

114 年度「職業安全衛生人員 知能提升教育訓練」

火災爆炸危害預防

主辦單位：財團法人職業災害預防及重建中心
勞動部職業安全衛生署

協辦單位：高雄市政府勞工局勞動檢查處
陳威諭 檢查員

燃燒與火災、爆炸之異同

	燃燒	火災、爆炸
同	氧化反應，放出熱及光。	
異	為人所利用，在人的控制之內進行，有功於人類	已失控，向各處蔓延，造成人類各種程度不等的傷亡或損害。

四面體理論

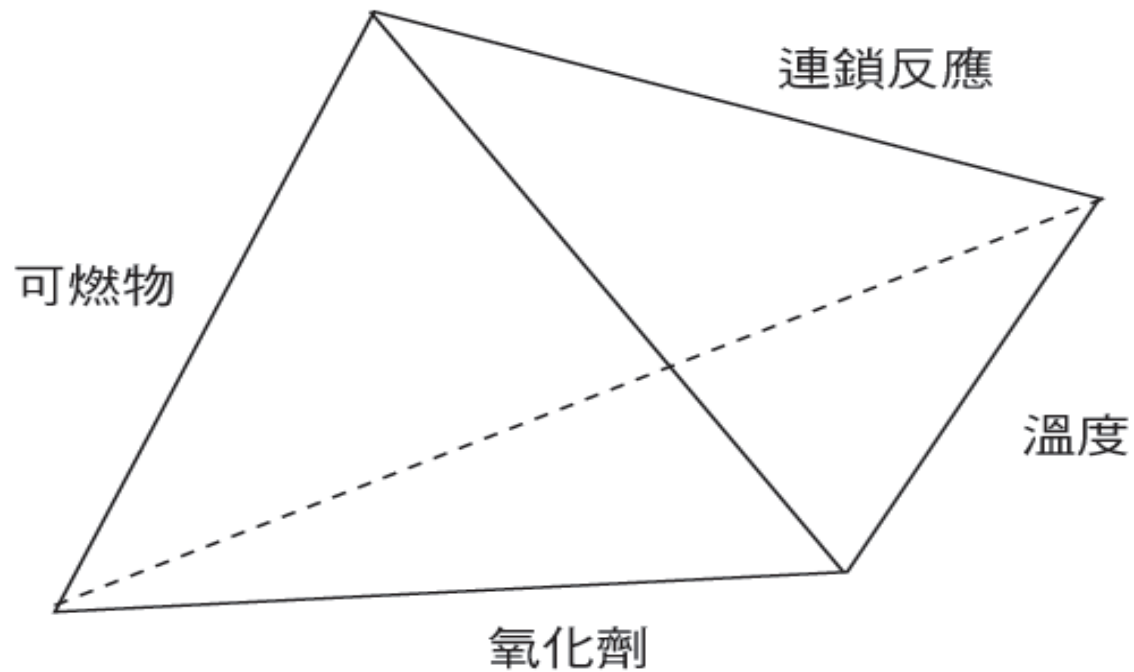


圖2-4 火災的四面體理論



發火源的種類

1. 機械的發火源
2. 電的發火源
3. 熱的發火源
4. 化學的發火源

電的發火源 (靜電)

○ 流動

○ 摩擦

○ 噴出

○ 撞擊

○ 撥離

液體帶電

- 液體靜止中，氣泡上升或沉澱所發生。
- 液體與管路、油槽壁面摩擦產生。
- 液體因流動與其他液體表面摩擦產生。

熱媒油

- 沸點範圍：預期是大於攝氏 305°C。
- 閃火點：攝氏 210~228°C
- 爆炸上限(UEL)：10%。 下限(LEL)：1%。

熱媒油劣化

- 低於其熱穩定限制下及不被汙染時通常是穩定的，具有長期的使用壽命，但有時會因過熱或汙染使得汙穢和不溶解物沉澱在熱傳表面。固形物的沉積會造成系統管路阻塞，汙穢會降低熱傳效率，增加機械軸的磨損，甚而造成加熱器表面的爆裂。

甲苯爆炸

- 民國97年，位於桃園縣某生產防水塗料公司發生火災爆炸意外，由於廠區內都是易燃物，火勢一發不可收拾，工廠毀損面積約一百平方公尺；而事故發生當時，廠內正在進行溶劑型塗料生產製程，以甲苯混合其他物料進入料之作業，入料方法係將在

甲苯桶槽空氣加壓，以橡膠管輸送甲苯溶劑注入至攪拌槽體的進料口，突然發生火災爆炸意外，兩名現場作業員其中1名重傷不治死亡、另1名嚴重灼傷。



- 
-
- 起火原因：甲苯在導管中輸送時，與橡膠管壁摩擦及液體輸送時摩擦產生靜電，引起靜電火花。
 - 防災對策：去除靜電（接地、增加溼度、靜電去除裝置）、防爆設備。

甲基第三丁基醚(MTBE)爆炸

- 108年2月28日00公司進行反應器定期工檢前內容物出清作業，值班主管將高壓軟管接於 R-1101A 底部及 P-1101A 幫浦進料口。中班現場巡視，值班主管發現 R-1101A 及 P-1101A 間裝有接高壓軟管，詢問後吳00告知用以加速置換。隨後同事郭00發現後端設備 D-2905 液位低警報，告知吳00並進行 R-1101A 之 RII 流量調整，補足 D-2905 之液位。17時40分發現現場洩漏，可明顯聽到氣體洩漏聲及偵測器警報聲，並能直接看到現場(R-1101A 處)白色煙霧瀰漫。17時48分發生閃燃，並傳出爆炸聲兩聲(先小聲再大聲)。本災害造成四名勞工燒傷

原因分析

此高壓軟管使用履歷不明且其材質主要用於飽和水蒸氣，經調查發現其**材質不耐LPG**（LPG主要為丙烷和丁烷的混合物），推測年久以及使用之內容物不適合致**無法負荷當時壓力**。



現場發現高壓軟管之殘骸

火源分析

- 丁烷最小爆炸能量(MIE)約為0.26毫焦耳，而氣體噴流及人體靜電放電時可能產生的能量最高可達0.5焦耳，因此無法排除靜電能量引起爆炸之可能性。

異丙苯火災

- 信昌異丙苯火災.mp4

原因分析

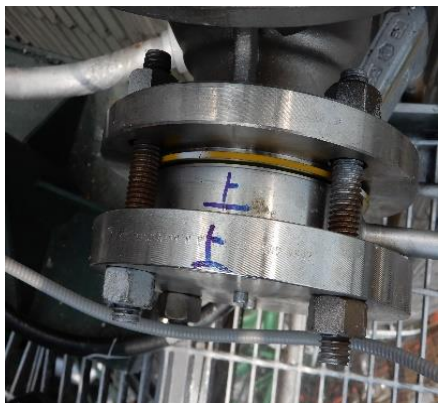
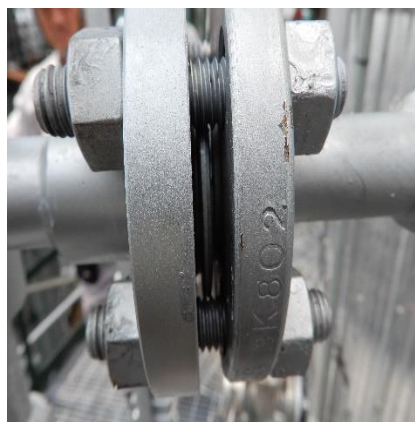
- 墊片破損(石棉材質)，導致異丙苯噴出。
- 研判靜電引燃異丙苯。

事故地點

- 位處高處，易為維護保養忽略。



復工後



壬烯爆炸

- 101年9月11日某化學公司副課長帶領工組前往箱排氣管接北風機軟管送風孔，並將送風孔內，即聽到爆炸聲。



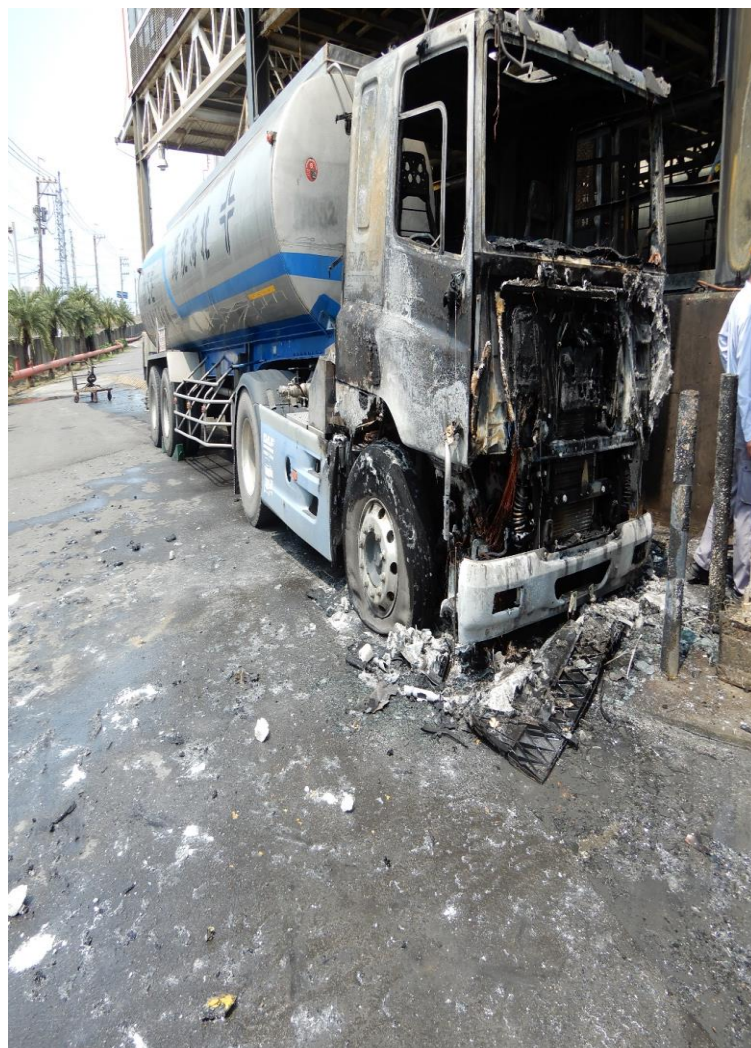
發生原因

- 由於進出口管線閘閥(gate valve)未關斷及盲斷，槽內尚有殘存液體原料，且案發當時，高雄地區氣溫 29.2°C ，槽內微量液體已達壬烯閃火點 24°C 之上，由於壬烯爆炸界限 $0.5\%-4\%$ ，下限極低，稍有洩漏就容易到達爆炸下限。
- 當打開人孔蓋並置入送風軟管時，因大量空氣進入槽內與殘留之壬烯易燃液體蒸氣混合後達爆炸界限範圍，並擴散至送風軟管與送風機間，研判送風機產生火花或塑膠散熱葉片高速旋轉產生靜電，引燃內部易燃液體蒸氣造成氣爆。



熱的發火源 (熱表面)

108年3月20日上午10:22)火災原因，為當日上午由00公司槽車進行**丁酮**灌裝作業，由槽車運輸丁酮至灌裝區由00公司司機柯00及00公司勞工黃00接上**高壓軟管**後，由槽車引擎驅動幫浦，將丁酮運至灌裝區，並由槽車之幫浦將丁酮經高壓軟管輸送至灌裝設備，由2樓進行灌裝至53加侖鐵桶中。上午10:22時幫浦有怪異聲響，現場人員欲進行處理，發現**軟管破裂造成丁酮外洩**，隨即槽車引擎處出現火苗並向上延燒。廠內人員立刻進行救災行動，消防車進場後於上午10:56分火勢撲滅，無人員傷亡。





原因分析

- 高壓軟管未作好維護，且使用前未確實檢點。
- 槽車進行輸送作業，未熄火。



軟管破裂造成丁酮洩漏



起火引起火災處(槽車引擎)



熱的發火源 (明火)

1100112台苯火災.mp4

熱的發火源 (明火)





熱的發火源 (明火)

1100129聯成火災.mp4

氣相之燃燒與爆炸

混合氣濃度恰
等於燃燒下限



廣泛反應
局限空間



局部反應
開放空間





- 
-
- 為什麼鋼瓶要固定+護蓋.mp4



爆炸分類

物理性爆炸：

爆炸現場通成無燃燒痕跡，且傷者衣服無大面積燃燒情形。

例如：水蒸氣爆炸、BLEVE。

化學性爆炸

與物理性爆炸相反。

例如：粉塵爆炸、爆燃、爆轟。



○ 台中新光三越氣爆.mp4

粉塵種類

- 為何塵爆現象不會發生在你家廚房的麵粉罐.mp4

粉塵種類(日本)

- 可燃性粉塵:小麥粉、澱粉、砂糖..
- 爆炸性粉塵:鎂粉、鋁粉、鋁合金..
- 導電性粉塵:鐵、銅、碳黑、石炭、焦炭
- 易燃性纖維:棉、麻、人造纖維、絹...



塵爆V.S氣爆

- 時間？
- 壓力？
- 爆炸威力？



	塵爆	氣爆
燃燒速度	慢	快
壓力上升率	慢	快
最高壓力	相同	
燃燒時間	長	短
釋放能量	大	小

防止粉塵爆炸

- **移除危險物：**設置收塵裝置，降低粉塵濃度。
- **除去發火源：**避免靜電、接觸高溫表面。
- **裝置內注入不燃性氣體**



○ 粉塵爆炸實驗. mp4

○ 著火的鐵(導電性粉塵爆炸). mp4



減少粉塵爆炸危害

- 設備需為防爆型，並設有洩報孔。
- 滅火以霧狀放射為宜，以避免二次塵爆。

蒸氣雲爆炸

- 雪佛龍煉油廠事故調查.mp4

案例探討

- 伊利諾州台塑PVC廠爆炸事故.mp4