

毒化災事故應變處理原則

環保署環境毒災應變隊

黃建勳

cocoa168@gmail.com

1

毒化災事故的特性

- 毒化災事故依其類型可分成洩漏、火災及爆炸，災害可歸因於機械故障、操作不當、設計錯誤、人為疏忽等。



2

歷年事故案例類型統計

交通事故
12件/年

倉儲事故
2件/年

應變複雜性？
應變困難度？

工廠
48件/年

室事故
4件/年

其他事故
15件/年

3

毒化災緊急應變程序

□ 初步危害判定

1. 災情評估(SIZE-UP)
2. 應變決策的次序

□ 區域劃分與管制

1. 區域劃分定義
2. 如何劃定冷暖熱區
3. 個人防護裝備選用(PPE)
4. 氣體偵測裝備選用

4



毒化災緊急應變程序

□ 現場處置作為

- 1.疏散避難
- 2.搜救、急救
- 3.止漏、圍堵
- 4.滅火、通風排氣

□ 除污與復原

- 1.環境復原及複偵
- 2.除污設備與程序
- 3.人員清點

5



災情評估(size up)

一、指認：確認可能的危害源及危害物

- 利用標示、MSDS、化學品清單、標準作業程序書(SOP)、其他應變書籍

二、估量：提供決策及制定行動計畫

- 目前洩漏量、儲存量、波及量

三、事實：時間/位置/天氣/緊急事故特性/人員傷亡/暴露

- 參考現場平面圖、氣象資料等

四、可能性：生命危害/災變速率/擴散區域/火災爆炸/天氣變化

- 參考後果分析、氣象資料、現場平面圖

五、狀況：考量事故過去、現在、未來狀況(預測能力)

- 人力、生產設備及週邊器材用具等狀況(資源)

6

危害標示

苯 (Benzene)

GHS 標示例：苯



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
遠離眼睛接觸，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

危害標示



物質安全資料表

提供相關人員處理化學品的安全資訊，如閃點、毒性、健康影響、反應、儲存、防護、洩漏處理，陳述內容分門別類共16項目如下：

- | | |
|--------------|------------|
| (一)物品與廠商資料 | (九)物理及化學性質 |
| (二)危害辨識資料 | (十)安全性及反應性 |
| (三)成分辨識資料 | (十一)毒性資料 |
| (四)急救措施 | (十二)生態資料 |
| (五)滅火措施 | (十三)廢棄處理方法 |
| (六)洩漏處理方法 | (十四)運送資料 |
| (七)安全處置與儲存方式 | (十五)法規資料 |
| (八)暴露預防措施 | (十六)其他資料 |

9

實驗室化學品清單

實驗室化學品清單

實驗室名稱： 實驗室地點： 頁次：全_頁之第_頁
實驗室負責人： 實驗室化學品管理人： 清單建立日期： 年 月 日

化學品編號	名稱	廠牌	等級	形態	供應廠商	購入日期	保存期限	數量	存放地點

10



個人感官與經驗差異



- 化學物質之物理及化學性質皆可判定是否為特定物種，其中以外觀及氣味的辨識度最大。
- 氯氣為黃綠色氣體，具辛辣味且致人催淚。甲醛為無色或褐色溶液，亦具有刺激性、窒息性、刺鼻的氣味。
- 個人對化學物質的感受性及相關經驗，可供快速辨識毒化物與否，也因其差異性造成運用限制。

11



危害資訊提供



12

危害資訊提供



無法完成危害
源辨識，後續
作為？

13

危害資訊提供



氣相層析質譜儀



紅外線光譜儀 (FTIR)



檢知管幫浦



可攜式傅立葉紅外線光譜儀(IR)

危害資訊提供

辨識完危害源後，後續的作為？

儲存量

洩漏量

波及量

圖中各種容器的容積為何？

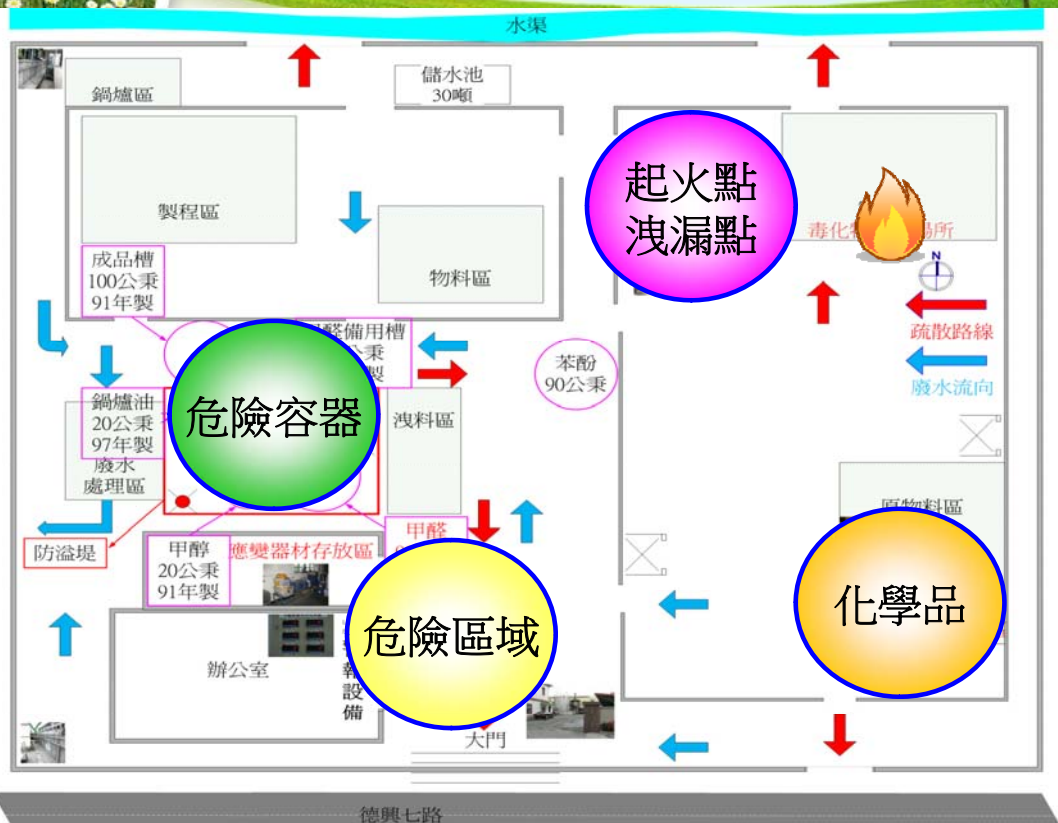
塑膠桶(液體)

53加侖桶(液體)

鋼瓶(氣體)

15

現場平面圖



16

現場危險容器

◆壓縮氣體的危害

可能因為其高壓狀態而有危害性，而其兼具**爆炸性**、**毒性**、**低溫**、**腐蝕性**、**強氧化性**等特性，對現場救災人員，有著極大的威脅。

- 1.會著火極可能爆炸：**乙炔**、**氫**。
- 2.有毒：**一氧化碳**、**硫化氫**。
- 3.與之接觸處產生凍瘡：**液態氮**。
- 4.腐蝕性：**氨**、**氯**。
- 5.氧化物：**氧氣**、**環氧乙烷**。

17

現場危險容器



氧氣



環氧乙烷



二氧化碳



乙炔



氯氣



氫氣

18

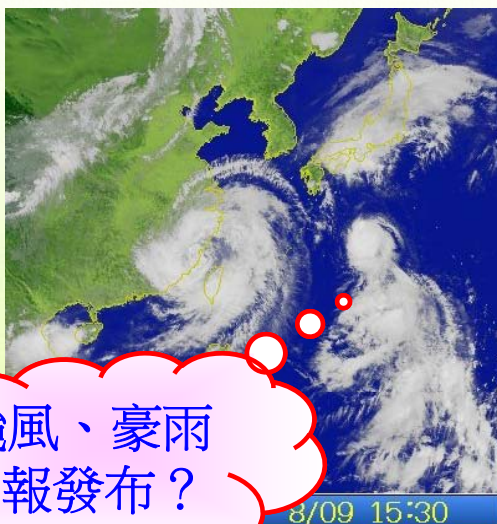
現場危險區域

- 事故現場依實際狀況，應去除任何形式的著火源如：**熱著火源**、**機械性著火源**、**化學性著火源**、**電氣性著火源**等，以免造成現場的二次危害。
- 當鋼瓶氣體洩漏引起火災時，**滅火後應立即止漏或關閉瓶閥**，以免引起爆炸。情況允許，**直接關閉瓶閥**即可滅火，但關瓶閥後仍有洩漏，則必須**使用鐘罩**，並移至安全開放空間使其**繼續燃燒**，並在旁警戒。

19

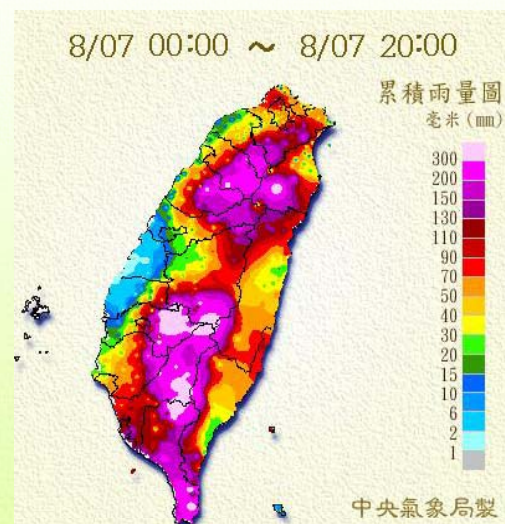
氣象資料

現場天候及環境狀況會**影響救災進度**，並危及救災人員生命安全，故需其納入救災考量。



颱風、豪雨
警報發布？

風衛星雲圖



累積雨量圖

20

天候狀況

風勢過大
影響滅火



天候狀況

現場雨勢
影響移槽



環境狀況



物質洩漏



夜間火災煙霧



火災煙霧

現場能見度不佳
影響應變作業

23

污染範圍擴大



水流方向



24

污染範圍擴大



危害範圍擴大



預測災情擴大



27

SIZE-UP(災情評估)

□ 災情評估的重點

- 評估的有效性：
事故發生及評估應變作為的有效性，降低災害影響或避免人員傷亡。
- 評估的迅速性：
迅速評估現場災情，避免影響範圍擴大。
- 評估的持續性：
事故過程的多變性，單一次的災情評估無法滿足現場需求。
- 評估的多元性：
災情評估是每個人的職責，多人的評估可避免個人觀察有所遺漏。

應變決策的次序

人命安全(Life Safety)

控制災情，保護環境
Emergency · Environment

財產保存
(Property Conservation)

生產恢復
(Business Recovery)



29

區域劃分與管制

□區域定義

- 熱區(Hot Zone)：亦稱危險區、禁區
- 溫區(Warm Zone)：亦稱支援區、暖區、除污區
- 冷區(Cold Zone)：亦稱指揮區
- 上述以外區域：交通人員管制線

□考量因素

- 疏散區域：需以上述以外區域為主
- 環境因素：整個區域在上風、上坡及必要掩護防護措施

30

如何劃分冷暖熱區

□ 文獻參考

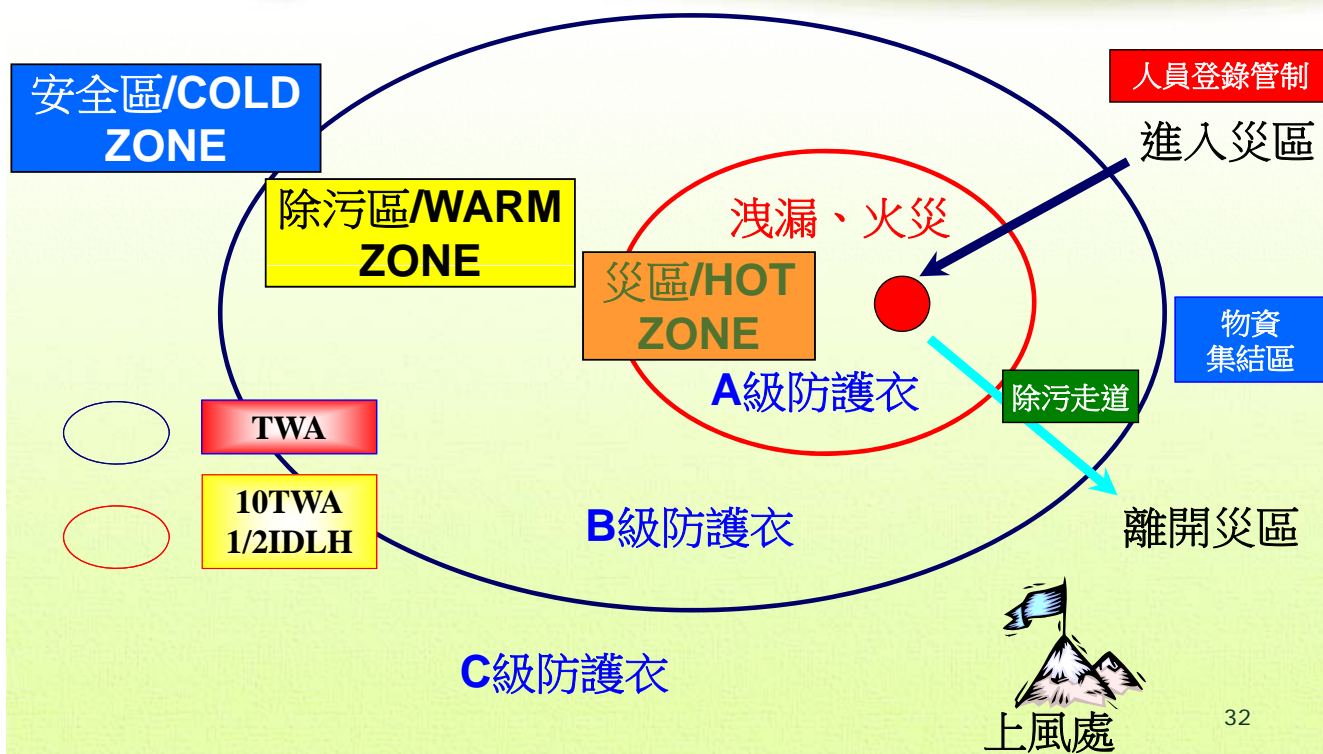
1. 北美洲緊急應變指南(ERG)
2. 緊急應變卡(Z卡)
3. 緊急應變計劃書

□ 環境空氣品質狀態


1. 空間氧氣濃度
2. 爆炸界限濃度
3. 化學品毒理特性：IDLH、ERPG、STEL、TWA、CEILING。

31

區域管制圖



32



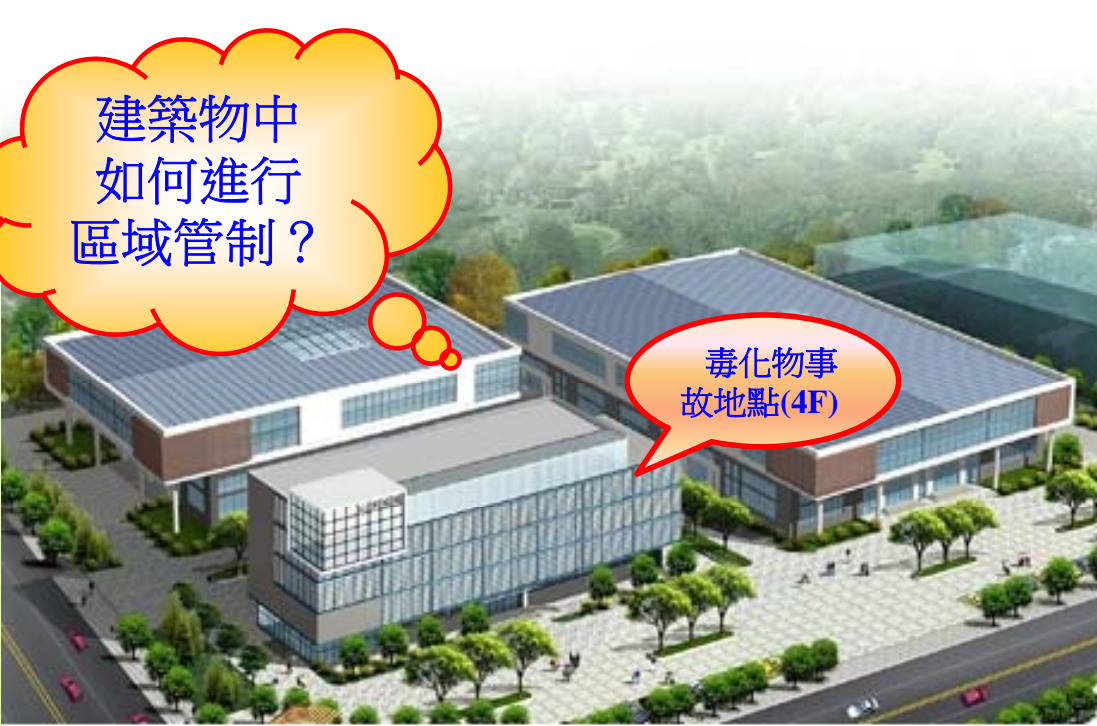
暴露預防措施

- **TLV-TWA(8小時時間容許濃度)：**
暴露於有害氣體8小時不會有不良效應濃度。
- **STEL (短時間時量平均容許濃度)：**
暴露於有害氣體每次最多15分鐘，每小時最多一次，每日最多4次，而不會有不良效應的容許濃度。
- **TLV-C(暴露容許濃度的上限值)：**
有害氣體的最高暴露容許濃度。
- **LD₅₀(半致死劑量)：**
暴露有害物質有一半致死機率的劑量。
- **LC₅₀(半致死濃度)：**
暴露有害物質有一半致死機率的濃度。

33



區域管制的應用



建築物中
如何進行
區域管制？

毒化物事
故地點(4F)

個人防護衣類型

- 於特定場所中所使用之防護衣物，**保護人員免於危害化學物質之傷害**。在初步了解現場狀況，偵測現場環境污染物及穿戴適當防護衣之後，可將事故傷害減至最低。

General
Protection

Chemical
Protection

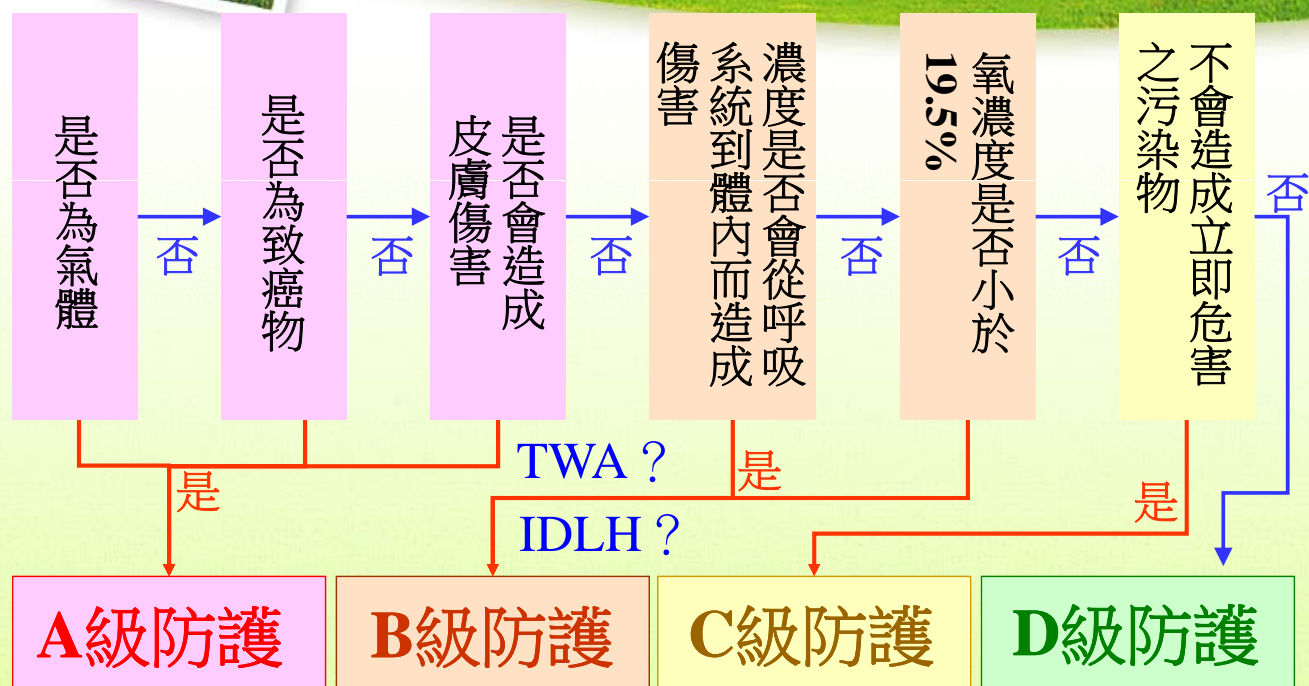
Hazmat
Protection



個人防護具與使用時機

- 工程控制無法完成避免作業場所意外災害，故**個人防護具使用**是作業人員安全的**最後一道防線**。
- 美國職業安全衛生管理局(OSHA)建議的防護措施可分為四級：
 - **A級危害**：對呼吸及皮膚有立即危害。
 - **B級危害**：氧氣 $<19.5\%$ 或對呼吸有立即危害。
 - **C級危害**：污染物不會對皮膚有危害。
 - **D級危害**：無危害狀態。

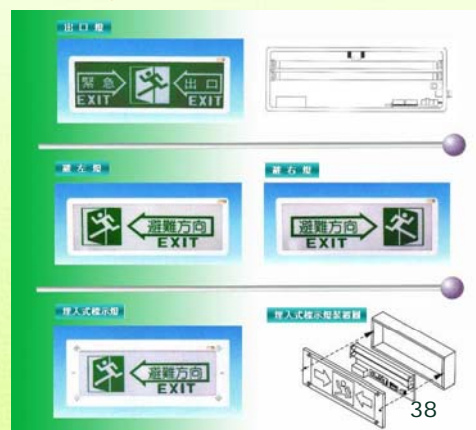
個人防護具之選用指引



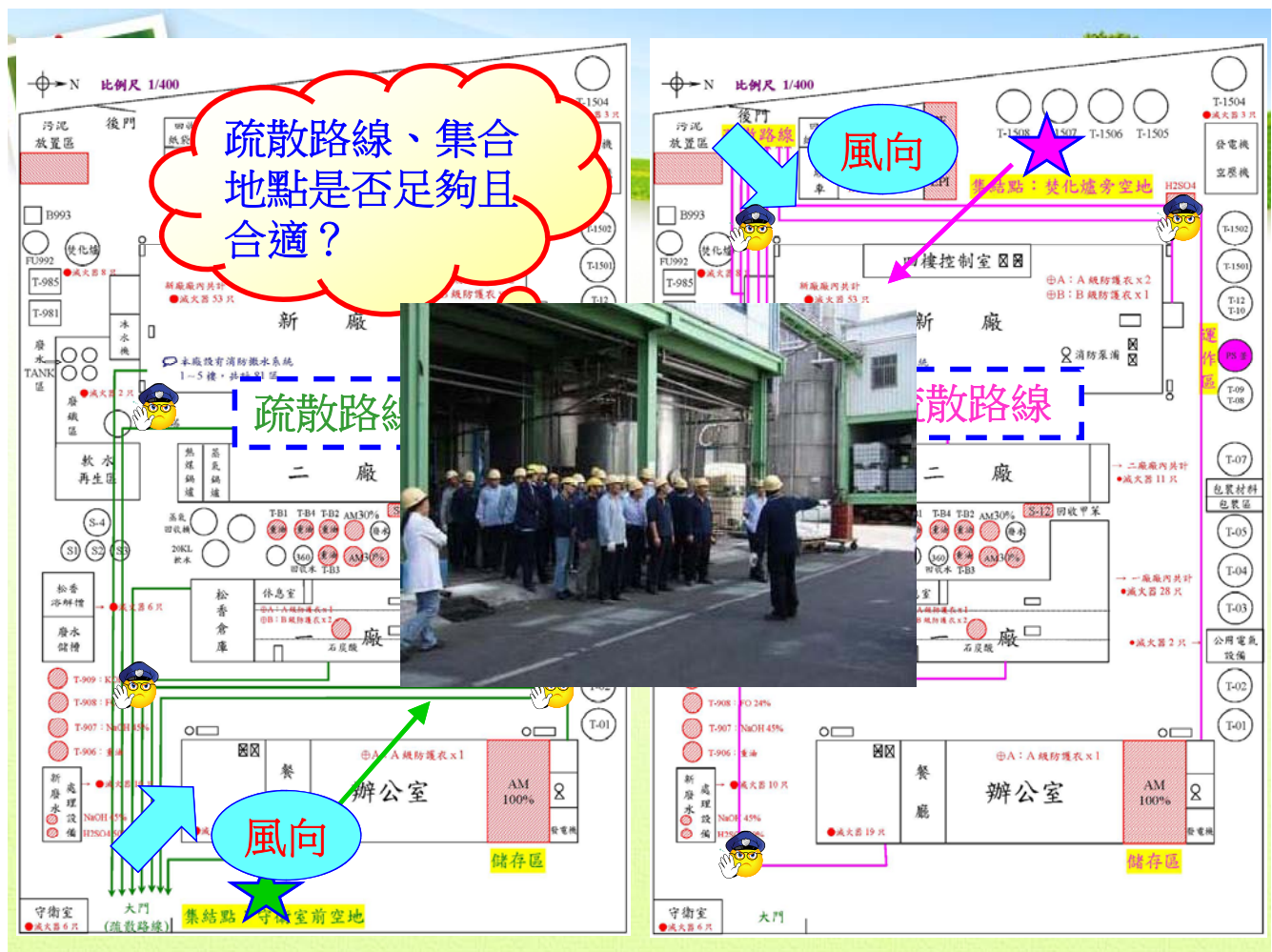
37

人員疏散避難

- 各建築、各樓層配置圖及逃生路線圖。
- 緊急出入口數目不得少於兩個。
- 逃生路線方向標示及緊急照明。
- 應標示逃生方向、安全門、安全梯。
- 平常應將標示的插座插上。
- 定期檢查標示及緊急照明。



38



緊急醫療救護

對於遭受意外傷害或突發疾病的傷患，在緊急醫療救護人員未達現場或送至醫院治療前，給予立即的救護。

- 🌳 挽救生命
- 🌳 防止傷勢或病情惡化
- 🌳 增進醫療效果

生命之鏈



其他處置行為



除污與復原

□ 環境復原及複偵

1. 廢棄物收集(液體、固體)
2. 地面清洗
3. 儀器複偵

□ 除污設備與程序

1. 除污設備
2. 除污程序

□ 人員清點



規劃搶救程序應注意



- 1、嚴禁貿然闖入。
- 2、化災之處理過程，處理的「對」比處理的「快」重要的多
- 3、自己主導的「處置」成為解決問題的一部份，而不是再製造出「問題」。
- 4、絕對不要在沒有適當、安全的個人防護裝備及器材下進入現場。
- 5、絕對不要採取任何超出本身訓練範圍的行動。多方尋求支援，必要時「等待協助」才是對的決定。
- 6、搶救人員進入災害現場採取行動前，應瞭解：
 - (1) 面對什麼情況。
 - (2) 處理什麼化學物品。
 - (3) 會有哪些危險。
 - (4) 需要什麼防護裝備、器材。



案例_石化工廠爆炸

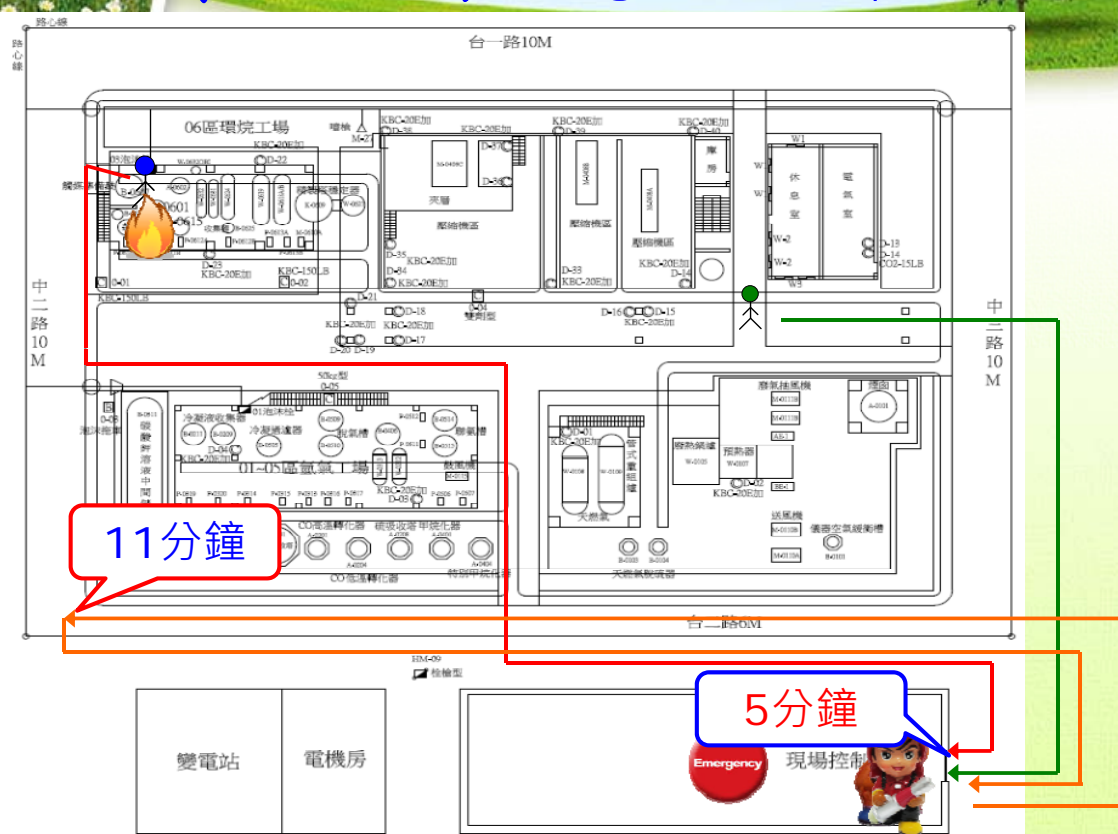


- 發生地點：石化公司 環己烷工場
- 發生時間：99年4月4日 09:33
- 事件類型：洩漏、燃燒
- 洩漏事件之化學物質
 - a.環己烷
 - b.鎳觸媒
- 洩漏量：估計環己烷之洩漏燃燒約 9.7噸
- 財產損失：初步估計財產損失約950 萬元整。

事故重大時序列表

- 09:17 現場主管巡視工廠發現環己烷反應器管線洩漏
09:22 該員衝回控制室按下緊急停車鈕，將系統釋壓至廢氣燃燒塔，通知現場同仁進行緊急止漏
09:33 洩漏處起火燃燒，啟動緊急應變機制進行通報
09:35~09:40 工業區聯合消防隊/頭份/竹南/造橋/三灣/後龍消防隊等陸續進廠協助滅火。
10:10 火勢受到控制，逐漸變小。
10:40 火勢完全撲滅，除工業區聯合消防隊繼續警戒外，其餘消防隊陸續撤離。

事故現場動態說明圖





改善對策



- 氣體偵測器皆設置於低樓層，中、高樓層數量較少，增設氣體偵測器，以提高場區發生危險時之預警能力。
- 針對場區內高危險性區域，評估增設消防水霧或水幕，當緊急狀況發生時，可進行降溫而避免達到閃火點之溫度。
- 添購現代化設備，遇緊急情況時可以立即連絡並做出反應以爭取時效(如通訊設備、**CCTV**等)