

114 年化學品運作安全進階技術輔導案例 4

案例4 O成股份有限公司 -化學品危害後果洩漏模擬分析(ALOHA)

其他化學製品製造業



！業者遭遇挑戰

居家清潔與環境用藥品牌背後，其實也有高度專業的化學品製程。化學品使用與儲存幾乎是每天都會碰到的作業，但真正能掌握「洩漏後影響多大、是否會爆炸、氣團會散到哪裡」的工廠並不多。O成生產過程涉及多種化學物質，其中像丙烷這類易燃氣體，一旦發生洩漏，可能造成火災、閃燃或爆炸風險。

如果今天真的洩漏，我該跑多遠？要撤離還是就地避難？

輔導成果

以丙烷為例，模擬毒性、可燃性、爆炸三種情境：

- ◆ 毒性蒸氣雲可延伸至 55 公尺
- ◆ 可燃氣體濃度可往外擴散約 99 公尺
- ◆ 爆炸超壓可能造成 25 ~ 43 公尺範圍內的傷害或損壞



使廠內掌握 ALOHA 分析流程

將模擬結果疊圖到廠區配置，檢視動線與偵

預期測位置

效益 讓通報、疏散、就地避難變得更「有依據」

一、工廠背景

案例 2 為國內具代表性之居家環境用藥與清潔用品製造廠，產品涵蓋殺蟲劑、防蟲用品、家用清潔劑與個人衛生用品，並承接 OEM／ODM 代工及外銷業務。其製程涉及多項易燃氣體、可燃溶劑及加壓輸送系統，具備典型「低發生頻率、高後果嚴重度」之化學品製程安全特性。廠內關鍵高風險單元包含丙烷儲存與輸送系統，丙烷屬高度易燃、低沸點氣體，一旦發生洩漏，極易於短時間內形成可燃蒸氣雲，對作業人員、鄰近設施及廠界安全構成重大威脅。

二、製程設備特性與潛在風險

以丙烷為代表性分析對象，其危害特性如下：

(一) 基本化學特性：

1. 沸點低 (-42°C)：常溫下即呈氣態，洩漏後迅速擴散
2. 可燃範圍廣：LEL 約 2.1 vol%、UEL 約 9.5 vol%
3. 蒸氣密度大於空氣：易沿地面與低窪處累積
4. 毒性雖低但具窒息風險：高濃度下可造成缺氧危害

(二) 潛在事故情境包含：

1. 可燃性蒸氣雲形成：洩漏後迅速擴散，遇火源可能發生閃燃

2. 蒸氣雲爆炸：於擁擠或半密閉環境點火，可能產生顯著爆炸超壓

3. 連鎖事故風險：爆炸或火災可能波及鄰近設備與製程單元

三、分析方法與輔導過程

輔導團隊導入化學品危害後果洩漏模擬分析 (ALOHA)，結合基線審查與實務演練，協助廠方建立可重複運用的量化風險評估機制，主要步驟包含：

- (一) 盤點化學品清單與 SDS，建立一致之危害判讀基準
- (二) 設定代表性洩漏情境（丙烷管線持續洩漏）
- (三) 建立毒性 (AEGL / IDLH)、可燃性 (LFL / UFL) 及爆炸超壓 (psi) 之關注水準 (LOCs)
- (四) 以 ALOHA 模擬毒性蒸氣雲、可燃性蒸氣雲及蒸氣雲爆炸影響範圍
- (五) 將模擬成果疊合廠區配置，回到現場進行驗證與應用討論

四、分析結果重點說明

(一) 毒性蒸氣雲影響

模擬結果顯示，丙烷於近源區域內仍可能達 AEGL-1 濃度等級，最遠影響距離約 55 公尺，顯示在短距離內具窒息與濃度累積風險。

(二) 可燃性蒸氣雲影響

可燃性蒸氣雲達 10% LEL 之警戒範圍最遠可延伸至 約 99 公尺，即使未達立即燃燒條件，仍須列為警戒與通報決策的重要依據。

(三) 蒸氣雲爆炸影響

即便未達建築破壞等級，仍具顯著人員與設施衝擊風險。

- 1. 3.5 psi (嚴重人員傷害)：約 25 公尺
- 2. 1.0 psi (玻璃破裂、輕度結構損傷)：約 43 公尺

五、改善措施與技術建議

(一) 工程控制

1. 丙烷管線與關鍵節點強化洩漏偵測與異常告警
2. 檢討緊急遮斷（ESD）配置與啟動條件，與模擬門檻對齊

(二) 空間配置與應變規劃

1. 依 ALOHA 模擬成果調整警戒區、疏散與就地避難基準
2. 建立 KML 疊圖，供事故初期快速判讀使用

(三) 管理制度與文件化

1. 建立 ALOHA 操作流程、輸入參數與判讀卡
2. 納入應變手冊與教育訓練制度

(四) 教育訓練與演練

1. 透過實務演練提升人員情境判斷與決策能力
2. 強化跨部門（製程、設備、EHS）共同參與

透過本次輔導，案例 2 成功將原本仰賴經驗判斷的化學品風險，轉化為具空間尺度與量化門檻的決策資訊。

ALOHA 不僅作為分析工具，更成為事故通報、疏散與應變溝通的「共同語言」，有效強化組織對低頻高後果事故的事前準備能力。