare workers would face this degree of mask inoculum”
	Ozog 2020	10 µL droplet viral stock (≤6.0 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL) LOD ≈ 1.8 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL, so inactivation up to ~4.2 log <sub>10</sub> reduction	UVC 254 nm UVGI device with 4 lamps, irradiance of 16 mW/cm <sup>2</sup> at 11.5 cm away Single applied dosed of 1500 mJ/cm <sup>2</sup> tested	Four N95 FFR models tested, each with 4 locations tested (nosepiece, apex, chin-piece, and strap), with 3 samples each Most facepiece samples (total n = 32) had viral loads <LOD, but 4 samples from 2 models did not For straps, all samples from 2 models (3 each) were <LOD, but only 1/6 samples were <LOD for other 2 models
	Ratnesar-Shumate 2020	5 µL droplets of viral suspension (‘simulated’ saliva’ or FBS) on stainless steel coupons Virus concentration unspecified but estimated from graphs	UVB 280-315 nm Irradiance 0.16 mW/cm <sup>2</sup> for up to 20 min (maximum applied dose 192 mJ/cm <sup>2</sup> )	‘Simulated’ saliva: ~2.5 log <sub>10</sub> reduction (from ~3 to ~0.5 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL) FBS: ~1.1 log <sub>10</sub> reduction (from ~2.6 to ~1.5 log <sub>10</sub> TCID <sub>50</sub> /mL) Study aimed to demonstrate SARS-CoV-2 inactivation by sunlight (which does not include the UVC spectrum)



## 熱處理對SARS-CoV-2殺菌效率的研究

(Derraik et al., 2020)

Virus	Study	Inoculum and Conditions	Heat Treatment Details and Time to Inactivation
SARS-CoV-2	Auerswald 2020	140 $\mu\text{L}$ aliquots of the virus ( $\sim 5.8 \log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL) solution in well plates	56 °C—30 min ( $\geq 5.0 \log_{10}$ reduction) 98 °C—2 min ( $\geq 5.0 \log_{10}$ reduction)
	Chan 2020	30 $\mu\text{L}$ of virus at $5.5 \log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL + 270 $\mu\text{L}$ of FBS	Cell culture—after 30 min at 56 °C and 15 min at 65 °C ( $\geq 5.9 \log_{10}$ reduction) Nasopharyngeal samples—after 10 min at 65 °C and 3 min at 95 °C ( $\geq 5.9 \log_{10}$ reduction) Serum—after 15 min at 65 °C ( $\geq 5.5 \log_{10}$ reduction)
	Chin 2020	5.3–6.7 $\log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL in cell culture medium (volume of solution not reported) LOD = 2.0 $\log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL	56 °C—30 min ( $\geq 4.6 \log_{10}$ reduction) 70 °C—5 min ( $\geq 3.3 \log_{10}$ reduction)
	Daeschler 2020	5 $\mu\text{L}$ of virus inoculum at $7.8 \log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL on 1 $\text{cm}^2$ coupons from N95 respirators Control samples: 5.2–5.8 $\log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL LOD = 2.0 $\log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL	60 min at 70 °C and 0% RH ( $3.2\text{--}3.8 \log_{10}$ reduction) Effect unchanged with and without a 5 min cool-down period mid cycle
	Fischer 2020	$\sim 4.5 \log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL 50 $\mu\text{L}$ inoculum on stainless steel and N95 disks LOD = 0.5 $\log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL Dry oven, RH not reported	N95—60 min at 70 °C ( $\geq 3.5 \log_{10}$ reduction) Stainless steel—only 2.0 $\log_{10}$ reduction after 60 min at 70 °C (no data thereafter)
	Pastorino 2020	5 to 6 $\log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL in 300 $\mu\text{L}$ aliquots of 3 media: cell supernatant, human nasopharyngeal sample, and human blood serum Dry oven, RH not reported LOD = 0.5 $\log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL	Nasopharyngeal sample, blood sera—30 min at 56 °C and 60 min at 60 °C ( $\geq 5.0 \log_{10}$ reduction) Cell supernatant—some samples with inactivation incomplete after 30 min at 56 °C without BSA and after 60 min at 60 °C with BSA ( $> 5.0 \log_{10}$ but $< 6.0 \log_{10}$ reduction). Below LOD after 15 min at 92 °C ( $\geq 6.0 \log_{10}$ reduction).
	Wang 2020	Unreported volume of virus stocks $7.2 \log_{10}$ TCID <sub>50</sub> /mL Heating conditions or RH undisclosed	37 °C—after 48 h $6.0 \log_{10}$ reduction but some infectivity remained (no data thereafter) 42 °C—after 24 h $6.0 \log_{10}$ reduction but some infectivity remained, which disappeared after 48 h 56 °C—30 min ( $7.0 \log_{10}$ reduction) 60 °C—15 min ( $7.0 \log_{10}$ reduction)

1. 溫度越高，殺菌效果越好。
2. 不同材質，殺菌效果不同。在60分鐘70°C下對N95的殺菌效率可達 $\geq 3.5 \log_{10}$ 。



## UVGI對過濾面體的影響

(Derraik et al., 2020)

Study	Treatment Details	FFRs	Key Findings
Lindsay 2015	1. 微粒穿透效率稍微減少1%。 2. 空氣阻抗稍微增加 (<6%)。 3. 在 $>710 \text{ J/cm}^2$ 能量時，爆裂強度損失80-90%。 4. 在 $>590 \text{ J/cm}^2$ 能量時，繫帶破壞強度減少10-21%。	3M 1860, 3M 9210, Gerson 1730, and Kimberly-Clark 46727	Slight decrease in particle penetration, estimated as up to $\sim 1$ percentage point. Small increase in flow resistance ( $< 6\%$ of the original value), independent of applied UV dose. At $\geq 710 \text{ J/cm}^2$ there was major loss of bursting strength for most respirator layers tested, some as much as 90%. For some layers of certain models (3M 9210 and K-C 46727) loss $> 80\%$ occurred at $470 \text{ J/cm}^2$ . At $590 \text{ J/cm}^2$ the mean strap breaking strengths decreased by 10–21%. The lowest applied dose tested of $120 \text{ J/cm}^2$ reduced the bursting strength of the four models tested by 11% to 42% (depending on layer and model).
Heimbuch 2019	UV (劑量 $20000 \text{ mJ/cm}^2$ )消毒次數對15種N95口罩的影響發現在消毒20次後對口罩密合，空氣阻抗或微粒穿透皆無實質的影響。但在繫帶強度上對某些口罩有影響。	15 models tested 10 cycles—3M 1860, 3M 1870, 3M VFlex 1805, Alpha Protec 695, Gerson 1730, Kimberly-Clark PFR, Moldex 1512, Moldex 1712, Moldex EZ-22, Precept 65-3395, Prestige Ameritech RP88020, Sperian HC-NB095, Sperian HC-NB295, US Safety AD2N95A, and US Safety AD4N95 20 cycles—3M 1860, 3M 1870, 3M VFlex 1805, Kimberly-Clark PFR, Moldex 151 2, and US Safety AD4N95	Up to 20 cycles of UVGI treatment ( $20,000 \text{ mJ/cm}^2$ ) did not have a meaningful effect on fit, airflow resistance, or particle penetration for any model tested. Strap strength was unaffected by 10 UVGI cycles, but 20 cycles had some effect on certain models.
Fischer 2020	UVC LED lamp (160–285 nm) Up to 3 cycles of 2 h of wear and likely 60 min of UV treatment (estimated applied dose to flat disks 50 cm from light was $1980 \text{ mJ/cm}^2$ per 60 min cycle)	3M 9211+	Study difficult to interpret as aspects of UV disinfection were insufficiently reported. Negligible effect on filtration performance after 2 cycles ( $\sim 3960 \text{ mJ/cm}^2$ ), but more marked after 3 cycles, although still within acceptable range.
Liao 2020	Sterilizer cabinet 8 W bulb UVC (254 nm) Irradiance not described 10 cycles of 30 min	15 $\times$ 15 cm pieces of meltblown fabric, described as most important N95 FFR layer	The ten 30 min cycles did not affect the fabric's filtration efficiency. In the absence of information on irradiance, it is not possible to ascertain the actual applied UVC dose.



## UVGI對過濾面體的影響 (續)

(Derraik et al., 2020)

Study	Treatment Details	FFRs	Key Findings
Ou 2020	UVC (200–280 nm) and UVB (280–315 nm) Actual applied dose reaching FFRs unknown; delivered with Xenex LightStrike Germ-Zapping Robots for 5 min	3M 8210	There were negligible effects on particle filtration efficiency after 10 cycles (which the authors would have estimated as a total applied UVC dose >10,000 mJ/cm <sup>2</sup> ).
Ozog 2020	UVGI對過濾面體密合度的影響存在顯著差異。3M 1860可經過20次消毒 (劑量60000mJ/cm <sup>2</sup> )；3M 9210與Moldex 1512可經2次消毒 (劑量6000mJ/cm <sup>2</sup> )；3M 8210與Cardinal Health可經1次消毒 (劑量3000mJ/cm <sup>2</sup> )；令人擔憂的是某些口罩在處理之前就無法通過密合度測試。	12, or	Only fit testing assessed; FFRs had the following number of cycles passed and cumulative UVC doses: 3M 1860—20 cycles, 60,000 mJ/cm <sup>2</sup> ; 3M 9210 and Moldex 1512—2 cycles, 6000 mJ/cm <sup>2</sup> ; 3M 8210 and Cardinal Health—1 cycle, 3000 mJ/cm <sup>2</sup> . Note that other N95 models failed fit testing before treatment
Price 2020	Ten 30 min cycles of UVC (254 nm) in a sterilizer cabinet equipped with 8 W UV light bulb, interspaced with 10 min stand-down periods No quantified information on irradiance or approximate dose	3M 8200, 3M 8511, 4C AIR KN95, and Jackson R20	After 10 cycles of UVGI, there was material failure of one model and fit factor reductions of 35% to 96% depending on model. While all models failed after 10 cycles, it is not possible to interpret their results due to complete absence of data on applied dose. However, the respirators were exposed to 5 h of UVC treatment likely equating to very large doses.
Smith 2020	UVC (254 nm) 18,400 mJ/cm <sup>2</sup> to exterior surface and 4600 mJ/cm <sup>2</sup> to interior surface of N95 respirators	3M 1860, 3M 1870+, and 3M 8511	There was a reduction in fit scores after UVC treatment across all models, although scores remained within acceptable range for N95 respirators.
Zhao 2020	UVC (254 nm from mercury lamps or 265 nm from LED) 1 cycle of either 1000 mJ/cm <sup>2</sup> or 10,000 mJ/cm <sup>2</sup>	3M 1860 and Moldex 1500	Negligible effects on particle filtration efficiency irrespective of dose. Negligible effects on polymer structure, morphology, surface hydrophobicity, or pressure drop and tensile strength of respirator materials, irrespective of applied dose.



## 熱處理對過濾面體的影響

(Derraik et al., 2020)

Study	Treatment Details	FFRs	Key Findings
Viscusi 2007	Dry heat in laboratory oven Treatment 1: 80 °C for 60 min Treatment 2: 160 °C for 60 min In both, FFRs were turned over at 30 min	濕熱滅菌效果較好，但為了實驗重複方便，大部分研究數據採用乾熱滅菌。在80 °C下，微粒穿透率有些微增加，目測面體並無改變，但升至160 °C面體融化。	At 80 °C, there was a small increase (negligible) in average filter particle penetration. At 80 °C, there were no visible changes after 60 min. At 160 °C, FFRs largely melted.
Viscusi 2009	Dry heat in laboratory oven Treatment for 1 h at 80, 90, 100, 110, and 120 °C	濕熱滅菌不會造成微粒穿透率、密合度、與空氣阻抗的影響，但會讓內部組件如鼻墊分離。	Results are difficult to interpret, but it seems that the models tested maintained their expected aerosol filtration efficiency at 80 °C and 90 °C, without any evident signs of damage.
Bergman 2010	3 cycles of moist heat incubation 30 min incubation at 60 °C, 80% RH in laboratory incubator After 1st incubation, samples were removed from incubator and air-dried overnight. After 2nd and 3rd incubations, samples were removed from incubator and air-dried for 30 min using a fan	乾熱和濕熱滅菌都可以在70–85 °C的範圍內對口罩進行長時間的處理而不會影響其性能。	Heat-treated samples maintained required levels of filter aerosol penetration and filter airflow. Treatment caused all samples of one FFR model to have partial separation of the inner foam nose cushion from the FFR.
Bergman 2011	Moist heat incubation 3 cycles, 15 min at 60 °C, 80% RH	There were no significant changes in FFR fit. 3M 1870 samples experienced a slight separation of the inner foam nose cushion (some to a lesser or greater degree) from the FFR body, but multiple treatments did not appear to increase the level of separation compared to a single treatment.	There were no significant changes in FFR fit. 3M 1870 samples experienced a slight separation of the inner foam nose cushion (some to a lesser or greater degree) from the FFR body, but multiple treatments did not appear to increase the level of separation compared to a single treatment.
Viscusi 2011	Moist heat incubation 30 min at 60 °C, 80% RH	3M 8000, 3M 8210, Moldex 2200, 3M 1860, 3M 1870, and Kimberly Clark PFR95–270	For two models (3M 8210 and Moldex 2200), there was a reduction in fit; for one model (3M 1860), there was a small increase in odor response; but both effects were deemed to be negligible. 3M 1870 samples experienced a slight separation of the inner foam nose cushion (some to a lesser or greater degree) from the FFR body. Authors concluded that moist heat incubation unlikely to lead to significant changes in fit, odor detection, comfort, or donning difficulty.
Lore 2012	Moist heat incubation Uncertain temperature, but likely 65 °C for 20 min, unknown RH	3M 1860s, 3M 1870	There was no significant decrease in filter performance.



## 熱處理對過濾面體的影響 (續)

(Derraik et al., 2020)

Study	Treatment Details	FFRs	Key Findings
Anderegg 2020	Moist heat treatment for 30 min at 85 °C and 60–85% RH (there were additional 10 min at start until temperature and RH reach target levels)	3M 1860, 3M 1870, 3M 8210 Plus, HKYQ N95, and Chen Heng V9501 KN95	All FFRs passed particle filtration efficiency testing after 5 heat treatment cycles. All 3M FFRs passed quantitative fit testing after 5 heat treatment cycles. Chen Heng V9501 KN95 and HKYQ N95 FFRs failed fit testing before any treatment.
Daeschler 2020	5, 10, or 15 heat treatment cycles depending on test type Dry heat: 60 min at 70 °C and 0% RH Moist heat: 60 min at 70 °C and 50% RH		Microstructural analysis of N95 filter layer (max 10 cycles at 0% and 50% RH)—no effect on diameter of filter fibers. Fit testing (max 15 cycles at 0% and 50% RH)—all FFRs passed tests. Particle filtration efficiency (max 10 cycles at 0% and 50% RH)—all FFRs passed tests. Breathing resistance (max 10 cycles at 0% and 50% RH)—all FFRs passed tests.
Doshi 2020	Moist heat treatment on a stove: ≥40 min at 65–80 °C and ~40–60% RH	Unknown Kimberly Clark model	Rudimentary testing showing no effect on particle filtration efficiency after 5 cycles. Primary aim of the study seems to have been to demonstrate that is feasible to heat treat N95 FFRs at home using kitchen utensils on a gas stove.
Fischer 2020	Dry heat (oven) at 70 °C, unknown RH Up to 3 cycles of 2 h of wear and likely 60 min of treatment	3M 9211+	There was a progressive reduction in filtration performance of respirators, which was below acceptable range after 3rd cycle.
Harskamp 2020	Autoclave 34 min cycle: 12 min pre-heating, 17 min steam treatment at 121 °C, and 5 min drying Up to 3 cycles		50% of FFP3 respirators were deformed and failed seal checks; all other respirators were intact upon inspection. The 3M 1862+ was the only respirator that continued to perform within the required range after 3 treatment cycles. All other respirators had <u>particle filtering efficiency affected</u> after one treatment cycle, performing below the required range (particularly for smaller particles—0.3 μm), with the magnitude of the reduction in performance varying between models.

1. N95過濾層的微觀結構分析發現在10熱處理後，對濾材纖維的直徑並無影響。  
2. 在15次熱處理後發現所有口罩都通過密合度測試。  
3. 在10次熱處理後發現所有口罩都通過過濾效率測試。  
4. 在10次熱處理後發現所有口罩都通過呼吸阻抗測試。

儘管一些研究在高於100°C的溫度下進行研究，因為大多數FFR是由聚丙烯製成，其最高承受溫度將低於100°C，因此大多數的研究聚焦在低於100°C的影響。



## 熱處理對過濾面體的影響 (續)

(Derraik et al., 2020)

Study	Treatment Details	FFRs	Key Findings
Li 2020	<u>20 cycles of 30 s 100 °C steam treatments (inside a steamer)</u>	3M 1860	Methods lacking details, and amongst other things, unclear whether there was a cool down period between cycles (due to short duration). Authors concluded that <u>20 cycles "did not affect fit testing performance"</u> , but few details provided.
Liao 2020	Dry heat: up to 50 cycles of 30 min at 75 °C, unknown RH Low RH heat: up to 50 cycles of 20 min at 85 °C and 30% RH Moist heat: up to 20 cycles of 20 min at 85 °C and either 70% or 100% RH Steam treatment: 10 min with water vapor (i.e., ~100 °C)	15 × 15 cm pieces of meltblown fabric, described as the most important layer of N95 FFRs	Dry heat: no appreciable decrease in filtration efficiency after 50 cycles (i.e., 1500 min). Low RH heat: unaffected filtration efficiency of fabric after 50 cycles (i.e., 1000 min). Moist heat: unaffected filtration efficiency of fabric after 20 cycles (i.e., 400 min). Steam treatment: no change in filtration efficiency after 3 cycles, but drop in efficiency (from ~97% to ~85%) after 5 cycles, explained by the authors as due to <u>loss of static charge of the fibers</u> .
Liao 2020	Low RH heat: up to 20 cycles of 20 min at 85 °C and 30% RH Moist heat: up to 20 cycles of 20 min at 85 °C and 100% RH	3M 8210, 4C Air KN95, ESound KN95, and Onnuripan KF94	All models tested retained filtration efficiency >95% after 20 treatment cycles (i.e., 400 min).
Loh 2020	Dry heat at 65 or 86 °C, 34–56 min per cycle (variable) Only 1 treatment cycle per respirator	FFP2–3M 9320+ and 3M 8810 FFP3–3M 9332+, 3M 1863+, 3M 1873V+, 3M 8833, 3M 8835, Alpha S-3V, and Honeywell 5321	There was a reduction in fit observed for all masks after one cycle, but the rate of reduction was highly variable, and most passed fit testing. Study was not standardized and it is difficult to interpret, but key message was variability between models. Note that one respirator failed the fit testing before any treatment.
Ou 2020	Dry heat (oven): 30 min at 77 °C, unknown RH Steam treatment: 30 min with water vapor (i.e., ~100 °C)	3M 8210	10 cycles of dry heat or steam treatment had negligible effects on particle filtration efficiency. Dry heat treatment had no effect on the N95 fit. 5 cycles of steam treatment led to failure in fit testing, with evidence of some effect appearing after just one cycle.
Price 2020	Dry heat (oven): 30 min at 75 °C 5 cycles, interspaced with 10 min cool-down periods at room temperature	3M 8200, 3M 8210+, 3M 8511, 4C AIR KN95, and Jackson R20	5 cycles of heat treatment had a negligible effect on fit testing performance of all 5 mask models tested.

熱處理的水蒸氣會影響口罩的過濾效率。



## 口罩消毒再使用的重點

- 電荷是否還存在濾材纖維上
- 病毒是否被去活性
- 口罩材質是否會變形與分解
- 消毒後是否有消毒劑殘留



## 將口罩懸吊在熱處理的爐子內



Credit Line: Ms. Liching Liu

懸吊可以避免口罩污染與因接觸使電荷流失



## 消毒後口罩變質



煮沸消毒後口罩變形



25分鐘臭氧消毒繫帶龜裂



## 酒精對冠狀病毒殺菌影響的探討

消毒劑	濃度(%)	病毒	病毒株	作用時間	病毒減少量 (log10)
酒精	95	SARS	FEM1	30秒	5.5
酒精	85	SARS	FEM1	30秒	5.5
酒精	75	SARS	FEM1	30秒	5
酒精	80	SARS	FEM1	30秒	4.3

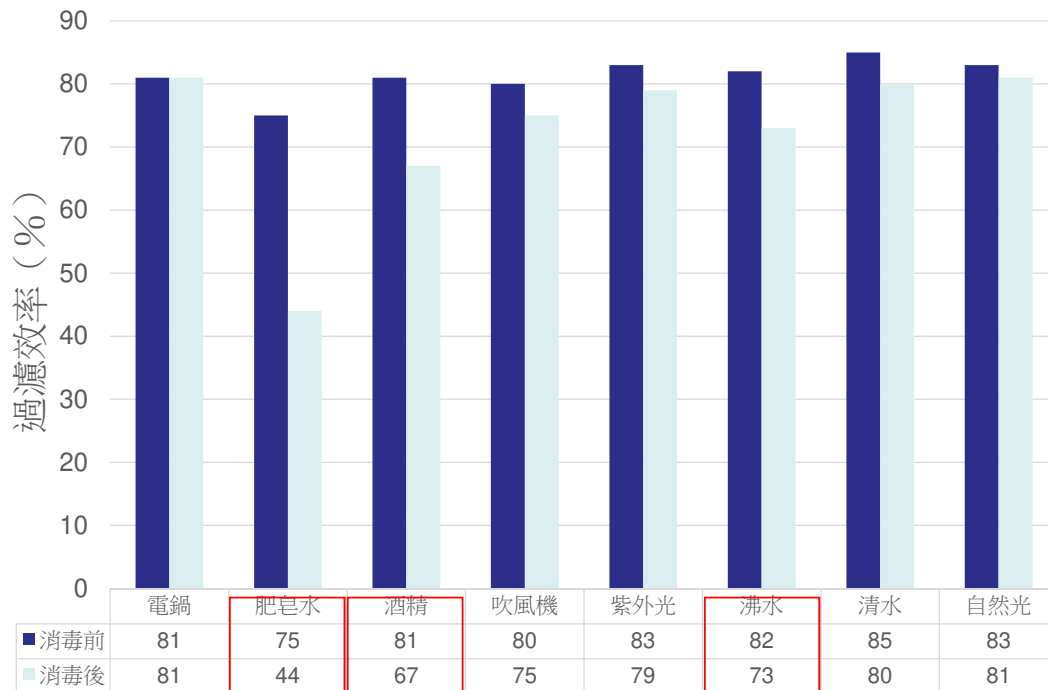
Data adapted from Kampf et al., 2020

結論：

酒精在相同作用時間對SARS的殺菌功效於95%和85%效果最佳。



## 口罩消毒前後過濾效率差異



## 呼吸防護計畫技術手冊參考介紹



## 前言

- 工作場所空氣中可能存在著不同形式的有害物，包括氣體、蒸氣、粉塵、霧滴、煙煙、纖維、煙霧等。
- 為了防止原料、材料、氣體、蒸氣、粉塵、溶劑、化學品、含毒性物質或缺氧空氣等引起之危害，勞動部依職業安全衛生法第6條規定，要求雇主應有符合規定之必要安全衛生設備及措施。



## 前言

- 有關危害之預防可由工程控制、行政管理及健康管理三方面著手。
- 空氣中有害物濃度無法藉由前述的諸多方法控制在可接受的範圍內時，才會考慮使用呼吸防護具，如此，呼吸防護具的使用便成為保護勞工的最後一道防護措施。





## 前言

- 職業安全衛生設施規則第 277 條之 1 規定，雇主使勞工使用呼吸防護具時，應指派專人採取呼吸防護措施，同時規範事業單位勞工人數達 200 人以上者，應依中央主管機關公告之指引，訂定呼吸防護計畫，並據以執行。

附註：專人是指有受過呼吸防護相關宣導訓練課程或有呼吸防護相關經驗的人，由其主責計畫的執行及成效評估，仍需協同相關人員，包括職安衛管理人員、從事臨場健康服務之醫護人員及事業單位管理階層人員等，共同執行呼吸防護計畫及密合度測試等。



## 前言

- 勞動部業於 108 年 10 月 16 日以勞職授字第 10802040772 號令發布「呼吸防護計畫及採行措施指引」，而手冊即針對呼吸防護計畫應訂定之章節，補充詳細說明其內容及提供相關資訊，事業單位可參考此份手冊更詳細瞭解呼吸防護計畫之內容，以訂出適合自身使用之計畫。



## 目 錄(技術參考手冊)

- 目錄
- 表目錄
- 附錄
- 壹、前言
- 貳、名詞定義
- 參、呼吸防護計畫訂定時機
- 肆、呼吸防護計畫訂定與管理注意事項



## 目 錄(技術參考手冊)(續)

- 伍、呼吸防護計畫內容及採行措施
  - 一、危害辨識及暴露評估
  - 二、呼吸防護具之選擇
  - 三、生理及醫學評估
  - 四、密合度測試
  - 五、呼吸防護具之使用
  - 六、供氣式呼吸防護具供氣品質
  - 七、呼吸防護具之維護及管理
  - 八、呼吸防護教育訓練
  - 九、成效評估及改善
- 陸、參考資料



## 呼吸防護計畫訂定時機

- 一、雇主使勞工從事職業安全衛生相關法規所要求，需戴用呼吸防護具之作業時。
- 二、雇主使勞工於有害環境作業需使用呼吸防護具時，應依其作業環境空氣中有害物之特性，採取適當之呼吸防護措施，訂定呼吸防護計畫據以推動。



有害環境是指空氣中之有害氣體、蒸氣及粉塵之濃度，且符合下列情形之一：

- (一) 作業場所之有害物濃度超過 8 小時日時量平均容許濃度之二分之一。
- (二) 作業性質具有臨時性、緊急性，其有害物濃度有超過容許暴露濃度之虞，或無法確認有害物及其濃度之環境。容許暴露濃度包括8小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA)、短時間時量平均容許濃度(PEL-STEL)與最高容許濃度(PEL-Ceiling)。
- (三) 氧氣濃度未達百分之十八之缺氧環境，或其他對勞工生命、健康有立即危害之虞環境。



- 前述所指之呼吸防護具並未包含消防用途之呼吸防護具。因涉及火場環境之消防裝備，應依消防主管機關之相關規定辦理，所以予以排除，但未排除於發生事故緊急應變時，需進入災區執行搶救、止漏或其他非火場環境緊急處置時所使用之呼吸防護具。



## 呼吸防護計畫訂定與管理注意事項

### 一、計畫訂定與管理：

(一) 呼吸防護計畫訂定事項：呼吸防護計畫應包含下列事項：

1. 危害辨識及暴露評估。
2. 呼吸防護具之選擇。
  - (1) 生理及醫學評估。
  - (2) 密合度測試。
3. 呼吸防護具之使用。
4. 呼吸防護具之維護與管理（含供氣式呼吸防護具的供氣品質監測）。
5. 呼吸防護教育訓練。
6. 成效評估及改善。



## 呼吸防護計畫訂定與管理注意事項

- (二)呼吸防護計畫修正與管理：雇主於引進或修改製程、作業程序、材料及設備時，應重新評估其勞工暴露之風險，並檢視及修正其呼吸防護計畫。
- (三)建立文件化管理機制：雇主依各種不同工作型態訂定專屬之呼吸防護計畫後，其執行、查核、評估、修正等過程，應予以文件化。文件化可使安全衛生工作的審查與管理更容易執行，亦有助於確保計畫執行的內容符合工作現場需求，也可協助管理人員全面評估勞工正常的工作或合理可預期的危急事件，並記錄相關的訊息。



## 呼吸防護計畫訂定與管理注意事項

### 二、計畫執行團隊：

事業單位對於呼吸防護計畫之執行與管理，應為團隊共同推動，其成員主要由職業安全衛生人員、從事勞工健康服務之醫護人員及相關部門主管等人員所組成，以共同執行呼吸防護計畫。



## 呼吸防護計畫訂定與管理注意事項

雇主應指派受過呼吸防護專業訓練或是具備足夠經驗的專人，擔任計畫管理人員，負責執行呼吸防護計畫，該計畫管理人員對於作業場所存在之危害物，應具備危害認知、評估、控制等之能力。例如，若作業環境狀況達到立即致危濃度等級，計畫管理人員必須要有能力選用供氣式呼吸防護具或自攜式呼吸防護具。



## 呼吸防護計畫訂定與管理注意事項

若是作業場所危害較小，如只有厭惡性粉塵或毒性較低之有害物，或所需使用的呼吸防護具較為單純，則本技術手冊或廠商所提供的訊息也許已足夠使用，但如果作業環境中危害顯著且複雜，或使用較為進階的呼吸防護具（如指定防護係數較高的呼吸防護具），執行呼吸防護計畫人員則需要接受更專業的訓練，建議應尋求外部專業資源提供協助。



## 呼吸防護計畫訂定與管理注意事項

### 三、呼吸防護計畫執行紀錄與保存：

事業單位於執行呼吸防護計畫相關工作事項時，應將執行情形予以記錄彙總，並建立文件化管理機制，相關紀錄文件應留存3年。



## 危害辨識及暴露評估

### 一. 確認勞工可能暴露的呼吸危害

雇主應辨識作業場所可能存在的呼吸危害因子，掌握勞工作業型態及內容，以評估其危害暴露情境，作為選擇呼吸防護具之依據。

### 二. 評估勞工之暴露危害風險

依有害環境及有害物之屬性，及呼吸防護計畫及採行措施指引第5點規定，參考國內外文獻或安全資料表等相關危害資訊，實施暴露評估。



## 一、確認勞工可能暴露的呼吸危害

- 危害辨識應包含下列事項：

### 1. 空氣中有害物之名稱及濃度

應先調查作業環境所使用之化學品及其產生有害物之名稱及濃度，並查閱其安全資料表及確認是否屬「勞工作業場所容許暴露標準」規範之物質，以瞭解有害物之危害特性，界定潛在危害的分類或類型，作為勞工可能暴露之危害辨識參考。



## 一、確認勞工可能暴露的呼吸危害

### 2. 有害物在空氣中之狀態

#### (1) 粒狀有害物

- A. 粉塵及纖維：經由機械式製程（如衝擊、磨製、鑽孔、摩擦、振動或爆破等）產生，並散布在作業環境中的固態粒狀物，例如：結晶型游離二氧化矽、袋式除塵器中的金屬粉塵或石綿纖維等。當個別勞工的手、衣服、鞋子或呼吸防護具受鉛塵或石綿纖維污染時，其他勞工也會經由處理和接觸這些受污染的設備而暴露。
- B. 生物性氣膠：包含有機微生物，如細菌、病毒、黴菌和其它微生物，以及死亡微生物或其相關物質（如孢子）和動物的組織（如致過敏的動物皮屑、毛髮等）等。
- C. 煙煙：由氣態物質凝結生成的固體物質。例如冶煉或銲接時產生的金屬煙煙，塑形或擠壓成型的製程中所形成的煙煙等。
- D. 霧滴：為懸浮在空氣中的細小液滴。例如操作金屬切割時所用的潤滑油可能會產生油霧滴、電鍍時會產生酸性霧滴，以及噴漆作業時產生的霧滴等。





## 一、確認勞工可能暴露的呼吸危害

### (2) 氣狀有害物

- A. 氣體：在室溫下，以單分子存在於空氣中的物質。如局限空間常見的硫化氫氣體、引擎燃燒所產生的一氧化碳等。
- B. 蒸氣：在常溫常壓下通常為固體或液體的物質，這些物質可昇華或揮發形成氣體，大多的溶劑會產生蒸氣，如甲苯和二氯甲烷等。



## 一、確認勞工可能暴露的呼吸危害

- 3. 瞭解勞工作業型態及內容，包括經常性作業及非經常性作業。
- 4. 是否為缺氧環境（指空氣中氧氣濃度未滿 18% 之狀態）或對勞工生命、健康造成立即危害之環境。
- 5. 作業環境中是否有易燃氣體、易爆氣體，或環境易受不同大氣壓力、高低溫等影響。



## 二、評估勞工之暴露危害風險

- 暴露評估依下列事項辦理：
  1. 符合勞工作業環境監測實施辦法所列之作業場所，依規定辦理作業環境監測之評估。若有害物發散的過程中，非尖峰的濃度明顯小於尖峰時的狀態，則呼吸防護具的選擇必須根據尖峰時的狀況，才能提供足夠的防護，因此除8小時日時量平均容許濃度（PEL-TWA）外，應依作業環境特性增加短時間時量平均容許濃度（PEL-STEL）與最高容許濃度（PEL-Ceiling）之評估。



## 二、評估勞工之暴露危害風險

2. 符合國家標準 CNS15030 化學品分類，具有健康危害之化學品者，依危害性化學品評估及分級管理辦法規定，辦理暴露評估。
3. 從事臨時性、短暫性或維修保養等非經常性作業之勞工，應視其不同作業環境及特性，實施必要之監測及評估，掌握勞工實際暴露實態。例如勞工若在有害物發散源附近從事非經常性的輪班作業，即便是經常移動、非在固定點作業，也可參考有害物發生源附近的量測值選擇呼吸防護具，以確保選用的防護具可提供勞工適當的防護。



## 二、評估勞工之暴露危害風險

4. 於發生事故緊急應變時，需進入災區執行搶救、止漏或其他緊急處置任務之勞工，應評估其可能之**最嚴重暴露情境**，確保依各狀況所選用之防護具可提供戴用人員充分之防護。



## 二、評估勞工之暴露危害風險

- 而立即致危濃度之環境，則可考慮選擇**直讀式儀器**進行即時性監測。另外可參酌其他**研究或文獻之數據**評估勞工之暴露狀況，包括相似工作場所之評估數據，相關廠商提供的研究數據。當經由上述方法或藉由業界調查得到數據時，必須指出參考的資料中，哪些狀況與工作場所相似，如製程、原料類型、控制方法、工作實務及環境狀況等。另需注意每日之間或個別勞工之間的暴露量可能會有相當大的差異，因此，**寧可較嚴格的檢視**這些事項，也不可妄自判斷結果而忽略了該注意的事項。在進行暴露評估時，應**視需求諮詢職業衛生專業人員**。



## 二、評估勞工之暴露危害風險

- 最大使用濃度（MUC）的資訊應能提供適當的證明及合理的假設，確保不會發生立即致危濃度的情況。用來評估及假設的這些資訊會取代實際作業勞工暴露的量測，但必須寫入計畫書中。若未來使用新的原料，或原料狀態（如固態、液態、氣態）、環境、製程改變，或有新的物質產生時，則須重新檢閱並更新計畫書。
- 若勞工需進入不明危害及暴露濃度之環境時，應假設須使用呼吸防護具之環境屬於立即致危濃度的環境。



## 危害辨識與暴露評估檢核事項

請確認是否已完成下述事項

- 1. 瞭解作業環境空氣中有害物之名稱及濃度。
- 2. 瞭解有害物在空氣中之狀態。
- 3. 瞭解勞工作業型態及內容，包括經常性及非經常性作業。
- 4. 評估勞工暴露時，必須考量暴露環境是否屬立即致危濃度或缺氧之環境。
- 5. 有害物屬「勞工作業場所容許暴露標準」所列物質者，應實施作業環境監測或定量暴露評估。
- 6. 從事非經常性作業之勞工，應以較嚴格的方式評估其暴露風險，確保選用的防護具可提供足夠防護。
- 7. 評估勞工暴露時，必須考量作業環境中是否有易燃氣體、易爆氣體，或環境易受不同大氣壓力、高低溫等影響。
- 8. 依有害環境及有害物之屬性，及呼吸防護計畫及採行措施指引第5點規定，參考國內外文獻或安全資料表等相關危害資訊，實施暴露評估。



## 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。



## 呼吸防護具之選擇

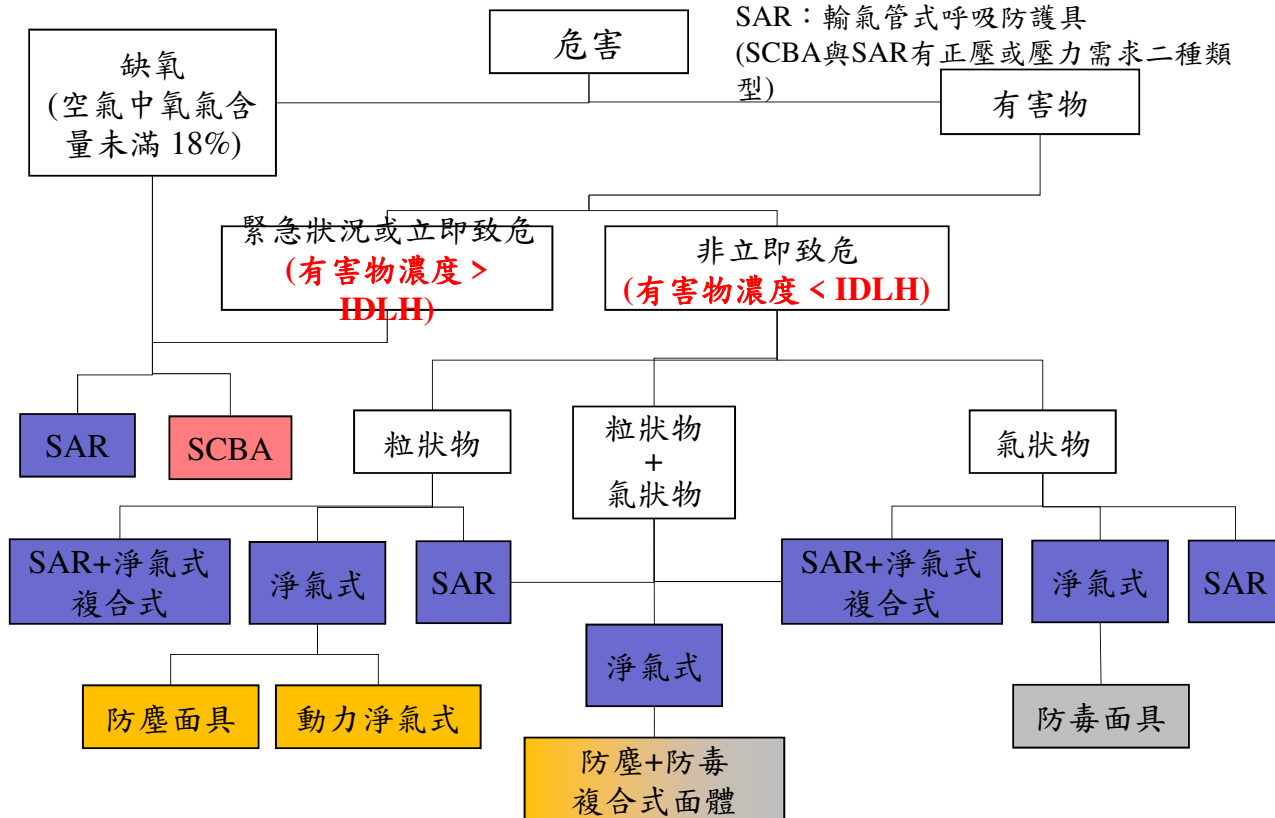
- 呼吸防護具的選擇，應先評估作業現場是否為
  - 缺氧環境
  - 有無立即致危濃度
  - 有害物之狀態及暴露程度

選擇適當的呼吸防護具，選用流程如下圖：

# 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  
 (SCBA與SAR有正壓或壓力需求二種類型)



## 非立即致危濃度環境使用之呼吸防護具

- 依危害辨識及暴露評估結果，於一般狀況或可預測的緊急狀態下，選擇適當的呼吸防護具，除可參考安全資料表 (SDS) 外，也可尋求專家協助確認工作場所中所使用的物質是否為有害物，此時適用的情境為作業場所之氧氣濃度高於18%以上。呼吸防護具選用需考量之相關因素如下：



# 非立即致危濃度環境使用之呼吸防護具

## (一) 根據指定防護係數挑選呼吸防護具

選用呼吸防護具必須考慮指定防護係數(APF)、工作場所環境及暴露因子。雇主可依附表一之指定防護係數，選擇符合或優於勞工所需防護等級之呼吸防護具。當使用複合式呼吸防護具(含有淨氣濾材之輸氣管呼吸防護具)時，雇主必須確認其指定防護係數是否合適。

另應注意的是，動力淨氣式呼吸防護具(PAPR)及供氣式呼吸防護具(SAR)搭配頭盔或頭罩時，經過「作業現場防護係數」或「模擬作業現場防護係數」測試後，其指定防護係數可達1,000，但若上述防護具組合沒有經過測試，則僅能以寬鬆式面體的標準視之，即指定防護係數等於25。



動力淨氣式呼吸防護具(PAPR)搭配頭盔



供氣式呼吸防護具(SAR) 搭配頭盔



## 附表一、指定防護係數 (APF)

呼吸防護具種類	半面體	全面體	頭盔 / 頭盾	寬鬆面體
淨氣式呼吸防護具	10**	50	-	-
動力淨氣式呼吸防護具 (PAPR)	50	1000	25/1000*	25
供氣式呼吸防護具 / 輸氣管式呼吸防護具				
- 需求型	10	50	-	-
- 持續供氣型	50	1000	25/1000*	25
- 壓力需求型或其他正壓型	50	1000	-	-
自攜式呼吸防護具 (SCBA)				
- 需求型	10	50	50	-
- 壓力需求型或其他正壓型 (含密閉 / 開放循環)	-	10000	10000	-

\* : 呼吸防護具如指定防護係數達 1000 以上，防護具的製造商 / 供應商須提供通過相關國際規範認證之檢驗證明。

\*\* : 包含一般布料之過濾式呼吸防護具及膠材面體之呼吸防護具。



## 各國標準對指定防護係數之規範

Type of Respirator	NIOSH	ANSI Z88.2-1992	OSHA/APF final rule	JIS T 8150	BS 4275
<b>Air Purifying, Negative Pressure:</b>					
Single use, Filtering Facepiece	5	10	10	3-10	4-20
Half Mask	10	10	10	3-10	4-20
Full Facepiece	50	100	50	4-50	4-20
<b>Powered Air Purifying(PAPR):</b>					
Half Mask	50	50	50	4-50	10-40
Full Facepiece	50	1000	1000	4-100	10-40
Helmet/Hood	25	1000	25/1000	4-25	10-40
Loose Fitting Facepiece	25	25	25	4-25	10-40
<b>Continuous Flow; Atmosphere Supplying:</b>					
Half Mask	50	50	50	50	20
Full Facepiece	50	1000	1000	100	40
Hood/Helmet	25	1000	25/1000	25	40
Loose Fitting Facepiece	25	25	25	25	10-40





## 非立即致危濃度環境使用之呼吸防護具

(二)根據最大使用濃度 (MUC) 挑選呼吸防護具  
MUC值是由呼吸防護具之指定防護係數及暴露物質之容許濃度共同決定；通常可藉由**指定防護係數乘上容許濃度**（例如 PEL-TWA、PEL-STEL、PEL-Ceiling、國外管理系統中可能使用的峰值限值（peak limit）或其它類型暴露限制值）的方式計算出。基本上，在使用最大使用濃度作為選取呼吸防護具的規範時，雇主須確定：



## 非立即致危濃度環境使用之呼吸防護具

- A. 當勞工戴用所選擇的呼吸防護具時，現場空氣中**有害物濃度**（以呼吸防護具外側測量值作為判斷依據）必須**小於或等於最大使用濃度**。
- B. 若現場環境**屬於立即致危濃度環境下**，**不能**以最大使用濃度作為選取呼吸防護具的依據，必須依據本章節（二）之「**立即致危濃度或缺氧環境使用之呼吸防護具**」所述方式選擇防護具。
- C. 若依據前述方式計算所得之**最大使用濃度高於**有害物質之**立即致危濃度**，或高於該型防護具所選配濾罐或濾匣可適用之環境濃度時，**應以立即致危濃度或該濾罐或濾匣適用上限之濃度**，作為可接受之最大使用濃度。



## 非立即致危濃度環境使用之呼吸防護具

二. 氣狀有害物的呼吸防護：對於氣體與蒸氣有害物之防護，可使用淨氣式呼吸防護具與供氣式呼吸防護具。若欲使用淨氣式呼吸防護具應符合下列規定之一：

- (1) 具備認證合格之濾毒罐更換指示計（End of Service Life Indicator, ESLI）。
- (2) 若沒有 ESLI，雇主需自行計算濾罐或濾匣之使用壽命。



## 非立即致危濃度環境使用之呼吸防護具

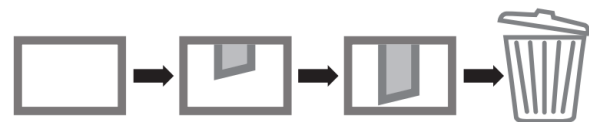
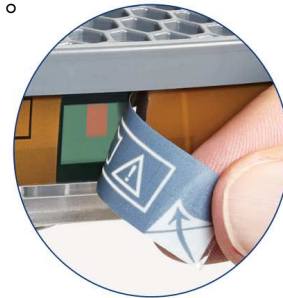
有關各國淨氣式呼吸防護具氣體濾材規範可參考附錄一，為避免因濾罐或濾匣的飽和或破出，而使有害物進入勞工的呼吸防護具內，濾罐或濾匣的使用壽命可參考附錄二的經驗法則推算。當濾罐飽和或有害物破出時，應停止使用並更換濾匣。一般來說，經驗法則較為粗略且保守，在運用經驗法則計算使用壽命時，除濾罐或濾匣本身的使用條件資訊外（由製造商提供），還需搭配工作環境狀況的資訊。



## 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污染物(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)



## 附錄一、各國淨氣式呼吸防護具氣體濾材規範

### 一、我國國家標準 CNS 6636, Z2023

型式	用途	級數	顏色
A	用於防止製造商所規定某些沸點大於 65°C 特定有機氣體及蒸氣	第一級：低容量濾材 第二級：中容量濾材 第三級：高容量濾材	棕
AX	用於防止製造商所規定的沸點小 65°C 的有機氣體及蒸氣。僅單次使用	未分級	棕
B	用於防止製造商所規定某些特定無機氣體及蒸氣	第一級：低容量濾材 第二級：中容量濾材 第三級：高容量濾材	灰
E	用於防止二氧化硫 (SO <sub>2</sub> ) 及製造商所規定的某些特定酸性氣體及蒸氣	第一級：低容量濾材 第二級：中容量濾材 第三級：高容量濾材	黃
K	用於防止氨 (NH <sub>3</sub> ) 及製造商所規定的某些特定的有機氣之衍生物	第一級：低容量濾材 第二級：中容量濾材 第三級：高容量濾材	綠
SX	用於防止製造商所規定的某些特定名稱氣體及蒸氣	未分級	紫
P	用於防止粒狀物	第一級：低效率濾材 第二級：中效率濾材 第三級：高效率濾材	白
NOP3	用於防止氮氧化物		藍-白
HGP3	用於防止汞蒸氣		紅-白



註：

1.若組合型濾材之粒狀物濾材部分限於單次使用則標示 -NR。

2.若組合型濾材之粒狀物濾材部分可再使用則標示 -R。

3.例如：

- A2P3R (型式 A 第 2 級；型式 P 第 3 級；可再使用，顏色 - 棕白)
- AB1P1NR (型式 A、B 第 1 級；型式 P 第 1 級；單次使用，顏色 - 棕灰白)









## 二、國際標準







標準	型式	用途	級數	顏色
歐盟 EN141	A	用於防止有機氣體 (沸點高於 65°C)	第一級：低容量濾材 第二級：中容量濾材 第三級：高容量濾材	褐(棕)
	B	用於防止無機氣體如氧氣 (不含一氧化碳)	第一級：低容量濾材 第二級：中容量濾材 第三級：高容量濾材	灰
	E	用於防止酸性氣體與蒸氣 如二氧化硫	第一級：低容量濾材 第二級：中容量濾材 第三級：高容量濾材	黃
	K	用於防止氨氣及其有機衍生物	第一級：低容量濾材 第二級：中容量濾材 第三級：高容量濾材	綠
	No-P3	用於防止氧化氮		藍與白
	Hg-P3	用於防止汞蒸氣及其化合物		紅與白
歐盟 EN371	AX	用於防止製造商所規定的沸點小於 65°C 的有機氣體及蒸氣。僅單次使用	未分級	棕
歐盟 EN372	SX	用於防止製造商所規定的某些特定名稱氣體及蒸氣	未分級	紫
美國 NIOSH 認證標準 (ANSI/AIHA Z88.7-2010)	-	用於防止酸性氣體	-	白
	-	用於防止有機蒸氣	-	黑
	-	用於防止氨氣或甲胺 (methylamine)	-	綠
	-	用於防止一氧化碳	-	藍
	-	有機蒸氣 / 酸性氣體兼用	-	黃
	-	有機蒸氣與酸性氣體 / 氣兼用	-	棕(紅)
日本 JIS T8152	-	用於防止鹵素氣體	-	灰/黑
	-	用於防止酸性氣體	-	灰
	-	用於防止有機氣體	-	黑
	-	用於防止一氧化碳	-	紅
	-	用於防止氨氣	-	綠
	-	用於二氧化硫 (亞硫酸氣體)	-	黃與紅



美國NIOSH認證標準  
(ANSI/AIHA Z88.7-2010)

中華民國國家標準  
(CNS 6636 Z2023 2013)

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 

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



## 附錄二、濾罐、濾匣使用壽命推估經驗法則

### 經驗法則

經驗法則在實務上被廣泛地應用於推估濾罐或濾匣的使用壽命。American Industrial Hygiene Association 所出版的 “The Occupational Environment –Its Evaluation and Control” 一書中第 36 章，即有關於評估使用壽命的經驗法則。

歸納這些經驗法則的建議如下：（僅供參考，實際須依照製造商及作業場所情況判定）

1. 若化學物質沸點大於 70°C，濃度小於 200 ppm，在一般工作負荷下（呼吸流率為 30 L/min），可預期濾毒罐的使用期限為 8 小時。
2. 使用壽命與呼吸流率成反比。
3. 有害物的濃度減少 10 倍，則使用時間可以增加 5 倍。
4. 濕度大於 85% 時，使用時間會減少 50%。

對於特定有害物，可以用上列方式概算濾罐的使用壽命。



## 非立即致危濃度環境使用之呼吸防護具

### 三. 粒狀有害物的呼吸防護：

對於粒狀有害物之防護，可使用淨氣式呼吸防護具與供氣式呼吸防護具。淨氣式呼吸防護具，包括：

- (1) 過濾面體式口罩，如 N95 口罩。
- (2) 防塵面(口)罩（面體與濾材分離）。

有關各國防塵面（口）罩之分類及性能測試標準可參考附錄三及附錄四。



過濾面體式口罩



防塵面(口)罩  
(面體與濾材分離)



## 附錄三、各國防塵面（口）罩之分類標準

### 一、美國 NIOSH 防塵面（口）罩驗證標準（42 CFR Part 84）

濾材阻抗防護性類別		測試微粒	過濾效率（%）		
			95	99	99.97
N 系列	非抗油（not resistant to oil）	NaCl	N95	N99	N100
R 系列	抗油（resistant to oil）	DOP	R95	R99	R100
P 系列	耐油（oil proof）	DOP	P95	P99	P100

### 二、日本防塵面（口）罩標準（Standard for Dust Mask，2000）

測試微粒		NaCl			DOP		
		≥ 80%	≥ 95%	≥ 99.9%	≥ 80%	≥ 95%	≥ 99.9%
等級	更換式	RS1	RS2	RS3	RL1	RL2	RL3
	拋棄式	DS1	DS2	DS3	DL1	DL2	DL3



## 附錄三、各國防塵面（口）罩之分類標準

### 三、歐盟 EN149：2001 標準

測試微粒		NaCl（非油性微粒）與 paraffin oil（油性微粒）		
過濾效率		≥ 80%	≥ 94%	≥ 99%
等級	拋棄式	FFP1	FFP2	FFP2

### 四、我國國家標準 CNS14755 Z2125 拋棄式防塵口罩標準

測試微粒		NaCl（85L/min）		
過濾效率		≥ 80%	≥ 95%	≥ 99%
等級	拋棄式	D1	D2	D2

※ NaCl：氯化鈉 (sodium chloride)

※ DOP：鄰苯二甲酸二辛酯 (di-octyl phthalate)



- 考慮油霧滴負荷對濾材所造成的影響，美國將防塵濾材分為N、P與R三種，分別代表**非抗油**（not resistant to oil）、**抗油**（resistant to oil）與**耐油**（oil proof），並依防護效果分為95%、99%與100% 3種等級，其中N級代表的是濾材不能使用於含有油氣的環境；R級代表的是濾材具有8小時以內隔離油氣的能力（使用一次，或者是連續或間斷使用8小時，但使用8小時的條件為不致使濾材過濾效率降低，或者是使微粒於濾材上的累積量超過200 mg）；P級代表的是可完全隔離油氣。



- 日本防塵面(口)罩標準（Standard for Dust Mask，2000）將防塵面(口)罩分為**可更換式**（Replaceable type）及**拋棄式**（Disposable type）之兩種類型，再依測試性能不同，分為**S類（非油性）**及**L類（油性）**之兩種次類型。而依防護效果之不同分為3種等級，其過濾效率分別為80%、95%、99.9%。
- 歐盟 EN149：2001 標準適用於非油性及油性微粒防護，可分為 FFP1、FFP2與 FFP3 三級等級，其過濾效率分別為80%、94%、99%。
- 我國 CNS 14755 Z2125 拋棄式防塵口罩標準，則將拋棄式防塵口罩分為D1、D2與D3三種等級，其過濾效率分別為80%、95%、99%。





## 附錄四、各國防塵面（口）罩性能測試標準

標準 測試條件	台灣 CNS 14755			美國 42 CFR 84			歐盟 EN 149			日本 JIS T 8151		
濾材等級	D1	D2	D3	N	R	P	FFP1	FFP2	FFP3	DS1	DS2	DS3
										DL1	DL2	DL3
測試微粒種類	NaCl			NaCl	DOP/ (NaCl)		NaCl		Paraffin Oil	NaCl		DOP
測試微粒 粒徑 (μm)	CMD			CMD	CMD		MMD		Stokes Dia	0.06-0.1		0.15-0.25
	0.075			0.075	0.185		0.6		0.4			
測試流量	85LPM			85LPM			95LPM			85LPM / (40LPM)		
測試環境 溫度	25±5°C			25±5°C			25±5°C			25±5°C		
測試濃度 (mg /m <sup>3</sup> )	低於 200			低於 200			8±4		20±5	低於 50		低於 100
測試環境 相對濕度	30±10%			30±10% (僅 NaCl)			< 60% (僅 NaCl)			> 50%		
最大吸氣阻 抗(mmH <sub>2</sub> O)	19	35	35	35			6/21	7/24	10/30	11	12	24
最大呼氣阻 抗(mmH <sub>2</sub> O)	19	25	25	25			30	30	30	11	12	24
負載測試	無			200mg			120mg			NaCl : 100mg		DOP : 200mg
過濾效能 (%)	80	95	99	95 / 99 / 99.97			80	94	99	80	95	99.9



## 非立即致危濃度環境使用之呼吸防護具

### 四. 生物性微粒或氣膠的呼吸防護：

在具有高度生物性微粒或氣膠暴露風險之工作場所，必須依賴呼吸防護具的保護需求下，建議可配戴符合呼吸防護具標準且具過濾微粒功能之呼吸防護具或供氣式呼吸防護具。以具過濾微粒功能之呼吸防護具而言，如美規 N95（或同等級）以上或其他具同性能規格，且通過國際標準認證之面（口）罩為宜（N95 口罩在粒徑範圍 0.02~10μm 之捕集效率最低可達 95% 以上），以達呼吸防護功效。另此類呼吸防護具倘符合醫用面（口）罩功能用途，應依我國醫療器材管理辦法相關規定，取得醫療器材許可。



## 非立即致危濃度環境使用之呼吸防護具

此類工作場所應針對作業環境危害特性與暴露情形，依危害辨識評估結果來選用適當呼吸防護具，並考量具較高品質與較低呼吸阻抗之防護具以利人員戴用，並建立必要之管理機制，且對使用呼吸防護具之人員施予足夠的教育訓練且持續教育，以符合正確穿戴的要求，確保有效防護。



## 立即致危濃度或缺氧環境使用之呼吸防護具

一. 呼吸防護具種類：

在環境暴露條件屬立即致危濃度的狀況下，需使用最高等級且可信賴的防護具，例如以下設備：

1. 全面體壓力需求型自攜式呼吸防護具（full-facepiece pressure-demand SCBA），其供氣時間需至少 30 分鐘。
2. 組合式全面體壓力需求型供氣式呼吸防護具搭配輔助自備空氣源（combination full-facepiece pressure-demand supplied-air respirators with auxiliary self-contained air supply）。



全面體壓力需求型自攜式  
呼吸防護具



組合式全面體壓力需求型  
輸氣管式呼吸防護具搭配  
輔助自備空氣源



## 立即致危濃度或缺氧環境使用之呼吸防護具

### 二. 缺氧環境下呼吸防護具選擇：

缺氧環境（氧氣含量未滿 18%）視同為立即致危濃度環境，因此必須使用供氣式呼吸防護具。雇主可提供勞工全面體壓力需求型自攜式呼吸防護具，或組合式全面體壓力需求型供氣式呼吸防護具搭配輔助自備空氣源。

綜上，事業單位應依作業場所危害及先期審查結果，以系統化方法辨識及評估勞工暴露情形，並依不同部門之危害、作業特性（例行性及非例行性作業）及暴露型態，以系統方法建立勞工之暴露風險，作為選用防護具之依據，相關調查與結果可參考附表二進行記錄。



# 呼吸防護具選擇檢核事項

## 請確認是否已完成下述事項

- 1. 呼吸防護具已通過相關國際規範認證，並在正確的情況下使用。
- 2. 已根據工作場所實際環境與使用者條件，為使用者選擇呼吸防護具。
- 3. 已根據指定防護係數（APF）及計算出的最大使用濃度（MUC），為使用者挑選呼吸防護具。
- 4. 已提供足夠樣式與尺寸的呼吸防護具供使用者選擇。

### ※ 非立即致危濃度環境下之呼吸防護：

- 1. 選用的呼吸防護具規格需符合指定防護係數及最大使用濃度之需求。
- 2. 應依據有害物特性選擇呼吸防護具。
- 3. 使用防毒面具過濾氣態與蒸氣有害物時，濾罐或濾匣需具有更換指示計（ESLI），或已建立濾罐或濾匣更換時程。
- 4. 使用淨氣式呼吸防護具過濾粒狀有害物時，該呼吸防護具須通過相關國際規範認證。

### ※ 若暴露條件符合立即致危濃度狀況：

- 1. 具備供氣式面罩、全面體壓力需求型自攜式呼吸防護具，可供氣時間至少 30 分鐘。
- 2. 具備供緊急逃生專用之呼吸防護具，且須通過相關國際規範認證。
- 3. 缺氧環境視同立即致危濃度環境。



## 附表二、作業場所危害調查及呼吸防護具選用參考表格

製表日期：

製表人：

部門	員工編號	作業區域	作業項目 / 作業內容	工作負荷強度 註 1	可能暴露有害物之資訊				其他危害 (如高溫)	是否缺氧	防護具種類				
					有害物名稱	測定濃度	容許濃度 (PEL) 註 2	IDLH			廠牌	面體型號	濾毒罐 / 濾材型號	國際認證種類	吐氣 / 吸氣阻抗

註 1：輕度至中度工作（<200 仟卡 / 小時；2-3 METs）：持續性坐姿作業、長時間站立或平地無負重行走（速度小於 4.5 公里 / 小時）、經常搬抬 4.5 公斤以下物件。

中度至重度工作（200-350 仟卡 / 小時；4-5 METs）：經常搬抬 4.5 公斤以上物件、偶爾搬抬 9~23 公斤物件。

重度以上工作（>350 仟卡 / 小時；5-10 METs）：經常攜帶 11.4 公斤以上物件行走或站立、救災及緊急應變。

註 2：容許濃度包含 8 小時日時量平均容許濃度、短時間時量平均容許濃度、最高容許濃度。



運動項目	大卡/公斤體重時的 代謝當量 (METs)	運動30分鐘後消耗的熱量			
		40公斤	50公斤	60公斤	70公斤
慢走 (4公里/時)	3.5	70	87.5	105	122.5
快走、健走 (6公里/時)	5.5	110	137.5	165	192.5
下樓梯	3.2	64	80	96	112
上樓梯	8.4	168	210	252	294
慢跑 (8公里/時)	8.2	164	205	246	287
快跑 (16公里/時)	16.8	336	420	504	558
騎腳踏車 (20公里/時)	8.4	168	210	252	294
騎腳踏車 (30公里/時)	12.6	252	315	378	441
瑜伽	3	60	75	90	105
游泳 (25公尺/60秒)	6.3	126	157.5	189	220.5
游泳 (50公尺/90秒)	10	200	250	300	350
跳繩 (100下/60秒)	8.4	168	210	252	294
跳繩 (150下/60秒)	12.6	252	315	378	441

資料來源：國民健康署肥胖防治網



## 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。



## 密合度測試

- 依呼吸防護計畫及採行措施指引規定，每位戴用緊密貼合式呼吸防護具的勞工都應進行密合度測試。密合度測試主要是判定呼吸防護具面體和使用者面部的密合程度，若未有良好的密合，則呼吸防護具可能無法達到預期的防護效果，外界有害物可能會經由洩漏處進入面體內，使戴用者吸入有害物質。密合度測試必須在初次使用呼吸防護具前與往後的每年執行一次。



## 密合度測試

- 有關密合度測試之施行，建議由受過呼吸防護專業訓練或是具執行呼吸防護相關經驗之人員執行；另建議執行密合度測試之人員，以事業單位內部人員或經第三方認證機構認證通過之呼吸防護專業廠商為主，必要時可洽請呼吸防護具供應商或相關專業團體提供呼吸防護具選擇、使用及教育訓練等相關諮詢協助，以確保測試結果之客觀公正。



### 一、需要執行密合度測試之呼吸防護具

- 必須確保任何戴用緊密貼合式呼吸防護具的勞工皆已進行密合度測試。無論是正壓或負壓式緊密貼合面體皆需測試（含過濾面體式口罩，如 N95），但寬鬆式面體不需測試。





## 二、一般測試的要求

- 必須確保所有戴用緊密貼合式面體的勞工，在下列情形出現時進行密合度測試：
  1. 首次或重新選擇呼吸防護具時。
  2. 每年至少測試一次。
  3. 勞工之生理變化會影響面體密合時。當戴用者的生理變化會影響緊密貼合式面體的密合時，需執行密合度測試。生理變化可由戴用者自行告知，或者經醫師、現場主管或呼吸防護計畫人員觀察結果。其中，會影響密合度的生理變化包括：明顯的體重變化、臉部有疤痕、矯正牙齒、掉齒或整形等。
  4. 勞工反映密合有問題時。



## 二、一般測試的要求

- 必須確保所有戴用緊密貼合式面體的勞工，在下列情形出現時進行密合度測試：
  1. 首次或重新選擇呼吸防護具時。
  2. 每年至少測試一次。
  3. 勞工之生理變化會影響面體密合時。當戴用者的生理變化會影響緊密貼合式面體的密合時，需執行密合度測試。生理變化可由戴用者自行告知，或者經醫師、現場主管或呼吸防護計畫人員觀察結果。其中，會影響密合度的生理變化包括：明顯的體重變化、臉部有疤痕、矯正牙齒、掉齒或整形等。
  4. 勞工反映密合有問題時。



### 三、呼吸防護具無法密合之處理

- 進行密合度測試後，若勞工發現所使用的呼吸防護具無法確實密合，則必須提供不同的緊密貼合式面體供勞工選擇。挑選新的呼吸防護具後，應再次進行密合度測試。
- 在測試過程中，除了透過定性或定量方法觀察或量測密合度以外，戴用者本身亦可察覺並確認面體是否有效地密合。例如：使用新的濾罐時，感受到工作場所的有害物，或可能聽到、感覺到面體與臉部貼合處有洩漏情形。



### 四、密合度測試程序

- 戴用緊密貼合式面體的勞工，應按照以下的標準程序進行密合度測試。標準程序強調必須對工作場所中勞工實際使用的呼吸防護具（包含不同尺寸及樣式）進行密合度測試，以確保每位使用呼吸防護具的勞工都經過測試。詳細的定性及定量密合度測試標準程序，可參照下列相關規範：



## 四、密合度測試程序

### 1. 定性密合度測試 (Qualitative fit testing, QLFT)

- 定性密合度測試是利用苦味劑、糖精、刺激性煙霧或香蕉油作為測試劑，由受測者嗅覺或味覺主觀判斷是否有測試氣體洩漏進入面體內。
- 若呼吸防護具之密合係數較高（如全面體可達 500），因無法透過定性密合度測試測定該等級之密合性，對於密合係數大於 100 之負壓式呼吸防護具不適用定性密合度測試。此外，密合係數為指定防護係數和安全係數的乘積；計算時，安全係數通常為 10，主要是因為防護係數在實際作業時會遠小於密合度測試時的密合係數。因此所使用之呼吸防護具，其指定防護係數為 10 以下時，可以使用定性密合度測試。



過濾面體式口罩之定性密合度測試



半面體呼吸防護具之定性密合度測試



全面體呼吸防護具之定性密合度測試



## 四、密合度測試程序

### 2. 定量密合度測試 (Quantitative fit testing, QNFT)

- 目前定量密合度測試可以分成氣膠技術法與負壓控制法兩種，前者是利用儀器分別量測呼吸防護具面體內、外氣膠微粒的濃度後，取其比值（密合係數）作為密合程度的評估指標；後者則是在受測者擷住呼吸的期間，利用儀器控制面體內的壓力在固定的負壓條件下（相當於吸氣流率為53.8 L/min），直接量測洩漏的氣體流率後，再與 53.8 L/min 相除即可獲得密合係數值。使用定量密合度測試緊密貼合式呼吸防護具時，所得之密合係數需達以下等級才算通過：



- (1) 半面體，其密合係數應要大於 100。 (2) 全面體，其密合係數應要大於 500。



以儀器量測方法進行 N95 (半面體呼吸防護具) 之定量密合度測試



以儀器量測方法進行全面體呼吸防護具之定量密合度測試

# 定性/定量密合度測試動作

定性密合度測試 (QLFT)	時間	定量密合度測試 (QNFT)
正常呼吸	1 min	正常呼吸
深呼吸	1 min	深呼吸
左右擺頭	1 min	左右擺頭
上下擺頭	1 min	上下擺頭
大聲說話	1 min	大聲說話
	<b>15 sec</b>	<b>做鬼臉 (grimace)</b>
俯身彎腰	1 min	俯身彎腰
正常呼吸	1 min	正常呼吸

註：進行「做鬼臉」動作時受測者應以微笑或皺眉作為做鬼臉之臉部表情。此外，做鬼臉之目的為暫時破壞防護具面體與臉部之密合性，而後進行最後兩個動作時檢驗防護具是否重新與臉部密合，而非做鬼臉過程本身對面體產生之密合壓力。因此，此動作之密合係數不列入整體密合係數計算中。

## 負壓控制法 REDON

- 測試設備與方法與 CNP 相同，差異在動作項目：

動作項目	動作內容	密合度測試時的姿勢
臉部朝前	站立、不說話、正常呼吸；持續30秒	面朝前，憋氣10秒鐘
俯身彎腰	俯身彎腰(類似要碰觸腳趾之動作)；持續30秒	臉部與地面保持平行，憋氣10秒鐘
搖頭	上下前後搖頭數次並喊叫；持續3秒鐘	面朝前，憋氣10秒鐘
REDON 1	取下面罩、鬆開繫帶，再重新戴上	面朝前，憋氣10秒鐘
REDON 2	取下面罩、鬆開繫帶，再重新戴上	面朝前，憋氣10秒鐘



## 四、密合度測試程序

- 可參照下列或同等效力之方法，進行定量密合度測試：
  1. 氣膠產生測試法 (Generated Aerosol QNFT Protocol)
  2. 環境氣膠凝核計數法 (Ambient Aerosol Condensation Nuclei Counter QNFT Protocol, CNC)
  3. 負壓控制法 (Controlled Negative Pressure QNFT Protocol, CNP)
  4. 負壓控制 REDON 法 (Controlled Negative Pressure REDON QNFT Protocol, CNP REDON)
- 當使用定量密合度測試時，其測試微粒必須無毒，並依原廠建議之測試程序及步驟實施測試，另外量測儀器應依原廠規定之校正頻率，定期實施校正。



## 五、供氣式呼吸防護具之密合度測試

- 任何供氣式或淨氣式**搭配緊密貼合式面體**之呼吸防護具，執行密合度測試時皆需在**負壓下量測**。雖然供氣式呼吸防護具為正壓式，但考量密合度測試執行的可行性，因此測試時改為負壓狀態進行。



## 五、供氣式呼吸防護具之密合度測試

1. 供氣式呼吸防護具之定性密合度測試：供氣式呼吸防護具進行定性密合度測試時，需留意下列事項：

- 1) 利用合適的濾材將使用者的面體暫時轉換成負壓式呼吸防護具。若不知如何執行，可參考或洽商供應商的說明。
- 2) 使用適合的負壓式面體（尺寸、樣式、廠牌）。
- 3) 如為淨氣式搭配緊密貼合式面體之呼吸防護具，可將 PAPR 之風扇關閉，形成負壓狀態。



## 五、供氣式呼吸防護具之密合度測試

2. 供氣式呼吸防護具之定量密合度測試：

供氣式呼吸防護具進行定量密合度測試時，需在面體上加裝採樣轉接頭，

採樣轉接頭的取得可向呼吸防護具之製造商或供應商諮詢。任何對於呼吸防護具進行密合度測試時之修改，需於正式使用呼吸防護具之前移除；若無法以暫時性的修改，而需要改變面體的型態以利測試時（如在面體上穿孔進行採樣），則型態改變後的呼吸防護具就無法重複使用，僅能用於密合度測試。

- 雇主應將每位受測者之檢測結果進行記錄（儀器產出的表單亦可），依所採用之測試方法參照附表五與附表六格式自行設計調整，並應於測試後給予勞工檢測結果之副本。此外，也應將所有受測者之檢測結果彙整成總表（附表七）。



## 密合度測試檢核事項

### 請確認是否已完成下述事項

- 1. 勞工在使用緊密貼合式呼吸防護具前已通過密合度測試。
- 2. 密合度測試時使用的呼吸防護具需與勞工實際使用的相同。
- 3. 密合度測試需每年實施一次，且於呼吸防護具使用條件改變時重新測試。
- 4. 當勞工因生理狀態改變而影響密合度時，需進行額外的密合度測試。
- 5. 呼吸防護計畫管理者應提供多種類型、尺寸的呼吸防護具給使用者選擇，且當勞工認為呼吸防護具的密合不佳時，可重新進行密合度測試。
- 6. 當定性密合度測試用於 PAPR、SCBA 與 APR 時，其密合係數最大值為 100。
- 7. 在有害物濃度超過 10 倍容許濃度時，需對負壓式呼吸防護具進行定量密合度測試。
- 8. 當定量密合度測試用於呼吸防護具的密合度測試時，半面體緊密貼合式呼吸防護具的密合係數應大於 100；全面體呼吸防護具的密合係數應大於 500。

※ 對於供氣式呼吸防護具與動力淨氣式呼吸防護具採用緊密貼合式面體者：

- 1. 密合度測試採用負壓方式操作。
- 2. 定性密合度測試之進行，是藉由裝上濾材以負壓狀況測試，或使用同款的負壓淨氣式防護具（即改裝濾材）來替代測試。
- 3. 定量密合度測試之進行，是藉由在面體上加裝採樣轉接頭，以同時監測面體內外相關參數。若面體在測試過程中有打洞，則此呼吸防護具不可在工作場所內使用。



## 附表五、定性密合度測試結果參考表格

【定性密合度測試】		測試日期	
受測者姓名		員工編號	
鬍子是否刮乾淨	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 (勾選此項者不得進行密合度測試)		
是否完成生理評估	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
測試方法	<input type="checkbox"/> 糖精 <input type="checkbox"/> 苦味劑 <input type="checkbox"/> 香蕉油		
測試之呼吸防護具廠牌 / 型號與測試結果			
呼吸防護具面體 廠牌 / 型號	尺寸		測試結果
1.	<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過
2.	<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過
3.	<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過
4.	<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過
備註：			
受測人員簽名			
測試人員簽名			







## 呼吸防護具使用者之維護

- 雇主有責任提供勞工乾淨、衛生且狀況良好的呼吸防護具，因此，呼吸防護計畫必須包含呼吸防護具的維護及管理程序。常態性的維護對於確保呼吸防護具的性能相當重要，可保護使用者避免健康危害甚或死亡。雇主對於所置備之呼吸防護具，應就以下管理項目訂定實施方式據以執行，包括：

(一) 清潔與消毒	(四) 維修
(二) 儲存	(五) 領用
(三) 檢查	(六) 廢棄



### 一、清潔與消毒

- 呼吸防護具必須按照特定程序（可參考我國 **CNS 14258 Z3035 標準**）或是**製造商的說明書**，定期清潔與消毒。清潔與消毒步驟可分成以下：
  1. 分解呼吸防護具。
  2. 先清潔後消毒。
  3. 通風陰乾、乾燥及組合。
  4. 檢測。



## 二、儲存

1. 避免呼吸防護具受到有害物、灰塵、光照、極端溫度、濕氣、腐蝕性化學品或其它可能破壞構造狀況的暴露。
2. 避免面體或閥有變形的狀況。
3. 根據製造商的提醒事項進行保存。



## 二、儲存

- 另外，若是緊急狀況使用的呼吸防護具，則必須：
  1. 置於工作區域中可就近取得處，但不可為可能出現緊急危險且受到污染處。
  2. 存放在固定的位置且有明顯的標示。
  3. 根據製造商的操作手冊儲存。



## 三、檢查

- 應根據呼吸防護具的用途，包括非緊急使用、緊急使用或逃生使用，決定其檢查的頻率及步驟。所有呼吸防護具的檢查必須包含下列事項：
  1. 呼吸防護具的功能、連接處的緊密度及不同零件（閥、連接管線、濾材、濾匣或濾罐）的狀況。可就外觀檢查呼吸防護具是否有零件遺失、變形、阻塞、鬆脫、損壞或其它可能會干擾正常功能的狀況。
  2. 檢查橡皮零件部分是否有曲折且損壞。



## 三、檢查

除此之外，依照呼吸防護具用途所進行的檢查時機及程序包括：

1. 非緊急使用之裝備：每次使用之前及定期清潔與消毒時。
2. 自攜式呼吸防護具：每月定期檢查，並在每次使用前、後檢查，應確保空氣鋼瓶處於可立即使用的狀態（檢查空氣氣瓶壓力大於廠商建議值的90%），並檢查調節閥與警示設備功能是否正常。



### 三、檢查

3. 緊急狀況使用之呼吸防護具：每月定期檢查，並在每次使用前、後檢查其功能是否正常。
4. 緊急逃生專用之裝備：每月定期檢查及使用前進行檢查。

以上檢查的頻率需記錄在呼吸防護計畫相關文件或表單中。



### 四、維修

- 當呼吸防護具有任何毀損時，皆不能再繼續使用；當呼吸防護具發生蒸氣或氣體破出、呼吸阻力改變或面體洩漏等狀況時，應更換或修護呼吸防護具。必須是經過專業訓練的人員才能進行特定呼吸防護具的維修。閥座、調節閥和警示器僅能由製造商或經製造商訓練的技術人員進行維修。



## 五、領用

- 為了讓勞工確實定期更換呼吸防護具，應在每次更換呼吸防護具時，對於領用或更換防護具的日期、部門、防護具廠牌、形式、數量等項目詳細記錄，並包括以舊的防護具更換新的防護具，簡單的防護具領用紀錄可參考附表九所示。



附表九、呼吸防護具領用紀錄參考表格

製表人：

部門單位	員工編號	領用人簽章	領用日期	領用防護具種類/型號	數量	備註



## 六、廢棄

- 對毀損或失效的呼吸防護具予以廢棄，確實讓勞工能夠使用到新的且具有良好防護效果之呼吸防護具。



## 呼吸防護具維護與管理檢核事項

### 請確認是否已完成下述事項

- 清潔與消毒：
  - 所有供給的呼吸防護具皆為清潔、衛生且效能良好。
  - 呼吸防護具已依據呼吸防護計畫建議之清潔與消毒方式完成相關處理。
- 呼吸防護具在下列時機須清潔與消毒：
  - 若為個人使用之防護具，則在需要時就應清潔與消毒。
  - 若為共同使用之防護具，則在換人使用前應清潔與消毒。
  - 每次使用後。
  - 每次密合度測試與訓練課程完畢後。
- 儲存：
  - 呼吸防護具須在不會造成呼吸防護具發生損壞、受污染或受壓變形的環境中儲存。
- 緊急應變使用呼吸防護具的儲存：
  - 於工作場所可立即取得之位置。
  - 有清楚明顯的標示。
  - 依據呼吸防護具製造商之建議方式儲存。
- 檢查：
  - 常態使用的呼吸防護具在使用前及清潔與消毒時檢查。
  - SCBA 與緊急使用之呼吸防護具，需每月定期檢查及使用前後進行功能檢查。
  - 緊急逃生專用的呼吸防護具，需在每月定期檢查及使用前進行檢查。
- 檢查項目：
  - 呼吸防護具功能。
  - 貼合點或連接處之緊密性檢查。
  - 配件檢查：面體、頭帶、閥片、濾罐及其它零件等。
  - 各塑膠零件彈性檢查，像是墊片、密合襯墊等。
- SCBA 檢查項目：
  - 空氣鋼瓶是否飽和。
  - 調節閥功能是否正常。
  - 警示器是否正常運作。
- 供緊急使用之呼吸防護具：
  - 留下詳細檢查紀錄文件，並標示相關資訊。
- 維修：
  - 當呼吸防護具檢查有問題時，不可繼續使用。
  - 僅能由受過訓練的人員進行維修。
  - 僅能使用合格認證的零件。
  - 閥片、調節器及警示器僅能由製造商或受過製造商訓練之人員進行調整或維修。
- 領用及廢棄：
  - 定期更換呼吸防護具，並於領用或更換時詳細記錄；毀損或失效之呼吸防護具應廢棄。



## 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。
- 勞動部職業安全衛生署：呼吸防護計畫技術參考手冊，2020。
- 中國醫藥大學職業安全與衛生學系陳振羣副教授投影片。
- 中山醫學大學職業安全衛生系賴全裕副教授投影片。
- 演講投影片，Prof. Peter Tsai, University of Tennessee。



# Thank you for your attention!

李書安 教授

逢甲大學環境工程與科學學系

Email: [salee@fcu.edu.tw](mailto:salee@fcu.edu.tw)

Tel: 04-24517250 ext. 5234