



化災應變案例研析及風險消減策略 (106年度經濟部工業局成果展)

報告人：

資深工程師/室經理 何大成

中華民國 106 年 11 月 28 日



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



Difficulties of HAZMAT ER

- 運作廠場應變能力不足
- 預先失誤情境想定過於簡單
- 無法研析事故後果影響
- 設備缺乏（缺乏監測、陽春或不足）
- 人員訓練不足（專業與強度不足）
- 缺乏大規模事故應變經驗
- 廠區外應變機制尚未落實
- 應變能量無法延伸至廠區外
- 複合型危害化學品事故
- 經營者投入應變資源不足



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

台中液化天然氣廠海水泵跳倅停氣事故

- 一、發生時間：2017/08/23 18時10分
- 二、發生地點：中油台中液化天然氣廠
- 三、傷亡人數：無人傷亡
- 四、化學品：液化天然氣（LNG）
- 五、事故概述：

台中液化天然氣廠海水液位Low Low跳倂訊號導致海水泵全部跳倂，ORV（Open Rack Vaporizer；開架式氣化器）無海水淋灑導致安全連鎖關閉進出口，供氣量約減少600噸，造成大潭電廠供電降載189萬瓩。

案例研析

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 3 -

ITRI
Industrial Technology Research Institute



ERIC
Emergency Response Information Center

台中液化天然氣廠供氣網絡

■ 中油輸氣管線分布概況圖



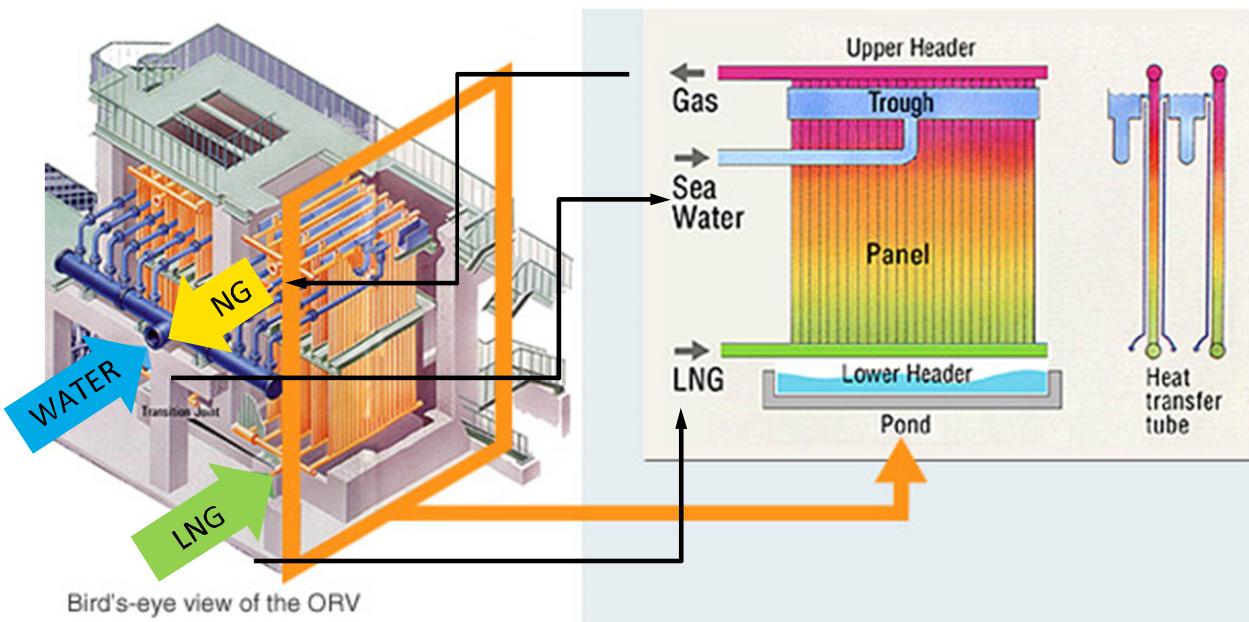
ERIC
Emergency Response Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 4 -

ITRI
Industrial Technology Research Institute

台中液化天然氣廠開架式氣化器



ERIC
Emergency Response
Information Center

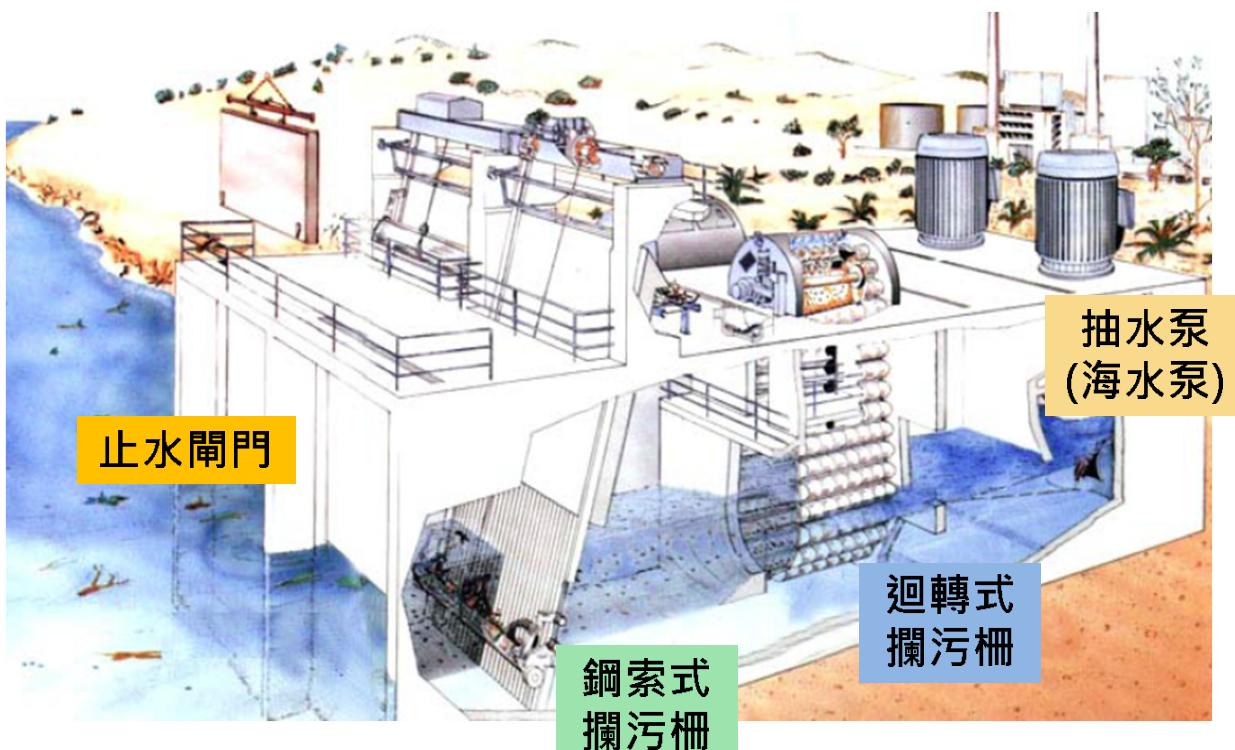
本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 5 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

台中液化天然氣廠攔污柵簡圖



ERIC
Emergency Response
Information Center

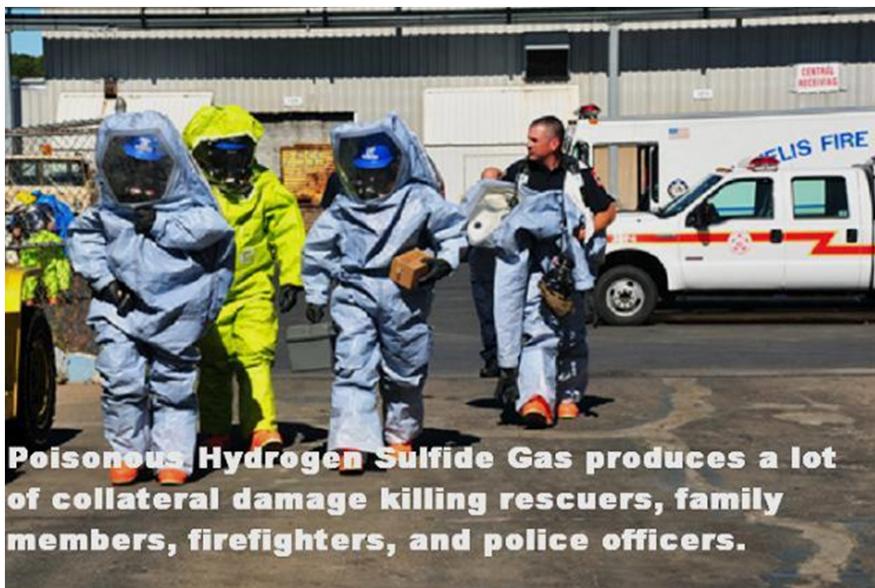
本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 6 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

硫化氫事故（潛在人員的危害）



- 硫化氫（非國內列管之毒性化學物質）毒性氣體，對於現場應變的救援人員、家人、消防隊員及警察伴隨著**重大的「潛在的危害」**



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 7 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

某科技公司事故

- 消防局勤務指揮中心得知某科技公司發生**氯氣**外洩
- 疑似清洗電路版過程中發生**硫酸鎳**外洩，請求支援
- 現場應變指揮官（消防分隊長）表示：初步懷疑災因為**硫酸鎳與硝酸鎳**廢料抽取過程中導致外包公司人員3人受傷，搶救過程中2人受傷，受傷人員均已送醫
- 目前已用消防沙進行覆蓋，並進行通風換氣
- 現場立即以四用氣體偵檢器檢測事故現場測得**二氧化硫**濃度為**20 ppm**，現場空氣經通風換氣後，週界環境測值為N.D.



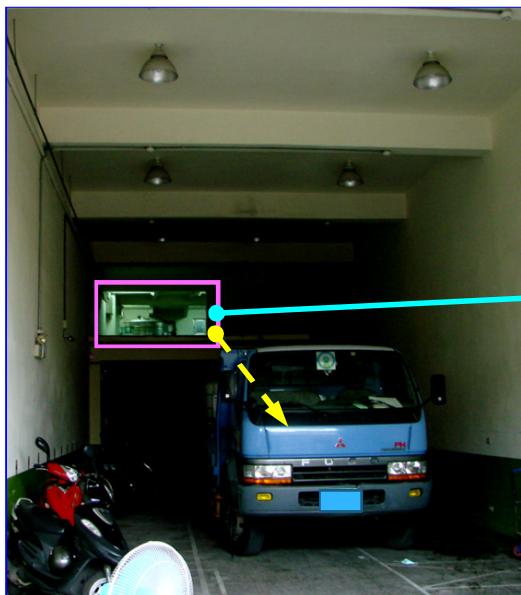
ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

事故現場狀況位置圖



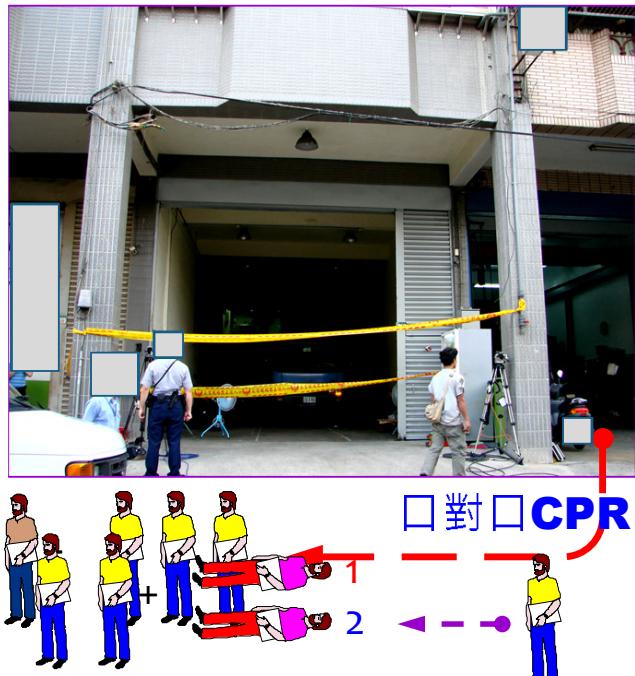
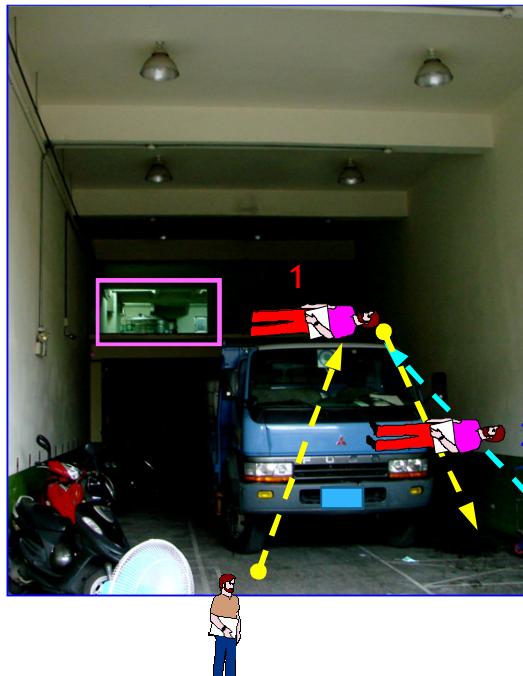
ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

事故現場災情描述



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

硫化氫(H₂S)危害

- As concentrations approach 100 ppm,...odor becomes imperceptible because of olfactory fatigue. At these levels, the gas disrupts cellular respiration and may cause profound respiratory depression as well as cardiac dysrhythmias.
- 當濃度達到**100 ppm**時，會因嗅覺疲勞而導致人員察覺不出該物質的細微味道；在上述濃度情況下，氣體將阻斷細胞呼吸作用，並可造成整體呼吸功能降低，如同心臟病患者的節律障礙現象一般

- [Peer Reviewed] [Zenz, C., O.B. Dickerson, E.P. Horvath. Occupational Medicine. 3rd ed. St. Louis, MO., 1994, p. 886]



ERIC
Emergency Response
Information Center

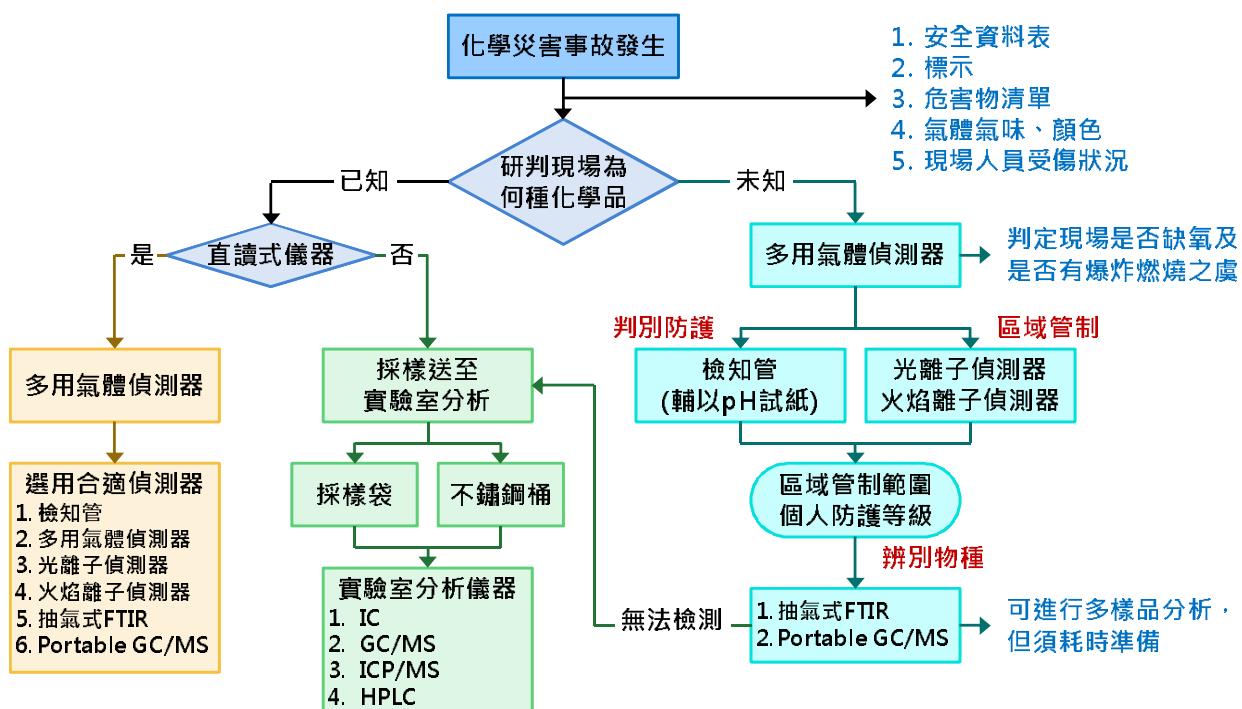
本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



化學品洩漏偵檢流程



ERIC
Emergency Response
Information Center

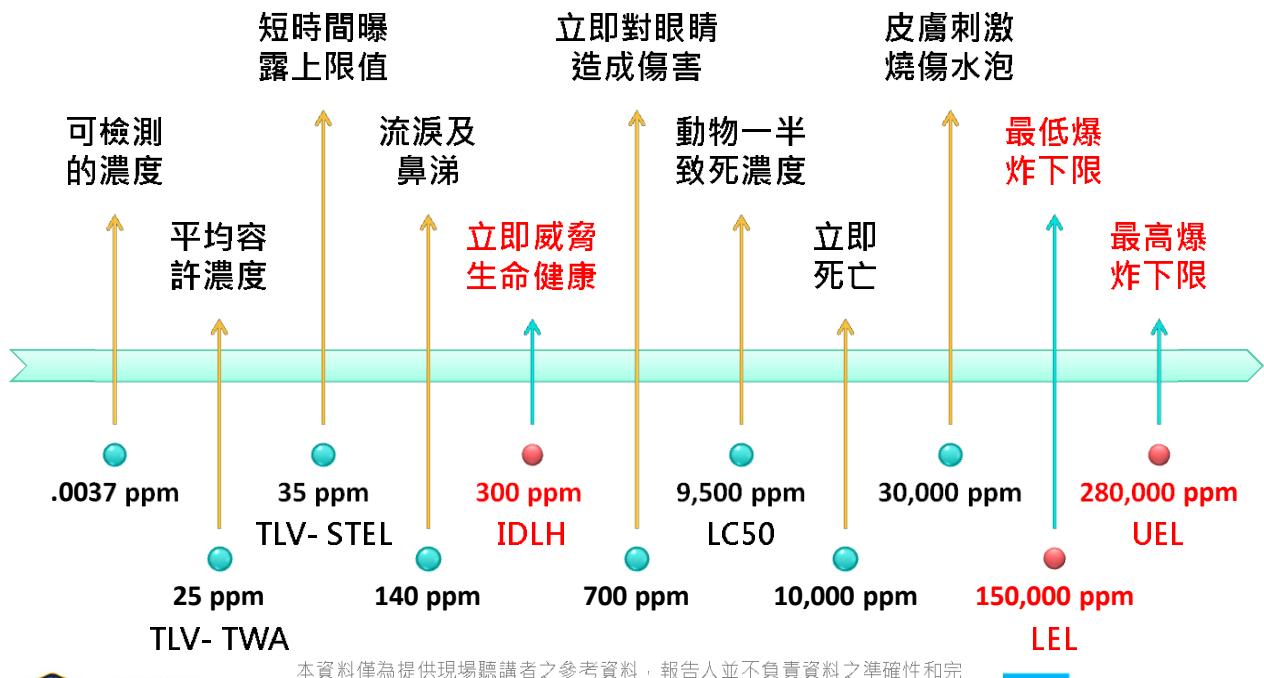
本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

現場濃度數值劃分差異

區域管制劃分基準？



本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 13 -



ERIC
Emergency Response
Information Center



動力及供氣式呼吸防護



Asphyxia !

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 14 -



ERIC
Emergency Response
Information Center



常見之儀器應用與限制

舉例說明僅供參考

Honeywell



MultiProTM



GasAlertMax XT II

四用氣體偵測器

種類	LEL	O ₂	CO	H ₂ S
檢測原理	觸媒燃燒式	電化學式		
量測範圍	0-100% LEL	0-30%	0-1,000ppm	0-200ppm
解析度	1%LEL	0.1%	1ppm	1ppm
TWA	-	-	35ppm	10ppm
STEL	-	-	50ppm	15ppm
LO Alarm	10%LEL	19.5%	35ppm	10ppm
Hi Alarm	20%LEL	23.0%	100ppm	15ppm

- 正常操作溫度：-20~50°C
- 正常操作濕度：10~100%



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 15 -



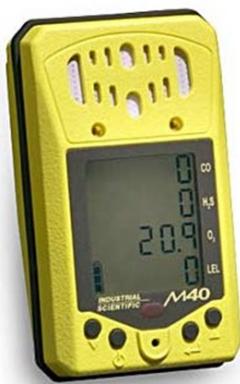
ITRI
Industrial Technology
Research Institute



常見之儀器應用與限制（續1）

舉例說明僅供參考

INDUSTRIAL SCIENTIFIC



M40

四用氣體偵測器

種類	LEL	O ₂	CO	H ₂ S
檢測原理	觸媒燃燒式	電化學式		
量測範圍	0-5% vol CH ₄	0-30%	0-1,000ppm	0-500ppm
解析度	0.1% vol	0.1%	1ppm	1ppm
TWA	-	-	35ppm	10ppm
STEL	-	-	50ppm	15ppm
LO Alarm	1% vol	19.5%	35ppm	10ppm
Hi Alarm	2% vol	22.5%	70ppm	20ppm
反應時間 T90	35sec	10sec	48sec	30sec

- 正常操作溫度：-20~50°C
- 正常操作濕度：15~90%



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 16 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



GX-2003
GX-2003 Type B

四用氣體偵測器

種類	LEL	O ₂	CO	H ₂ S
檢測原理	觸媒燃燒式	電化學式		
量測範圍	0-100% LEL	0-40%	0-500ppm	0-100ppm
解析度	1%LEL	0.1%	1ppm	1ppm
TWA	-	-	25ppm	10ppm
STEL	-	-	200ppm	15ppm
LO Alarm	10%LEL	19.5%	25ppm	10ppm
Hi Alarm	20%LEL	23.0%	50ppm	30ppm

- 感應器反應和清除時間：< 30秒
- 正常操作溫度：-20~50°C
- 正常操作濕度：0~85%
- 洩漏檢查模式：0-5,000ppm (可燃性氣體)



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 17 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



ALTAIR® 5X

六用氣體偵測器

種類	LEL	VOC	SO ₂	O ₂	CO	H ₂ S
檢測原理	觸媒 燃燒式	光離子 偵測器	電化學式			
量測範圍	0-100% LEL	0-2,000 ppm	0-20 ppm	0-30%	0-2,000 ppm	0-200 ppm
解析度	1%LEL	0.1ppm	0.5ppm	0.1%	1ppm	1ppm
TWA	-	-	2ppm	-	35ppm	10ppm
STEL	-	-	5ppm	-	50ppm	15ppm
LO Alarm	10%LEL	50ppm	2ppm	19.5%	35ppm	10ppm
Hi Alarm	20%LEL	100ppm	5ppm	23.0%	100ppm	15ppm

- 感應器反應和清除時間：< 15秒
- 正常操作溫度：0~40°C
- 正常操作濕度：15~90%



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

- 18 -

COSMOS



XPO-317
XPO-317H



XP-311A

可燃性/O₂複合型偵測器

種類	LEL	O ₂	CO	H ₂ S
檢測原理	觸媒燃燒式	電化學式	試劑變色	
量測範圍	0-100% LEL	0-40%	0,50,100,300,500ppm	0,10,20,40,60ppm
解析度	1%LEL	0.1%	-	-
精確度	±5%	±0.7%	-	±35%
Alarm	25%LEL	18%	-	-

■ 正常操作溫度 : -10~50°C

■ 毒性氣體(H₂S或CO)需搭配直讀式檢知管檢測

可燃性氣體偵測器

模式	量測範圍	Alarm
L range	0-10%LEL	-
H range	0-100% LEL	20%

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 19 -



ERIC
Emergency Response
Information Center



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

COSMOS



XP-3118



XP-3160

可燃性/O₂複合型偵測器

種類	LEL	O ₂
檢測原理	觸媒燃燒式	電化學式
量測範圍	0-100% LEL	0-35%
解析度	1%LEL	0.3%
Alarm	20%LEL	18%

可燃性氣體偵測器

模式	量測範圍	Alarm
L range	0-5,000ppm	250ppm/500ppm
H range	0-10,000ppm	250ppm/500ppm

■ 可於出廠時設定5種可燃性氣體校正係數：

甲烷/異丁烷/丙烷/乙醇/氫/乙炔/甲苯/二甲苯/苯...
(瓦斯業者常用)

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 20 -



ERIC
Emergency Response
Information Center



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



**MiniRAE 2000
(PGM-7600)**

VOC偵測器

模式	偵測範圍	解析度	反應時間
L range	0-99.9ppm	0.1ppm	<3sec
H range	100-10,000ppm	1ppm	<3sec

- 偵測原理：PID光離子化分析
- 正常操作溫度：-10~40°C
- 正常操作濕度：0~95%
- 預設內建102種氣體校正係數
- 支援8種校正氣體、警報極限之記憶



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 21 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



Tiger

揮發性有機氣體偵測器

- 偵測原理：PID光離子化分析
- 偵測範圍：0.001-20,000ppm
- 反應時間：< 2秒
- 正常操作溫度：-20~60°C
- 正常操作濕度：0~99%
- 預設內建TWA/STEL
- 預設內建超過480種氣體校正係數
- 儀器本身不受現場濕度環境干擾
(環保局常用)



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 22 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

常見之儀器應用與限制 (續9)

舉例說明僅供參考

ThermoFisher
SCIENTIFIC



TVA-1000

有毒揮發性氣體分析儀

種類	PID	FID
量測範圍	0.5-2,000ppm (異丁烯)	1-50,000ppm (甲烷)
精確度	±2.5ppm	±2.5ppm
操作溫度	0~40°C	
操作濕度	20~70%	20~95%
反應時間		< 3.5秒

■ FID / PID結合型偵測器



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 23 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

常見之儀器應用與限制 (續10)

舉例說明僅供參考

Honeywell



PhD6

五用/六用氣體偵測器(OPS常用)

種類	LEL	VOC	O ₂	CO	H ₂ S	
檢測原理	觸媒燃燒式	光離子 偵測器	電化學式			
量測範圍	0-100% LEL	0-2,000 ppm	0-30%	0-1,000 ppm	0-200ppm	
解析度	1%LEL	0.1ppm	0.1%	1ppm	1ppm	
TWA	-	50ppm	-	35ppm	10ppm	
STEL	-	100ppm	-	50ppm	15ppm	
LO Alarm	10%LEL	50ppm	19.5%	35ppm	10ppm	
Hi Alarm	20%LEL	100ppm	23.0%	200ppm	15ppm	

■ 可選配PH₃/SO₂/NO₂/NO/HCl/Cl₂/NH₃/ClO₂感測器



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 24 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



MultiRAE

五用氣體偵測器

種類	LEL	VOC	O ₂	CO	H ₂ S	
檢測原理	觸媒燃燒式	光離子 偵測器	電化學式			
量測範圍	0-100% LEL	0-5,000 ppm	0-30%	0-500ppm	0-100ppm	
解析度	1%LEL	0.1ppm	0.1%	1ppm	0.1ppm	
LO Alarm	10%LEL	50ppm	19.5%	35ppm	10ppm	
Hi Alarm	20%LEL	100ppm	23.0%	200ppm	15ppm	

- 附有PID校正係數技術說明(TN-106)
- 附有LEL校正係數技術說明(TN-156)

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 25 -



GT44

甲烷偵測器

模式	量測範圍	解析度
ppm	0-10,000ppm	1ppm
%LEL	0-100%LEL	1%LEL
%V	0-100%V	1%

- 可自動調節三種不同量測範圍(ppm/%LEL/%V)

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 26 -

常見之儀器應用與限制 (續13)

舉例說明僅供參考



PGM-1170 氰化氫氣體偵測器

偵測器體	氰化氫HCN
檢測原理	電化學式
採樣方式	擴散式
量測範圍	1 - 100ppm
解析度	1ppm
警報信號	TWA=10ppm · STEL=15ppm



XP-329m 異味偵測器

偵測器體	香氣/臭氣成分
檢測原理	高靈敏度氧化錫熱絲型燒結半導體式
採樣方式	自動吸引式
量測範圍	1 - 999
外部輸出	000-999對應(表示1對應1mv)
數據貯存	峰值紀錄



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 27 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

常見之儀器應用與限制 (續14)

舉例說明僅供參考



ALTAIR® Pro 單一氣體偵測器

偵測器體	氧氣
檢測原理	電化學式
採樣方式	擴散式
量測範圍	0 - 25%
解析度	0.1%
警報設定	Hi Alarm=23% · Lo Alarm=19.5%



XO-2200 氧氣偵測器

偵測器體	氧氣
檢測原理	電化學式
採樣方式	擴散式
量測範圍	0 - 25%
解析度	0.1%
警報設定	第一階段=19.5% · 第二階段=18.0%



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 28 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

了解儀器可燃性氣體sensor非常重要



6.2 Performance Specifications

Sensor	Range	Resolution	Reproducibility	Response time
Combustible Gas	0 to 100 % LEL or 0 to 5 % CH ₄	1 % LEL or 0.05 Vol % CH ₄	Normal temp. range: <50 % LEL: 3 % LEL 50-100 % LEL: 5 % LEL <2.5 % CH ₄ : 0.15 % CH ₄ 2.5-5.00 % CH ₄ : 0.25 % CH ₄ Extended temp. range: <50 % LEL: 5 % LEL 50-100% LEL: 8% LEL <2.5 % CH ₄ : 0.25 % CH ₄ 2.5-5.00 % CH ₄ : 0.40 % CH ₄	t(90)< 15 sec (Pentane) (normal temp.) t(90)< 10 sec (Methane) (normal temp.)



Table 1: GX-2003 Specifications

Target Gas	%LEL Combustible Gas (Methane Calibration Standard)	% Volume Combustible Gas (Methane Calibration Standard)	Oxygen (O ₂)	Hydrogen Sulfide (H ₂ S)	Carbon Monoxide (CO)
Range (Increment)	0-100% LEL (1% LEL)	0 - 100% vol (1% vol)	0-40.0% vol (0.1 vol%)	0-100 ppm (0.5 ppm)	0-500 ppm (1 ppm)



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 29 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



LEL轉換係數

舉例說明僅供參考

以GX-2003為例 (以甲烷當作校正時)

$$\text{L.E.L.讀值} \times \text{轉換係數} = \text{實際L.E.L.}$$

$$60 \% \text{L.E.L. (儀器讀值)} \times 1.33$$

$$= 79.8 \% \text{L.E.L.}$$



物種	轉換係數	物種	轉換係數	物種	轉換係數	物種	轉換係數
乙烷	1.25	己烷	1.65	甲醇	1.65	苯	2.00
丙烷	1.52	庚烷	1.92	乙醇	1.75	甲苯	2.00
異丁烷	1.56	乙炔	2.00	乙烯	1.20	二甲苯	0.93
戊烷	1.35	丙酮	1.92	丙烯	1.33	氫	1.00

※LEL檢測之校正係數可參照操作手冊資料

<http://www.rkiinstruments.com/pdf/mgx2003.pdf>



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 30 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

以MultiRAE為例 (以甲烷當作校正時)



L.E.L.讀值×轉換係數 = 實際L.E.L.

$$60 \% \text{ L.E.L. (儀器讀值)} \times 1.6 \\ = 96 \% \text{ L.E.L.}$$

物種	轉換係數	物種	轉換係數	物種	轉換係數	物種	轉換係數
丙烷	1.4	環己烷	2.1	丁二烯	1.8	乙炔	2.9
乙烯	1.4	VCM	2.0	丁烷	1.7	丙烯腈	1.7
苯	2.1	汽油類	2.6	甲烷	1.0	液氮	1.0
丙烯	1.6	氫氣	1.0	乙烷	1.4	甲苯	2.4

※LEL檢測之校正係數可參照技術說明資料(TN-156)

<http://www.afcintl.com/Portals/0/pdfs/RAE%20pdfs/tn156.pdf>



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 31 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

現場應變快查表 (LEL)

%LEL儀器讀值		輸入讀值 20.0% (A)	排序	中文	化學名	校正係數 (B)	實際LEL值(%) (C)=(A)*(B)	爆炸下限濃度(ppm) (D)	LEL運算出濃度 (ppm) (E)=(C)*(D)
1	氫氣	Hydrogen	1.0	20.0%		40,000	8,000		
2	甲烷	Methane	1.0	20.0%		50,000	10,000		
3	液氮	Ammonia	1.0	20.0%		150,000	30,000		
4	乙烯	Ethylene	1.3	26.0%		27,000	7,020		
5	一氧化碳	Carbon monoxide	1.3	26.0%		125,000	32,500		
6	LPG(丙烷)	Propane	1.4	28.0%		21,000	5,880		
7	乙烷	Ethane	1.4	28.0%		30,000	8,400		
8	丙烯	Propene	1.6	32.0%		21,000	5,880		
9	丙烯腈	Acrylonitrile	1.7	34.0%		30,000	10,200		
10	丁二烯	1,3-Butadiene	1.8	36.0%		20,000	7,200		
11	MTBE(甲基第三丁基醚)/四碳烴	Butane	1.9	38.0%		19,000	7,220		
12	正丁烷	Butane	1.9	38.0%		19,000	7,220		
13	四碳烴	Butane	1.9	38.0%		19,000	7,220		
14	VCM	Vinyl Chloride	2.0	40.0%		36,000	14,400		
15	苯	Benzene	2.1	42.0%		12,000	5,040		
16	環己烷	Cyclohexane	2.1	42.0%		13,000	5,460		
17	甲苯	Toluene	2.4	48.0%		11,000	5,280		
18	汽油類	Gasoline	2.6	52.0%		13,000	6,760		
19	乙炔	Acetylene	2.9	58.0%		25,000	14,500		

校正係數適用機型：Honeywell RAE



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 32 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

現場應變快查表 (LEL)

舉例說明僅供參考

以MiniRAE 2000為例 (以異丁烯當作校正時)

PID讀值×轉換係數 = 實際VOC濃度
※已知量測物種

舉例

PID讀值10ppm

丙烯在10.6eV伏特UV下，CF值 = 1.4

$$10\text{ppm} \times 1.4 = 14\text{ppm}$$



Technical Note TN-106 01/16/VK

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Acetaldehyde		75-07-0	C ₂ H ₄ O	NR	+	6	+	3.3	+	10.23	C25
Acetic acid	Ethanoic Acid	64-19-7	C ₂ H ₄ O ₂	NR	+	22	+	2.6	+	10.66	10
Acetic anhydride	Ethanoic Acid Anhydride	108-24-7	C ₄ H ₆ O ₃	NR	+	6.1	+	2.0	+	10.14	5
Acetone	2-Propanone	67-64-1	C ₃ H ₆ O	1.2	+	0.9	+	1.4	+	9.71	500
Acetone cyanohydrin	2-Hydroxyisobutyronitrile	75-86-5	C ₄ H ₇ NO				4	+	11.1	C5	
Acetonitrile	Methyl cyanide, Cyanomethane	75-05-8	C ₂ H ₃ N				100		12.19	40	

※PID檢測之校正係數可參照操作手冊資料(TN-106)

http://www.raesystems.com/sites/default/files/content/resources/Technical-Note-106_A-Guideline-for-Pid-Instrument-Response_0.pdf



ERIC

Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 33 -



ITRI

Industrial Technology
Research Institute

FID轉換係數

舉例說明僅供參考

以TVA-1000為例

$$\text{換算濃度Y} = \frac{10,000 \times A \times \text{量測值}(X)}{10,000 + B \times \text{量測值}(X)}$$

舉例

FID讀值(X) = 10ppm

丙烯校正係數A = 0.96，B = 0.54

$$Y = \frac{10,000 \times 0.96 \times 10\text{ppm}}{10,000 + 0.54 \times 10\text{ppm}} = 9.6\text{ppm}$$



物種	A	B	物種	A	B	物種	A	B
乙烷	0.90	0.26	乙醇	1.64	0.38	二甲苯	0.32	0.21
丙烷	0.62	0.21	苯	0.35	0.23	乙烯	1.34	0.60
丁烷	0.58	0.32	甲苯	0.34	0.23	丙烯	0.96	0.54

※FID檢測之校正係數可參照操作手冊資料

<http://www.petersonenvironmental.com/ThermoTVA1000ResponseFactors.pdf>



ERIC

Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 34 -



ITRI

Industrial Technology
Research Institute



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



避免黃磷在空氣中自燃

使用高膨脹泡沫！

應變人員著PPE、
未著消防衣？！



Rescue workers pour foam on the wreckage of a train transporting toxic **yellow phosphorus** to prevent **spontaneous ignition**.



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

Phosphorus burns

■ 「化學性灼傷」



VrachFree.ru
Бесплатный врач



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 37 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

Puzzle is an EASY Game?



災因分析？憑藉的是邏輯和專業經驗！

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 38 -



ERIC
Emergency Response
Information Center



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

便利性 vs 後果嚴重程度：

- Building loss in excess of \$400 million USD, exclusive of production and downstream interdependency losses.
- A contributing factor to the spread of the fire was the use of plastic exhaust duct.



- Estimated \$1 million USD cost of fire damage to this waste water treatment plant (FRP duct system)



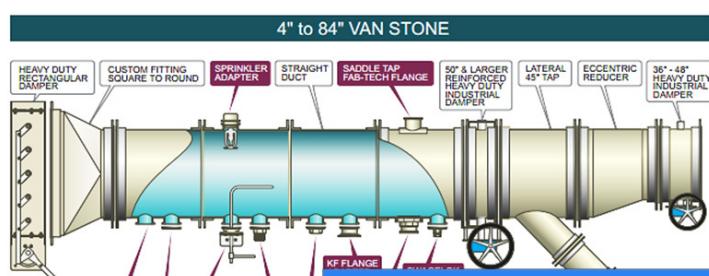
ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

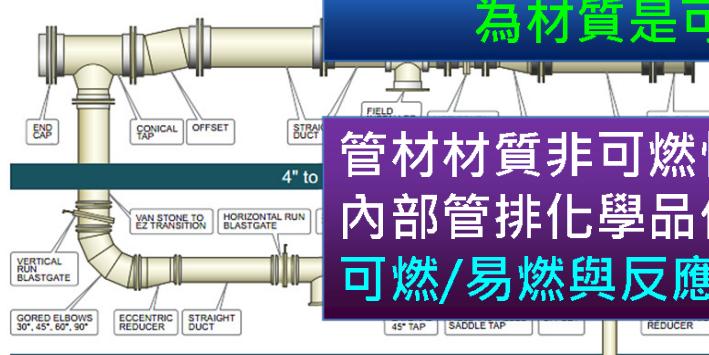
- 39 -

 **ITRI**
Industrial Technology
Research Institute

■ 管排火災議題



**Plastic/FRP exhaust duct
為材質是可燃性**



**管材材質非可燃性：
內部管排化學品仍有自發火、
可燃/易燃與反應等特性**



**阻斷火勢竄燒：
侷限、阻隔、管內滅火**

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 40 -

 **ITRI**
Industrial Technology
Research Institute

DuPont Tychem® Suit Fabrics

舉例說明僅供參考

- 以DuPont Tychem® Suit Fabrics為例
廠場可參考選用其他廠牌同等級的PPE

Chemical Name	Physical State	CAS No.	Tychem® C Barrier to a range of concentrated Inorganic chemicals						Tychem® F Barrier to a range of organic and highly concentrated inorganic chemicals					
			Breakthrough time			EU-Class according to EN 14325	Steady State Permeation Rate	Minimum Detection Rate	Breakthrough time			EU-Class according to EN 14325	Steady State Permeation Rate	Minimum Detection Rate
			Actual	Normalized at 0.1 µg/(cm²·min)	Normalized at 1.0 µg/(cm²·min)				minutes	µg/(cm²·min)	µg/(cm²·min)			
Sulphuric acid (50%)	L	7664-93-9	> 480	> 480	> 480	6	< 0.01	0.01	■	■	■	■	■	■
Sulphuric acid (98%)	L	7664-93-9	> 480	> 480	> 480	6	< 0.005	0.005	■	■	> 480	6	■	0.01
Sulphuryl chloride	L	7781-25-5	■	■	■	■	■	■	> 480	> 480	> 480	6	< 0.01	0.01
Tetrachloro-bisphenol-A 2,2,6,6-	S	79-95-8	■	■	■	■	■	■	> 480	> 480	> 480	6	< 0.1	0.1
Tetrachloroethylene 1,1,2,2-	L	127-18-4	■	■	■	■	■	■	13	> 480	> 480	6	0.022	0.001
Tetrahydrofuran	L	109-99-9	■	■	■	■	■	■	40	444	> 480	6	0.14	0.001
Thioglycolic acid	L	68-11-1	■	■	■	■	■	■	> 480	> 480	> 480	6	< 0.0001	0.0001
Thionyl chloride	L	7719-09-7	■	■	■	■	■	■	imm	imm	15	1	101	0.01
Tin chloride, mono-n-butyl	L	1118-46-3	■	■	■	■	■	■	> 480	> 480	> 480	6	< 0.0001	0.0001
Tin chloride, tri-n-butyl	L	1461-22-9	■	■	■	■	■	■	■	■	> 480	6	■	0.2
Titanium tetrachloride	L	7550-45-0	■	■	■	■	■	■	> 480	> 480	> 480	6	< 0.0001	0.0001
Toluene	L	108-88-3	■	■	■	■	■	■	> 480	> 480	> 480	6	< 0.05	0.05

- Permeation data obtained per **ASTM F739**. Normalized breakthrough times (the time at which the permeation rate is equal to **0.1 µg/cm²/min**) reported in minutes. All liquid chemicals have been tested between approximately **20°C and 27°C** unless otherwise stated. All chemicals have been tested at a concentration of **greater than 95%** unless otherwise stated. Chemical warfare agents (Lewisite, Sarin, Soman, Sulfur Mustard, Tabun and VX Nerve Agent) have been tested at 22°C and 50% relative humidity per military standard MIL-STD-282.



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 41 -



SO₃ (三氧化硫 / Sulfur trioxide) 防護衣選用

舉例說明僅供參考

Tychem® Fabric Legend

- QC** = Tychem QC → 
- SL** = Tychem SL → 
- TF** = Tychem F → 
- TP** = Tychem ThermoPro → 
- C3** = Tychem CPF 3 → 
- BR** = Tychem BR → 
- LV** = Tychem LV → 
- RC** = Tychem Responder® CSM → 
- TK** = Tychem TK → 
- RF** = Tychem Reflector® → 



- 標準化破出時間
(Normalized Breakthrough Times · 分鐘)

化學品	CAS Number	狀態	QC	SL	TF	TP	C3	BR	LV	RC	TK	RF
三氧化硫	7446-11-9	液態					imm.	90	90	90	90	90



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 42 -




■ 標準化破出時間
(Normalized Breakthrough Times · 分鐘)

化學品	CAS Number	狀態	QC	SL	TF	TP	C3	BR	LV	RC	TK	RF
三氧化硫	7446-11-9	液態					imm.	90	90	90	90	90



本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 43 -


ERIC

 Emergency Response
Information Center

ITRI

 Industrial Technology
Research Institute

■ 標準化破出時間
(Normalized Breakthrough Times · 分鐘)

化學品	CAS Number	狀態	QC	SL	TF	TP	C3	BR	LV	RC	TK	RF
三氧化硫	7446-11-9	液態					imm.	90	90	90	90	90

- 「imm.」 indicates immediate; having a normalized breakthrough time of 10 minutes or less.
「imm.」 代表立即，標準化破出時間為10分鐘或更短
- A blank cell indicates the fabric has not been tested. The fabric may or may not offer barrier.
blank cell 代表多層化纖維沒有經過測試，防護衣纖維可能或不能提供防護功能
- C3都僅能提供10分鐘以下的防護時間，TP (含) 以下是不建議使用的



本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

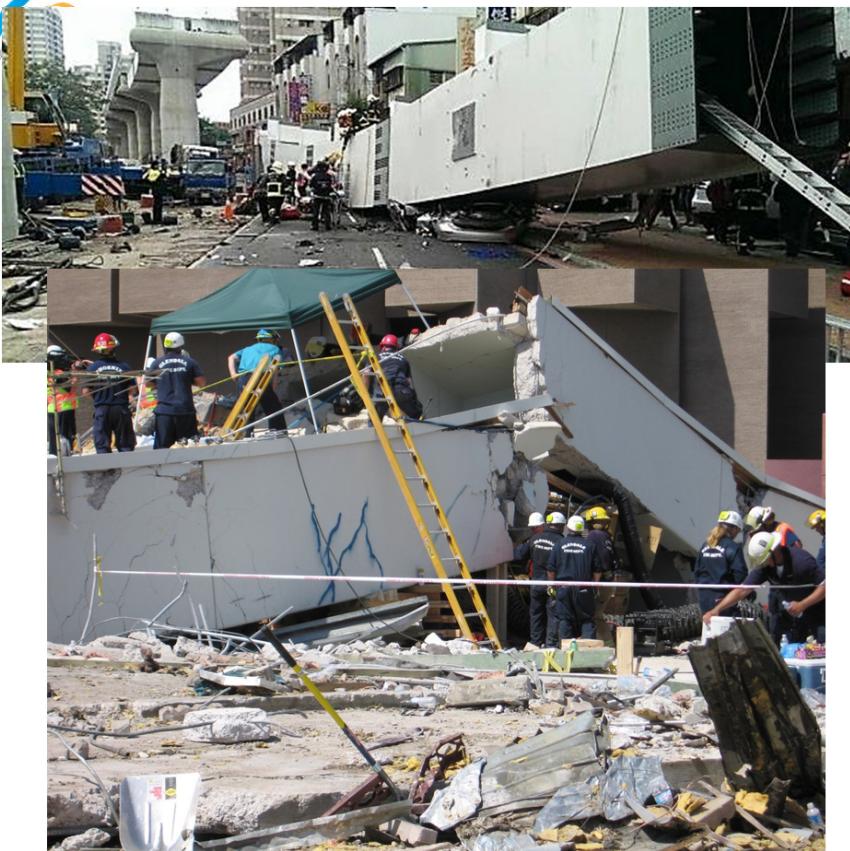
- 44 -


ERIC

 Emergency Response
Information Center

ITRI

 Industrial Technology
Research Institute



- 台中捷運北屯路與文心路口工程段在進行鋼樑吊掛作業時發生掉落
- 209公噸重的鋼樑掉落路面壓扁一部汽車，事故造成4死四傷

- US TEEX Disaster city 建置地震救援與應變實作訓練場址
- 「仿真」訓練對於應變人員的**重要性**與**真實性**

**實作訓練的精神所在
與設計目的**



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 45 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute **45**



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 46 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute **46**

訓練機制：一人一機、獨立操作



- 每組訓練模組由單人獨立操作



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 47 -



■ Team job則需集眾人之力來完成

每個人都必須**具備**擔任該項職務的**專業資格**

再多的講解，抵不過親身、
親手去實作

40TEEX訓練機制：一人一機、獨立操作

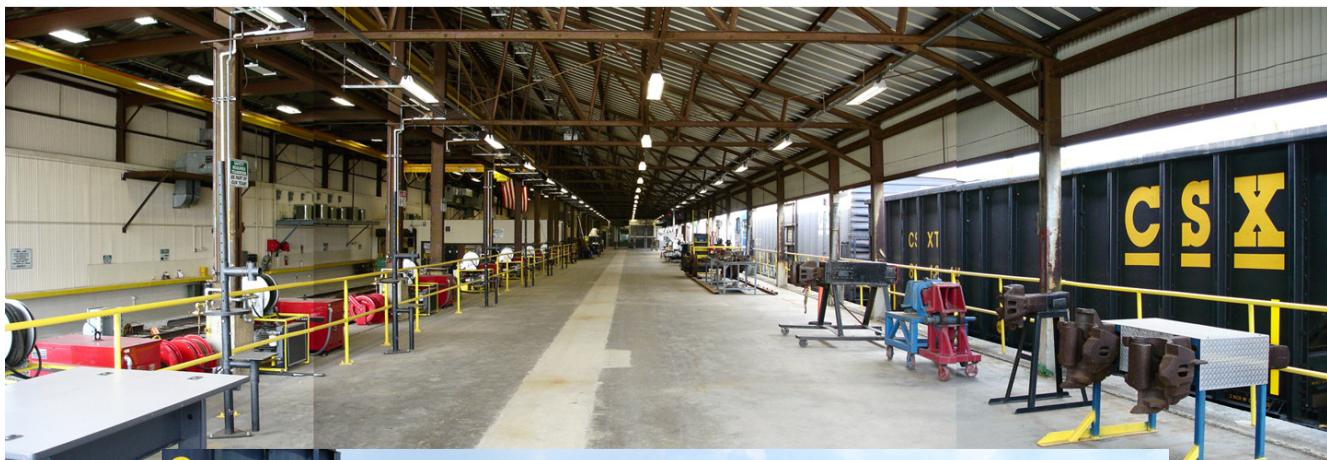


ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 48 -





ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 49 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



利用所收集的災情資訊



是否遺漏了什麼？！

要一直挑戰自己的決策

plan A, plan B, &
plan C... 同步產生

- 內容物為何？
- 駕駛？清單？
- 槽體結構與外觀
- 資料是否吻合？
- 氣味、顏色、現象與特徵等
- 比對、研析
- 災情研析
 - 觀察、理解現狀
 - 蒐集所有可用之資訊（眼觀、用心、切勿落入先入為主的窒礙）
 - 嚴重程度確認
 - 發展機制推論
 - 骨牌效應、研析
 - 再修正、再驗證
- 訂定應變方案



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 50 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

複合型槽車事故 (重點解析現場呈現的訊息)



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 51 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



評估有效性的應變作為

- 儘可能彙整**所有可用資訊**，提供後續研判及作為之需
- 釐清事故本質問題、並**全面性分析**各資訊之間的關連性
- 制訂**階段性目標**，製作plan A、plan B甚至plan C...
- 首要先**穩定災情** (stabilization)，避免事故擴大
- **執行化學性危害之定性與定量等作為，與潛在危害分析**
- 綜整高度民眾關切與棘手環境議題，制訂應變措施
- 建置**ICS架構**，執行各功能小組現地應變程序
- 持續研析事故與應變動態發展的過程，適時進行討論及修正
- 協助主管單位、應變團隊進行聯合救災及人員物資支援調度
- 特別注意複合型及衍生型事故的size up與動態性修正
- 各功能小組：研析災情、制訂行動方案、說明應變程序、確認操作步驟、回饋現場現況、進行動態修正，並全程掌控

由具備資格 (Qualified) 的人員掌控全局



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

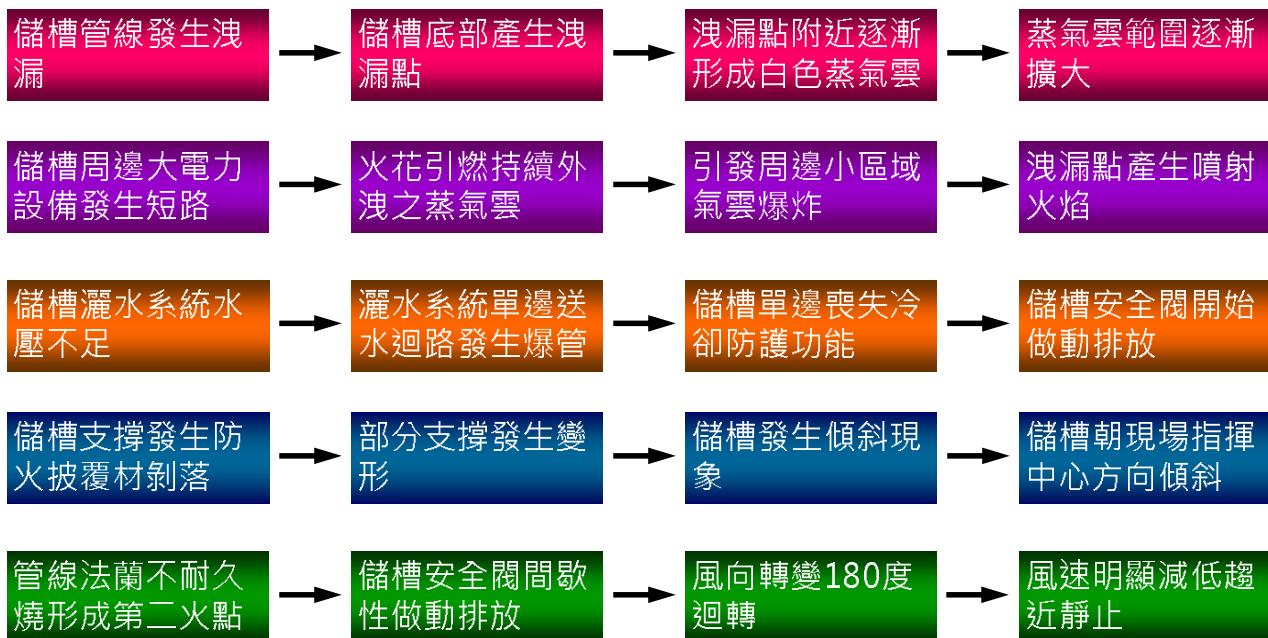
- 52 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

倉儲毒化物事故 (情境想定、供狀況推演)

舉例說明僅供參考



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 53 -

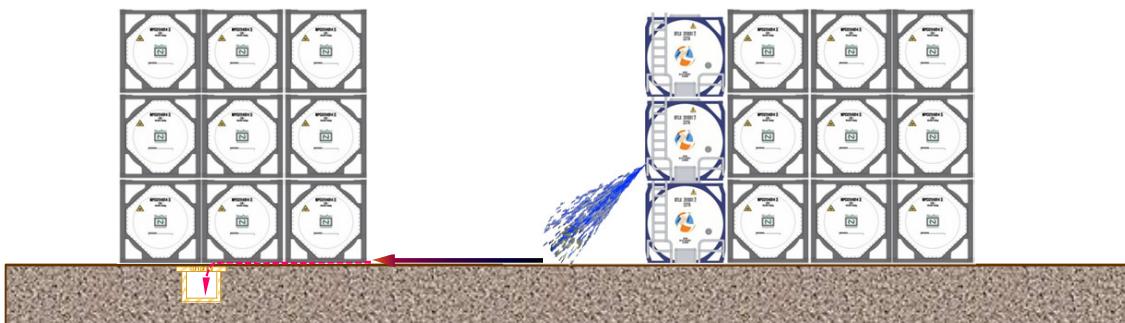


ITRI
Industrial Technology
Research Institute

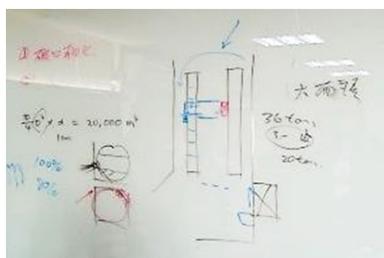
HF release incident

■ ISO tank 已經洩漏

■ 消防、港務局請求支援



■ 進行Size up



■ 研析與確認堵漏的程序



■ 堵漏施做與確認

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 54 -



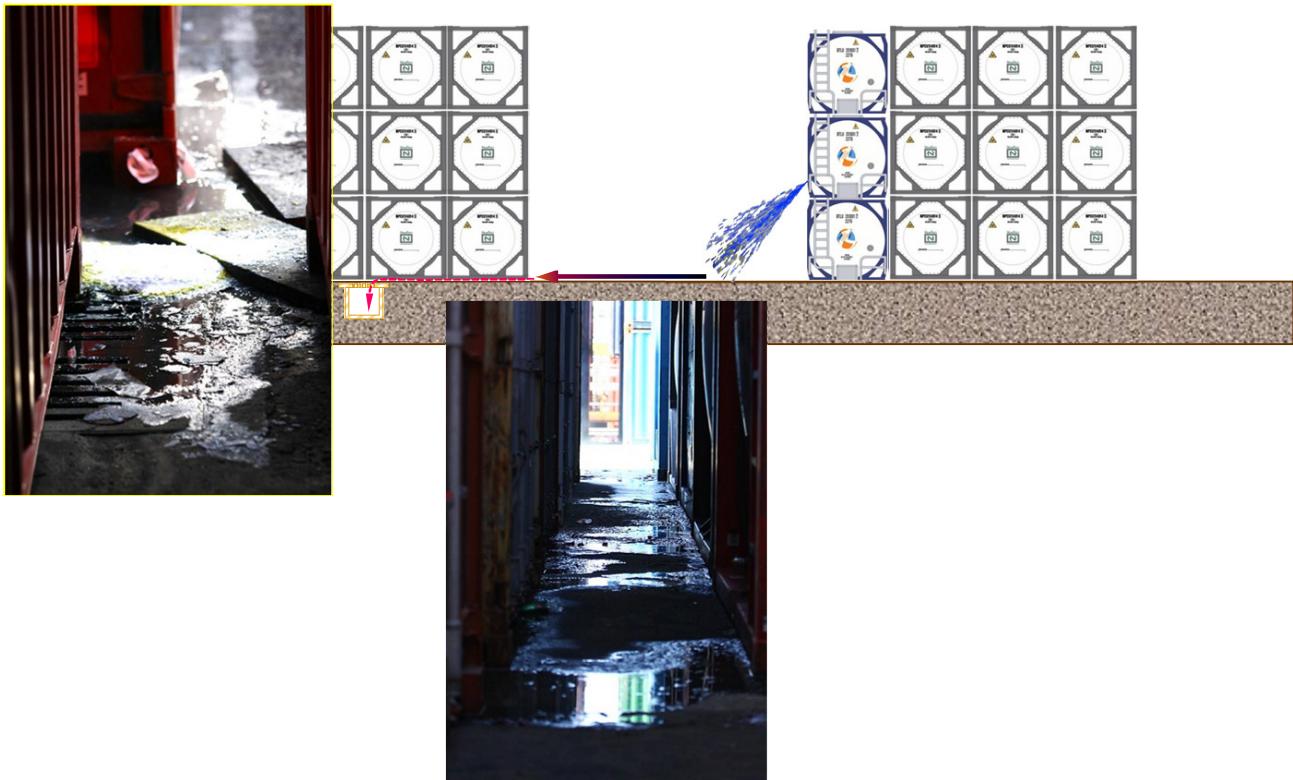
ERIC
Emergency Response
Information Center



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

HF release incident (潛在危害)

(潛在危害)



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 55 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

罐式集装箱 Tank Container



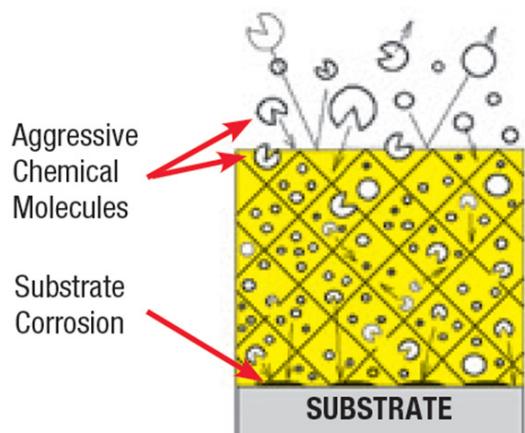
可充装介质 Loading Medium	箱型 Model	容积 Capacity (m³)	设计压力 Design Pressure (MPa)	主体材质 Material Of Main Body	壳体名义厚度 Nominal Thickness Of Tank (mm)	绝热方式 Mode Of Insulation	自重 Tare Weight(kg)	最大运营质量 Max.Gross Weight (kg)	外形尺寸 Out Dimension (L×W×H) (mm)	装卸形式 Loading Method	设计标准 Design Standard
R134a	T50	24.8	1.38	WH590E	10	遮阳 Sunshade	5720	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	中国标准 Chinese Standard
R22	T50	24.5	2.2	Q345R	16		8000	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	
R22	T50	24.5	2.2	WH590E	14		7140	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	
R125	T50	24.5	2.75	WH590E	17		8180	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	
R32	T50	24.3	3.45	WH590E	21.5		10200	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	
无水氯氟酸AHF	T19	21	0.67	Q245R	8		5900	30480	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	
无水氯氟酸AHF	T19	21	0.67	Q245R	10		6250	30480	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	
无水氯氟酸AHF	T19	21	0.67	Q245R	12		7050	30480	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	
无水氯氟酸AHF	T19	24	0.67	Q245R	10		6700	30480	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	
无水氯氟酸AHF	T19	24	0.67	Q245R	12		7280	30480	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	
无水氯氟酸AHF	T20	21	1.0	Q245R	12	无保温 No Insulating Couise	6870	30480	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	ASME
无水氯氟酸AHF	T19	32	0.67	Q245R	10	包扎保溫 Foam Package	8300	35000	9125 × 2438 × 2591	上装上卸	
无水氯氟酸AHF	T19	35	0.67	Q245R	10	包扎保溫 Foam Package	8500	38000	9125 × 2438 × 2591	上装上卸	
R134a	T50	24	1.38	SA-612N	11	无保温 No Insulating Couise	6270	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	
R125	T50	22	2.75	SA-612N	21		9600	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	
R125	T50	24.3	2.75	P460NL1	14.6		7800	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	
R32	T50	20	3.44	SA-612N	25		10900	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	
R32	T50	24.3	3.45	P460NL1	18.2		9000	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	
AHF	T20	21	1.0	SA516M NR.485	12		6900	34000	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	
液氯	T50	20	1.7	Q345R	16		8300	34000	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	
		21.72	1.7	Q345R	16		8300	34000	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	
液氯	T50	21.6	2.2	06Cr19Ni10	16	无保温 No Insulating Couise	9400	34000	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	
二氧化硫	T50	21	1.03	16MnDR	12	无保温 No Insulating Couise	6900	34000	6058 × 2438 × 2591	上装上卸	
LO ₂ , LN ₂ , Lar, LNG	T75	19.8~20	0.75~2.35	内容器: 06Cr19Ni10外容器; Q345R		多层缠绕高真空 high vacuum multi-layer	8600~12880	34000	6058 × 2438 × 2591	下装下卸	
HDPE内衬箱 HDPE Lining Container				内地或台湾衬里, 内衬厚度: 7mm~16mm, 可充装强腐蚀性化工产品		Inland or Taiwan lining Thickness:7mm~16mm, For highly corrosive fluid					
特氟龙内衬箱 Teflon Lining Container				国外技术处理, 采用NEW PTFE, 耐腐蚀, 可充装高纯度的化工产品		Foreign technology,using NEW PTFE,Corrosion resisting ,for high purify fluid					

ERIC
Emergency Response
Information Center

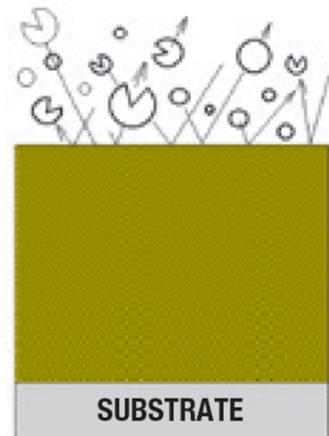
本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性，不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

Problems with Epoxyes and Vinylesters

Vinylester's and Epoxy's Open Screen Structure



AGGRESSIVE CHEMICAL MOLECULES PENETRATE INTO AND THROUGH THE POLYMER GROUPS ATTACKING BOTH THE INNER POLYMER STRUCTURE AND THE SUBSTRATE.



AGGRESSIVE CHEMICAL MOLECULES CANNOT PENETRATE THE HIGH DENSITY SURFACE.
INNER POLYMER STRUCTURE AND SUBSTRATE PROTECTED FROM CHEMICAL ATTACK.



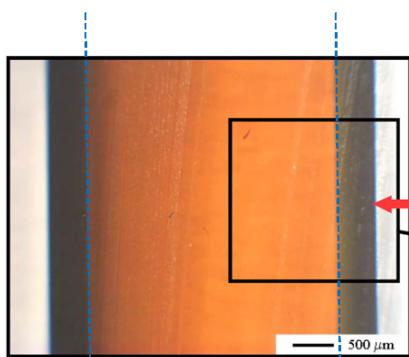
ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

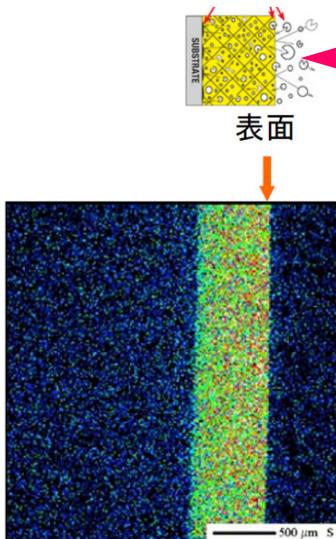
- 57 -



アミン硬化EPを80°C, 10%硫酸に
100h浸漬後の試料断面



環境液の
浸入方向



左図四角部分のEDSによる
S元素分析結果

Immersion
direction
10% H₂SO₄
• Immersed
at 80°C,
100 hrs



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 58 -





決定應變作為的優先次序

- 儘可能彙整**所有可用資訊**，提供後續研判及作為之需
- 釐清事故本質問題、並**全面性分析**各資訊之間的關連性
- 制訂**階段性目標**，製作plan A、plan B甚至plan C...
- 首要先**穩定災情** (stabilization)，避免事故擴大
- 執行化學性危害之定性與定量等作為，與潛在危害分析
- 縱整高度民眾關切與棘手環境議題，制訂應變措施
- 建置**ICS架構**，執行各功能小組現地應變程序
- 持續研析事故與應變動態發展的過程，適時進行討論及修正
- 協助主管單位、應變團隊進行聯合救災及人員物資支援調度
- 特別注意複合型及衍生型事故的size up與動態性修正
- 各功能小組：研析災情、制訂行動方案、說明應變程序、確認操作步驟、回饋現場現況、進行動態修正，並全程掌控

由具備資格 (Qualified) 的人員掌控全局



ERIC
Emergency Response
Information Center

本資料僅為提供現場聽講者之參考資料，報告人並不負責資料之準確性和完整性、不得應用於法律用途。並請聽講者自行「審慎驗證」並參酌使用！

- 59 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute