

工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

園區災害應變案例交流

111年度產業園區工安事故預防宣導、災害通報教育訓練

環境事故專業諮詢中心

2022.04



大綱

大綱

01

前言

02

事故案例分析

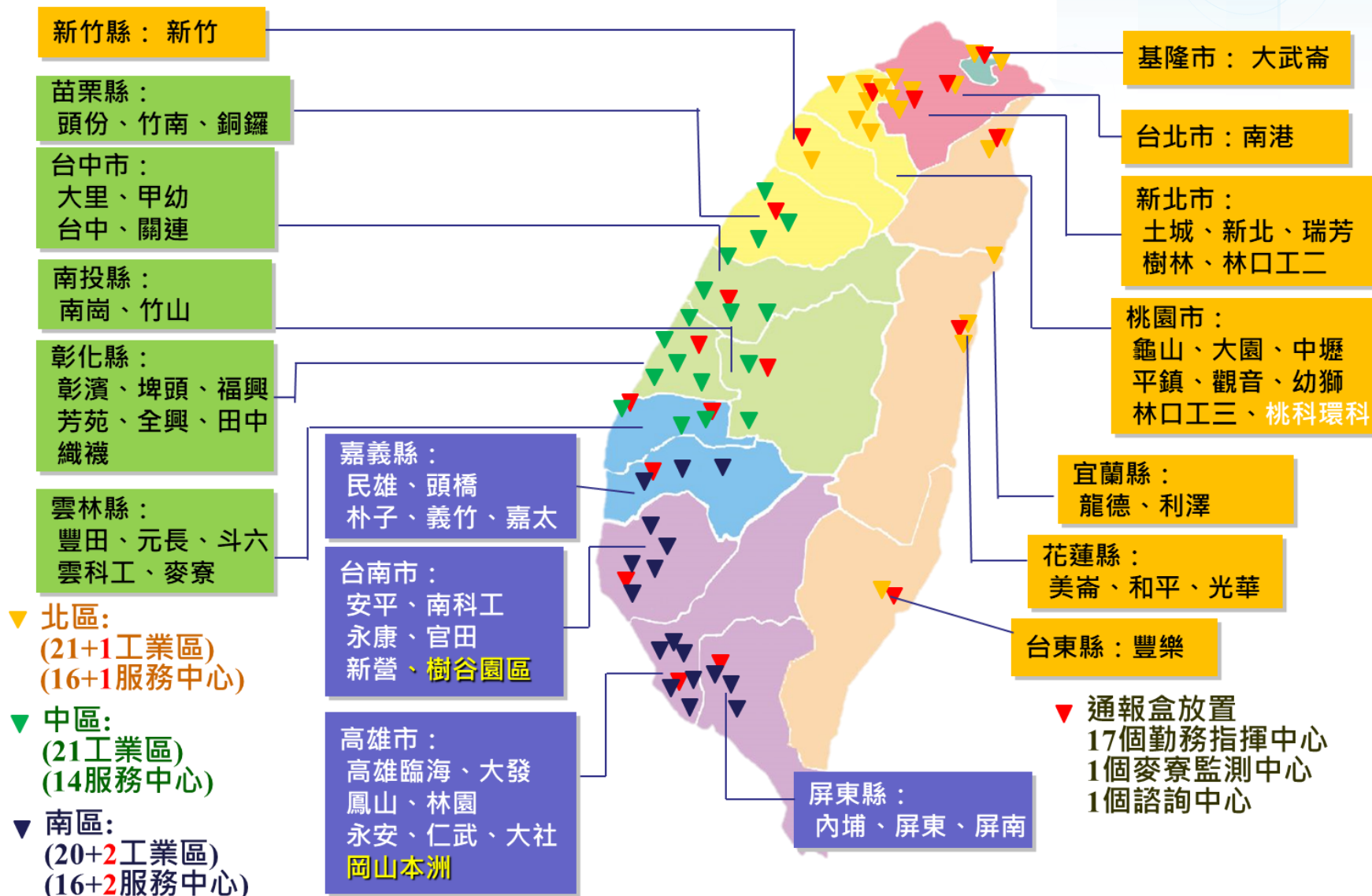
03

緊急災害應變流程

04

工業區聯防的互助與執行方式

全國工業區區域聯防的分布



工業區區域聯防的起源



2001年5月18日新竹工業區福國化工廠爆炸案；該事件造成該廠全毀，鄰近46家工廠亦受波及，造成嚴重的財產損失及1人死亡、112人輕重傷



大規模災害特性



- ✦ 可能伴隨重大火災及爆炸災況
- ✦ 可能有大量傷患就醫
- ✦ 需要大範圍封鎖與管制及疏散民眾
- ✦ 可能需要成立災民收容中心
- ✦ 需要確認濃度範圍(偵測)
- ✦ 可能伴隨大量污染(空氣、水、土壤、人員)
- ✦ 民眾會特別焦慮，需要長時間追蹤輔導
- ✦ 事後的廢棄物清除處理困難
- ✦ 後續社會成本影響大

美國國家應變中心2021年資料統計



事故統計

- ➡ 總事故數：24,540
- ➡ 死亡人數：1,032
- ➡ 住院人數：1,219
- ➡ 受傷人數：1,596
- ➡ 撤離人數：22,377
- ➡ 財物損失：US\$ 130,899,939

災因Top5

- ➡ 未知：9,127 (37.19%)
- ➡ 設備故障：4,429 (18.05%)
- ➡ 其他：2,993 (12.20%)
- ➡ 人員操作失誤：1,781 (7.26%)
- ➡ 傾倒：1,552 (6.32%)



United States Coast Guard
National Response Center

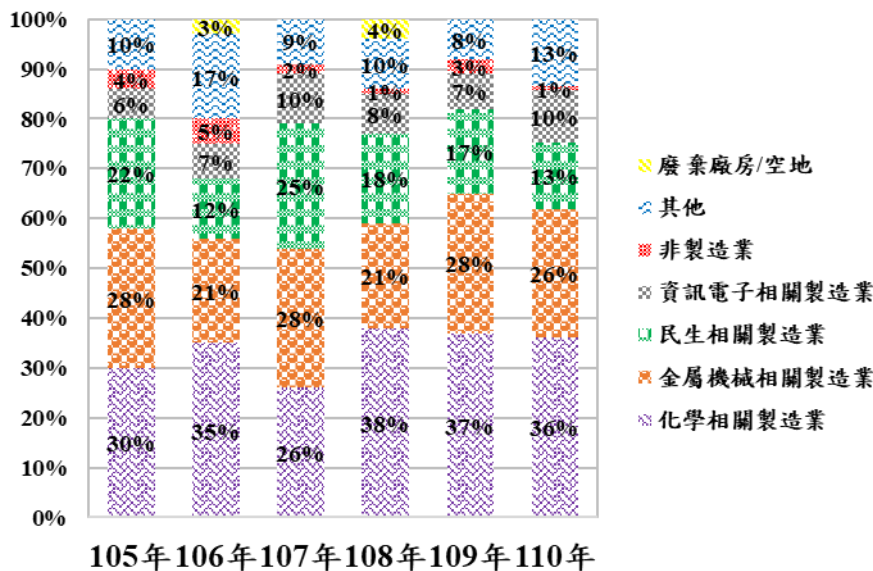
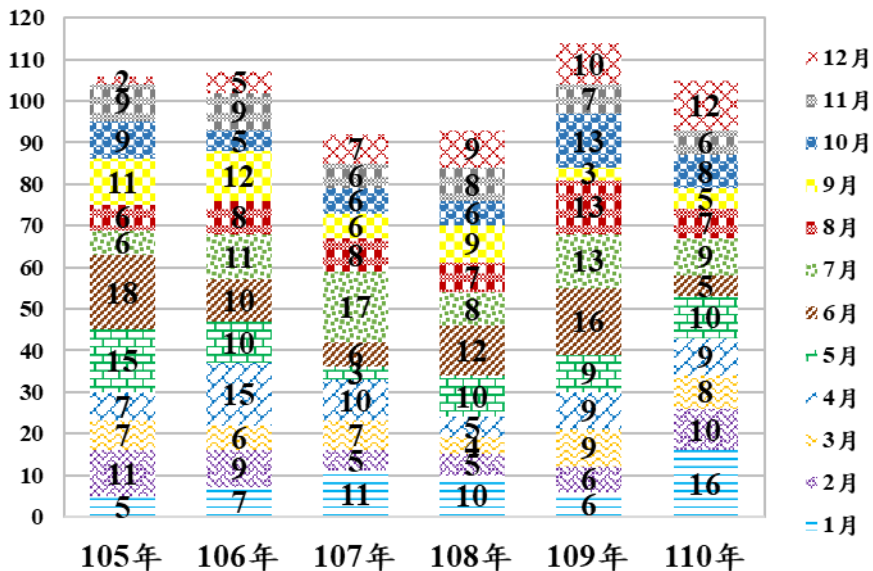
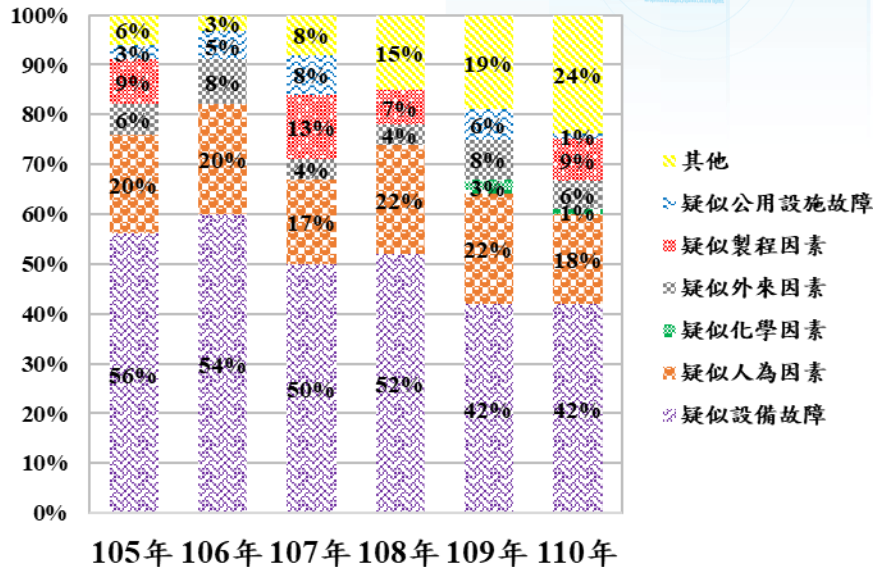


2021年事故統計分析



- 化學相關製造業事故數最多，其次為金屬機械相關製造業
- 災因以疑似設備故障最多，而疑似人為因素致災則為次多

美國與台灣相似之處？



© 2012 ITRI. All rights reserved. This presentation and its contents are confidential and intended for internal use only. Any disclosure or distribution of this information is strictly prohibited. For more information, please contact ITRI at 02-2752-2211.



事故案例分析



經驗法則？事實非你所想



事故案例- 1

翻攝 記者爆料網



經驗法則？事實非你所想



事故案例- 1

所屬吉隆、長德、麗冠、



22° | 27°
20%

爐渣車為何爆炸？疑未按程序脫水釀禍

19:03 疫情

工安意外！ 氫化爐爆炸



事故案例- 2

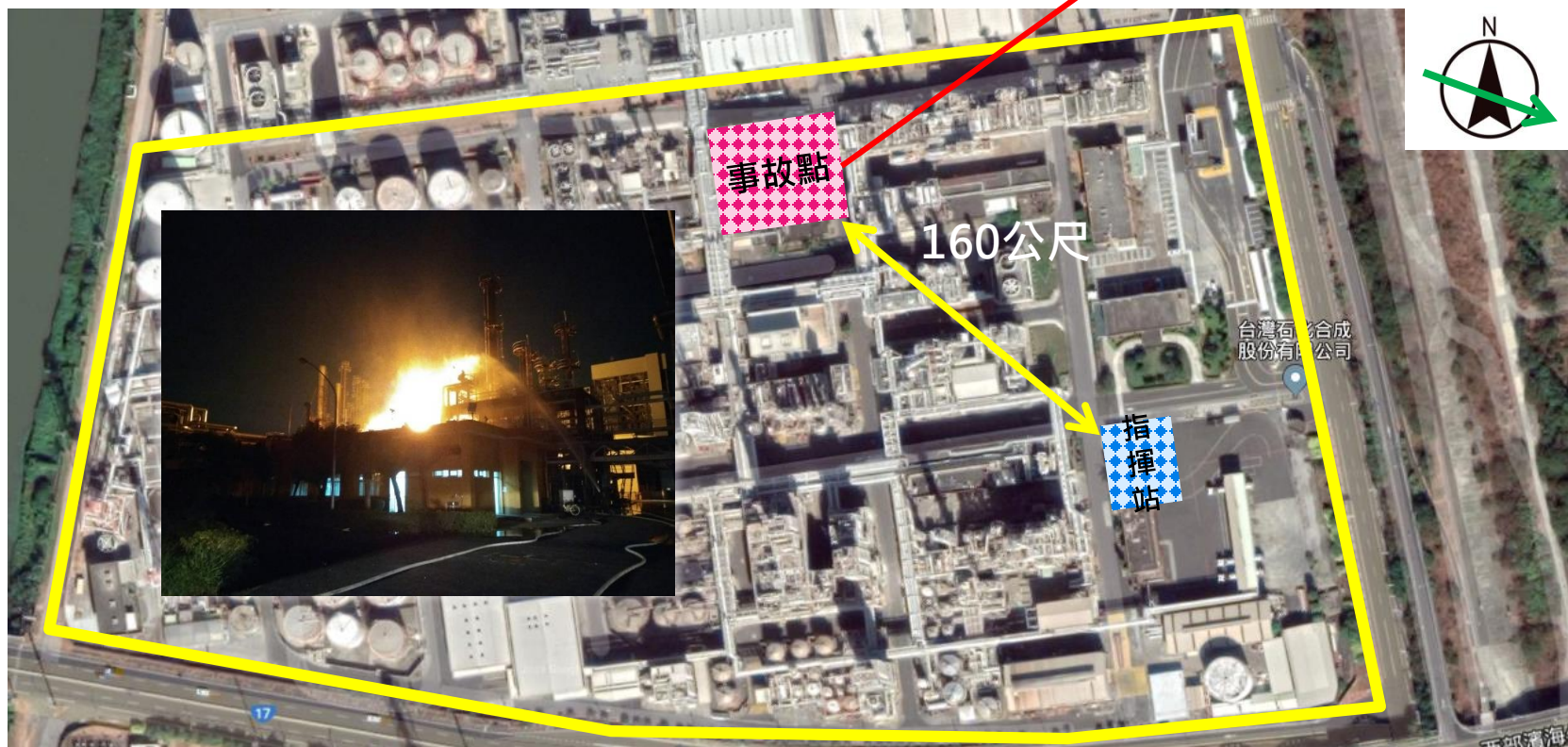
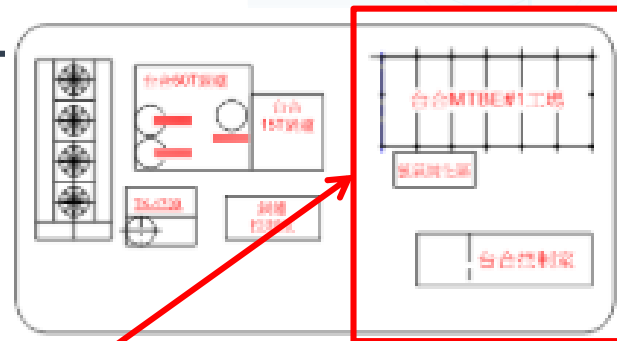


一步錯，步步錯



事故案例- 3

- ✚ 傷亡統計：4傷/ 0亡
- ✚ 化學物質：丁烯、丁烷、MTBE
- ✚ 可能原因：疑似MTBE#1進料反應器在執行置換時造成高壓軟管爆裂導致發生火災

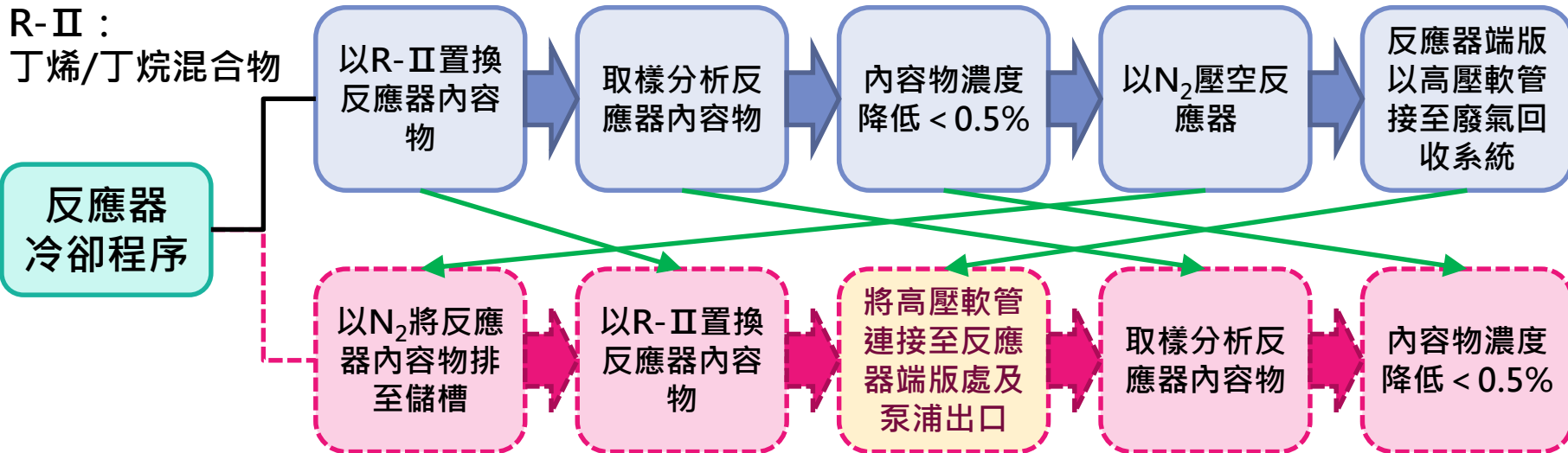


一步錯，步步錯



事故案例-3

MTBE反應器隔離作業程序：冷卻→置換→壓空→底部排空



爆炸導致反應槽移位



反應器軟管連結處



高壓軟管

一步錯，步步錯



事故案例- 3

初步研析疑似之可能災因分析如下：

✦ 直接原因：

疑似現場MTBE#1製程區反應器R1101A置換作業階段未依照正確作業程序，尚未完成濃度達目標值時，便安裝高壓軟管並置入使用

✦ 間接原因：

疑似MTBE#1製程區進料反應器R1101A，在執行隔離壓空時，反應器內氮氣壓力造成高壓軟管爆裂，並遇到不明火源產生爆炸

✦ 基本原因：

- 廠內對於執行隔離壓空之高壓管線未落實維護與更換機制（包括：設計使用年限、應換後試壓與日常保養頻率與機制）
- 廠內操作人員未依照工作指導書作業執行隔離壓空程序，緊急應變未確實執行

✦ 災害擴大因素：

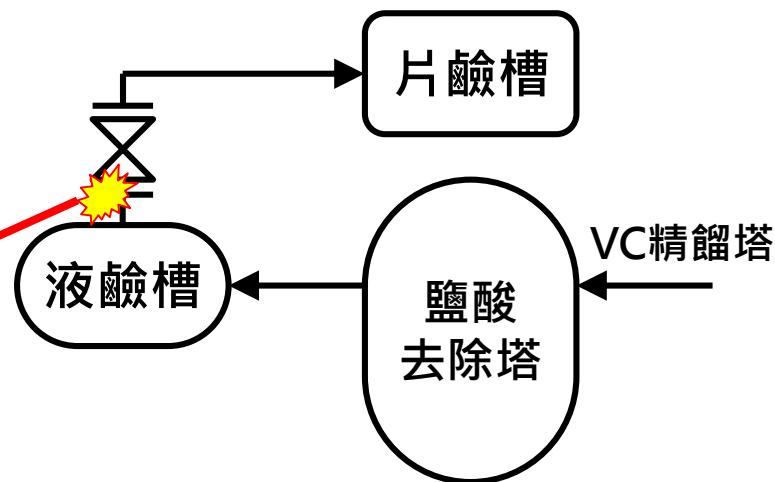
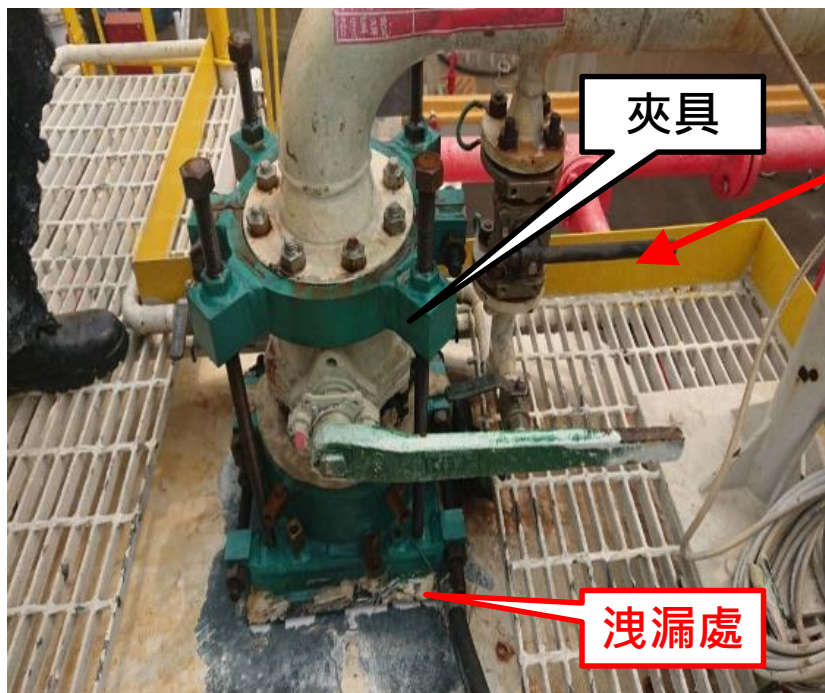
- 北側消防水未能開啟，降溫效果不足

以為萬全周到，卻是意想不到



事故案例- 4

- ✦ 傷亡統計：0傷/ 0亡
- ✦ 化學物質：VCM
- ✦ 可能原因：液鹼槽4吋出料短管管頸焊道下方2至3公分熱影響區產生針孔，使用夾具暫時止漏，經過一段時間支撐點負荷不均導致加速劣化，以致再次洩漏



- 02/11自主檢查發現銲道滲漏，立即進行夾具止漏
- 04/01管嘴夾具止漏處發生洩漏

以為萬全周到，卻是意想不到



事故案例- 4

初步研析疑似之可能災因分析如下：

✦ 直接原因：

於氯乙烯液鹼槽4吋出料短管管頸焊道下方2至3公分熱影響區產生針孔，造成氯乙烯洩漏

✦ 間接原因：

業者初步判定因夾具支撐點負荷不均，使管嘴處承受一橫向壓力，加速原熱影響區之針孔處劣化，致使04月01日再次洩漏

✦ 基本原因：

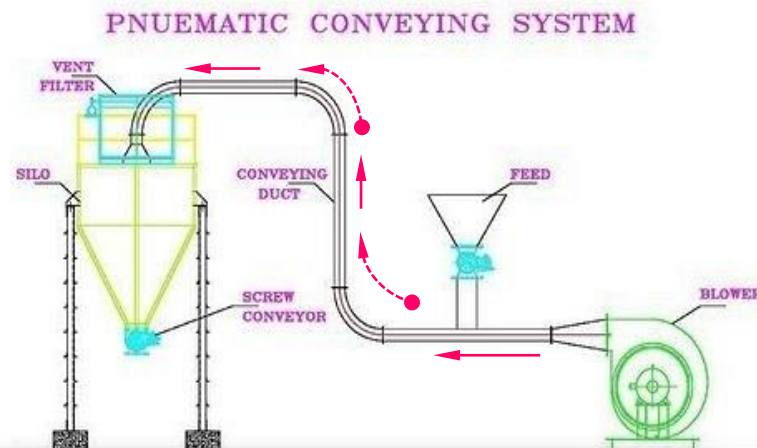
- 02月11日覺察該處發生針孔洩漏時，無確實判斷其肇因，僅透過量測管頸厚度未達最小允許厚度之結果，同意承包商進行夾具止漏
- 僅針對異常進行暫時性處理，並規劃於隔年歲修才進行汰換，表示廠方的風險危害意識及製程安全管理程序上尚有缺漏

天氣太熱起火?



事故案例- 5

- ✦ **傷亡統計**：0傷/0亡
- ✦ **可能原因**：疑似由產線以空氣吹驅進行聚丙稀粒混和循環，將成品輸入儲槽，因近日天氣過熱，儲槽內部蓄熱過高造成氣爆



天氣太熱起火?

事故案例- 5



發生原因分析：

✦ 火源探討：

- 當日該區域無承攬施工，無火源
- 測試啟動迴轉閥無異響
- 測試啟動風車無異響

✦ 靜電探討：

- 因儲槽、迴轉閥、管線為金屬材質，且有跨接線，經靜電檢測正常
- 鄰槽靜置16小時後，膠粒靜電檢測值為12.47KV/inch，膠粒無法藉由槽壁金屬導除靜電

✦ VOC蓄積原因分析：

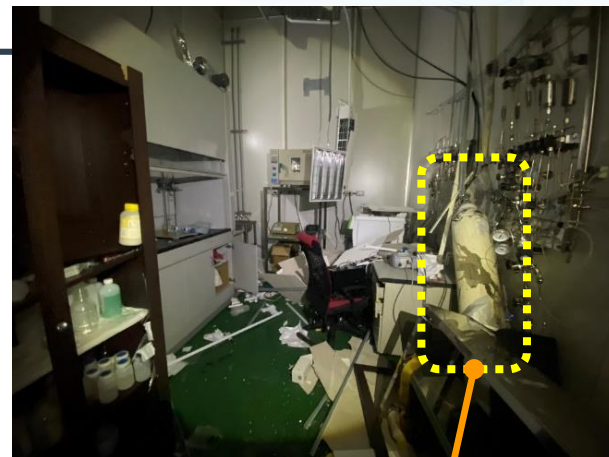
- 當時室外溫度約37度，槽內膠粒VOC因溫高而揮發量較大，VOC擴散較不容易，造成濃度偏高

魔鬼藏在細節中



事故案例- 6

- ✦ 傷亡統計：2傷/ 1亡
- ✦ 化學物質：液氮
- ✦ 可能原因：疑似液氮鋼瓶操作因素及本體失誤導致爆炸



■ 實驗室TVOCs數值為55 ppm如僅為氨氣洩漏，經係數轉換氨氣濃度約600 ppm

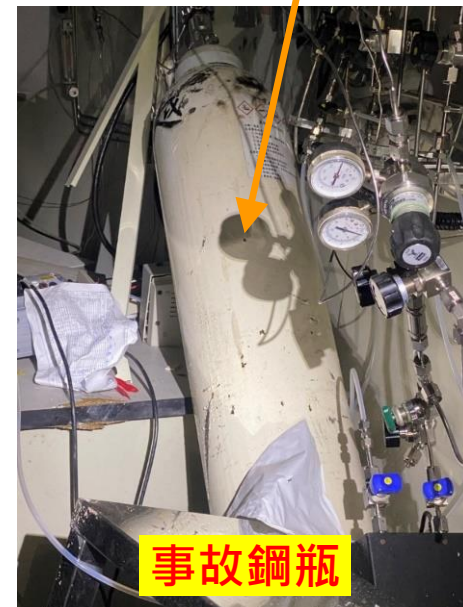
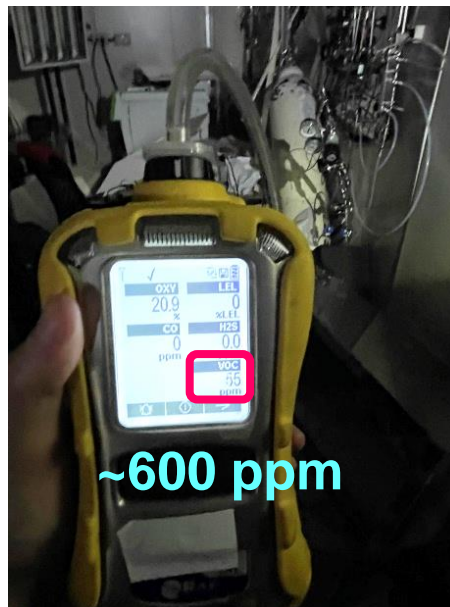
嗅覺閾值

短時間時量平均容許濃度

STEL：75ppm

開始覺得刺激與不適：

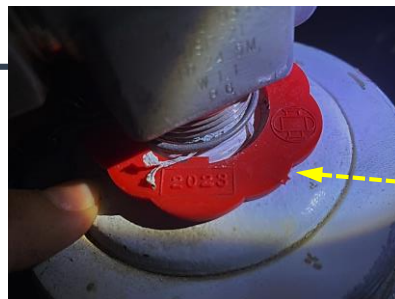
20 ~ 25ppm



魔鬼藏在細節中

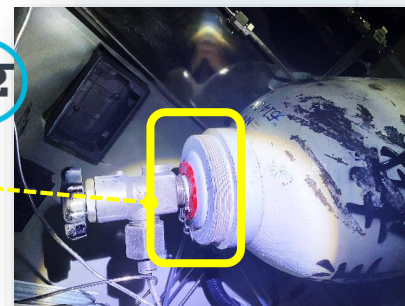


事故案例- 6



鋼瓶水壓檢驗合格
識別環：2023

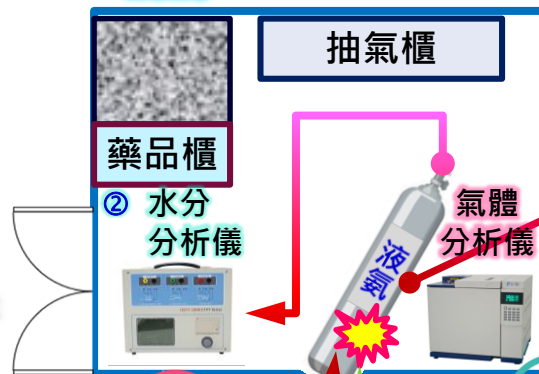
02



實驗室



EMT到達廠內：
該員為OCHA



04



其他鋼瓶包含氫氣、
氬氣及標準混合氣體
鋼瓶



01

鋼板厚約4~5mm

03

① 製程氮氣加壓液化，送至實驗室進行水分分析

疑似可能因素：

1. 鋼瓶填充過壓
2. 瓶身存在結構弱點
3. 製程氣體中混摻有導致潛在腐蝕或不安定反應的物質

魔鬼藏在細節中

事故案例- 6



初步研析疑似之可能災因分析如下：

✦ 直接原因：

- 疑似內壓過高或材質有脆弱點導致瓶身鋼材無法承受內部壓力所造成
- 依據材質應力作用的角度研析，鋼瓶內高壓作用在材質的脆弱點處，造成金屬晶相產生受迫性的結構性變化，進一步向脆弱點的周邊晶相結構造成擴散性的剪切相變

✦ 間接原因：

- 根據該廠對於氨氣的含水分分析需求，可以瞭解泵入事故鋼瓶的氨氣是含有水分的，而氨氣在含水的環境下對於設備及管路具備氨腐蝕的效應

✦ 基本原因：

- 業者未注意流體與容器材質之適用性

© 2012 ITRI. All rights reserved. This document is confidential and for internal use only. It is not to be distributed outside ITRI without the prior written consent of ITRI. ITRI reserves the right to modify or update this document at any time without notice.



緊急災害應變流程



產業園區災害訊息來源



尋常管道

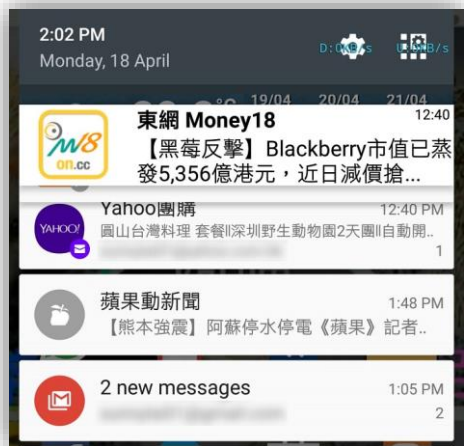
- ➡ 受災業者通報
- ➡ 地區救災單位通報
- ➡ 明顯工業區事故徵兆 (救災車輛行經、火光、濃煙或聲響)

非尋常管道(路邊社、Line、爆料公社)

- ➡ 地區民眾爆料
- ➡ 廠內員工投書爆料
- ➡ 新聞媒體推播

問題：災情查詢、查證困難

解答：調閱資訊、多方查證



CSTI緊急應變處理原則



美國加州緊急應變辦公室特別訓練中心(California Specialized Training Institute, CSTI)應變策略



災況現場

- ▶ Safety(維護人員安全)
- ▶ Isolation and Deny Entry(現場隔離及禁止出入)
- ▶ Notification(通報災情)



指揮及評估災情

- ▶ Command/Management (建立現場指揮及管理)
- ▶ Identification & Assessment(辨識及評估)
- ▶ Action Planning(規劃搶救行動)



災害搶救

- ▶ Protective equipment(防護設備)
- ▶ Containment & Control(災害圍阻及控制)
- ▶ Protection Actions(保護行動)



災後處理

- ▶ Decontamination & Cleaning(除污及清理現場)
- ▶ Disposal(棄置)
- ▶ Documentation(事件紀錄)

緊急事故指揮行動程序



開始建構事故指揮體系
(Initiate Incident Command System)

建立指揮站
(Establish Command Post)

災情評估
(Size-Up)

決定保護水平
(Determine Protection Level)

搶救
(Rescue)

控制/圍堵
(Control/Containment)

清理清除
(Clean-Up)

最先到達事故現場之應變人員擔任現場指揮官，若有更Qualified的人員到達，可移交指揮權

《關鍵步驟！》

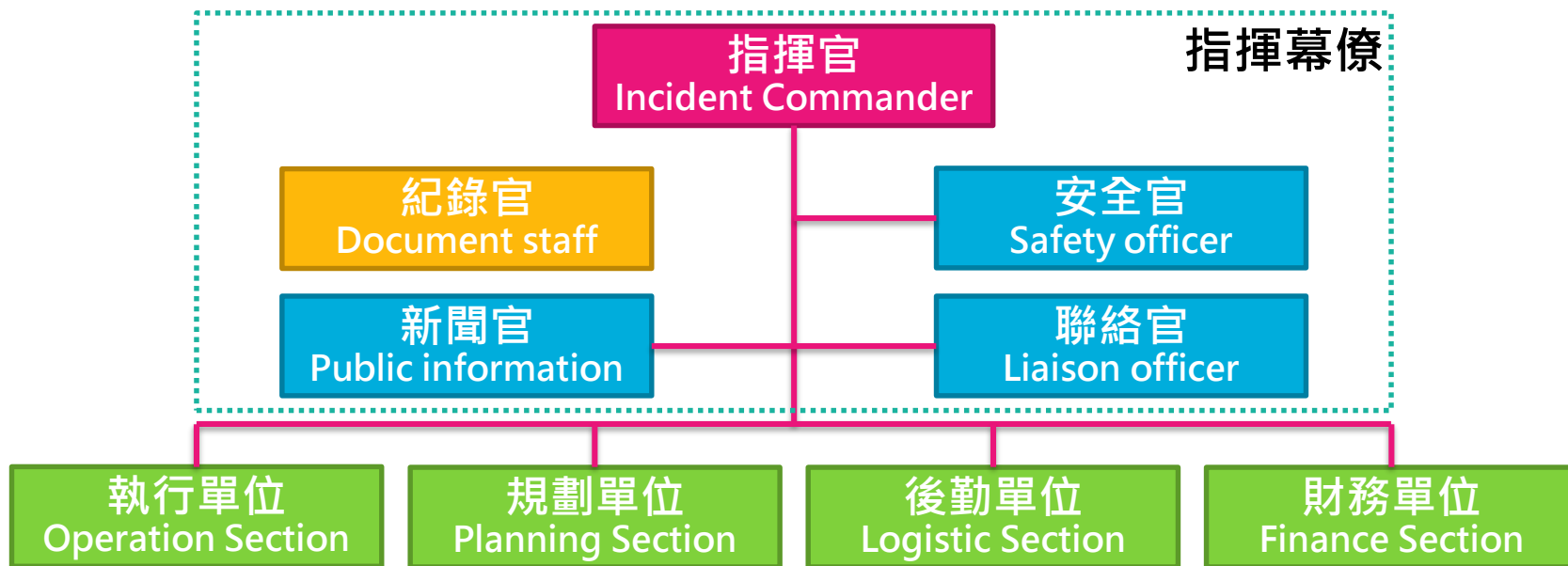
包括保護區域的大小、人員的疏散安全、以及ERT人員應有的保護

災害指揮系統(Incident Command System)



在處理任何事故時，現場指揮官要負責讓這主要組別運作得安全又有效率

- 小型事故：現場**指揮官**一人負責全部的工作
- 大型事故：現場指揮官視事故狀況，**授權指定成員**負責該組任務



事故指揮系統中樞架構



- ✦ **指揮官**：評估事故之規模與範圍、要達成目標所需的資源與行動、發展出一個具有彈性且警覺性高的組織以適切的處理緊急事件、協調整個系統的運作、使組織系統有效地溝通、收納資源並做妥善分派、評估整體緊急應變的效率
- ✦ **新聞官(公關)**：新聞官負責與媒體之聯繫，提供媒體的需求，新聞稿的製作，相關媒體情報收集工作，以及消息的發佈，也兼任與社區民眾的互動，應由單位高級主管或公關部門負責
- ✦ **安全官**：負責評估意外事故的危險與不安全的狀況，並找出能夠確保人員安全的方法，如果此職位未指派人員，應由意外事故的指揮官直接擔任負責、安全官應有緊急授權以禁止與/或預防不安全的行為。並有權利糾正指揮官的不安全指示與決策
- ✦ **聯絡官**：負責與其他單位的接觸溝通，包括消防單位、環保單位、勞檢單位、衛生單位、警察單位..等

編組的基本架構(自衛消防編組)



通報班

- 向消防、警察機關報案
- 廠內廣播
- 連絡相關人員

滅火班

- 進行初期滅火
- 協助消防隊滅火

避難引導班

- 傳遞避難訊息
- 開啟緊急出入口
- 移開避難路徑上的障礙物
- 劃定警戒區域
- 緊急必要時操作避難器具

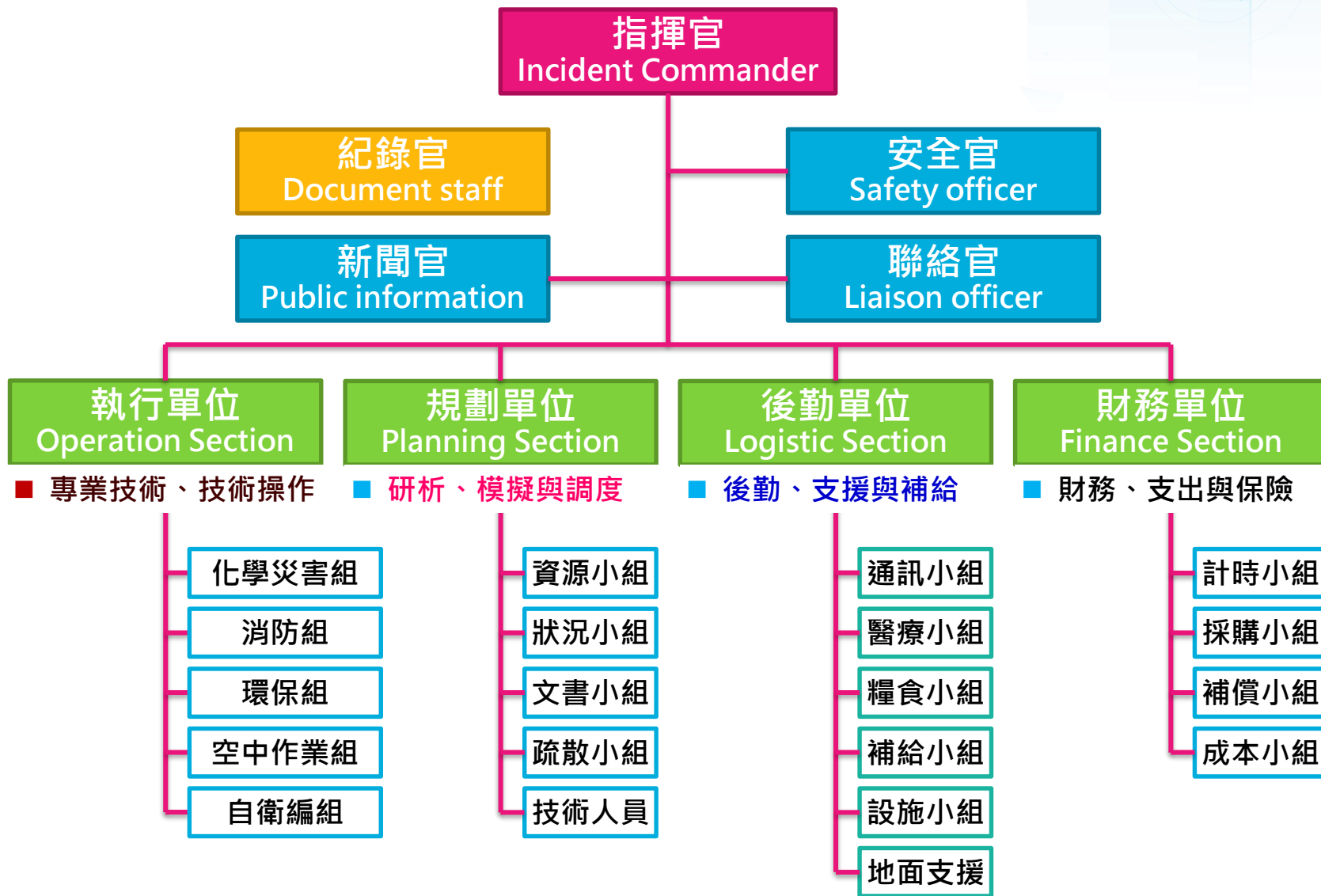
安全防護班

- 關閉防火鐵捲門、防火門
- 緊急電源之確保
- 關閉火警警鈴、電源、空調及氣體
- 向消防隊進行火場說明
- 配合消防隊進行排煙工作

救護班

- 設立臨時收治區
- 受傷人員醫療照顧

聯合指揮系統(Unified Command)



國內應變現場的實際狀況



是否有更好的做法？

© 2002 ERIC Hazardous Waste Response Team. All rights reserved. This document is for informational purposes only and does not constitute an offer of insurance, financial product or any other financial service. ERIC Hazardous Waste Response Team is not licensed to provide any financial services.



整體資源調度與運用

跨廠區之聯防機制！

工業區服務中心角色



工業區內廠商

- 廠商資源協調調度
- 事故就地掩蔽或疏散



中央、縣市政府 現地應變單位

- 就近現地後勤支援及協調調度資材
- 事故場廠聯繫及相關資訊

服務中心災時 四大主要任務

工業區事故
綜橫向通報機制

現地災情蒐集

區內告警
及支援協調

災情綜整及簡述



現地災情蒐集

© 2012 ITRI. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of ITRI.



現地災情蒐集

© 2010 ITRI. All rights reserved. This document is for internal use only. It is not to be distributed outside of ITRI. Any unauthorized use or reproduction is prohibited. ITRI reserves the right to modify or update this document without notice.



全景定位的重要性！

現地災情蒐集

© 2012 ITRI. All rights reserved. This document is for internal use only. It is not to be distributed outside ITRI. Any unauthorized use or reproduction is prohibited. ITRI reserves the right to modify or update this document without notice.



現地災情蒐集



高雄市政府消防局第一救災救護 災害現場指揮管制板



主體戰力

單位	車種	人數	車種	裝備器材
前線	前線	11人	11.6/191	12 (艾4車)
成功	前線	4人	11	1車
瑞隆		2人	61	1車
大福	前線	9人		2車
合計				

其他支援單位

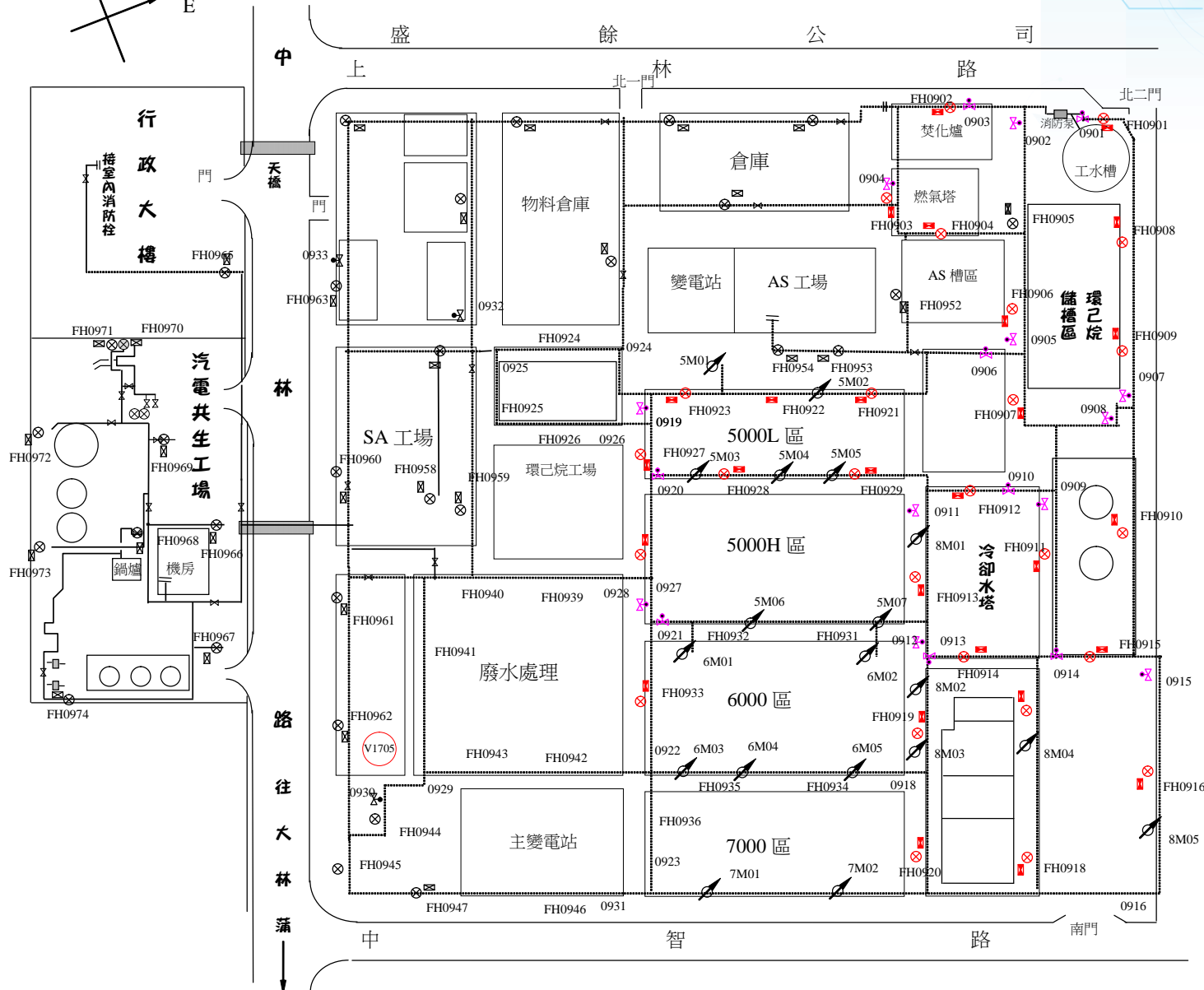
單位	人車數	報到時間	任務
華達	7人	16:25	
前線區公所	6人	16:10	
經發局			0920243 307 洪
警察局	12人		071162558 蔡
欣高	1人	16:05	0910266 838
中油	2人	16:38	07945 802 蔡
民安	1人		0910352 065 蔡
其他記事:			
水利局	7人	16:41	水利090005328
工研院	5人	16:23	1人以英訪011965
環保局			0910 258 758, 李, 1, 5

- 搶救組 瑞隆 一大一中
- 人員待命區 成功 衛生局
- 救護隊組 前線 工務局
- 水源組 新興
- 通風排煙組 峇雅
- 車輛裝備組 全金
- 緊急救護組 台電

判斷自身位置



© ITRI 2022. All rights reserved. This document is for internal use only. Reproduction or distribution is prohibited without prior written permission from ITRI.



化學物質運作廠場火災



夜間



第一時間空拍與災情研析作業

化學物質運作廠場火災



日間



天亮才發現原來危險
離我們這麼近
相距不到300公尺



禁水性物質

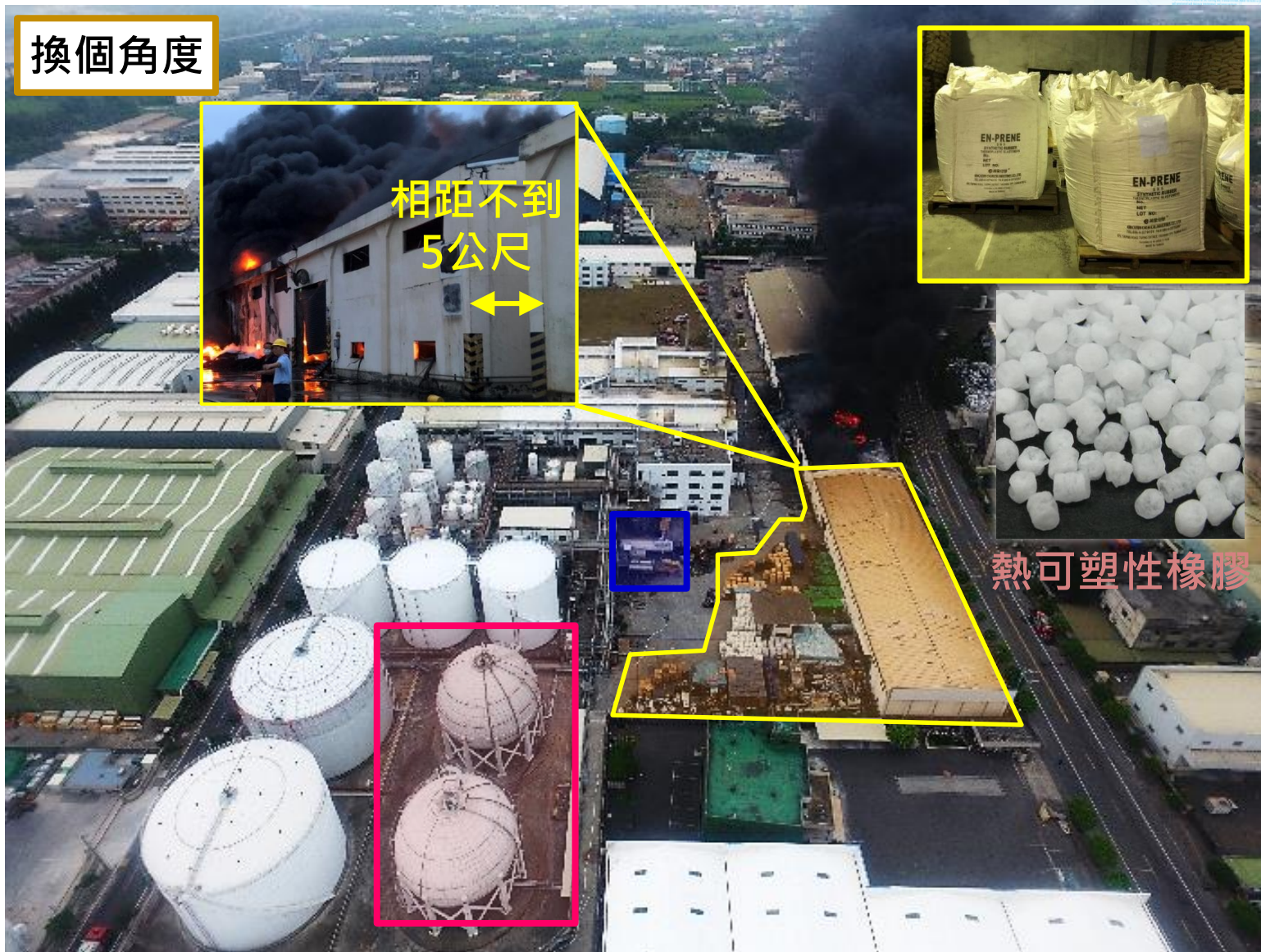


易燃易爆儲槽

化學物質運作廠場火災



換個角度



相距不到
5公尺

熱可塑性橡膠

化學物質運作廠場火災



若能事先準備，彼此的溝通就能更加沒有距離：

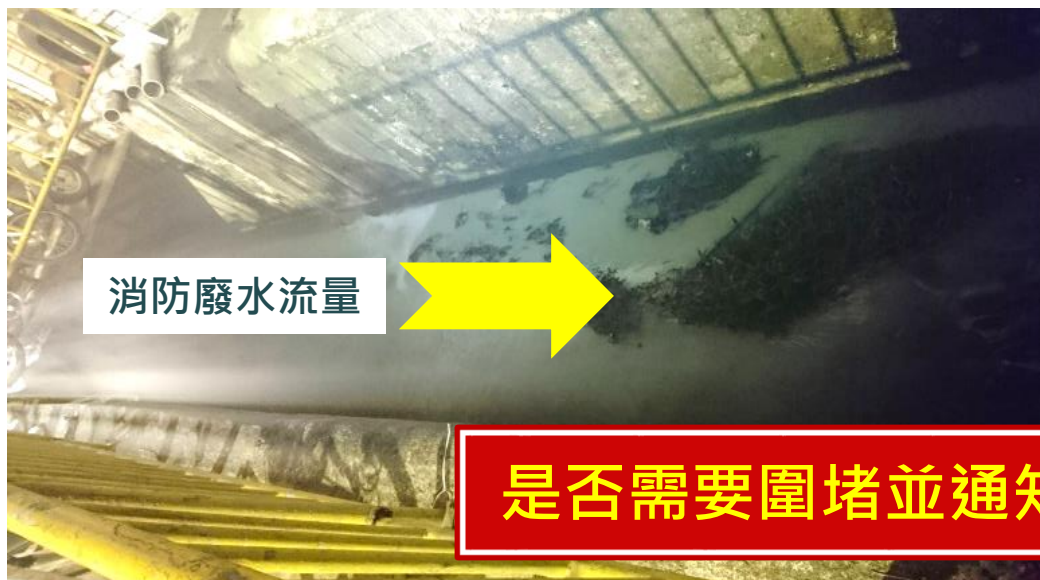
「能做的」
1. 將各資料放置於廠家的警衛室或鄰近廠家及消防，以利事故當下能立即取得。
2. 將資料上傳至雲端系統，以利隨時掌握。

3. 運作場所全廠（場）配置圖



廢水可能流向

© 2012 ITRI. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of ITRI.



消防廢水流量



是否需要圍堵並通知污水廠！



事故災害應變協防分工作業



調度與後勤支援

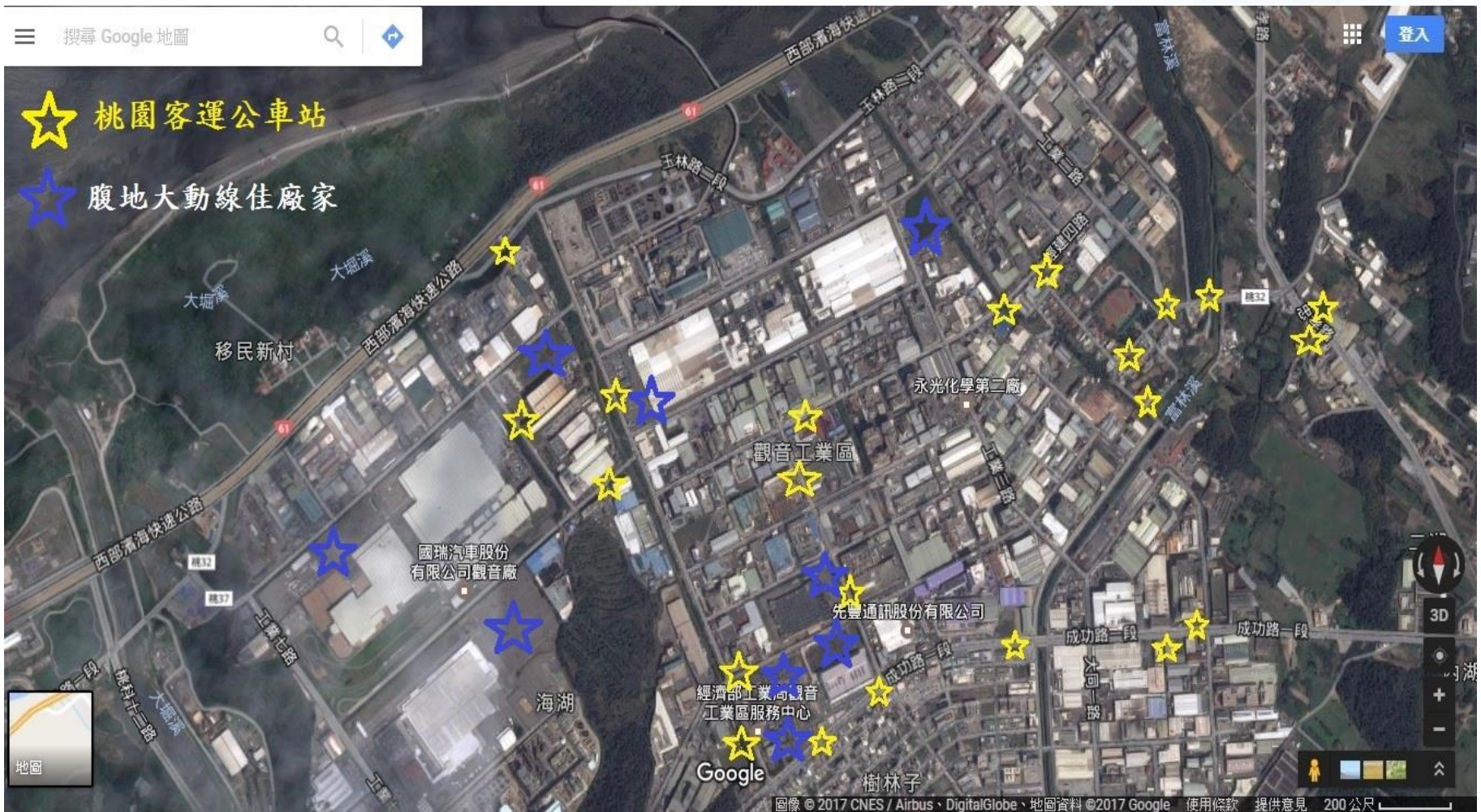
工業區服務中心

- ✦ 利用區聯簡訊通報區域聯防組織進行區域協防作業
- ✦ 整備工業區相關後勤支援供調度(如：飲用水、口罩、吸液棉、儲水區或滅火器等)
- ✦ 配合現場災害主管機關調度聯防組織作為

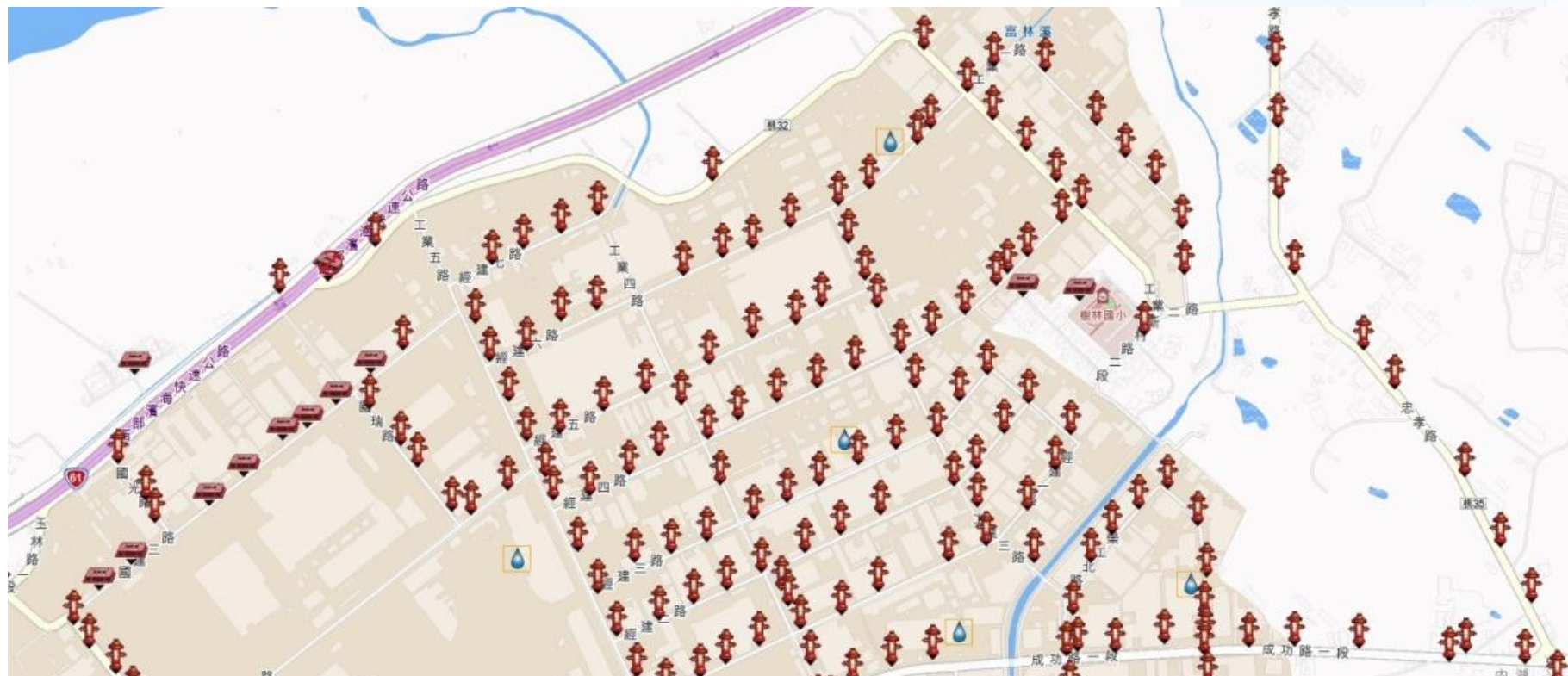
工業區區域聯防組織

- ✦ 平時進行工業區區域聯防系統平台資料更新/修正
- ✦ 應變時提供廠區平面配置圖及運作化學品資訊
- ✦ 相關紙本建置提供至廠區警衛室或服務中心備查
- ✦ 整備應變資材配合工業區服務中心之調度

○○工業區避難疏散---建議集結點



○○工業區救災水源清冊建置



編號	場所名稱	場所地點	預估水量(噸)
1	永○三廠	桃園市○○區成功路二段○號	600
2	○電子	桃園市○○區大同一路○號	300
3	集盛○廠	桃園市○○區成功路一段○號	1600
4	...	桃園市○○區成功路一段○號	300

區聯網站的事故廠資訊查詢

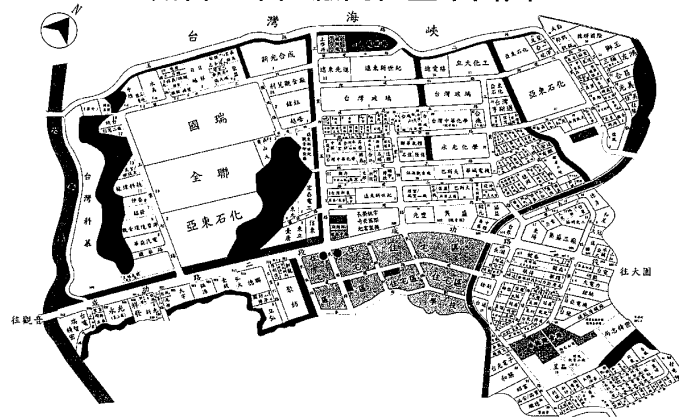


聯防廠商紙本資料

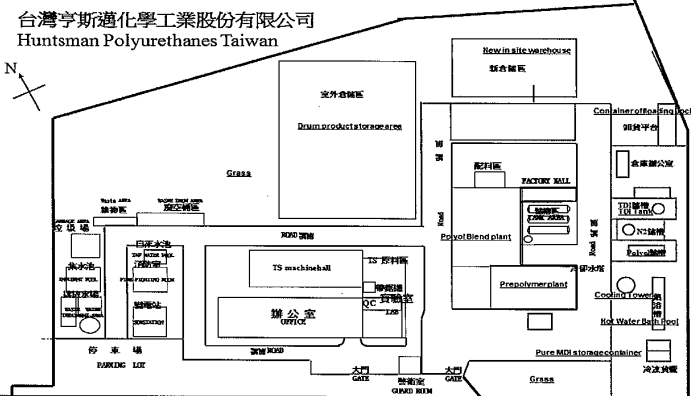
平時整備建議

- 督促區內各廠商在系統將資料建立完整
- 檢查資料的正確性
- 將各資料放置於廠家的警衛室或鄰近廠家及消防，以利事故當下能立即取得
- 將紙本資料整理於服務中心，並將不同廠家及不同的內容使用標籤標示加以區分，以利事故當下能快速找尋資料

觀音工業區廠商位置平面圖



內部配置圖 [上傳圖檔]



製程流程圖 [上傳圖檔]

○○工業區救災水源清冊建置



01

事故初期

- 事故點位置/事故種類/通報作業(初報)/
研判事故等級

02

事故中期

- 區域聯防支援作為/救災單位作為/通報
作業(續報)

03

事故後期

- 事故狀況解除/通報作業(結報)



工業區聯防的互助 與執行方式



區域聯防如何協助災害現場



重點提醒

- 第一時間接獲通知
- 支援應變裝備及器材
- 位於下風處受影響區域廠家的疏散撤離作業
- 提供除消防栓以外的救災水源
- 救災廢液協助截流、圍堵及回收
- 提供化學品諮詢處理作業協助

區域聯防如何協助災害現場



桃園市異丙醇 IBC 桶槽翻覆事故



時間：06.06 09:55
地點：觀音工業區
傷亡：0人傷、0人亡
化學品：異丙醇

工研院接獲事故訊息後，
派員前往，與事故公司瞭解
事故起因，並給予建議



IBC桶傾倒破損



IBC桶吊掛作業

10:01 啟動事故通報
10:05 調度人力至事故現場處置
11:00 事故桶槽完成移除作業
13:30 完成現場路面及水溝清理

回收作業過程的細節

© 2012 ITRI. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of ITRI.



廢水圍堵

ERIC Hazard Toxic Chem



參考資料

- <https://www.youtube.com/watch?v=aXGQVYjO72Y>
- <https://nrc.uscg.mil/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ktlo84AWQEQ>
- <https://tw.appledaily.com/local/20210421/L44RS7PPOND4PHIAA3U4EABLJY/>
- <https://tw.appledaily.com/international/20190222/4CD35GTLZJC6YKF4RCH2S4SO74/>
- PPII 成品桶槽異常說明



簡報結束
謝謝聆聽

