

2019產業安全衛生 技術輔導成果發表會



透過製程危害分析建置製程安全績效指標

台橡股份有限公司高雄廠

呂宗福副理

108/11/29

課程 大綱

前言

危害與可操作性分析 (HAZOP)

保護層分析 (LOPA)

製程安全績效指標

結論

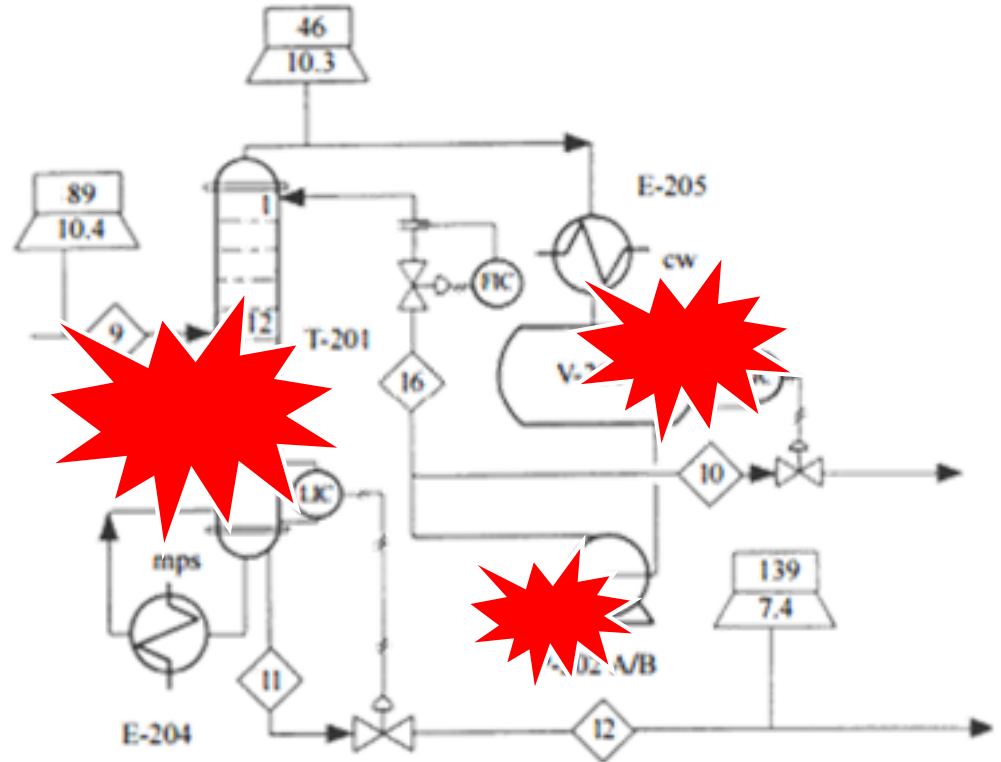


PART 1 | 前言

製程安全與職業安全



人員安全(職業安全)



製程安全

2014/7/31高雄氣爆



高雄氣爆12人遭判 刑期4年起跳

發布 2018.05.11 | 11:44

高雄地院一審今(11)天宣判高雄氣爆事件，計有12人被判刑，其中高雄市政府部分，以現任市府秘書長、時任工務局下水道工程處幫工程司趙建喬的職級最高，判4年10月。至於李長榮化工前董事長李 [] 則判4年，但全案可上訴。

其餘10名被告，包括榮化大社廠廠長王 []、值班組長蔡 []、工程師沈 []、操作領班李 []、控制室操作員黃 []；華運公司領班黃 []均判4年；工程師陳 []、控制室操作員洪 []均判4年6月；高市府工務局下水道工程處前副工程司楊宗仁、前工程員邱炳文判刑4年10月。



2019/4/7台化ARO-3爆炸

自由時報

Liberty Times Net

《雲林》麥寮六輕台化氣爆 廠長等7人遭起訴

2019-08-24 05:30:00

檢方履勘二次 認定7人明顯過失

檢方認為包括，郭姓廠長、製程課長、檢核值班主管、保養人員、值班盤控人員、領班人員、現場巡檢人員等人，長期疏於檢查、保養及維修管線，致管線逐漸減薄無法承受管內壓力而破裂洩漏並造成爆炸，經檢察官親至現場履勘二次，陸續傳喚郭姓廠長等人及相關證人，分析火災調查報告後，認定上述七人明顯過失而起訴。

雲林地檢署發言人主任檢察官黃怡華表示，該氣爆案雖未造成人員死傷，但震波威力大且影響範圍廣闊，造成公共危險程度極大，被告郭姓廠長等七人雖非故意，但明顯有過失，全數起訴以為儆戒。

六輕也指出，發生漏氣後，已在規定時間內通報環保署，並無違反規定，目前全案已進入司法程序，希望相關司法單位能了解實際情況，其實員工都很用心監控，都不想要有負面的結果發生。



製程安全管理之特殊性

- 此2事故皆未有工安人員遭起訴！
- 製程安全事件之高後果低頻率之特性致使相關危害的辨識須投入相當資源以達其目的，各項工作必須透過籌組跨部門之評估小組，結合各領域之專業技術與經驗，以有效辨識危害以及後續管控措施。
- 相關工作往往大量涉及製程部門與工務/機械部門，而非傳統上認為「單靠工安部門即可處理」。



PART 2 | 危害與可操作性
分析 (HAZOP)



製程安全評估定期實施辦法

附表二、製程危害控制措施 「製程危害分析」

- 製程危害控制措施包含下列事項：
 - 一、製程危害辨識。
 - 二、確認工作場所曾發生具有潛在危害之事故。
 - 三、製程危害管理及工程改善等控制措施。
 - 四、危害控制失效之後果。
 - 五、設備、設施之設置地點。
 - 六、人為因素。
 - 七、控制失效對勞工安全及健康可能影響之定性評估。

HAZOP簡要說明

- 二、確認工作場所曾發生具有潛在危害之事故；
- 六、人為因素；
- 五、設備、設施之設置地點。

一、製程危害辨識

四、危害控制失效之後果

三、製程危害管理及工程改善等控制措施

七、控制失效對勞工安全及健康可能影響之定性評估

製程／操作程序名稱：
 研討節點描述：3- Secondary Compressor System
 管線／設備編號：
 設計目的：乙烯進料二級升壓
 圖號：

項目	製程偏離	可能原因	可能危害／後果	防護措施／補充說明	嚴重性	可能性	風險等級	改善建議
3.8	洩漏	1. 壓縮機C-202B汽缸洩漏	1.1 乙烯洩漏至環境, 有火災之虞	1.1 壓縮機C-201B汽缸Rod packing設有洩漏收集管, 可將乙烯回收至Flash gas compressor再利用 1.2 壓縮機C-201B汽缸Rod packing設有洩漏收集管, 可將乙烯排放至RTO	D	4	4	
		2. 換熱器E-207B-1/E-207B-2/E-207B-3換熱管內漏	2.1 乙烯內漏至冷卻水回收系統, 造成乙烯損耗	1.1 換熱管表面採用Copper ladding避免腐蝕, 造成破裂 1.2 換熱管配合工檢定期測厚檢查	D	2	4	2.1.1.1 詳節點1洩漏原因2
		3. 換熱器E-209B-1/E-209B-2/E-209B-3換熱管內漏	3.1 乙烯內漏至冷卻水回收系統, 造成乙烯損耗	1.1 換熱管表面採用Copper ladding避免腐蝕, 造成破裂 1.2 換熱管配合工檢定期測厚檢查	D	2	4	3.1.1.1 詳節點1洩漏原因2
		4. 換熱器E-211B-1/E-211B-2/E-211B-3換熱管內漏	4.1 乙烯內漏至冰水槽系統, 造成乙烯損耗	1.1 換熱管表面採用Copper ladding避免腐蝕, 造成破裂 1.2 換熱管配合工檢定期測厚檢查	D	2	4	4.1.1.1 於冰水槽V-275B Vent出口附近佈設可燃性氣體偵測器

考慮防護措施之可能性

HAZOP前資料整備

- P&ID 為HAZOP基礎 以明確化
- 操作程序(SOP) 討論對象
- Basic/Detailed Design(Process Safety Concern) 瞭解原廠關注之危害
- Interlock Sequence/Diagram(Cause Effect) 瞭解原廠關注之危害
- 過去執行製程危害分析結果報告 參考 從事故中經驗學習
- 過去或其他相似製程曾發生製程安全事件 (法定項目)
- 公司/工廠引用之風險矩陣 以判定防護措施是否足夠完備
- 操作條件(包含操作上下限) 以判定何謂「偏離」
- 初步危害分析資料(物質危害檢核表、物質相容性檢核表) 以掌握製程化學物質之危害



HAZOP評估流程

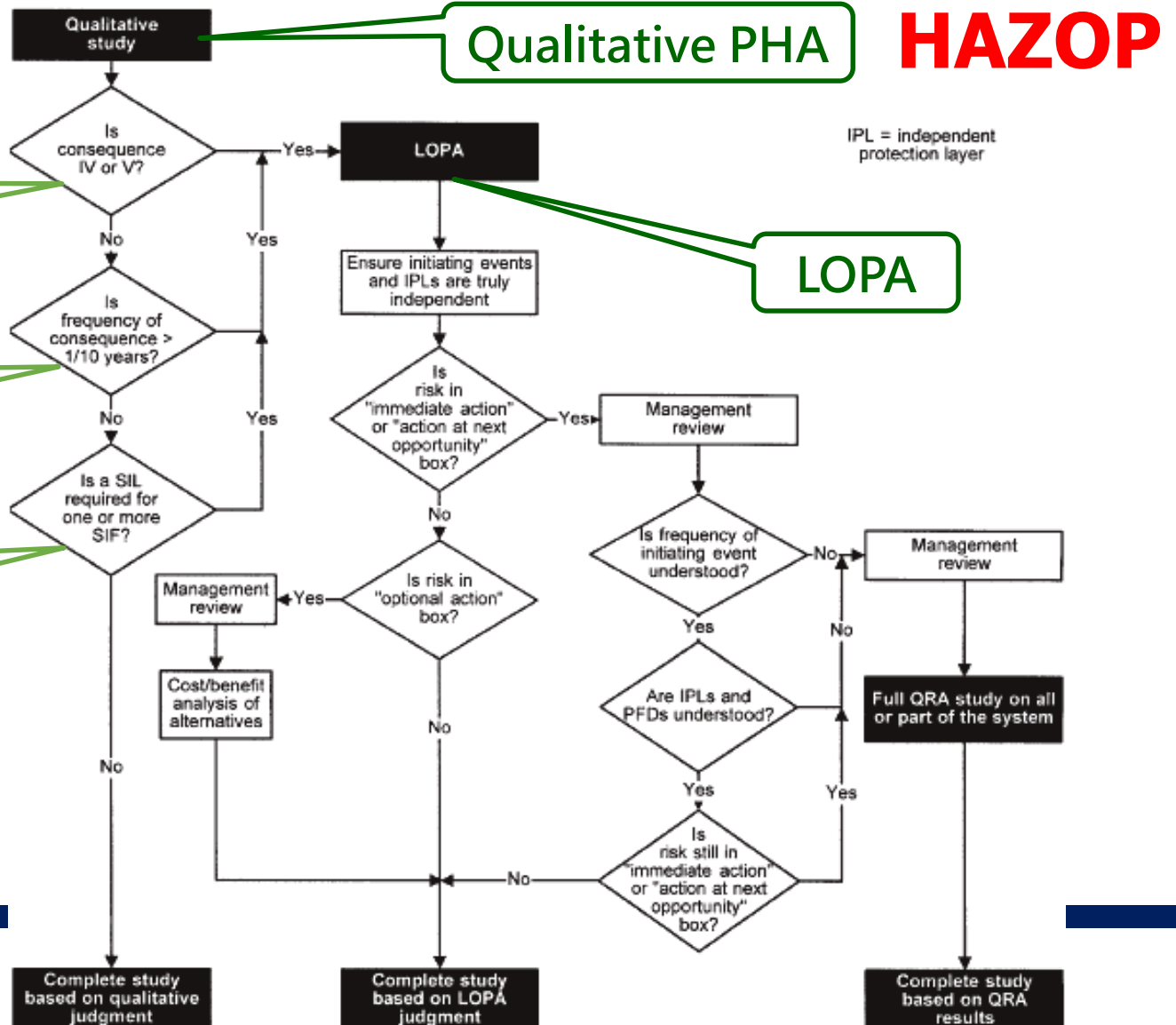
- 選定要進行評估節點
- 描述製程目的/條件
- 透過製程目的/條件選定合適參數
- 將參數與引導字結合以進行討論
- 首先辨識後果再評估其可能原因（並進行嚴重性、可能性、風險等級之評估）
- 評估安全防護措施



PART 3

保護層分析
(LOPA)

從HAZOP到LOPA



High Consequence

High frequency

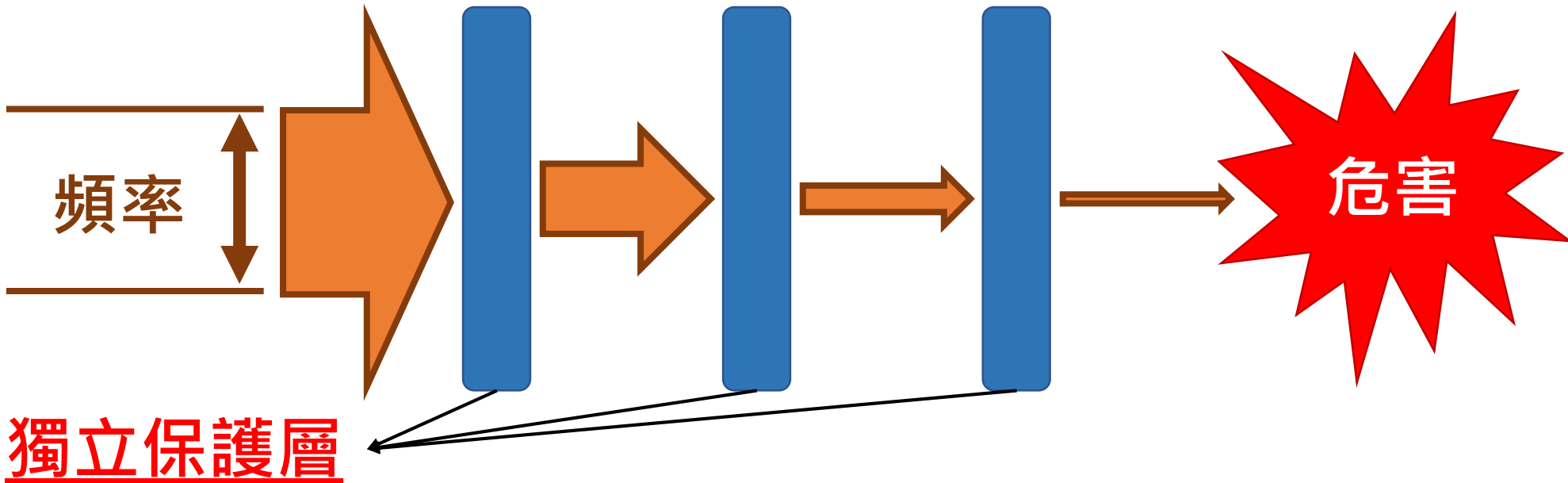
SIL Required

Qualitative PHA

HAZOP

LOPA

LOPA思維



A device, system, or action that is capable of **preventing a scenario from proceeding to the undesired consequence** without being adversely affected by the initiating event or by the action of any other protection layer associated with the scenario.

- ◆ **Effective** in preventing the consequence when it functions as designed
- ◆ **Independent** of the initiating event and the components of any other IPL already claimed for the same scenario
- ◆ **Auditable** the assumed effectiveness in terms of consequence prevention and PFD must be capable of validation in some manner



LOPA評估流程

- 辨識後果（不考慮防護措施）以篩選相對應之情境。
- 選定一事故情境。
- 辨識該情境之起始事件（Initiating event）並判定起始事件之頻率（次/年）
- 辨識該情境所有獨立保護層並估計各項獨立保護層之失效頻率（次/年）。
- 結合起始事件、獨立保護層數據進行失效頻率之計算。
- 考量後果、可能性（事件發生頻率）、風險等，進行改善措施、策略之規劃與訂定。

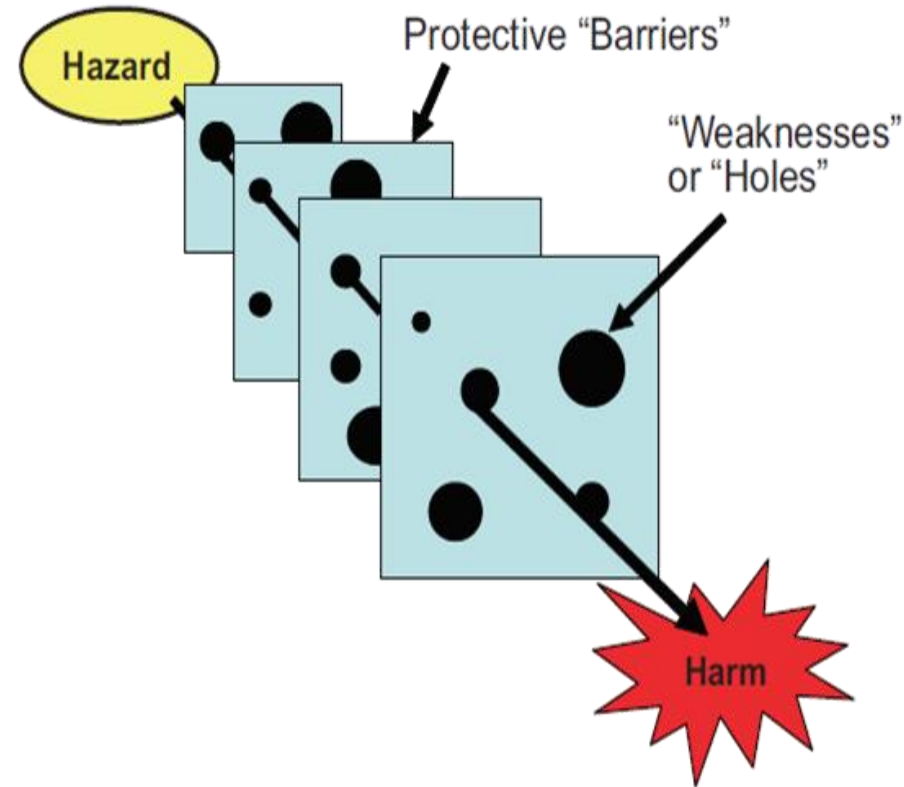


PART 4

製程安全
績效指標

瑞士起士模型

- 製程安全事故很少肇因於單一的災難性故障，常是由**多個事件或故障重合所引起的**。
- 在瑞士起士模型中，**危害 (Hazard)**係由多項保護屏障所屏蔽，然每項保護屏障都可能有弱點或「孔洞」，當所有孔洞對齊時，危害將被釋放，從而導致可能的**傷害**。



API RP 754綜整

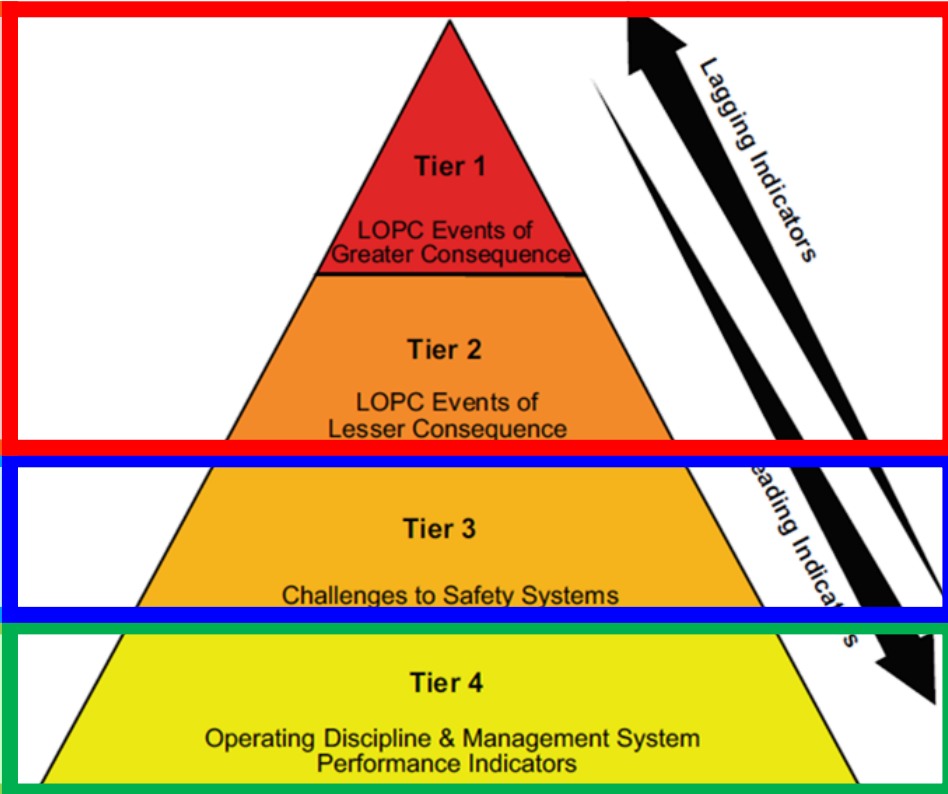
任何物質的**計劃外**或**不受控制**的**主要阻隔設施失效(LOPC)**，或可能導致物質釋放之非預期之事件、環境與條件。

已明確定義！

廠內人員傷害 廠外人員傷害
「社區疏散」或「社區就地避難」
火災/爆炸直接損失 釋放量

製程虛驚事件 管理工作執行品質

PSM管理工作 管理工作落實程度





T-1 PSE VS T-2 PSE

- **T-1 PSE**代表了LOPC事件。**T-1 PSE**的發生將顯示出防護系統的缺失(就算次要阻隔成功限制了釋放的擴散)。與其他下階指標搭配使用，將有效評估製程安全績效。
- T-2 PSE代表了LOPC事件所導致**較為輕微的後果**。T-2 PSE的發生將顯示出防護系統的缺失(就算次要阻隔成功限制了釋放的擴散)。可能在未來成為較為嚴重事件之前兆。T-2 PSE可視為T-1 PSE之領先指標，並提供公司經驗學習以及改進製程安全績效之機會。
- **T-1 PSE 與T-2 PSE**判斷之邏輯非常相似。主要為製程安全事件導致之後果的嚴重度不同！

T-1 PSE VS T-2 PSE

項目	T-1 PSE	T-2 PSE
員工、承攬商或分包商	發生「工作日損失」之受傷或死亡	發生「可記錄傷害」
第三方的住院或是死亡	✓	-
正式宣告「社區疏散」或「社區就地避難」	✓	-
火災、爆炸造成之直接損失	≥100,000美元	≥2,500美元； <100,000美元
1小時內 壓力釋放裝置排放 至大氣量達規定閾值	達表1閾值	達表2閾值
1小時內 允許或管制來源的不正常排放 達規定閾值	達表1閾值	達表2閾值
1小時內 釋放的物質 達規定閾值	達表1閾值	達表2閾值

T-3績效指標

- T-3績效指標通常代表「**屏障系統面臨之挑戰**」，此挑戰為朝向危害發展但後果不及T-1 PSE和T-2 PSE之事件。該等級的指標提供額外的機會去辨識、修正屏障系統中的弱點。
- T-3績效指標是以設施適用的特定指標，無法用於標竿比較，反而適合事業單位內部使用或用於地方/設施公眾通報，事業單位可以完全或部份引用的範例指標有：
 - 其他LOPC；
 - 偏離安全操作界線；
 - 主要阻隔設施檢查或測試結果超出可接受範圍；
 - 安全系統的需求；
 - 或其他對事業單位運作有意義的指標。

T-4績效指標

- 必須能夠反應設施特定的屏障系統、設施特定的績效目標和所使用績效指標的成熟度。
- 可展現個別屏障系統單元的績效，由操作紀律和管理系統績效所組成。
- 提供辨識和修正個別系統的缺點。
- 反應未來可能造成T-1 PSE及T-2 PSE之製程安全管理系統上的缺失，可用以辨識「學習」和「系統改善」之機會。
- T-4績效指標是以設施適用的特定指標，無法用於標竿比較，T-4績效指標適合事業單位內部使用或用於地方/設施公眾通報。

製程安全績效指標之推動

- (1) 建立製程安全績效指標**推動策略**
- (2) 建立製程安全績效指標**執行框架**
- (3) 執行相關系統分析以**選擇績效指標**
 - ✓ **製程危害分析**
 - ✓ **內部事故調查結果**
 - ✓ **外部分享經驗學習**
- (4) 執行**工作分析**
- (5) 建立**數據收集**以及**提報系統**
- (6) 審查**執行成效**



製程危害分析訂定領先指標流程

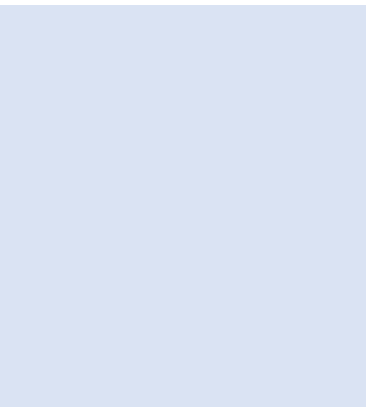
- 辨識重大危害與安全關鍵元件
- 制定性能標準
- 執行/重審、品質保證
- 安全關鍵元件驗證
- 安全關鍵元件績效監控



PART 5 | 結論



感謝聆聽
謝謝指教



THANK YOU