

2019產業安全衛生 技術輔導成果發表會

麥寮六輕園區台塑企業所屬工廠製程安全總體檢
執行經驗分享

中華民國工業安全衛生協會 安全與環保技術服務處

曹文豪 專案經理

108/11/29



報告 大綱

前言

製程安全績效指標建置

績效指標執行成效

結論

PART 1 | 前言



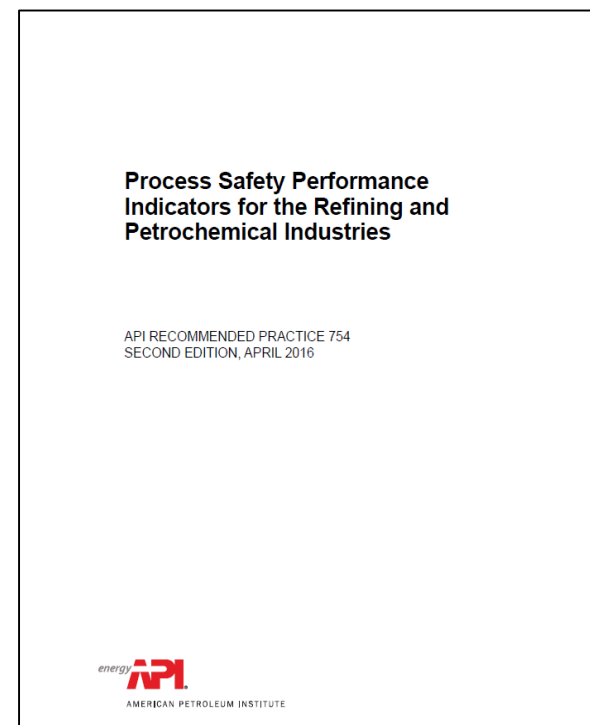
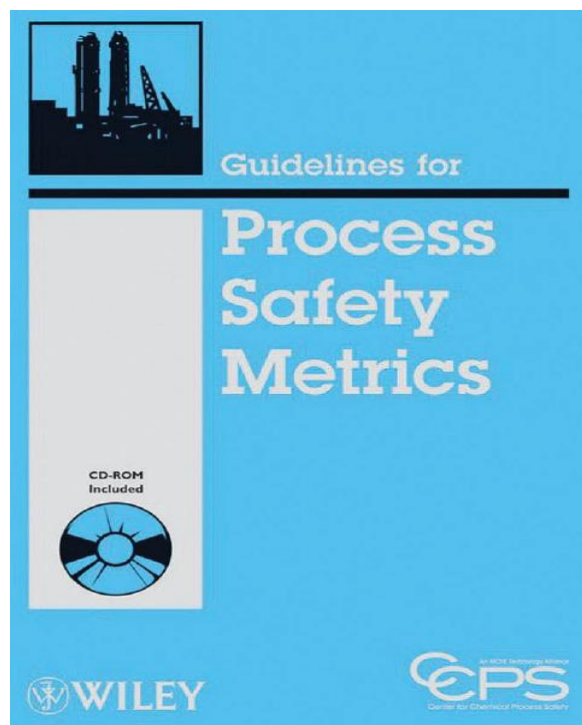
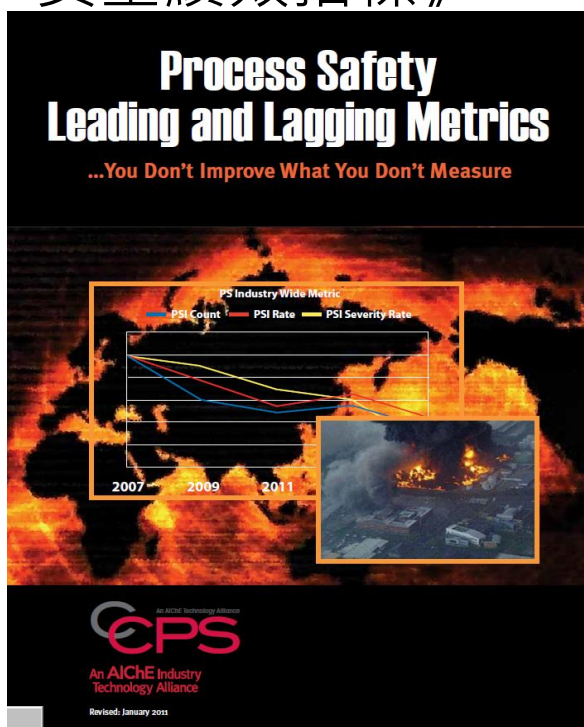
■ 背景說明

製程安全指標之建置為當今國際石化產業之主流，經濟部工業局為協助台灣石化業者提昇自主管理能力，參考美國石油學會所制定API RP 754製程安全管理績效指標(2016版)及國際管理優良石化廠之安衛環管理作法，以輔導台塑企業建立製程安全績效指標系統模組，供國內石化產業參採引用。藉由透過各指標基線之建立，以掌握各項管理工作之現況，督使國內石化產業在更安全、更環保的基礎下，得以朝永續發展之目標。



製程安全指標參考來源

- 美國化學工程學會 (AIChE) 化學製程安全中心 (CCPS)
 - 《製程安全領先與落後指標》
 - 《製程安全指標指引》
- 美國石油協會 (API) 發行之《API PR 754 煉油與石化產業製程安全績效指標》



■ 製程安全指標

API RP 754簡要說明

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！ TRCA提報

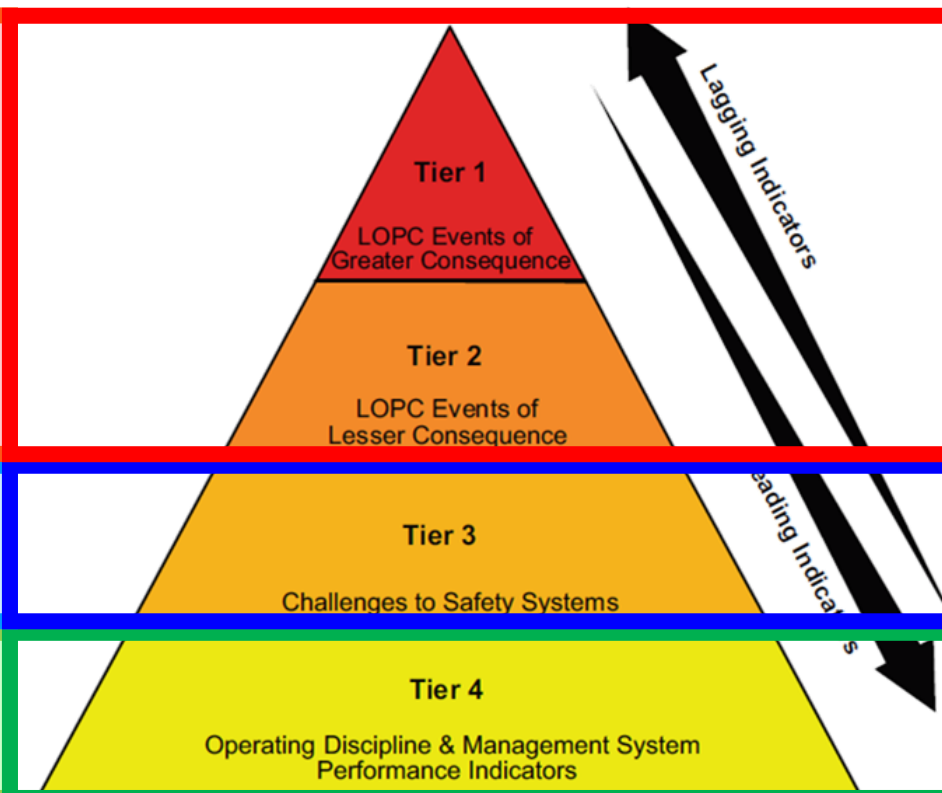
廠內人員傷害 廠外人員傷害

「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

操作紀律與管理 管理工作落實程度



■ 製程安全指標

- 製程安全管理（PSM）為防止、減緩高危害化學品之災難性洩漏所導致之後果，同時對環境造成相當程度的影響。
- 例如：某廠製程事件，雖不涉及人員的傷亡及環保問題，卻能顯示製程安全管理具改善空間，透過指標之建置，以確立量測方法、範圍、定義等，有助於持續精進製程安全管理，並與國際接軌。



有效製程安全績效指標的特質

不受外界干擾

相應性

可重複性

可靠性

指標系統
建立條件

可比較性

一致性

■ 落後指標VS領先指標

• 落後指標(Lagging/Outcome Indicators)

一組回顧性(被動的)指標。

根據事件的影響進行統計，並得以用來判定安全相關行動是否符合其預期結果；此類行動是否導致事故發生的可能性較小，對人員健康/環境/財產/物質洩漏/社區影響等造成較少危害。

• 領先指標(Leading/Activities Indicators)

一組前瞻性(主動的)指標。

用於顯示關鍵**工作流程**、**操作紀律**或**防止事件的保護層**的性能，以確定是否採取了必要的行動以降低風險。

PART 2

製程安全績效 指標建置



Step 1：建立績效指標執行框架

- 確定測量系統的執行範圍
 - 危險製程
 - 法規標準
 - 公司製程安全標準
- 決定各級別適用方式：如針對園區、公司、工廠

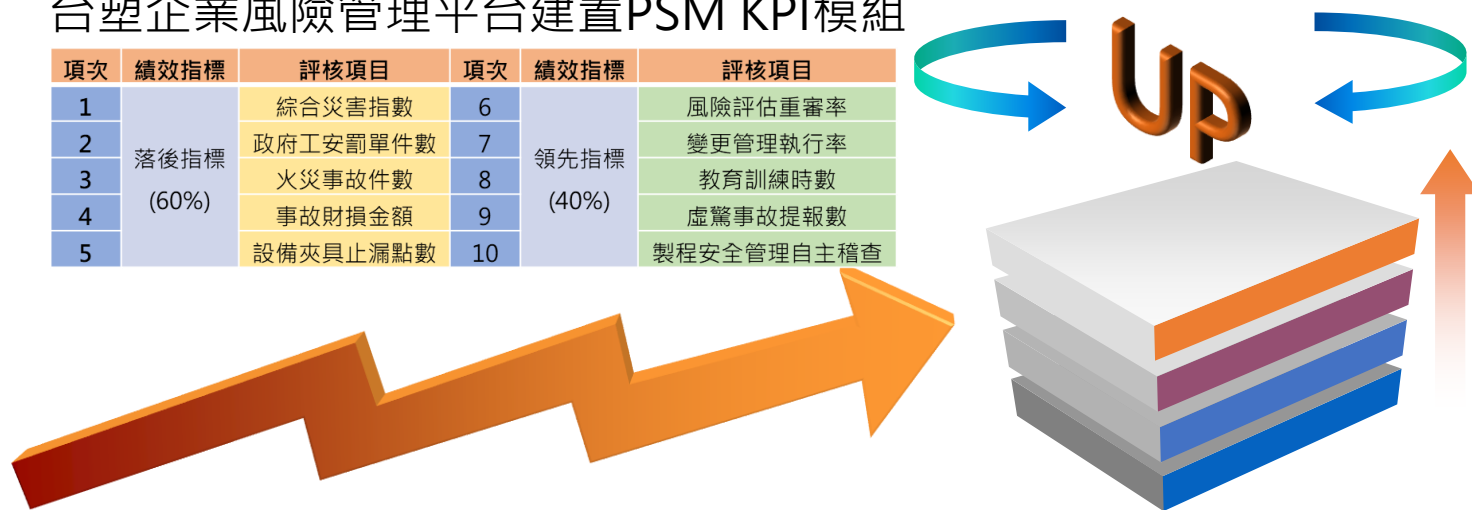
專家學者



台塑企業

台塑企業風險管理平台建置PSM KPI模組

項次	績效指標	評核項目	項次	績效指標	評核項目
1	落後指標 (60%)	綜合災害指數	6	領先指標 (40%)	風險評估重審率
2		政府工安罰單件數	7		變更管理執行率
3		火災事故件數	8		教育訓練時數
4		事故財損金額	9		虛驚事故提報數
5		設備夾具止漏點數	10		製程安全管理自主稽查



製程安全績效指標項目

		重點指標項目	參考來源
領先指標	1	各廠處機械完整性 (Mechanical Integrity) 之按時完成安全關鍵項目檢查之比率	CCPS
	2	各廠處機械完整性 (Mechanical Integrity) 之安全相關關鍵設備故障所致生產時間損失之比率	
	3	各廠處製程安全管理製程危害分析重審比率	
	4	各廠處製程安全管理自主稽查改善件數比率	
	5	各製程廠處事故改善比率 (重大異常調查委員會調查案件)	
		各製程廠處虛驚事故改善比率 (含製程、非製程)	
		各製程廠處製程虛驚事故改善比率	
	6	各廠處落實變更管理 (Management of Change) 案件比率	
7	各廠處製程安全訓練和能力 (Process Safety Training and Competency) 落實比率		
8	各廠處審查或更新操作和維護程序 (Operating & Maintenance Procedures) 與現場執行之落實程度		

製程安全績效指標項目

	重點指標項目	參考來源
落後 指標	9 製程安全事件數 (Process Safety Event , PSE)	API RP 754
	10 製程安全事件率 (Process Safety Incident Rate , PSIR)	
	11 第一階製程安全事件 (Tier 1 PSE) 嚴重度權重率	
	12 102~106年 (含承攬人) 發生死亡之重大職業災害人數平均數	國內法規
	13 102~106年企業於該石化工業園區消防隊火災出勤平均次數	企業
	14 104~106年製程廠 (含所屬公共管架之管線) 高風險管線 (危險流體管線) 、設備洩漏點平均數	
	15	104~106年 (含承攬人) 1人以上受傷住院職業災害人數平均數
104~106年 (含承攬人) 永久失能職災未住院治療職業災害人數平均數		

Step 2：績效指標執行工作分析

系統分析

- 定義和範圍、指標需要的數據、描述測量要點的文件、在何處以及如何收集數據、數據經過驗證或審核、收集和報告的頻率、報告數據格式、人員責任

數據的驗證

領先指標之容許範圍或目標

資源分析

溝通分析



參寮六輕園區台塑企業所屬工廠製程安全指標

項次	指標定義		指標量測			
	項目	公式	指標執行範圍	指標所需數據	數據年限	數據量測所需文件
1	各廠處機械完整性 (Mechanical Integrity) 之按時完成關鍵製程設備檢查項目之比率	$\frac{\text{關鍵製程設備已完成檢查、測試件數} + \text{重要安全關鍵設備依計畫或週期須檢查總件數}}{\text{全廠設備總數}} \times 100\%$	• 廠處 • 「 關鍵製程設備 」定義如下： 1. 管線與靜態設備 (包含壓力容器、儲槽等)； 2. 工檢設備依法定檢測週期設定，RBMII 為中高與高風險等級之管線與靜態設備則依風險等級設定檢測週期。 3. 安全閥：屬法規規定設備，檢測週期 ≤ 2 年。 4. 轉動設備：因目前推動 RCM 試行專案，預計	• 各製程廠設備清單 • 維修保養計畫及記錄 • 檢測數據分析結果 • 各製程廠安全關鍵設備對應之保護層功能 • 修復單、委託單系統、RBMII 系統之數據 • 故障維修歷史	2017 年 (1 年)	• 保養、檢查 SOP 文件 • PSM 管理回饋機制 (如與 PHA、MOC 等其他項目之連結等) • 各製程廠 PSM 範圍設備分類、安全關鍵設備清單檢查管理 (含周期、基準、檢測單位、如何辨識關鍵設備) • 修復單、委託單系統、RBMII 系統之文件 • 檢測儀器的應用相關資料 (包含安全檢及定檢 (含 NOT) 儀器種類/規格清單、檢測儀器的使用及保養、檢測記錄及檢討) • 關鍵製程設備維護相關資料 (包含設備種類/功能 (溫度、壓力、流量監控、安全關聯)、設備服役時間及檢修歷史、

Step 3 : 建立數據收集以及提報系統

- 利用現有數據
- 資料收集：確保資料/計量單位之可使用性
- 決定資料呈現格式

參案總體檢-製程安全管理指標確認表

台塑公司 OOO 廠

項次	項目	數據量測所需文件	查驗資料名稱 (類別:檢核表內列或填寫)	年限		審查結果	備註
				年	否		
1	各廠處機械完整性之檢時完成關鍵製程設備檢查項目之比率	保養、檢查 SOP 文件	(1) 關鍵靜態設備-設備可靠性(MI)靜態設備 RBMI 作業要點 (2) 關鍵管線-設備可靠性(MI)管線 RBMI 作業要點 (3) 關鍵儀錶設備-設備可靠性(MI)儀錶 RBMI 作業要點(檢測紀錄:105年 ESD 處修完修工程) (4) 關鍵轉動設備-離心式空壓機/泵浦/壓縮機保養規範 (5) 關鍵安全閥-安全釋放閥保養規範(檢測紀錄:安全閥測試報告) (6) 關鍵電氣設備-VCB 絕緣監察(檢測紀錄:電力設備完檢保養檢測) (7) 安全相關緊急停車系統-緊急停車系統規範	2017-2018	V		
			PSM 管理四種機制(如與 PHA、MOC 等其他項目之連結等)	2017-2018	V		

公司:台塑

No.	基礎指標	指標數據項目	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	平均
			1	各廠處機械完整性(Mechanical Integrity)之檢時完成關鍵製程設備檢查項目之比率				
		關鍵製程設備依計劃或週期須檢查總件數	--	--	--	--	1107	1107
		關鍵製程設備已完成檢查、測試件數	--	--	--	--	1107	1107
		按時完成關鍵製程設備檢查之比率(%)	--	--	--	--	100%	100%
		全廠設備數量	--	--	--	--	8411	8411
		關鍵製程設備數量	--	--	--	--	8411	8411
		關鍵製程設備(含靜態設備、管線、轉動設備、安全閥、儀錶設備、安全相關ESD、電氣設備)佔全廠設備比率(%)	--	--	--	--	100%	100%
		年度內關鍵靜態設備檢查規劃總數	--	--	--	--	159	159
		年度內關鍵靜態設備檢查完成總數	--	--	--	--	159	159
		關鍵靜態設備(含壓力容器、儲槽)檢查完成比率(%)	--	--	--	--	100%	100%
		年度內關鍵管線檢查規劃總數	--	--	--	--	165	165
		年度內關鍵管線檢查完成總數	--	--	--	--	165	165
		關鍵管線檢查完成比率(%)	--	--	--	--	100%	100%
		年度內關鍵儀錶設備檢查規劃總數	--	--	--	--	14	14
		年度內關鍵儀錶設備檢查完成總數	--	--	--	--	14	14
		年度內關鍵儀錶設備檢查完成比率(%)	--	--	--	--	100%	100%
		關鍵儀錶設備(具控制功能之安全系統儀錶)檢查完成比率(%)	--	--	--	--	100%	100%
		年度內關鍵轉動設備檢查規劃總數	--	--	--	--	153	153
		年度內關鍵轉動設備檢查完成總數	--	--	--	--	153	153
		關鍵轉動設備(含泵浦、壓縮機)檢查完成比率(%)	--	--	--	--	100%	100%
		年度內關鍵安全閥檢查規劃總數	--	--	--	--	148	148
		年度內關鍵安全閥檢查完成總數	--	--	--	--	148	148
		關鍵安全閥檢查完成比率(%)	--	--	--	--	100%	100%
		年度內關鍵電氣設備檢查規劃總數	--	--	--	--	100	100
		年度內關鍵電氣設備檢查完成總數	--	--	--	--	100	100
		關鍵電氣設備(含不斷電系統、電氣盤)檢查完成比率(%)	--	--	--	--	100%	100%
		年度內安全相關緊急停車系統檢查測試規劃總數	--	--	--	--	368	368
		年度內安全相關緊急停車系統檢查測試完成總數	--	--	--	--	368	368
		安全相關緊急停車系統檢查測試完成比率(%)	--	--	--	--	100%	100%



Step 4：審查執行成效

- 製程安全管理執行成效
 - 領先指標與落後指標之比較
- 指標涵蓋的範圍
- 容許範圍或目標之調整



指標修正

- 關鍵設備指標範圍應包括「壓力容器與儲槽」、「管線(包括管線組件如閥)」、「釋放及排放系統」、「緊急停車系統」、「控制系統(包括監測設備、感應器、警報及連鎖系統)」、「泵浦」等，應**分類區分**進行統計，並依週期或預知保養項目**區分基線指標項目**(如附件)。
- 應明確定義「重要安全系統」及「重要生產設備」。

計算原則

- 建議以**1年之運轉時間**為計算基準，惟應說明當年生產天數，對未生產之天數應備註說明，如**歲修、減產停轉或因設備元件故障造成停轉**等。
- 重要安全系統保養組成包含ESD、控制閥、安全閥等，應以**個別偵測元件或單元檢查數**為原則，而非ESD迴路系統數。
- 固定設備及管線檢查比率指標，應由工程委託**單年度排程計畫**找出應**檢查件數**，並由檢查紀錄計算檢查完成比率。

參案六輕園區台塑企業所屬工廠製程安全指標

項次	指標定義			指標量測	
	項目	公式	指標執行範圍	指標所需數據	數據年限 數據量測所需文件
1	各廠處機械完整性 (Mechanical Integrity) 之按時完成關鍵製程設備檢查項目之比率	$\frac{\text{關鍵製程設備已完成檢查、測試件數} + \text{重要安全關鍵設備依計畫或週期須檢查總件數} \times 100\%}{\text{關鍵製程設備(含靜態設備、管線、轉動設備、安全閥、儀錶設備、安全相關 ESD、電氣設備)佔全廠設備比率(%) \times \text{關鍵製程設備數量} + \text{全廠設備數量}}$	● 廠處 ● 「 關鍵製程設備 」定義如下： 1.管線與靜態設備 (包含壓力容 器、儲槽等)； 工檢設備依法定 檢測週期設定， RBMI為中高與 高風險等級之管 線與靜態設備則 依風險等級設定 檢測週期。 2.安全閥：屬法規 規定設備，檢測 週期≤2年。 3.轉動設備：因目 前推動 RCM 試 行專案，預計	● 各製程廠設備清 單 ● 維修保養計畫及 記錄 ● 檢測數據分析結 果 ● 各製程廠安全關 鍵設備對應之保 護層功能 ● 修復單、委託單系 統、RBMI系統之 數據 ● 故障維修歷史	2017年(1 年) ● 保養、檢查 SOP 文件 ● PSM 管理回饋機制 (如與 PHA、MOC 等其他項目之連 結等) ● 各製程廠 PSM 範圍設備分 類、安全關鍵設備清單檢查 管理(含周期、基準、檢測單 位、如何辨識關鍵設備) ● 修復單、委託單系統、RBMI 系統之文件 ● 檢測儀器的應用相關資料 (包含安檢及定檢(含 NOT) 儀器種類/規格清單、檢測儀 器的使用及保養、檢測記錄 及檢討) ● 關鍵製程設備維護相關資料 (包含設備種類/功能(溫度、 壓力、流量監控、安全關聯)、 設備服役時間及檢修歷史、

Step 5 : 查核作業執行

總體檢成員

分工

查驗任務

幕僚單位

行前確認
資料完成度

確認各項指標之數據
符合相關申報資料

技術專家

依專長分組各領
域查驗基線指標

✓ 製程安全管理指標
✓ 製程安全資訊系統

檢查單位

指派相關業管人
員，備妥相關資
料攜至現場

■ 審查意見表架構

程序文件

重要建議事項

次要建議事項

可資借鏡事項

執行紀錄

無意見

程序文件建議

- 重要建議事項
- 次要建議事項

執行方式建議

- 重要建議事項
- 次要建議事項

其他

重要建議事項

次要建議事項

可資借鏡事項

PART 3

績效指標 執行成效



國際指標推動情形

Process Safety Leading and Lagging Metrics

...You Don't Improve What You Don't Measure

PS Industry Wide Metric

- PSI Count
- PSI Rate
- PSI Severity Rate

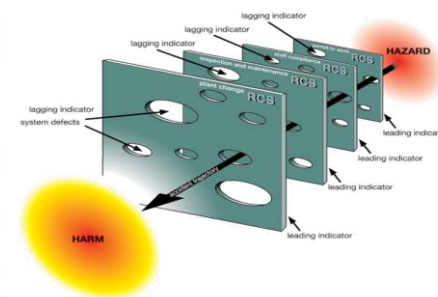
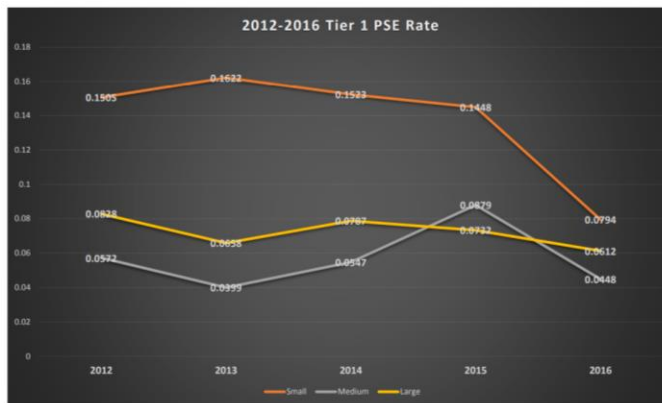
2007 2009 2011

An IChE Technology Alliance
CPS
An IChE Industry Technology Alliance
Revised: January 2011

U.S. Refining (API) PSE Summary

	2013	2014	2015	2016	2017	5-Year Average
Number of Companies	24	25	32	32	29	28
Number of Refineries	80	85	95	96	92	90
Refinery Capacity Response Rate	87%	90%	93%	91%	87%	90%
Tier 1 PSEs Reported	100	118	147	84	101	110
Tier 1 PSE Rate per 200,000 Workforce Hours	0.0711	0.0782	0.0952	0.0548	0.0716	0.0743
Tier 2 PSEs Reported	315	319	290	260	253	287
Tier 2 PSE Rate per 200,000 Workforce Hours	0.2240	0.2114	0.1878	0.1695	0.1794	0.1941

➤ API Process Safety Event (PSE) Public Reporting(2018)



➤ AFPM/API 製程安全推動計畫(Advancing Process Safety Programs)

總體檢製程安全指標

已發生之事故

Tier 2

LOPC Events of Lesser Consequences

管理工作執行品質

Challenges to Safety Systems

管理工作落實程度

Performance Indicators

9	製程安全事件數
10	製程安全事件率
11	第一層製程安全事件嚴重度權重率
12	發生死亡之重大職業災害人數平均數(含承攬人)
13	麥寮台塑石化消防隊火災出勤平均次數
15	1人以上受傷住院職業災害人數平均數(含承攬人)

2	各廠處安全相關關鍵設備故障所致生產時間損失之比率
5	各廠處製程事故調查(含 虛驚事件)提案改善比率
14	製程廠(含所屬公共管架之管線)高風險管線、設備洩漏點平均數

1	各廠處按時完成安全關鍵項目檢查之比率
3	各廠處PSM製程危害分析重審比率
4	各廠處PSM自主稽查改善件數比率
5	各廠處製程事故調查(含 虛驚事件)提案改善比率
6	各廠處落實變更管理案件比率
7	各廠處製程安全訓練和能力落實比率
8	各廠處審查或更新操作和維護程序與現場執行之落實程度

製程安全指標審查建議事項

項目	製程安全管理			合計
	程序文件	執行紀錄	其他	
公司				
A公司	54	254	48	356
B公司	22	228	20	270
C公司	24	150	31	205
D公司	22	264	38	324
合計	122	896	137	1155
公司參採情形	122	896	137	1155

- 製程安全管理合計提出建議事項計1155項。 參採率達100%
- 各項建議事項主要是針對受查廠處各項工作之**執行品質**進行稽核，並提出精進之方向。

■ 各公司基線值及改善目標

項	指標內容	基線值	目標值
1	各廠處機械完整性(Mechanical Integrity)之按時完成關鍵製程設備檢查項目之比率	100%	完成率100%
2	各廠處機械完整性(Mechanical Integrity)之關鍵製程設備故障所致生產時間損失之比率	依各廠統計	依企業目標比率 ≤1%為目標
3	各廠處PSM製程危害分析重審比率	100%	以100%為目標值
4	各廠處PSM自主稽查改善件數比率	100%	以100%為目標值
5	各廠處製程事故調查提案改善比率	100%	以100%為目標值
6	各廠處落實變更管理 (Management of Change) 案件比率	100%	以100%為目標值
7	各廠處製程安全訓練和能力 (Process Safety Training and Competency) 落實比率	100%	以100%為目標值
8	各廠處審查或更新操作和維護程序 (Operating & Maintenance Procedures) 與現場執行之落實程度	100%	以100%為目標值

■ 各公司基線值及改善目標(續)

項次	指標內容	基線值	目標值
8	各廠處審查或更新操作和維護程序 (Operating & Maintenance Procedures) 與現場執行之落實程度	100%	以100%為目標值
9	製程安全事件數	0	以0件為目標值
10	製程安全事件率	0	以0件為目標值
11	第一層製程安全事件嚴重度權重率	0	以0件為目標值
12	2013~2017年 (含承攬人) 發生死亡之重大職業災害人數平均數	依各廠統計	以0件為目標值
13	2013~2017年麥寮台塑石化消防隊火災出勤平均次數	依各廠統計	以0件為目標值
14	2015~2017年製程廠 (含所屬公共管架之管線) 高風險管線 (危險流體管線) 、設備洩漏點平均數	依各廠統計	依基線值降20%為目標
15	2015~2017年 (含承攬人) 1人以上受傷住院職業災害人數平均數	依各廠統計	以0人為目標值

■ 企業之自主精進

• 程序制度面

- 安衛環中心頒佈修訂「變更管理辦法」：原制度第4.3節已規定“風險評估會議須由相關專長人員開會檢討”，為使MOC執行更加明確。
- 總管理處頒佈修訂台灣廠區「製程危害分析管理辦法」。
- 總管理處修訂頒佈「意外事故管理辦法及其電腦作業」。
- 總管理處頒佈修訂「**製程安全管理績效指標作業要點**」。

根據所修訂之定義，進行製程安全事件之提報，透過製程安全事件的辨識，將有助於台塑企業辨識製程安全管理工作品質改善方向！以進一步遏止重大製程事故發生之風險！

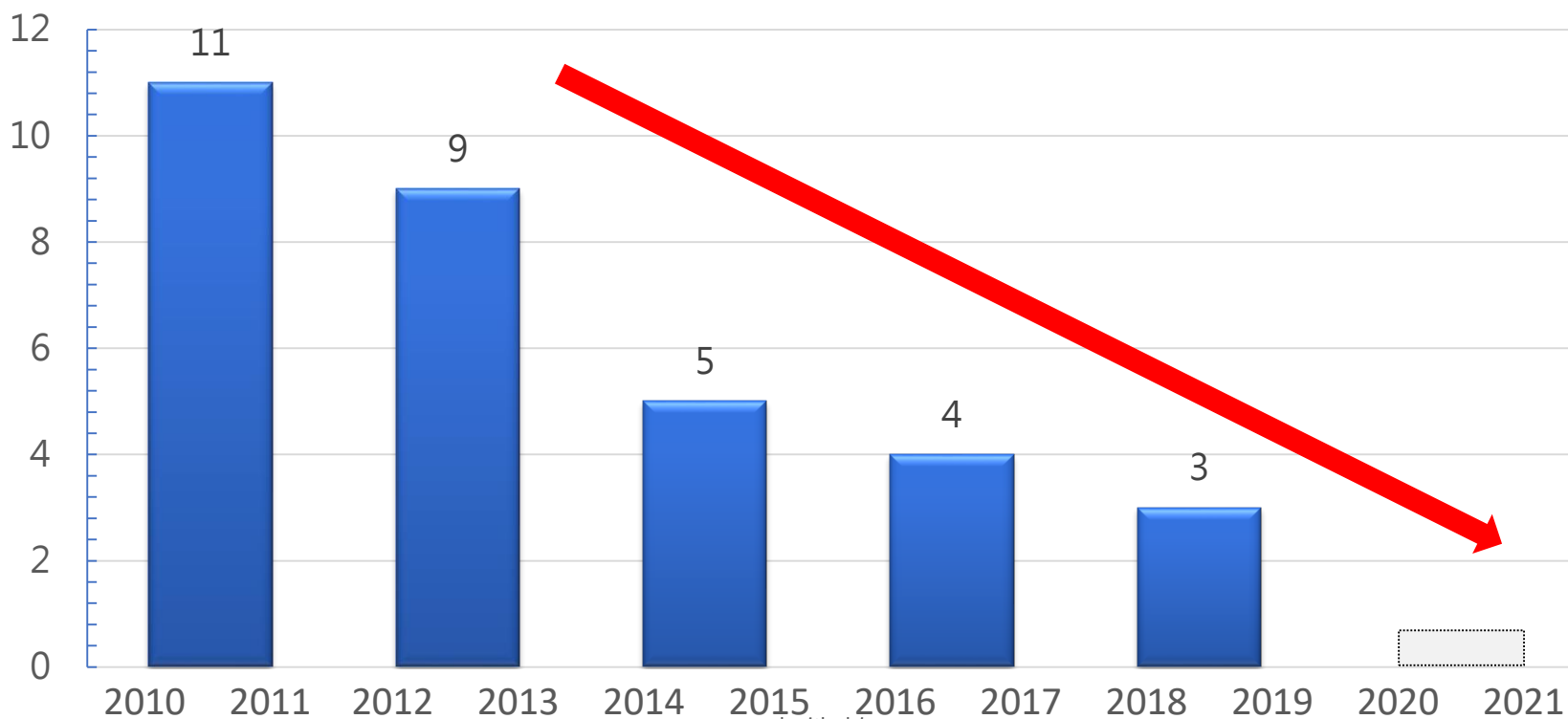
■ 企業之自主精進

• 執行面

- 異常事故發生如果涉及到MOC項目，總管理處召集各公司檢討並回饋制度做增(修)訂以補強缺漏，各MOC異常案例亦會定期辦理宣導以期平行展開、提醒注意及加強管制。
- 易燃易爆流體管線(符合API570第一/二級流體定義)，強制提升風險等級須為中高風險(含)以上，縮短檢測週期。
- 編訂之腐蝕控制手冊，由實務經驗豐富且訓練合格專人排定行程，逐一引導各廠團隊檢討手冊內容。
- 增設腐蝕分析工程師。

■ 企業之自主精進

- 台塑企業於2011年全面導入PSM後，增訂規章制度、強化組織編制及權責等，逐步建立工安文化，使工安(製程)事件發生頻率大幅降低。
- 製程安全領先與落後指標之有效運用，將得以掌握製程安全管理執行狀況，藉以持續精進製程安全管理能力。



*資料來源：雲林縣政府計畫處-大事紀

■ 事件數

PART 4 | 結論

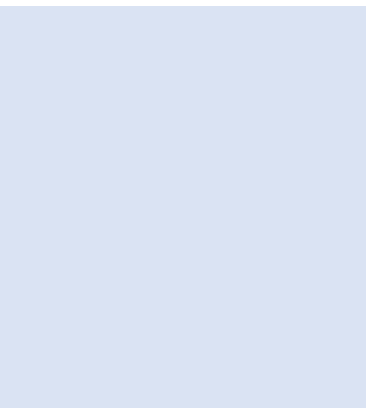


結語

- PSM著重在製程設施內含物洩漏造成的火災、爆炸及毒物傷害，職業安全衛管理著重在人員安全；其績效較易達成不能代表PSM推動的績效。
- 石化廠缺乏過往數據，無法有效運用，至今隨著高端控制系統的導入以及更複雜的製程、儀器、檢測方法的搭配使用，使石化廠具備大量數據。建議透過有效的應用數據分析建立製程安全指標系統，將得以提升工廠製程安全管理。



感謝聆聽
謝謝指教



THANK YOU

