

114 年化學品運作安全分析案例 2

一、工廠背景

案例 2 專注於印刷電路板（PCB）領域，主要產品包含厚銅板、盲埋孔板、高層板、鋁基板等，廣泛應用於通訊、電源、自動控制、工業電腦、醫療設備與車用電子等關鍵產業。

公司不僅投入高精密自動化設備與智慧製造產線，亦強化環安衛管理，通過 ISO 9001、ISO 14001、ISO 45001 及 ISO 14064 等認證，並制定環安衛政策，落實法規遵循、污染預防、節能減碳、職安保障與利害關係人溝通。

其製程需大量使用強酸、強鹼、氧化劑與可燃溶劑，例如鹽酸、硫酸、雙氧水、異丙醇等，若儲存與操作不當，容易引發不相容反應、放熱失控或爆炸風險。

二、化學品特性與潛在風險

案例 2 廠區因化學品「分區存放、品項多樣」特徵，若未落實嚴格分隔與標示，存在不相容化學品誤觸或洩漏混合的高風險。

- 酸類與氧化劑：如鹽酸與雙氧水混合，可能釋放有毒氯氣，並造成爆炸性反應。
- 醇類與有機酸：異丙醇與琥珀酸反應可能釋放氣體，導致壓力升高，甚至引發聚合失控。
- 混合溶液危害：雙氧水與硫酸常被混合使用於蝕刻清洗（俗稱「食人魚水」），具強烈氧化性與高溫放熱特性，配置不當可能爆炸。

三、分析方法與輔導過程

本次輔導採用化學品反應性工作表（Chemical Reactivity Worksheet, CRW）模擬，針對廠內不同樓層與部門儲放之化學品清單，進行潛在反應性危害分析：

Compatibility Chart for unknown Created by: unknown on unknown date Last Reviewed by: unknown This chart is only valid for the following mixing scenario: Ambient temperature (up to 35° C) mixing of 2 chemicals in an insulated vessel that is not air tight. Storage of the mixture for less than 1 day.							
	空氣	乙醇胺	鹽酸	雙氧水	氮氣	硫酸	水
空氣	X						
乙醇胺	C	X					
鹽酸	C	N	X				
雙氧水	C	N	N	X			
氮氣	Y	Y	Y	Y	X		
硫酸	C	N	N	N	Y	X	
水	Y	C	C	N	Y	C	X

LEGEND	
X	No self reaction
N	Not Compatible
C	Caution
Y	Compatible
SR	Self Reactive

圖 1、案例 2 成型酸洗室化學物質相容性對照圖

Compatibility Chart for unknown Created by: unknown on unknown date Last Reviewed by: unknown This chart is only valid for the following mixing scenario: Ambient temperature (up to 35° C) mixing of 2 chemicals in an insulated vessel that is not air tight. Storage of the mixture for less than 1 day.							
	乙炔	空氣	二乙二醇	戊二酸	異丙醇	氮氣	琥珀酸
乙炔	X						
空氣	N	X					
二乙二醇	Y	Y	X				
戊二酸	Y	C	Y	X			
異丙醇	Y	C	Y	N	X		
氮氣	Y	Y	Y	Y	Y	X	
琥珀酸	Y	C	Y	Y	N	Y	X
水	Y	Y	Y	Y	Y	Y	X

LEGEND	
X	No self reaction
N	Not Compatible
C	Caution
Y	Compatible
SR	Self Reactive

圖 2、案例 2 實驗室化學物質相容性對照圖

- 酸洗室：鹽酸、硫酸、雙氧水共存，分析顯示可能生成爆炸性產物，具毒性、可燃性及腐蝕性。
- 實驗室：異丙醇與琥珀酸並存，存在壓力升高、聚合劇烈反應風險。

輔導團隊現場示範 CRW 操作，協助人員熟悉反應性分級、危害機制

與防範策略，並將模擬結果視覺化呈現，以利人員理解並提升風險辨識能力。

四、改善措施與技術建議

1. 工程控制

- 在酸洗線與實驗室化學品區設置局部排風與 VOC 偵測。
- 雙氧水儲槽外需加裝大型承接容器，避免溢散至鄰近物料區。
- 建置防爆電氣與壓力釋放系統，降低聚合與爆炸風險。

2. 儲存與分區

- 強酸、強鹼、氧化劑與可燃物應依性質分區，並以防火牆或隔板阻隔。
- 張貼清楚的化學品分類與不相容標示，避免誤操作。
- 嚴格規範雙氧水與含氯清洗劑不得同時使用，避免爆炸性反應。

3. 作業與運輸

- 酸鹼混合操作須控制混合速率，避免過度放熱與噴濺。
- 強氧化劑配置時應控制濃度（建議使用 30% 以下的 H_2O_2 ）。
- 作業須加裝靜電接地與導電軟管，避免火花引燃。

4. 教育訓練與管理

- 強化員工搬運、儲放與應變操作的教育訓練。
- 建立統一化的 SDS 資料查詢與危害告知制度。
- 定期演練化學品洩漏與爆炸事故應變，提升實務操作能力。

5. 後續發展建議

- 持續運用 CRW 工具於製程設計、儲存規劃與製程危害分析（Process Hazard Analysis, PHA）。
- 建議進一步推動 FMECA（故障模式、效應與嚴重度分析），針對關鍵製程設備進行失效鑑別與量化風險評估，以強化智慧安全管理。

五、結論

透過本次輔導，案例 2 已清楚辨識廠區化學品之不相容組合與潛在風

險，並將 CRW 模擬分析導入日常安全管理機制。

此案例展現出電子業 PCB 製造廠在面對多樣化化學品使用時，逐步建立系統化的化學品風險辨識與智慧化管理模式，為後續擴展智慧製造與工安升級奠定基礎