

2015

# 社團法人台灣安全研究 與教育學會第七期季刊

- 理事長的話
- 專欄:製程安全評估與製程安全管理
- 專欄:製程安全管理的回顧與檢討
- 儲槽密閉集氣系統管線設計
- 104 年第一季活動花絮
- 本學會簡介
- 本學會近期活動簡介



# 理事長的話

## 製程安全管理 (Process Safety Management)

朱少華理事長

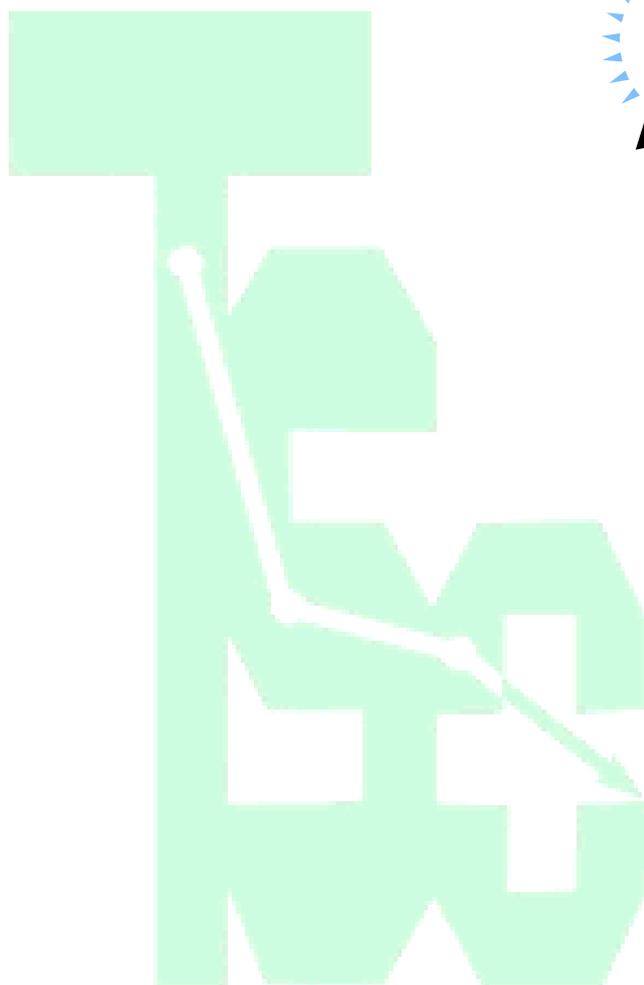
自從勞動部公布修正後的職業安全衛生管理法，強制規定凡危險性工作場所，必須實施與製程安全管理有關的一些工作；包括：評估、實施、報告、查核、報備等程序，並且明示，若因業主疏失，致產生重大工安事件者，公司負責人負有刑責之強制性條款，帶給相關業者極大的震撼。

製程安全管理是目前先進國家共同實施的一項重要的管理制度，其內容或有少許差異，但大致雷同。本國的製程安全管理內容，粗分共 14 大項，有些屬製程本身之安全、有些屬人員之安全管理、有些屬管理制度、系統方面的安全，也有屬設備方面的安全管理，基本上是一個屬於全方位的安全管理制度，也是一種進步的、符合實際需要的管理制度，業者應該全力配合，努力遵守這個法令。

我國工業安全推動已數十載，在制度上、方法上、觀念上，已有相當的基礎，及長足的進步，這可從一些工安的指標上明顯的看出來，但是欲更上層樓，恐怕仍然要不斷的求新、求精、求完備、求徹底，須知；工安工作沒有最好，祇有更好，這不是一個目標，也不是一個口號，應該是一個態

度，一個信念，追求零災害才是真正的目標。

本期季刊以政府推出的【製程安全管理】為主題，其目的是希望大家看重這個法令、瞭解其內容、認真與充份去執行，果真如此，我們距【零災害】的目標不遠矣。



# 製程安全評估與製程安全管理

蔡永銘

## 一、製程安全管理與製程安全評估由來

1965 年 DuPont 在 Louisville 工廠大爆炸，造成 12 人死亡，60 人受傷，這是該公司 1818 年大爆炸，造成 34 死亡，7 人受傷後重的一次災變。杜邦公司痛定思痛，檢討發展製程風險管理系統(Process Safety & Risk Management Model, PSRMM)如下圖：



圖一、DuPont PSRM 模式

1984 年 12 月 3 日，美國聯碳公司在印度波布爾 (Bhopal) 的工廠洩漏出異氰酸甲酯 (MIC)，造成四千人死亡，二十萬人罹災的世紀大災難，震驚全世界，美國產官學下定決心發展一套製程安全管理法定，美國職安署終於在 1992 年 5 月 26 日公布此 29CFR1910.119 Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals，即俗稱的製程安全管理，其立法主要目的乃在防止或減少毒性、反應性、可燃性或爆炸性等高危險性化學品外洩而引起的火災爆炸或有毒性物質洩漏之危害。此製程乃指使用、儲存、處置或移動高危險性化學品的任何活動，為不包含零售碩設備、鑽探設備、員工不駐守的遙控設備。

在此同時，美國化學工程師協會 (AIChE) 的化學製程安全中心 (CCPS) 出版了化工製程安全技術管理指引，而美國石油學會 (API) 也修訂製程危害管理指引；另外，美國化學業製造業協會也在其責任照顧計畫中修訂了製程安全管理實務標準。

我國行政院勞委會在 1993 年 2 月 3 日公布實施「勞動檢查法」，並在次年頒布「危

險性工作場所審查暨檢查辦法」，規定危險場所應經審查暨檢查，才可使工作人員在其間作業，基本上即要實施製程安全評估。

危險性工作場所應提出審查或檢查申請，其申請時應檢附之資料包括：申請書、安全衛生管理基本資料、製程安全評估報告書、製程修改安全計畫、緊急應變計畫、稽核管理計畫等資料，提供檢查單位進行審查時之用。

(一) 安全衛生管理基本資料，內容包括：

1. 事業單位組織系統圖
2. 危險物及有害物之管理
3. 勞工作業環境測定及監督計畫
4. 危險性機械或設備之管理
5. 醫療衛生及勞工健康管理
6. 勞工安全衛生組織、人員設置及運作
7. 勞工安全衛生管理規章
8. 自動檢查計畫
9. 承攬管理計畫
10. 勞工安全衛生教育訓練計畫
11. 事故調查處理制度
12. 工作場所之平面配置圖並標示下列規定事項，其比例尺以能辨識其標示內容為度：
  - (1) 危險性之機械或設備所在位置及名稱、數量
  - (2) 危險物及有害物所在位置及名稱、數量
  - (3) 控制室所在位置
  - (4) 消防系統所在位置
  - (5) 可能從事作業勞工、承攬人勞工及外來訪客之位置及人數

(二) 製程安全評估報告書，內容包括：

1. 製程說明：
  - (1) 工作場所流程圖
  - (2) 製程設計規範
  - (3) 機械設備規格明細
  - (4) 製程操作手冊
  - (5) 維修保養制度
2. 實施初步危害分析以分析發掘工作場所重大潛在危害，並針對重大潛在危害實施下列之一之安全評估方法，實施過程應予記錄並將改善建議彙整：
  - (1) 檢核表
  - (2) 如果—結果分析
  - (3) 危害及可操作性分析
  - (4) 故障樹分析

- (5) 失誤模式與影響分析
- (6) 其他
- 3. 製程危害控制
- 4. 參與製程安全評估人員應於報告書中具名簽認，及相關之證明、資格文件
- (三) **製程修改安全計畫**，內容包括：
  - 1. 製程修改程序
  - 2. 安全衛生影響評估措施
  - 3. 製程操作手冊修正措施
  - 4. 製程資料更新措施
  - 5. 勞工教育訓練措施
  - 6. 其他配合措施
- (四) **緊急應變計畫**，內容包括：
  - 1. 緊急應變運作流程與組織
    - (1) 應變組織架構與權責
    - (2) 緊急應變控制中心位置與設施
    - (3) 緊急應變運作流程與說明
  - 2. 緊急應變設備之置備與外援單位之聯繫
  - 3. 緊急應變演練計畫與演練記錄
  - 4. 緊急應變計畫之修正
- (五) **稽核管理計畫**，內容包括：
  - 1. 稽核事項包括
    - (1) 製程安全評估
    - (2) 正常操作程序
    - (3) 緊急操作程序
    - (4) 製程修改安全計畫
    - (5) 勞工教育訓練計畫
    - (6) 自動檢查計畫
    - (7) 承攬管理計畫
    - (8) 緊急應變計畫
  - 2. 稽核程序
    - (1) 稽核組織與職責
    - (2) 稽核紀錄及追蹤處理

## 二、製程安全管理與製程安全評估異同

台灣的製程安全評估基本上與杜邦的PSRM、OSHA的PSM是不盡相同的，關鍵因素乃我們製程安全評估工作是為了勞動檢查機溝的審查檢察而準備的一套書面資料，不是事業單位為了製程安全所實施的自主安全管理，其精神不同，自然要求與內容差異

極大，茲將各內涵整理如下表 1:

表 1 美國、台灣與杜邦製程安全管理內容一覽

區域 項目	美 國	台 灣	杜 邦
1	員工參與		人員變更管理
2	製程安全資料	製程安全資訊、工作場所流程图、製程設計規範、危險物及有害物之管理	製程安全資料
3	製程危害分析	初步危害分析	製程危害分析
4	操作程序	製程操作手冊	操作步驟與安全程式
5	訓練	安全衛生訓練	訓練與績效
6	承攬管理	承攬管理計畫	承攬商管理
7	開俾前安全檢查		開俾前安全檢查
8	機械完整性	機械設備規格明細、危險性機械或設備之管理、維修保養制度	機械完整性
9	動火作業許可	作業許可	品質保證
10	變更管理	製程修改安全計畫	設施細微變更管理
11	事件調查	事故調查	意外事件調查與報告
12	緊急應變計畫	緊急應變計畫	緊急應變計畫
13	法規符合度稽核	稽核管理計畫	安全稽核
14	商業機密		製程科技變更管理
小計	14 項	11 項	14 項

表 1 明白告訴我們 PSM 的十四項目中，製程安全評估忽略的，包刮員工參與、開俾前安全檢查及商業機密等三項，前二項很重要，但我們忽視它。以 PSM 的員工參與而言，雇主被要求應該制定一份程序書，明白規範員工及其代表，應如何參與製程危害分析及其他十三個項目的制定與辦理，以及雇主應提供充分參與管道及資訊。目前我們製程安全評估幾乎是少數人的權利(或義務)，很多單位，甚至於將製程安全評估委之予顧問公司，公司參與者僅限於少數主管人員，此與員工參與精神根本不符。某工場發生氣爆，事故調查發現全工場僅有一位助理受過完整製程安全評估訓練，其他經理、工場長、工程師、領班與操作人員，僅有操作講習，如此，如何能有效參與製程危害分析，確保製程安全，令人懷疑。

再就開俾前安全檢查一項而言，製程操作者最擔心停俾、開俾作業，工場正常運轉，只要維持正常流量、溫度、壓力等操作條件，幾乎很少出事的，偏偏我們法令要求定期停爐開槽檢查，連冷凍槽這種歐美從不開槽的，都被迫開槽，所以才有 86.12.13 某廠 D-86 爆炸案。停爐、開爐期間，各種操作條件改變，稍一不慎，就有產生火災、爆炸風險，97.01.05 某真空製汽油工場 D-2111 安全閥進口管線發生氣爆，就是大修計

畫中應檢查該段 3 吋管線的，但由於搭架困難，被疏忽掉，未檢查該管線厚度，正好管線腐蝕而洩漏 95 /cm<sup>2</sup>g 氫氣，五秒鐘就發生大爆炸，造成修護費用高達三千萬元、物料損失六千萬元，營運損失超過二億元的重大災變，所以完整的開俾前檢查是絕不能缺少的一環。另外 102. 7. 30 某廠#2RDS 工場開爐時發生循環氣胺洗塔 V-2001 玻璃液位計洩漏硫化氫，造成工場長中毒死亡事故，也顯示開俾前安全檢查不能不謹慎的重要性。

我們危險性工作場所審查暨檢查辦法要求提出的安全衛生管理基本資料及製程安全評估報告書，多多少少有美國 OSHA PSM 中 11 項目，但是我們必須靜心檢視，發現許多項目，只有名稱相同，其實內容根本不同，舉承攬管理而言，個事業單位所報基本資料中的承攬管理計畫，幾乎都是公司的承攬管理辦法，不是因工場不同，而有不同的承攬管理計畫，這也才會發生某廠 RDS 工場大修工程所附承攬管理辦法與廠內其他所有工程的都一樣，結果是承攬商人員 101. 8. 10 拆循環壓縮機法蘭時，不知道管內氫氣壓力尚有 40kg/cm<sup>2</sup>，竟貿然將 16 根螺絲拆了 15 支，而造成氫氣外洩火災事故。火警照片如圖二。



圖二、RDS工場火警事故

美國 OSHA PSM Contractor 這一節，開宗明義要求事業單位進用承攬商時，一定要取得其安全衛生績效與完整安全管理資料，加以篩選。但是我們往往採最低標，因此事故不斷，包商可以避開任何管制方法而承攬，事業單位雖知前科累累，卻不得不讓他在高危險性的工場作業，而這類惡性成習包商，就如此隨時藏身在有火災、爆炸、中毒等風險的工作場所，以致於事故不斷打擾單位。88. 11. 22 某廠 D-308 油槽氣爆，某承攬商工人在油槽內吸菸發生氣爆，死亡三人；98. 6. 8 該承攬商在某油庫 T-28 油槽內工作，施工不慎，起火燃燒，大火嚴重損傷槽壁；同一承攬商在 102. 7. 10 又在某儲運

所準備K-704清洗作業時，擅自由K-305管線引入對二甲苯（PX）從卸車區至裝車台到油槽管線，更未依規定使用氮氣吹驅，改用動力空氣吹驅，一邊吹至K704 裝車台之槽車內，一邊吹至K-704 油槽內，造成K-704槽內形成儲積爆炸性氣體，一旦在爆炸範圍，小小油料流通產生之靜電即足以產生氣爆火災，K-704就這樣炸掉了。

**危險性工作場所審查暨檢查辦法**沒有規範這些場所承攬商篩選條文，也未如 OSHA PSM Contractor 這一節明文規範事業單位雇主應明確告知工作場所承攬商人員每一作業相關之火災、爆炸、中毒等潛在危害，並科以承攬商雇主據以告知其作業安全執行高風險作業之承序與方法之責任，這麼重要條文，我們只要求提出承攬管理計畫，所以才會產生什麼都不懂的農、漁夫也可以在高風險作業場所，而不出事才怪！

### 三、我國製程安全評估的改善

我們不可忽視的一個事實是**危險性工作場所審查暨檢查辦法**實施二十餘年，各事業單位所發生千百件重大火災、爆炸、中毒事件的工場，全部都依規定送審與檢查，都依學者與檢查員的審查意見改善，結果這些審查與檢查無法確保工場不發生重大災變，請問：問題何在？這樣的審查與檢查還有存在的意義嗎？

個人認為辦法該檢討修正了，自主管理精神一定要遵守，參考 OSHA PSM 修改是一途，好好到歐美考察政府與事業單位法規與實務，從新修正我們的 PSM。

個人要特別強調的是好好思考為何 Shell 等企業，其 PSM 系統的建立、風險評估的資訊管理、教育訓練的完整、實務運作的完善，才是國內 PSM 應走的一條路。特別是企業體要問自己，20 多人的 Shell 南崗廠，其製程危險性一樣高，它們如何能夠做到超過三十年都能維持零災害？Shell 能，貴公司為何不能？

不過主管機關如果還是要備查，也就是說不廢止**危險性工作場所審查暨檢查辦法**，則職安署很清楚問題的關鍵何在，就是專業問題，也就是說由一群專業人員、組織，來執行審查的機制建立問題。此為主管官署的職權，身為小百姓不好置喙。個人想要強調的一點是 PSM 有其時空背景而立法，一開始我們就知道它是安全管理的一個 Program 而已，絕不是**製程安全管理系統**，就如損失控制，是安全管理的一環而已，八大工具絕無法成為損失控制的全部，同樣地十四項目絕無法成為製程安全管理的全部，也就是全世界石化業重大事故不斷，正說明 PSM 的局限性！今天歐美已開始思考**地下管線管理系統**議題，我們為什麼不思考建立**製程安全管理系統**？

### 四、結語

高雄氣爆赤裸裸的陳現我國**製程安全評估**的缺失，事業單位絕對無法因法規殘缺而不負起製程安全責任，所以如何強化製程安全管理能量、建立有效的**製程安全管理系統**，是各石化工業的首要課題。

# 製程安全管理回顧與檢討

張慶麟



波帕爾 1984 年 12 月 2 日死亡之夜事件的成群屍體。(Photo: Ashok Chaddha)

## 一、前言

1984 年波帕爾事件至今已超過 30 年，由於這個事件美國在 1991 年訂定製程安全管理法案，各國陸續跟進，以預防重大事件的發生，美國 CSB 去年在調查杜邦製程事件後特別呼籲重新檢討製程安全及法規，台灣在麥寮及高雄氣爆等重大事件後，如何改善製程安全也是刻不容緩的問題。本文從製程安全管理的發展、比較及檢討，提出改善建議，希望能拋磚引玉，改善製程安全，防止重大事故的發生。

## 二、製程安全管理的演變

化工業的技術與規模急遽發展以來，製造的化學品種類更多、產量更大，設施不斷擴大，控制更加複雜，操作條件愈加嚴苛，製程潛在危害也增多、增大，不幸發生爆炸或傷害事件時，不但對石化業帶來巨大的衝擊，對社區、人類及地球的影響也更加深遠。

1984 年 12 月 2 日在印度波帕爾發生異氰酸甲酯洩漏事件，當時死亡約 3,800 人，後續死亡 25,000 人，其中永久殘疾 3,900 多人，局部殘疾 38,478 人，傷亡總數達 558,000

人以上，並且禍延後代，是人類史上最嚴重的工業災難。

聯合碳化物（Union Carbide）公司雖然宣稱是人為破壞所致，但印度政府仍然要求巨額賠償及一半公司股權，該公司幾經分裂成幾個小公司及出賣部分股權後，在 2001 年 2 月被陶氏化學（Dow）公司以 116 億美元併購，成為陶氏的全資子公司。製程安全事件對於企業、民眾與國家的影響與代價都是很鉅大的，確保製程安全是關乎企業生死存亡的要件，絕對不可不重視。

當時美國與歐洲陸續發生幾件重大的化工及汙染事件（參閱附表 1：製程安全重大事件清單），美國民眾反對化工業的呼聲甚囂塵上，激進者宣稱要把化工業趕出美國，甚或完全消滅。在此嚴峻關頭，美國杜邦公司設立委員會研究改善製程安全管理系統，於 1986 年提出製程安全管理 11 要項，美國化工業紛紛參考採用，到 1991 年 11 月美國政府參照訂定聯邦法：高危險性化學品製程安全管理法案（OSHA 29CFR 1910.119：Process Safety Management for Highly Hazardous Chemicals），世界各國陸續跟進（參閱附表 2：製程安全相關立法時間表）。從製程安全重大事件清單與製程安全立法時間表可以看出立法與制度是為了因應重大事件的改善措施。

### 三、製程安全管理的功能

製程安全管理（PSM：Process Safety Management，或譯為：工藝安全管理），本來是整體安全管理（Safety Management）的一部份，原來與其他安全工作，包括各種其他工作內及工作外的安全共同管理。但因為製程事故所造成的災難非常重大，為了強化製程安全管理，特別將製程安全管理單獨提出，建立獨立的管理體系，確保製程安全，避免因照顧其他安全問題時失焦，導致災難性的重大事故。

如同法規名稱所顯示的，製程安全管理的重點是高危險性物品製程的操作與管理，美國法規明定立法目的在於：建立防止因為有毒、不穩定、易燃或爆炸性化學品洩漏的災害，避免或降低造成中毒、火災或爆炸等災難性後果的損失的管理體系。

製程安全管理是為了確保製程系統安全所建立的管理體系，其目的在於：

1. 避免人員傷害
2. 消除製程隱憂
3. 增進設備可靠性
4. 提高生產效率
5. 減少財物損失

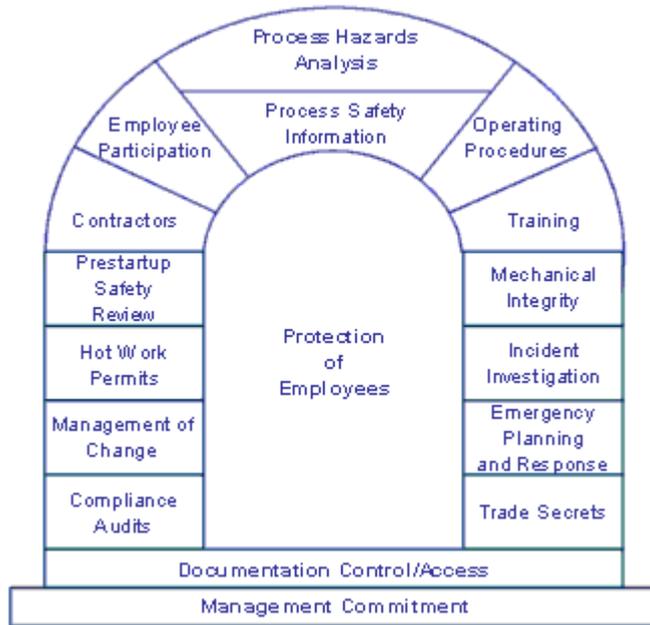
現代製程安全管理與傳統一般安全管理不同的特點在於：

1. 製程安全的主要目的在於防止製程物料或能量的意外洩漏
2. 製程安全是運用工程知識、原理與經驗，在設計、裝置、操作和維修製程設備和設施過程中，消除或減少與製程相關的危害
3. 製程安全有別於傳統較偏重人員安全的概念，重點在於製程系統和設施本身的安全
4. 製程安全經過這些年的發展已是一門獨立的學科

#### 四、製程安全管理的內容

美國製程安全管理 OSHA 29CFR 1910.119 高危險性化學品製程安全管理法案的內容包含下列 14 要項：

1. 製程安全資訊 (Process Safety Information)
2. 製程危害分析 (Process Hazards Analysis)
3. 操作程序 (Operation Procedures)
4. 開俾前安全查核 (Pre Start Safety Review)
5. 訓練 (Training)
6. 機械完整性 (Mechanic Integrity)
7. 承攬商管理 (Contractors)
8. 事故調查 (Incident Investigation)
9. 緊急應變計畫 (Emergency Planning and Response)
10. 安全稽核 (Compliance Audits)
11. 動火作業許可 (Hot Work Permits)
12. 變更管理 (Management Of Change)
13. 員工參與 (Employee Participation)
14. 商業機密 (Trade Secrets)



美國製程安全管理 OSHA 29CFR 1910.119 架構圖

台灣參考美國及本地狀況於 1994 年 5 月 3 日訂定（危險性工作場所審查及檢查辦法）以審查及管制高危險性的工作場所，防止重大事件發生。審查分成下列五類作業來管理：

1. 甲類：石化危險物作業達一定數量者
2. 乙類：特定危險化學品作業
3. 丙類：高壓及鍋爐作業達一定規模者
4. 丁類：大型營造業
5. 其他公告指定作業

因為各國的狀況及項目不同，但名稱內容大同小異，下表是台灣法規與其他地區的大致參考對應表：

製程安全法規對照表

製程安全管理法規項目名稱、範圍在台灣、中國、美國和杜邦略有不同，其對照表如下：

區域	台灣	中國	美國	杜邦
法規名稱	危險性工作場所 審查及檢查辦法	AQ/T3034-2010 化工企業工藝 安全管理實施 導則	OSHA 29 CFR 1910.119 Process Safety Management for Highly Hazardous	DuPont Process Safety Management Guidelines

			Chemicals	
項目 1	2.製程安全評估報告書(製程安全資訊)	工藝安全資訊	製程安全資料(PSI)	製程安全資料(PSI)
2	2.製程安全評估報告書(製程危害分析)	工藝危害分析	製程危害分析(PHA)	製程危害分析(PHA)
3	1.安全衛生管理基本資料(標準作業程式)	操作規程	操作程式(OP)	操作步驟與安全程式(OP&SP)
4	2.製程安全評估報告書(啟用前檢查)	試生產前安全審查	開機前安全審查(PSSR)	啟用前安全檢查(PSSR)
5	1.安全衛生管理基本資料(安全衛生訓練)	培訓	訓練(T)	訓練與績效(T&P)
6	2.製程安全評估報告書(機械完整性)	機械完整性	機械完整性(MI)	機械完整性(MI)
7	1.安全衛生管理基本資料(承攬商管理)	承包商管理	承攬商管理(C)	承攬商管理(CS&P)
8	1.安全衛生管理基本資料(事故調查)	工藝事故/事件管理	事件調查(II)	意外事件調查與報告(II&R)
9	4.緊急應變計畫	應急管理	緊急應變計畫(EPR)	緊急應變計畫(EP&R)
10	5.稽核管理計畫	符合性審核	稽核(A)	安全稽核(A)
11	2.製程安全評估報告書(作業許可)	作業許可	動火作業許可(HW)	品質保證(QA)
12	3.製程修改安全計畫	變更管理	變更管理(MOC)	設施細微變更管理(MOC-F)
13	1.安全衛生管理基本資料(員工參與)		員工參與(EP)	人員變更管理(MOC-P)
14	1.安全衛生管理基本資料(商業機密)		商業機密(TS)	製程科技變更管理(MOC-T)
小計	5項	12項	14項	14項
訂定 修訂 日期	1994年5月3日， 修訂2002年7月13日	2010年10月17日， 修訂2013年7月20日	1992年6月1日， 修訂2013年2月3日	1979年， 修訂2010年/

## 五、製程安全事件的檢討與建議

美國化學安全董事會（CSB：Chemical Safety Board）是美國依據 1990 法令所設立的超然獨立科學調查機構，於 1998 年 1 月正式成立，五名董事由美國總統提名經國會通過後任命，年度預算約 1100 萬美元，有 38 名員工。CSB 主席莫瑞伊拉索博士（Dr. Rafael Moure-Eraso）去年 12 月 11 日在美國參議院環保與公共工程委員會及健康、勞工、教育及退休委員會聯席會議中發表聽證，建議重整安全及製程安全管理法規，因為很多危險化學品的法規是 1970 年代訂的，而消防法規是 1960 年代訂的，都已老舊，無法跟上新調查與改善，其實很多民間的標準早已修訂多次。其次必須從更安全的設計上來加強安全，以防止重大災變的發生，單單加強事後緊急應變及懲罰員工是不夠的。

過去幾年內 CSB 調查發現多次與波帕爾事件類似的設計及製程安全管理缺失，例如 2008 年杜邦西佛吉妮亞貝爾農藥工廠爆炸案造成 2 死 8 傷所發現作業人員訓練及程序的缺失，與波帕爾事件類似。如果該次爆炸中破片射出的方向稍有不同，射到連通異氰酸甲酯儲槽的管線，儲槽內有 13,700 磅的 MIC，可能造成與波帕爾類似毒死很多人的洩漏事件。

他建議聯邦與州政府聚焦於預防措施及持續降低製程風險的辦法，則最近所調查的好幾件事都可以防止。為加強化工業的安全，他們建議急切需要改善及現代化美國製程安全的管理法規。莫瑞伊拉索博士下結論說：自從波帕爾事件後政府與工業界都已增加了努力，但是最近調查顯示需要更多努力以防止悲劇不再發生。

## 六、危險性工作場所審查及檢查辦法檢討與建議

我國危險性工作場所審查及檢查辦法將管制範圍從石化業擴充到特定化學品、鍋爐、高壓、及大型營造作業，涵蓋的範圍超過美國的法規範疇，此舉有利與不利之處：有利之處是從大型企業開始推展製程危害管理，較容易推動與有成效；不利之處，一是可能失焦，二是採取審查制會將政府從裁判身分又兼球員身分，一旦政府審查通過後發生重大災變，這時候政府也難辭其咎。美國政府只是監督抽查企業執行的成果，不參與核准。至於如何達成的方式及內容可建議企業依照法規執行，或委託合格機構認證即可。

不過台灣確實有企業的專業程度不夠，有執行面困難的現實考量，初期政府有不得不積極參與輔導的作為，但是應該由現場製程的實際操作及工程專業人員充分參與才是正途。其次現有製程安全管理的法規系統僅分成五大項，與國際交流溝通時較為不便，可以考慮將來修正為類似 14 要項的分類。再者政府在執行面應該強調重點在於如何在現場稽核及落實，而不偏重於書面審查，以致流於書面化、形式化的狀況。

台灣麥寮連續製程火災與爆炸事件發生後，台塑化已痛下決心強化製成安全管理體系及全面更新有關的管線；高雄氣爆事件發生後，輿論呼籲各地政府重新檢討地下管線的管理，以確保社區安全，這些都是美國化學安全董事會所建議的：不限於法規，要積極改善已知的問題，不斷採取降低風險的措施。此外台灣的法規更新更需要積極進行更新，而且現階段也亟需要一個與美國化學安全董事會類似獨立與公正的調查機構從事重大事故的調查工作，重建人民對於政府的信心。

## 七、製程安全管理的必要性

現代企業要永續發展就必須同時得到：政府、股東、員工及社會公眾，企業的四大支柱的贊同與支持。要得到贊同與支持就必須同時做好：內部的確保安全和外部的適當溝通，兩大工作。

1980 年代杜邦公司發現要增進社區及利害關係人的接受度及確保社區安全，必須讓社區居民及利害關係人適度參與及瞭解安全管理系統，參與社區緊急應變計畫及演練，因此建立社區警覺與緊急應變系統（CAER：Community Awareness and Emergency Response），隨後美國化工業在 1985 年比照建立責任照顧制度（Responsible Care，或譯為：責任關懷制度）以增進社區及公眾的瞭解與合作。

責任照顧制度是將社區安全攸關的五大項目，由企業自我評分，分數分成六個等級，將成績公開向社區及公眾溝通報告，讓利害關係人建立對企業的信心與支持，製程安全管理就是其中重要的項目之一。責任照顧制度的五大項目是：

1. 緊急應變管理
2. 製程安全管理
3. 運輸安全管理
4. 承攬安全管理
5. 廢棄物與減量管理

針對上述五大項目企業自我評估分數及等級，將績效分成六個等級：

1. NA 尚未開始
2. EV 已在評估研究實施
3. DP 已有實施計畫
4. IA 已開始實施計畫執行中
5. PP 計畫以落實
6. RI 已落實且不斷檢討改進中

實施的目標至少要達到第 4 等級以上，一直要做到第 5 等級或第 6 等級才能讓利害關

係人放心。

在確保內部安全方面，製程安全管理當然是最重要的關鍵。完善的製程安全管理系統不但能減少人員傷害，也能避免重大的財產損失，消除和減少製程系統中存在的潛在危害，提高製程設備的可靠性，減少不必要的停車，提高生產效率，是獲得政府及公眾支持的基礎，製程安全對現代化工業及危險性工作都是不可或缺的基本要件，必須參與製程的人員能夠落實在日常工作中與工作合一，才能確保工作的安全，支持企業的成长與發展。

#### 附表 1：製程安全重大事件清單。

1. 1965 年 8 月美國杜邦肯塔基州路易威爾廠爆炸事件，死 11 人。
2. 1970 年美國杜邦新澤西州工廠意外事件。
3. 1974 年 6 月 1 日英國富立克斯波羅 Flixborough 廠環己烷洩漏爆炸事件，28 死、86 傷、燒了 10 天、損壞 2000 間房舍，600 多人疏散，2000 多人接受中毒治療。
4. 1976 年 7 月 10 日義大利塞維索 Seveso 化工廠毒氣洩漏事件，周圍 8.5 公頃居民遷走，1.5 公里植物深埋，數公頃土地表土層被除掉。事隔多年，當地畸形兒仍大為增加。
5. 1984 年 12 月 3 日印度波帕爾 Bhopal 異氰酸甲酯化學品洩漏事件，現場死亡 3,787 人，陸續死亡 16000 人，總共 558,125 人受傷，含 38,478 暫時局部殘疾，大約 3,900 嚴重和永久殘疾。
6. 1986 年 11 月 1 日瑞士巴塞爾市桑多茲 (Sandoz) 化學公司化學品倉庫發生火災造成萊茵河汙染事件，約 1250 噸劇毒農藥及硫、磷、汞等有毒物質排入萊茵河。有毒物質形成 70 公里長的微紅色飄帶向下游流去。化工廠用塑料塞堵下水道。8 天後，塞子脫落，幾十噸有毒物質流入萊茵河後，再一次造成污染。
7. 1988 年 7 月 6 日北海帕玻尔·阿尔法石油平台事故
8. 1989 年 10 月美國飛利浦石油德州巴薩迪娜廠，23 死 132 傷
9. 1990 年 7 月美國俄亥俄州巴斯夫 BASF 公司辛辛那地廠，2 死
10. 1990 年美國污水儲罐爆炸事故 1991 年 5 月
11. 1991 年 5 月美國路易士安納州 IMC 公司 Sterlington 廠，8 死 125 傷
12. 1992 年 4 月墨西哥瓜達拉哈拉市因汽油地下管線洩漏發生地下道大爆炸，死亡 206 人，輕重傷 1440 人
13. 1998 年英國 Piper Alpha 海上採油平臺沉沒事件
14. 1998 年澳大利亞長灘天然氣工廠爆炸事件
15. 1999 年美國脛胺蒸餾裝置爆炸事件
16. 2001 年美國聚合物接收罐維修事件
17. 2001 年 9 月 21 日法國圖盧茲 AZF 化工廠事件
18. 2005 年 3 月 23 日英國石油德州煉油廠事件

19. 2010 年 4 月英國石油在墨西哥海域鑽井台爆炸，死亡 11 人，受傷 17 人
20. 2010 年 1 月 7 日中國石油蘭州石化公司罐區“導熱油”收集儲罐爆炸事件，造成 6 人死亡、1 人重傷、5 人輕傷
21. 2012 年 8 月 6 日美國加州雪佛龍煉油廠管線洩漏事件
22. 2012 年 9 月 27 日韓國龜尾市事件
23. 2014 年 7 月 31 日台灣高雄丙烯洩漏氣爆事件，32 人死亡、321 人受傷
24. 2014 年 11 月 15 日杜邦休士頓拉波特廠甲硫醇洩漏中毒事件，4 人死亡、1 人被送往醫院救治
25. 2015 年 3 月 13 日杜邦新澤西工廠光氣洩漏，死亡 6 人

### 附表 2：製程安全相關法規時間表

1. 1970 年美國環保署 EPA 建立淨化空氣法案 (Clean Air Act, 1970)
2. 1974 年英國工作健康與安全法 (HSWA) 立法
3. 1979 年杜邦建立製程危害管理企業標準
4. 1982 年歐盟建立塞維索 (Seveso) I 號指令，工業活動重大事故危險法令建立
5. 1986 年杜邦公司建立製程安全管理 (PSM) 體系 11 要項
6. 1987 年杜邦公司建立社區警覺與緊急應變 (CAER) 體系
7. 1989 年美國化工業建立責任照顧 (Responsible Care) 制度
8. 1991 年 11 月美國 OSHA 29CFR 1910.119 高危險性化學品製程安全管理法案 PSM 立法
9. 1993/年歐盟建立塞維索 (Seveso) II 號指令，於 2015 年 6 月 1 日生效
10. 1993 年 6 月國際勞工組織 (ILO) 建立 PSM 標準
11. 1993 年 6 月韓國 KOSHA 訂定 PSM 製程安全管理辦法
12. 1994 年 5 月 3 日台灣訂定危險性工作場所審查及檢查辦法
13. 1996 年 6 月 20 日美國建立風險管理計畫 (RMP: Risk Management Program)
14. 2010 年 10 月 17 日中國訂定 AQ/T3034-2010 化工企業工藝安全管理實施導則
15. 2014 年英國訂定重大意外災害控制法 (SADCA)



# 儲槽密閉集氣系統管線設計

何三平

儲槽為化學工業儲存原料、成品或半成品，為化工廠不可或缺的儲存設備。過去常壓儲槽之設計是直接將易揮發儲存物質的氣體藉由呼吸閥直接排放至大氣中。近年來國人環保意識抬頭，因此在空氣汙染防制法-「揮發性有機物空氣汙染管制及排放標準第 33 條」中規定，製程釋壓裝置應以密閉集氣系統收集連通至汙染防制設備或燃料系統之規定，儲槽不管是低壓儲槽、常壓儲槽等，其排氣管線皆要連接至洗滌塔等處理設備。

洗滌塔與管線的設計及其飽和蒸氣壓的計算都是相當重要的，若管線設計錯誤或者是管理不好極有可能引起火災爆炸。以台灣某化工廠儲槽火災事故為例，事發當日現場並無任何動火作業，也沒有輸送作業引起的靜電，故判斷儲槽頂蓋掀開起火的原因可能為儲槽背壓過大引起之爆炸所致。

廠內人員及鑑定團隊鑑定發現，儲槽排氣管線之設置有 U 型管之配置，如圖 1 所示。U 型管的高度揚程為 1,257 mm，管內液體比重為 0.8956，因此，可知其 U 型配管可產生  $1,257 \times 0.8956 = 1126 \text{ mmH}_2\text{O}$  之排氣管背壓。當管線內充滿冷凝液形成飽管，於輸送氣體推擠管內液體時，其管內壓損為 343 mmH<sub>2</sub>O。又水洗塔內部上下層皆有測壓力之裝置，其水洗塔內壓損為 13 mmH<sub>2</sub>O，由此可知排氣管總背壓為 1,482 mmH<sub>2</sub>O。

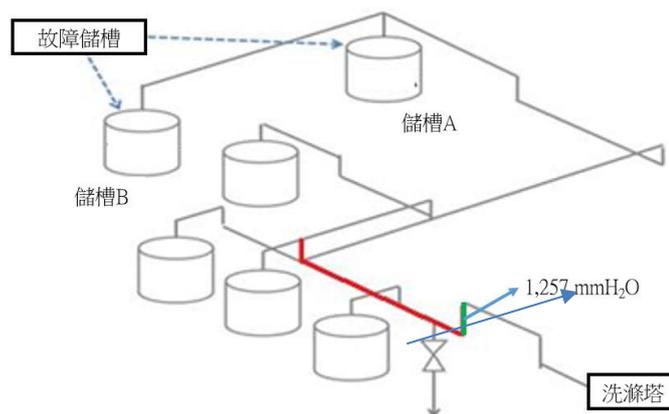


圖 1 儲槽排氣管線 U 型配管示意圖

藉由安東尼方程式(Antoine equation)計算可得知，事發當下液體溫度為 32 °C，其飽和蒸氣壓為 1,437 mmH<sub>2</sub>O，低於排氣管總背壓 1,482 mmH<sub>2</sub>O，使之無法將管內之液

體排至水洗塔，因而將此壓力壓回儲槽。而排氣管總背壓 1,482 mmH<sub>2</sub>O 及甲醇之飽和蒸氣壓 1,437 mmH<sub>2</sub>O 均大於儲槽 A 之儲槽槽頂弱焊設計強度 1,324 mmH<sub>2</sub>O，導致槽頂弱焊設計承受不了其較大壓力而爆裂掀開。

儲槽 B 可承受之弱焊設計強度為 2,004 mmH<sub>2</sub>O，壓力大於排氣管總背壓 1,482 mmH<sub>2</sub>O，又儲槽 B 之儲槽槽頂蓋飛落至 80 m 遠之位置，由此判斷儲槽 B 槽頂蓋噴飛並非因為儲槽內部甲醇飽和蒸汽壓力過大所造成，而是因為各儲槽之排氣管線共同連通，當儲槽 A 發生物理性爆炸時，弱焊設計斷裂瞬間產生火花引燃管線內部之甲醇蒸氣(甲醇最小著火能量為 0.14 mJ)，進而引燃儲槽 B 內部之甲醇產生化學性爆炸，爆炸威力於當量濃度時可造成最大 7.5 倍大氣壓力。因此，為避免類似災害再度發生，應將排氣管路排除 U 型配管並重新配管，如圖 2 所示。

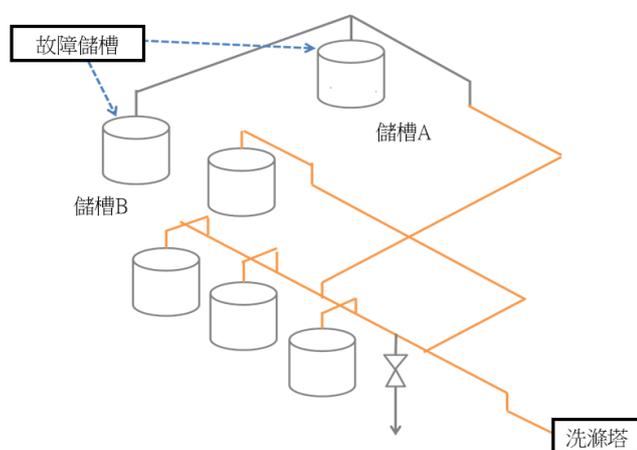
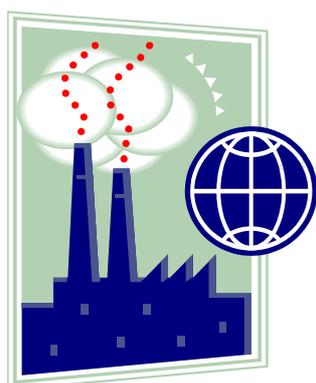


圖 2 排氣管線排除 U 型管重新配管示意圖

本事件發生後，本人於工廠查核行程中，亦發現有許多廠商均有許多類似之錯誤設計存在。希望藉由此案例，讓我們學習到在設置儲槽之污染防制設施或相類似的設計時，其排放管線應儘量避免使用 U 型管之設計，其可能導致蓄積液體引起背壓過高而造成弱焊設計之槽頂爆裂。希望藉由本文之提出，可使廠商設計正確之污染防制設施，以有效地避免類似災害發生。



# 104 年第一季活動花絮

## 一、 企業管理人員安全管理研討會

A、舉辦日期：2015/3/12~13, 2015/3/19~20

B、本學會主辦, 台灣肥料(股)台中廠協辦

C、成果報告：

安排本次課程的原因是因國內重大工安事故不斷，顯示主管人員安全認知仍有很大改善的空間。本會奉朱理事長指示，依理事長旨意，而為企業主管人員量身規劃設計「企業管理人員安全管理研討會」，並依理事長指示而特別假台中港西碼頭台灣肥料公司台中廠開辦此高階人員管理者課程，期能有效幫助該區域附近企業，對公共安全管理能更精進。

E、學員對於參加此次研討會最大的學習與收穫：

從眾多學員的心得當中挑選一些與大家分享：

- a. 由實例中獲得更多收益
- b. 有深入的見解，從事工安要從心做起，實事求是
- c. 讓各單位主管瞭解並提升安全意識，對爾後工安管理助益相當大。
- d. 瞭解危害、安全與企業文化的連結，主管應負擔之權利與義務
- e. 所有的意外都是可預防的，源頭管理，主要重視工安，起帶頭作用，工安在現場處理，不是在辦公室解決，事故提供改善契機與教訓學習，省思安全管理改善方法。
- f. 老師教導經驗豐富又具現場實務經驗，平常上課很難學習到。
- g. 工安課程請現場主管學習最有用，有權力，也瞭解現場，工安部門為輔，走動式管理的精髓，工安教育拓及承攬商

## 課程活動照片







## 二、香港工程師學會交流

張慶麟



2015年3月20日香港工程師學會參觀林口發電廠工地後與接待人員合影。

### 香港工程師學會

「香港工程師學會」(Hong Kong Institution of Engineers, HKIE)的前身是「香港工程協會」(Engineering Society of Hong Kong)成立於1947年，本是各行業工程師組織的民間團體，隨著協會的發展，香港政府於1975年通過《香港工程師學會條例》正式賦予「香港工程師學會」法定地位，成為代表政府授予工程師及公務人員資格及認證發展的半官方組織。該學會工程師資格已受到世界各國認證，現在設有4個董事會，21個委員會，各行業及公司的代表及顧問單位等，在英國、澳洲、加拿大三國設有分會。

去年香港工程師學會組團來台參加第九屆台灣安全文化學術論壇覺得收穫豐富，今年決定擴大辦理將再度來台參加於2015年6月24日舉辦的第十屆台灣安全文化學術論壇，同時希望與台灣安全研究與教育學會討論合作與交流的方向。

### 拜訪台灣安全研究與教育學會

香港工程師學會去年即表達希望來台灣安全研究與教育學會參訪及討論合作方向的意願，經過安排該會的分會之一，長青匯友會(Hong Kong Institution of Engineers – Forever Young Alumni, HKIE-FYA)決定於3月19日派員來台參訪兩天，參加成員包

括香港工程師學會會長青匯友會會長梁偉雄(Alex Leung, Chairman of HKIE-FYA), 秘書梁淑妍(Sally Leung), 會員: 馬文龍(Michael Mohammed Ismail), 曾建偉博士(Ernest Tsang), 周大偉(David Chau)共五人。

小組人員於當日中午抵台, 下午到台灣安全研究與教育學會開會, 會議內容包括經驗分享, 將來可能合作的內容與方向, 本學會朱理事長、蔡秘書長及張副秘書長均參加會議, 會議交談熱烈, 成果豐碩, 會後於市政府元福樓晚餐。



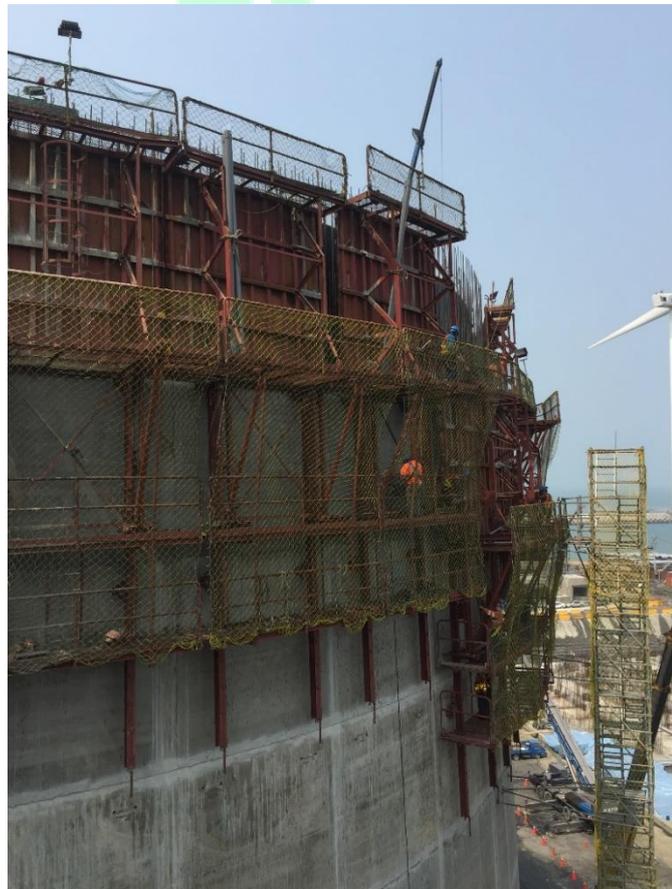
### 參觀林口火力發電廠工地

感謝職安署黃科長的協助與安排, 3月20日早上由本會張副秘書長陪同搭車前往林口火力發電廠, 觀摩煤倉系統建築工程的聯合安全稽查工作。途中經過貝聿銘設計的八里焚化爐, 遠處可以看見小坪頂山上一棟貝聿銘設計的橢圓型高樓住宅及另外兩棟萬達建造的建築群。

到達工地後, 聯合稽查主持人游主任親自歡迎, 該工程的特點是台灣首次採用的連續上昇模組化模板混凝土倉壁建築系統, 簡報後稽查人員分三組展開安全稽查工作。高架區域稽查人員依照規定穿戴安全帽、安全鞋、安全帶等個人防護具。稽查工作約兩個小時完成, 全部人員於會議室檢討結果, 三組人員共提出二十多項稽查缺失, 將由主辦、監造及施工單位分別辦理改善。香港小組梁會長代表說明觀察到的與香港安全措施不同之處, 與他們學習到的優點, 例如安全帽上的標示等, 他們將帶回香港宣導推廣。



2015年3月20日游主任親自歡迎香港團員。



台灣首次採用的連續上昇模組化模板混凝土倉壁建築系統。

## 參觀林口核能訓練中心

因為參訪團員正要在香港規劃體感訓練設施，因此對體感訓練設施特別有興趣，下午就安排前往台電訓練所林口核能訓練中心參觀。該中心有大小教室及研討室 20 間，訓練大樓，實驗室，實習工廠，住宿大樓及餐廳等設施，場地對外開放，可租借使用。該中心以核能電廠及火力電廠維護技術訓練為主，並規劃辦理電廠維修技術及技能檢定。

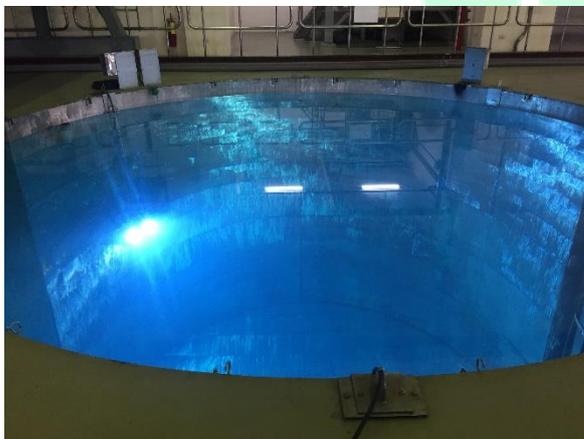
到達時中心主任親自帶領參觀討論，分享訓練認證經驗。在參觀教具完善的教室、整潔有序的實習工廠、較小尺寸的實體核能發電廠訓練場、人類最恐懼的 10.3 公尺高塔體感墜落訓練塔等設施後，香港團員都表示對訓練中心完備的教學設施印象深刻，認為此次收穫豐富，並已建立將來促進專業及安全的合作管道。



核能訓練中心主任親自接待參觀。



電工訓練及測驗教室。



核能電廠爐心訓練池。



人類懼怕高度的墜落體感訓練塔。

### 持續國際合作

本會自成立以來即積極與各地的安全相關組織與單位交流合作，今後仍將秉持此方向繼續國際合作，交換安全專業經驗提供台灣相關單位及會員分享參考。



# 台灣安全研究與教育學會簡介

## Taiwan Safety Council

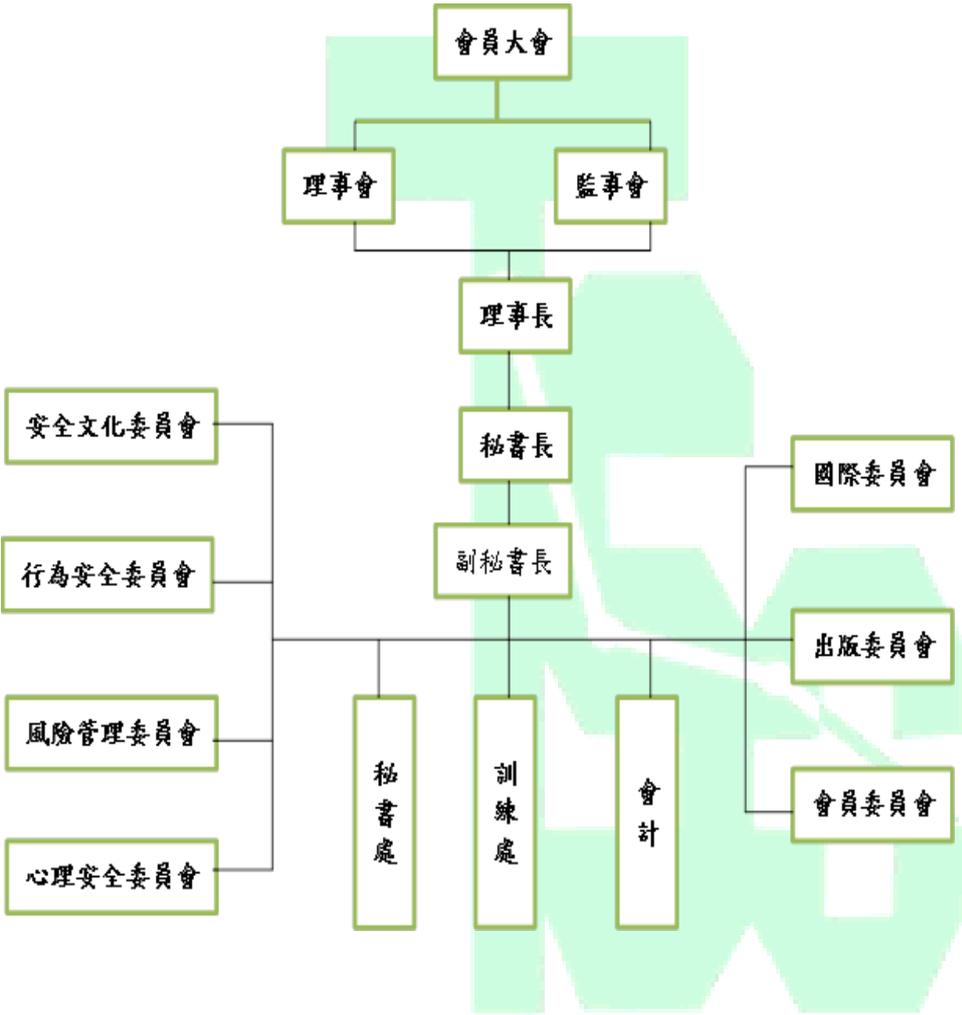


台灣安全研究與教育學會宗旨：

本會以配合政府政策及施政方針，為建立企業安全文化，推展安全衛生研究與教育，協助工商企業團體提供防災安全管理、技術及建議事項，藉以減少災害損失，保障民眾生命及財產之安全，並以培訓損害防阻技術與服務人才為宗旨。

成立日期：中華民國 92 年 07 月 04 日

# 學會組織



## 一、訓練課程

1. 建立安全文化工作坊
2. 建立行為安全工作坊
3. 事故調查工作坊
4. 工安稽核研討會
5. 製程安全系列課程
6. 承攬商安全系列訓練
  - a. 安全管理研討會
  - b. 三合一系列安全訓練課程
7. API 系列課程
  - a. API653 儲槽安全訓練班
  - b. API570 管線安全訓練班
  - c. API510 壓力容器安全訓練班
  - d. API579 火災事故後設備適用

## 二、舉辦論壇及國際會議

1. 安全文化國際論壇
2. 製程安全風險評估論壇
3. 風險評估實務論壇
4. 員工協助方案論壇

## 三、提供顧問服務

1. 安全文化評估與輔導
2. 安全管理系統評鑑服務
3. 製程安全管理評鑑服務
4. 電氣防爆評鑑服務
5. 建立安全行為輔導技術
6. 安全稽查與輔導

## 四、出版網路服務

1. 安全文化系列
2. 行為安全系列
3. API 教材系列
4. 網路問答服務

## 學會近期活動簡介

活動名稱	日期/時間	備註
經理人員安全管理工作坊	2015/6/22~23	收費
第五屆第一次會員大會	2015/6/24 9:00~13:00	免費
第十屆台灣安全文化學術論壇	2015/6/24 09:40~17:00	免費
US CSB 個案研討會	2015/6/25 13:30~17:00	收費

有意參加者請與本學會聯絡：

(社團法人)台灣安全研究與教育學會

地址(11064)台北市信義區忠孝東路五段 71 巷 26 號 1F

E-mail : [service@tsc.org.tw](mailto:service@tsc.org.tw)

網址: [www.tsc.org.tw](http://www.tsc.org.tw)

電話(02)2769-1899 傳真(02)2746-50120

多一些工安專業  
少一些災害損失