

# 化學品事故案例之 防護具選用時機與限制介紹



乃文有限公司

## 講師簡歷 — 卓聖光

乃文有限公司經理 (服務年資逾20年)  
美國地震搜救訓練結業  
多廠牌空氣呼吸器維修訓練結業  
多廠牌高壓空氣灌充機維修訓練結業  
Allen Vanguard 維安反恐器材訓練結業  
ICST 長隧道消防訓練結業  
CRISTANINI CBRN產品專業訓練結業  
GFT 閃燃爆燃訓練貨櫃訓練結業  
多次受邀出任環保署毒化災訓練講師  
多次受邀出任消防局常訓教官

手機: 0932-068962



# 國外受訓證書



# 毒災及核化災應變裝備

- ◆ 個人防護器材 (PPE)
- ◆ 偵檢器材
- ◆ 洩漏處理器材
- ◆ 除污器材
- ◆ 指揮管制器材
- ◆ 通訊系統
- ◆ 其他器材



# 毒災及核化災個人防護器材 (PPE)

- ◆呼吸防護具
- ◆化學防護衣
- ◆冷卻背心
- ◆救命器
- ◆通訊器材
- ◆人員管制系統



## 呼吸防護具





# 呼吸防護具分類

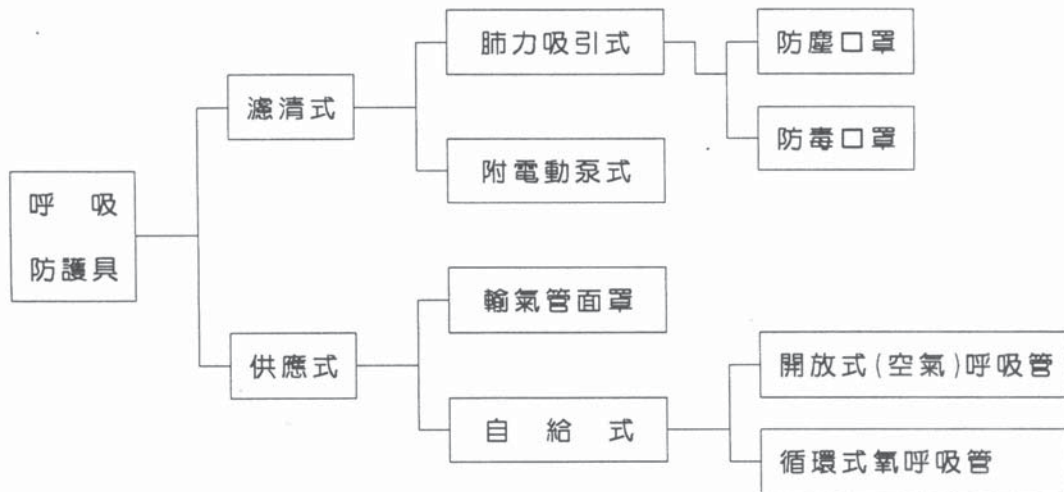


圖 3-1 依供氣原理之呼吸防護具分類

# 呼吸防護具種類

- ◆ **濾清式**: 即防毒面罩, 需搭配濾毒罐使用, 僅適用於特定之中低濃度毒氣, 且空氣中之含氧濃度需為**18%**以上
- ◆ **壓縮空氣呼吸器**: 一般係指自給式SCBA
- ◆ **循環式氧氣呼吸器**: 以氧氣代替空氣且為密閉循環, 即呼氣不排出
- ◆ **化學發生式氧氣呼吸器**: 利用化學劑產生氧氣供呼吸使用

# 濾清式

## ◆ 肺力吸引式



## ◆ 電動泵式



# 供氣式

## ◆ 管連式

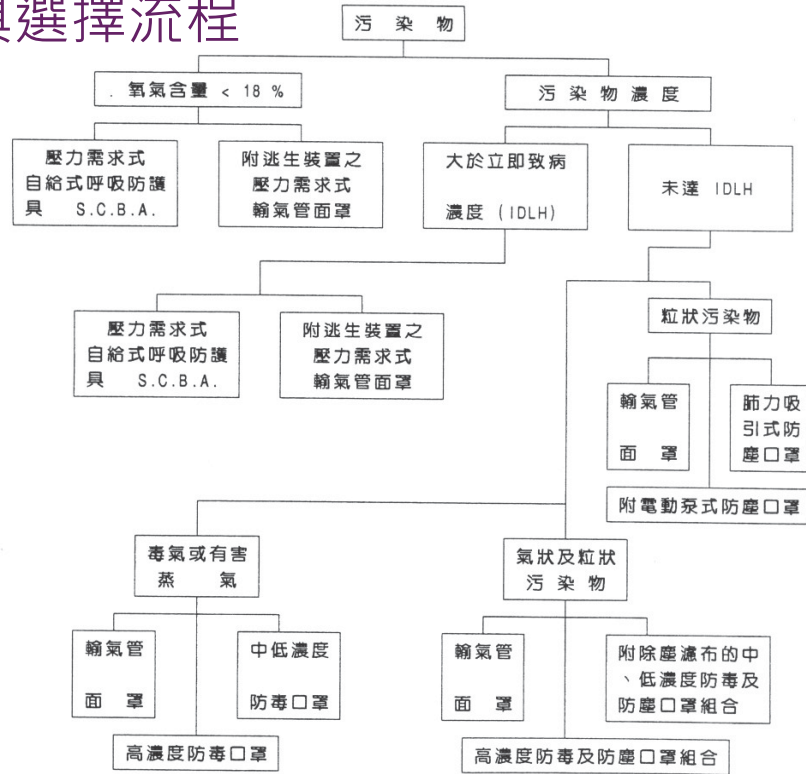


## ◆ 自給式

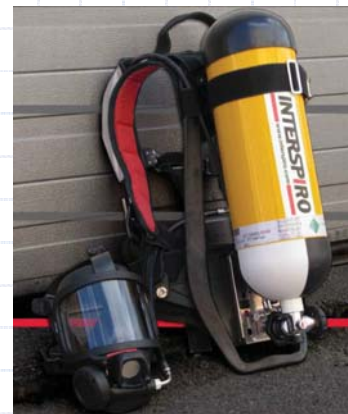


呼吸防護具的選擇流程

# 呼吸防護具選擇流程



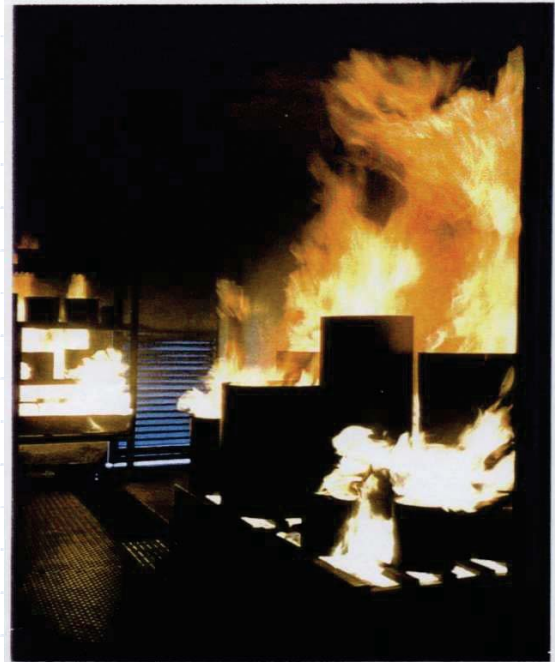
# 空氣呼吸器 (SCBA)





## SCBA 使用時機

- ◆  $O_2$ 含量低於18%
- ◆ 高濃度之毒性氣體  
(濃度大於IDLH)
- ◆ 劇毒之毒性氣體  
(如:沙林,光氣...)
- ◆ 未知氣體的危險環境
- ◆ 無色無味之毒性氣體  
(此時建議使用 SCBA)



## SCBA之優缺點

(與其它呼吸防護具比較, 如濾毒罐面罩)

- ◆ 優點：
  - a. 安全性極高
  - b. 不易受外界環境影響
- ◆ 缺點：
  - a. 重量較重(需體能狀況良好者)
  - b. 需定期保養檢查
  - c. 需定期重新充填氣瓶(每 6 個月)
  - d. 使用難度較高 (需定期訓練)
  - e. 成本較高

## 使用SCBA之注意事項(一)

- ◆每次使用前確認氣瓶壓力(90%以上)
- ◆每半年重新充填氣瓶
- ◆氣瓶搬運儲存務必小心
- ◆不可配戴一般有鏡架眼鏡
- ◆二人一組,不可單人作業

## 使用SCBA之注意事項(二)

- ◆氣瓶單獨放置時,以瓶塞封口
- ◆使用中隨時查看壓力錶,了解空氣存量
- ◆當警笛響起 → **馬上進行撤退**動作
- ◆評估適當之通訊方式
- ◆定期保養維修



# SCBA 的組成

- ◆ 氣瓶
- ◆ 減壓閥/警笛/安全閥/背負系統(背架組)
- ◆ 肺力閥
- ◆ 正壓式全面罩

## 氣瓶 (一)

- ◆ 材質：
  - 無縫合金**鋼瓶**
  - 複合**材質**氣瓶**
  - 鋁合金氣瓶 (X)  
(**歐盟禁用**)
- ◆ 壓力：標準充氣壓力: 200Bar/300Ba  
水壓測試壓力: **1.5** 倍 (歐規)  
**5/3** 倍 (美規)
- ◆ 氣瓶空氣品質:  
高壓空氣灌裝過程需過濾油,水及CO  
需定期更換氣瓶內空氣 (3~6個月)



## 氣瓶 (二)



### ◆ 氣瓶使用時間計算

總空氣量： $6 \text{ (L)} * 300 = 1800 \text{ (L)}$

靜態時空氣消耗速率： $30 \text{ (L/min)}$

動態時空氣消耗速率： $40 \sim 60 \text{ (L/min)}$

靜態使用時間： $1800 \text{ (L)} / 30 \text{ (L/min)}$   
 $= 60 \text{ (min)}$

動態使用時間：約  $45 \sim 30 \text{ (min)}$

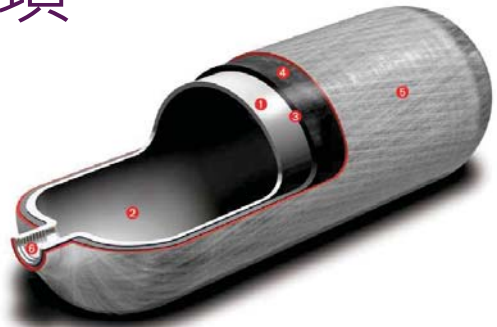
## 氣瓶 (三)

### ◆ 影響氣瓶使用時間因素：

1. 氣瓶壓力及容積
2. 心理狀況(緊張,亢奮,恐懼...)
3. 生理狀況(性別,體形,健康...)
4. 工作負荷(重度工作...)
5. 穿戴正確否(有無佩帶不正確而漏氣...)
6. 呼吸器性能(故障,正壓過大...)

## 複合瓶使用注意事項

- ◆ 定期檢驗
- ◆ 避免快速充氣/放氣
- ◆ 避免碰撞
- ◆ 避免接觸化學物質
- ◆ 避免高溫
- ◆ 避免日曬
- ◆ 使用年限 (註: 一般為 15 年)
- ◆ 嚴格遵守工作(充氣)壓力之上限



## 減壓閥/安全閥

- ◆ 將氣瓶內 300Bar之壓力減為6-8Bar
- ◆ EN標準供氣量: 300 L/min 以上
- ◆ 安全閥: 減壓器減壓後之壓力過大時, 壓力由此洩出





## 肺力閥

- ◆ 將中壓管 7Bar 壓力減至**略高於1大氣壓** (1.013+0.003 Bar)
- ◆ 依壓力需求全自動正壓供氣
- ◆ 可控制停氣或加強供氣
- ◆ 具有旁通功能 (by-pass)
- ◆ 可切換至呼吸外界的空氣



## 正壓式全面罩

- ◆ 正壓式面罩, 具防霧結構
- ◆ 材質: 橡膠, 矽膠, EPDM
- ◆ 固定帶: 五爪式, 網式, 勾式
- ◆ 眼鏡架: 供近視使用
- ◆ 評估面罩通訊方式



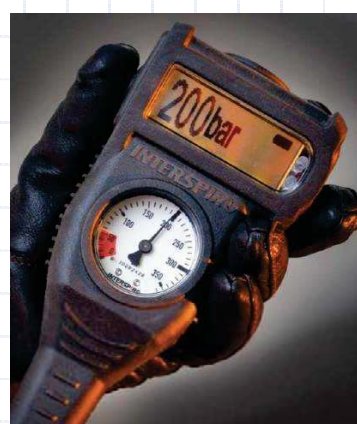
## 背負系統

- ◆ 背板: 防靜電, 耐衝擊, 人體工學設計
- ◆ 可調整式背架適合不同身高使用者
- ◆ 將重量平均分佈於肩, 腰, 臀
- ◆ 具有避免管線外露的設計
- ◆ 耐燃肩帶/腰帶, 具肩墊/腰墊
- ◆ 具氣瓶固定瓶槽可置放各型大小氣瓶或雙瓶, 氣瓶束帶為耐燃材質



## 壓力錶/警笛

- ◆ 機械式壓力錶, 或電子式壓力錶, 或兩者結合
- ◆ 橡膠外套保護, 錶面採全鏡面夜光塗佈, 顯示指數 0-300bar 以上
- ◆ 警笛: 氣瓶壓力低於  $55 \pm 5\text{Bar}$  時, 需發出高於 90 分貝之警報



# SCBA搭配使用之器材

◆ 通訊系統



◆ 救命器



◆ 數位人員管制系統



◆ 紅外線熱顯像儀



# SCBA保養檢查

◆ 保養週期

◆ 氣瓶測試

◆ 自我檢查

項目	名稱	保養方法	出廠	使用前	使用後	每半年	每年	每六年
7.1	面罩	參看面罩說明						
7.2	肺力閥	參看肺力閥說明						
7.3	減壓閥	7.3.1. 警笛	✓			✓		
		7.3.2. 高壓墊圈更換					✓	
		7.3.3. 細部檢查						✓ <sup>③</sup>
7.4	壓力組件	高壓及中壓組件之氣密測試	✓			✓		
7.5	壓縮氣瓶	7.5.1 充氣	✓					
		7.5.4 氣瓶閥	✓					
		6.4.1 充填壓力檢測 官方檢測		✓				✓
7.6	呼吸器	整體清洗			✓		✓	
7.7	呼吸器	功能及洩漏檢查	✓					
6.4	呼吸器	簡易檢查		✓		✓ <sup>①</sup>	✓ <sup>②</sup>	



## 氣瓶測試

- ◆ 外部目視檢查
- ◆ 內部內視鏡檢查
- ◆ 瓶頸螺紋檢查
- ◆ 敲擊法檢查
- ◆ 重量檢查
- ◆ 水壓測試
- ◆ 渦電流檢查



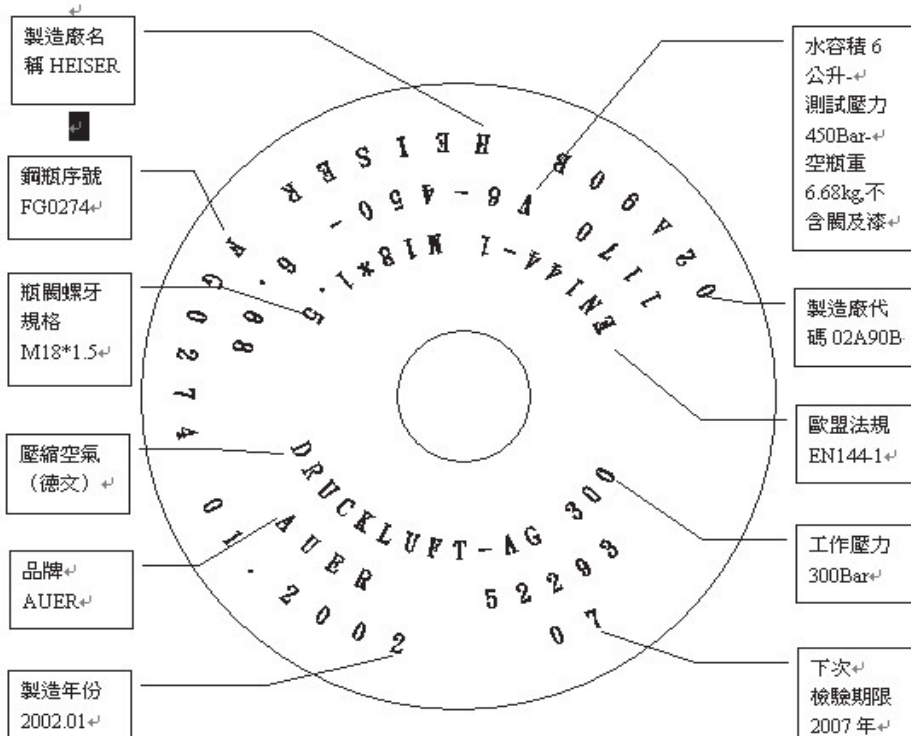
## 鋼瓶切面



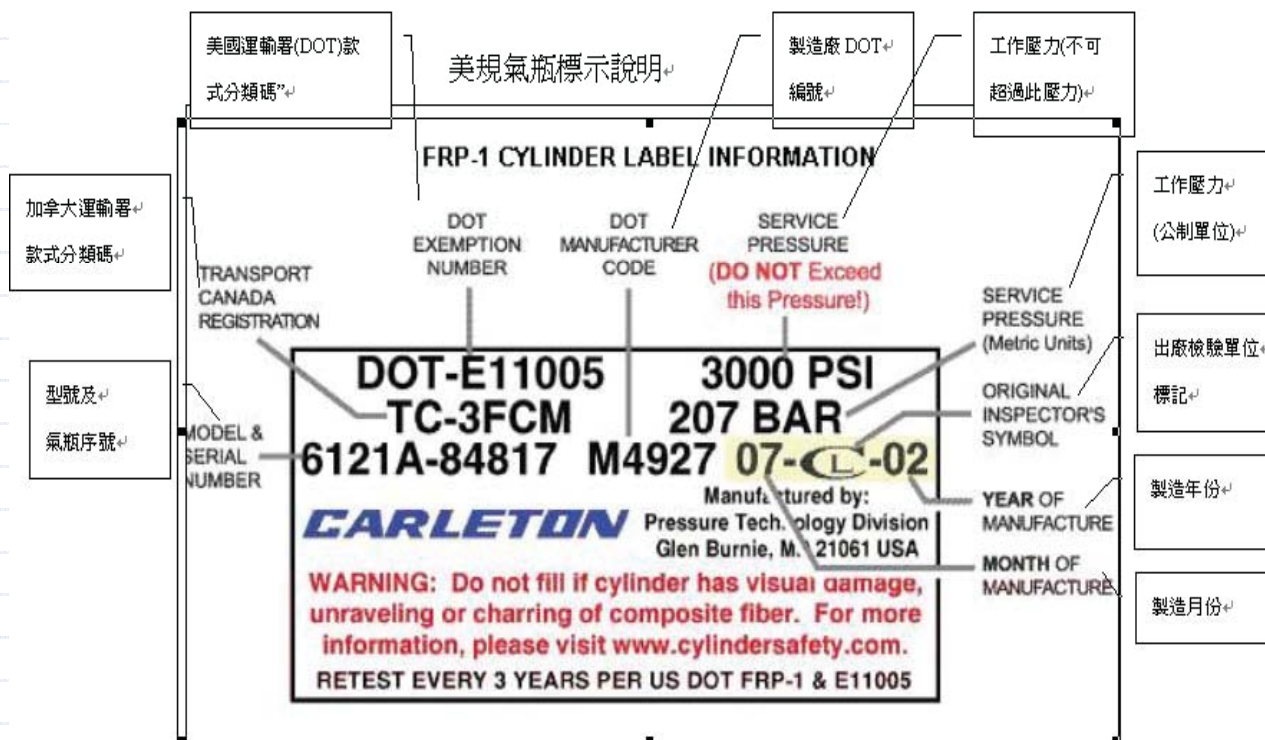
# 氣瓶閥事故



# 歐規氣瓶標示



# 美規氣瓶標示



# 化學防護衣



A 級耐閃火型



A 級



B 級



C 級



# 美國環保署EPA防護等級-D

等級	裝備	提供防護	使用時機	標準限制
D	建議裝備： 連身工作服 抗化安全靴 安全或抗化眼鏡 安全帽 加選裝備： 手套、面罩、逃生頭罩	無呼吸防護 少部分皮膚 防護	空氣無已知危害物 工作防止潑濺、浸漬或可能不預期的 吸入或接觸有害等級的任何化學物質	此等級不 應穿著於 高熱且溫 暖區域 空氣應至 少有 19.5% 的 氧氣

# 美國環保署EPA防護等級-C

等級	裝備	提供防護	使用時機	標準限制
C	建議裝備： 全面罩、空氣淨化含濾 毒罐之呼吸器 化學防護服 (連身長袖 夾克、頭罩；1或2件式 防潑濺化學防護服；單 件拋棄式化學防護服) 內外抗化手套 抗化安全靴 安全帽 雙向通訊系統 加選裝備： 連身工作服、可拋式鞋 套、逃生頭罩、長袖棉 內衣	與Level B相 同等級之皮 膚防護但較 低等級之呼 吸防護	空氣污染、液態潑濺或其他直接接觸 不會有害地影響任何暴露的皮膚 氣態污染物種類已經被辨認，濃度已 知且使用之濾毒罐可防護該污染物 應做到所有使用空氣呼吸器之標準， 對於純淨空氣呼吸器	化學物質 之空氣污 染布超出 缺氧或嚴 重危害場 所 (IDLH 等級 空氣應至 少有 19.5% 的 氧氣

## C 級防護裝

- 全面罩、濾毒罐
- 防潑濺化學防護服
- 內、外抗化手套
- 抗化安全靴或抗化鞋套
- 安全帽



## CPS 的選用配件



冷卻背心



抗化防護鞋



抗化手套



抗化手套 (耐閃火型)



抗化護目鏡



抗化膠帶

## 美國環保署EPA防護等級-B

等級	裝備	提供防護	使用時機	標準限制
B	<p>建議裝備：</p> <p>壓力需求型全面罩自攜式空氣呼吸器或壓力需求型空氣供給呼吸用逃生型空氣呼吸器</p> <p>化學防護服（連身長袖夾克、頭罩；1或2件式防潑濺化學防護服；單件拋棄式化學防護服）</p> <p>內外抗化手套</p> <p>抗化安全靴</p> <p>安全帽</p> <p>雙向通訊系統</p> <p>加選裝備：</p> <p>連身工作服、可拋式鞋套、長袖棉內衣</p>	<p>與Level A相同的呼吸防護但較低的皮膚防護</p> <p>這是在初步狀況最低等級的防護，直到危害物已經被進一步確認</p>	<p>物質的型式與空氣污染物已經被確認而且要求高等級呼吸防護但較低的皮膚防護。包含氣體：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 缺氧或健康危害嚴重之特定物質其濃度不會對皮膚有嚴重危害。或</li> <li>• 未達使用純淨空氣呼吸器標準</li> </ul> <p>大氣包含少於19.5%的氧氣。</p> <p>現存未被辨認氣體或蒸氣可由有機氣體偵測器讀出，但蒸氣與氣體不得懷疑含有對皮膚有高危害等級之化學物質或可能藉由皮膚吸收。</p>	<p>只能使用於蒸氣與氣體不得懷疑含有對皮膚高危害等級之化學物質或可能藉由皮膚吸收。</p> <p>只能使用於工作中，不可能產生高濃度蒸氣或氣體或顆粒或潑濺之會影響皮膚的物質。</p>

## 美國環保署EPA防護等級-A

等級	裝備	提供防護	使用時機	標準限制
A	<p>建議裝備：</p> <p>壓力需求型全面罩自攜式空氣呼吸器或壓力需求型空氣供給呼吸用逃生型空氣呼吸器</p> <p>全罩式化學防護服</p> <p>內抗化手套</p> <p>抗化靴</p> <p>雙向通訊系統</p> <p>加選裝備：</p> <p>冷卻系統、連身工作服、長袖棉內衣、安全帽、可拋式手套與鞋套</p>	<p>最高等級的呼吸、皮膚以及眼睛防護</p>	<p>基於下列之一，化學物質已被確認且要求對呼吸系統、皮膚以及眼睛最高等級防護：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 已量測（或可能）高濃度氣體氣壓或粒子或</li> <li>• 操作場所或模式極可能潑濺、浸漬或暴露於未預期之氣體、蒸氣、粒子，有傷害皮膚之物質或經由無損傷之皮膚被吸收</li> </ul> <p>目前已知或懷疑高度危害皮膚之物質或可經由皮膚接觸之危害高度物質。</p> <p>在受限與通風不良處，所有動作必須被管制，直到確認不再需求A級防護為止。</p>	<p>全罩式防護服材質必須與使用環境物質相匹配</p>



# A 級防護裝備



A 級化學防護衣



面罩通訊系統



空氣呼吸器

# 化學防護衣抗化測試

NFPA 1991 處理  
化學危險品時之蒸  
汽防護服裝標準

Chemical Test Data – NFPA 1991

CHEMICAL/AGENT	TEST METHOD	NFPA REQ'T	GARMENT MATERIAL FLEX/ABRADED	VISOR MATERIAL PRISTINE	VISOR SEAM PRISTINE	GARMENT SEAM PRISTINE
ACETONE			>480	>480	>480	>480
ACETONITRILE			>480	>480	>480	>480
AMMONIA			>480	>480	>480	>480
1,3-BUTADIENE			>480	>480	>480	>480
CARBON DISULFIDE			>480	>480	>480	>480
CHLORINE		310	>480	>480	>480	>480
DICHLOROMETHANE			>480	>480	>480	>480
DIETHYL AMINE			>480	>480	>480	>480
DIMETHYL FORMAMIDE			>480	>480	>480	>480
ETHYL ACETATE			>480	>480	>480	>480
ETHYLENE OXIDE			>480	>480	>480	>480
HEXANE			>480	>480	>480	>480
HYDROGEN CHLORIDE			>480	>480	>480	>480

NFPA 1994  
化學/生物恐  
怖攻擊事件現  
場防護服裝標  
準

Chemical Test Data – NFPA 1994, Class 2

CHEMICAL/AGENT	TEST METHOD	NFPA REQ'T	GARMENT MATERIAL FLEX/ABRADED	VISOR MATERIAL PERMEATION	VISOR SEAM PRISTINE	GARMENT SEAM PRISTINE
DISTILLED MUSTARD (HD)		≤ 4.0 µg/cm <sup>2</sup>	0.002	0.004	<.001	0.001
SOMAN (GD)		≤ 1.25 µg/cm <sup>2</sup>	0.011	<.001	<.001	<.001
ACROLEIN	ASTM F739	≤ 6.0 µg/cm <sup>2</sup>	<1	<1	<1	<1
ACRYLONITRILE		≤ 6.0 µg/cm <sup>2</sup>	<1	<1	<1	<1
AMMONIA		≤ 6.0 µg/cm <sup>2</sup>	<1	<1	<1	<1
CHLORINE		≤ 6.0 µg/cm <sup>2</sup>	<1	<1	<1	<1
DIMETHYL SULFATE		≤ 6.0 µg/cm <sup>2</sup>	<1	<1	<1	<1

## A 級耐閃火型化學防護衣

- 具有抗化及耐閃火的能力
- 耐閃火能力：  
耐溫 800°C~1000°C  
5 秒~10秒鐘  
(視各廠牌性能而定)
- 外層手套為阻燃材質



## A 級耐閃火型CPS – 使用限制

- 非消防衣或抗高溫服：  
不可靠近有火焰或高溫的地方
- 若遇遭遇閃火後，應立即撤退  
到安全的區域

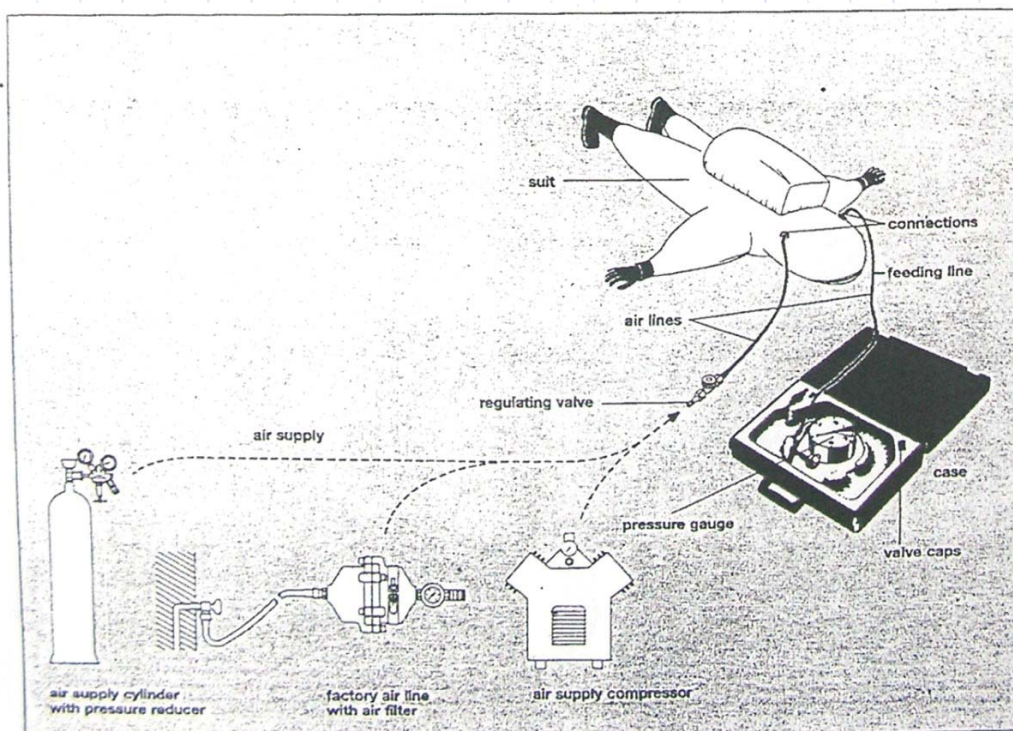




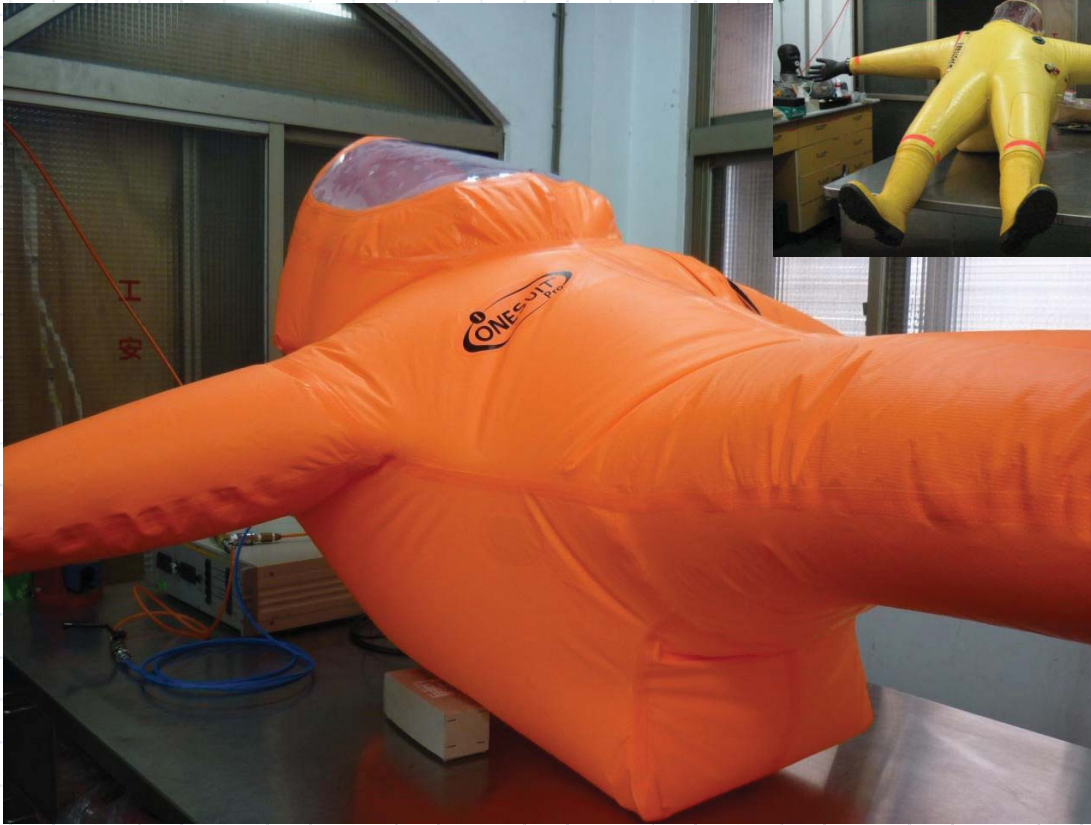
# CPS 存放方式



# A 級 CPS 氣密測試







## 化學品事故案例 – 防護具選用及使用限制

# 桃園市台61線硫酸化學槽桶掉落 外洩事故



## 現場危害狀況:

- ◆ 無火災或燃燒之可能性
- ◆ 氧氣濃度 > 19.5%
- ◆ 已知危害物質: 硫酸
- ◆ 危害狀態: 液體及微量蒸氣
- ◆ 非劇毒之毒性氣體
- ◆ 微量蒸氣對皮膚危害性低

## 選用之防護具及使用限制

- ◆ 第一線人員：  
C 級或更佳之防護具
- ◆ 其他應變人員或後勤人員：  
D 級防護具+抗化手套+半面罩  
或口罩
- ◆ 須選用酸性濾毒罐，並注意濾  
毒罐是否飽和，應適時更換



## 桃園市新屋區化學工廠倉庫火災 並引發爆炸





## 現場危害狀況:

- ◆ 嚴重火災，並有大量不明濃煙產生
- ◆ 氧氣濃度 < 19.5%
- ◆ 危害物質: 多種或不明之化學品混儲
- ◆ 危害狀態: 液體、蒸氣及氣體
- ◆ 可能會產生劇毒之毒性氣體
- ◆ 蒸氣及氣體可能危害皮膚或透過皮膚被吸收

## 選用之防護具及使用限制

- ◆ 第一線人員:  
A 級防護裝備 (耐閃火型防護衣)
- ◆ 其他應變人員或後勤人員:  
B 級防護具及C 級防護具
  
- ◆ 穿著A 級防護裝備方可進入危害區域；  
但亦不可靠近高溫區域
- ◆ 注意空氣呼吸器氣瓶剩餘使用時間
- ◆ 若遭遇閃火則應撤退到安全區域
- ◆ 冷區使用綜合濾毒罐者亦應注意濾毒罐是否飽和，應適時更換



**THE END**

謝謝！