National Kaohsiung University
of Science & Technology

毒化災的初期緊急應變及有效性的提升

陳政任
國立高雄科技大學 環境與安全衛生工程系教授
行政院環保署化學局 南區環境事故專業技術小組計畫 主持人
jrc@nkust.edu.tw
0911-302-725

SERT專業、勇氣、研究、服務
Profession、Courage、Research、Service

個人簡介

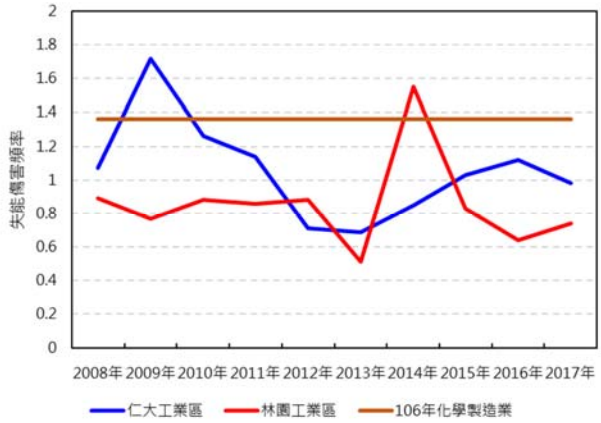
- **主 要 學 歷**
  - 英國倫敦大學帝國學院化工系 碩士、博士畢業
  - 國立台北工專化工科畢業
- **主 要 經 歷**
  - 國立高雄科技大學 環境與安全衛生工程系 特聘教授
  - 國立高雄第一科技大學 系主任、工學院 院長、副校長
  - 國立高雄第一科技大學 副教授、教授、特聘教授
  - 環保署/國立高雄第一科技大學合設南區毒災應變諮詢中心 主任
  - 工研院 工安衛中心 製程安全設計研究室 研究員、經理
  - 台灣大學應用力學所 博士後研究員
- **主 要 獎 歷**
  - 教育部與所屬機關學校103年度模範教育人員
  - 行政院國家搜救指揮中心 102年度搜救有功人員

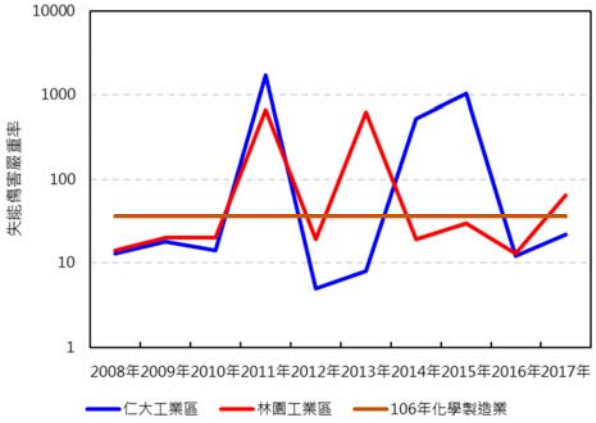
個人簡介

- **主 要 研 究**
  - 化學製程安全：
    - 氣體爆炸與抑制
    - 製程安全評估與設計
    - 毒化災緊急應變
  - 半導體製程安全：
    - 矽甲烷的自燃機制、爆炸模式
    - 六氯矽乙烷的水解產物的撞擊爆炸機制
    - 三甲基鋁的廢氣燃燒處理、分解爆炸機制

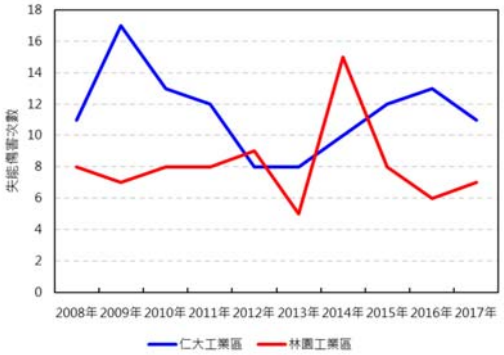
前言

- 政府、民間單位持續投入工安防災宣導，法令持續加嚴，整體的工安有提升嗎?災害有減少嗎?



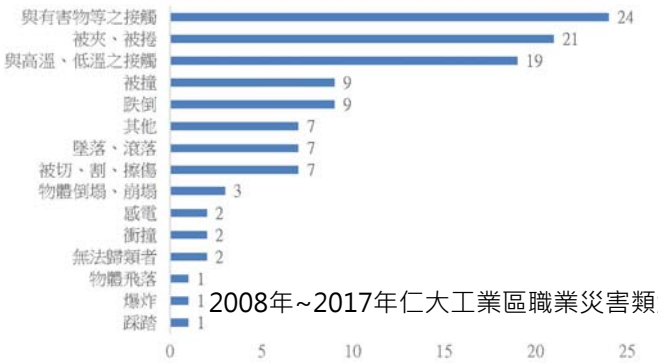


- 無法判斷...



前言

- 與有害物之接觸仍是主要職災原因
- 職災似乎沒有改善，即使是風險最高的石化業...



2008年~2017年仁大工業區職業災害類型

2008年~2017年林園工業區職業災害類型

大社區石化廠中毒事故

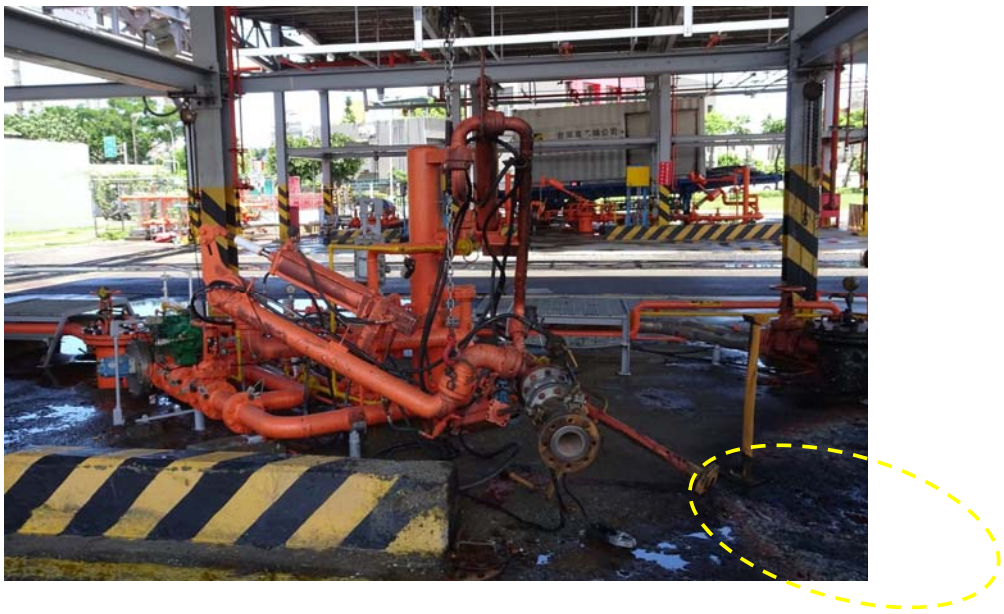
- 操作人員更換丙烯晴過濾心，未著防護具，吸入丙烯晴、氰酸蒸氣，造成2死2傷

林園氯乙烯槽車火災事故

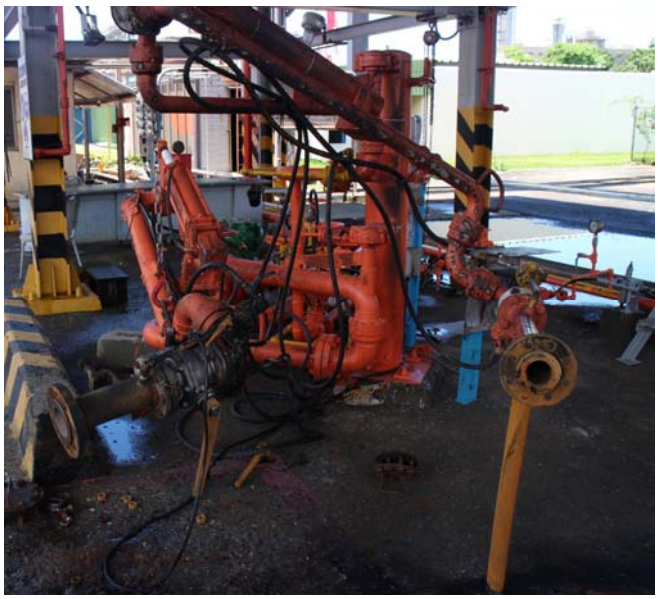
- 氯乙烯槽車於氯乙烯灌裝區後，司機連接液相管、氣相管尚未連接時，發生火災，火勢波及槽車與氯乙烯灌裝區
- 廠內人員遠端關閉遮斷閥，現場火勢於半小時撲滅

受損的槽車

受損的灌裝區



事故原因分析



- 疑似司機碰撞氣相管閥桿，導致氯乙烯洩漏，管線再因墜地撞擊而引燃氯乙烯

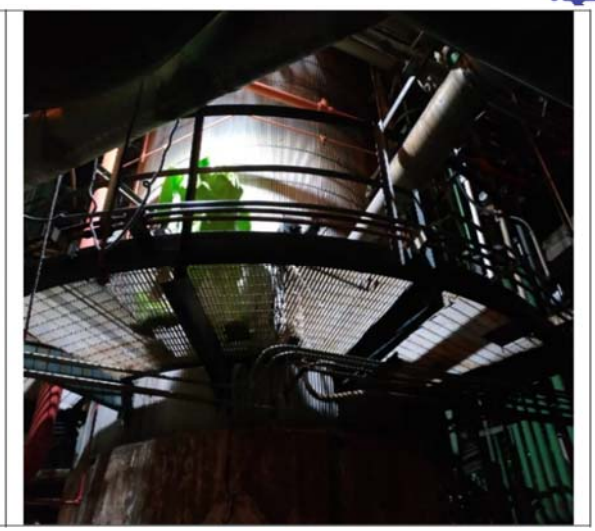
異丙苯外洩與火災事故

- 事故地點：酚丙酮工場異丙苯氧化反應程序，槽體內約300噸異丙苯
- 15:00製程開俥完成
- 21:50值班主管於作業時發現氧化反應槽頂部洩出液體

洩漏過程

氧化反應槽

應變過程



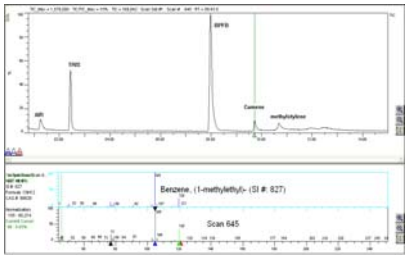
工程師著A級防護衣進入洩漏區隔離氧化反應槽
異丙苯進料電動閥

應變過程

工程師連通閥隔離後約11分鐘，氧化反應槽第一平台南側的管架上突然發生起火，火勢往上漫延，且零星火星灑落地面引燃地面火勢

應變過程

控制室DCS監控

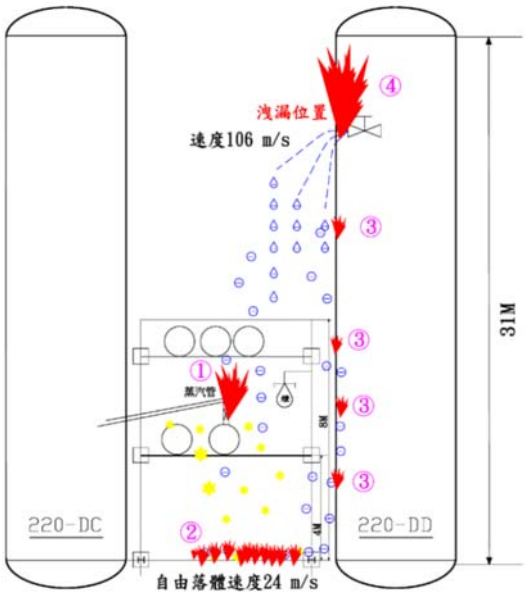


GC/MS分析

透過控制室持續出料、降液位，火勢於2小時內控制與撲滅

事故洩漏原因

外洩引燃原因



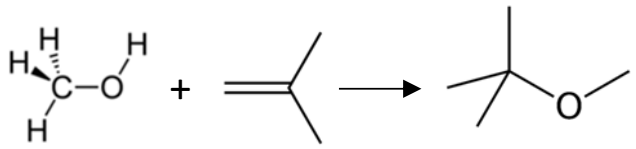
蒸氣管包溫拆除後

案例的學習

- 現場人員著防護衣，大膽進入關斷入料，使得外洩不至於擴大
- 製程區有自動灑水，減少、避免波及其他設備
- 於控制室利用控制系統持續洩壓、降液位，使火勢快速撲滅

甲基第三丁基醚外洩、火災與爆炸

- 事故地點甲基第三丁基醚反應區
- 受傷人員：2人死亡、2人受傷。
- 化學品： 甲基第三丁基醚(MTBE)、甲醇、2-丁烯、異丁烯
- MTBE製程反應：



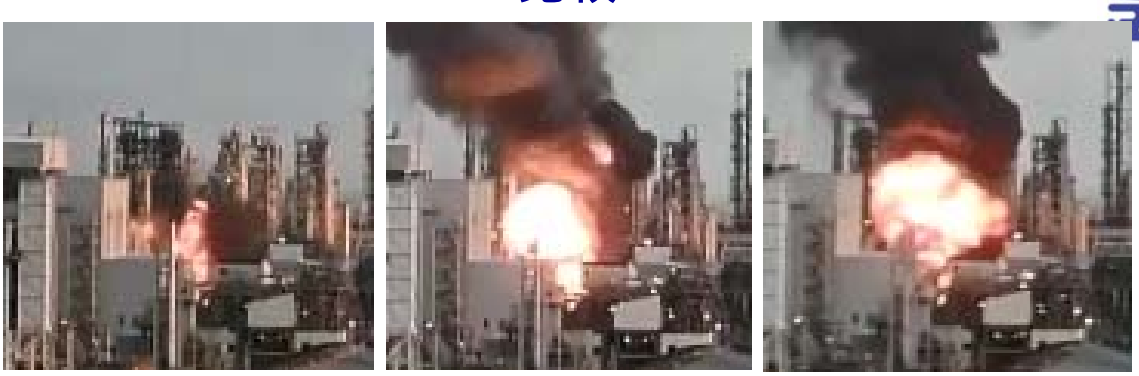
甲醇　　異丁烯　　MTBE

- 反應槽進行MTBE排空

事故過程影片-1

事故過程影片-2

比較



- 第一次的蒸氣雲爆炸規模尚小，可歸類為閃火
- 第二次的BLEVE威力最大
- 火災持續5:25，直到23:20.

火災狀況 18:36

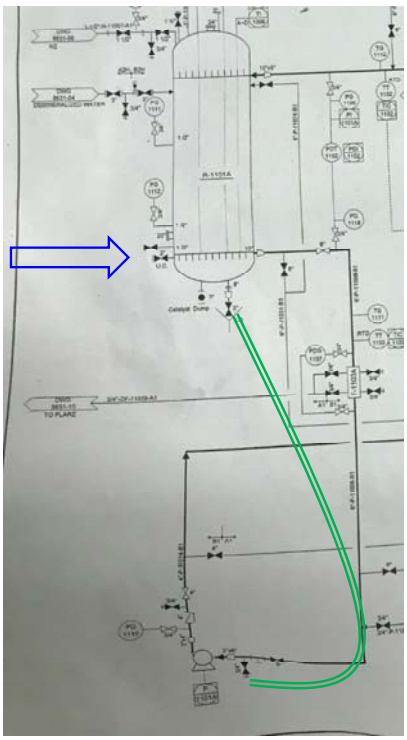
火災狀況 19:16

注意液體滴漏!

災後反應器狀況

軟管連接圖

端板部分的液體
無法由正常管線
排空



軟管連接處

幫浦軟管連接處

軟管-Victoria

code	inside diameter		outside diameter		working pressure		burst pressure		weight nominal		length max	
	mm	inch	mm	inch	bar	psi	bar	psi	kg/m	lbs/ft	m	ft
1113615	10	25/64	21	0,83	18	270	180	2700	0,37	0,25	60	200
1236580	13	1/2	25	0,99	18	270	180	2700	0,50	0,34	60	200
1209990	16	5/8	28	1,10	18	270	180	2700	0,58	0,39	60	200
1180070	19	3/4	31	1,22	18	270	180	2700	0,66	0,44	60	200
1186280	25	1	37	1,46	18	270	180	2700	0,88	0,59	60	200
1188437	32	1-1/4	46,5	1,83	18	270	180	2700	1,29	0,87	60	200
1221566	51	2	66,5	2,62	18	270	180	2700	2,28	1,53	60	200
1147579	63,5	2-1/2	81,5	3,21	18	270	180	2700	3,33	2,24	60	200
1210610	76	3	96,5	3,80	18	270	180	2700	4,34	2,92	60	200

Steam hose for 210°C

Application: steel cord hose for saturated steam at a maximum working pressure 18 bar (261psi), used in the chemical industry, petrochemical and industrial applications in general. Not recommended for steam cleaner. The hose can be used for peaks of superheated steam at 230°C and at 18 bar. Attention: the use of superheated steam reduces the hose life. For longer life drain after use.
Temperature: from -40°C (-40°F) to +210°C (+410°F).

Construction

Tube: black, smooth, EPDM rubber, resistant to saturated steam.
Reinforcement: inserts of steel wire.
Cover: black, pin pricked, smooth (wrapped finish), EPDM rubber with excellent resistance to high temperatures, weathering, abrasion and ageing.
Branding: embossed marking "IVG Steam Victoria...".

EPDM橡膠、耐壓18 bar、耐溫230°C，但抗化性差

fluid or material conveyed	SBR	NR	EPDM	EPR	IIR	CR	NBR	CPE	CSM	FKM	PE-X	PE-UHMW	PFA-FEP
Butadiene	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1
Butane	3	3	3	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1
Methyl alcohol	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
MTBE (ter butyl metil Ether)	3	3	-	2	-	-	-	3	-	3	1	-	1

"3" = Not suitable.

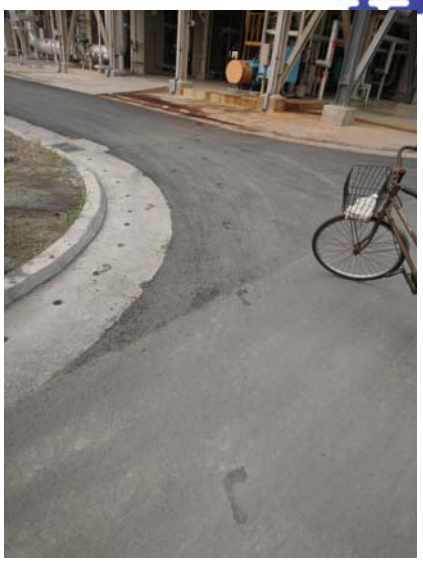
洩漏速率

- 破孔直徑19 mm
- 以丁烯模擬洩漏流體，進行ALOHA分析
  - 外洩速率：41.1 kg/min (0.685kg/s)
  - 60%LEL的範圍為19m
  - 蒸氣雲爆炸過壓未超過1 psi
- 以丁烷模擬洩漏流體，進行ALOHA分
  - 外洩速率：40.6 kg/min (0.677kg/s)
  - 60%LEL的範圍為19m
  - 蒸氣雲爆炸過壓未超過1 psi
- 可見初期洩漏量並不大，故現場人員進行關閥

控制室

人員燒傷

人員燒傷



共兩人罹難，A員(29、新人)、B員(30、工程師)

案例的學習

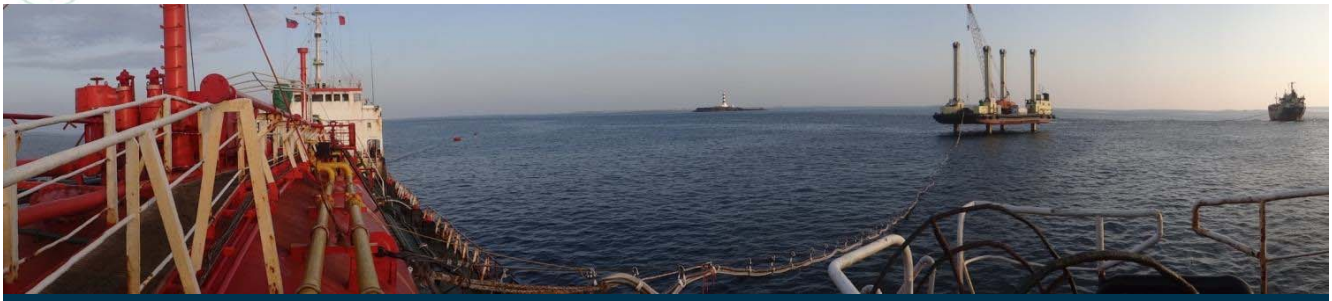
- 現場人員應有基本的工作防護衣，以避免閃火或化學品的噴濺
- 製程區如有灑水系統，將能降低閃火的危害，並減少引火源產生蒸氣雲爆炸、減少設備產生BLEVE
- 控制室應與危害區域隔離，並具有基本的結構耐爆能力(The control room should be situated beyond battery limits and may need to be structurally reinforced or provided with blast resistance, FM 7-14)
- 使用軟管必需確認其化學品的相容性，避免破管

結論

- 缺乏適當的個人防護是石化廠職災傷亡的最重要原因
- 強化第一線作業人員的個人防護是降低職災傷亡與災害初期應變的最有效方法
- 有害物作業場所之作業員工應有基本之化學防護具
- 可燃物作業場所之作業員工應有基本之防火防護具

EPAERT

Department of Safety, Health and Environmental Engineering



感謝聆聽、祝大家平安!!!

SERT專業、勇氣、研究、服務
Profession、Courage、Research、Service

National Kaohsiung University of Science & Technology