

出國類別：國際研討會

第 14 屆國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會暨除污設備廠商參訪

出國報告書

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：彭富科薦任技士

派赴國家：義大利佛羅倫斯 (Florence)、維洛納 (Verona)

出國期間：102 年 05 月 09 日至 05 月 18 日

報告日期：102 年 08 月 18 日

目錄

一、	內容摘要	1
(一)	目的	1
(二)	參加人員	2
(三)	出國期間及主辦單位（行程記要）	2
(四)	結論及建議	4
二、	訓練／研習／進修／研討會／考察項目及內容	5
(一)	研討會參與內容	5
(二)	除污設備廠商參訪資訊	8
三、	訓練／研習／進修／研討會／考察經過	9
(一)	研討會參與經過	9
(二)	除污設備廠商參訪經過	22
四、	心得（對研究計畫之助益）	28
五、	檢討及具體建議	30
六、	誌謝	31
七、	附件及參考資料	32

一、內容摘要

基於執行「強化毒化物安全管理及災害應變計畫」與規劃「建構寧適家園計畫」草案目標之需求，規劃於 102 年持續依據實際功能需求規劃參與國外「第 14 屆製程工業損害預防及安全提升國際研討會（14th International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries）」之行程。以利後續環境應變能量規劃、專業訓練、專責團隊整備、技術引進發展、應變聯防機制推動，以及體系管理精進，藉以提升毒災體系、業界聯防、諮詢應變之專業能力。

(一) 目的

本次參與第十四屆「國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會」將延續過去分別於 99、100 與 101 年三年間，逐年執行美國及德國兩大國際型化學工業與先進開發國家的參訪行程。相關收集的資訊均能提供國內應變能量提升方案之規劃、推動國內全國性聯防組織體系，以及強化毒化災進階專業技術設備建置之參考。

第十四屆「國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會」，於義大利佛羅倫斯 (Florence) 之 Fiera Villa Vittoria 會展中心舉行。藉由參與該國際性研討會的機會，將可接觸第一手來自於歐洲境內與國際供應商、開發機構、應變單位與各級政府的專業與業管人員，並直接收集相關最新且有用的資訊。

除前述研討會行程外，本案出國行程，亦包含於 05 月 16 日前往義大利維洛納 (Verona) 之 CRISTANINI S.p.A 公司，參訪其核生化去毒除污系統。

本年度國外參訪主要目的如下：

- (1) 瞭解先進國家毒化物事故應變體系運作情形，蒐集法規沿革、外洩技術、個人防護器材、偵檢儀器、後果分析、風險評估與應變軟硬體整合應用等相關資料。
- (2) 汲取實務經驗作為我國應變相關作業參考。

(3) 參訪除污設備廠商開發之除污設備、器材及除污劑等，藉以瞭解現行國際間針對核生化危害之先進除污作業設備器材及其功能，收集相關資訊，可提供國內相關化學品危害應變單位（如環保署環境毒災應變隊、國防部化兵群、業界應援團對組織…等），作為日後國內相關除污設備開發或引進之參考。

(二) 參加人員

本案係屬環保署年度委案「提升應變諮詢監控能量、整訓、毒災聯防及化學品專業諮詢推動暨執行毒化物災害評析(第二年)專案工作內容中，「辦理 1 梯次國外環境應變會議及參訪行程」工作項。

參加人員包含環保署 1 員、工業技術研究院 2 員、北區環境毒災應變隊 1 員及南區環境毒災應變隊 2 員，共計 5 員參與本次出國參訪行程，相關出訪人員單位及職稱資訊如下：

表 1 本年度參與國際研討會暨除污設備廠商參訪人員資訊

姓名	單位	職稱
彭富科	環保署毒管處	薦任技士
何敏碩	工研院綠能所	研究員
張榮興	工研院綠能所	研究員
沈鴻銘	中原大學（環保署環境毒災應變隊）	北區協同計畫主持人
陳政任	高雄第一科技大學（環保署環境毒災應變隊）	教授兼南區計畫主持人
蔡曉雲	高雄第一科技大學（環保署環境毒災應變隊）	南區計畫經理

(三) 出國期間及主辦單位（行程記要）

本次參訪期程共計 10 日，主要以參與第十四屆「國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會」為主，另以參訪義大利國內除污設備專業公司與瞭解相關先進設備之實際應用為輔為本案出國主要之行程規劃。

製程工業損害預防及安全提升國際研討會方面，該研討會為每三年舉辦一次之國際型研討會，本年度為第 14 屆，主辦單位為義大利化工協會 Italian Association of Chemical Engineering (Associazione Italiana Di Ingegneria Chimica,

AIDIC-義大利文)。本年度於 05 月 12 至 15 日（為期 4 天），假義大利佛羅倫斯 (Florence) 之 Palazzo dei Congressi (Fiera Villa Vittoria) 會展中心舉行。

另於研討會結束隔天（16 日），前往義大利維洛納 (Verona) 之 CRISTANINI S.p.A 公司，參訪其核生化去毒除污設備。

本案相關行程記要彙整如下表：

表 2 本年度參與國際研討會暨除污設備廠商參訪行程記要

台灣日期	義大利日期	行 程	附 註
05/09 (週四)		搭機前往義大利：	桃園機場-
	05/10 (週五)	1. 桃園機場至義大利佛羅倫斯 (Florence) 國際機場 2. 中途自阿姆斯特丹轉機至義大利佛羅倫斯	阿姆斯特丹轉機
—	05/11 (週六)	研討會參與議題預先研析討論 ■ 研討會報到、領取議程資料 ■ 研析討論同步議程內容	佛羅倫斯
—	05/12 (週日)	參加第十四屆「國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會	佛羅倫斯
	05/13 (週一)	(多議程同時間舉行)」	佛羅倫斯
	05/14 (週二)		佛羅倫斯
	05/15 (週三)		佛羅倫斯
—	05/16 (週四)	參訪除污設備專業公司與相關設備之實際應用	維洛納
05/17 (週五)	05/17 (週五)	搭機返回國內：	
05/18 (週六)	05/18 (週六)	1. 自義大利佛羅倫斯 (Florence) 國際機場返回桃園中正機場 2. 回程中途轉機義大利羅馬機場及荷蘭阿姆斯特丹機場，至桃園機場	—

表 3 出國行程飛行航班記要

去程				
日期	地點	時間	航班	附註說明
05/09 (四)	桃園機場二航廈	23:20	荷蘭航空 KL808	
05/10 (五)	荷蘭阿姆斯特丹	06:25	--	飛行時間 15 小時 05 分
05/10 (五)	荷蘭阿姆斯特丹	09:55	義大利航空 AZ 115	
	義大利佛羅倫斯	11:45		飛行時間 01 小時 50 分
回程				
日期	地點	時間	航班	附註說明
05/17 (五)	義大利佛羅倫斯	11:05	義大利航空 AZ 1678	
	羅馬費米齊諾機場	12:25	--	飛行時間 0 小時 55 分
	羅馬費米齊諾機場	13:35	義大利航空 AZ 110	
	荷蘭阿姆斯特丹	16:10		飛行時間 2 小時 35 分
	荷蘭阿姆斯特丹	20:40	荷蘭航空 KL 807	
05/18 (六)	義大利佛羅倫斯	14:40		飛行時間 12 小時 00 分

(四) 結論及建議

本次參與第十四屆國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會，在風險管理、人因失誤、製程安全、事故經驗交流及物質危害等主題下，由包含學術界、業界等單位所發表之論文，藉由參與過程，瞭解國際間相關研究之趨勢，包含化學品管理、風險評估及製程安全評估之新資訊，在日後執行風險評估及危害分析過程中，能更為深入。

在危害化學物質及風險管理方面，歐盟針對各種行業別所制訂之 Seveso 指令，針對特定危害業別所需要求之危害辨識、評估模擬及風險管控之要求則較為欠缺，在後續研究可將其精神及作法納入考量，可提供國內相關法令或危害管理業務之參考。

除污設備廠商參訪方面，該公司設計之除污噴灑動力組之多功能除污用途。相較於國內人員除汗設備，有著其方便、快速、單人操作及操作簡易之優勢，在日後應變人員器材之規劃方面，可透過國際合作、引進或自行開發等方式，將其精神納入考量，以期有效縮短應變、除污期程。

二、訓練／研習／進修／研討會／考察項目及內容

本次出國行程，主要包含參與「第十四屆國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會」及義大利境內除污設備廠商參訪兩項主要工作，主要為提升 HAZMAT 相關專業知識、智能、技術與機制、強化決策支援與訂定、引進新設備與技術、企業聯防與政府整合防救災機制，援引為未來修正執行程序、補強體系運作與持續精進整體規劃的珍貴訊息。針對危險物品廠場、不同失誤情境，以及天然災害等事故特性，蒐集有關危險物品運作新知、技術研發、硬體設備/設施、軟體更新發展、專業分項訓練、應變實務、訓練模組、體系運作，以及管理變革等資料，並蒐集歐洲境內當地政府、工業、執法部門、消防和緊急醫療服務、醫院、學校、民眾、以及新聞媒體等相關人士和政府官員應變體系最新技術、資訊、規劃與推動實績；並藉由和與會相關人員之研討，將可促進國內環境毒災應變體系與國外專業單位在應變技術與設備上的經驗交流與能量提升。

藉由此次與國外持續技術移轉並落實在規劃國內技術移轉與茁壯成長之機制，將在多年來已建置的環境事故緊急應變領域專業技術上，藉由應變專業訓練、應變設施與設備、業界/民間/地方政府整合應變計畫體系、先進國家 HAZMAT 小組先進設備與整備，以國際管理、預防、整備、應變及復原等先進技術、設備、訓練與整合應用等重要資訊，特別是針對現場人員與設備除污先進設備及技術的現地瞭解與技術交流，未來均將持續增進國內在先進毒化災應變訓練、設備資材、專業技術、應用科技，以及業界整合聯防體系之推動與茁壯。

相關參加研討會及除污設備廠商參訪項目及內容，分別說明如下：

(一) 研討會參與內容

本次「第十四屆國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會」，共計區分為五大主題，由包含學術界、業界等單位提交與會報告論文摘要，經大會評選後，依主題及會議期程選定現場口頭報告論文及現場海報展示論文，另大會額外邀請各領域專家學者，辦理四場次之特邀報告。

相關研討會主題如下：

(1) 風險管理及管制議題 (Risk Management and Regulatory Issues)

1. 危害辨識
2. 風險評估與評析
3. 後果分析模式
4. 選址和土地使用規劃
5. 管制議題 (REACH、ATEX、SEVESO、GHS 與 PED 等)
 - A. 技術議題
 - B. 對於中小型企業之影響
 - C. 開發中國家之法規現況
6. 運輸風險
7. 安全保全風險
8. 天然危害的風險
9. 新發展的評估方法
10. 風險溝通
11. 危機管理及應變整備

(2) 人為因素及管理系統 (Human Factor and Management Systems)

1. 控制重大危害中的人為因素
2. 人體工程學 (包含控制室的設計與人員配置組成)
3. 專業才能和執行能力
4. 安全文化
5. 製程安全績效 (指標及考核)
6. 製程安全教育及訓練
7. 組織變革
8. 委外外包和承攬商活動
9. 健康、安全、環境與保全管理系統
10. 合約製造
11. 評估完整性

(3) 事故教訓記取學習和知識轉移 (Learning from Accident and Knowledge Transfer)

1. 從事故教訓中記取與學習

2. 辨識事故災因
3. 落實經驗教訓的策進方案
4. 知識轉移
5. 教學方法及工具
6. 從其他工業取得的經驗
7. 溝通協調與教育

(4) 製程安全工程 (Process Safety Engineering)

1. 安全評核系統
2. 永續性
3. 本質安全
4. 安全設計
5. 火災及爆炸消滅
6. 工廠平面配置與骨牌效應
7. 生物科技
8. 實驗及試驗級工廠
9. 核能安全
10. 柔性工程 (Resilience Engineering)
11. 新興技術 (Emerging Technology)

(5) 物質危害 (Material Hazards)

1. 嶄新發展與新興技術的危害
2. 物質的危害性質
3. 奈米材料 (nano-materials)
4. 化學反應分類 (REACH 與 GHS)
5. 危害性質預測模式 (Quantitative structure-activity/property relationship, QSPR)

上述各項主題，經大會篩選後共計有 136 篇相關研討會議題之論文發表，另有 4 篇大會特邀報告，共計 140 篇。

此外，針對現場海報展示，共計有前述五大議題 27 篇論文進行海報發表。其中，國內由環保署主導，委由南部環境毒災應變隊協助發表之「台灣

毒性化學物質風險管理及管控 (Risk Management and Regulatory Control of Toxic Chemicals in Taiwan) 亦列名其中。

現場另有相關製程安全管理及風險評估軟體、儀器廠商設攤參展，包含國內熟悉之 DNV (PHAST、SAFETI)、TNO (EFFECTS、RISKCURVES)、GexCon AS (FLACS) 之擴散模擬及風險評估軟體廠商；物質熱危害分析相關熱力學分析之微差掃描熱卡計 (Differential Scanning Calorimetry, DSC) 測試坩鍋與分析軟體 AKTS (Thermokinetics) 廠商於現場展示其最新產品。

(二) 除污設備廠商參訪資訊

在除污設備廠商參訪部分，本次所聯繫之參訪廠商為位於義大利北面維洛納 (Verona) 之 CRISTANINI S.p.A 公司，與研討會所在之佛羅倫斯相對直線距離約 250 公里，參訪前即透過電子郵件及電話聯繫，確認行程，於參訪當日搭乘義大利當地火車由佛羅倫斯之 FIRENZE SMN 車站前往 FIRENZE CAMPO MAR 車站 (區間車)，再轉搭義大利國鐵之區域快速列車，前往廠商所在城市之 VERONA PORTA NUOV 站。因車站距離 CRISTANINI S.p.A 公司仍有 20-30 公里以上之距離，感謝該公司派員前往車站接送，免去轉搭客運或計程車時間之消耗。

CRISTANINI S.p.A 公司為核生化去毒除污系統之設計開發公司，已具有 30 年以上的開發設計及製造經驗。該公司針對化學性、生物與核子/核能 (Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear, CBRN) 的特性，研究與開發徹底除污消除核生化威脅的產品，並強調其產品之安全性與環境無害性，研發之產品，經相關國際認證後，進行生產製造。本次在除污設備廠商參訪主要區分為兩部分：

- (1) CRISTANINI S.p.A 於化學性、生物與核子/核能除污系統簡介說明，包含其研發之除污劑、環境除污、車輛除污、高敏感性設備除污、採樣設備車之介紹。
- (2) 經前述簡介說明後，實際現場參觀其除污系統示範操作。

三、訓練／研習／進修／研討會／考察經過

本次出國行共包含參與「第十四屆國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會」及義大利境內除污設備廠商參訪兩項主要任務，其中研討會自抵達義大利佛羅倫斯隔天（05 月 11 日），即前往會場辦理報到，領取議程及研討會論文資料，並與隨行團員討論後續參與之主題與論文題目，俾利於 05 月 12 日至 15 日參與研討會之工作分配。針對 05 月 16 日 CRISTANINI S.p.A 除污社被廠商參訪方面，先前即與該公司進行聯繫，並取得當日車站接洽聯絡人資訊。另於抵達義大利當日，即前往佛羅倫斯車站確認起訖站名、時間、車次及購票流程，並完成購票程序，通知參訪廠商本次參訪團員當日抵達時間。

相關參與研討會及廠商參訪細項資訊說明如下：

(一) 研討會參與經過

第十四屆國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會，如前述共計分為五大主題，經大會審議由包含學術界、業界等單位提交與會報告論文共計 140 篇，經大會評選後，依主題及會議期程選定現場口頭報告論文及現場海報展示論文，另大會額外邀請各領域專家學者，辦理四場次之特邀報告。本次會議共計約 300 名人員參與，區分 4 個會議室辦理。

研討會一開始，由本屆 Loss Prevention 2013 主席 Bruno Fabiano, Simberto Senni Buratti 致歡迎詞，宣布本次研討會正式開始，後續交由歐洲化學工程聯盟 (European Federation of Chemical Engineering, EFCE) 主席 Eddy De Rademaeker 說明該研討會每三年舉辦一次，迄今已進入第 14 屆，除慶祝該研討會已邁入 40 個年頭，亦說明未來損失預防及製程安全控制仍存在相當之挑戰，包含操作經驗與設計尚未能完全銜接；能讓製程運作更為安全之方法仍有限；發展更詳盡之緊急應變規劃模式；相關產業、社會和技術的變革，可能導致新的危害情境，更關係到組織之安全文化知識和意識之缺乏。在研討會期間，幾個專題介紹著重於從事故經驗中學習，尤其學習其如何創建和維護安全文化。



圖 1. 出國參訪人員於研討會會議場所門口合影



圖 2. Loss Prevention 2013 主席 Bruno Fabiano 致歡迎詞



圖 3. 歐洲化學工程聯盟 (EFCE) 主席 Eddy De Rademaeker 致詞

因論文數量眾多，相關人員僅就業務相關及專長部分擇場次參與，本報告僅節錄相關論文報告重點進行說明。相關本次參與研討會主題重點論文摘述如下：

(1) 大會特邀報告：

1. 關於粉塵爆炸的一些迷思和現實 (Some Myths and Realities about Dust Explosions)-- Paul R. Amyotte

過去在工業界包含政府部門及民眾，可能不知道糖或者麵粉或者鋁粉可能會爆炸，因為他們以前從未見到相關事故案例。在過去有人對粉塵的理解，包含認為粉塵並不會有爆炸之危害、即使有粉塵爆炸主要集中在煤礦和穀倉、氣體爆炸較粉塵炸嚴重…等近 20 種觀點。因為缺乏相關資訊，致使粉塵在製程安全中存在潛藏之危機，粉塵爆炸不只在煤礦和穀粒倉庫中發生。事實上粉塵爆炸可能出現在易燃性粉塵的儲存、運輸、相關製程中的任何環節中出現。並可能衍生人員傷亡、對設備資產的損傷、生產中斷及對自然環境的影響。本篇報告列出包含聚乙烯、酚樹脂、鋁粉及糖粉工廠之爆炸案例，顯示過去的認知與事實上已有極大落差，在未來之製程安全中，相關案例資訊交流及防護，將是一大重點。



聚乙烯工廠爆炸事故案例



酚樹脂工廠爆炸事故案例



鋁粉工廠爆炸事故案例



糖粉工廠爆炸事故案例

圖 4. 列舉相關粉塵爆炸事故案例

2. IEC 61508 and IEC 61511 之說明及趨勢 (IEC 61508 and IEC 61511: application state and trends)-- Pasquale Fanelli

所謂之 IEC 61508 為工業領域的一種國際標準，初期主要針對電力/電子/可程式電子安全相關系統的程控安全，最主要目的為建立可應用於各種工業領域系統功能安全標準。其內容包含了危害及風險分析、安全完整性等級（提昇可靠度、確認系統失效安全的程度、管理系統技術、驗證及確認）、產業或特定領域標準等，其中之 IEC 61511 標準，主要針對製造業（包括煉油廠、石化、化工、製藥、紙漿、造紙及電力等）確保使用儀表設備時，製程的安全性。

3. 尋找尼斯湖水怪：罕見事故時的安全訓練問題 (Looking for the Loch Ness Monster: The problem of safety training when incidents are rare)-- Martin J. Pitt

在過去，化學物質及其相關的工業屬於危險的地方。常見火災和人員傷亡，而且危害可能存在每一個地方。當時，人們已經強化了技術改良的和安全管理。同時，透過安全教育訓練的增加，風險已經減少，但是在許多情況下，主要的危害（如大量的易燃性液體）仍存在。

當沒有見到任何狀況時，要保持警覺很困難。促使人們針對幾乎不會發生的事件進行防備也很困難。因為製程變得較為安全，然而安全教育訓練不應因此而鬆懈。仍應時時保持高敏感度之觸覺，即使不易發生之危害，仍可透過歷史事故案例、平日設備之維修保養資訊，於平時做好災害防救準備，避免不幸發生災害時，手足無措。

4. 如何增進知識可以解決當前存在的問題之未來展望：製程安全研究議程 (A future perspective of how advancing knowledge can solve current problems: the Process Safety Research Agenda)-- Hans J. Pasman

在過去 Mary Kay O' Connor Process Safety Center (MKOPSC) 的 Mannan 博士 (過去麥寮六輕廠區發生火災事故，台塑企業曾敦聘此位美國製程安全管理權威工安專家協助瞭解企業的工安管理制度及潛在風險並提出相關改善建議) 研究報告中表示，透過簡易分析現階段工廠製程安全情況，製程安全出現更嚴重的缺陷，其中大型、複雜系統之製程，如深海鑽井平台，缺乏風險控制。

可透過系統方式、彈性分析 (resilience analysis)、人為失誤機制和新的觀察方法，以改善情況如 Blended 和 Bayesian 設備網絡分析工具。

傳統的風險分析方法，需要重大改進，建議透過應用現階段持續開發修正之新的評估分析工具與收集之歷史數據交互結合，執行後果分析，可提高預測危害之精準度，以滿足更嚴格的製程安全要求，相對所需耗費之資本亦越來越昂貴。然而在可接受風險條件下，無論從安全和經濟角度來看，肯定不會有放鬆之趨勢。

(2) 風險管理及管制議題 (Risk Management and Regulatory Issues)

1. QRA 安全之量化：評估方法應更明確(Quantifying Safety with a QRA: To Agree on the Results, the Method Should Be Explicit)-- Hans Boot

本論文首先介紹了在荷蘭之風險評估模式，荷蘭為第一個強制要求場所及運送行為執行風險評估之國家，許多 QRA 研究已經被廣泛地要求使用相同之風險呈現標準，如「個人風險」及「群體風險（社會風險）」，評估可能的安全瓶頸。我們應該意識到的風險輪廓的計算或社會風險曲線並非“絕對真理”。QRA 的結果受到很多的因子影響，包含隱含之假設和事件選擇，採用的故障頻率、或輸入的參數。所需的輸入參數可能會涉及很多的主觀性，並極大地影響結果。

本篇介紹由荷蘭 TNO 公司所研發之 EFFECTS 危害後果模擬所執行之各種不同輸入參數所造成之模擬結果差異，如熱輻射、毒性效應、換氣率對下風處危害影響距離…等。現階段 QRA 模式雖然可展現風險輪廓（個人風險）和 F-N 曲線（群體風險），以此架構提供的相

同類型的結果展現方式，然而模擬過程之參數受到隱藏（無法直接呈現），並無法追溯所評估之結果是否達成所謂之風險基準。從“安全”的角度來看，這可能是一種潛在之危害狀況。接受自 QRA 結果所對應之安全措施作為，需要更為明確的說明，包含：

- A. 使用的模式：包括理論背景訊息，這使得這些模型判斷是否“適用”，有助於理解其模式計算流程。
- B. 損傷關係（probits 閾值），用於洩漏對於廠內外人員傷亡之影響能力。現階段並沒有國際間 probits 的共通數值，在模擬評估過程中，這些數值的編輯，應有更明確之說明。
- C. QRA 的計算方法雖然看起來完善，可以提供不同的數學方法處理頻率（發生可能性）與殺傷力（危害後果嚴重度）所產出之風險，但如前述許多參數素呼隱藏在所謂的「黑盒子」當中，足以影響風險評估結果，甚至造成安全改善之方向錯誤，日後其評估參數應能更為明確的說明在風險評估報告當中，當然軟體廠商亦有此責任提供更明確之參數訊息，以供使用者參考使用。

2. 危險貨物運輸風險分析系統的新方法 (New Flemish Approach for Risk Analysis System for the Transport of Dangerous Goods)-- Marc Bogaert, Karola Imbrechts, Lina Grooten

國際間針對危險性物質運輸的安全監管，迄今尚未完整監管危險品在運輸過程中對周圍環境的重大事故的風險。比利時之 Flemish 地方政府，開發運輸危險品的風險分析系統。該系統涵蓋公路、鐵路、水路及管線運輸方式的外部安全。它被視為當地安全政策的一種技術工具來獲取運輸外部風險的資訊、可接受的基準、及時發現並修復現有的瓶頸。該系統的重點是人們為在交通重大事故的潛在受害者，環境的方面沒有被包括在系統中。該系統主要針對有毒有害物質的液體、有毒氣體、易燃液體和易燃氣體四個類別進行風險地圖製作，如圖 5 所示。

風險地圖提供危險品在固定運送路線之的整體運送風險，前述四種類型之個別風險彙整後，可得知週界可能遭遇之敏感區域，高風險所在區域之特定人群或可能接觸之所在、大量運送危害物質之路線，提供具體之應變防護計畫。

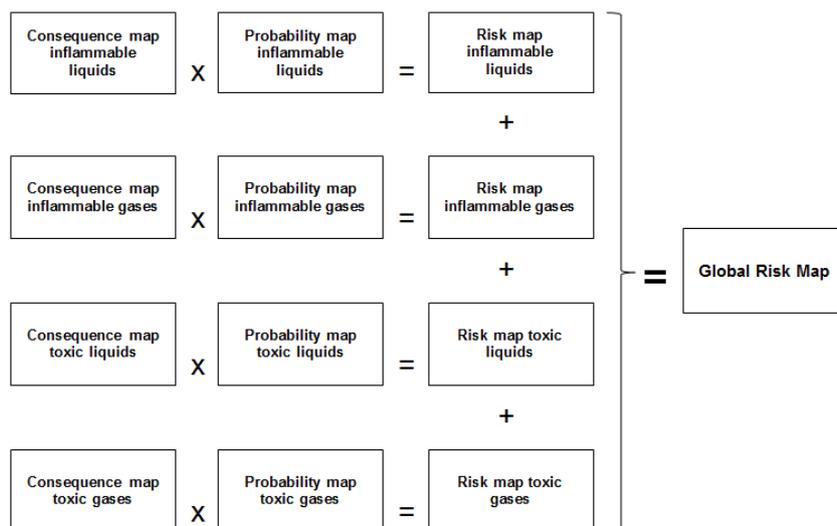


圖 5. 運輸風險地圖製作說明

3. 沼氣及大型沼氣生產之危害風險分類 (Hazard Classification of Biogas and Risks of Large Scale Biogas Production)-- Petrus A. M. Heezen, Sjöfn Gunnarsdóttir, Leendert Gooijer, Soedesh Mahesh

本文介紹的重點是，荷蘭依據 Seveso 指令針對大型沼氣生產所需進行量化風險評估。在此背景下，出現兩個主要問題：(1) 何時需依 Seveso 指令建立大型沼氣生產之評估模式；(2) 在風險評估模式中，應該使用什麼樣的情境和失誤機率？

所謂之 Seveso 指令系歐盟於 1982 年與 1997 年分別公布之強化工廠安全之危害評估指導原則，未來將可能於 2015 年配合現行國際間 GHS 制度調整危害化學品分類之準則。該指令共有三個主要觀念為，包含：重要設備之危害辨識、評估計算與控制該危害風險，及意外事故的消滅。若符合毒性、可燃性和爆炸性定義準則的化學品，其量如果超過管制量，就構成了所謂重大危害性化學物質。運作此類別之化學品相關設備及設施，即屬於重大危害設施，事業單位將被要求根據危害物辨識與失控時最壞後果的掌握及相關管理事務，提供能降低危害物所帶來風險的合格設備及設施。

沼氣的組成，包含甲烷、二氧化碳及硫化氫，因涉及甲烷之可燃性及硫化氫之急毒性，於危害分類時，可依據其指令之定義，運作量 10-50 立方米者，可歸類為極度易燃物質；5-20 立方米者，屬極毒性物質；50-200 立方米者，則屬毒性物質類別。相關危害評估亦需針對此分類重點需求，進行模擬模式之設定。

最後建議沼氣中硫化氫含量小於 1%（體積百分比）者，雖然硫化氫之容許濃度為 250-300ppm，但在風險評估僅需特別考慮其易燃性危害。

(3) 人為因素及管理系統 (Human Factor and Management Systems)

1. 製程工廠安全分析-人為失誤分析 (Incorporating Human Error Analysis into Process Plant Safety Analysis)--J.R.Taylor r

人為失誤造成製程工廠事故，在重大危害事故佔有極重要之角色。然而，相較在核電、航空等工業，現階段石油、石化、化工等行業，相對較少執行人為失誤分析。本文說明人為失誤的分析方法，其目的是能契合與其他製程工廠的危害分析方法，尤其是 HAZOP 分析方式。

在近四十多年來，人為失誤分析一直視為是重要的，在某些行業，如核工業，人為失誤分析是一項標準的技術。然而在相關石油、天然氣和化工等行業，卻往往被忽視。而在風險評估當中，人為失誤，一直被認定是重要的因子，然而亦同樣被忽視。製程工廠風險分析的標準程序，甚至沒有提到這個問題。

現階段工程師和安全專家可能透過人為可靠度評估方法來實施應用進行人為失誤分析，包含了，只是風險分析和安全工程已經有近年左右的技術，但仍存在很長的路要走。

2. 製程安全能力及其關鍵-成功實施 PSM (Process Safety Leadership and its Key to Successful PSM Implementation)-- Sarah Grindrod, Dr Julian Hought, Dr Andrew Fowler

對於一家公司或組織，其製程安全管理 (PSM) 系統成功與否，其決定關鍵在於其製程安全之成效，如果沒有詳細且完整之的政策、關鍵績效指標 (Key Performance Indicators, KPI) 和有效的監控和管理系統，重大事故或隨之而來的危害風險及後果將急劇增加。

在相關法規規定，工廠需展性其製程安全之能力，然而化工廠近年來之製程安全管理基準與程序，卻多數僅糙技術人員或工程師鑑別或指出危害問題之所在。

在過去經驗顯示，如果前述人員不能正確指出製程問題點所在，這往往會導致反效果，意味著公司的製程安全防護資源不一定能有效

的針對製程問題所在進行防護及改善。因此相關批准改善作業之高階管理人員或公司主管，應能瞭解其危害辨識及風險，才能有效針對問題進行改善。

也因此，相關製程安全評估課程，除現場作業人員外，仍應將主管或高階管理人員納入，如此才能有效的建構完整之製程安全管理體系。

(4) 事故教訓記取學習和知識轉移(Learning from Accident and Knowledge Transfer)

1. 加強自事件中之學習能力 (Increasing the Learning Potential from Events: Case studies)-- Linda Drupsteen, Ellen Bos a, Jop Groeneweg, Gerard I.J.M. Zwetsloot

自事故中之學習，長久以來是相關政府、組織、乃至製程工廠之重要課題，自事故報告中的原因、缺點，作為安全改善及強化是有其優勢，畢竟歷史事故提供了許多在安全設計或管理上之缺失，以致於導致事故的發生。在本篇研究主要在說明如何更有效執行事故之經驗學習。

本文列舉四個事故案例，區分出五個事故學習之主要重點，包含：人員、溝通、訊息品質、組織文化及規範條件或資源。

事故學習首先需考慮組織（公司）如何從事件中學習；有哪些阻礙學習之條件或影響學習效果之因素；在學習過程之正面及負面因素有哪些。

事故學習（針對外部事故）一般建議在一週至 9 個月期間完成，在事件之選擇方面，最好是曾經發生過類似事故或再次發生之事件。如後果過於嚴重，如有大量傷亡或涉及太多人員及單位時，則不建議選擇該事故進行研討，畢竟嚴重之危害後果之災因調查，恐怕不是其他外部組織得以短時間內上手進行災因探討。而討論之事故案例亦建議隱藏個案名稱，畢竟有些單位對他人探討其缺失較為敏感，可能引起其他爭議。

2. 英國 Buncefield 油庫爆炸事故及其對環境之危害後果 (The Buncefield Accident and the Environmental Consequences for Fuel Storage Sites and other Sites in the UK, Regulated under the Seveso Directiv)

2005 年 12 月 11 日清晨，英國倫敦北部 Buncefield 儲油槽發生爆炸，造成四十三人受傷，所幸未有人員因此罹難。由於爆炸聲極為巨大，連倫敦西部和南部都聽得到，爆炸後現場冒出橘紅色的大火球，約有六十至九十公尺高。當局疏散當地約 2000 名居民。爆炸所流散之儲槽內容物及消防滅火之泡沫、消防水，則污染了周邊兩條河川，英國政府依據歐盟之 Seveso 指令 (Seveso II Directive)，重大意外事故危害控制法案 (Control of Major Accident Hazards, COMAH)，通報水質污染超標之警訊。

事故原因起因於該油庫中其中一座儲槽，因液位計故障，導致汽油不斷注入該儲槽，最後溢出。然而造成引火發生爆炸之原因卻未有明確之答案，曾有員工表示是在他發動槽車引擎後，隨即發生爆炸聲響。據調查顯示，當時天候狀況洩漏之汽油容易大範圍之蒸汽雲，遭遇火源後產生大規模蒸汽雲爆炸 (Vapor cloud explosion, VCE)，亦使得 20 個儲槽陷入火海當中引發一連串之爆炸。大火共計延燒了四天，消防水使用約 68 萬公升，另包含近 8 萬公升之消防泡沫 (含持久性有機污染物：全氟辛烷磺酸(PFOS))，雖有進行圍堵及回收，但仍約有 33 萬公升之消防廢水流入水體及污染土壤。單就後續之水體及土壤之環境復原就需要花費 100 萬歐元以上，周邊連帶損失成本則高達 10 億英鎊。

英國政府成立了事故調查委員會產生其事故報告，針對事故發生的原因，並提出了一系列的建議，尤其針對後續油品供需的操作和調節。

本文主要著重於如何吸取這些經驗及教訓。Buncefield 油庫是一個典型的英國燃料儲存場地，50 年代及 60 年代，相關之事故經驗對於英國燃料儲存業最直接適用，相關意外事故內容已在其他文獻中探討，本文點出事故幾個主要問題：

- A. 一般廠商所採用之事故情境多數為針對單一儲存容器，然而該是故事同時造成多個儲槽陷入所謂最嚴重情境 (worst case” scenario) 當中。也因此廠商針對大型事故，並未能具備足夠之消防滅火能力；
- B. 儲槽周邊雖有設置防液堤，但管線穿透圍堤，在大火條件下，其侷限影響範圍之功能將因此失效；

C. 廠商未意識到燃料油和污染的消防水廢水可能流入河川及地下水等環境敏感受體的途徑。

因應此事故經驗，針對儲油槽，建議有三個圍堵之策略，(1)建置高液位報警和自動關閉閥或泵的保護系統；(2) 儲槽防液堤設置及防滲裝置；(3) 針對重大災害之消防水儲備，至少需能處理一個防液堤內儲槽內容物洩漏火災之消防能力。



圖 6. 英國 Buncefield 油庫爆炸照片

(5) 製程安全工程 (Process Safety Engineering)

1. 冷凍氨儲槽風險基準選擇 (A Risk Based Approach on Selection of Refrigerated Ammonia Storage)-- Luciana Storti, Danilo Buccoliero, Claudio Paesani

最近第一版 API STD625 已公布，提供冷凍液化氣體存儲選擇的參考需求，根據這個標準，與液化之可燃性氣體相比較，該標準在氨冷凍貯存中的應用是具有挑戰性的，因為可能需要加裝不實際的裝置以作為氨的危害情境風險控制。

氨是一種有毒氣體。主要用於化肥、炸藥和化學品生產廠作為氨的來源。氨通常以液化方式存儲，並根據所需的容量採用以下技術：

- A. 大規模儲存：冷凍液化在-33°C 條件下，一般大型儲槽具有 10,000 到 30,000 噸的儲存能力（甚至可達 5 萬噸）
- B. 加壓液化儲存，球槽或圓柱型儲槽，儲存能力約 3000 噸

關於液氨儲存之危害風險評估基準，有三個建議之選擇模式情境：

- A. 儲槽大規模破裂，導致液氨全數洩漏至防液堤內，原本之液氨在防液堤內形成液池，最後氣化形成氨氣。
 - B. 二次圍阻儲槽 (Secondary Containment Tank) 之主要液體容器破裂洩漏，內容物洩漏至第二層儲槽空間，（此類儲槽具有一個內、外牆面且牆壁之間有間隔之「環形」空間，且儲槽具有監測間隙空間洩漏之功能），內部夾層空間（約六米寬）發生液池延散，直到液氨全數汽化充滿環形空間。
 - C. 密閉式儲槽破裂，液氨直接洩漏至開放大氣環境。
2. 浮體式液化天然氣 (FLNG) 設備之爆炸危險性分析 (ERA)：面臨的主要挑戰 (Explosion Risk Analysis 'ERA' for FLNG Facilities: the Main Challenges)-- Jérôme Hocquet

天然氣是最高效且節能之石化燃料，用以替代石油或煤炭，浮體式液化天然氣 (Floating liquefied natural gas, FLNG) 設施有可能徹底改變天然氣資源之開發，然而新的技術亦有可能衍生新的重大安全問題。潛在之危害風險存在於相關危害物質（易燃性液體及氣體、低溫液體、毒性及窒息性氣體等）之製程當中，進而影響廠區及週邊環境。在此背景條件下，安全分析及風險評估亦顯的重要（如：火災和爆炸風險分析，低溫的風險分析，煙流和氣體分散風險分析…等）。這些風險評估工作組要為了確保設計、安裝及使用之安全性，並使人員得以在重大事故條件下安全之疏散逃離，並也需讓相關製程符合「可行性最低原則」(As Low As Reasonably Practicable, ALARP)。

本文著重於爆炸風險性分析 (Explosion Risk Analysis , ERA)，如超壓設計、意外負載安全性等關鍵要素。該研究以計算流體力學 (Computational Fluid Dynamics, CFD) 進行 3D 立體之擴散模擬，模擬過程中有幾個重要因子，包含：洩漏頻率分析、易燃氣體擴散、點火機

率、可燃氣體爆炸等參數因子。現行常見之 CFD 模擬軟體包含有：CFX、FLACS、STAR-CD。

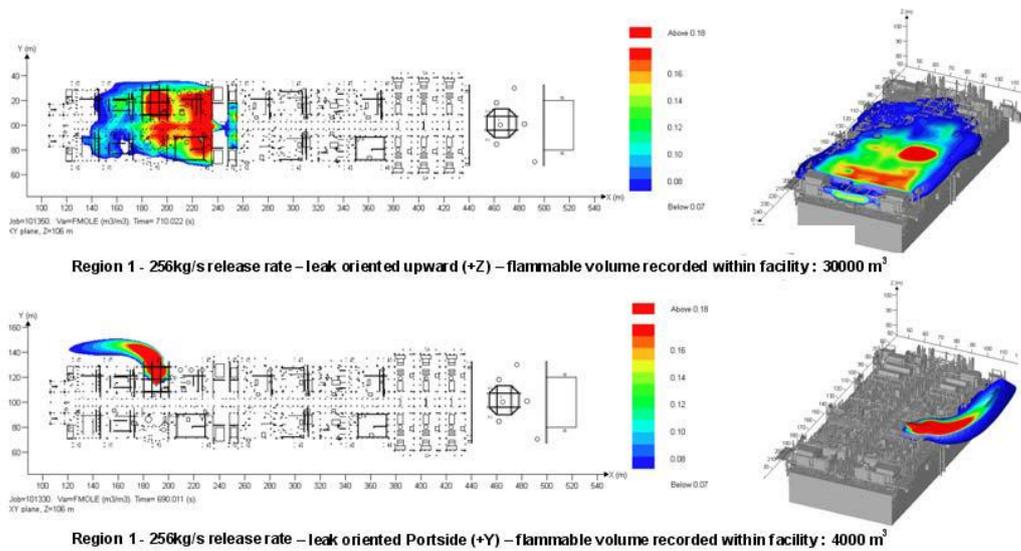


圖 7. 海上浮動平台可燃性氣體之 3D 動態模擬範例

(6) 物質危害 (Material Hazards)

1. 利用微差絕熱卡計量測 DTBP 之熱分解行為 (Thermal Decomposition Behavior of di-tert-butyl Peroxide Measured with Differential Adiabatic Calorimeter)-- Yusaku Iwata

Differential Adiabatic Calorimeter (DAC) 是近期開發的一種熱危害分析卡計，類似微差掃描熱卡計 (DSC)，其主要新功能在於得以維持測試樣品於絕熱條件下之熱分解行為。

一般熱卡計係透過樣品及標準品（一般為空測試坩鍋）昇溫或恆溫過程中二者之熱流變化，可得知測試物質之放熱行為，一般可獲得包含：放熱啟始溫度、放熱量、熱流等參數，另可透過計算，求取化學品之活化能、反應速率常數、等熱力學及動力學參數。

DAC 除前述功能外，另包含絕熱及壓力量測之功能，可另求得樣品在絕熱條件下之昇溫、昇壓速率，並可量測物質於失控反應下之最大昇溫及昇壓速率。

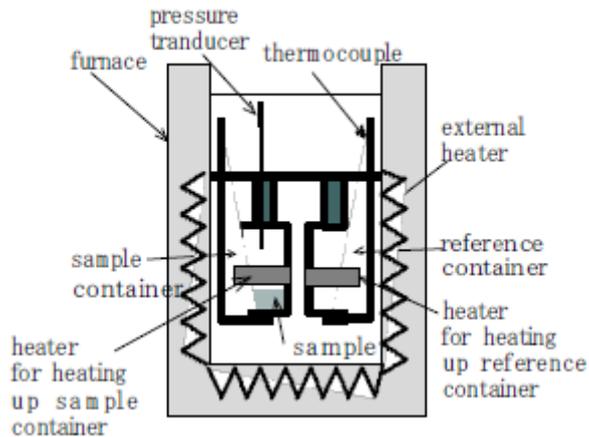


圖 8. Differential Adiabatic Calorimeter (DAC) 示意圖

有機過氧化物在歷史上已造成許多重大危害事故，在有機過氧化物所導致之失控反應危害中，對於化學物質之熱危害分析將是一項事故防止之重要評估工作。本案所研究之二丁基過氧化氫 (di-tert-butyl Peroxide, DTBP) 亦是有機過氧化物的一種，本身具有自反應之特性，過氧化物之雙氧基鍵結在受熱反應下發生斷鏈，將造成大量之放熱行為，進而可能發生熱爆炸之危害。

經儀器測試，DTBP 溶於十五烷之溶液(15%)，其放熱啟始溫度約為 131 °C，最大昇溫速率 12kJ/min，最大昇壓速率則為 199 kPa/min。

(二) 除污設備廠商參訪經過

此次參訪日期為 05/16 日，參訪單位為義大利 CRISTANINI S.p.A 公司核生化去毒除污系統，該公司針對化學性、生物與核子/核能(CBRN)的特性，研究與開發徹底除污消除核生化威脅的產品，具有 30 年以上的經驗及經國際認可生產製造。本次參訪，由該公司總經理 Miorotti Dr. Stefano 及業務經理 Brian Clesham 協助進行產品說明，本次說明內容包含如下：



圖 9. CRISTANINI S.p.A 公司



圖 10. CRISTANINI S.p.A 公司業務經理 Brian Clesham 簡報說明

(1) 除污劑

本次所介紹之除污劑種類，主要介紹該公司之 BX24 除污劑，其除污效能亦經由荷蘭、美國、英國、法國、義大利、波蘭、芬蘭…等眾多國際知名獨立研究機構所證實。

該產品屬單劑式產品，可儲備於 -20°C 至 55°C 的嚴峻環境下保持產品正常功能，在原廠包裝下有效期長達 10 年。經相關驗證，強調其得以處置多數化學戰劑（如芥氣）之處理效能，可搭配水及蒸汽進行除污作業。

(2) SaniJet 除污噴灑動力系統

SANIJET C.921 消除器採用 10hp 柴油引擎，重量為 230kg，屬車用消除系統，吸水高度五公尺以上，噴灑熱水溫度可達 90°C ，蒸氣可高達 210°C ，附 24V 引擎充電電瓶，提供電力啟動，搭配不同除污溶液

(BX24、BX29) 可對人員、環境、車輛及應變器材進行除污，系統功能包括：

1. 人員除污用途(配合使用 BX29 除污劑)
2. 硬體設備蒸汽除污用途
3. 車輛除污用途
4. 液體/蒸氣洩漏乾式消除
5. 地面除污用途
6. 管線內部除污用途(針對各種管路及管線作管線內部之清潔除污)
7. 木材或油漆表面除污(刨除表面)用(途當污染物強力附著於物體表面不易除污時，可以直接將被污染物表面刨除完成除污)
8. 強力抽水幫浦
9. 蒸汽消毒殺菌用途
10. 緊急發電機用途
11. 現場熱水供應器
12. 消防用途

一般為了完成除污消毒之預洗（高壓冷/熱預洗）、除污消毒（低壓冷/熱除污）及沖洗（高壓冷/熱及蒸氣處理）三步驟，需要動員多種不同器材與三位以上除污人員才能完成整個除污消毒工作，整個過程繁複且需要額外人力才有辦法完成，該除污設備之特點在於只需要 1 個人，配合 1 組除污噴灑器材與除污劑即可使用。



圖 11. SaniJet 除污噴灑動力組



除污帳棚沖淋



車輛除污



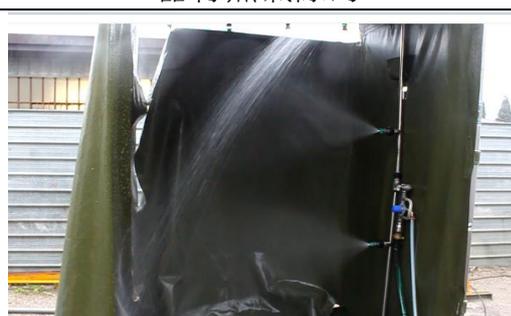
車輛底盤清洗/除污



器材蒸氣除污



結合背負式除污噴灑器除污



人員除污(配合BX29 除污劑)



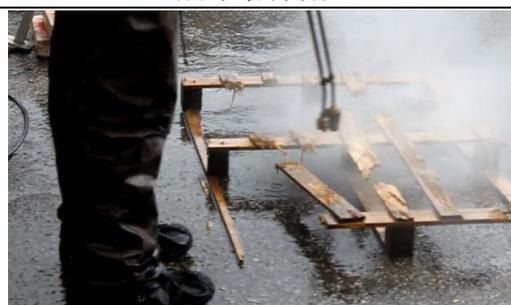
污染管線內部除污功能



抽水機功能



地面大面積污染除污



油漆或木質表面除污(水刀刮除)

圖 12. SaniJet 除污噴灑動力系統除污功能與操作示範

(3) 電子偵檢儀器污染除污設備 (SX34)

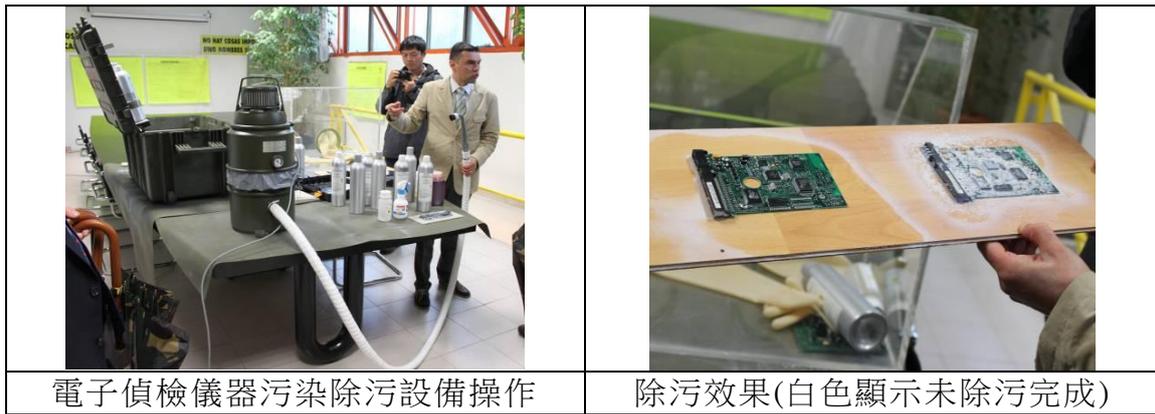
適用於敏感性裝備除污，例如環境偵檢系統、光學儀器、精密電子儀器、電器用品、飛機/汽車與陸行載具、航空電子設備。可將污染物捕捉，並於乾燥後移除污染物，減少污染物擴散。當精密儀器遭受污染時，只需要對儀表板表面直接噴灑，形成容易清潔的薄膜後，直接使用 SX34 專用除污收集器進行除污收集工作，當除污薄膜被收集後，儀器表面會相當乾淨，即可完成除污工作。SX34 是一種可以對核生化進行完全除污的設計，採用無腐蝕性、無毒、對環境無害的系統設計，適合快速完成各種物質與不同表面上的核生化污染除污處理。並可以在不傷害精密儀器的狀況下進行破壞殘污染物質，完成徹底除污，此外，SX34 可以有效限制污染範圍，不會將污染物帶到其他未受污染區域，有效消除污染物的可能危害。



全套系統包含有：

1. SX34專用除污收集器1部(Nato 存貨編號 7910-15-203-0547)
2. 防震攜行箱
3. sx34除污噴罐 10罐，每罐 (0,75L (Nato 存貨編號 6850-15-203-0546).
4. HEPA與ULPA級濾芯 -
5. 除污回收處理袋
6. 特殊除污接頭-針對特別不易除污之位置所設計
7. 除污刷毛2組
8. 管嘴(Nato 存貨編號 4230-15-110-6900)
9. 軍用1.5公升耐酸噴罐(Nato 存貨編號 6850-15-203-0548)
10. 量瓶2罐.
11. BX24除污劑1公斤 (Nato 存貨編號 6810-15-149-4789)
12. 除污收集器管線專用盒

圖 13. SX 34 除污系統諸元



電子偵檢儀器污染除污設備操作

除污效果(白色顯示未除污完成)

圖 14. SX34 電子偵檢儀器污染除污設備功能與示範操作

(4) 其他應變相關裝備

除前述主要參訪之除污裝置外，另廠商亦展示針對除污所開發之其他產品，包含：核生化快速應變除污車、移動式生化實驗室、行動偵檢車等產品。



圖 15. 核生化快速應變除污車



圖 16. 行動偵檢車

受限於參訪時間，無法更為全面細項參觀各相關除污設備之功能，後續由環保署彭富科技士代表參訪團員致贈參訪紀念品，並與參訪人員合影後，結束本次之參訪行程。



圖 17. CRISTANINI S.p.A 公司與環保署代表致贈紀念品（圖左為總經理 Miorotti Dr. Stefano，右方為環保署彭富科薦任技士）



圖 18. 除污設備廠商參訪人員合影

四、心得（對研究計畫之助益）

本次參與第十四屆國際化學程序工業損害預防及安全促進研討會，在風險管理、人因失誤、製程安全、事故經驗交流及物質危害等主題下，由包含學術界、業界等單位所發表之論文，雖有諸多屬學術性或單一個案之研究，然而藉由參與

過程，瞭解國際間相關研究之趨勢，包含化學品管理、風險評估及製程安全評估之新資訊，在日後執行風險評估及危害分析過程中，能更為深入。尤其在風險評估方面，國際間已有諸多之評估軟體，除在會場有其相關應用論文發表外，亦趁中間空檔，與設攤位之廠商交流，瞭解包含 PHAST、EFFECT 等擴散模擬及風險評估軟體之新功能及其應用，對於過去執行風險評估中可能遭遇參數設定或軟體限制，也透過與廠商交流，逐步進行更新相關資訊，廠商並表示很樂意提供相關諮詢管道。

在危害化學物質及風險管理方面，歐盟針對各種行業別所制訂之 Seveso 指令，在過去我們多數僅針對國外之化學品管理法案或規範，如 REACH、GHS 等，諸如 Seveso 指令此類針對特定危害業別所要求之危害辨識、評估模擬及風險管控之要求則較為欠缺，在後續研究可將其精神及作法納入考量，可提供國內相關法令或危害管理業務之參考。

另在製程熱危害分析方面，也首次接觸到新一代之絕熱卡計：微差絕熱卡計 (Differential Adiabatic Calorimeter, DAC) 所執行之有機過氧化物研究之論文，有別以往以 DSC 進行初步掃描，再透過絕熱卡計如 VSP2、ARC 等設備執行絕熱分析，廠商因應需求所發展之功能，除可介紹給國內學術及業界外，另其開發之精神，亦值得我們學習及效仿。

除污設備廠商參訪方面，CRISTANINI 公司設計之除污噴灑動力組之多功能除污用途。相較於國內人員除汙設備，有著其方便、快速、單人操作及操作簡易之優勢，在日後應變人員器材之規劃方面，可透過國際合作、引進或自行開發等方式，將其精神納入考量，以期有效縮短應變、除污期程。而除污劑之開發，亦或不需完全仰賴國外進口，可就國內常見或指標性化學物質所需除污功能，由相關材料、化學專業人員自行開發，作為適用國內化學品應變之本土化除污劑及除污設備。

五、檢討及具體建議

研討會三日期程，共計有近 140 篇之論文，然而在研討會大會之主題中，仍有許多原本設定之議題未有相關學者專家投稿，如 REACH、GHS 等，無法第一手接觸國際間之管理趨勢，屬較可惜之處。

而研討會之論文發表多個場次同時舉行，在選擇參與之場次上，僅能擇個人業務相關、專業背景及興趣等，篩選場次參加，難免有所遺漏。而所參與之發表內容，有部分過於學術專業或有商業化之趨勢，建議日後參與此類同步發表之研討會，如有會議論文得以先行進行查閱及篩選，以期讓研討會參與能更有效率，所獲得之資訊得以更為詳盡。

研討會除論文發表外，亦有海報展示，本次環保署藉此發表一篇關於國內毒化物管理及應變體系介紹之論文，日後參與相關研討會，建議相關同仁亦可透過研討會之參與，藉此一管道進行口頭報告或海報論文之發表，除可提昇我國之研究量能，亦可藉此宣傳台灣相關政策之執行成效。

除污設備參訪方面，國外已有商品化之產品，相較國內則多為國外引進，自行開發部分則較少，即便如此，國內自行開發之能量並不會落後國外廠商，如 CRISTANINI 公司設計之 SaniJet 除污噴灑動力組，國內由環保署 2009 年起與陸軍化學兵學校合作研發「新型人員除污車」，採用機動車輛、正壓防護、避免污染、廢水回收、便捷快速和傷患除污等設計，能因應大規模毒化物事故、核子災變，生物疫災或恐怖攻擊等，即時提供受污染地區民眾及災害應變人員除污需求。因此在人員除污功能比較，國內設計之新型人員除污車功能較為完善。

然而在車輛與裝備除污設備方面，國內目前除污設備組裝零件多，雖然有制式化規格的設備，然而往往因為場地或設備的限制，過程中必須搬運或花費較長的時間架設，也因此可能在除污過程中需消耗大量人力與準備時間。本次參訪之除污系統設備，單機可 1 人操作，減低操作人力，可取代發電機、供水加熱器、抽水機、滅火設備，緊急任務出動時，不需攜帶大量器材，於平時毒化災事故即可操作使用。其設計及方便操作理念，可做為國內開發之參考。

針對大規模環境污染，目前由國軍支援環境除污與消毒，需動員大量車輛機具與人員，CRISTANINI 公司設計之核生化快速應變除污車可減低操作人力及設備機具。針對日後國內應變能量之提昇，仍建議相關單位朝便利性及單人操作之簡易性功能方面更為精進。

而在電子偵檢儀器污染除污設備方面，廠商之產品可以對遭受核生化污染之敏感性儀器進行完全除污，適合快速完成各種物質與不同表面上的核生化污染除污處理，能夠解決儀器裝備除污問題，目前毒災應變隊配備多項偵檢儀器裝備，除污方面應可考量此一功能進行規劃，可先由國外引進，國內逐步開發，讓相關除污作業能更為完善。

而所參訪之地點離參與研討會之區域較遠，而參訪時間亦因此而受限，在日後相關參訪行程，可事先與廠商溝通，必要時將單日之參訪行程延長，以期能更細項之瞭解廠商設備之通能及開發經驗。

本次參訪之相關除污設施及器材資訊，在後續可交由國內相關政府單位、業界、應變單位參考，已強化國內化災應變之能量。

六、誌謝

本次出國參與國際研討會及除污設備廠商參訪行程，感謝工研院同仁協助辦理機票及研討會行程先期規劃及聯繫義大利 CRISTANINI S.p.A 公司。

再次感謝 CRISTANINI S.p.A 公司總經理 Miorotti Dr. Stefano 及業務經理 Brian Clesham 之接待、該公司除污劑、除污設備講解與實際操作。

最後感謝中原大學（環保署北區環境毒災應變隊）沈鴻銘偕同計畫主持人、高雄第一科技大學（環保署南區環境毒災應變隊）陳政任教授及蔡曉雲計畫經理，配合環保署參訪業務共同參與本次出國參訪行程。

七、附件及參考資料

參觀單位及會晤人員有關資料：

CRISTANINI S.p.A 公司總經理 Miorotti Dr. Stefano



CRISTANINI S.p.A 公司業務經理 Brian Clesham

