



## 事故案例兵棋推演

報告人：沈嘉捷

2016.04.24

2016.04.25

- ◆ CSTI應變程序介紹
- ◆ 事故案例\_工廠鋼瓶洩漏
- ◆ 事故案例\_公路槽車翻覆
- ◆ 事故案例\_港口儲櫃洩漏



▶ 簡報大綱

事故案例兵棋推演

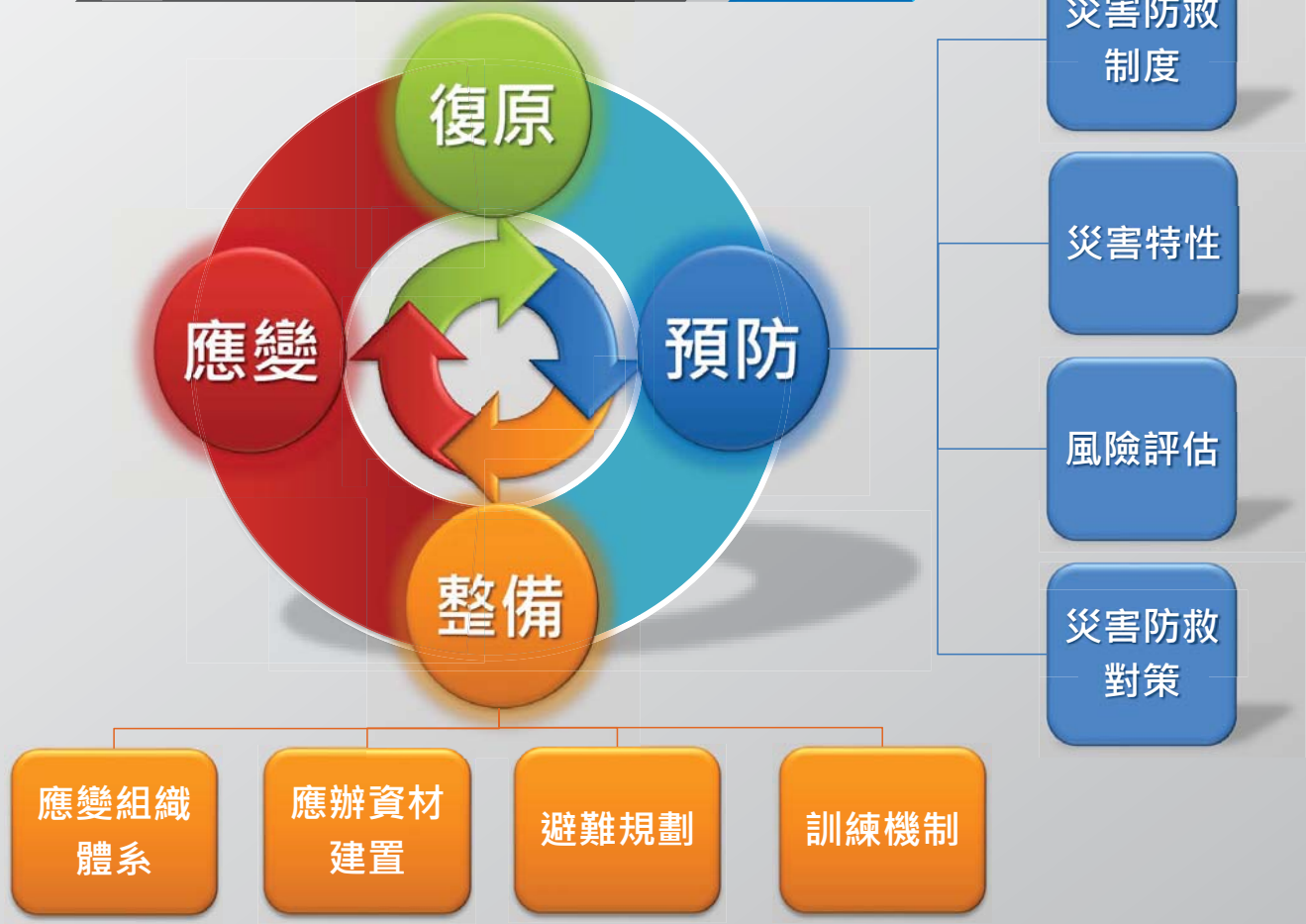


➔ NEXT

CSTI

應變程序介紹

## 災害管理4階段





# 災害管理4階段



# CSTI危害物事故應變原則





CSTI應變程序

災況現場

Safety安全

Isolation

(Deny Entry)

隔離及禁入

Notification

通報

➔ NEXT

## 人員安全 (Safety)

維護現場人員安全

- 首先確保所有現場人員安全，有受傷或污染人員除污後離場，並避免資源不足時貿然進入災區救災，導致傷亡，現場需疏散非相關人員。
- 第一線救災應變，應評估現場所需防護裝備是否足夠。





# 人員安全 (Safety)



## 做安全的評估/估量

- 不要為了正確的確認而過份接近。
- 減緩交通工具，關閉空氣流通與觀測地區。
- 讓交通工具朝向事故現場的反方向。
- 使用望遠鏡去辨識/評估事故。

9/96

## 確保現場人員安全的三個技術



10/96

## 現場隔離 (Isolation)



- 初步現場管制及疏散不必要人員，疏散人員需注意隔離及除污後離開，**避免** 污染物蔓延。
- 無受過專業救災訓練之人員及無充足防護前不宜進入熱區救災，離開熱區時應先除污，避免污染擴至其他區域。

11/96

## 現場隔離 (Isolation)

區域管制是用於**控制**在危險區域內的**危害物質**，避免經由空氣或其他傳播途徑擴大其影響面，單純從**化學物質**污染而言，可防止應變小組成員間之交叉污染。

### 2012年湖南LPG槽車側翻事故

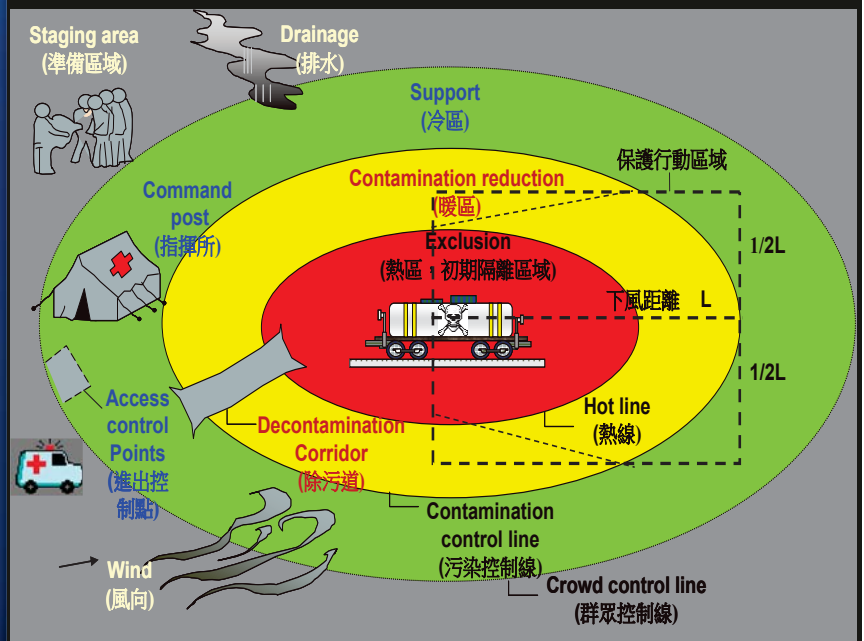




## 現場隔離 (Isolation)

- 第一層封鎖區：熱區
- 第二層封鎖區：暖區（除污走廊）。
- 第三層封鎖區：冷區（現場指揮所）。
- 外圍區：不封鎖，但需維持交通順暢，以利各項緊急設施及車輛進出使用。

## 區域管制劃分



除污走道：傷患搶救經除污後才能送醫

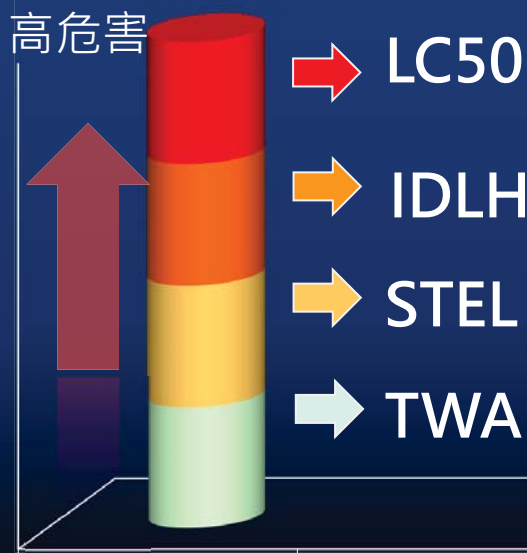
13/96

## 如何劃定冷熱暖區

- 初期隔離參考資訊
  - 緊急應變指南 (ERG)
  - 緊急應變卡
  - 廠區危害預防及緊急應變計畫書
    - ◆ 擴散模擬及後果分析資料
  - 毒性化學物質疏散避難作業原則
- 化學品偵檢劃分依據
  - 空間氧氣濃度：是否大於19.5%
  - 爆炸上下限：是否高於LEL或低於UEL
  - 化學品毒理指標：IDLH、STEL、TWA、CEILING

14/96

# 化學品危害 暴露指標



- ◆IDLH - 生命、健康立即危險性，暴露為30分鐘內不引起不可恢復之健康效應之最大濃度。代表不可逆之健康效應將發生之濃度。
- ◆PEL-TWA（八小時日時量平均容許濃度）：為勞工每天工作八小時，一般勞工重複暴露此濃度下，不致有不良反應。
- ◆PEL-STEL（短時間時量平均容許濃度）：勞工連續暴露在此濃度下任何十五分鐘，不致有下列情況：(1)不可忍受之刺激。(2)慢性或不可逆之組織病變。(3)麻醉昏暈作用，意外事故增加之傾向或工作效率之降低。

15/96

## 通報 (Notification)



- 除現場指揮官或通訊官應適時通報或回報上級，以利後續支援及狀況研判。
- 回報：包括事故現場位置、涉及化學品或製程儀器、人員傷亡及現場狀況等，或需支援及協助事項。
- 現場應利用數位影像或CCD紀錄災況，配合有線或無線傳輸功能，可將現場相片及影像回傳至上級單位。

16/96





CSTI應變程序

指揮評估

Command/Management  
指揮及管理

Identification &  
Hazard Assessment  
辨識及評估

Action planning  
行動規劃

➤ NEXT

## 災害現場常出現問題

缺乏溝通協調能力

現場及組織之間的通訊不一

沒有共同的災害應變計畫

沒有共同組織架構

缺乏及時且正確的資訊

資源運用管理不當

# 應變指揮管理發展的目標

**e.** 具有共享的頻率及通信語言的系統

**a.** 單一的指揮系統

**d.** 共通的專有名詞系統

**b.** 資源的分配系統



**c.** 可在不同單位之中彼此合作無間的系統

19/96

## ICS系統

指揮幕僚

安全官

指揮官

新聞官

聯絡官

作業組

計畫組

後勤組

財務組

應變搶救組

通訊組

安全防護組

出納組

醫療救護組

狀況研判組

器材支援組

求償組

除污組

記錄組

物資支援組

警戒管制組

20/96



## 指揮及管理 (Command/Management)

- 到達現場第一救災單位先擔任現場指揮官，待其他支援及負責之消防或環保單位等到達後轉移，並簡報現場狀況後再轉移指揮權，原指揮者可擔任幕僚角色。
- 利用廠區佈置白板或紀錄表可**掌握現場人員 / 設備 / 資訊之狀況**。

21/96

## 指揮及管理 (Command/Management)

在指揮權轉移時要包括下列項目：

目前事故的狀態

趕赴現場途中之資源，  
或者已請求之資來源資料

事故處理目標及優先順序

已設立之現場設施

目前現場ICS組織架構

通訊計畫

各項資源派遣作業狀況

各項事故進展預測、  
應辦事項及相關議題

22/96

# 危害物事故應變原則(參考CSTI)



23

## 辨識及評估

(Identification & Hazard Assessment)

- 應變危害物質主要步驟之一就是「**確認與危害評估**」，假如不能辨識與評估問題的話，就不能妥善管理危害物事故問題。
- 危害物評估與辨識，首先確認化學物質、種類，然後評估特定危害。



2006 年  
08月18日  
廣州四氯化鈦洩漏  
事故



2014 年 8  
月11日湖  
北省襄陽  
市氯化亞  
砷化學品  
洩漏事件

# 辨識及評估 (Identification & Hazard Assessment)

## 執行危害辨識的三個思考方向

是否有引發傷害的因子？危害的**根源**是什麼？

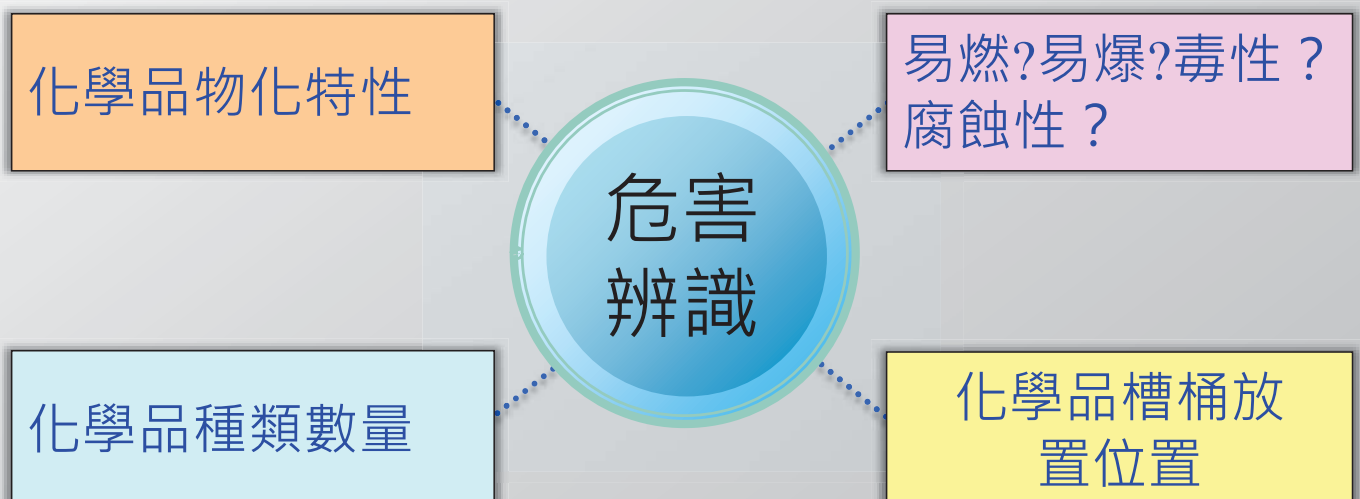
危害是**如何發生**的？可能受到影響或傷害的是  
那些人員？

這些傷害後果會有多嚴重？

25/96

## 辨識及評估(Identification & Hazard Assessment)

- 針對化學品危害進行評估(**人員、環境、設備**)。
- 注意**二次危害**的產生，需要有預測能力。



26/96



# 辨識及評估 (Identification & Hazard Assessment)

## 危害物事故辨識線索

- 職業/位置所在地
- 容器的形狀
- 標示與顏色(GHS與九大類)
- 告示牌與標籤
- 運輸文件和安全資料表 ( SDS )
- 感官
- 其他線索 ( 廠區配置圖、Pipe & Tool ID圖 )



27/96

## 危害物事故辨識線索\_標示與顏色

### 工廠GHS圖示

危害圖示/警示語  
(能快速提醒與警覺)

危害成分  
(確認物質)

危害警告訊息  
(相關可能危害說明)

危害防範措施  
(快速防範措施說明)

製造商或供應商  
(可緊急聯繫請求支援)

苯 (Benzene)

危險

危害成分：苯

危害警告訊息：  
高度易燃液體和蒸氣  
吞食有害  
造成皮膚刺激  
造成眼睛刺激  
可能造成遺傳性缺陷  
可能致癌  
懷疑對生育能力或胎兒造成傷害  
長期暴露會損害神經系統  
對水生生物有害  
如果吞食並進入呼吸道可能致命

危害防範措施：  
緊蓋容器  
置容器於通風良好的地方  
遠離引燃品—禁止抽煙  
若與眼睛接觸，立刻以大量的水洗滌後洽詢醫療  
衣服一經污染，立即脫掉  
勿倒入排水溝  
若覺得不適，則洽詢醫療(出示醫療人員此標籤)  
避免暴露於此物質—需經特殊指示使用

製造商或供應商：(1) 名稱：  
(2) 地址：  
(3) 電話：

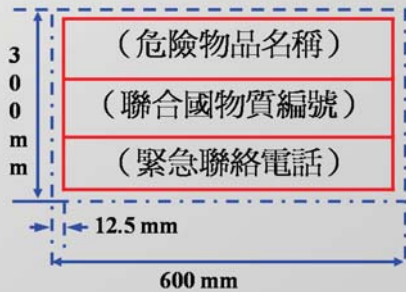
※更詳細的資料，請參考物質安全資料表

28/96

# 車輛輸送標誌及標示牌



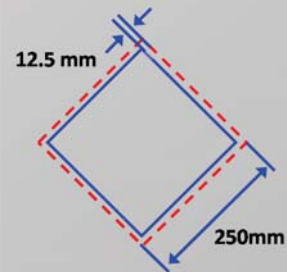
危險標示牌  
(白底紅字以反光材料製作)



危險物品標誌 公司名稱  
及標示牌

危險標誌

(反光材質製作之菱形牌面)



29/96

## 切勿以單一資訊評估辨識現場潛在危害!!



無縫鋼製高壓氣體容器 (CNS 12242 B5107) 14.2容器之塗色



30/96

# 行動規劃 ( Action planning )

- 研擬不同的行動方案。
- 戰略及戰術 (STRATEGY & TACTICS)。
- 攻勢或守勢 (OFFENSIVE & DEFENSIVE)。
- 急救、洩漏著火處理及個人防護等。
- 決定各行動方案的優先順序 (priority)。



31/96

# 行動規劃 ( Action planning )



32/96



## 行動規劃 ( Action planning )

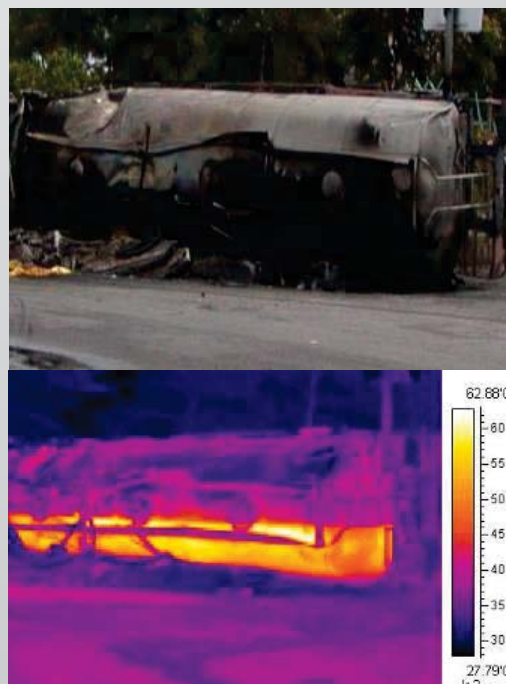
- 依現場安全及對人員、環境及財物設施之可能危害等，評估正面介入的效益，規劃行動及應變方案。
- 依現場狀況、應變指南 ( ERG2012 )、WISER、防救手冊及專家意見，選擇適當因應對策，包括滅火、止洩及急救方案行動。
- 利用模式模擬如ALOHA結合地理資訊，初步評估對鄰近區域人口及環境之危害，實施風險管理。

33/96

## 行動規劃 ( Action planning )

### ● 事故行動方案(IAP) 考量因素包括

- ✓ 事故類型
- ✓ 涉及產物(化學品)
- ✓ 事故性質
- ✓ 暴露
- ✓ 環境狀況
- ✓ 安全注意事項
- ✓ 事件潛在影響
- ✓ 基礎設施的衝擊



34/96

# 行動規劃

( Action planning )

在介入事故之前，試著預測可能導致後果。思考不處理「自然穩定」的可能結果，必須要以**最嚴重情境**來預測。

誰可能會受傷？

影響範圍有多大？

化學品會導致什麼類型的危害？

1998年哥倫比亞火燒公車事件(BLEVE)



35/96

## 行動規劃 ( Action planning )

- 確保進入人員已被告知
  - 所採取應變措施的目的
  - 安全步驟
  - 應變操作程序
  - 緊急撤離訊號及路線
  - 除污區域、設施及程序
- 所採取行動必須是
  - 受過訓練
  - 穿著適當防護衣
  - 夥伴策略及後備人員
  - 氣瓶量控管人員
  - 指揮和安全同等重要



# 行動規劃

( Action planning )

- 1.最佳的應變可能是不要做任何事
  - 首先把「如果我什麼都沒做？」當成基本問題。
  - 然後再問「當介入處理事故會發生什麼正面的影響？」
- 2.持續的反覆評估
- 3.不要成為問題的一部份
- 4.設定應變目標
- 5.設定危害順序

103年高雄港氟化氫毒氣洩漏事件



37/96



CSTI應變程序

搶救防護

Protective equipment  
防護裝備

Containment & Control  
圍阻及控制

Protection actions  
保護行動



NEXT





## 防護設備(Protective equipment)

### 曝露途徑

- (1) 呼吸 ( 90% )
- (2) 皮膚接觸 ( 5-6% )
- (3) 食入或注射 ( 2-3% )



39

## 防護設備(Protective equipment)

我需要何種防護具？



40/96

# 防護設備(Protective equipment)

A級

B級

C級

D級

消防衣



未知

致命的危害

可處理的危害

生物性物質

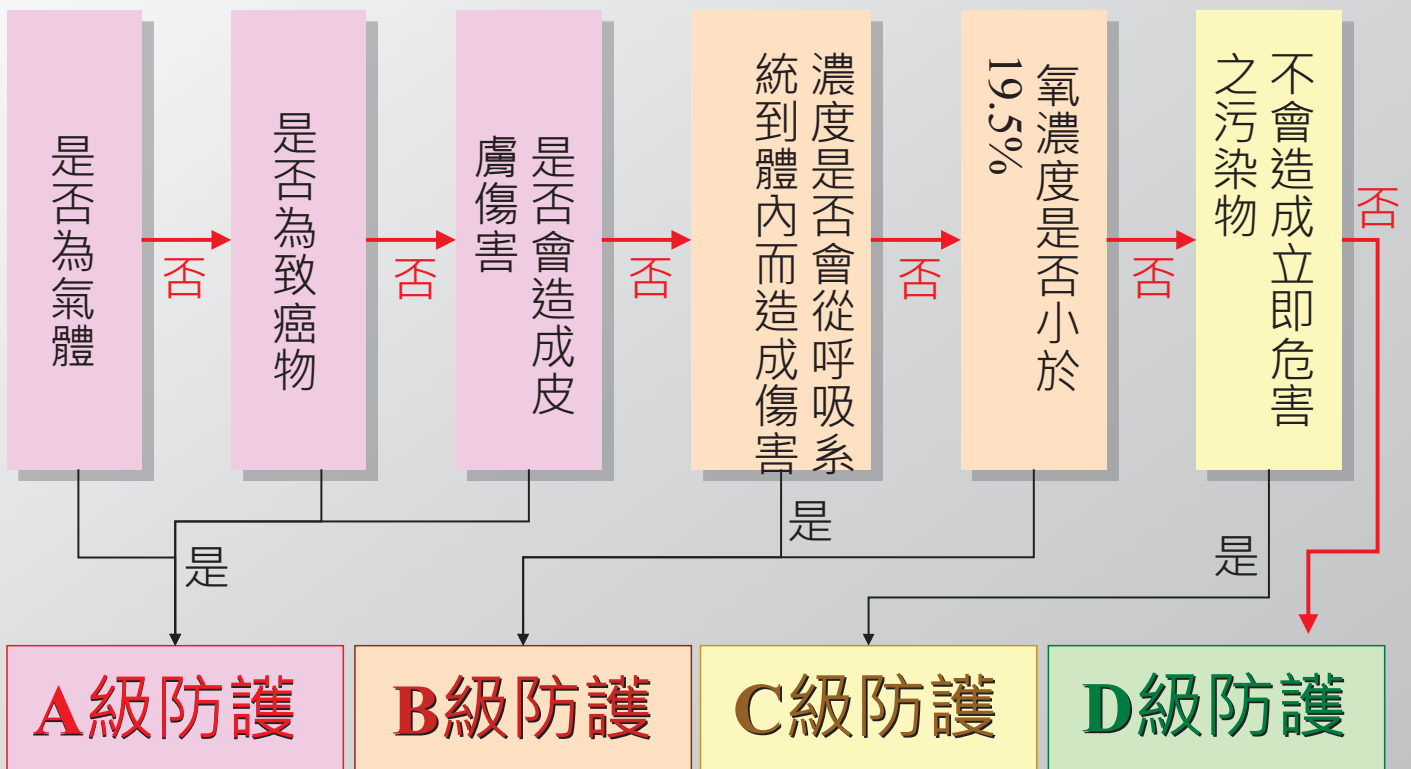
生物性/放射性

滅火搶救

- 沒有任何防護用具同時具備防火及抗化學品功能
- 選用防護裝備必須考量下列因素：
  - 所面對危害
  - 所要執行的任務
  - 多種同等級別及類型個人防護用具同時被採用
  - 誰有能力使用個人防護用具
- 個人防護用具是最後一道防線

# 防護設備(Protective equipment)

## 危害等級及防護具選用方法流程圖







## 我這樣的防護足夠？



43/96

## 防護設備(Protective equipment)

### ● 危害物事故三個主要威脅



### ● 需三種風險一起評估決定穿著何種個人防護裝備及執行何種保護行動。

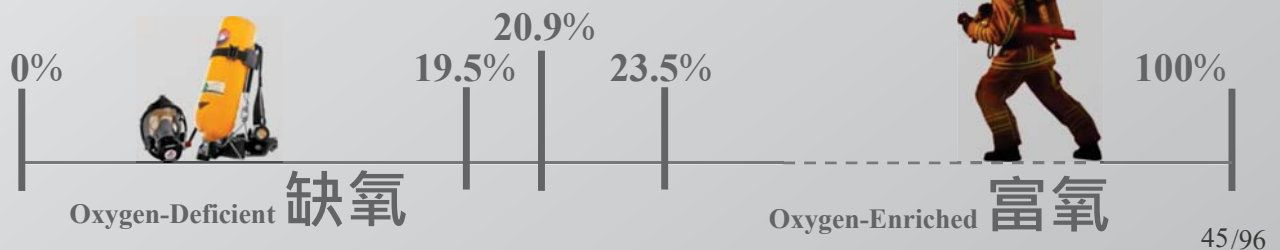
44/96



# 評估大氣環境下缺氧及富氧情形

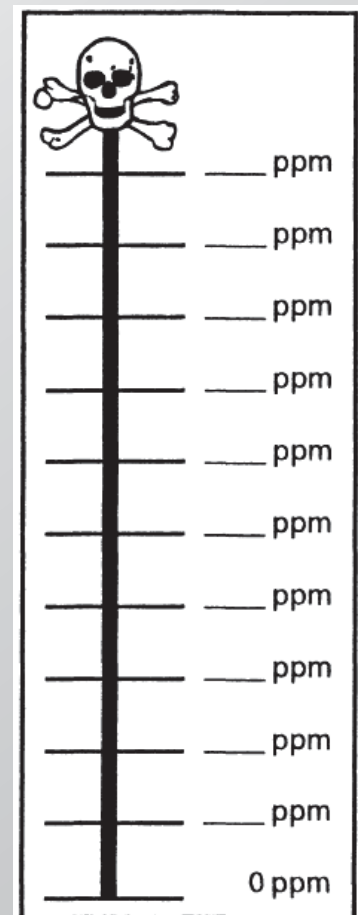
- 由於氧濃度在正常範圍內(19.9%~ 20.9%)佔大約1/5，1%降低意味著大約有 5%濃度的污染氣體；且某些偵測器如可燃氣體偵測器，是需要至少 16%含氧環境才能正常使用。如果氧濃度低於 16%，則儀器讀值可能不準確。
- 氧氣濃度超過20.9%的大氣環境下，可能產生爆炸，更容易和更猛烈點燃的任何易燃或可燃材料，所以富氧環境是不安全的。

註：美國職業安全衛生協會(OSHA)和美國國家職業安全衛生研究(NIOSH)認為19.5%的氧氣濃度是最低的安全標準。



## 毒性評估

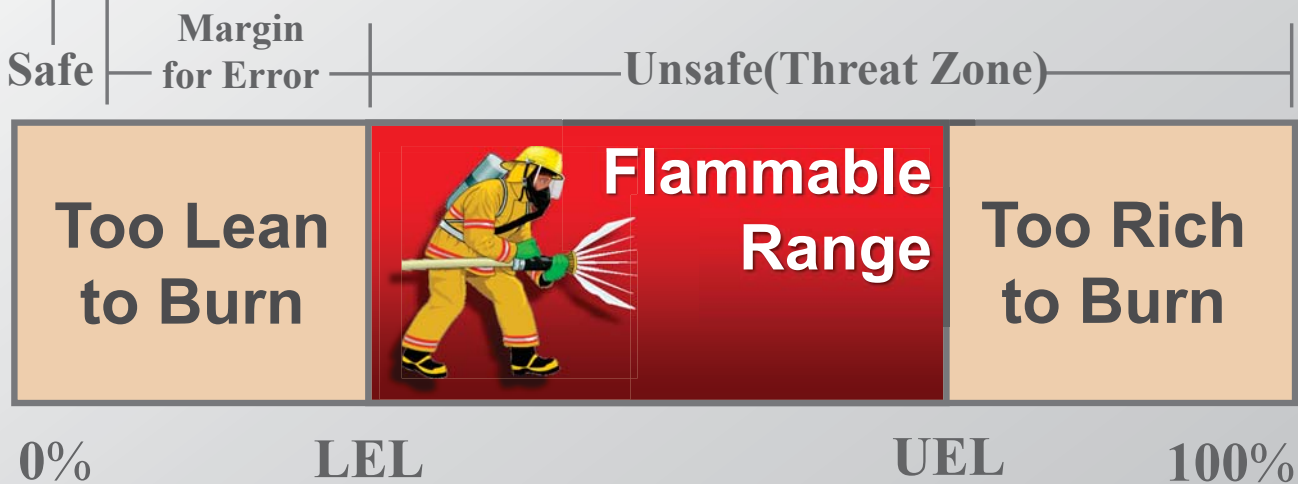
- 污染物濃度通常使用與空氣的體積比，以百分比 (%) 或百萬分之一 (ppm) 或十億分之一 (ppb) 來表示。
- 從 0 ppm 到您需要的最高值。然後插入暴露限制、毒性值和適當的讀值。
- 如果您的需求是緊急應變、應專注於 IDLH 和保護行動的準則。
- 如果您評估工作場所，就專注在暴露限值，其他並不需要全部加入。



# 易燃性評估

10% LEL (OSHA Confined Space Limit) 密閉空間限制

25% LEL (EPA Guideline – Not for Confined Space)



低閃火點表示有更大的危害。

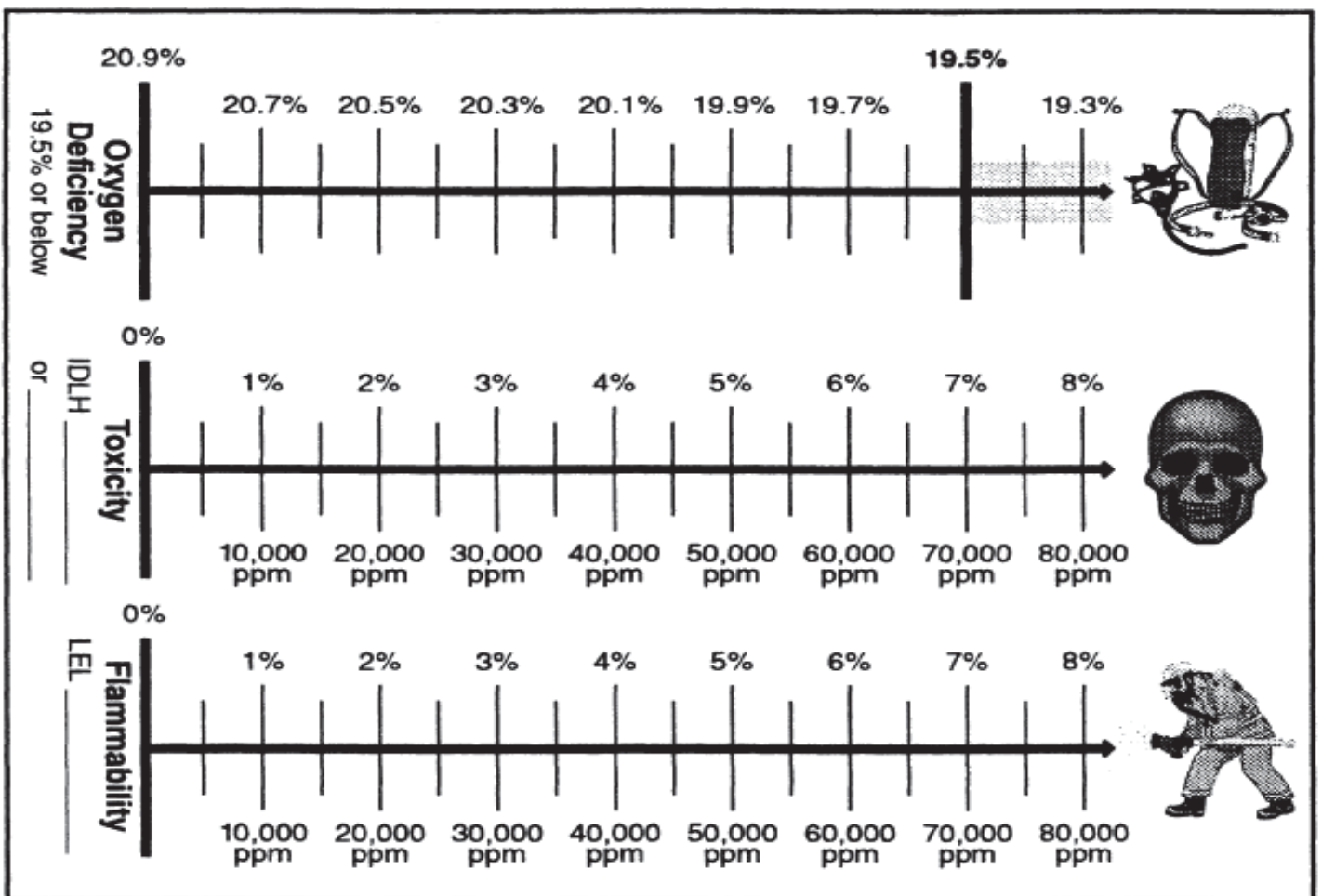
47/96

## 防護設備 (Protective equipment)

三種風險一起評估

- 人是**視覺**導向的，在危害梯度上繪製3個威脅梯度，可以幫助識別哪個危害威脅最嚴重。
- 缺氧危害梯度包含陰影部分表示的威脅區域。
- 中間的**毒性危害**梯度表示**IDLH值**，但它也可修改為表示其他危害數值。
- **易燃性**危害梯度只顯示 **LEL**，因為**UEL**的重要性低於 **LEL**。

48/96



49/96

## 圍堵及控制 (Containment & Control)

現場行動方案以先圍堵污染源，再考慮控制手段如止漏等。

- 現場可能會以大量消防水及水霧進行滅火，化學品吸附及稀釋，可以用吸油棉、攔油索、砂石及木屑等進行廢液圍堵，避免污染源擴散，並回收與處理。
- 現場也應注意鄰近水源、排水及下水道等，圍堵控制污染流向。
- 在熱區操作以安全為優先，評估現場搶修首重安全，包含管線、鋼瓶、槽車及其他設施之止漏，或撲滅火源。

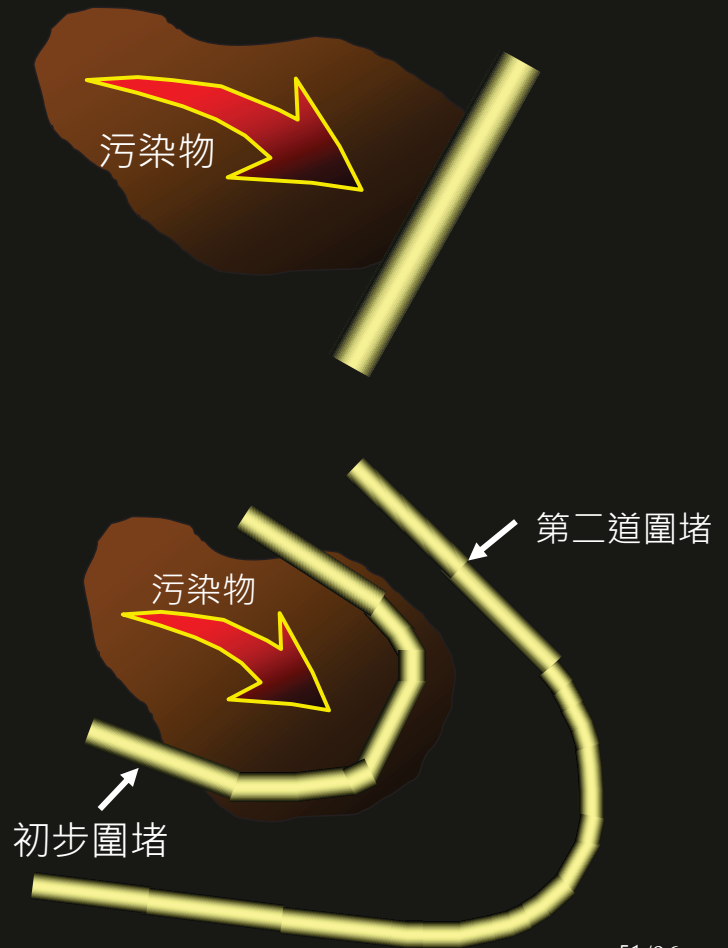
50/96



# 圍堵及控制

## (Containment & Control)

- 初期圍堵：利用吸附物質初步**阻擋**污染物流向。
- 若污染物持續洩漏，污染範圍有擴大之虞，可採二道圍堵策略，以擴大圍堵效果及範圍。



## 圍堵及控制(Containment & Control)

### 圍堵與控制基本考慮

- 物質物理與化學特性
- 外洩速率與外洩量
- 地形與天氣
- 可用時間、資源與設備
- 風險與利益之評估
- 先圍堵污染範圍，再考慮控制污染源



## 保護行動(Protection actions)

災害現場也須注意週遭人員、環境及財產的保護，以監測及採樣瞭解週遭環境狀況及保護需求，也作為調查及災後處理之憑據。

- 持續現場環境監測及紀錄現場溫度、風速、風向、儀器檢測等。
- 交互查詢確保應變措施之正確性，持續安全保護及處置，必要時採取「疏散避難」或「就地掩蔽」減少對週遭人員之影響。

53/96

## 保護行動(Protection actions)

### 常用監測措施

- 觀察及聲響
- 四用氣體偵測器(CO,LEL,O<sub>2</sub>,H<sub>2</sub>S)
- 光離子偵測器(PID)
- 火焰離子偵測器(FID)
- PH酸鹼試紙
- 檢知管組
- 其他高階儀器 ( 如FTIR、GC/MS )



54/96

# 災害環境偵檢目的



用以鑑定和量測事故現場危害物

以做出快速、可靠之判斷為原則



決定應變人員之防護措施

作為可能暴露危害之記錄

決定所需之因應措施

決定民眾之保護措施

評估事故對環境之衝擊

55/96

# 現場偵測儀器之運用

- 應懂得如何使用與維護
- 了解偵測原理及其限度



快速、可靠  
之判斷

- 緊急狀況量測濃度
- 瞭解危害物濃度變化情形
- 進行隔離及防護

56/96



# 環境偵測方式

環境偵測

直接偵測

直讀式儀器  
(direct-reading instrument, DRI)  
可提供即時(real-time)污染物指標。

間接偵測

需藉媒介(media)  
或採樣容器取樣，  
加以分析。

57/96

# 化災現場環境偵檢作業介紹

化災事故發生

危害物事故辨識線索

1. 標示
2. 化學品清單
3. 物質安全資料表
4. 氣體氣味、顏色
5. 人員受傷狀況

研判現場為何  
種化學品

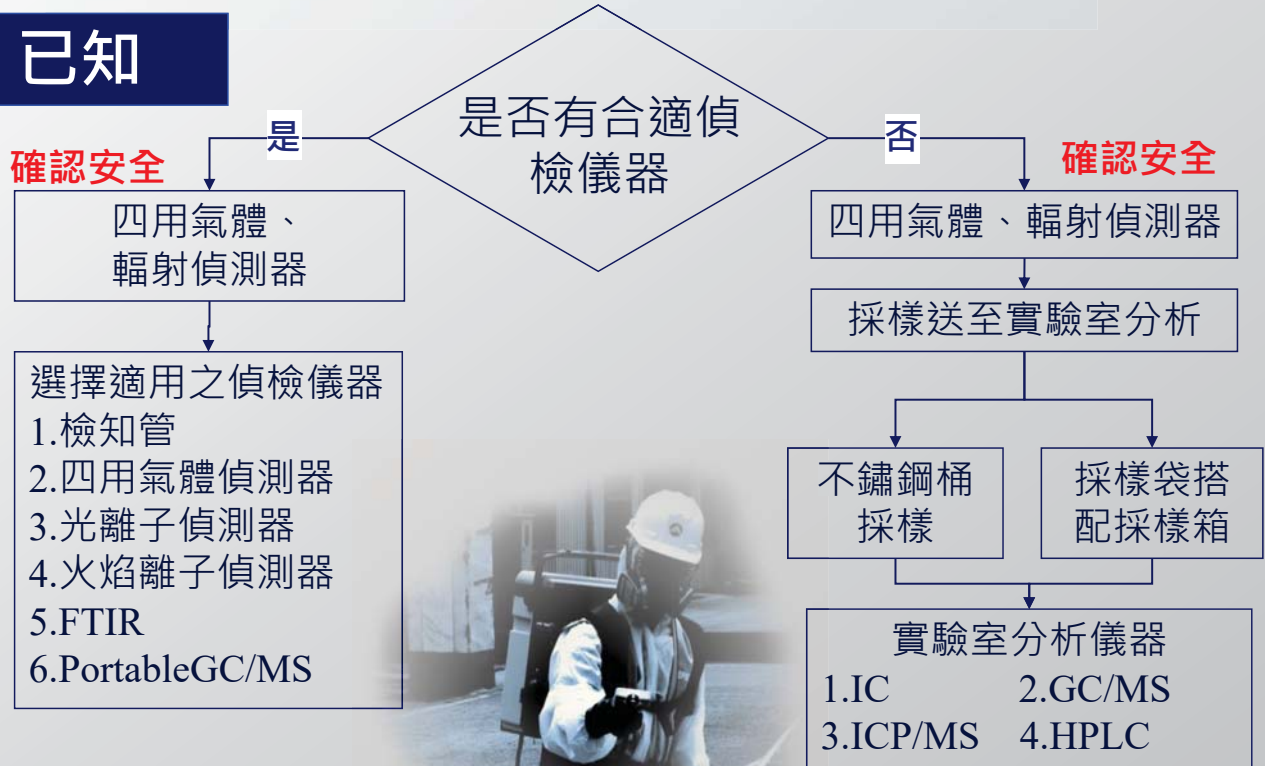
已知

未知

58/96

# 化災現場環境偵檢作業介紹

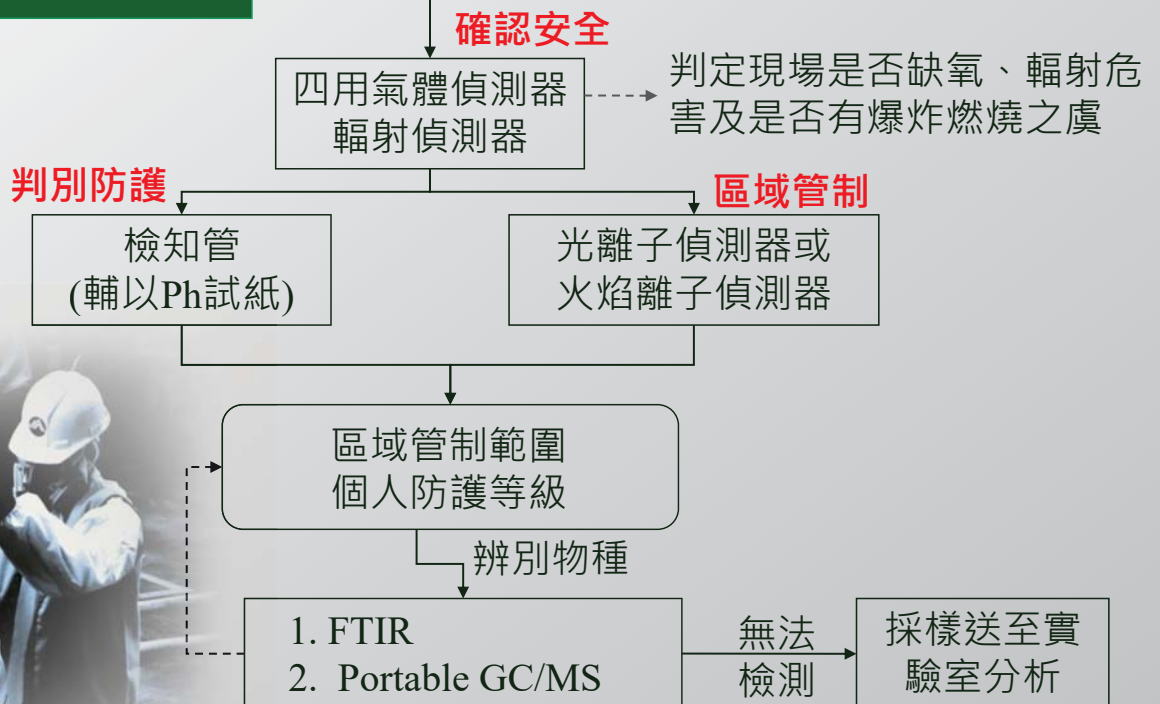
## 已知



59/96

# 化災現場環境偵檢作業介紹

## 未知



60/96

# 偵測儀器用途及選用一覽表

偵測儀器	主要用途	選用時機
簡易攜帶型紅外線熱像儀	溫度及液面變化	熱危害、槽車桶裝內液高
總量可燃氣體偵測器	總量可燃氣體	氣體外洩
四用（五用）氣體偵測器	4種（5種）特定氣體	氣體外洩
光離子偵測器(PID)	總量非飽合性VOC氣體總量	氣體外洩
火燄離偵測器(FID)	總量VOC氣體總量	氣體外洩
傅利葉紅外光譜儀 (FTIR)	已、未知氣體	氣體外洩
檢知管	已、未知氣體	氣體外洩
移動式氣相質譜層析	氣體、水質及土壤中VOC類的已、未知物質	氣體外洩及水土污染
X射線螢光分析儀(XRF)	水土及廢棄物中金屬類	水土污染及不明廢棄物

61/96

## 保護行動 (Protection actions)

- 『疏散』是最優先的保護行動，將民眾從危害區域移往安全的區域。
- 『就地避難』 - 讓民眾待在有危害保護的屋內。



2011年07月28日台南市新化區一家新力美農藥工廠大火



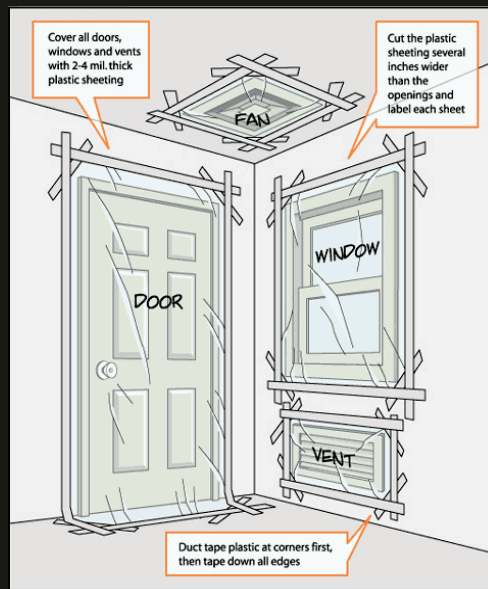
62/96



# 保護行動 (Protection actions)

疏散或就地避難的  
決定參考因素：

- 事故涉及的物質
- 風險區域人口數量及人口分佈
- 事故現場應變能量
- 應變處置時間及氣候



63/96

## 保護行動(Protection actions)

偵測或評估數值	疏散動作
低於ERPG-1或未達危害之濃度	不進行疏散動作
介於ERPG-1與ERPG-2	發布警戒管制區及就地避難警報
偵測或評估數值超過ERPG-2	發布警戒管制區及疏散警報，或做適當的就地避難
偵測或評估數值超過ERPG-3	發布疏散警報，並執行必要之強制疏散

64/96



CSTI應變程序

善後復原

Decontamination  
& Cleaning

除污及清理

Disposal

棄置

Documentation

紀錄

➔ NEXT

## 除污及清理(Decontamination & cleaning)

Why-為什麼需要除污？

- 基本上人員及設備從熱區移出時都需要除污，如未經適當除污作業，恐將**危害帶離熱區將導致污染範圍擴大**
- 如未完成除污程序，污染物將會經由傷患污染到醫護人員、救護車、急診室、救災人員與應變車輛等，**造成大規模的二次污染**
- 未妥善除污及清潔的裝備器材，於事後維修檢查時也會造成維修**人員之傷害**，**裝備器材**如未適時完成除污亦恐導致**損壞**無法再次使用

## 除污及清理(Decontamination & cleaning)

### When-何時建立除污區？

- 在任何人、任何物品進入熱區之前
- 為不同的應變情境，事先考量好除污的範圍及決定適當的除污程序可縮短建立的時間



## 除污及清理(Decontamination & cleaning)

### Where-何處建立除污區？

- 暖區(warm zone)
- 上風處
- 如有大量傷患，則須同時考量方便後送救護站之動線
- 須考量除污所需時間及第一線應變人員的呼吸空氣消耗量
- 除污動線
  - 單線：小規模洩漏、傷患人數少且可行走
  - 雙線：傷患與應變人員除污分道，較為有效率之形式
  - 多線：大規模洩漏、傷患人數多、有無法行走者





# 除污及清理(Decontamination & cleaning)

## 除污目的

- 除去或中和積聚在人、設備之污染。
- 避免有害物藉由滲透等方式污染防護衣及設備等，保護工作人員及設備。
- 降低有害物污染之區域。
- 協助防止不相容化學品混合。
- 保護社區，以防止不能控制之污染物由工廠運輸到社區。

69/96

## 除污及清理

### (Decontamination & cleaning)

- 災後除污及清理工作須確實，避免污染源擴散。
  - 現場出入熱區須管制及除污，除污時配合進行環境偵測及確認。
  - 災後需考量除污現場設備、環境、人員及車輛，避免二次污染。
- 並回收及處理除污水



# 棄置 (Disposal)

## 災後廢棄物處置

- 災害損壞之設備及建築物
- 災後毀損或外洩之化學品
- 消防滅火時所產生的消防廢水
- 救災時產生的廢棄物



71/96

# 棄置 (Disposal)

## 重視棄置議題

- 安全為最首要的要求
- 廢棄物的種類及特性
- 適當的選擇轉運儲存棄置設備及防護用具
- 確認適當的處理方式
- 交由已註冊危害廢棄物經營運輸業者裝運



72/96

## 棄置 (Disposal)

救災及防護物品若受污染、無法回收再利用及無法除污，可能須依有害廢棄物處理及處置。

- 現場應備妥廢棄物棄置物桶，並監督污染用品（吸液棉、拋棄式防護衣等）應妥善置於桶內。
- 當收集之污染物暫時無法妥善處理時，應集中管制棄置桶，禁止人員進入。
- 必要時委託有害廢棄物處理公司處理棄置桶污染物及外洩物。

73/96

## 棄置 (Disposal)

災後廢水處理方式

- 圍堵廢水流向
- 酸鹼中和、消石灰中和污水
- 廢水稀釋
- 廢水收集
- 廢水抽除



74/96



## 紀錄 (Documentation)

檢討事故災因並紀錄以利後續調查及改善

- 紀錄及繪製車輛及人員配置圖，監測點及採樣點示意圖、各單位支援人員人數及職稱表等。
- 現場事故圖配合監測風向、環境監測時間點、洩漏量濃度及附近居民位置繪製關聯圖。
- 以攝影機及照相機紀錄事故現場，以利後續調查參考。
- 協同地方環保單位、廠家及專家等，共同進行災後善後會議及處理調查工作。

75/96

## 紀錄 (Documentation)

現場紀錄的基本要素

- 資料、時間與地點。
- 所有應變人員的姓名與爆炸時間。
- 事故狀態、觀察與陳述。
- 化學物名稱、天氣狀況，洩漏因素等。
- 採取行動、使用的資源、產生的成本等。
- 傷亡人員、樣品資料、異常狀況等。
- 列舉證物、圖表、照片、影像、樣品等。

76/96



事故案例兵棋推演

工廠鋼瓶洩漏

## 工廠鋼瓶洩漏CSTI原則應用

### S.I.N.災況現場

**S**

#### *Safety*

矽甲烷與空氣接觸會產生自燃且具刺激性，事故應變人員需注意呼吸及皮膚防護，選擇適當防護裝備進行搶救。事故現場需將可燃物移除，並注意場所是否通風充足，以防通風不足導致氣體累積爆炸。

**I**

#### *Isolation (and Deny Entry)*

依據緊急應變指南，事故現場至少需隔離100公尺區域作為立即預防警戒措施。非應變人員應避免接近事故現場，現場應變人員應滯留於上風處，並遠離低窪處，避免毒性蒸氣危害。

**N**

#### *Notification*

廠家依通報體系及相關法規進行通報。台中市消防局勤務指揮中心通報諮詢中心，諮詢中心通報中區環境事故專業技術小組出勤支援。

# 矽甲烷基本物化特性

- 矽甲烷簡稱Silane，係由矽及氫合成，為半導體重要的原料，用於生產製成晶圓等，矽甲烷為自燃性氣體與空氣接觸便會自燃，釋放出稠密的二氧化矽濃煙。矽甲烷和水接觸後會形成矽酸 (silicic acid) 具有腐蝕性的危害。
- 若矽甲烷以高壓或高流速洩漏，可能發生延遲性的爆炸。矽甲烷洩漏時若沒有發生自燃，便要小心有極大危險發生。

矽甲烷 (Silane)	
分子式：SiH <sub>4</sub>	分子量：32.12
氣味：無色、窒息性味(高濃度)	
顏色：無色	
外觀：氣態	蒸氣密度：-
密度： 0.084 lb/ft <sup>3</sup>	沸點：-111.7°C
閃火點：不適用	自燃溫度： 未知，室溫以上會自燃。
爆炸界限：1.4%~96%	

79

## 工廠鋼瓶洩漏CSTI原則應用

### C.I.A.指揮及評估災情



#### *Command/Management*

環境事故小組與消防局、環保局及警察局進行會銜，現場由消防局擔任應變指揮官，統籌救災任務。事故廠商應提供應變資料及專業諮詢，協助建立現場指揮及管理系統。



#### *Identification & Assessment*

廠方監控系統於上午6時發現疑似矽甲烷鋼瓶洩漏但未起火，廠家隨即啟動廠內應變程序進行處置，在處置過程中因止漏失效引發矽甲烷燃燒。



#### *Action planning*

現場狀況為矽甲烷鋼瓶洩漏引起燃燒，因此消防隊利用四道水霧進行防護，防止矽甲烷鋼瓶外洩情形擴大。由於存放物質屬易燃性物質，建議現場指揮官必要時可將管制距離拉大至距事故地點下風 800 公尺處做為初期疏散範圍。技術小組使用直讀式儀器四用氣體偵測器、光離子偵測儀持續進行環境監測。

/96



# 工廠鋼瓶洩漏CSTI原則應用

## P.C.P.災害搶救



### *Protective equipment*

進行事故處理前應依照化學品性質準備適當之防護設備，並在進入事故現場之前，做好相關檢查工作。該事故為火災災害，主要由消防人員著消防衣進行搶救。



### *Containment & Control*

消防隊持續以水霧防護警戒，技術小組持續進行環境監測，以避免災情擴及鄰近之毒化物儲存區。廠方利用惰性氣體對事故鋼瓶進行清洗，以確保瓶內矽甲烷完全導出，期間中部應變隊及消防隊持續於現場警戒災況，避免矽甲烷因管路迴火導致災情擴大，波及鄰近之氯氣及磷化氫鋼瓶。



### *Protection actions*

為實施環境證據保全，應變隊於事故現場下風處執行4筆空氣採樣，並於事故現場及放流口採集2筆水體採樣，且水體經pH值檢測結果皆為7。

/96

# 工廠鋼瓶洩漏CSTI原則應用

## D.D.D.災後處置



### *Decontamination & cleaning*

廠方利用惰性氣體對事故鋼瓶進行清洗，以確保瓶內矽甲烷完全導出，使用後之消防廢水，其該廠有廢水處理廠，將可導引至該處暫存，後續再由廠商自行處置即可。



### *Disposal*

業者持續進行鋼瓶氣體清洗及排空，以完全屏除矽甲烷危害之可能，後續之相關廢棄物由合格廠商進行處理。



### *Documentation*

事故後應進行事故災因調查及相關應變作為紀錄，以利後續檢討及改善等工作。

/96

# 工廠矽甲烷洩漏事故

**時間** → 100年09月16日10時00分

**地點** → 台中市后里區

**傷亡** → 受傷0人，死亡0人

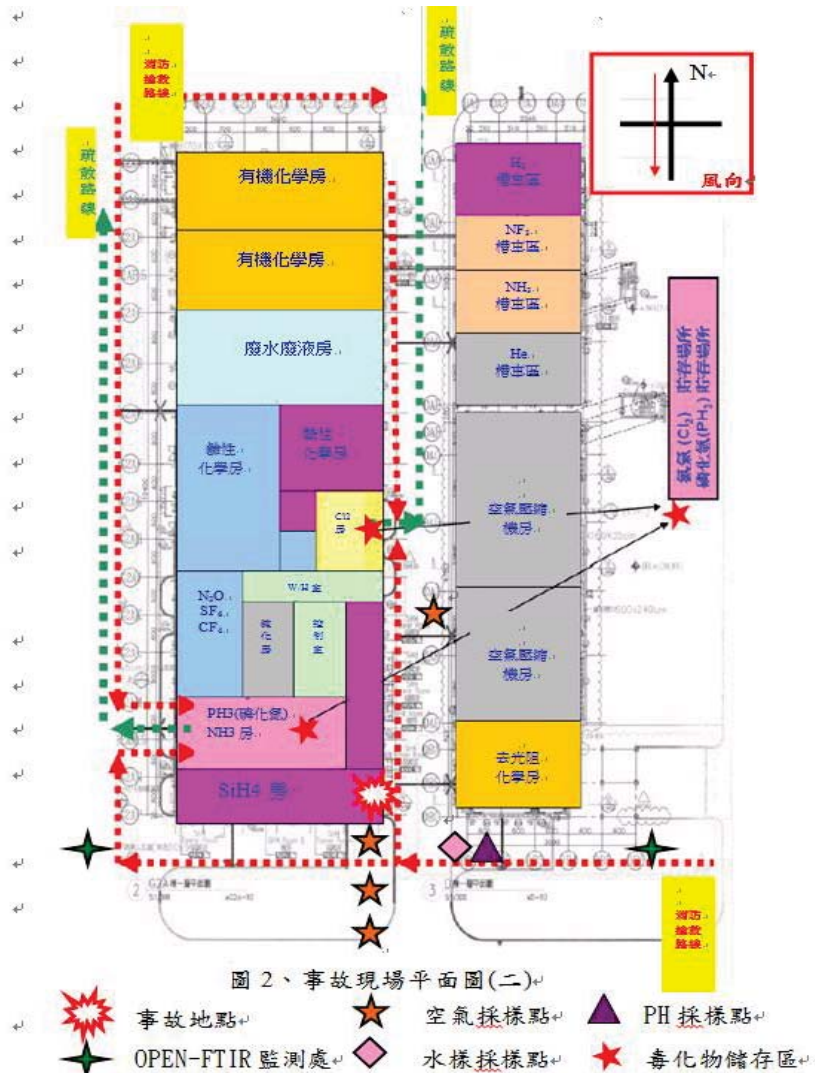
**災害規模** → 災損面積約105平方公尺

## 工廠矽甲烷洩漏事故

### 事故簡述：

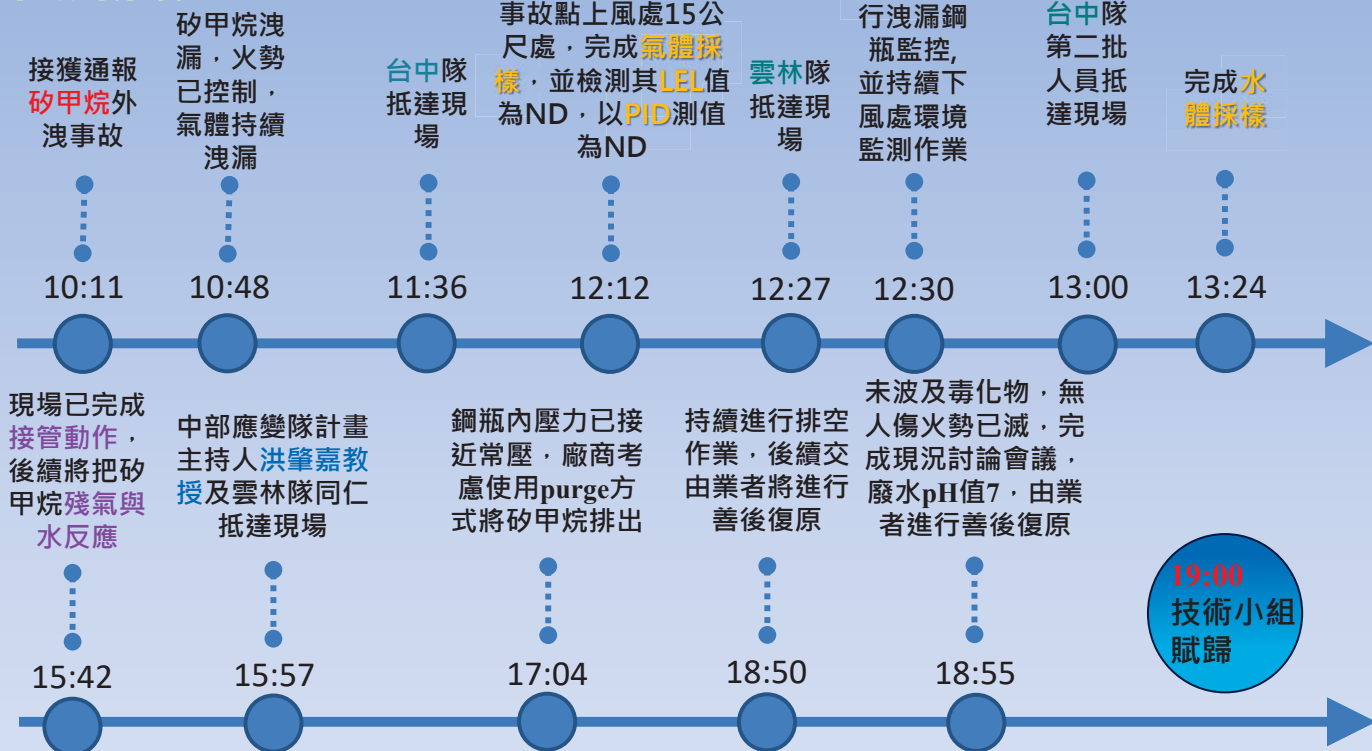
- ▶ 100年09月16日某工廠監控系統發現疑似矽甲烷Y型鋼瓶（飽壓1400psi，容量125公斤）微量洩漏，廠家隨即啟動廠內應變程序，因止漏失效引發矽甲烷洩漏燃燒，事故現場架4道水線進行水霧防護，無人傷亡。
- ▶ 現場應變人員分別以直讀式儀器及架設Open Path-FTIR進行展開環境監測作業，並以氣象監測儀掌握現場即時風向，消防廢水檢測pH值為7。專家及廠家現場勘察後，決定關閉2道水線，洩漏鋼瓶以接管分壓方式將矽甲烷導入空鋼瓶中，降低鋼瓶壓力，待事故鋼瓶矽甲烷完全導出，相關廢棄物及善後復原作業則由環保局監督業者進行處置。





# 工廠矽甲烷洩漏事故事件

## 事故時序表







災害現場



現場洩漏鋼瓶





FTIR儀器偵測



現場空氣採樣





排放口廢水採樣



鋼瓶接管作業





排放完全之洩漏鋼瓶



善後復原會議



# 工廠矽甲烷洩漏事故

## 災後處理

- ▶ 中部技術小組會同台中市環保局、消防局及業者完成善後復原會議，會議中決議業者持續進行鋼瓶氣體清洗及排空，以完全屏除矽甲烷危害之可能，後續之相關廢棄物由環保局監督合格廠商進行後續處理。
- ▶ 廠內應變人員應加強防災訓練，並由公司規畫督導制度。
- ▶ 加強廠內ERC應變處置能力，在事故時可緊急應變，此外也應加強鋼瓶止漏教育訓練，透過實際演練提升處置的經驗。



事故案例兵棋推演

公路槽車翻覆

▶ NEXT

# 槽車翻覆事故CSTI原則應用

## S.I.N.災況現場



### *Safety*

初步了解苯乙烯非毒性化學物質，但由於苯乙烯具有易燃及對眼睛與皮膚刺激等特性，於應變過程中應避免引火源，盡量待在上風處，注意人員呼吸防護及自身安全。



### *Isolation (and Deny Entry)*

事故現場由雲林縣警察局架設封鎖線，並進行人員車輛管制；雲林縣消防局抵達現場後，使用自動搖擺瞄子噴灑水霧警戒。



### *Notification*

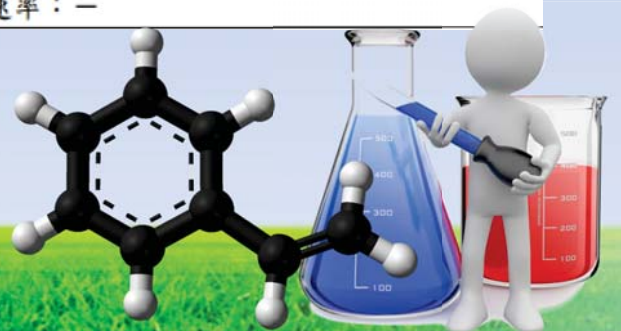
雲林縣消防局通報環保署環境事故專業諮詢中心（以下簡稱諮詢中心）請求支援，諮詢中心通報中區環境事故專業技術小組（簡稱技術小組）出勤。

/96

## 苯乙烯物化特性

- ▶ 苯乙烯為易燃物，且不溶於水，會浮於水面上，高溫會分解產生毒氣，基於動物實驗，疑似為致癌物及致突變物。

外觀：無色至淡黃色、油狀液體	氣味：低濃度有甜香味，高濃度則有刺鼻味
嗅覺閾值：0.017~1.9 ppm(偵測)、0.15 ppm(覺察)	熔點：-30.6°C
PH 值：—	沸點/沸點範圍：145.2°C
易燃性(固體，氣體)：—	閃火點：31°C
分解溫度：—	測試方法：○開杯    ⊙閉杯
自燃溫度：490°C	爆炸界限：1.1%~7.0%
蒸氣壓：4.5 mmHg @20°C	蒸氣密度：3.6(空氣=1)
密度：0.906(水=1)	溶解度：幾乎不溶於水
辛醇/水分配係數(log Kow)：3.05	揮發速率：—





# 槽車翻覆事故CSTI原則應用

## C.I.A.指揮及評估災情



### *Command/Management*

環境事故小組與消防局、環保局及警察局進行會銜，現場由消防局擔任應變指揮官，統籌救災任務。



### *Identification & Assessment*

環境事故小組立即協助進行危害辨識及風險評估作業，為保護現場應變人員安全，建議將洩漏周界20公尺定為熱區，200公尺為暖區。



### *Action planning*

因事故槽車進出料閥貼近地面不利業者移槽作業，經評估後，預定由業者調派真空幫浦車將洩漏之苯乙烯引流至外部塑膠容器後，抽至空槽車，待事故槽車液位下降並低於人孔，進行後續移槽作業。

/96

# 槽車翻覆事故CSTI原則應用

## P.C.P.災害搶救



### *Protective equipment*

應變初期業者進行現場應變作業時，未著適當防護設備，後由技術小組提供建議，並確實管制現場應變人員之防護設備，以確保人員之安全。



### *Containment & Control*

於安全前提下，由業者著適當防護設備以木屑及吸液棉進行吸附，並於事故現場鋪設吸液棉，避免苯乙烯流竄造成環境污染。



### *Protection actions*

技術小組於現場週界進行現場監測作業，另外採集消防廢水及受污染土壤，以利後續證據保全作業；事故槽體經移槽後剩餘量約為3噸時，由業者調派兩輛大型吊車進行槽體吊掛扶正作業。

/96

# 槽車翻覆事故CSTI原則應用

## D.D.D.災後處置



### *Decontamination & cleaning*

應變隊提供除污桶，苯乙烯由槽車人孔蓋抽至除污桶，後續再抽至空槽車，業者將剩餘殘液抽除後，苯乙烯運回台化SM廠進行後續處置。



### *Disposal*

使用除污之木屑、吸液棉及清洗廢水，於判定現場無立即危害之虞，後續由環保局督導業者環境復原與相關廢棄物處理。



### *Documentation*

判斷現場無立即危害後，召開善後討論會議，並製作相關稽查紀錄。本事故報告後續進行事故災因調查及相關應變作為紀錄，以利後續檢討及改善等工作。

/96

## 苯乙烯槽車翻覆事故

**時間** → 102年11月16日13時20分

**地點** → 雲林縣78號快速道路及台19線交叉口

**受傷** → 受傷1人

**災害規模** → 災損面積約4,400平方公尺





# 苯乙炔槽車翻覆事故

## 事故簡述：

- 疑似車速過快側翻，載運之苯乙炔洩漏。事故現場以木屑進行苯乙炔吸附，減少對環境的危害。業者調派空槽車及移槽設備抵達現場。
- 於扶正過程中協助進行水霧防護。於19時40分完成槽體吊掛扶正作業，隨後現場完成善後復原會議，回收之苯乙炔、消防廢水及廢液運回六輕台化SM廠處理及過磅，後續由環保局督導業者環境復原與相關廢棄物處理。



圖 1、事故現場平面圖(未依比例繪製)

	事故地點		空氣採樣鋼瓶		PID
	pH量測		四用氣體偵測		紅外線熱影像儀
	GC/MS		FTIR		pH試紙
	土壤採樣		水體採樣		



# 苯乙炔槽車翻覆事故







現場封鎖警戒



木屑吸附圍堵





木屑吸附



止漏作業





廢棄物回收



水霧防護

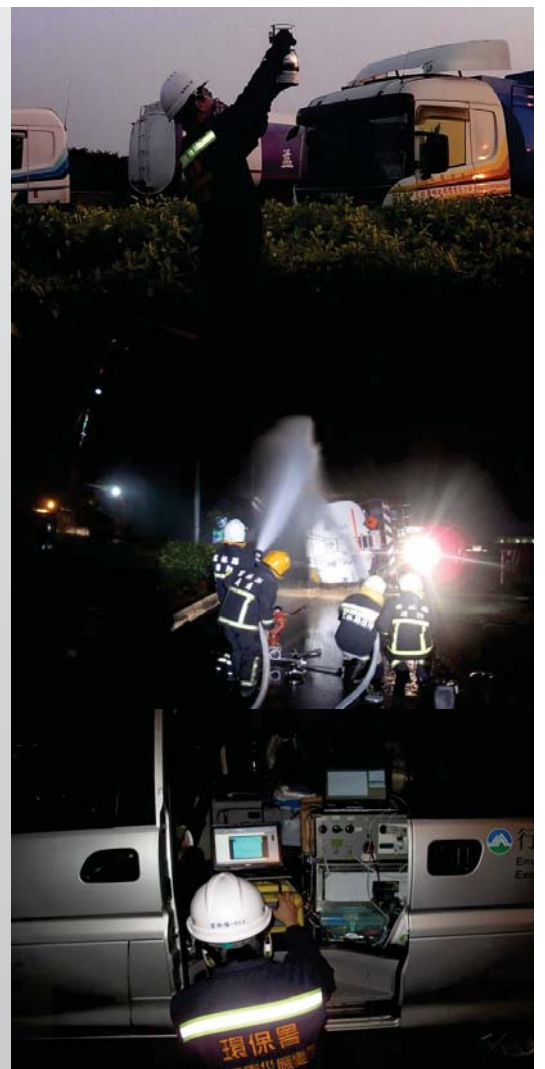


扶正作業

## 苯乙烯槽車翻覆事故

### 災後處理

- ▶ 災損區域進行災後路面清洗，同時須派水肥車抽取清洗產生之廢液，現場消防廢水約30公噸均由水肥車抽取後，送至合格處理業者進行處理，於判定現場無立即危害之虞，後續由環保局督導業者環境復原與相關廢棄物處理。
- ▶ 因苯乙烯屬易燃性液體，在環境復原時嚴禁引火源接近，以免人員發生危險。







事故案例兵棋推演

港口儲櫃洩漏

## 港口氫氟酸外洩CSTI原則應用

### S.I.N.災況現場

**S**

#### *Safety*

現場人員立即通報公司與相關權責單位，並撤離現場適當距離，確保自身安全，協助管制現場相關及非相關人員任何不安全之行為。此外注意風向是否吹向市區，注意民眾安全。

**I**

#### *Isolation (and Deny Entry)*

進行現場初步管制及非救災人員疏散，應注意疏散之人員的隔離及除污，避免化學品污染導致災情蔓延。

**N**

#### *Notification*

諮詢中心接獲基隆港務消防局隊員通報：「基隆市○○公司貨櫃場，20呎貨櫃疑似發生氫氟酸外洩，請求技術小組支援，暫無人傷亡。現場指揮官、聯絡電話0958-\*\*\*\*\*。」

# 氫氟酸基本物化特性

- 氫氟酸為高腐蝕性、高刺激性、強毒性的無色的液體，八小時日時量平均容許濃度為3ppm，吸入時會刺激鼻、咽、眼睛及呼吸道，高濃度蒸氣會嚴重的灼傷唇、口、咽及肺，嚴重恐導致心、肝、腎和神經系統嚴重損傷，50ppm 濃度下暴露數分鐘則可能致死。
- 接觸、暴露在氫氟酸中一開始可能並不會疼痛，而徵狀可能直到幾小時後氫氟酸與骨骼中的鈣反應時才會出現，且會造成疼痛難忍的深度皮膚灼傷。有時會由指甲縫滲入手指，造成指尖的疼痛。

## 氟化氫(HYDROGEN FLUORIDE)

分子式：HF

分子量：10

氣味：強烈刺激味

顏色：無色

外觀：液體

蒸氣密度：0.99

密度：0.99

沸點：19.54°C

閃火點：/

自燃溫度：/

爆炸界限：/



# 港口氫氟酸外洩CSTI原則應用

## C.I.A.指揮及評估災情



### *Command/Management*

現場指揮官及業者針對事故現況與廠內化學品進行會銜，進行現場危害辨識工作，派員前往事故點勘查，確認是否有二次危害。現場由消防局擔任應變指揮官，統籌救災任務。



### *Identification & Assessment*

環境事故小組立即協助進行危害辨識及風險評估作業，為保護現場應變人員安全。



### *Action planning*

現場先行圍堵及使用止漏工具組(木錐、AB膠及抗化膠帶)先行止漏，並以熱影像儀檢視液位，再針對事故貨櫃利用隔膜pump進行移槽，進行移槽時，需注意相關防護。應變人員持續進行複偵作業。



# 港口氫氟酸外洩CSTI原則應用

## P.C.P.災害搶救



### *Protective equipment*

應變人員與廠方確認洩漏地點及狀況後，並著全套A級防護衣，以防護自身安全為優先考量再進行救災，在進入事故現場之前，做好相關檢查工作。



### *Containment & Control*

對洩漏點進行止漏，事故點地面以氯化鈣中和，消防廢水以小蘇打中和，中和後pH測值約6~7。



### *Protection actions*

技術小組於現場週界進行現場監測作業，採集消防廢水以利後續證據保全作業；對該事故之應變人員若身體不適應儘速就醫觀察。

/96

# 港口氫氟酸外洩CSTI原則應用

## D.D.D.災後處置



### *Decontamination & cleaning*

完成移槽作業後，所有貨櫃離場前，消防出水實施除污作業，技術小組執行檢測作業。並與環保局、消防隊、業者完成現況討論會議後，使用之廢水、廢棄物由環保局、基隆港務公司督導業者處理。



### *Disposal*

化災事故後，各救災及防護相關物品及現場受波及之物品，若經判定受污染、無法回收再利用後，由業者統一集中作有害廢棄物處理。



### *Documentation*

事故後應進行事故災因調查及相關應變作為紀錄，以利後續檢討及改善等工作。由環保局督導業者進行環境復原及相關廢棄物處理等相關事宜。

/96

# 基隆港OO公司貨櫃場 氫氟酸外洩事件

時間 → 2015年02月13日07時20分

地點 → 基隆市東海街

受傷 → 受傷0人，死亡0人

災害規模 → 災損面積約400平方公尺

化學品 → 氫氟酸  
(cas no : 7664-39-3)  
(勞動部列管有害物)



# 基隆港OO公司貨櫃場 氫氟酸外洩事件

## 事故簡述：

- ▶ 基隆市聯興貨櫃場之**20噸氫氟酸ISO TANK**貨櫃發生氫氟酸外洩，洩漏之氫氟酸以氯化鈣吸附，並調派相同之ISO TANK至現場進行移槽作業。

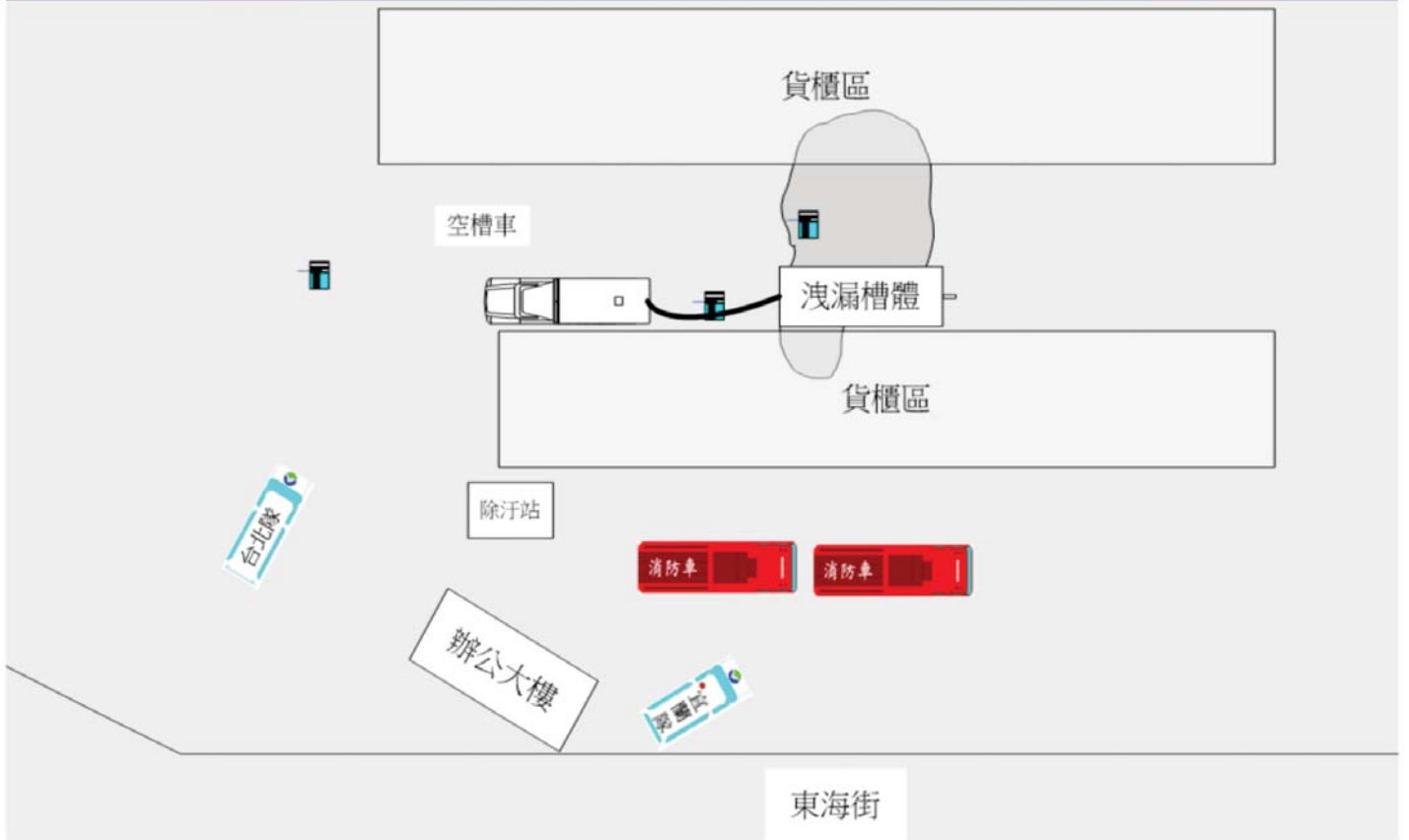
## 原因：槽體破裂

- ▶ 本次洩漏點為鄰近櫃體之接縫線處，由內向外嚴重腐蝕造成，加上內部壓力擠壓而洩漏。



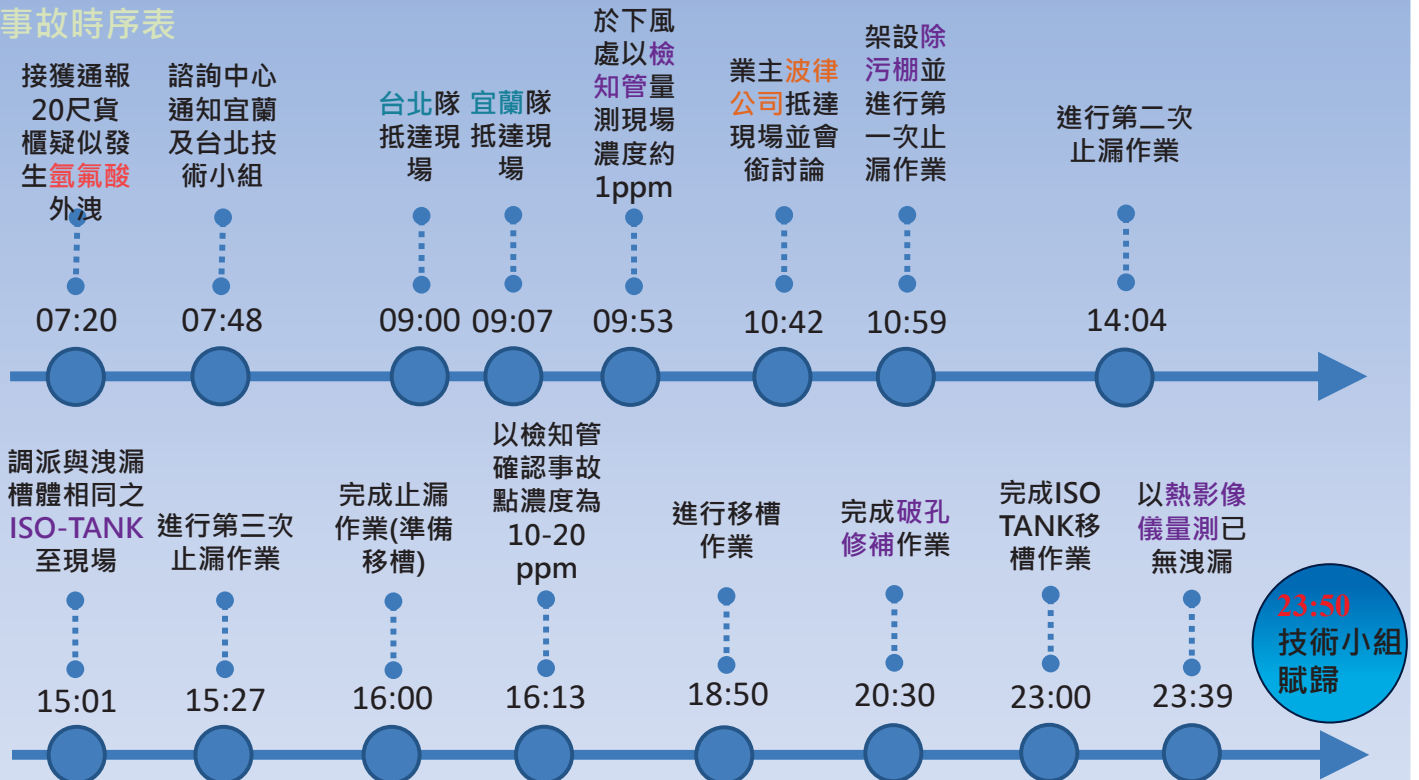


# 基隆港



## 基隆港OO公司貨櫃場氫氟酸外洩事件

### 事故時序表





ISO TANK洩漏處



檢知管分析





槽體止漏作業



現場討論狀況

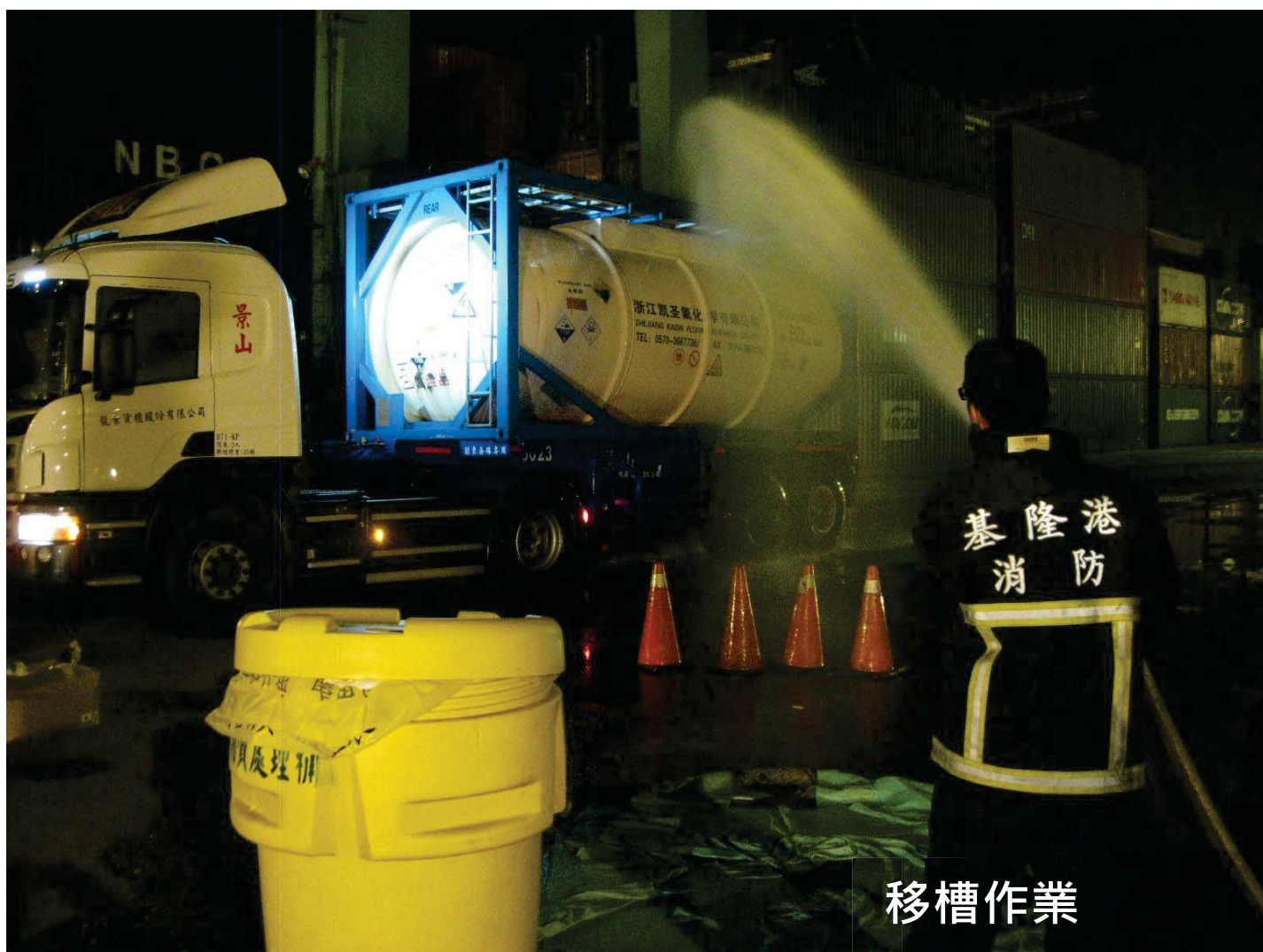








人員除污

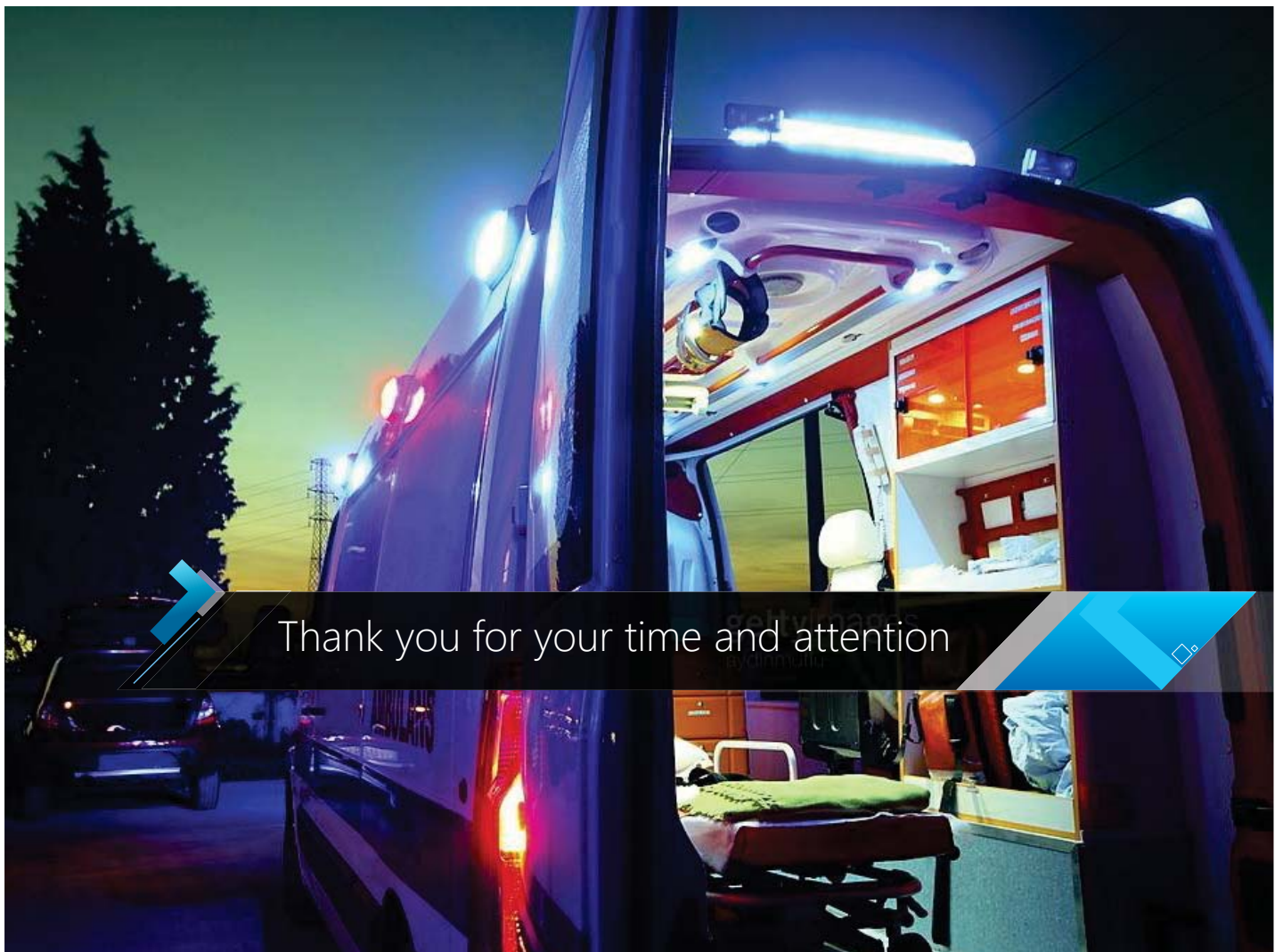


移槽作業



# 基隆港OO公司貨櫃場氫氟酸外洩事件 災後處理

- ▶ 完成ISO TANK移槽後，事故槽體與新轉槽設施均放置海關內，以熱影像儀量測已無洩漏之虞，環境複偵氫氟酸讀值ND。
- ▶ 環保局、消防局、港務局及業者完成善後復原會議，殘留於地面氫氟酸由港務局及環保局督導業者清除。
- ▶ 事故處理使用之設備器材，由於現場為高濃度之氫氟酸洩漏，為避免除污後仍有殘留化學品之虞，交由合格廢棄物處理廠商作處理。



Thank you for your time and attention