

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書

(出國類別：考察)

「設備風險管理制度」考察報告書

出國人：服務機關：中油公司總公司

職務：組長

姓名：邱創泉

出國地點：美國

出國期間：89年10月8日至10月21日

報告日期：90年1月5日

G13/
/c0890678/

摘 要

風險管理之目的是「企業的永續經營」，其具體作法可分成①經營風險管理、②風險理財——保險、③安環風險管理等三大工作項目。而風險管理之實施步驟簡單分為以下五個步驟①建立風險管理架構、②認識風險、③分析風險、④評估風險、⑤處理風險。設於美國之 FM 研究中心是世界上最佳設備風險管理諮詢單位之一。

消防是設備風險管理中最重要的一環，消防撒水系統於煉油廠火災發生時，在防止災害之擴大上佔極為重要之地位，其考量重點為必需有足夠的水量來吸收火災現場所產生之幅射熱。中油公司油槽最常使用的型式為外浮頂油槽及錐頂油槽，外浮頂油槽消防安全之考慮因素為滅火藥劑能有效撲滅環形密封圈處之火災，錐頂油槽之消防安全重點為採底部注入法來撲滅火災。

風險基檢查是以風險考量為基準的檢查規劃方法，工廠依據設備風險等級擬定最適當的檢查計劃，將較多的資源與人力投入較高風險的設備，避免浪費過多資源在無效的檢查上。具體作法上可先作定性分析，再進一部作定量分析。

目 次

壹、目的	4
貳、過程	4
參、心得	6
1、簡介	6
2、FM 研究中心	7
3、設備風險管理	13
4、消防安全	22
5、風險基檢查	30
肆、建議	37

壹、目的

- 1、考察美國設備風險管理制度及消防設備風險管理，作為公司往後災害防阻評估之參考，以提昇本公司設備風險管理及風險評估水準。
- 2、參加設備風險基檢查會議，研討先進檢查技術，提昇本公司設備檢查水準。

貳、過程

職於十月九日至十月十一日前往 FM 研究中心 (Factory Mutual Research)，FM 研究中心是一個非營利之科技組織，提供先進之財產損失防阻資訊及災害預防工程實務技術，FM 研究中心主要目標為應用科學、工程及技術等解決設備風險管理、財務損失之問題、評估損害防阻設備之功能並提供結構、製程、儲槽、設備損害防阻資訊。

近年國內、外重視設備風險管理之原因，是幾樁損失慘重之火災所引起，例如 1953 年美國通用一億美元火災、及近年聯瑞、華邦電百億元火災，故職此次特別深入瞭解美國之先進消防安全技術。

職在 FM 研究中心考察消防設備風險管理、消防撒水系

統、泡沫滅火系統、消防水泵浦系統、乾粉滅火系統之設計原理及相關規定。並至 FM 實驗室 (Factory Mutual laboratory) 了解撒水系統之滅火實務。

十月十二日至十月十五日至伍斯特工程學院消防研究所 (Worcester Polytechnic Institute)，伍斯特工程學院創建於 1865 年是美國排名第三古老之私立大學，伍斯特學院立校的指導方針為「因應世界的改變及需求，建立其所需之技術」，在 1979 年時學校當局發覺，火災造成之危害及消防技術快速地發展，於是創設火災安全研究所，其宗旨在於集合專家、學者、許多學生的才能來解決火災上的問題，職在伍斯特工程學院消防研究所考察了解火災警報、二氧化碳滅火系統之設計原理及相關規定。

十月十六日則前往美國消防協會 (National Fire Protection Association)，至美國消防協會考察了解美國目前消防政策及最新趨勢，美國消防協會設立於 1896 年，在火災、電力和民眾生命安全之保護領域，居世界領導地位，美國消防協會主要係藉由研究、訓練、教育及發展科學性、實用性的標準，來降低世界上火災及其他災害之生命損失。

十月十七日啟程赴休士頓參加十月十八、十九日在休士

頓舉辦之「風險基檢查會議」，風險基檢查是以風險的觀念作設備檢查，是設備風險管理的基礎。本項研討會集合了全美及其他國家實施風險基檢查之公司、工廠實務經驗者、及專家、學者共同討論風險基檢查之優劣、得失、利弊等，會中正反意見皆有，尤其核能電廠較持反面意見，唯絕大多數均予以肯定。

參、心得

1、簡介

風險管理之目的是「企業的永續經營」。其起源大致可分為兩個系統，一為歐洲系統，以德國為發源地；另一為北美系統，以美國為發源地；而企業高層經理人對「風險管理」之重視，不論歐美或我國均在重大工安事件(尤其是火災)之巨額損失的刺激之後。

德國的風險管理；一次大戰德國戰敗，其國內通貨膨脹極劇，企業為求生存紛紛研究因應之道，咸認風險管理是經營上之重要課題，其具體做法包括：風險控制、風險分散、風險補償、風險防止、風險隔絕、風險相殺、等。

美國的風險管理；1930年代美國經濟大蕭條，美國

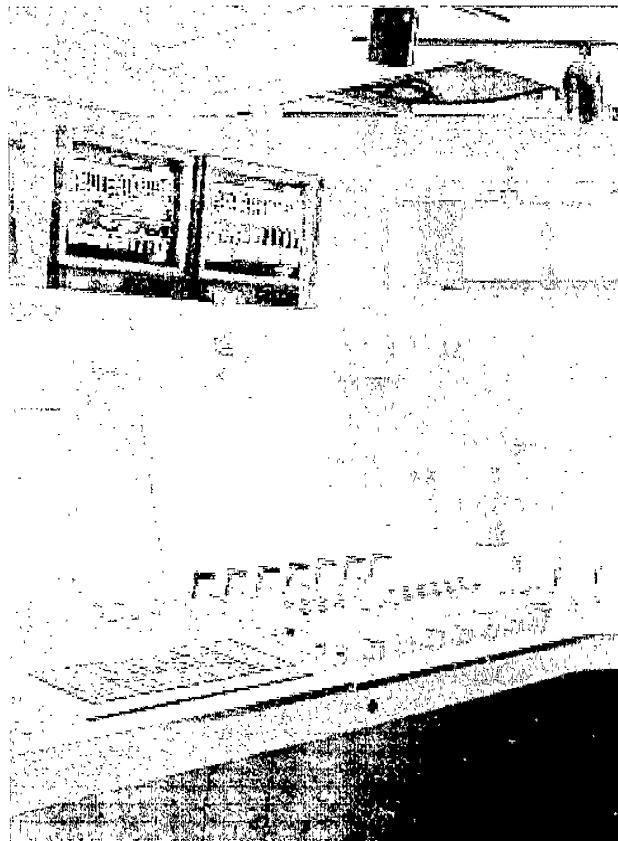
經營者協會設置保險部，以協助其會員企業如何在不景氣下生存，簡言之，美國之風險管理係發自不景氣下的費用管理，即以費用管理作為經營合理化的一種手段。

在美國由於 1953 年通用汽車公司的「一億元火災」教訓，促使美國企業界加速對風險管理的重視。在國內也因幾起重大火災而促使企業界重視風險管理，如 74 年台電恆春核三廠火災巨額損失、87 年華邦電子大火損失 50 多億、瑞聯半導體大火損失 101 億。因此國內有些大企業遂成立風險管理部門，專責風險管理工作，其中具代表性者首推長榮集團，該集團於 81 年成立「風險管理部門」，負責長榮集團內部包括：海運、空運、建設、營造、旅館及其他事業部門的風險管理相關事宜。中油公司則於民國 87 年初成立風險管理委員會，整合、推動全公司風險管理業務，由總經理主持，相關副總經理及處室主管為委員，各單位主管列席，安環處為秘書單位。

2、FM 研究中心

位於羅德島的 FM 全方位測試中心是世界上最大也是獨一無二致力於設備損害防阻的科學中心，FM 的科學家、工程師及測試中心的同仁們提供廣泛的專家級服

務，例如可燃性液體洩漏、石化品儲存、車輛事故、、、之火災及工業爆炸等不同領域，有關損害防阻問題的全尺寸實物測試。



圖一 風險方法工程示意圖

風險方法工程之發展集中於不同領域的風險認知與風險量化等特殊技術之發展。與 FM 其他工作群組密切合作下，其成果顯現於現場實際的應用方面，諸如實用的檢測、評估、資訊收集及損害防阻技術等。其中尤以複雜工程系統的可靠度問題成效最佳，例如油、氣、水、

電工程之安全防護系統。

風險方法工程主要工作為：

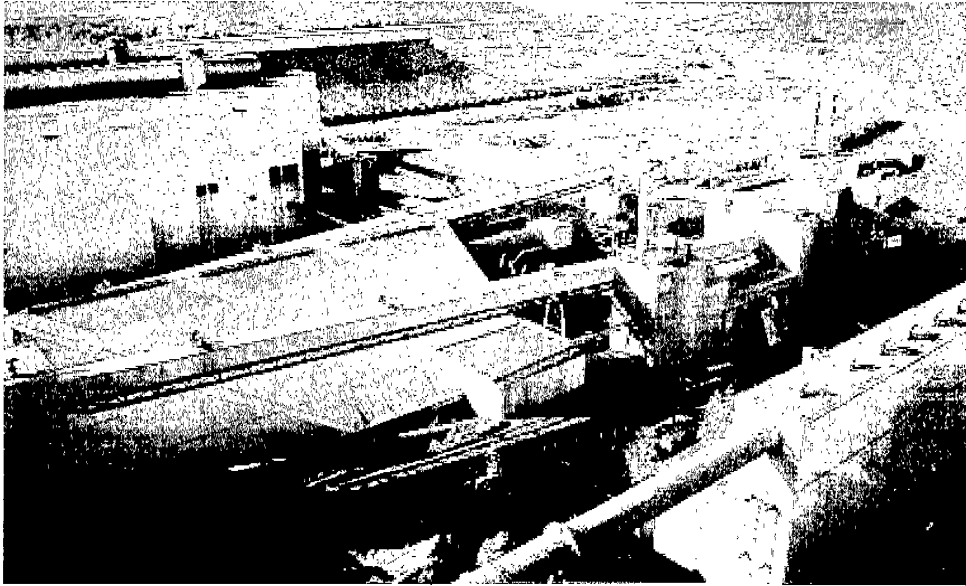
- 工業風險評估。
- 系統可靠度評估。
- 損害防阻/損害控制軟體研究。
- 電器走火預防。

工程風險評估：評估事故發生的可能性、嚴重度、及其衝擊，並且經常與最新之國際工安實務標準密切聯繫，FM 研究中心是最佳的諮詢對象。FM 研究中心①運用各種事故模擬技術、②研發新方法、③與風險評估及風險管理領域中的其他專家們策略聯盟等三種方法，以達成危害認知及風險評估與風險管理之目標。

FM 研究中心所做的設備風險評估使公司或工廠能做出較客觀、較精確、較實際、及較有成本效益的損害防阻抉擇。FM 研究中心收集公司或工廠之歷史紀錄資料，運用實際情況評估技術，以協助公司或工廠更為瞭解其所暴露之風險。該中心做過的一些設備風險評估實例如下：

- 溶劑再生製程。

- 半導體製程。



圖二 工程風險評估

- 生化工程。
- 航太元件倉儲設備。
- 電報電話主機房評估。

系統可靠度、可用度、維修度(RAM)：評估製程控制實務及安全系統，特殊操作應採用何種保護系統？保護系統應多久檢查一次？如何預估機械設備之檢查與維修週期？這些問題 FM 研究中心均可作最佳的諮詢服務。FM 研究中心①運用 RAM 模擬方法、②元件/系統測試技術、③研發新方法、④與 RAM 評估領域中其他專家們策略聯盟，等四種方法以達成系統評估之目標。



圖三 系統 RAM 工程

FM 研究中心之 RAM 服務，可使公司或工廠瞭解現場實際情況，同時顧及成本效益以改善生產實務。運用歷史紀錄資料建立實際情況模式之測試技術，使公司或工廠能更清楚瞭解整個生產系統運轉情況，需要時並可據以作進一步的改善。運用 RAM 技術可作整體設備的風險評估診斷，以下是幾個實例：

- (1) 消防洒水設備：評估其可靠度，已有上百案例。
- (2) 消防電子偵測設備：蒸氣鍋爐液/氣相介面監視系統可靠度評估。
- (3) 直昇機吊掛消防設備：使用可靠度與可用度技術評估不同的消防系統之實用性。

(4) 高樓建物消防設備：評估高樓消防洒水設備之可靠度。

(5) 可程式電子系統：評估其可靠度及可用性。

做了 RAM 後一個公司或工廠可獲得下列實質利益：

(1) 從設計階段就開始規劃整體工安系統，考慮設備風險問題，最為完整周延。

(2) 因為所有產品之品質及可靠度均已文件化且具體可行，對於以市場競爭為導向之經營環境極為有利。

(3) 使領導者可做客觀明確的決策。

(4) 現場操作尚有下列之改善潛力：

- 減少損害。
- 減少突發事故。
- 增加設備利用率。

3、設備風險管理

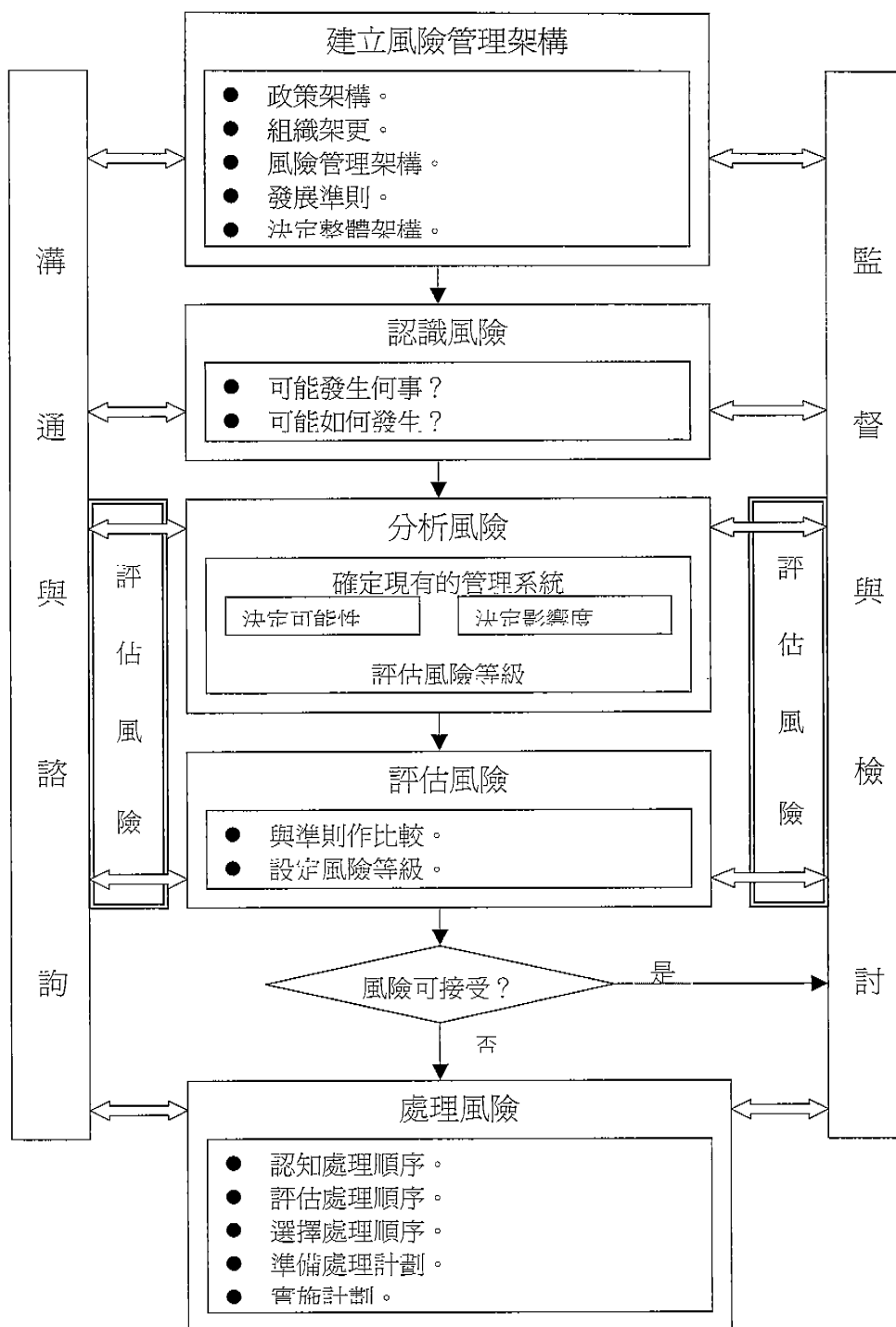
設備風險管理程序：①溝通與諮詢，②建立風險管理架構，③認識風險，④分析風險，⑤評估風險，⑥處理風險，⑦監督與檢討。如圖四所示。針對前述設備風險管理程序再做更詳盡之說明如下：

3.1 風險管理政策：在做每一件事情之前，我們必須先擬定它的管理政策，風險管理的政策一般是杜絕任何可能導致財產損失與個人傷害及疾病之可預見危險。財產損失是風險管理的一部份，而個人傷害及疾病分屬於工業安全與工業衛生領域。通常工業安全是指職業災害之防止，工業衛生是針對職業病之防止。最重要的是防範災害與損失，乃是各級主管人員與現場同仁的直接責任。

3.2 風險管理工作執掌：風險管理單位主要工作包含「企業風險管理」、「設備風險管理」、「損害防阻」、「工安環保業務」、「風險理財---保險業務」。

3.3 風險管理策略：談管理一定會談策略，風險管理的策略分為兩部分，一為嚴重度、另一為頻率，將這兩軸分為四部分；

- 高頻率高嚴重度：透過損害防阻與控制，要求絕對避免。
- 高頻率低嚴重度：透過損害防阻與控制，降低其發生頻率。
- 低頻率高嚴重度：透過損害防阻與控制加上保險，達到風



圖四、風險管理程序圖

險管理之目的。

- 低頻率低嚴重度：透過管理制度，由公司自留風險。

談風險管理也好、談損害防阻也好，一定有部分需要轉嫁，正如無法掌握的事情，如天災就需要轉嫁，先由保險公司承擔，保險公司再做轉嫁，於是產生許多的國外再保險。風險通常情況下分為兩種，一是可控制風險，可透過損害防阻加以防止，另一是不可控制風險，將之轉嫁到保險公司。但縱使做了損害防阻，還是需要完整之投保範圍涵括風險，故一般公司之保險分為固定資產設備保險與營業中斷保險兩大類。

3.4 風險評估程序：風險評估第一步先要知道風險是可控制或不可控制的，需要透過一特定程序，第一是作業分類，分類之後再做危害辨識，分析可能及潛在危害，再透過風險判定，看這個風險是什麼樣的性質，是人身的、財產的或營業的風險、其頻率及嚴重度如何？接下來判斷這樣的風險是否能夠接受，再來擬定一損害控制計劃，擬定後執行並作整體評估，這就是風險評估程序。

- 作業分類：作業可分類為許相，如可燃性物質、特殊氣體、化學品、電器、一般性作業。工安與環保在風險管理中是很重要的一環，尤其對產業界來說更是重要。
- 危害辨識：危害辨識初步必須找出廠內可能或潛在的危害，再做重大危害辨識。哪一些事件可能會造成重大的危害，如火災或爆炸、氣體洩漏、化學品洩漏、感電。有一些是針對人，另一些是針對財產，如果從財產設備的風險管理來看，火災或爆炸絕對是重大危害。

3.5 損害防阻執行架構：關於損害防阻的執行架構，公司需先要有明確政策，透過政策來評估現況。風險評估分為兩個項目，一為管理控制，也就是透過管理的手法，將可能引起災害的事情，透過行政命令管理，這是一個不需花錢、速度又快的方法，這一部份屬於軟體。另一個為工程控制，透過評估、設計及施工，這是需要花很多時間及金錢的方法，此部份屬於硬體改善。有時候可能需要這兩種方法一起實施，再透過績效評估及稽核，有效的作損害防阻的工作。內部是透過工安、風險管理單位、稽核單位來看執行的情況如何，外部就是透過保險公

司、再保險公司的損害防阻人員、或透過一些制度將專案引進來做評估〈如 FM, CIGNA 3A〉。

3.6 工程控制：工程控制包含自動滅火系統、排煙系統、早期火警偵測系統、防火區隔、氣體偵測系統、廢氣排氣系統、廢氣處理系統等。目前最常見到的是早期火警偵測系統及防火區隔。另外自動滅火系統分為洒水、水霧、與二氧化碳系統等。

3.7 管理控制：管理控制包含教育訓練、安全作業標準、自動檢查、採購管理、承攬商管理、警急應變等。分述如下：

- 教育訓練：教育訓練在一般製造單位非常重要，需要對主管人員作教育訓練，讓他們知道企業經營與風險管理的關係、作業安全評估與稽核及作業安全分析。針對特殊作業人員，他們需要知道危害通識、特定化學物質、有機溶劑、急救等。針對危害通識，應將有害物質依勞委會的規定作標示。危害通識的意義是讓這些人知道有什麼東西會危害他們，而能清楚的分辨有害物質，對新進人員則要花幾個鐘頭的時間，告訴他們在公司裡頭要注意一些安全事宜，還有簡易急救、消防疏散的訓練，

以及法律規定的告知。

- 安全作業標準：安全作業標準非常重要，大家需要按照安全作業標準來做，如果沒有依照規定，通常會給予嚴重處分。每個人都要依據作業特性，分析其可能及潛在危害性，據以訂定作業時需遵守之安全事項與程序，經由作業前充分的準備與防範，確保作業安全，防制意外事故的發生。
- 自動檢查：自動檢查就是自動自發按週、按月、按季去實行例行檢查。遵循勞工安全衛生及相關規章，建立自主性檢查制度，經由事前之例行檢查，及早發現問題，防止意外事故發生，保障公司及全體員工安全與健康。
- 採購管理：談風險管理為什麼會談到採購？因為當主要設備受到災損時，需要花多久的時間才能將新設備或零件運到廠房繼續生產、恢復運作？如何加速此工作，這便與採購管理有很大的關係。
- 承攬商管理：承攬商管理是經由審慎的評估作業，通盤了解各承攬商之執行能力，繼以合約的約束，釐清承攬商之責任與義務，以確保公司權益。承攬商管理與風險

管理有什麼關係？一個廠區在建廠時會有很多的承攬商、停爐大修時也會有許多承攬商，通常要先為他們上課、講解安全事項才發給識別證，方可進入廠區工作。照理說、這樣的管理已經相當周延，但他們卻不願上課、上了課也不願意遵守安全規則，因此承攬商需簽訂承攬商安全、衛生及環保管理辦法，有幾個重要工作是他們必須去做的，如施工許可，如此才能掌握有多少的工程、有多少人在做，以便集中管理。而當有動火時，需要單獨申請動火作業許可，吊掛作業、密閉空間作業也必須要單獨申請，因為這些都是比較容易出問題的工程。施工許可需要看到施工區域、作業內容、期間可能發生的情況等等。動火許可有一點要注意的是，當天動火前通知工安前往會勘，也就是動火許可只發給一天，因為可能昨天申請作業的情況與今天實際要動工的情況已經不同，而無法掌控，所以只發給一天，故每天動火之前工安都可以去掌握現場的情況。密閉空間要經過監工或工安人員實施作業環境測定，相關氣體的濃度都要在容許範圍內，且作業時一定要有人在一旁監護。

- 緊急應變：工安檢查是在工廠還沒發生損害時，所做的

一些預防工作，而當真正發生災害時，該怎麼辦？通常都應有緊急應變計劃，而緊急應變計劃是指搶救時的計劃還是復原計劃？應當是將復原計劃納入緊急應變中。緊急應變，當發生突發狀況時，各部門與相關人員要能夠清楚的知道自己該做些什麼事情，因此會有它的組織架構、職掌、任務說明、相關書面資料、與廠外緊急應變通報及支援單位等。疏散工作也是重要的一環，所有的人都要到緊急位置集合，大家要按照已擬定好的程序去做。通常情況下，公司內所準備的緊急應變器材在發生大災變的時候，普遍來說是不夠的，所以需要其他廠、或外力來支援。同區域內的廠商互相支援的器材，包含消防應變器材、化災防護及應器材、通訊器材、醫護急救器材等。而教育訓練的意義就是先擬定好應變措施，再持續不斷的傳達給員工，藉由不斷的演練讓大家很習慣這些事情，而在不幸發生情況的時候，就能很自然的去做。

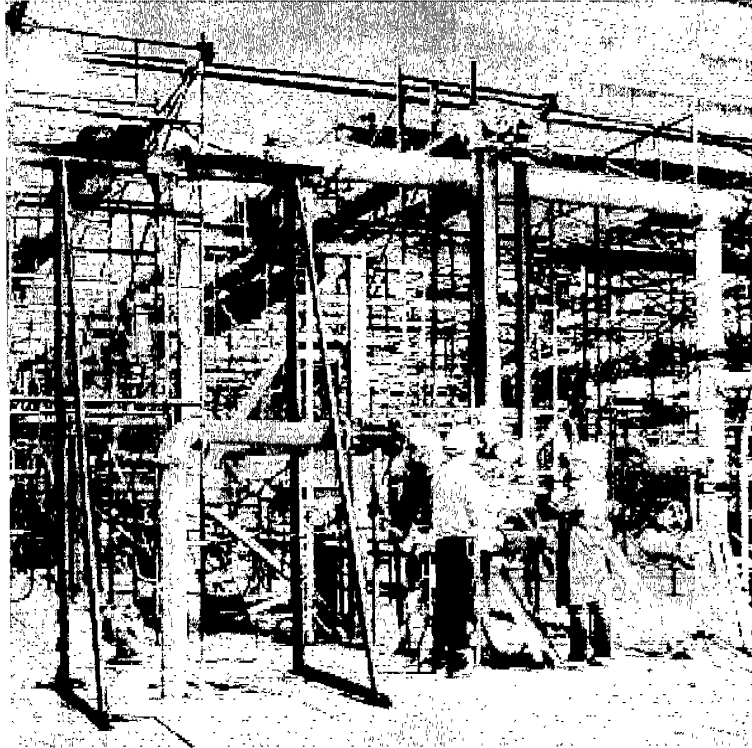
- 災害復原計劃：災害復原要事先做好計劃，如果發生重大災害，該如何緊急應變，其包含事前之損害防阻工作、重大災害之界定、發生災害之緊急應變、危機管理及復

原工作計劃。

- 損害防阻：損害防阻的運作模式，透過評估，經過 PDCA 的方法，例如消防系統加強計劃，由風險、工安、廠務及保險公司損害防阻等單位組成評估小組來評估，針對作業特性及消防系統現況，完成加強計劃，再由工安及廠務單位依計劃進行細部設計、施工，風險管理單位稽核有否依計劃設計、施工及驗收，最後由評估小組評估成效，是否還有其他需改善之處。現在的損害防阻和工安有一點差異，過去的工安環保單位是用 ISRS、VPP，著重一般性安全防護與管理，現在的風險管理單位用的是 NFPA、FM、UL，著重消防系統之安全防護、防火區隔規劃、煙控與防震。
- 保險理賠：不在此次考察範圍內，在此不述。

3、消防安全

消防是設備風險管理中最重要的一環，若不幸發生火災，一座工廠或整個公司可能就此化為灰燼不復存在，故職特別對消防安全技術面作較深入的了解。



圖五、消防系統(全尺寸)測試

消防撒水系統在煉油廠及石化廠火災發生時，在防止災害之擴大上佔極為重要之地位，而中油公司油槽最常使用的型式為外浮頂油槽及錐頂油槽，僅將此次考察所得如何應用於消防撒水系統及此二種油槽消防上需考量之因素分述如下：

4.1 外浮頂油槽消防安全考慮因素：

外浮頂油槽與錐頂油槽有些相似，只不過是外浮頂油槽沒有一圈或兩圈的風樑，外浮頂油槽的雙



圖六、洒水頭測試

重甲板式或隔艙式槽頂，係直接漂浮在液面上，浮頂與槽壁間的空隙，設有縮放式密封或管式密封，使油氣不致外洩。

由於液面可能暴露的唯一位置，是浮頂與槽壁的接壤處，因此往往可由消防人員使用手提式消防器材撲滅環形密封圈處的火災。在撲滅錐頂油槽火災的幾種常用方法中，有些並不太適合在此處應用：①底部注入法由於泡沫的分布可能不合所需，所以 NFPA 11 不推薦使用；②移動式泡沫塔法雖然合用，但其鵝頸回彎頭能否克服槽壁上部風樑的障礙，卻成了能否使用的先決條件；③從地面上發射的泡沫噴槍，由於泡沫可能落在浮頂上而非落在泡

沫堰與槽壁間的環形地帶，不但滅火效率差，而且還可能將浮頭壓沉或造成傾斜，因此也不宜使用。茲將外浮頂油槽較常用的幾種消防方法簡單介紹如下：

4.1.1 泡沫箱法：此法與錐頂油槽所使用的泡沫箱法極為相似，主要的差異在於泡沫流量及泡沫箱數量有些不同，以及另須在浮頂上加裝泡沫堰而已。其要點如下：

- 浮頂上應焊以厚度至少 0.134 吋的鋼板，使成為環狀的泡沫堰，堰基部分應開長條形缺口以供雨水的排除，缺口的高度最高為 3/8 吋。其總面積應等於環形圍起面積之平方呎數乘以 0.04 所得乘積之平方呎數。泡沫堰與浮頂邊緣的距離，最少應為 1 呎，最多不得大於 2 呎。
- 泡沫流出口或泡沫箱的數量，須依油槽的圓周而定；使用 12 吋高的泡沫堰者，泡沫流出口在油槽周邊上的最大間隔為 40 呎；使用 24 吋高的泡沫堰者，其最大間隔為 80 呎。
- 泡沫灌注量及泡沫原液供應量之多寡，係依泡沫堰與槽壁間所構成的環形地區面積來計算，最低的泡

沫溶液灌注量應為 0.3 GPM/ft^2 環形面積，泡沫原液的供應量至少應足夠使泡沫系統操作 20 分鐘。

4.1.2 懸垂曲線系統法此種系統包含一系列以相等的間隔設置在浮頂上靠近密封處的發泡器，這些發泡器各有管線連接至一公用管線，此公用管線再依附在浮頂滑動梯上，可隨該梯上下的可撓管子相連接，可撓管子的頂端終止於浮頂油槽的上部平台上，於該處再與沿著油槽外壁垂直向下並配至防火堤外的固定管線相連接。當發生火災時，泡沫溶液即經由垂直管線及可撓管子而被壓送到各發泡器，然後造成泡沫隨即被注入到出口地點。

懸垂曲線系統的泡沫灌注設計，既可將泡沫排放在縮放式連續織造物密封之上或者管式密封的金屬雨遮之上，也可將其排放在縮放式織造物密封之下或是管式密封的金屬雨遮之下。如果懸垂曲線系統的設計是要將泡沫排放在織造物密封之上或者金屬雨遮之上時，泡沫流出口の間隔距離，泡沫溶液流量及灌注時間，以及泡沫堰的設計等，均與前項泡沫箱法相同。

4.1.3 手提泡沫噴嘴法：此法是由消防人員攜帶泡沫噴嘴及水帶，登上浮頂油槽的風樑或浮頂上，將泡沫灌注到著火的密封環部份，以達到滅火的目的。使用此法時如果將水帶從防火堤外一直裝接到位於槽頂風樑上甚或浮頂上的消防隊員手中，則由於距離及高度都很大，不但裝接耗時費力，而且操作及移位也比較困難，消防人員的安全保障也稍微差些，因此比較理想的作法就是泡沫溶液供應管線，以固定方式裝配到槽壁頂端的浮頂滑梯出入口平台上，再於其終端裝設連接水帶用的快速接頭。除此之外；也宜在該處另設一支適當的發泡器，使其所產生的泡沫能注入到平台正下方的密封環地區，以保護消防人員通過平台及滑動梯時的安全。浮頂油槽裝設了上述設備後，消防人員即能輕易而安全地帶著泡沫噴嘴及連接好的水帶，沿著槽壁頂部風樑行走（風樑走道須設有護欄者方可）或經由滑動梯下降到浮頂上，將泡沫灌注到任何著火的密封環地區。

4.1.4 海龍自動噴洒系統：此種系統可大略分為兩類，一類稱之為濕式，乃因自海龍儲槽至各自

動噴洒頭間之管線內始終充滿加了壓的海龍液體而得名。此類系統之噴洒頭，裝有一顆內充高膨脹係數液體之玻璃球，此一玻璃球一旦受熱而破裂，海龍立即從該噴洒頭噴出。如果火焰的面積愈大，發生作用的噴洒頭也會相對地增加。另一類為乾式系統，則其噴洒頭上並未裝設阻止液體流出之任何零件，而僅在海龍儲槽之出口管線上裝設一個自動閘門，該一閘門只有在得到從連續偵測火災系統傳來的訊號時才會打開，因此自該閘以後之所有管線，均無液體海龍之存在，故此種系統被稱為乾式系統。大致而言濕式系統在各管線及噴洒頭之連接處具有較多的洩漏點，而乾式系統的洩漏點則僅在海龍儲槽之出口閘處。故以乾式系統較佳。

4.1.5 半槽底注入法：此法與錐頂油槽底部注入法相似，是由底部注入泡沫，但經由導管（可隨油面之高低，任意盤繞）至浮頂上之集泡沫盒內，再由集泡沫盒處輻射狀配管（管線數量及泡沫液流量與浮頂油槽泡沫箱法相同）至密封圈部份。以往由於導管接點多，使用後容易洩

漏及導管任意纏繞之缺點，較少被採用。現在則由於①安裝方法之進步，導管材質之改良，目前導管接點僅有槽內注入管線末端接點，並且至浮頂集泡沫盒處二個接點及可繞性導管隨浮頂移動僅有上下移動而沒有左右移動，雖然目前可繞性導管昂貴，需自國外進口，但由於所需使用之管線數量、長度及泡沫箱數量較泡沫箱法少很多，安裝費用反而降低。②其高背壓式之發泡器係設置於防火堤外之地面平時對此泡沫系統維護可方便很多。③泡沫可迅速確實注入浮頂油槽之密封圈部份。故半槽底注入法在浮頂油槽泡沫系統消防防護上值得推廣採用。

4.2 錐頂油槽消防設備需考量之因素

錐頂油槽通常係指具有一固定的錐形頂的大氣壓儲槽，一般多依據 API 650 設計。其槽頂與槽壁之銜接焊縫，一般多依據 API 650 設計。其槽頂與槽壁之銜接焊縫為油槽結構中最脆弱的部份，一旦油槽內部發生爆炸，此一脆弱焊縫首先備撕裂，槽頂被爆炸所產生的風爆掀開，間接保護槽體本身不被炸開，繼續裝著槽內油料不外洩，而將火災局限

在油槽內部的液面上，避免災情擴大蔓延。

4.3 撒水設備在油槽火災時之應用及其注意要點

當一座錐頂油槽發生火災時，如果不予噴水冷卻油槽外壁，則液面以上部份的壁板，溫度上升極為迅速，最後終因強度大減及受氣流壓力的影響而向油槽內側傾塌。除此之外；當火勢已被泡沫控制後，由於接觸到高溫壁板的泡沫較易被破壞，所以往往是靠近槽壁處的周邊火焰較難熄滅。因此；如果能在油槽著火之後迅速噴撒冷卻槽壁的油面以上部份，則不但能保護槽壁不致被大火燒壞，而且有助於滅火時間的縮短，以及減少泡沫的消耗。

除了上述著火的油槽本身須要撒水冷卻外，坐落在其附近四週的油槽，因受到大量輻射熱的影響，油液溫度及蒸氣壓力將逐漸上升，如果火勢無法迅速控制，則鄰近油槽的油溫可能會升高到超過其閃火點，甚至於到達其沸點，因此極易發生另一次事故，所以位於著火油槽鄰近四周的油槽，尤其是與著火油槽的距離（槽壁與槽壁間之距離）在著火油槽的一點五倍直徑範圍以內者，必須予以撒水冷卻槽壁。油槽冷卻水最低需水量的多寡，各國及

各公司的標準並不一致，例如美國 NFPA 13 將之訂為 0.25 GPM/ft^2 保護面積(其中包括 0.05 GPM/ft^2 的損耗)，而日本則將常壓油槽的最低冷卻水量訂為 2 LPM/m^2 保護面積，亦即僅 0.05 GPM/ft^2 而已(但日本對於球型 LPG 儲槽的冷卻水量，則訂為 7 LPM/m^2)。另外像西德則訂為每公尺圓長 $0.8 \text{ m}^3/\text{hr}$ (即 1.074 GPM/ft 圓周長)。

5、風險基檢查

風險基檢查/腐蝕環路(RBI/Corrosion Loop)的實施與檢測維修管理系統的運用，是預測設備及管線潛在危險的最佳方法，不僅明顯降低非計劃性停車次數且可提升實質安全水準，同時亦反映在降低總檢查維修成本上，是設備風險管理最重要的一環。其他的設備風險管理，如分散式控制系統、資料收集系統、製程儀器保護系統、及高階程序控制等，不僅能即時顯示於控制盤面上，以確保設備操作的可靠度及生產量的提高，亦可減少因人為的疏忽所造成的風險。儀器保護系統為操作變數異常的自動警告及安全跳脫系統，如加熱爐跳車系統等，為設備的安全性多了一層保護措施。資料收集系統

可提供以往及即時操作資料的功能，可為往後流程異常判斷的依據。

風險基檢查是 1990 年代初有二十家世界級大油公司贊助 API(美國石油協會)發展一套適用於石化及煉油工業，以風險考量為基準的檢查規劃方法，稱之為「風險基檢查」，簡稱 RBI。設備損壞的模式有很多，API 的 RBI 分析將之分為下列四個主要的風險因素：火災爆炸事件、毒性物質外洩、重大環保事故、商業運轉中斷損失。利用 RBI 技術可將設備損壞的風險以系統化的方法詳加分級，工廠即可依據設備風險等級擬定最適當的檢查計劃，將較多的資源及人力投入在較高風險的設備，避免浪費過多資源在無效的檢查。

5.1 重大事故損失的省思：依據統計過去 30 年來石化工

業重大損失案例中，機械設備故障佔 43%，令不明原因 14%中推測可能有一半也屬於機械設備故障，故對於較重大的事故案例約有 50%左右屬於機械設備的問題，其中配管發生的概率最高，約佔 33%。而反應器發生概率僅佔 10%，但每件損失金額高達一億五千多萬美元。RBI 技術的有效應用，對於機械設備損失的減少將有相當大的貢獻。

5.2 RBI 技術發展過程：風險分析技術以法展了一段時間，我們已認知不可能消除所有大發書店小風險。應是將有限的資源投入「真正有意義的風險」，以合理的費用將風險控制在可接受的範圍才是務實的做法。根據文獻資料指出以往的檢查方式可能約 60 % 屬「過度檢查」，約 10 % 屬「檢查不足或無效」。表示我們可能將資源浪費在不需要的工作上，也表示我們可能冒著有一些潛在缺陷未能有效檢查出來的風險之中而不自知。

工程師們都知道設備中總有一些瑕疵存在，因為設備或材料製造過程中不可能是完美無缺的，工業界中之壓力設備總會有一些瑕疵存在，只是其尚未達到造成問題的程度，其中有少數可能已接近發生問題的邊緣。我們如何經濟有效的找到那些關鍵的瑕疵是一大挑戰，我們如何規劃一個經濟而有效的檢查計劃？而 RBI 技術正可協助我們朝正確的方向執行。

為了發展一套系統的方法，包括 Shell、Exxon、Amoco、Mobil、、、等 20 家公司贊助 API 來發展

Risk-Based Inspection, RBI 的技術，API 並委託 DNV 公司於 1996 年完成 API 581, 其內容除方法介紹外，還有一系列的表格引導進行評估。

這幾年來這幾家贊助公司已陸續試驗了很多工場，並持續修正改良其方法。API RBI 將其方法分為訂性 RBI 及定量 RBI 兩種方式。試驗過程中，一個有趣的現象就是相同的製程、類似的設備在不同公司卻有完全不一樣的風險等級評估結果，其原因為兩公司的社區影響、非計劃性停爐紀錄、安全制度要求、可燃物及有毒物總量、有否緊急遮斷閥、對其他高價值資產影響、設備完整性制度及紀錄等因素評分截然不同所致。這也印證了 RBI 技術確實協助我們，從新由系統化而客觀的角度來發掘設備安全的風險所在。

5.3 API 的定性 RBI：利用一 5x5 的風險矩陣圖，縱軸為失效可能性等級，橫軸為失效嚴重度等級。API 提供一系列表格一填寫據以算出其得分。縱軸為「失效可能性等級」，共有設備係數、損壞係數、檢測係數、狀況係數、製程係數、機械設計係數、失效可

能性等七種表格，前六個表的得分總和依第七個表分成 1 至 5 的失效可能性等級。橫軸由「損壞影響等級」及「健康影響等級」中，A 至 E 失效嚴重度等級較高者來決定。前者有化學物質係數、物質係數、狀態係數、蔓延係數、保護係數、損壞潛在係數、損壞影響等級等七種表格。後者有毒性含量係數、擴散係數、保護係數、人員係數、健康影響等級等五種表格。

5.4 API 的定量 RBI：RBI 是一種整體性的評估技術，並非僅依據檢查、設計、維修等紀錄，還涉及該工廠安全管理制度及操作程序安全等層面。RBI 並非只考慮硬體設備，軟體層面也需考慮。

定量 RBI 評估過程較複雜，一般只針對已經過定性 RBI 評估結果風險較高的設備，才進一步進行較精確的定量 RBI 評估。其定量的風險為頻度與嚴重度的乘績，公式如下：

$$RISKs = Cs \times Fs$$

S：不同洩漏大小（1/4”、1”、4” 破裂）

Cs：不同洩漏大小的嚴重度。

Fs：不同洩漏大小的頻度。

5.5 執行 RBI 計劃的步驟：執行 RBI 計劃的過程必須不斷的由現場實際情況回饋來修正評估參數，其步驟如下；

- 整理彙編工場設備之資料庫。
- 決定管線迴路並去除低風險的管線迴路。
- 對各管線迴路及設備進行風險等級評估。
- 綜合考量風險等級、檢查等級、壽命評估等因素，決定檢查週期。
- 制定檢查計劃。
- 執行檢查、修護工作。
- RBI 結果在檢討。
- 回饋修訂設備之資料庫，軟體層面也需考慮。選擇一個功能強而適用的資料庫軟體將會有事半功倍的效果，否則執行一段時間之後將會遇到極大的瓶頸。執行檢查、修護的品質亦占關鍵性地位，執行不落實，在好的規劃都

是枉然。由於工場中配管數量非常龐大，以腐蝕環路觀念將類似條件的配管看成一個設備組件來評估，使其工作變為較可行，也比較容易管理。

5.6 簡單結語：RBI 技術可以作為管理階層擬定檢查計劃及如何降低設備風險的一個決策工具，此技術仍持續發展改善中。除了 RBI 之外，還有很多觀念相同而各自局部改良或簡化的系統，包括殼牌石油的 RBI，英國的 RBI，改良自的 RBI 等。由各種訊息顯示 RBI 的推動可降低設備損壞的風險並將為工場帶來可觀的利益。RBI 工作的進行應由檢查、操作、維修、工安等部門共同參予，目前大多由設備檢查單位主導推動。選擇適當的軟體工具對於推動的順利影響頗大。

肆、建議

1、人人作「風險管理」

1.1「風險管理」三大工作項目：

- 經營風險：尚無具體成熟之技術。為目前重點推行工作。
建議由企研處主辦。
- 風險理財——保險：目前已發展出許多成熟之技術，也有取得証照之風險管理師。目前由財物處主辦。
- 安環風險：已有成熟之技術可資遵行。目前由安環處主辦。

以上三種風險管理之「技術」關聯性不大，例如安環之風險管理技術無法用於財物保險，反之亦然。

「風險管理」工作人人做，風險管理專責單位之任務是教育各部門以提高風險管理意識，並作為風險管理工作之諮詢、顧問單位。「風險管理」工作還是由各單位各部門執行。

1.2 建議做法：

- 培訓內部風險管理專才。
- 聘請外部風險顧問公司。

風險管理之目標是企業永續經營，因此風險管理之對象極廣，可說函概所有部門，諸如：財務、保險、法務、工安、環保---等。各部門的每一工作人員都要有風險管理之概念，並進而對所經辦之工作做風險管理，風險管理之三個步驟是①風險辨識、②風險評估、③風險控制，基本技術是「損害防阻」與「風險理財---保險」。若每一部門均有風險管理專才是不可能的也沒必要，故需培養一批「風險管理專才」，配合「各部門」做風險管理。力有未迨時，則聘請外部之風險管理顧問公司協助。平常則做風險管理之教育宣導推廣工作，灌輸每一部門均有風險管理之概念，提高風險管理之水準。

1.3 建議「本公司風險管理組織」：

- 加強「風險管理委員會」功能。其餘維持不變：即安環風險管理仍由安環處負責，風險理財仍由財務處繼續推動。經營風險管理則由企研處推動。
- 風險管理委員會由總經理主持，各單位提出風險異常如安環事故、營業損失、投資缺點---等報告，最符合風險管理推動之需。
- 優點：

- 組織變更最小。
- 可避免權責劃分不清。

➤ 缺點：欠缺風險管理專業人才。

2、消防安全

公司各工場、各單位所設置之消防設備因各自為政沒有一套統一的標準，因此造成維修及採購上更為困難，且由於消防技術、消防設備及消防法規不斷地更新，因此公司必須建立全公司一致性之消防工程規範，作為公司將來消防安全設備設置之依據。

由於溫室效應及京都協定海龍滅火系統未來將被淘汰及禁止使用，公司在這之前所設置之海龍系統將逐漸汰換成二氧化碳及乾粉滅火系統，建議此時必須重新計算管路之壓力損失及噴頭是否能將滅火藥劑快速地噴灑至整個防護空間。