

石化產業製程安全管理邁向永續發展論壇

國際石化產業 推動製程安全管理之新趨勢

主講人: 蔡明曉教授

國立台灣科技大學化工所(系)前兼任教授

經濟部工業局大型石化業聯合督導小組委員

107年12月7日

主辦機構: 經濟部工業局

簡報大綱

前言：製程安全管理之定義

石化業永續發展之挑戰-卓越安全管理績效

- 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變
- PSM推動趨勢
- 國內石化業製程安全管理(PSM)提升的成功因素及障礙
- 風險為基準及高階製程安全管理發展之新思維
- 經濟部工業局大型石化聯合督導
- 國際石化業卓越經營的成功範例介紹
- 結語
- 參考文獻資料

■ 製程安全管理 (PSM)定義

美國化學工程師學會 (American Institute of Chemical Engineers, AIChE)化學製程安全中心(Center for Chemical Process Safety, CCPS)對製程安全開宗明義指出，**製程安全**是一個**有紀律性風險管理框架或系統**，應用**優良設計原理、工程及安全操作實務**以確保含有危險化學物質之**操作系統及製程之完整性(Integrity)**。其推動目的是預防及控制潛在危害物質或**能量洩漏意外事件**所引起的**毒物傷害及火災或爆炸**所造成之**嚴重人員傷亡、財產損失、產能損失及環境衝擊**。

■ 與職業安全管理的區別

製程安全管理系統主要應用於危險物質的處理、儲處、製造之工業。危險物質之主要特性有：化學反應性、毒性、可燃性及其他危險性。

製程安全管理 (主動)	職業安全管理 (被動)
注重防止化學製程 設施 (facilities) 之化學物質洩漏引起火災爆炸、對營運重大影響者	注重 人員(Personnel) 安全
導入應對措施 預防 事故意外	事故意外 發生後 才導入應對措施
執行 危害分析 及 風險管理	執行 事故調查 及 確認根因
應用本質安全設計 (Inherently safer design)降低風險	事故意外發生後，設計及加裝保護層 (Layers of protection)

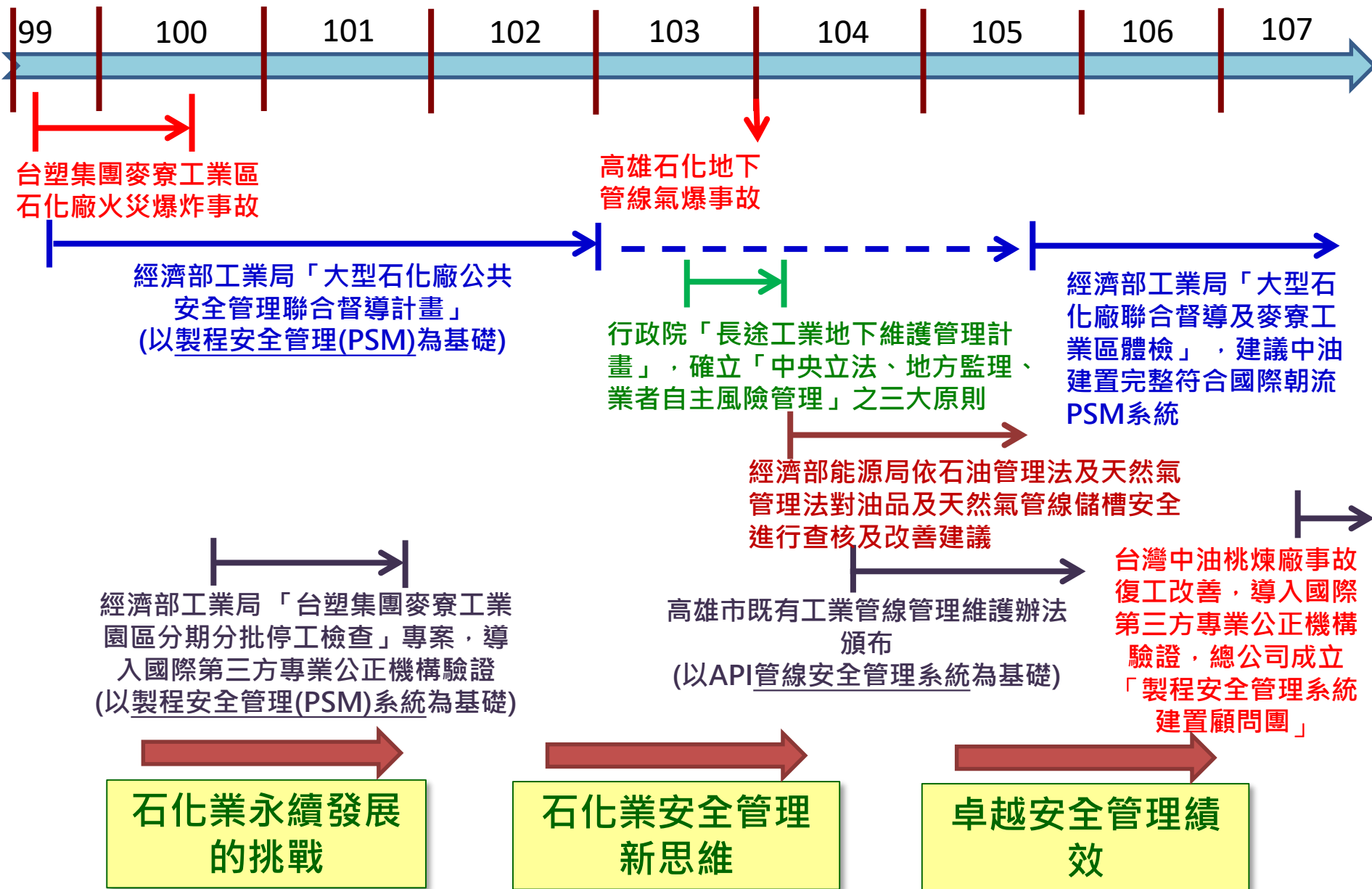
簡報大綱

前言：製程安全管理之定義

石化業永續發展之挑戰-卓越安全管理績效

- 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變
- PSM推動趨勢
- 國內石化業製程安全管理(PSM)提升的成功因素及障礙
- 風險為基準及高階製程安全管理發展之新思維
- 經濟部工業局大型石化聯合督導
- 國際石化業卓越經營的成功範例介紹
- 結語
- 參考文獻資料

■ 前言: 石化業永續發展之挑戰 - 安全管理及執行績效



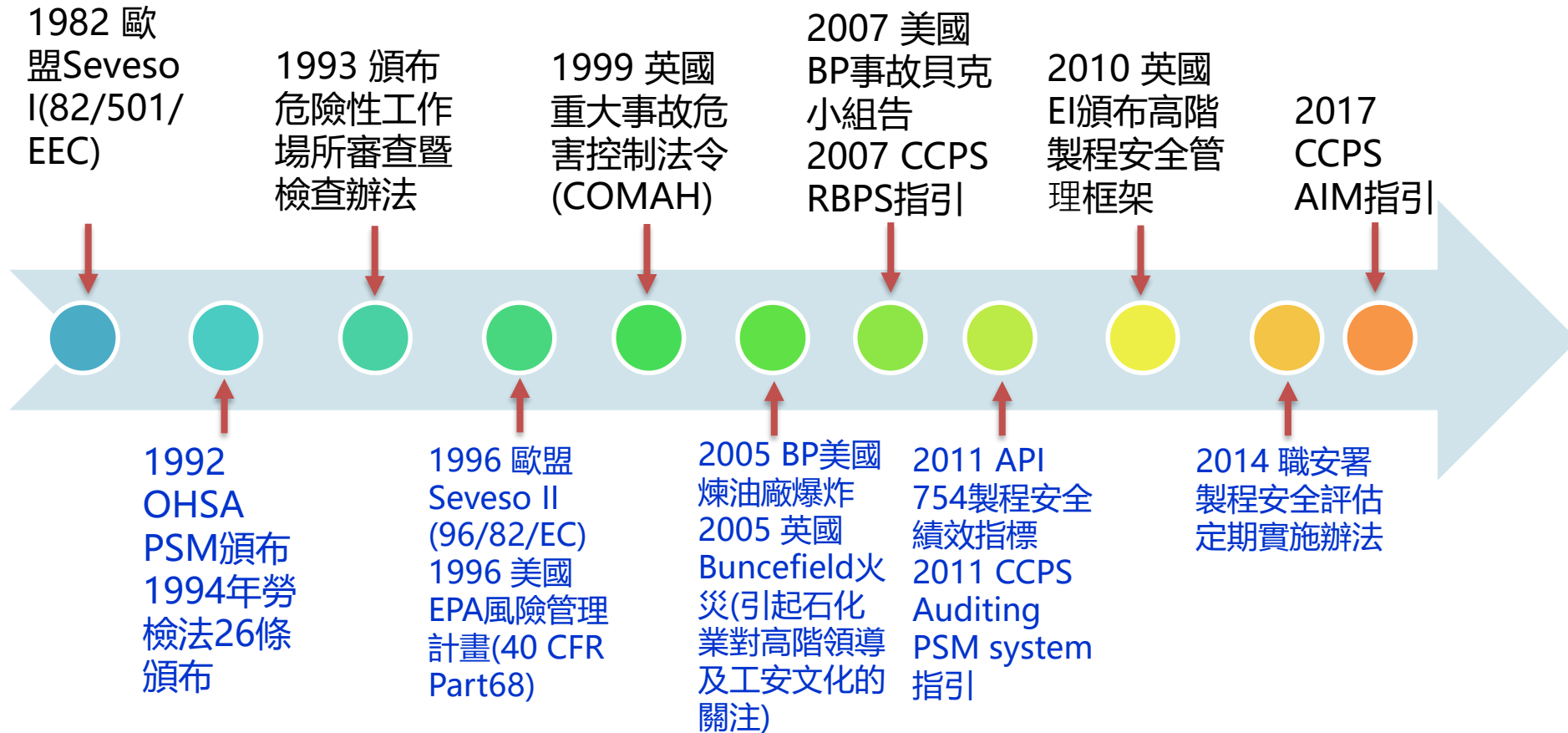
簡報大綱

前言：製程安全管理之定義

石化業永續發展之挑戰-卓越安全管理績效

- 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變
- PSM推動趨勢
- 國內石化業製程安全管理(PSM)提升的成功因素及障礙
- 風險為基準及高階製程安全管理發展之新思維
- 經濟部工業局大型石化聯合督導
- 國際石化業卓越經營的成功範例介紹
- 結語
- 參考文獻資料

■ 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變



簡報大綱

前言：製程安全管理之定義

石化業永續發展之挑戰-卓越安全管理績效

- 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變
- **PSM推動趨勢**
- 國內石化業製程安全管理(PSM)提升的成功因素及障礙
- 風險為基準及高階製程安全管理發展之新思維
- 經濟部工業局大型石化聯合督導
- 國際石化業卓越經營的成功範例介紹
- 結語
- 參考文獻資料

■ PSM推動趨勢

1. 高階製程安全領導公開承諾的實質展現
2. PSM涵蓋工廠的全生命週期
3. 增強對石化產業上游及下游(精細化工、製藥、化纖)的PSM關注
4. 危害風險評估方法(如Bow-tie分析)應用更多元及更量化
5. 製程安全、可靠度、節能減排、經濟效益等目標同時兼顧
6. MI精進版「資產完整性管理(AIM)」貫穿PSM各單元，由單一設備提昇至系統完整性考量
7. 在安全及風險管理的前題下，追求長週期運轉(不停機連續運轉)
8. 以風險為基礎的利害關係者維護，強化企業永續經營之基礎
9. 由設備失效及事故調查中獲取經驗學習及持續改善
10. 建立PSM動態量化績效指標
11. 導入持續有效的第三方稽核評估機制
12. 建立客製化的PSM風險管理平台整合
13. 以風險為基礎之PSM取代合法性/符合性為基礎之PSM

簡報大綱

前言：製程安全管理之定義

石化業永續發展之挑戰-卓越安全管理績效

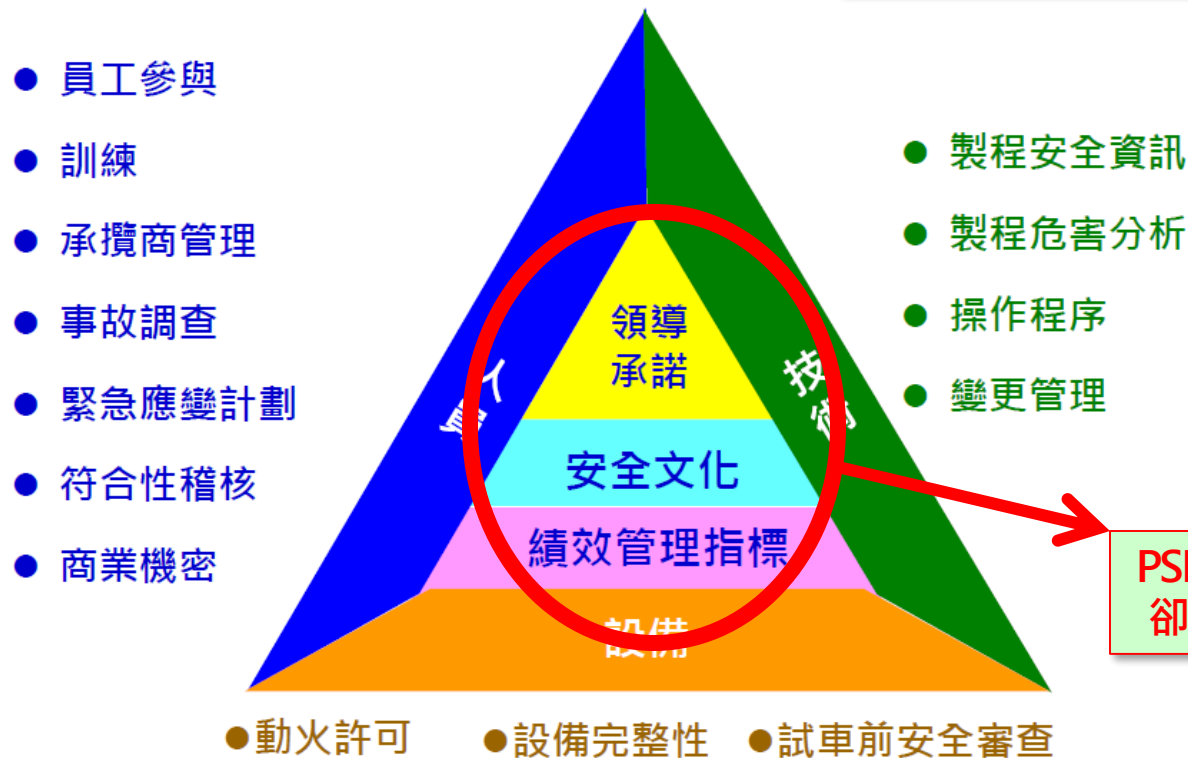
- 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變
- PSM推動趨勢
- 國內石化業製程安全管理(PSM)提升的成功因素及障礙
- 風險為基準及高階製程安全管理發展之新思維
- 經濟部工業局大型石化聯合督導
- 國際石化業卓越經營的成功範例介紹
- 結語
- 參考文獻資料

■ 石化業安全管理之核心工作 – 製程安全管理 (PSM)

● 國內PSM主要法源要求

- 危險性工作場所審查暨檢查辦法
- 製程安全評估定期實施辦法

目前考慮修訂強化「業者自主管理」，並連貫「製程安全評估定期實施辦法」，並查核績效及落實度。



PSM成敗關鍵因素，但卻不在14個單元當中！

■ 國內石化業PSM成效提升的成功因素

1. 高階領導層決心和承諾

- ✓ 在近年事故教訓後，石化業者之高階領導層覺醒，開始展現落實PSM的決心和承諾，引進國際潮流之製程安全管理技術。
- ✓ 中油桃廠2018年1月29日故事後總公司承諾工安整體改善，強力推動PSM。在2018年10月中油公司邀聘學者、專家組成PSM建置諮詢顧問團協助推動。

2. 符合性查核

- ✓ 99至107年工業局主導的「大型石化廠公共安全管理聯合督導計畫」，開始以PSM為基礎，查核石化業者的PSM的推動及汙染防治、消防改善情況。
- ✓ 100至101年工業局主導的「台塑集團麥寮工業園區分期分批停工檢查」專案，導入國際第三方專業公正機構，驗證查核PSM成效，大幅提升台塑集團PSM水平。
- ✓ 台灣中油桃煉廠0129火災事故復工改善，導入國際第三方專業公正機構，採取多種事故根因調查方法，驗證查核PSM改善成效，逐步提升桃煉廠PSM水平。
- ✓ 績優石化業者訂定PSM績效指標，量化追蹤考核PSM成效。
- ✓ 工業局107年回應立法委員及民眾對台塑麥寮工業區工安績效之關注，選擇有代表性的工場做製程安全、汙染防治、能源績效的體檢查核。

PSM自主管理仍存障礙，必須導入新思維： 高階PSM系統 → 卓越經營

簡報大綱

前言：製程安全管理之定義

石化業永續發展之挑戰-卓越安全管理績效

- 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變
- PSM推動趨勢
- 國內石化業製程安全管理(PSM)提升的成功因素及障礙
- **風險為基準及高階製程安全管理發展之新思維**
- 經濟部工業局大型石化聯合督導
- 國際石化業卓越經營的成功範例介紹
- 結語
- 參考文獻資料

■ CCPS風險為基準及EI高階製程安全管理框架

- 2007年美國CCPS頒布「風險為基準的製程安全指引」(Guidelines for Risk Based Process Safety)
- 包括了四大支柱(pillar)及20個單元(element)，其內容如圖1及以下所示：

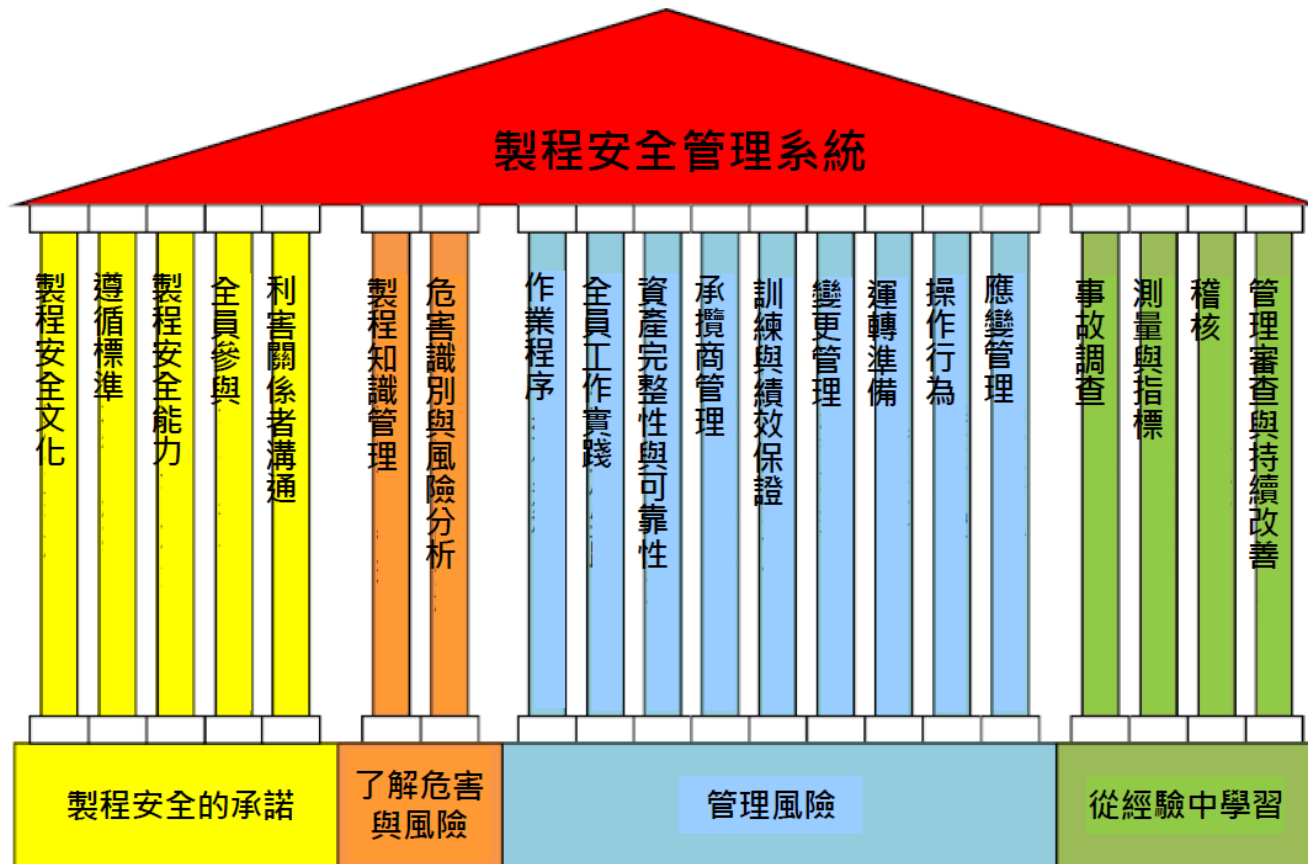
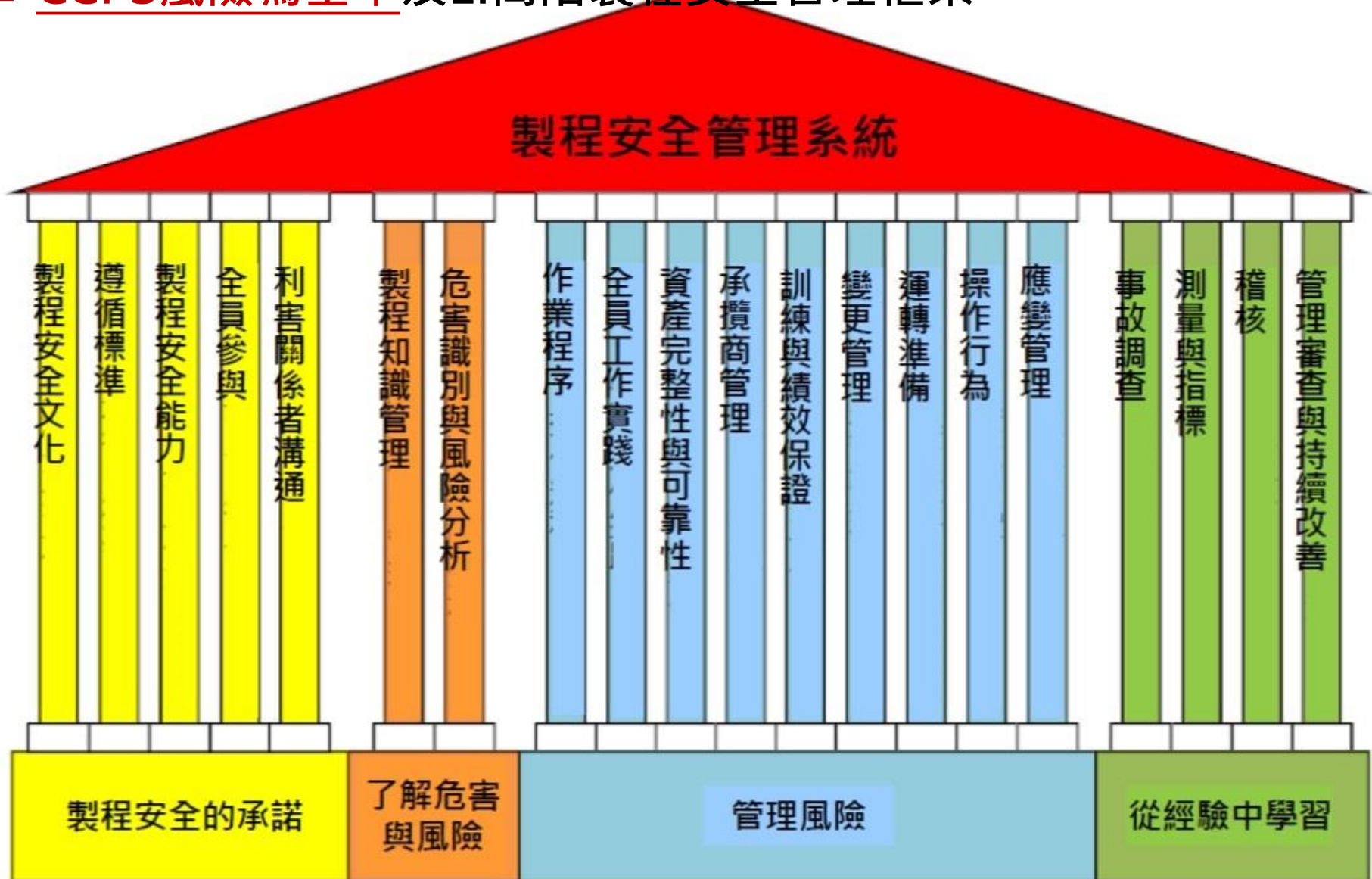


圖1. 美國CCPS「基於風險的製程安全指引」的20個單元架構

■ CCPS風險為基準及EI高階製程安全管理框架



■ CCPS風險為基準及EI高階製程安全管理框架

● 四大支柱(pillar)定義及20個單元(element)

製程安全的承諾

- 是為達到卓越製程安管理的基礎。讓全體員工理解公司將此奉為圭臬，使全體員工得以在對的時間以對的方式做對的事情，甚至在沒有其他人監視的情況下。

危害與風險的辨識

- 是為RBPS的基礎。妥善的審視、評估整個工作場所的危害與風險，並據此將有限的資源妥適的分配到不同項目。

風險的控管

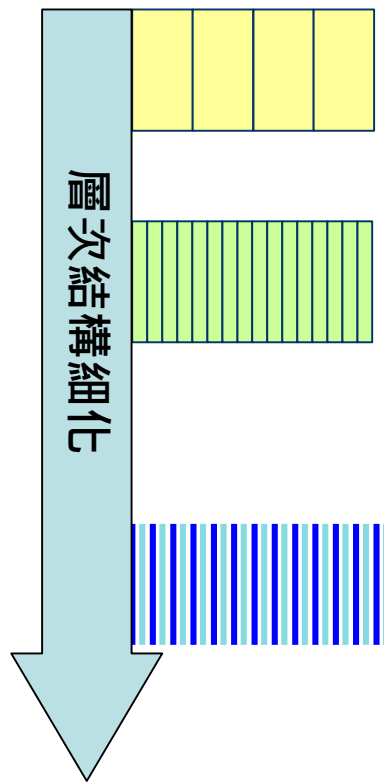
- 妥當的操作與維護具有潛在風險的製程、控制變更在容許的風險之下，並對於事故發生做好妥當的準備與應變。

從經驗中學習

- 經驗是最好的老師，是以要好好的從經驗中找到進步的空間。並訂定適當的指標以了解現行製程安全管理執行的狀況與成效。

■ CCPS風險為基準及EI高階製程安全管理框架

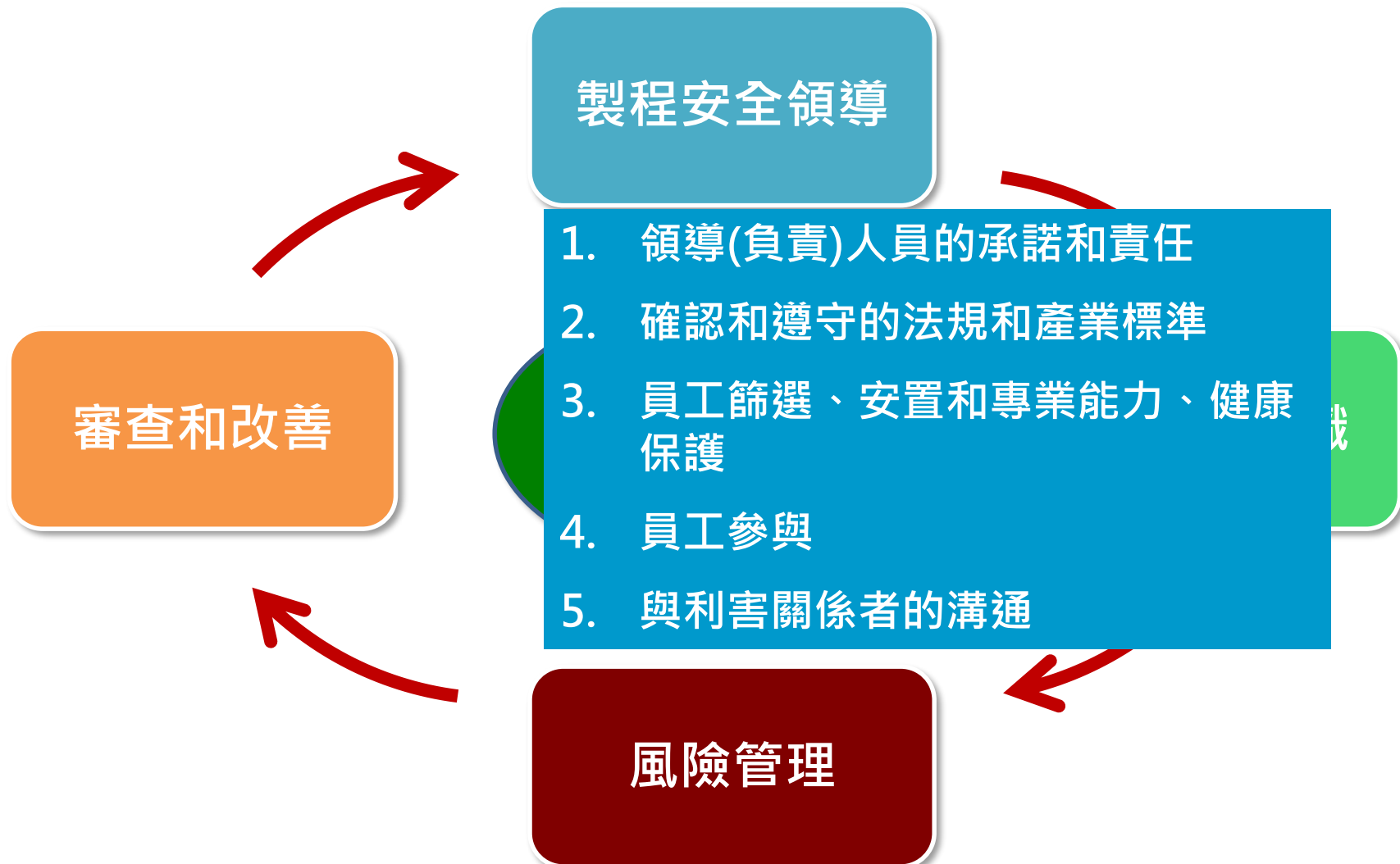
- 2010年英國 Energy Institute 頒布「高階製程安全管理框架」(High Level Framework for PSM)
- 涵蓋4大關注課題(Focus Areas)，細分成20個單元



- 關注課題(Focus Areas)：定義製程安全管理框架的關鍵構成單元。
- 單元(Elements)：每項關注課題都有相關的單元，這些單元定義為確保作業的完整性，事業單位需要正確執行的關鍵作業。
- 期望(Expectations)：每個單元的期望定義事業單位需要正確執行的事項，以便達到每個單元的目的。

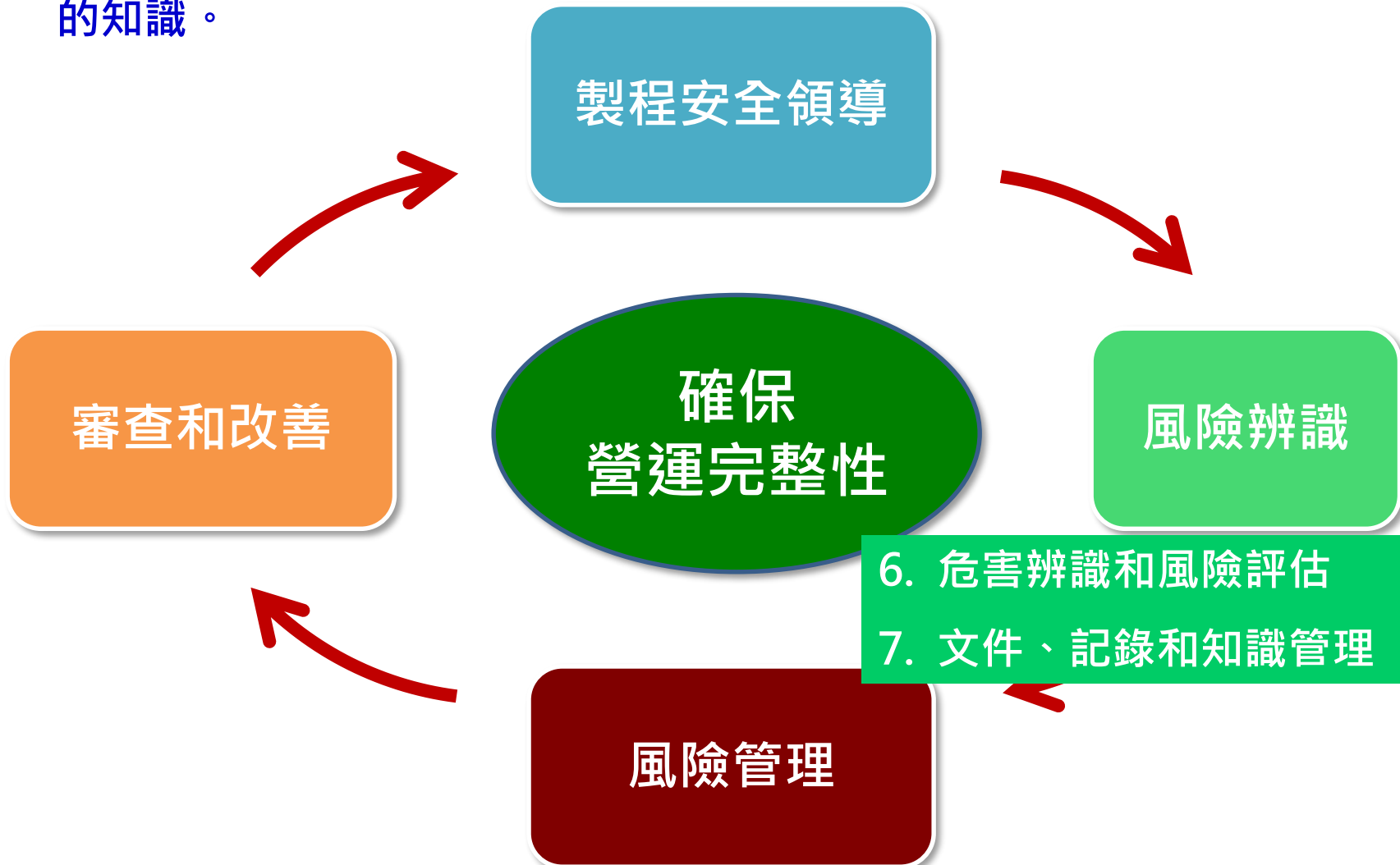
■ CCPS風險為基準及EI高階製程安全管理框架

● 四大支柱(pillar)定義及20個單元(element)



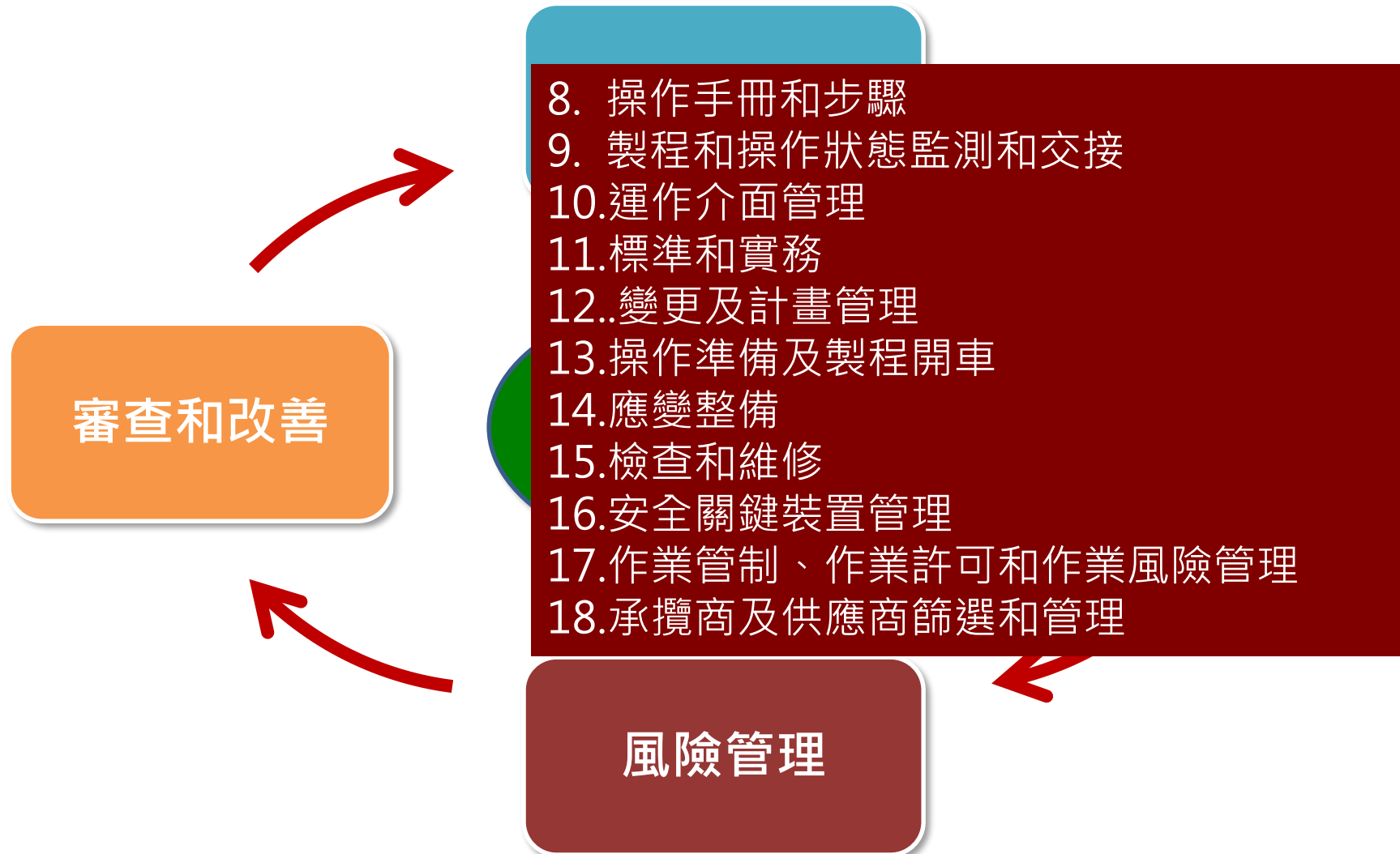
■ CCPS風險為基準及EI高階製程安全管理框架

- 風險辨識：為了確保運作的完整性，事業單位應辨識和評估必須予以管控的風險、設計必要的控制措施、記錄和維持從風險辨識和評估作業所累積的知識。



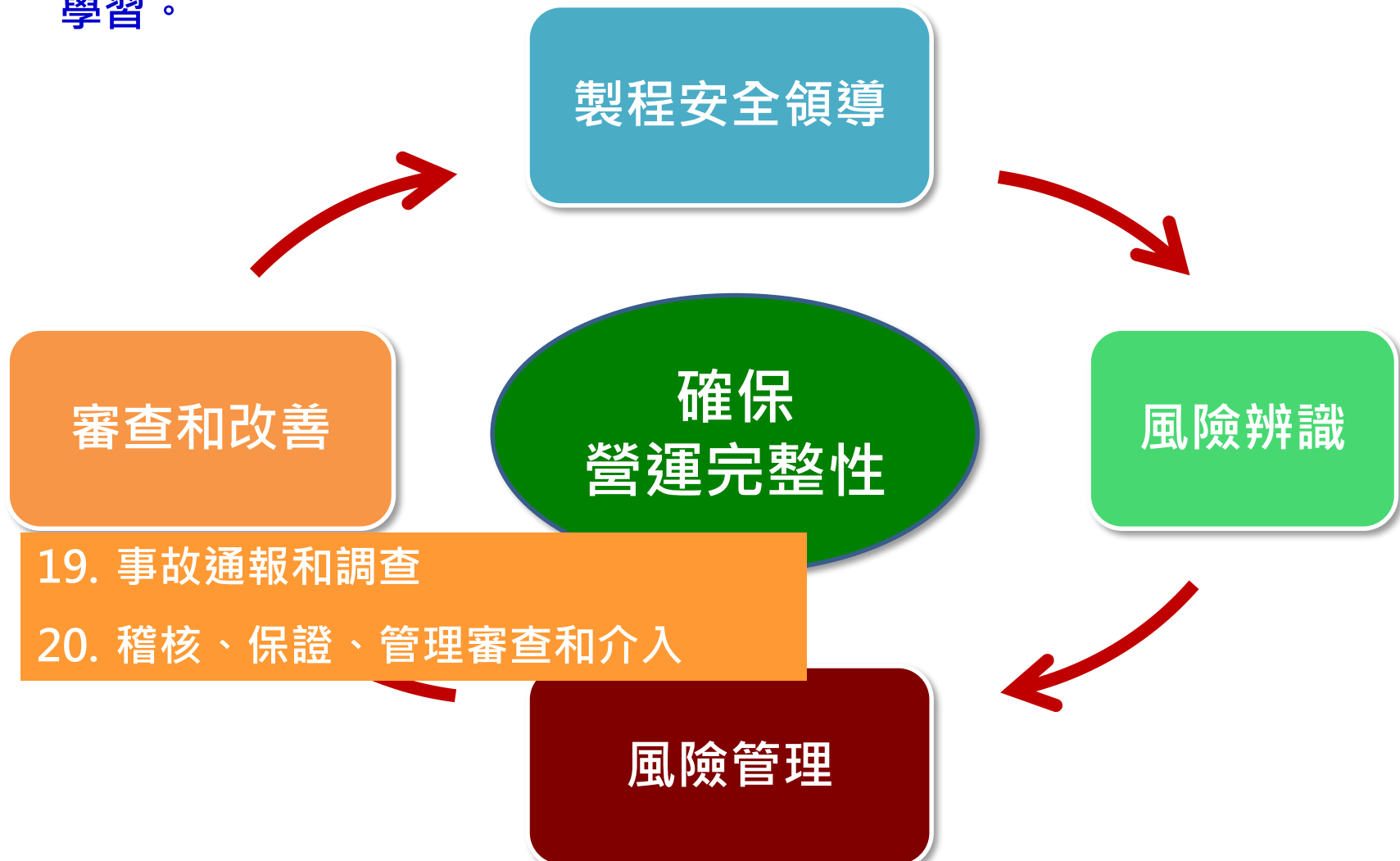
■ CCPS風險為基準及EI高階製程安全管理框架

- 風險管理：事業單位應執行和管理由風險辨識和評估作業所確認的控制措施。



■ CCPS風險為基準及EI高階製程安全管理框架

- 審查和改善：事業單位應量測和審查現有做法，和高階製程安全管理框架所述預期項目的符合程度，並說明如何確認可以從量測和事故調查結果中學習。



■ CCPS「風險為基準PSM」、EI「高階PSM框架」與勞動部「製程安全評估定期實施管理辦法」比較

美國CCPS 基於風險的製程安全指引	英國EI 高階製程安全管理框架	職安署製程安全評估定期實施辦法 (與美國OSHA製程安全管理法規相似)
第1支柱：製程安全的承諾	第1關注課題：製程安全領導	
1.製程安全文化	1.領導承諾與責任	
2.遵循標準	2.識別及遵循法規與產業標準	
3.製程安全能力	3.員工篩選、安置與專業能力、健康保護	
4.全員參與	4.全員參與	1.勞工參與
5.利害關係者溝通	5.利害關係者的溝通	
第2支柱：了解危害與風險	第2關注課題：風險辨識	
6.製程知識管理	7.文件、記錄與製程知識管理	2.製程安全資訊
7.危害識別與風險分析	6.危害識別與風險評估	3.製程危害控制措施
第3支柱：管理風險	第3關注課題：風險管理	
8.作業程序	8.作業手冊與程序 9.製程及操作狀態監測與交接	4.標準作業程序
9.全工作實踐	11.標準與實務 17.作業管制、作業許可與作業風險管理	9.動火許可
10.資產完整性與可靠性	15.檢查與維修	8.機械完整性
11.承攬商管理	10.作業介面管理 18.承攬商及供應商篩選與管理	6.承攬管理
12.訓練與績效保證		5.教育訓練
13.變更管理	12.變更及專案管理	10.變更管理
14.運轉準備	13.運轉準備及製程開車	7.啟動前安全檢查
15.操作行為		
16.應變管理	14.應變整備 16.安全關鍵設備管理	12.緊急應變

■ CCPS「風險為基準PSM」、EI「高階PSM框架」與勞動部「製程安全評估定期實施管理辦法」比較 (續)

美國CCPS 基於風險的製程安全指引	英國EI 高階製程安全管理框架	職安署製程安全評估定期實施辦法 (與美國OSHA製程安全管理法規相似)
第4支柱：從經驗中學習		
17.事故調查	19.事故通報與調查(第4關注課題：審查與改善)	11.事故調查
18.測量與指標	15.檢驗與維修	
	第4關注課題：審查與改善	
19.審核	20.稽核、保證、管理審查與介入	13.符合性稽核
20.管理審查與持續改善		
		14.商業機密

簡報大綱

前言：製程安全管理之定義

石化業永續發展之挑戰-卓越安全管理績效

- 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變
- PSM推動趨勢
- 國內石化業製程安全管理(PSM)提升的成功因素及障礙
- 風險為基準及高階製程安全管理發展之新思維
- 經濟部工業局大型石化聯合督導
- 國際石化業卓越經營的成功範例介紹
- 結語
- 參考文獻資料

■ 經濟部工業局大型石化聯合督導

● 目的

經濟部工業局為推動永續發展政策，並強化石化業公共安全管理。

99年11月起實施「大型石化廠公共安全管理聯合督導指引」，對台灣中油公司及台塑關係企業的大型煉油與石化廠之外，其他具有危險化學品生產的甲、乙或丙類危險性工作場及事業單位為主要督導對象。同年導入國際第三方驗證作法，實施PSM各單元的管理制度及執行過程的符合性稽核，**於106年**推動「大型石化廠公共安全管理聯合督導指引」進行預防性聯合督導、機動性聯合督導、麥寮工業區專案督導及總體檢，**107年**亦將依遴選優先次序進行大約10家大型石化工廠督導。

● 實施方法

- 實施流程：督導事業單位遴選討論會議→進行大型石化廠先期審查→優先督導對象遴選審查會→實地進廠督導
- 督導團隊：由技術專家、中央主管機關、地方檢查單位組成
- 督導項目：製程安全管理、污染防制、消防安全及緊急應變，未來工業管線安全及能源效率亦可能納入聯合督導項目
- 督導依據：依美國CCPS製程安全管理稽核指引(2011)擬定規查核範作為輔導PSM績效查核的參考依據，該查核規範包含職安署(2014)製程安全評估定期實施辦法對製程安全管理的基本求要及部份CCPS RBPS之精進建議項目

簡報大綱

前言：製程安全管理之定義

石化業永續發展之挑戰-卓越安全管理績效

- 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變
- PSM推動趨勢
- 國內石化業製程安全管理(PSM)提升的成功因素及障礙
- 風險為基準及高階製程安全管理發展之新思維
- 經濟部工業局大型石化聯合督導
- 國際石化業卓越經營的成功範例介紹
- 結語
- 參考文獻資料

■ 國際石化業卓越經營的成功範例介紹(Operational Excellence) – 以 DuPont 為例

管理標準
(Management Standards)

X

經營紀律
(Operational Discipline)

=

卓越
(Excellence)

■ 石化業卓越經營的關鍵要素之一： 高階PSM

■ 安全文化

- 領導
- 組織
- 流程與行動

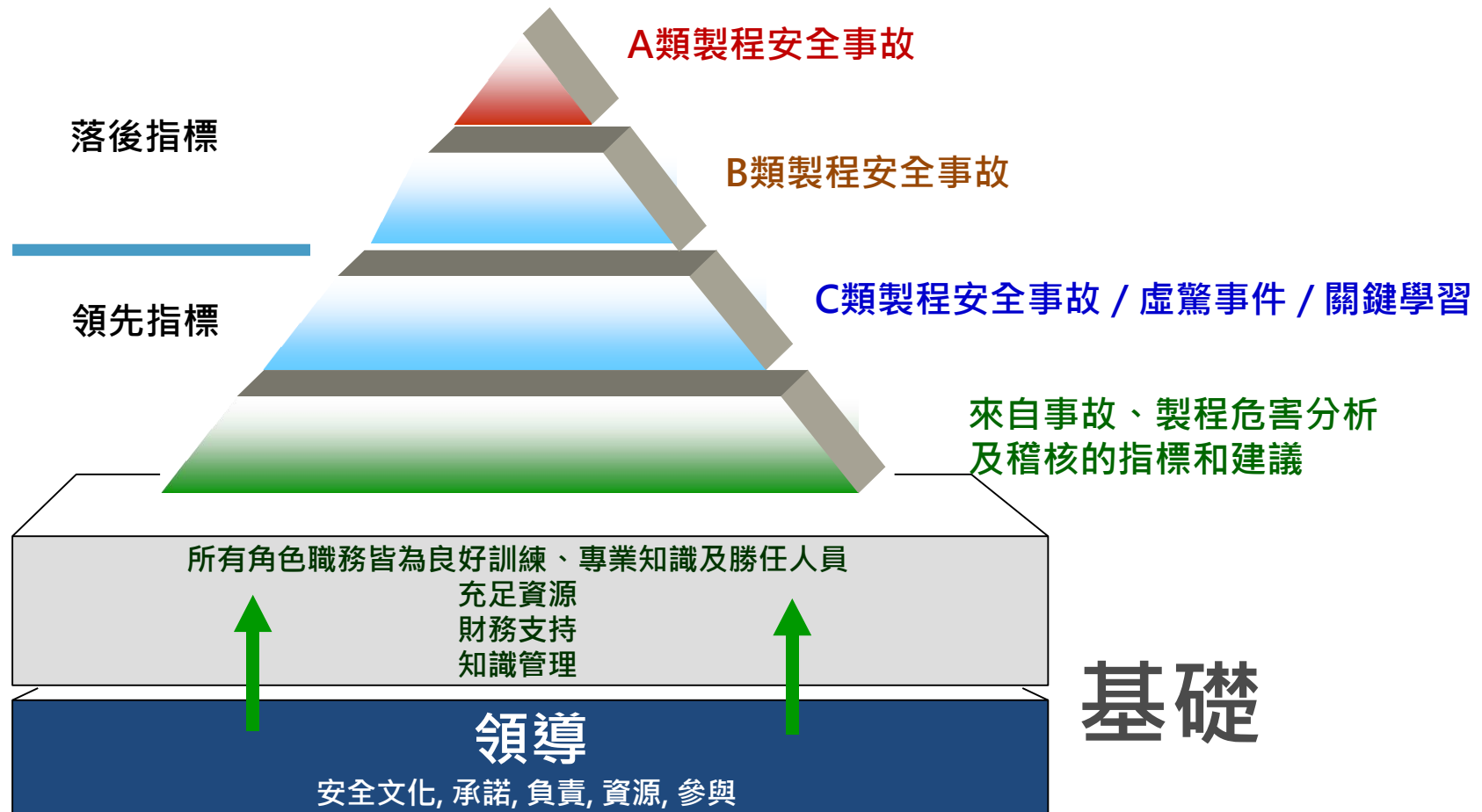
■ 風險管理

- 人員
- 設備
- 技術



■ 國際石化業卓越經營的成功範例介紹(Operational Excellence) – 以 DuPont 為例

PSM領導模型



註：摘自 Mr. Srinivasan Ramabhadran, Global Leader Process Safety & Risk Management Offerings, DuPont Sustainable Solutions, Achieving and Sustaining Operational Excellence in Manufacturing

■ 國際石化業卓越經營的成功範例介紹(Operational Excellence) – 以 Exxon Mobil為例

Operations Integrity Management System (OIMS) – 11個要素



■ 國際石化業卓越經營的成功範例介紹(Operational Excellence) – 以 Exxon Mobil為例

範例1. 風險評估與管理(Risk Assessment and Management)

- ◆ 原則: 因完整之風險評估，可以提供重要之管理決策所需資訊及依據，如此可協助降低風險及降低或消除工安、環保意外事故之影響層面。

- ◆ 要求:
 1. 必須建立一套可辨識危害、評估意外事故發生頻率及影響大小; 分析防止意外、減少影響之系統作為風險管理改善之依據。
 2. 風險評估工作必須針對工場/設施日常之操作運轉及新建工程(含重大修改)，可能對員工、工廠本身、社區、客戶及環境造成影響之潛在危害因素及風險做妥評估工作，加予控制及管理。
 3. 必須由外界獨立之專家及非工廠員工定期做風險評估工作。
 4. 必須建立一套當工廠之製程、設備、技術、組織、人力等變更後可重新評估新風險之制度。(即MOC)
 5. 所評估過之風險必須由各層管理主管依其性質、大小作降低、控制即可接受之標準之決策並明確記錄在文件中。
 6. 所有依風險評估結果之建議及執行改善急需定期追蹤、查核其成效。

■ 國際石化業卓越經營的成功範例介紹(Operational Excellence) – 以 Exxon Mobil為例

範例2. 操作及維修 (Operations and Maintenance)

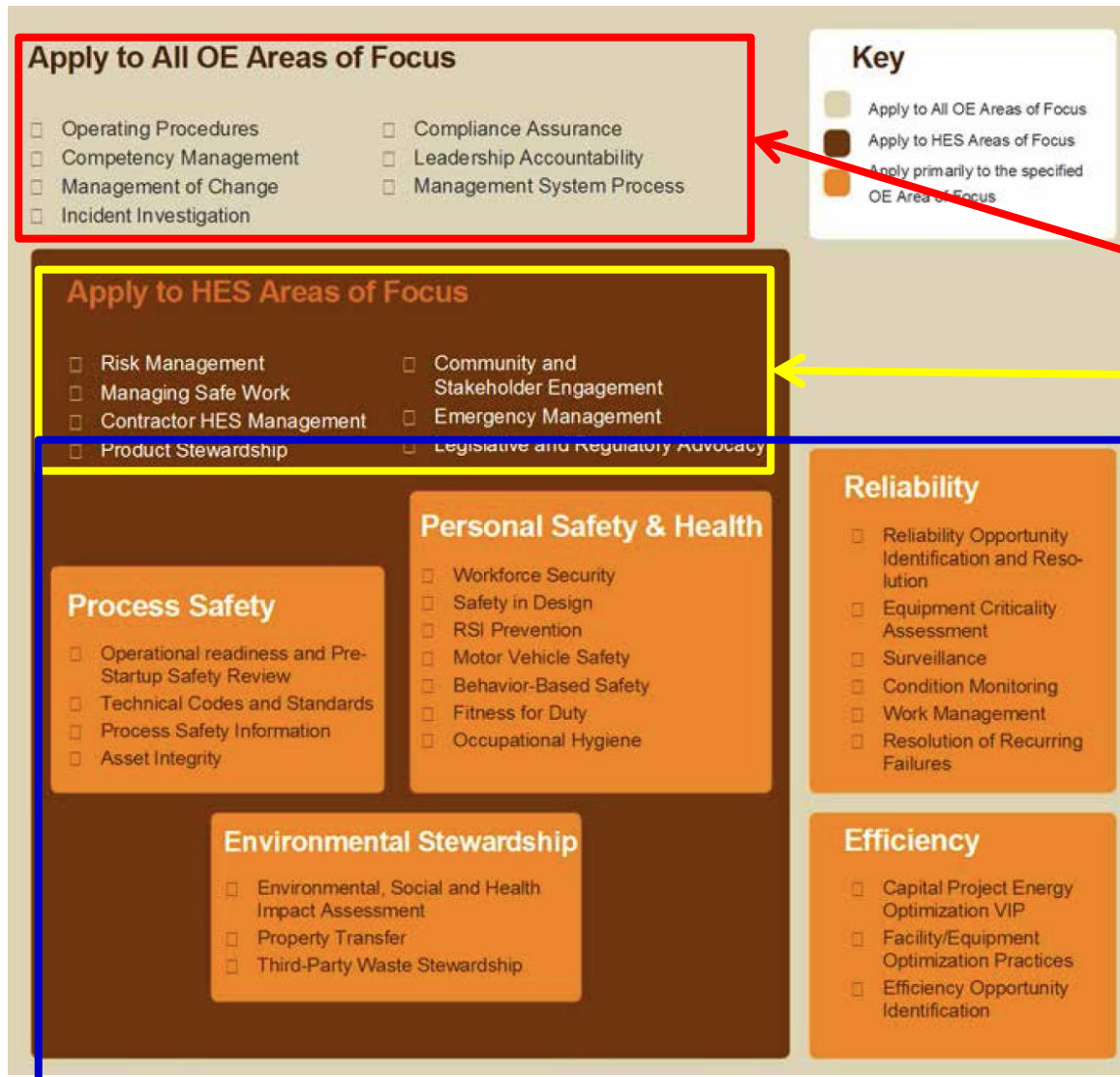
◆ 原則: 欲控制風險必須藉由落實依照已設計之制度來操作工廠、設施做起。「制度」係指有效之作業程序，有組織之檢查、維修制度，可靠之安全保護系統及儀控系統，由符合資格之員工前後一致地依程序及準則來操作。

◆ 要求:

1. 必須完整建立並已到位(In Place)之一套系統，供業務發展必要之操作、維修及檢查各程序(Procedures)之使用，同時必須訂有定期更新、改善這些程序之制度，令其合乎實際狀況及需求。
2. 必須已建立一套完整之工作許可證(Work Permit)制度，此制度必須能反應機械及操作風險高低程度、並包含明確之查核(Check)及授權程序。
3. 關鍵性(Critical)警報、控制及緊急停俾系統必須清楚地標示，定期做測試及做妥預防性維護來確保其可使用性及可靠度。
4. 必須建立一套對關鍵性警報，控制及停車系統暫時解除(去除)時之管理及控制制度。
5. 對風險較高之操作必須建立一套特殊較嚴謹之作業程序來遵行。
6. 必須建立一套針對已知風險之管理制度，並對廠內各工場間操作之相互風險之關聯性作妥評估。
7. 必須建立一套對危害性排放、洩漏之追蹤查稽制度以符合政府法性之要求及達成環保、工安目標。
8. 建立一套對老舊設備處理(停用或拆除)之管理制度。

註：參考 Exxon_Mobile Corp., "Operation Integrity Management Systems (OIMS)", July 2009

■ 國際石化業卓越經營的成功範例介紹(Operational Excellence) – 以 Chevron 為例



Chevron Operational Excellence (OE) Management System

卓越經營的關注課題

HSE的關注課題

卓越經營的深入關注課題：

1. 製程安全
2. 人員安全及健康
3. 環境管理職責
4. 可靠度
5. 效率

簡報大綱

前言：製程安全管理之定義

石化業永續發展之挑戰-卓越安全管理績效

- 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變
- PSM推動趨勢
- 國內石化業製程安全管理(PSM)提升的成功因素及障礙
- 風險為基準及高階製程安全管理發展之新思維
- 經濟部工業局大型石化聯合督導
- 國際石化業卓越經營的成功範例介紹
- 結語
- 參考文獻資料

■ 結語

1. 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，職業安全衛生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。
2. 傳統PSM (OSHA 14 單元)自主管理仍存障礙，必須導入新思維：推動風險為基準PSM系統 → 達成卓越經營。
3. CCPS 風險為基準PSM自公布後在歐美國家之大型石化公司已普遍使用，為國際潮流。
4. 實施RBPS主要效益：可達成更完善企業社會責任(Corporate Social Responsibility, CSR)、增加企業營運彈性(Business flexibility)、降低風險(Risk Reduction)、提升永續價值(Sustained Value)。
5. CCPS風險為基準PSM是解決重大經營風險而達成石化業卓越經營的必經途徑。
6. 石化業安全管理新思維之成功宜以「製程安全領導」及「正面之安全文化」為核心並以CCPS RBPS的關注課題為要素。

簡報大綱

前言：製程安全管理之定義

石化業永續發展之挑戰-卓越安全管理績效

- 各國製程安全管理推動歷程及管理思維轉變
- PSM推動趨勢
- 國內石化業製程安全管理(PSM)提升的成功因素及障礙
- 風險為基準及高階製程安全管理發展之新思維
- 經濟部工業局大型石化聯合督導
- 國際石化業卓越經營的成功範例介紹
- 結語
- 參考文獻資料

■ 參考文獻資料

1. Hereth, Mark, Pipeline Safety Management System Workshop, "API RP 1173 Overview and Development Prospective" , July 25th, 2016
2. 于樹偉, "製程安全管理概論" , 2015年
3. Exxon_Mobile Corp., "Operation Integrity Management Systems (OIMS)" , July 2009
4. API RP 1173, "Pipeline Safety Management System" , July 2015
5. Energy Institute, "High Level Process Safety Management" , July 2009
6. Southern Gas Association Operating Conference - Pipeline Safety Management Systems Workshop - API RP 1173 Overview and Development Perspectives (July 25, 2016)
7. Mr. Srinivasan Ramabhadran, Global Leader Process Safety & Risk Management Offerings, DuPont Sustainable Solutions, Achieving and Sustaining Operational Excellence in Manufacturing
8. Prem p. Sharma, IBP1198-07 Pipeline integrity management for sustainable profitability and compliance, October 2, 2007
9. Pipeline SMS website <http://www.pipelinesms.org>
10. American Institute of Chemical Engineers, Introduction to "Process Safety for Undergraduates and Engineers" , 2016
11. Valerie Orr, Shazad Barghi, Ralph Buchal, "Process Safety Management" , 2013
12. Jennifer Besserman, Ray A. Mentzer, "Review of global process safety regulations: United States, European Union, United Kingdom, China, India", 2017
13. 高雄市既有工業管線管理維護辦法
14. 經濟部工業局石化工業管束聯防及緊急演練查核報告
15. 經濟部工業局及查核督導委員, 中華民國工業安全衛生協會, 「風險基準的製程安全管理」, 2018年6月
16. 蔡明曉, 國內研討論會, 專案訓練課程教材, 期刊著作, 如:
 - 國立台灣大學公共衛生學院「化工製程安全管理概論」, 2011年6月
 - 102年勞動檢查員製程安全評估專業訓練課程, 2013年
 - 化學工業製程安全管理與稽核訓練, 2013年5月
 - 成功大學-化工產業高值化交流平台研討會, 2013年7月
 - 工業製程安全管理證書課程, 2014年4月
 - 火災爆炸預防研習會, 2015年7月
 - API 1173「管線安全管理系統」在高雄市既有工業管線維管辦法中之規定與推動情況, 2016年4月
 - 產業安全衛生技術輔導成果發表會專題演講「石化業安全管理新思維」, 2016年12月
 - 工業安全衛生月刊, 「製程安全管理國內應用與未來展望」2017年12月
 - 經濟部工業局及查核督導委員, 中華民國工業安全衛生協會, 「風險基準製程安全管理簡介」2018年6月

報告完畢

敬請指教