

經濟部工業局110年度強化產業公共安全管理計畫 化學物質管理技術輔導案例

一、化學品潛在反應性危害分析

受輔導對象於輔導執行前，已有使用 CRW (Chemical Reactivity Worksheet) 軟體之分析結果做為廠內初步危害評估之化學品特性資料，並將分析結果做為危險性工作場所審查之佐證資料用，惟缺少更深入分析流程，經輔導過後已掌握相關邏輯與程序並進行延伸分析，藉以更深入探討化學品相關危害。此處以廠內具代表性之製程反應器進料口之節點（如圖 2 黃線處）做為範例，其分析結果如下表 1。為使應用更加深入，並利用 CRW 軟體查詢化學品相關資訊，以達瞭解化學品危害資訊之目的，於本項輔導也針對此軟體之背景資訊與相關操作方式進行詳細說明與訓練，使廠內人員能夠熟悉操作，並針對其資料內容進行運用。

Print Chart Export Chart Data		Chemical Pairs										
NFPA		不相容性表										
Health	Reactivity	Special	ACETYLENE	AIR, COMPRESSED	CARBON DIOXIDE	ETHYL CHLORIDE	ETHYLENE	ETHYLENE OXIDE	FUEL OIL (DIESEL)	METHANE	NITROGEN	OXYGEN GAS, REFRIGERATED LIQUID, OXIDIZING, N.
0	4	3	ACETYLENE									
			AIR, COMPRESSED	N								
			CARBON DIOXIDE	Y	Y							
2	4	0	ETHYL CHLORIDE	Y	C	Y						
2	4	2	ETHYLENE	C	N	C	C	SR				
3	4	3	ETHYLENE OXIDE	C	N	C	C	C	SR			
1	2	0	FUEL OIL (DIESEL)	Y	Y	Y	Y	C	C			
2	4	0	METHANE	Y	Y	Y	Y	C	C	Y		
			NITROGEN	Y	Y	Y	Y	C	C	Y		
3	0	0	OXYGEN GAS, REFRIGERATED LIQUID, OXIDIZING, N.	N	C	Y	N	N	N	N	Y	
			SILVER	N	C	Y	Y	N	N	Y	Y	N
1	2	0	TETRAHYDRONAPHTHALENE	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
			WATER	Y	Y	Y	C	C	C	Y	Y	N

圖 1、化學品不相容性表

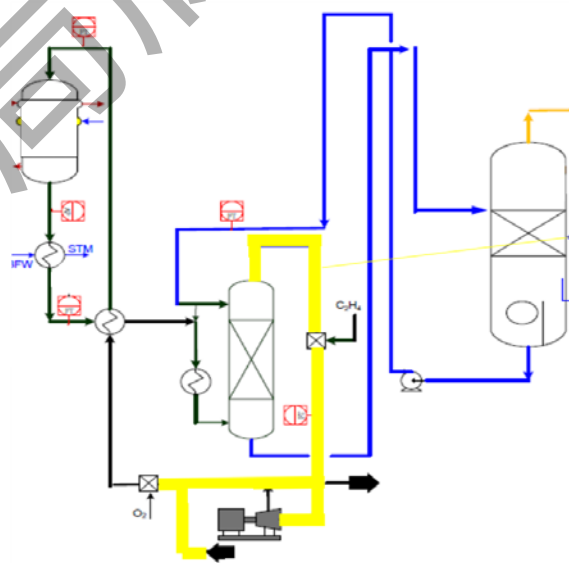


圖 2、製程流程圖

表 1、製程反應器進料口節點可能混合情境與危害

化合物	可能混合情境	可能危害
乙烯+空氣	管線/壓縮機/反應器洩漏、入料洩漏	易燃
乙烯+乙炔	管線內接觸、儲存、壓差逆流	自聚反應
乙烯+水	輸送管線/儲槽破裂、雨天潮濕滲漏、殼管式熱交換器破裂	抑制劑失效
乙烯+乙炔	除乙炔不完全接觸	自由基聚合
乙炔+空氣	除乙炔不完全且發生洩漏	易燃、高反應性

二、化學品危害後果洩漏模擬分析

本項輔導採用 ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 洩漏模擬分析軟體進行模擬，此處以環氧乙烷 (EO) 反應器做為範例說明。EO 為受輔導對象之產品之一，亦為我國「毒性及關注化學物質管理法」列管之毒化物，欲了解反應器爆炸之可能產生影響範圍進行模擬，其結果如下圖 3 所示，其中紅色範圍為爆炸壓力 8.0 psi 處，可使建築物受到毀壞；橙色範圍則為爆炸壓力 3.5 psi 之範圍，如人員位於此範圍內可能會有嚴重傷亡；而黃色範圍為爆炸壓力 1.0 psi 之範圍，其震波會造成玻璃震動。

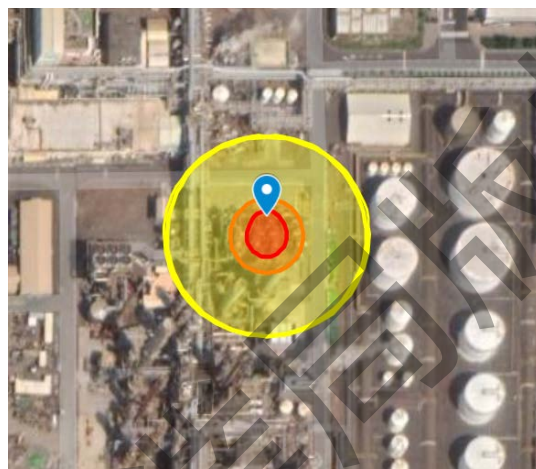


圖 3、反應器 EO 洩漏模擬結果

為使人員能熟悉及應用 ALOHA 軟體進行後續分析，以達瞭解化學品危害後果之目的，於本項輔導也針對此軟體之背景資訊與相關操作方式進行詳細說明與訓練，使廠內人員能夠熟悉與應用。同時建議受輔導對象可藉該軟體分析之結果做為製程危害分析中後果嚴重性評估使用。

三、製程危害分析

本項輔導針對製程危害分析進行教育訓練，內容說明分析之重要性與觀念，其中也包國內石化產業常用之製程安全評估方法－危害及可操作性分析 (Hazard and Operability Studies, HAZOP) 進行觀念訓練，說明該方法之使用如何與法規要求事項結合、該方法在使用上需要注意到那些細節，以提升 HAZOP 之能力。受輔導對象於輔導前已建立製程危害分析作業程序，其中分析使用 HAZOP 評估方法，本項輔導審視其作業程序並參考 CCPS 出版之 HAZOP 指引- Guidelines for Hazard Evaluation Procedures 3rd (CCPS, 2008) 提供建議供廠方參

考(如圖 4)。同時本輔導項目選擇 EO 製程區之節點進行審視，將分析報告待改善之處提供建議，例如：HAZOP 分析表之後果分類欄位可再進行細分以利分析使用(如表 2)；洩漏之後果評估與洩漏模擬之結果不同，有低估危害後果之現象；分析內容應避免出現起始失效事件等於終端做動元件等建議項目。本案將 HAZOP 分析建議彙整，做為未來廠方進行製程危害分析之依據，使分析結果能更加完善。



圖 4、CCPS 建議之風險矩陣

表 2、本案輔導建議之 HAZOP 分析表

項次	製程偏離	可能原因	可能危害／後果	後果分類	嚴重度	現有防護措施	可能性	風險等級	改善建議
1				環境衝擊/ 公共安全					
				人員傷亡					
				設備/設施/ 財產損失					
				生產損失					

四、化學製程危害基線審查

本項化學製程危害基線審查整體架構邏輯如圖 5，其審查之執行由文件查閱、人員訪談、現場訪視來著手進行，從制度面檢討相關機械設備管理系統之設計；後接續評估運作與制度的一致程度來檢視其實際運作情形；最終比對相關文件紀錄(如製程變更管理執行紀錄、設備保養紀錄、教育訓練紀錄等)，以確認文件評估制度設計及運作狀況來瞭解輔導對象現況。

依照前述現況進行瞭解後，輔導團隊將針對現有弱點與問題提出

建議，例如建議輔導對象應增修停爐（歲修/大修）管理辦法、設備分級辦法、管線檢測管理作業辦法等；以及確認變更管理的落實與有效性、確認工程圖面資料完整性等。上述所提建議之目的皆使審查結果能在未來加強管理制度之推行與技術落實，並再利用數據方式進行整合與呈現，達到預防高危害化學品洩漏而發生重大危害之可能性。



圖 5、化學製程危害基線審查整體邏輯