

出國報告書

(出國類別：會議)

**111 年度
美國休士頓德克薩斯州
危險品熱區應變研討會
(2022 Hotzone HazMat Conference)**

服務機關：行政院環境保護署毒物及化學物質局

姓名職稱：張家銓視察

派赴國家：美國

出國期間：自 111 年 10 月 15 日至 111 年 10 月 26 日止

報告日期：中華民國 112 年 1 月 13 日

出國報告摘要

報告名稱：美國休士頓德克薩斯州為危險品熱區應變研討會(2022 Hotzone HazMat Conference)

主辦機關：行政院環境保護署毒物及化學物質局

出國人員/服務機關/職稱：行政院環境保護署毒物及化學物質局張家銓視察等 11 人，詳如內文名冊

出國類別：會議（參與研討會及參訪）

出國地區：美國德克薩斯州

出國期間：111 年 10 月 15 日至 111 年 10 月 26 日

報告日期：112 年 1 月 13 日

分類：毒化災應變/毒化物管理

內容摘要：

本署自 99 年起，逐年規劃包含美國、德國與義大利等先進國家參訪業務，針對毒化災之預防、整備、應變、監測、訓練及除污復原等運作現況及重要經驗成果進行蒐集，並結合參與毒化災與危險物品緊急應變、風險評估等相關研討會之行程與技術交流，透過資料蒐集與國際專家討論，提升國內應變能量之規劃、推動國內全國性聯防組織體系籌設及強化毒化災專業技術與設備建置之重要參考資訊。並透過研討會與外籍專家接觸及參訪行程，對於國際間災害應變專業訓練之軟硬體設置與體系發展現況有更深入的了解，並對我國環境事故災害應變能量之提升、環境事故防災機制、決策支援系統、聯防系統等，提供了更多面向的參考資訊。

基於持續強化我國環境事故災害應變能量之需求，本(111)年度規劃參與美國休士頓德克薩斯州危險品熱區應變研討會(2022 Hotzone HazMat Conference)（以下簡稱危險品熱區應變研討會），此研討會是一個地區性的國際研討會，主辦單位來自聯邦第 6 區（阿肯色州、路易斯安那州、新墨西哥州、俄克拉荷馬州、德克薩斯州等地區），每年辦理地點會依情況調整，而今年擇定於德克薩斯州休士

頓市，旨在交流關於 HAZMAT 人員培訓、應變評估、救災器材等最新資訊。透過定期辦理研討會方式，除強化地區性防救災單位聯繫和加深合作關係，積極歡迎來自世界各地的應變、消防、政府等救災單位參與，共同探討關於危險物質預防政策，以及危險物質事故對於健康和環境之危害。

透過參與研討會，深入瞭解國際間對危害物質預防和管理政策，以及最新應變技術等相關知識與創新，有助於完善我國毒化災預防管理政策及專業應變技能，降低毒化災事故。

本案為增進國內環境事故應變量能，除參與 10 月 21 至 24 日為期 4 天之危險品熱區應變研討會，並利用研討會之餘因應業務所需，於 10 月 18 日至 20 日參訪美國德州農工大學工程延伸服務部門(Texas A&M Engineering Extension Service, TEEX) (以下簡稱 TEEX) 及 10 月 25 日參訪美國休士頓危險品應變隊(Hazmat Team) (以下簡稱休士頓危險品應變隊)，增進彼此業務交流。

心得摘述如下：

1. 研討會中所提危險品危害評估系統圖表、鋼瓶危害辨識技巧、乾式除污經驗及案例、最新軟硬體設備及教育訓練等資訊，有助於未來新技術引進或開發。
2. TEEX 訓練場區許多場景依據實際事故案例打造，甚至將事故當下發生的設施保留下來，移至訓練場區改造為訓練使用，可增加學員臨場感。
3. TEEX 訓練場區設計廢水回收處理系統，能有效回收廢水，且針對使用泡沫之訓練課程，另設置泡沫水溶液處理系統，有效去除泡沫，可提供國內中區或南區毒化災訓練場建置參考。
4. 休士頓危險品應變隊應變車輛設備多樣，並備有室內訓練場，透過不同環境布置，還原現場資訊傳遞之再現性，提升指揮官於事故現場決策之臨場感。

建議事項摘述如下：

1. 未來可持續參與化學物質災害應變相關國際研討會，與國外專家學者進行技術及經驗交流，汲取最新的知識及資訊，精進國內毒化災應變技術。
2. 參考國外最先進之氣液固三用偵檢設備，評估國內實際需求及事故應變之應用性，視情形更新汰換部分設備，強化國內毒化災防救設備。

3. 評估規劃未來與 TEEEX 合作辦理有關應變中心開設之客製化訓練專班之需求，邀請中央及地方相關單位共同參與，以期在跨單位合作下，更加提升訓練之成效。
4. 因應危險性化學物質事故，休士頓消防隊部分設有危險品應變隊，針對化學物質事故進行專業處理，因此，國內未來面臨複合性化學物質事故，建議由消防單位及環保單位一同出勤進行應變，以保障第一線應變人員安全，並提升事故應變成效。

目 錄

壹、前言.....	1
貳、參與人員.....	3
參、會議及參訪行程.....	4
肆、研討會專題內容及訓練單位參訪紀要.....	6
一、研討會專題內容	6
(一) 教學及訓練	6
1. 移槽訓練 (Product Control and Transfer)	6
2. 新進危險品處理技術人員培訓 (Training the New HazMat Technician 2.0)..	16
3. 危險品指揮官新手任務 (So You’ re the New HazMat Officer, Now What?)	18
(二) 初期危害評估	21
1. 鋼瓶危害辨識 (What's In the Cylinder).....	21
2. 危險品危害評估系統圖表 (Chem-Bio Response IQ - Responder Centric Risk-Based Response).....	26
(三) 除污程序	29
1. 除污之選擇 (Decon Selection).....	29
2. 除污技術與程序 (Decontamination Techniques and Procedures).....	32
(四) 其他專題內容及廠商設備展示.....	34
1. 電動車火災搶救策略 (Combatting EV and Battery Fires).....	34
2. 休士頓港區石化工業導覽 (Houston Petrochemical/Industrial Marine Tour)...	37
3. 研討會廠商設備展示	41
二、TEEX 參訪紀要.....	43
三、休士頓危險品應變隊參訪紀要	52
伍、心得與建議.....	56
一、研討會參與心得分享	56
二、TEEX 參訪心得分享.....	57
三、休士頓危險品應變隊參訪心得分享	58
四、建議事項	58
陸、附件.....	60

表 目 錄

表 1. 參與美國休士頓德克薩斯州危險品熱區應變研討會及參訪行程記要	4
表 2. 111 年美國出國行程飛行航班記要	5
表 3. 洩壓閥的形式與適用對象說明	25

圖 目 錄

圖 1. 外部物質接觸到液態 LPG 的情況（結凍與碎化）	6
圖 2. LPG 物理特性說明及罐桶閥件之功能	7
圖 3. 休士頓危險品應變隊緊急應變車輛	8
圖 4. 副駕駛座後方之資訊收集室	8
圖 5. 個人防護設備	8
圖 6. 偵檢設備 1（輻射偵檢儀）	9
圖 7. 偵檢設備 2（五用氣體）	9
圖 8. 偵檢設備 3(XRF)	9
圖 9. 圖示牌索引原則介紹	10
圖 10. 槽車事故現場接地示範	11
圖 11. 槽體鑽孔示範	12
圖 12. 使用固化劑填塞 53 加侖橡膠桶破裂處	12
圖 13. 使用玻璃纖維貼於固化劑表面	12
圖 14. 使用黏著劑加強固定	13
圖 15. 觀察固化狀況	13
圖 16. 直接裝桶方式	13
圖 17. 支點裝桶方式	14
圖 18. 滾動裝桶方式	14
圖 19. 利用 PVC 管築堤引流	14
圖 20. 槽車頂部閥件引流設備	14
圖 21. 於車頂閥件上安裝連接器與墊片	15
圖 22. 安裝引流裝置	15
圖 23. 開啟車頂閥件開關閥	15
圖 24. Mr. Butch Hayes 授課情形	16
圖 25. 檢測與監測設備表格	17
圖 26. 本人與講師課程後之合照	18
圖 27. 危險品指揮官參考使用之 8 步驟	20
圖 28. 課程講師 Prof. Eugene Ngai	21
圖 29. 產生洩漏的不明鋼瓶	22

圖 30. 鋼瓶的組成與標誌.....	22
圖 31. 危險品危害標示.....	23
圖 32. Lecture Bottle 的形式說明.....	23
圖 33. 瓶閥的類型.....	24
圖 34. 氣體出口閥的說明.....	24
圖 35. 乙炔鋼瓶的熱點現象.....	25
圖 36. Hazmat IQ™危害物質辨識表.....	27
圖 37. 危險品辨識流程圖.....	27
圖 38. 已知化學品知處理方式.....	28
圖 39. 未知化學品知處理方式.....	28
圖 40. 講師 Christina Baxter 博士.....	29
圖 41. 除污技術演化及歷史.....	30
圖 42. 除污技術之三大類型.....	30
圖 43. 除污現場指南(Decon Field Guide, DFG).....	31
圖 44. 除污區設置.....	32
圖 45. 濕式除污技術.....	33
圖 46. 乾式除污技術.....	33
圖 47. 講師授課照片.....	34
圖 48. 電動車滅火方式.....	35
圖 49. 電池火災新型滅火藥劑開發.....	36
圖 50. 電動車斷電裝置.....	36
圖 51. 參訪休士頓港區消防隊.....	37
圖 52. 休士頓港區消防隊所配置之消防泡沫船.....	38
圖 53. 講師介紹消防泡沫船之功能及設備.....	38
圖 54. 船上之 SCBA 設備.....	38
圖 55. 船上泡沫儲存罐.....	39
圖 56. 泡沫射出口.....	39
圖 57. 港區內不同型式之儲槽.....	39
圖 58. 工業區內不同型式之燃燒塔.....	40
圖 59. 本人與講師於參訪後之合照.....	40
圖 60. 廠商介紹止洩設備.....	41
圖 61. 除污室設備展示.....	41
圖 62. 不同型式 A 級防護衣展示.....	42
圖 63. 空拍機展示.....	42
圖 64. 手提式未知氣體分析儀.....	42
圖 65. 參訪成員與 Mr. Lohmeyer 的合照.....	43
圖 66. 興建中之行政教學大樓.....	43
圖 67. 訓練場地介紹說明.....	44

圖 68. 工廠複合式事故及飛機事故場景.....	44
圖 69. 觀摩消防隊員的搶救訓練	45
圖 70. 訓練場地旁 SCBA 裝瓶充氣處	45
圖 71. 訓練場火點控制台	45
圖 72. 廢水收集及表面泡沫污泥處理系統.....	46
圖 73. 各類災害訓練場(Disaster City).....	46
圖 74. 建築物倒塌事故場景.....	46
圖 75. 運輸火車事故場景	47
圖 76. ISO Tank 及公路運輸槽車事故場景	47
圖 77. 參訪緊急應變訓練中心(Emergency Operations Training Center, EOTC)	48
圖 78. 大規模緊急事件管理的沉浸式體驗場地	48
圖 79. 災害事故發言人角色模擬訓練.....	49
圖 80. 參訪人員於緊急應變訓練中心(EOTC)前合照.....	49
圖 81. 簡易說明 TX-TF1 的架構及主要任務.....	50
圖 82. 美國 911 事故現場鋼樑.....	50
圖 83. 各類型救援設備與偵檢儀器	50
圖 84. 參訪人員於於 TX-TF1 的合照	51
圖 85. 本人與消防署周鴻呈科長於休士頓危險品應變隊之合照	52
圖 86. 參訪人員與休士頓危險品應變隊人員合照	53
圖 87. 管線夾具與壓力表.....	54
圖 88. 接地用具	54
圖 89. 除污泡沫噴灑器	54
圖 90. 車內資訊室	54
圖 91. 氣動式移液泵浦.....	55
圖 92. 集水槽	55
圖 93. 消防泡沫控制面板.....	55
圖 94. 各式管線及接頭.....	55

壹、前言

災害應變技術之精進可提升救災效率及安全，隨著科技日新月異，災害應變技術與先進國家交流學習為政府重要工作之一，本局為廣泛性學習全球性災害應變議題，持續強化我國環境事故災害應變能量之需求，規劃與其他先進國家進行技術交流，瞭解國際發展，提升國內環境事故預防、應變與復原技術及智能。因此，本(111)年度規劃參與危險品熱區應變研討會。

危險品熱區應變研討會是一個地區性的國際研討會，主辦單位來自聯邦第 6 區(阿肯色州、路易斯安那州、新墨西哥州、俄克拉荷馬州、德克薩斯州等地區)，每年辦理地點會依情況調整，本次研討會舉辦地點為德州休士頓，。

研討會旨在交流關於 HAZMAT 人員培訓、應變評估、救災器材等最新資訊。透過定期辦理研討會方式，除強化地區性防救災單位聯繫和加深合作關係，積極歡迎來自世界各地的應變、消防、政府等救災單位參與，共同探討關於危險物質預防政策，以及危險物質事故對於健康和環境之危害。

透過參與研討會，深入瞭解國際間對危害物質預防和管理政策，以及最新應變技術等相關知識與創新，有助於完善我國毒化災預防管理政策及專業應變技能，降低毒化災。

本案為增進國內環境事故應變量能，除參與 10 月 21 至 24 日為期 4 天之危險品熱區應變研討會，並利用研討會之餘因應業務所需，於 10 月 18 日至 20 日參訪 TEEEX 及 10 月 25 日參訪休士頓危險品應變隊，增進彼此業務交流。TEEEX 堪稱全球第一大訓練場，訓練課程涵蓋消防滅火、化災應變、人員搜救、緊急醫療、執法安全等多元化培訓課程，每年來自世界各地之學員慕名而來。

本次出國主要目的如下：

1. 藉由參與國際性會議的機會，接觸第一手來自於國際間各毒化災設備供應商、消防搶救單位、應變單位、各級政府及學術研究領域等之專業人員，並直接接收最新且合適之災害防救與緊急應變相關資訊。
2. 持續強化我國環境事故應變體系、諮詢監控中心、技術小組、縣市毒化物專責人員、毒災聯防小組，及聯防組織運作、實務、訓練、應變與實質成

效，並促進國際交流活動。

3. 蒐集先進應變器材、設備資訊、損失控制及管理概念等，以利於未來環境事故災害防救業務體系能力之提升，提供未來化學物質管理及運作效能提升之規劃參考。
4. 參訪世界級毒化災訓練場地，瞭解世界級訓練場所針對之毒化災項目、訓練策略、訓練方法及整體訓練場營運方式，藉此做為我國後續毒化災訓練場之規劃依據，並促進我國毒化災訓練場營運方式、訓練策略及訓練專業性。
5. 參訪國外相關緊急應變單位，汲取其專業經驗與發展技術，做為規劃我國後續相關災防應變業務參考，並持續辦理國際交流活動。

基於前述目的及說明，為提升國內相關環境事故、毒化災訓練場所等相關專業知識、技術與機制、引進新設備與技術、補強體系運作與持續精進整體規劃的珍貴訊息。透過蒐集世界級毒化災訓練場有關運作管理模式、硬體設備/設施、軟體更新發展、專業分項訓練、應變實務、訓練模組等相關資訊，及蒐集政府、業界、執法部門、消防和緊急醫療服務相關人士或政府官員所提供之應變體系最新技術、資訊、規劃與推動實績；並藉由和與會相關人員研討，可促進國內環境事故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。

貳、參與人員

本案依本局簽辦規劃，派 1 員出席，另因化學物質災害涉及國內相關部會，因此亦邀請內政部消防署訓練中心派 1 員一同出席，並邀請相關環境事故應變委辦計畫業務單位自費共同前往，共計 11 員；參與單位及人員，分述如下：

1. 本署毒物及化學物質局：張家銓視察等 1 員。
2. 內政部消防署訓練中心：周鴻呈科長等 1 員
3. 南區環境事故專業技術小組(國立高雄科技大學):計畫主持人陳政任教授、蔡曉雲助理教授、蔡匡忠教授、李家偉副教授及曾子彥博士等 5 員。另陳政任教授及蔡曉雲助理教授為國外會議及參訪期間相關聯繫、規劃、行程安排等業務之工作人員。
4. 北區環境事故專業技術小組(國立聯合大學):協同計畫主持人張雋宗中隊長、雷屆念小隊長及莊牧庭小隊長等 3 員。
5. 中區環境事故專業技術小組(國立雲林科技大學):鄭浩呈隊員等 1 員。

參、會議及參訪行程

本次參訪自 10 月 15 日（六）出發，於 10 月 26 日（三）返抵國門，共計 12 日之期程，主要以參與 10 月 21 日至 24 日之危險品熱區應變研討會為主，並參訪相關環境事故、危害物質危害預防管理與應變相關業務及訓練等單位，期間安排於 10 月 18 日至 20 日參訪美國德州之 TEEX 訓練場所及 10 月 25 日參訪休士頓危險品應變隊訓練場。其行程與內容如下：

表 1. 參與美國休士頓德克薩斯州危險品熱區應變研討會及參訪行程記要

日期	地點	行 程	附註
10/15 (六) 至 10/16 (日)	臺灣-美國	搭機前往休士頓喬治布希國際機場 (IAH)，凌晨班機抵達。	飛行時間： 14 小時 地點： 美國休士頓
10/17 (一)	美國-大學城	討論及整理參訪 TEEX 訓練場地之事宜	移動行程
10/18 (二) 至 10/19 (四)	美國-大學城	1. 參訪 TEEX 訓練場地 2. 19 日下午移動至危險品熱區應變研討會會場	1. 參訪 TEEX 2. 移動行程
10/20 (四) 至 10/23 (日)	美國-休士頓	危險品熱區應變研討會	研討會期間
10/24 (一)	美國-休士頓	1. 參訪休士頓危險品應變隊訓練場地 2. 移動至機場	3. 參訪休士頓危險品應變隊 4. 移動行程
10/25 (二) 至 10/26 (三)	美國-臺灣	搭乘 10/25 凌晨班機，於 10/26 日上午返抵國門	搭機返國

表 2. 111 年美國出國行程飛行航班記要

去程	
日期	航班資訊
10 月 15 日 (六)	長榮航空：BR 52 (直飛) 出發：22:00 桃園機場 (TPE) 第二航站 抵達：23:00 休士頓喬治布希國際機場 (IAH) 國際航站
回程	
日期	航班資訊
10 月 26 日 (三)	長榮航空：BR 51 (直飛) 出發：00:50 休士頓喬治布希國際機場 (IAH) 國際航站 抵達：06:00 桃園機場 (TPE) 第二航站

危險品熱區應變研討會是一個地區性的國際研討會，主辦單位來自聯邦第 6 區(阿肯色州、路易斯安那州、新墨西哥州、俄克拉荷馬州、德克薩斯州等地區)，每年辦理地點會依情況調整。旨在交流關於 HAZMAT 人員培訓、應變評估、救災器材等最新資訊。透過定期辦理研討會方式，除強化地區性防救災單位聯繫和加深合作關係，積極歡迎來自世界各地的應變、消防、政府等救災單位參與，共同探討關於危險物質預防政策，以及危險物質事故對於健康和環境之危害。透過參與研討會，深入瞭解國際間對危害物質預防和管理政策，以及最新應變技術等相關知識與創新，有助於完善我國毒化災預防管理政策及專業應變技能，降低毒化災。

TEEX 堪稱全球第一大訓練場，訓練課程涵蓋消防滅火、化災應變、人員搜救、緊急醫療、執法安全等多元化培訓課程，直至今日，每年來自世界各地之學員慕名而來。

肆、研討會專題內容及訓練單位參訪紀要

一、研討會專題內容

該研討會旨在交流關於 HAZMAT 人員培訓、應變評估、救災器材等最新資訊。透過定期辦理研討會方式，除強化地區性防救災單位聯繫和加深合作關係，共同探討關於危險物質預防政策，及危險物質事故對於健康和環境之危害。

(一) 教學及訓練

1. 移槽訓練 (Product Control and Transfer)

該課程屬於戶外實作教學，第一堂課程主要藉由教具模型使參訓人員瞭解到丙烷與丁烷 (LPG 的主要成分) 的物理特性，課程內容包括壓力容器洩壓時內部液相與氣相因壓力平衡所產生之物理變化、氣體洩漏時的沉降反應、液體洩漏時的物理狀況、外部物質接觸到液態 LPG 的情況 (結凍與碎化現象)，如圖 1。並藉由教具的展示加強參訓人員對 LPG 物質的認知性，此外也介紹到盛裝 LPG 罐筒閥件的功能與差異性，如圖 2 所示。



圖 1. 外部物質接觸到液態 LPG 的情況 (結凍與碎化)



圖 2. LPG 物理特性說明及罐桶閥件之功能

第二堂課程為參觀休士頓危險品應變隊車輛（主要參訪的車輛有兩部），如圖 3。其中一輛主要為應變器材車輛，配置有偵檢設備（五用氣體偵測器、輻射偵檢儀等），個人防護裝備、止漏設備（53 加侖桶洩漏暫存容器等）、移槽設備（隔膜式幫浦）、洩漏吸附器材、其他設備（鏟子、夾具）等，如圖 4-8 所示。



圖 3. 休士頓危險品應變隊緊急應變車輛



圖 4. 副駕駛座後方之資訊收集室

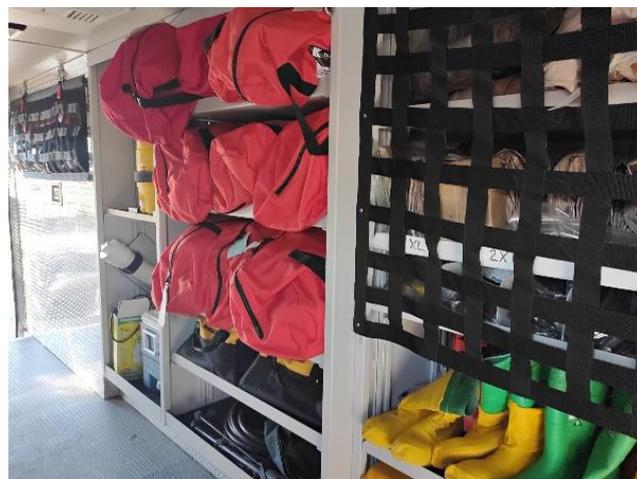


圖 5. 個人防護設備



圖 6. 偵檢設備 1 (輻射偵檢儀)



圖 7. 偵檢設備 2 (五用氣體)



圖 8. 偵檢設備 3(XRF)

第三堂課主要介紹 ERG (緊急應變指南) 的使用方式, 包含如何索引處理原則、索引時須注意的事項, 並利用現場既有的危害標示牌、鐵路槽車槽體與公路運輸槽車槽體等實物, 實際讓參訓人員比對 ERG 的索引圖式, 練習找到相對應的處理原則, 如圖 9 所示。



圖 9. 圖示牌索引原則介紹

第四堂課主要為現場應變方式的介紹與實際操作, 有以下六個項目說明:

- (1) 事故現場接地: 介紹槽車事故現場作業人員如何接地的方式、順序及地點的選擇等, 並描述如何於接地作業完成後測量其放電狀況, 以完成有效的接地程序, 如圖 10。
- (2) 槽體鑽孔: 使用鑽孔機具破壞槽體以便後續移槽管線安裝使用, 並需先行確認轉移時管線之尺寸, 其使用氣動工具需考量現場電力來源及線路長度, 如圖 11。
- (3) 53 加侖橡膠桶止漏: 使用固化劑 (類似砂土材質, 遇水後會產生黏性並於短時間內固化, 類似塑鋼土的性質) 加水反應後填塞 53 加侖橡膠桶破裂處, 如圖 12 所示。再使用玻璃纖維貼於其表面, 並以黏著劑 (類似 AB 膠, 如圖 13-14 所示, 為兩種特定材質的化學物質混和) 粉刷, 等其固化後 (約五分鐘) 觀察破孔情形確認止漏是否完成, 如圖 15 所示。
- (4) 53 加侖桶裝桶: 可以採用三種方式將 53 加侖桶放置到 95 加侖暫存桶中

- (a) 直接將 53 加侖桶放置於 95 加侖暫存桶的蓋子上，再裝上 95 加侖暫存桶的桶身，之後鎖上並翻正即完成，如圖 16 所示。
 - (b) 圖 17 則利用兩根塑膠管當支點，將 53 加侖桶放入 95 加侖暫存桶中，扶正後鎖上蓋子即完成。
 - (c) 圖 18 是利用交叉角度的方式，兩個人分別滾動 53 加侖桶與 95 加侖暫存桶，使 53 加侖桶能逐漸進入 95 加侖暫存桶中，之後一樣扶正、鎖上蓋子即完成。
- (5) 築堤引流：介紹不同密度的物質洩漏時可能會於水體表面或於水體下方逕流，人員需利用身邊的工具製作出可攔截及暫時貯存之場所。本次讓參訓學員嘗試使用兩根 PVC 管路及工具鏟，完成築堤及引流下層水流的方式，如圖 19。
- (6) 槽車閥件引流：針對槽車頂部閥件，使用工具組重新建立開關閥及引流裝置。該工具組透過裝設特定的連接器與墊片，可以開關該閥件使槽內的化學物質流出，引導至特定的收集容器，圖 20-23 所示。



圖 10. 槽車事故現場接地示範



圖 11. 槽體鑽孔示範



圖 12. 使用固化劑填塞 53 加侖橡膠桶破裂處



圖 13. 使用玻璃纖維貼於固化劑表面



圖 14. 使用黏著劑加強固定



圖 15. 觀察固化狀況



圖 16. 直接裝桶方式



圖 17. 支點裝桶方式



圖 18. 滾動裝桶方式



圖 19. 利用 PVC 管築堤引流



圖 20. 槽車頂部閥件引流設備



圖 21. 於車頂閥件上安裝連接器與墊片



圖 22. 安裝引流裝置



圖 23. 開啟車頂閥件開關閥

2. 新進危險品處理技術人員培訓 (Training the New HazMat Technician 2.0)

本堂課程由來自哈里斯縣消防局長辦公室(Harris County Fire Marshal's Office, HCFMO)的講師 Butch Hayes 授課，如圖 24。其主要授課內容為講述如何培訓新的危險品處理技術人員，並討論有關培訓技術的不同方法，包括任務書(task book)、技能測試、實際操作等。



圖 24. Mr. Butch Hayes 授課情形

課程開始時，Mr. Hayes 首先介紹了該消防局危險品應變隊(hazmat team)的緣由及歷史，並介紹其使用的訓練方式與訓練綱要，即任務書(task book)。於本堂課程中，Mr. Hayes 著重於介紹本任務書的內容說明與使用，舉例來說，在第七節－檢測與監測設備(SECT.7 - DETECTION & MONITORING / EQUIPMENT)中，便描述了一位合格的危險品處理技術人員應具有的檢測與監測設備相關知識與技術為何，包括啟動裝置和新鮮空氣校準的能力、了解儀表中使用的感測器技術與知識、選擇適當校正係數的能力等，並以表格的方式呈現，如圖 25 所示。並留有主管簽名欄及日期欄位，以便可同時作為考核用途。同時 Mr. Hayes 亦提及本任務書並非一成不變的，它會隨著設備、法規、環境等不同的因素改變而不斷修正，如第六節－泡沫便將於近期修正，以因應對不斷變動、更新的危險品種類與危害性，在往後對於人員的訓練、再訓練中可以給與新的知識與技能，增進

人員的技術以及能力。

SECT. 7 – DETECTION & MONITORING/ EQUIPMENT

Multi-Rae, 5 and 6 Gas 

Performance criteria	OIC Initials	Date
<i>NFPA 470, Chapter 7, Competency 7.2.1.2 – Detection, Monitoring, and Sampling</i>		
Demonstrate ability to power up the unit and fresh air calibrate		
Demonstrate ability to access and navigate menu		
Demonstrate knowledge of sensor technology used in meter		
Demonstrate knowledge of detection capabilities and limitations of meter		
Demonstrate ability to select appropriate correction factor		

LCD, 3.2 and 3.3 

Performance criteria	OIC Initials	Date
<i>NFPA 470, Chapter 7, Competency 7.2.1.2 – Detection, Monitoring, and Sampling</i>		
Demonstrate knowledge of sensor technology used in meter		
Demonstrate knowledge of detection capabilities of meter		
Demonstrate ability to power up and clear meter		
Demonstrate ability to recognize warning devices for the following agents: Nerve Agent <ul style="list-style-type: none"> • Blister Agent • TIC • Blood Agent • Choking Agent 		

HCFMO Emergency Operations Field Training Manual Page | 51

圖 25. 檢測與監測設備表格

3. 危險品指揮官新手任務 (So You're the New HazMat Officer, Now What?)

本項議題由哈里斯縣消防局長辦公室(Harris County Fire Marshal's Office)退休之危險品技術專家 Butch Hayers 進行講授，Mr. Hayers 具有 30 年以上之危險品應變隊經歷，他認為新上任的危險品指揮官(HazMat Officer) (類似國內環境事故專業技術小組帶隊官) 也需要適當的教育訓練，因此想藉由這門課程告訴大家擔任危險品指揮官需要知道些什麼，事故發生時，需要什麼樣的資源，需要聯絡什麼人，以及如何帶領各類工作人員及團隊，還有成功的小祕訣。圖 26 為本人與講師之合照。



圖 26. 本人與講師課程後之合照

首先，講者認為領導者最重要的特質是謙虛，講者提醒危險品指揮官要保持謙虛的心態不斷精進學習，並提供幾項原則供危險品指揮官參考，包含：

- 努力將小事情做好。
- 身教代替言教，並能身先士卒。
- 不斷自我評估，努力提升自我。
- 永遠不要滿足，不斷思考如何將工作做得更好。
- 訓練過程適度放手讓領導幹部從錯誤中學習。
- 時常告知部隊該做什麼？如何做？為何要做？以建立其信心。

- 對部隊給予嚴格的訓練，提升自我榮耀。
- 要有熱情、公平、道德及勇氣。
- 要有良好的口說和寫作能力。
- 要會替他人著想。
- 吼叫有損你的尊嚴，可以找個地方個別輔導隊員。
- 要發揮理解力和判斷力，對於你認為正確的事情據理力爭，但是一旦經過討論及驗證做出決定後，就全心全意地支持這個決定。
- 要想得比長官更多一些。

其次，講者認為為了激勵鼓舞團隊士氣，危險品指揮官要提供正向能量，保持熱情，願意傾聽，能夠讓人信任，重視團隊成員意見，真誠地與隊員有效溝通，對於未來有清楚的願景，並且要有幽默感。

接著，講者建議新上任的危險品指揮官，需要給予團隊成員良好的訓練，並能讓團隊成員在事故發生時提供意見，參與技術性的決定，危險品指揮官不一定需要知道所有的事情，但是要能瞭解各團隊成員的專業知識領域，並能在關鍵時刻整合團隊成員的知識。此外，新上任的危險品指揮官對內需要瞭解法規規定、隊部的裝備、新進的隊員等，對外要建立良好的關係，知道相關資源哪裡，可以尋求哪些單位協助幫忙，包含中央及地方機關，甚至是業者。而長遠來看，講者建議新上任的危險品指揮官要訂定自己的職能發展計畫，不斷持續地學習，可以透過書籍（如：Extreme Ownership、Leadership Strategy and Tactics 等）、雜誌（如：Fire Engineering、Firehouse Magazine 等）、線上學習網站（如：Echelon Front、Extreme Ownership Academy、Brave Fire Leader Academy 等）、研討會、良好的導師等各種方式，學習重點包含：

- 持續在技術方面學習成長，特別是有關新興的趨勢及議題。
- 持續在領導方面學習成長，特別是需要關鍵思考及溝通的主題。
- 瞭解組織的動態（如政治地位）。

最後，講者也提供相關指引（如：HAZMAT RESPONSE:A Field Operation Guide:FOG 等）及檢核表供新上任的危險品指揮官參考使用，以事故發生初期為

例，可先進行下列 8 個步驟，如圖 27 所示：

- 確認事故地點相關資訊。
- 瞭解第一時間抵達現場的單位、回報內容及行動作為。
- 調查事故產品物質相關資訊。
- 確認風速及觀察現場狀況。
- 如果需要的話，加派特殊的專業設備。
- 第一時間抵達現場的應變單位應該先進行初步任務角色分工。
- 確認安全的集結點（考量上下風處），包含後續抵達的單位。
- 確認進入現場團隊的防護裝備、戰術及救援。

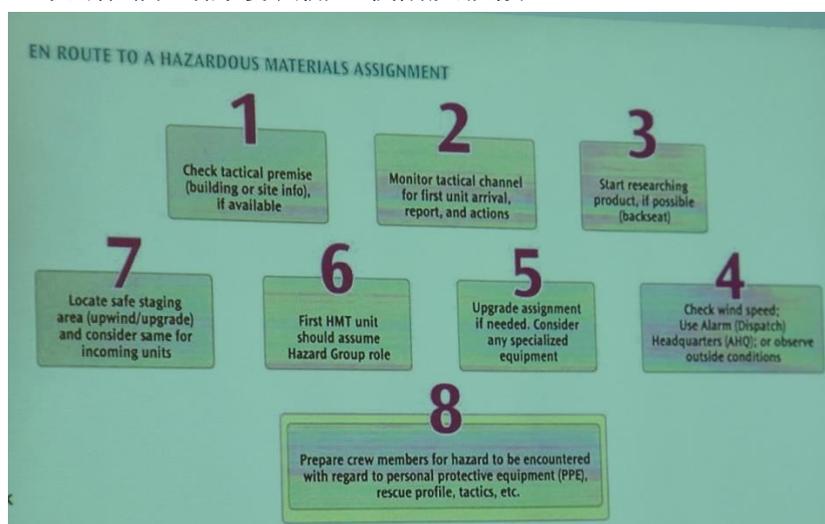


圖 27. 危險品指揮官參考使用之 8 步驟

(二) 初期危害評估

1. 鋼瓶危害辨識 (What's In the Cylinder)

本堂課程講師為 Prof. Eugene Ngai，擁有化學工程學士學位和環境工程碩士學位，在生產、實驗室、研發、工程和安全職位方面擁有 50 年的特種氣體經驗。於世界各地的許多消防學院任教，每年參與 3-4 次 HazMat 會議，超過 8,000 名消防員接受其培訓。擁有 6 項氣體安全裝置美國專利，並於 1999 年獲得壓縮氣體協會 (CGA) 終身安全獎，2007 年獲得紐約消防局專員獎，2009 年成為半導體環境安全與健康協會 (SESHA) 研究員，獲得美國化學學會霍華德福塞特獎，2011 年化學安全貢獻獎和 2020 年 4 月 SESH 終身安全獎。圖 28 為 Prof. Eugene Ngai 本人。



圖 28. 課程講師 Prof. Eugene Ngai

課程內容主要在介紹氣體鋼瓶，一開始講師先以幾張洩漏且不明的氣體鋼瓶圖片作為開場，如圖 29 所示，說明未知鋼瓶可能存在的風險性，即便是能正確辨識不明鋼瓶的內部化學物質也可能是非常危險的(若鋼瓶內部罐裝的是爆炸性氣體或不穩定性的反應氣體)。接著講師陸續展示的幾張外觀鏽蝕或無清楚標示的氣體鋼瓶圖片，藉由圖 30 之鋼瓶外觀形狀、瓶閥形式、釋壓閥形式、出口閥形式等資訊，推敲出鋼瓶內可能罐裝的氣體種類。此外也介紹到美國鋼瓶外部的標籤內容與代表意義，包含像是聯合國編號(UN)、化學文摘社編號(CAS)、危險品運輸危害分類與圖示，如圖 31 所示。講師亦介紹美國鋼瓶常見的組成與瓶身上的標記所代表的意義，低壓鋼瓶、高壓鋼瓶、小型鋼瓶(Lecture Bottle)的比較，如圖 32 所示。圖 33 之不同類型瓶閥的功能性介紹，圖 34 之氣體出口閥與表 3

之洩壓閥(PRD)的種類與功能說明。



圖 29. 產生洩漏的不明鋼瓶

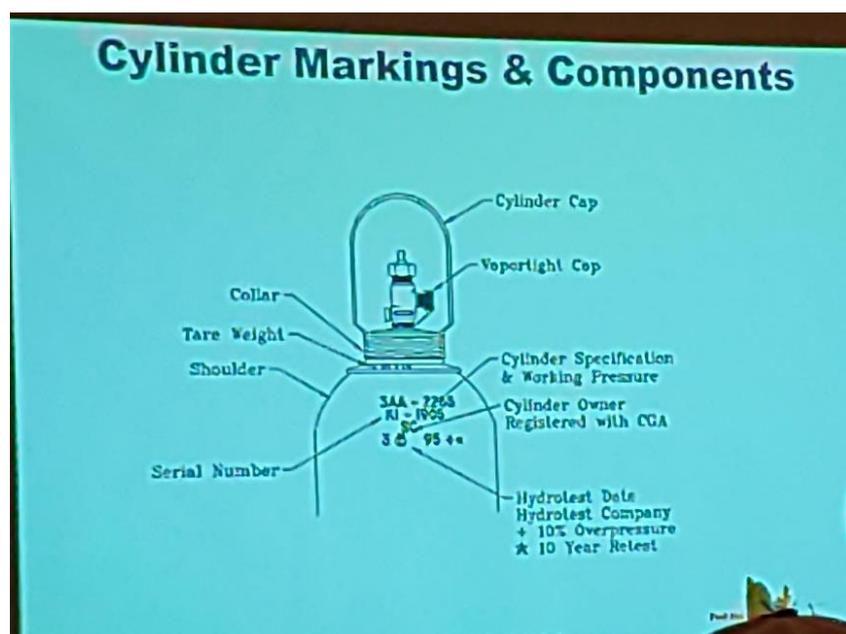


圖 30. 鋼瓶的組成與標誌

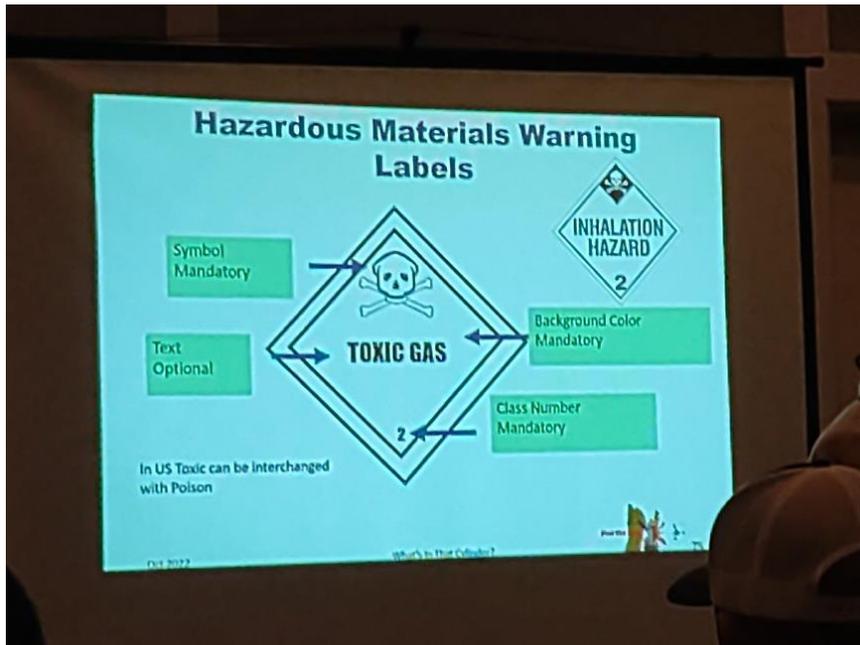


圖 31. 危險品危害標示

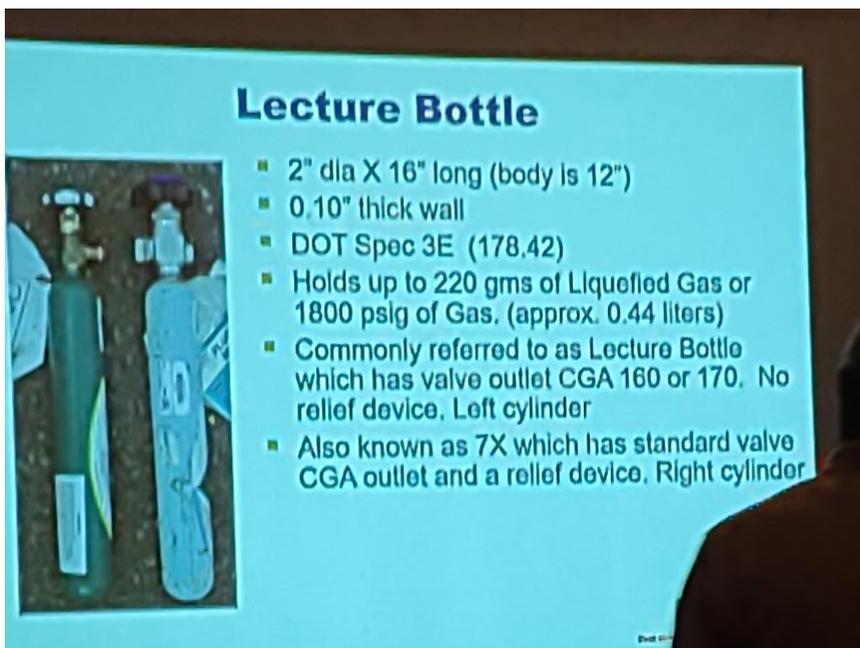


圖 32. Lecture Bottle 的形式說明

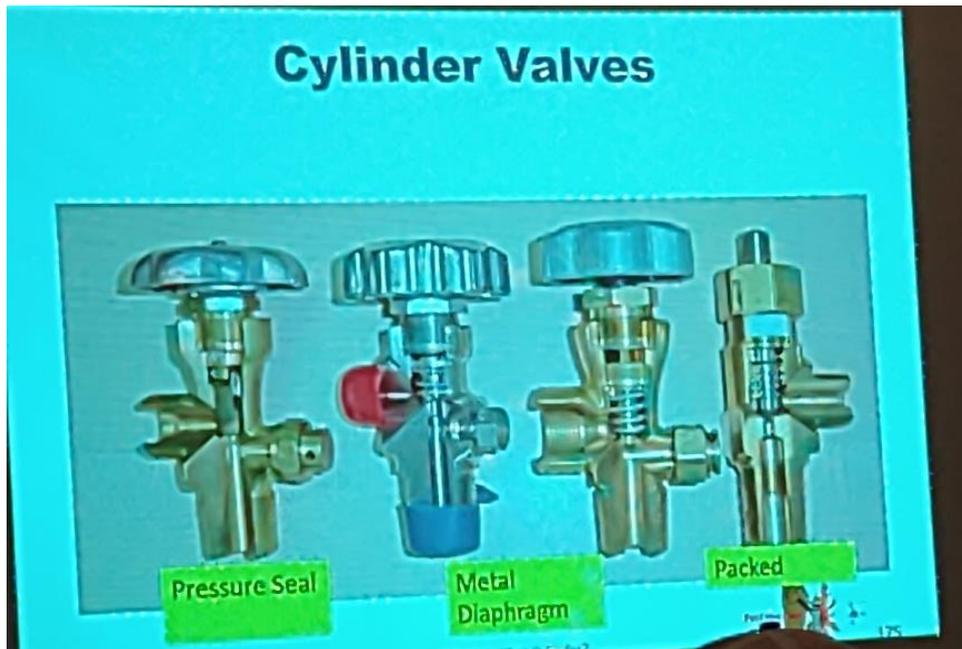


圖 33. 瓶閥的類型

Industrial Cylinder Valve Outlet Connections

- Primary task of CGA over 80 years ago
- All gases are grouped based on chemical and physical properties
- Over 54 connections have been established which cannot interconnect with each other to form a gas tight seal
- Unique connections are formed by using various combinations of:
 - Male/Female Threads
 - Different Diameters
 - Nipple Shapes
 - Right/Left Handed Threads
- Sealing is from:
 - Nipple Deformation




圖 34. 氣體出口閥的說明

表 3. 洩壓閥的形式與適用對象說明

洩壓閥類型	構造	適用對象
CG-1	破裂片	惰性及氧化性氣體，像是氧氣、氮氣、氫氣、氦氣。
CG-2	易熔合金(165°F)	低壓腐蝕性液化氣體，像是氨氣、氯氣。
CG-3	易熔合金(212°F)	乙炔。
CG-4	破裂片與易熔合金(165°F)	三氟化硼、氯化氫、四氟化矽。
CG-5	破裂片與易熔合金(212°F)	矽甲烷、甲烷、氫氣。
CG-7	彈簧式洩壓閥	LPG 氣體、丙烷、丁烷、異丁烷。

課程的最後，講師提醒到乙炔氣體若在鋼瓶內部產生分解反應，會形成煙灰粒子堵塞洩壓閥，進而導致鋼瓶內部壓力上升最後產生破裂狀況，若用熱影像觀察這類型乙炔鋼瓶，會看到在鋼瓶的某側有集中且較高溫度的現象（稱之為熱點現象），如圖 55 所示。此時建議可使用水柱噴灑熱點處約 1 小時持續保持降溫，若熱點的現象消失，建議可以將該鋼瓶放置於水槽中一個晚上，此為較適當的處理方式。另外講師也說明到，氣體鋼瓶絕對不會「空瓶」，因為其內部至少含有 1 大氣壓的氣體存在（與外界恆壓），所以需要使用惰性氣體對鋼瓶內部進行充吹，才有可能排除內部的氣體。



圖 35. 乙炔鋼瓶的熱點現象

2. 危險品危害評估系統圖表 (Chem-Bio Response IQ - Responder Centric Risk-Based Response)

Hazmat IQ™系統由美國兩位經驗豐富的火災和危害性化學品應變人員 Cris Aguirre 和 Joe Gorman 創建，兩人以合計 50 多年危害性化學品 (HazMat)應變經驗建立培訓系統與應變工具。傳統的 HazMat 應變建立在工業衛生、有機化學和無機化學的原則之上。雖然這些基礎在正確的環境中很有價值，但 HazMat IQ 將重點從掌握教科書轉移到做出簡單決定所需的關鍵知識，如判斷是否進入熱區進行應變，應變人員需要瞭解環境危害和所需的個人防護設備。

Hazmat IQ™系統使用一系列專利參考圖表，將複雜的化學概念簡化為「需要知道」的基本要素，讓應變人員能夠對危險材料進行快速風險評估，提供應變者對於隔離距離、適當的個人防護設備(PPE)和檢監測設備的依據。Hazmat IQ™訓練簡化了評估過程，使應變者能夠最提高應變效率和有效性。HazMat IQ System 包含一系列易於理解的工作輔助工具，稱為智能圖表。圖 36 為 Hazmat IQ™危害物質辨識表，而圖 37 為危險品辨識流程圖，由 Chart 2 可快速辨識出紅區及藍區知化學品，並針對辨識出的化學品進行已知及未知的化學品處理方式。這些圖表使應變者能夠快速評估風險，並就如何最好地緩解事件做出正確的決定，而圖 38 及 39 分別顯示已知及未知的化學品處理方式。於可能的視線救援情況下於熱區快速評估，也可能涉及更深思熟慮的行動，例如止漏。該系統包含以下內容：(1) 僅通過化學名稱，應變人員就可以決定該材料之分類。這種簡單的分類有助於確定材料的基本和最終危害，這個過程適用於所有可能的化學物質；(2)僅基於七種化學和物理特性簡化化學研究過程；(3)檢測設備選擇：PID、FID、CGI、GC-MS、FTIR、Raman、Dust Monitor、檢知管 pH 試紙、測溫工具、KI 試紙等；(4)精準 PPE 選擇：Level A、Level B 或 SFPC。

MISSION. POSSIBLE.
www.noble.com
800.518.9895 800.892.1099

HAZMATIQ
a NOBLE company

MISSION. POSSIBLE.
www.noble.com
800.518.9895 800.892.1099

NOBLE

Below The Line™
10 Second Prediction
Turnout/SCBA - Level B/Class 2 - Multi Threat Suit

- Solid
 - 75' Initial Hot Zone
 - No VP
 - Heavier than air
- Toxic
 - mg/m³
 - No IP → PID
 - No CH → FID
- Not Flammable
 - No LEL-UEL → LEL meter
 - No FLP → Temp Gun
- Corrosive
 - Yes Base → pH paper ✕
 - Yes Flammable → F paper ✕
- Reactive
 - No Polymerize
 - Yes Hydro reactive → Temp Gun
 - Yes Air reactive → Temp Gun
- Radioactive → Rad Meter

Go to Chart 4

Above The Line™
10 Second Size-Up
Turnout/SCBA - Level B/Class 2 - Multi Threat Suit

- Gas
 - 300' Initial Hot Zone
 - Yes VP
 - Heavier than air
- Toxic
 - PPM
 - Yes IP → PID
 - Yes CH → FID
- Flammable
 - Yes LEL-UEL → LEL meter
 - Yes FLP → Temp Gun
- Corrosive
 - Yes Acid → pH paper ✕
 - Yes Flammable → F paper ✕
- Reactive
 - Yes Polymerize
 - Yes Hydro reactive → Temp Gun
 - Yes Air reactive → Temp Gun
- Radioactive → Rad Meter

Go to Chart 3

Above The Line - Below The Line Technician

Helium 2 He	Neon 10 Ne	Argon 18 Ar	Krypton 36 Kr
Boron 5 B	Carbon 6 C	Nitrogen 7 N	Oxygen 8 O
Aluminum 13 Al	Silicon 14 Si	Phosphorus 15 P	Sulfur 16 S
Zinc 30 Zn	Cadmium 48 Cd	Mercury 80 Hg	Lead 82 Pb
Xenon 54 Xe	Radon 86 Rn		

© 2012 HazmatIQ, Inc. and Chart 2 were developed by HazmatIQ. This system contains parts and their own money to develop and expand this system. This system and its Charts are protected by patents, copyrights, and trademarks. Copying the Charts or teaching the program is illegal. The training can only be delivered by authorized HazmatIQ by Noble instructors. Thank you for respecting our Intellectual Property.

圖 36. Hazmat IQ™ 危害物質辨識表

Chart 2

MISSION. POSSIBLE.
www.noble.com
800.518.9895 800.892.1099

HAZMATIQ
a NOBLE company

Is the first name of the chemical listed below?

Aluminum	Cupric	Manganese	Ruthenium
Ammonium*	Ferri	Mercuric	Scandium
Antimony	Gallium	Mercurous	Silver
Barium	Germanium	Sodium	Sulfur
Beryllium	Gold	Strontium	Tantalum
Bismuth	Iridium	Tellurium	Technetium
Cadmium	Indium	Thallium	Tin
Caesium	Iron	Thorium	Titanium
Chromium	Lanthanum	Uranium	Tungsten
Chromium	Lead	Vanadium	Vanadium
Cobalt	Lithium	Yttrium	Yttrium
Copper	Magnesium	Zinc	Zirconium

*Potentially Reductive

Chart 3
NO

Chart 4
YES

Chart 3
NO

Chart 4
YES

Chart 3

MISSION. POSSIBLE.
www.noble.com
800.518.9895 800.892.1099

HAZMATIQ
a NOBLE company

Flammable (Class 2) (Gases)

YES: 1. Anhydrous, 2. Boiling Point, 3. Boiling Point, 4. Boiling Point, 5. Boiling Point, 6. Boiling Point, 7. Boiling Point, 8. Boiling Point, 9. Boiling Point, 10. Boiling Point, 11. Boiling Point, 12. Boiling Point, 13. Boiling Point, 14. Boiling Point, 15. Boiling Point, 16. Boiling Point, 17. Boiling Point, 18. Boiling Point, 19. Boiling Point, 20. Boiling Point, 21. Boiling Point, 22. Boiling Point, 23. Boiling Point, 24. Boiling Point, 25. Boiling Point, 26. Boiling Point, 27. Boiling Point, 28. Boiling Point, 29. Boiling Point, 30. Boiling Point, 31. Boiling Point, 32. Boiling Point, 33. Boiling Point, 34. Boiling Point, 35. Boiling Point, 36. Boiling Point, 37. Boiling Point, 38. Boiling Point, 39. Boiling Point, 40. Boiling Point, 41. Boiling Point, 42. Boiling Point, 43. Boiling Point, 44. Boiling Point, 45. Boiling Point, 46. Boiling Point, 47. Boiling Point, 48. Boiling Point, 49. Boiling Point, 50. Boiling Point, 51. Boiling Point, 52. Boiling Point, 53. Boiling Point, 54. Boiling Point, 55. Boiling Point, 56. Boiling Point, 57. Boiling Point, 58. Boiling Point, 59. Boiling Point, 60. Boiling Point, 61. Boiling Point, 62. Boiling Point, 63. Boiling Point, 64. Boiling Point, 65. Boiling Point, 66. Boiling Point, 67. Boiling Point, 68. Boiling Point, 69. Boiling Point, 70. Boiling Point, 71. Boiling Point, 72. Boiling Point, 73. Boiling Point, 74. Boiling Point, 75. Boiling Point, 76. Boiling Point, 77. Boiling Point, 78. Boiling Point, 79. Boiling Point, 80. Boiling Point, 81. Boiling Point, 82. Boiling Point, 83. Boiling Point, 84. Boiling Point, 85. Boiling Point, 86. Boiling Point, 87. Boiling Point, 88. Boiling Point, 89. Boiling Point, 90. Boiling Point, 91. Boiling Point, 92. Boiling Point, 93. Boiling Point, 94. Boiling Point, 95. Boiling Point, 96. Boiling Point, 97. Boiling Point, 98. Boiling Point, 99. Boiling Point, 100. Boiling Point.

Chart 4

MISSION. POSSIBLE.
www.noble.com
800.518.9895 800.892.1099

HAZMATIQ
a NOBLE company

Flammable (Class 2) (Liquids)

YES: 1. Anhydrous, 2. Boiling Point, 3. Boiling Point, 4. Boiling Point, 5. Boiling Point, 6. Boiling Point, 7. Boiling Point, 8. Boiling Point, 9. Boiling Point, 10. Boiling Point, 11. Boiling Point, 12. Boiling Point, 13. Boiling Point, 14. Boiling Point, 15. Boiling Point, 16. Boiling Point, 17. Boiling Point, 18. Boiling Point, 19. Boiling Point, 20. Boiling Point, 21. Boiling Point, 22. Boiling Point, 23. Boiling Point, 24. Boiling Point, 25. Boiling Point, 26. Boiling Point, 27. Boiling Point, 28. Boiling Point, 29. Boiling Point, 30. Boiling Point, 31. Boiling Point, 32. Boiling Point, 33. Boiling Point, 34. Boiling Point, 35. Boiling Point, 36. Boiling Point, 37. Boiling Point, 38. Boiling Point, 39. Boiling Point, 40. Boiling Point, 41. Boiling Point, 42. Boiling Point, 43. Boiling Point, 44. Boiling Point, 45. Boiling Point, 46. Boiling Point, 47. Boiling Point, 48. Boiling Point, 49. Boiling Point, 50. Boiling Point, 51. Boiling Point, 52. Boiling Point, 53. Boiling Point, 54. Boiling Point, 55. Boiling Point, 56. Boiling Point, 57. Boiling Point, 58. Boiling Point, 59. Boiling Point, 60. Boiling Point, 61. Boiling Point, 62. Boiling Point, 63. Boiling Point, 64. Boiling Point, 65. Boiling Point, 66. Boiling Point, 67. Boiling Point, 68. Boiling Point, 69. Boiling Point, 70. Boiling Point, 71. Boiling Point, 72. Boiling Point, 73. Boiling Point, 74. Boiling Point, 75. Boiling Point, 76. Boiling Point, 77. Boiling Point, 78. Boiling Point, 79. Boiling Point, 80. Boiling Point, 81. Boiling Point, 82. Boiling Point, 83. Boiling Point, 84. Boiling Point, 85. Boiling Point, 86. Boiling Point, 87. Boiling Point, 88. Boiling Point, 89. Boiling Point, 90. Boiling Point, 91. Boiling Point, 92. Boiling Point, 93. Boiling Point, 94. Boiling Point, 95. Boiling Point, 96. Boiling Point, 97. Boiling Point, 98. Boiling Point, 99. Boiling Point, 100. Boiling Point.

圖 37. 危險品辨識流程圖

Known Chemical Name

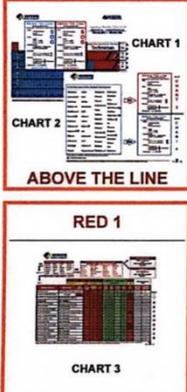
1 Dispatch 20 Second Size Up	2 Reference 2 Minute VERIFY	3 Equipment PPE & Meters	4 Mission Recon Rescue Plumbing Identify
 <p>CHART 1 CHART 2 CHART 3 CHART 4</p> <p>Duration: 10 seconds Use: Chart 3 or 4 Goal: Choose the Play</p>	<p>Solid • Liquid • Gas Initial Hot Zone S 75' • L 150' • G 300' Vapor Pressure (VP) 0 = No Vapors > 0 = Vapors Heavier Than Air</p> <p>Toxic mg/m³ or PPM IP 10.6 or < 10.6 = Yes PID CH+ FID Yes</p> <p>Flammable LEL/UEL = Flammable Spill Temperature > FI, P = Flammable NOW</p> <p>Corrosive Hydroxide = Base Acid = Acid DOT Guide #'s 118, 124, 125 Plastic or Plastic or P in formula = Plastic P Paper • Yellow = Plastic</p> <p>Reactive Polymerize Water & Air</p> <p>Radioactive DOT Guide 161, 162, 163, 164, 165, 168</p> <p>Explosive DOT Guide 119, 120, 121</p> <p>Always Check For Incompatibilities & Reactivity</p>	<p>PPE Turnout & SCBA Level B Multi-Threat Suit</p> <p>SAFe Kit RAD F • pH paper TempGun LEL meter KI paper <i>Measures Hazards that Injure or Kill</i></p> <p>TOXe Kit Dust Monitor PID FID Freon Tube-Chip <i>Measures Hazards that Injure or Kill by Inhalation</i></p> <p>IdE Kit FTIR Raman MS-GC <i>May Identify the Unknown</i></p>	<p>Line of Sight Quick In/Out</p> <p>Yellow Lights CAUTION Red Lights STOP Risk vs Benefit Make it Safe Emergency Decon</p> <p>Make it Safe Change the Environment Remove or Reduce the Hazards Remote Valve Shut-Off Rotate Crew PPE Change Wait it Out If No Better Option</p> <p>TAKE YOUR TIME</p> <p>Yellow Lights CAUTION Red Lights STOP Risk vs Benefit Make it Safe Technical Decon</p> <p>Make it Safe Change the Environment Remove or Reduce the Hazards Remote Valve Shut-Off Rotate Crew PPE Change Wait it Out If No Better Option</p>

© 2022 The HazMatIQ System and Charts were developed by HazMatIQ. They spent countless years and their own money to develop and expand the system. This system and its Charts are protected by patents, copyrights and trademarks. Copying the Charts or teaching this program is stealing from Noble. This training can only be delivered by authorized HazMatIQ by Noble instructors. Thank you for respecting our intellectual property.

AB 5 22

圖 38. 已知化學品知處理方式

Unknowns, Mixtures & Tradenames

1 Size-Up 20 Second Size Up	2 Equipment PPE & Meters	3 Mission Recon Rescue Plumbing Identify	4 Reference Hazards
 <p>CHART 1 CHART 2 CHART 3</p> <p>ABOVE THE LINE RED 1</p>	<p>PPE Turnout & SCBA Level B Multi-Threat Suit</p> <p>SAFe Kit RAD F • pH paper TempGun LEL meter KI paper <i>Measures Hazards that Injure or Kill</i></p> <p>TOXe Kit Dust Monitor PID FID Freon Tube-Chip <i>Measures Hazards that Injure or Kill by Inhalation</i></p> <p>IdE Kit FTIR Raman MS-GC <i>May Identify the Unknown</i></p>	<p>Line of Sight Quick In/Out</p> <p>Yellow Lights CAUTION Red Lights STOP Risk vs Benefit Make it Safe Emergency Decon</p> <p>Make it Safe Change the Environment Remove or Reduce the Hazards Remote Valve Shut-Off Rotate Crew PPE Change Wait it Out If No Better Option</p> <p>TAKE YOUR TIME</p> <p>Yellow Lights CAUTION Red Lights STOP Risk vs Benefit Make it Safe Technical Decon</p> <p>Make it Safe Change the Environment Remove or Reduce the Hazards Remote Valve Shut-Off Rotate Crew PPE Change Wait it Out If No Better Option</p>	<p>Solid • Liquid • Gas Initial Hot Zone S 75' • L 150' • G 300' Vapor Pressure (VP) 0 = No Vapors > 0 = Vapors Heavier Than Air</p> <p>Toxic mg/m³ or PPM IP 10.6 or < 10.6 = Yes PID CH+ FID Yes</p> <p>Flammable LEL/UEL = Flammable Spill Temperature > FI, P = Flammable NOW</p> <p>Corrosive Hydroxide = Base Acid = Acid DOT Guide #'s 118, 124, 125 Plastic or Plastic or P in formula = Plastic P Paper • Yellow = Plastic</p> <p>Reactive Polymerize Water & Air</p> <p>Radioactive DOT Guide 161, 162, 163, 164, 165, 168</p> <p>Explosive DOT Guide 119, 120, 121</p> <p>Always Check For Incompatibilities & Reactivity</p>

© 2022 The HazMatIQ System and Charts were developed by HazMatIQ. They spent countless years and their own money to develop and expand the system. This system and its Charts are protected by patents, copyrights and trademarks. Copying the Charts or teaching this program is stealing from Noble. This training can only be delivered by authorized HazMatIQ by Noble instructors. Thank you for respecting our intellectual property.

AB 6 22

圖 39. 未知化學品知處理方式

(三) 除污程序

1. 除污之選擇 (Decon Selection)

本項議題由 Christina Baxter 博士進行講授，Christina Baxter 博士是 Emergency Response TIPS, LLC 的首席執行長，也是 Hazard 3, LLC 的合作夥伴，講師在 hazardous materials/CBRN 擁有超過 25 年的緊急應變經歷，圖 40 為講師照片。



圖 40. 講師 Christina Baxter 博士

主要授課內容為介紹除污從初期開始演化至今及歷史，如圖 41 所示，並介紹如何選用適當的除污方式及除污最主要的任務目標及後續所需注意的事項。並且針對化學品不慎透過防護衣並對人體皮膚所產生的傷害，及後續如何制定除污計畫並將化學品移除或消滅，深入瞭解需要透過那些方式將污染及傷害降到最低。除污之主要目的是防止污染擴散，而非完全去除所有的污染；再者儘量將污染降低到沒有危害的情況，最後透過去除污染物防止其他人員的接觸。並且講述三種除污方式，如圖 42 所示，緊急除污、大規模除污、技術除污，並針對各不同實際案例來分享來選擇適用的方式，並將內容著重在於除污的策略包含物理移除方式及化學中方式的兩大方向。課程中亦強調某些化學品與皮膚接觸後產生的傷害，若使用水並不是最好的去除方式，只會讓化學品透過水的流動將化學品擴散而不是稀釋的錯覺效應，必須注意到化學品本身的物化特性為何；特別是親脂性化合物比親水性化合物更快且更容易滲透皮膚造成傷害。若皮膚不幸遭受到化學品波及，不要直接擦拭，必須使用高吸收率的細纖維材質布料做按壓吸收的動作，避免增加受傷面積。

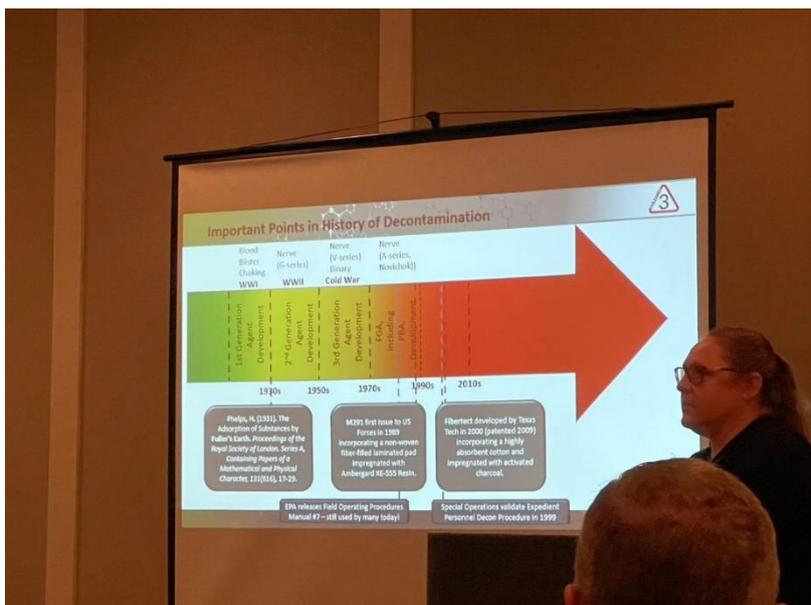


圖 41. 除污技術演化及歷史

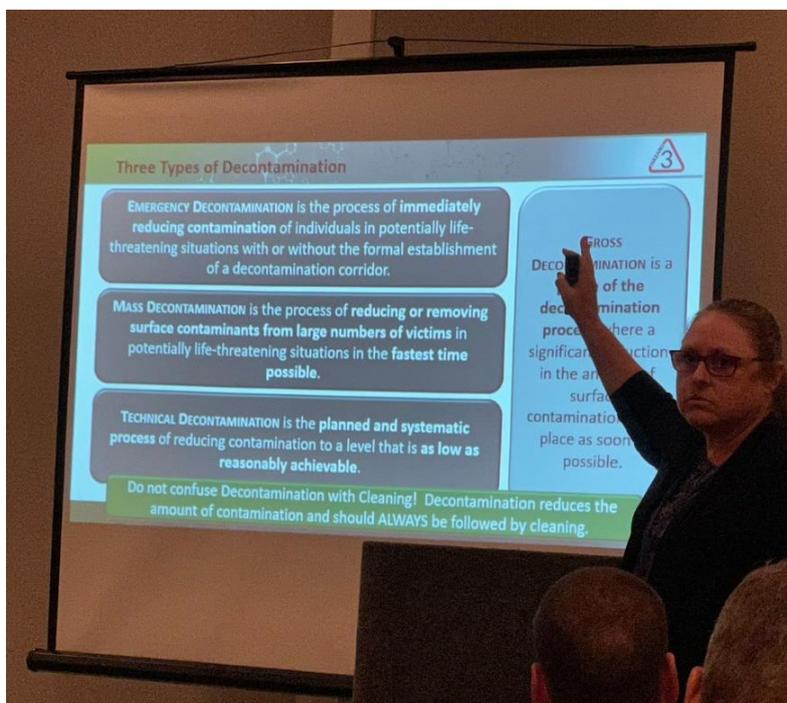


圖 42. 除污技術之三大類型

講師亦分享非常實用的除污現場指南(Decon Field Guide, DFG)APP，如圖 43 所示。該 APP 專門為 Hazmat 專業人員設計，應變人員可透過 APP 內輸入化學品名稱或 CAS Number 搜尋，快速且有效地評估常見的威脅，並提供有關正確除污方法說明。

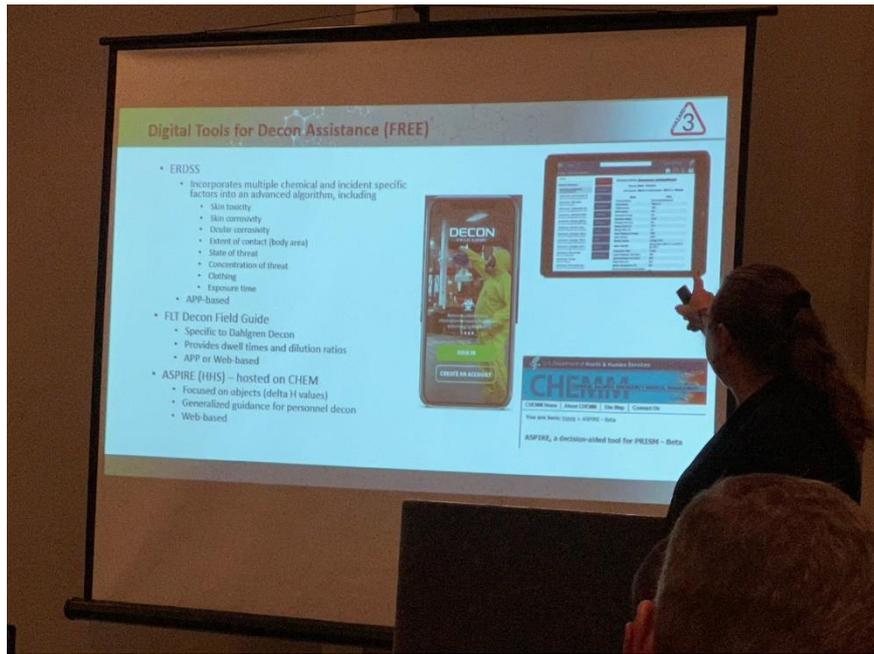


圖 43. 除污現場指南(Decon Field Guide, DFG)

2. 除污技術與程序 (Decontamination Techniques and Procedures)

本課程主要是談論有關除污的注意事項及個人的經驗分享。講師特別提到除污並沒有絕對的 SOP，對於不同的情境及單位來說都有所不同，所以強調並非是來教我們如何進行除污，而是在這裡和我們分享他的個人經驗。例如急救人員和軍隊方面都有很多不同的觀點，且在許多不同的因素環境中，總會有很多不同的方式影響著不同機構該如何進行除污。最重要的是必須考慮到化學品的滲透，不是所有的化學品接觸到防護衣表面就能透過擦拭清理乾淨，很多化學品有時會滲入防護衣，所以必須使用其他的除污方式。除污區盡可能在暖區最靠近熱區的地方，這樣大幅度地減少污染的傳播範圍，特別注意從熱區帶出來的儀器及設備是否也受到污染，如圖 44 所示。在除污區尚未架設完成的情況下，從熱區出來受污染的人員根本不知道如何處理身上的化學品，必須等到除污線建立完成並獲得安全官的認證。在此之前團隊進行多次練習，去估算整個流程所花費的時間，讓所有除污人員都參予真的很重要。也可以透過多次的訓練及練習，了解到除污所需注意的細節及所需的器具。

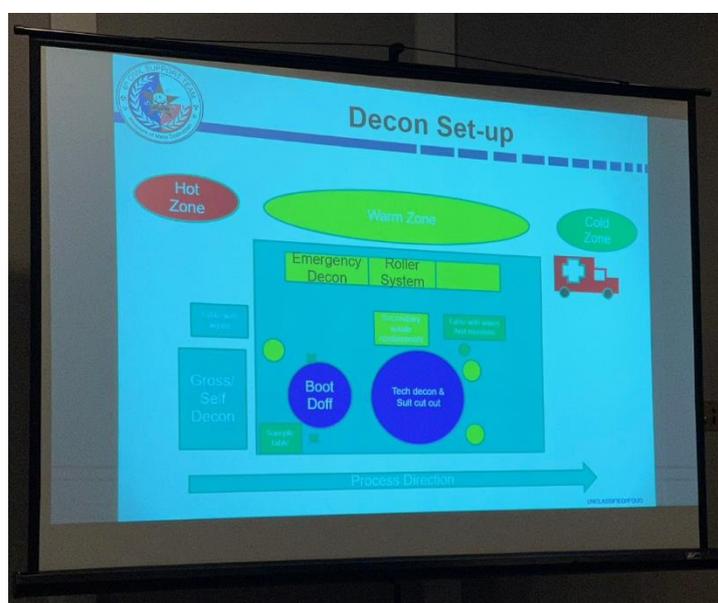


圖 44. 除污區設置

除污技術目前可分為濕式及乾式除污:

- (1) 濕式除污：去除防護衣表面的污染，利用噴灑水或使用中和劑，再將防護衣進行刷洗。其優點為清潔法簡單又快速，缺點為只能清潔表面

效果有限並有交叉污染的風險，如圖 45 所示。

- (2) 乾式除污：將防護衣使用乾洗劑，利用有機的乾洗劑將防護衣上的污染物溶解下來。其優點為清潔效果較好及減少污染擴散，可針對濕式除污法難以清洗的化學物質進行清潔，缺點為可能產生二次污染，如圖 66 所示。

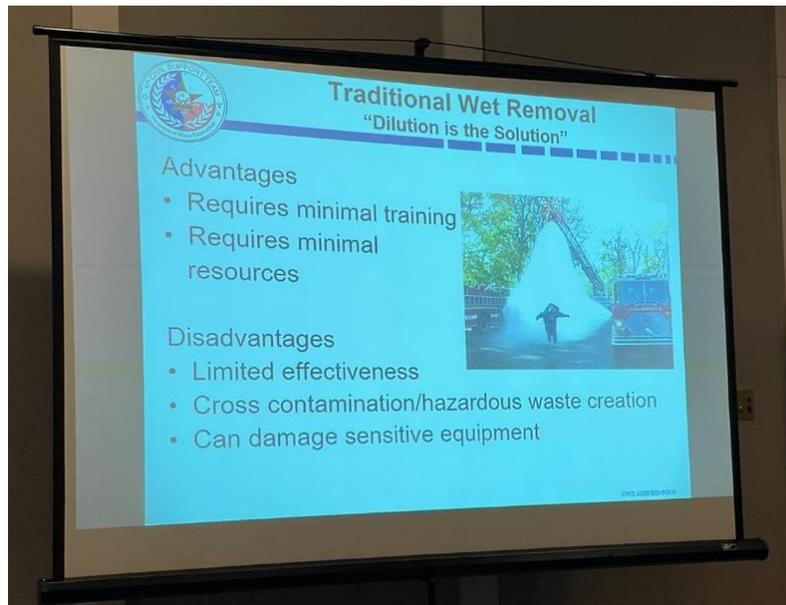


圖 45. 濕式除污技術

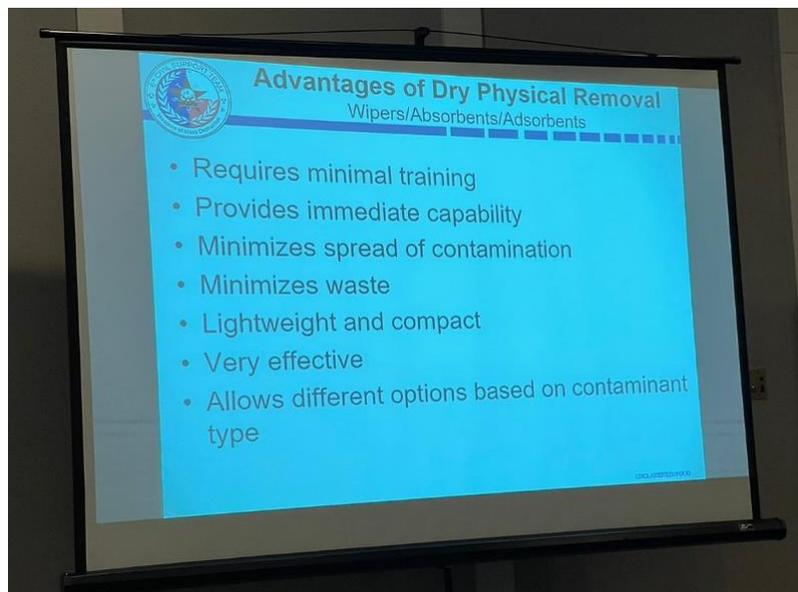


圖 46. 乾式除污技術

(四) 其他專題內容及廠商設備展示

1. 電動車火災搶救策略 (Combatting EV and Battery Fires)

該課程由 Fowler & Cacioppo 兩位消防隊隊長進行教授，其中 Joey Cacioppo 為路易斯安那州卡溫頓城市消防隊的隊長，具備 23 年消防搶救專業的經驗，圖 47 為授課講師之照片。課程主要講授電池基本介紹、可能造成電池失控之危害因子及後續造成之火災相關危害，及消防隊及應變隊人員面對電池火災之搶救策略。



圖 47. 講師授課照片

電池主要構造為陽極、陰極、分隔膜及電解液組成，電池中的電解液可以是凝膠體、聚合物或凝膠體及聚合物之混合物組成。電池於放電時，其陰極的鋰離子會釋出至電解液，再藉由電解液運輸至陽極，而充電過程則與放電過程相反。電池於充放電過程中一般會出現放熱現象，若熱生成率大於熱散失率則會有過多熱能累積，而過多熱能累積使電池本身溫度升高造成電池內部反應速度加劇，最後產生電池之熱失控現象。電池產生熱失控反應的因子可包含下列：

- Over heating (過度加熱)。
- Age of battery (電池老化)。
- Incorrect charging (不正確充電行為)。
- Mechanical effect (機械外力影響)。

熱失控發生後電池內部產生氣體造成內部壓力升高，而高壓將電池殼體衝破後，有毒且可燃之氣體於破口噴射出，最後形成噴射火焰，並持續加熱其餘電池

使熱失控反應接續發生，擴大電池火災災害。

講者 Cacioppo 講述 TESLA 的指導手冊中提及鋰電池火災就目前消防策略而言非常難以撲滅，只能用大量的水針對電池本身進行降溫，使熱失控反應不持續發生，例如消防車大量水柱灌射電池（如圖 48 所示）或使用起重機將燃燒中的電動車夾起並浸沒於水中，直至電動車不再發生燃燒現象。雖然有相關建議使用消防泡沫撲滅電池火災，因消防泡沫可抑制火災時氧氣的供給，但因鋰電池於失控時後主動產生氧氣，使得鋰電池火災可不需依靠外部氧氣則可進行燃燒現象，因此泡沫滅火之效果並不如預期，且亦無法抑制電池熱失控現象。由於電池火災目前無法有效控制，許多消防公司亦持續開發能夠撲滅電池火災之新型滅火藥劑及設備，如 Hazard Control Technologies 公司開發 F-500 撲滅電池火災（圖 49 所示），及 Cellblock 公司重新利用回收玻璃，製造一由非結晶玻璃顆粒組成之顆粒，提供電池火災一種新的選擇。

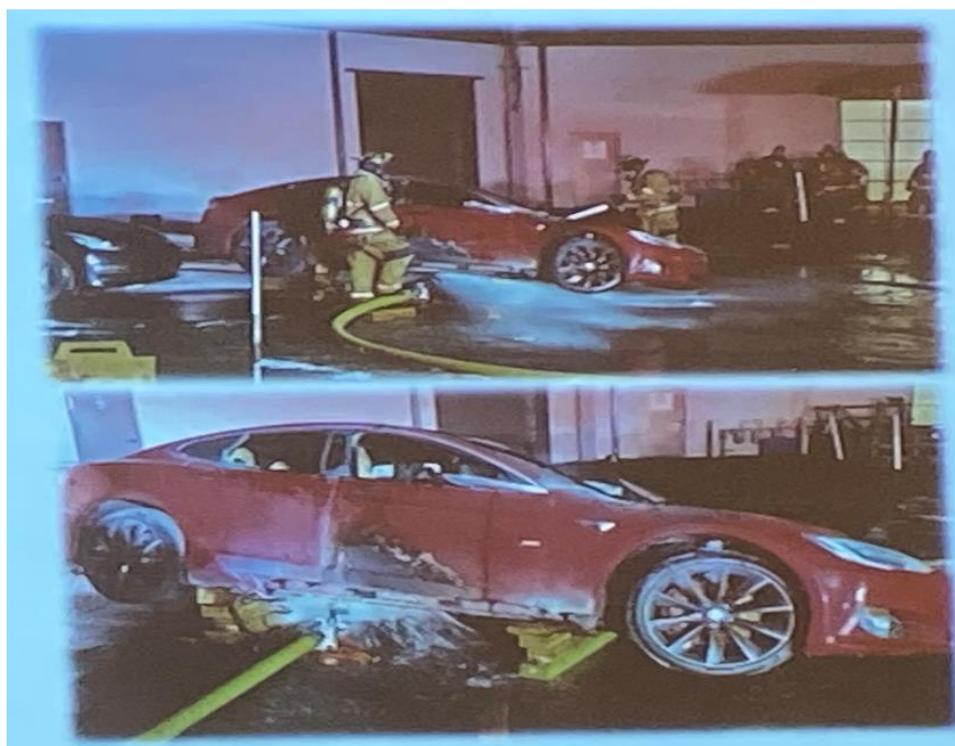


圖 48. 電動車滅火方式

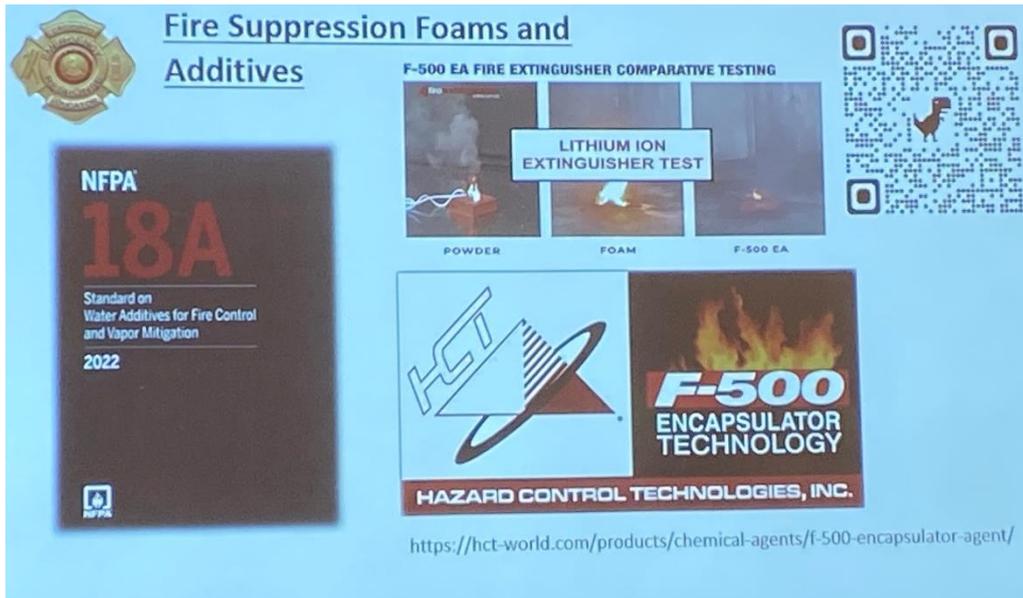


圖 49. 電池火災新型滅火藥劑開發

Cacioppo 也提供電動車火災搶救相關指引資訊，並以目前電動車市場上市占率最高的特斯拉為例，當電動車需要搶救時，應先剪斷電動車之斷電裝置（如圖 50 所示），避免消防人員於搶救時遭遇電擊事故。且不同類型之電動車其斷電裝置之位置也不同，因此針對電動車災害搶救，抵達現場時需先以外觀或是車輛識別碼辨別出電動車型號，並藉此得知斷電裝置的位置，移除電力供給後再進行搶救，使消防人員避免觸電風險。



圖 50. 電動車斷電裝置

2. 休士頓港區石化工業導覽 (Houston Petrochemical/Industrial Marine Tour)

休士頓港口為德克薩斯州最大亦是墨西哥灣最大貨櫃量之港口，德州將近有 97% 的交易量皆在休士頓港口進行，且其每年進出口貨櫃總數占美國墨西哥灣 70% 的貨櫃總數，亦為美國港口中第七多。休士頓港口的貨物價值為美國第三大，價值約為 1,697 億美金，且國際水運噸位約為 193.8 百萬噸及總體加總水運噸位為美國最大，約有 276 百萬噸。因其港口貨櫃量總數及水運噸位相當大量，故德州政府於休士頓港口興建工業區，工業區內包含有 Houston Fuel Oil 公司、Magellan 公司、Valero Refinery、杜邦等國際型石化工業公司。因應港口工業區石化廠及油槽林立，休士頓政府亦設有港區消防隊，圖 51 為本人前往港區消防隊參觀之照片。圖 52 為休士頓港區消防隊所配置之消防泡沫船，而圖 53 為講師介紹消防泡沫船之功能及設備。消防泡沫船主要針對港區內所發生的化學品洩漏及油槽火災等緊急災害事故進行應變，亦協助船隻翻覆或落水事故進行搶救。圖 54-56 展示出船上配置有 SCBA、搶救小艇、泡沫儲存罐及泡沫射出口等設備，船隻內亦配置有休息室或受傷人員恢復室。圖 57-58 為參訪港區之過程中，油槽數量眾多且型式多元化，亦觀察到不同型式之燃燒塔。參訪後本人亦跟講師請教工業區管理之問題，圖 59 為本人與講師之合照。



圖 51. 參訪休士頓港區消防隊



圖 52. 休士頓港區消防隊所配置之消防泡沫船



圖 53. 講師介紹消防泡沫船之功能及設備



圖 54. 船上之 SCBA 設備



圖 55. 船上泡沫儲存罐



圖 56. 泡沫射出口



圖 57. 港區內不同型式之儲槽



圖 58. 工業區內不同型式之燃燒塔



圖 59. 本人與講師於參訪後之合照

3. 研討會廠商設備展示

研討會之設備廠商展示現場，由毒化災緊急應變設備業者提供最新軟體、應變設備及教育訓練等資訊。圖 60-63 為槽罐止洩之設備、除污室及 A 級防護衣的型式，另亦有空拍機及自動化機器人執行救災之設備展示。圖 84 為新型易操作的手提式未知氣體分析儀(XplorIR)，XplorIR 手提式未知氣體分析儀特色為體積小，攜帶方便，抵達化災現場不需前處理，直接分析氣、液、固態樣品，可快速鑑認物種，並檢測空氣中 5,500 種未知揮發性氣體。然而此手提式氣體分析儀之偵測極限太高，約為 20 ppm。



圖 60. 廠商介紹止洩設備



圖 61. 除污室設備展示



圖 62. 不同型式 A 級防護衣展示



圖 63. 空拍機展示



圖 64. 手提式未知氣體分析儀

二、TEEX 參訪紀要

參訪成員首先到行政大樓(H.D. Smith Operations Complex)拜訪其訓練部門 (Emergency Services Training Institute)單位主管 Mr. Lohmeyer 及接洽窗口 Mr. Penalver，並致贈紀念品及合照，如圖 65。Mr. Lohmeyer 大致簡介訓練場概況，包含占地面積約 300 英畝（約 120 公頃）、平均每年約有 120 萬人參訓等，訓練場亦有設置紀念品商店，作為行銷宣傳，另也正在新建一座行政教學大樓，預計 112 年 6 月完工，如圖 66 所示。後續由 Mr. Penalver 引導參觀訓練場地，並簡單說明訓練場地，如圖 67。

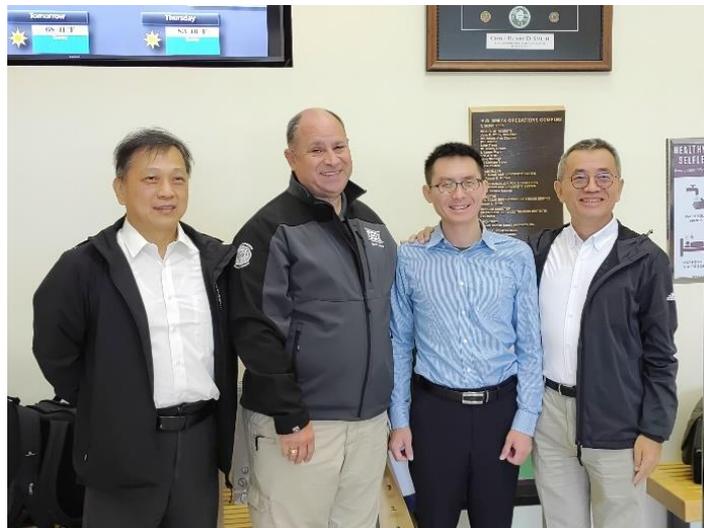


圖 65. 參訪成員與 Mr. Lohmeyer 的合照

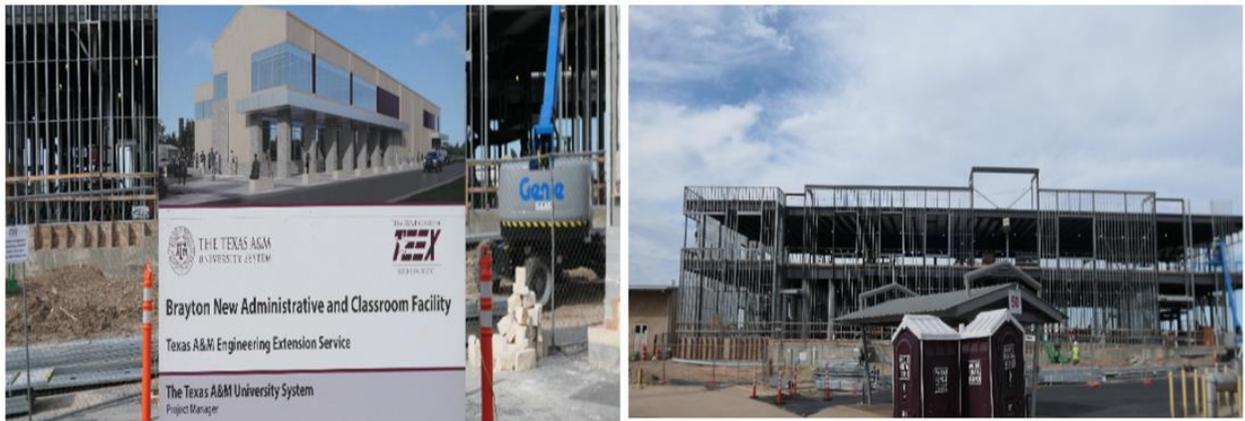


圖 66. 興建中之行政教學大樓



圖 67. 訓練場地介紹說明

第一站先至火災訓練場(TEEX Brayton Fire Training Field)，該訓練場所共有 132 個特定訓練情境，提供訓練人員消防、救援、緊急醫療、危害物質、海洋、飛機與緊急管理方面的指導，如圖 68 所示。圖 69 為實地參訪過程當中看到消防隊員實際進行火災搶救訓練，周邊劃設黃線以區分訓練區域，旁邊就近即有氣瓶罐裝機方便訓練裝備使用，如圖 70。火災場景使用的模擬燃料包含酒精汽油及丙烷，旁邊即設置控制台，並以手動方式點火，如圖 71。訓練廢水流入周邊排水溝，導入訓練場廢水回收處理系統，廢水經沉澱及刮除表面泡沫後，取中層部分做再利用，如圖 72。



圖 68. 工廠複合式事故及飛機事故場景



圖 69. 觀摩消防隊員的搶救訓練



圖 70. 訓練場地旁 SCBA 裝瓶充氣處



圖 71. 訓練場火點控制台



圖 72. 廢水收集及表面泡沫污泥處理系統

接續前往參觀各類災害訓練場(Disaster City)，如圖 73。該訓練場包含危害物質事故、地震、搜救等，許多場景皆依據實際事故案例打造，甚至將事故當下發生的設施移至訓練場使用。圖 74 及圖 75 分別為建築物倒塌及運輸火車事故訓練場景，而圖 76 顯示出 ISO Tank 及公路運輸槽車事故場景規劃。



圖 73. 各類災害訓練場(Disaster City)



圖 74. 建築物倒塌事故場景



圖 75. 運輸火車事故場景



圖 76. ISO Tank 及公路運輸槽車事故場景

圖 77 為參訪緊急應變訓練中心(Emergency Operations Training Center, EOTC)，由中心主任簡單說明中心之主要任務，該中心主要提供訓練人員對於大規模緊急事件管理的沉浸式體驗，使用真實的數據模擬事故發生，讓相關應變人員依其功能分組討論，進而磨練人員事件管理和決策技能，並配置有中控式及專人負責多媒體資訊播放及麥克風控制，如圖 78 所示。中心亦配置事故災害發言人模擬訓練，如圖 79，其中每一個課程須 16 個工作人員協助，亦提供到府訓練服務，且近期完成開發一套事故模擬互動軟體。圖 80 為參訪人員於緊急應變訓練中心(EOTC)前合照。



圖 77. 參訪緊急應變訓練中心(Emergency Operations Training Center, EOTC)



圖 78. 大規模緊急事件管理的沉浸式體驗場地



圖 79. 災害事故發言人角色模擬訓練



圖 80. 參訪人員於緊急應變訓練中心(EOTC)前合照

最後參觀災害救助隊(Texas A&M Task Force 1, TX-TF1)(以下簡稱 TX-TF1)，該救助隊隊長簡要說明其組織架構及救助隊任務，如圖 81 所示。TX-TF1 之組織內部針對各類型災害都有預先擬定任務編組架構與任務分工，而目前約有 900 名救災人力，其中 28 名為全職人員，其餘皆是自願協助救災。成員主要由精通城市搜救、水上救援、有害物質處理與大規模殺傷性武器(WMD)應變的人員所組成，且於美國 911 事件時，亦前往協助救災，如圖 82。TX-TF1 每年維運費用約 3.4 百萬美元，其中約 1 百萬美元由聯邦政府提供，約 2 百萬美元由州政府提供。另外設有裝備存放室，裝備包含有各類型偵檢儀器、水上救援用船隻、救援服裝、無線電、救援用帳棚及各類救援所需設備與物資數量齊全，並依其所訂頻率定期保養，如圖 83 所示。圖 84 則為參訪人員於 TX-TF1 的合照。



圖 81. 簡易說明 TX-TF1 的架構及主要任務



圖 82. 美國 911 事故現場鋼樑

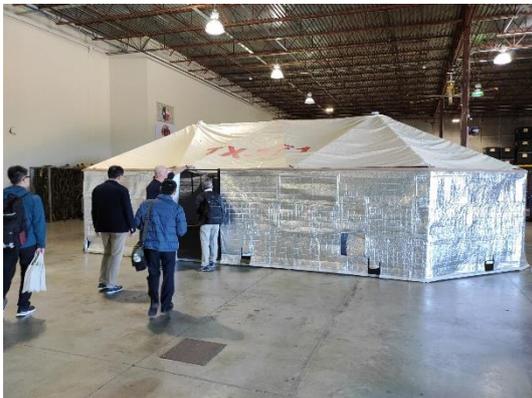


圖 83. 各類型救援設備與偵檢儀器



圖 84. 參訪人員於於 TX-TF1 的合照

三、休士頓危險品應變隊參訪紀要

1971 年 10 月 19 日，在休士頓 Mykawa 路發生了一起載運化學物質的火車脫軌事故，其拖運的數節車廂載運各種不同的化學物質，導致其中兩節氯乙烯槽車車廂先後被引燃而發生爆炸，而後裝載丁二烯的槽車車廂發生爆炸，造成 1 名消防員死亡，37 名消防員受傷。其後，時任區長(district chief) V.E. Rogers 在參與此事件之研討會議中得知佛羅里達州傑克遜維爾新成立的危險品應變隊，於是在返回休士頓後指示著手組織休士頓危險品應變隊，經過數年籌備後，在 1979 年 10 月 5 日正式成立休士頓危險品應變隊。如今，休士頓危險品應變隊成為美國最繁忙和最優秀的隊伍之一，更是在 1980 和 1990 年代之間被其他消防部門當作模板來組建自己的團隊。圖 85 為本人與消防署周鴻呈科長於休士頓危險品應變隊之合照。圖 86 為參訪人員與休士頓危險品應變隊人員之合照



圖 85. 本人與消防署周鴻呈科長於休士頓危險品應變隊之合照



圖 86. 參訪人員與休士頓危險品應變隊人員合照

參訪成員首先到休士頓危險品應變隊的會議室與單位主管 Mr. Terry Colburn (District chief Terry Colburn)會面並致贈紀念品，同時由 Mr. Terry Colburn 針對休士頓應變的現況以及其遭遇過的歷史案例進行簡單的介紹。隨後到戶外參觀休士頓危險品應變隊 Unit 2 與 Foam 22 此兩輛應變車輛上的應變設備與其用途，圖 87-92 為 Unit 2 應變車輛內所包含之設備。於 Unit 2 車側載運設備包括管線夾具、壓力表、接地棒與接地線、鏟子、消防沙、除污泡沫噴灑器、急救箱、AED 等，在車頂有裝有探照燈等照明設備，可在夜間出勤時提供足夠的光線來源，同時車頭裝有氣動式移液泵浦與其壓縮機，並帶有可裝載至少 50 加侖的集水槽，在遭遇液體洩漏時可直接使用其盛接液體以減緩外洩的數量與速度。在車體內部則存放用於各式工具、轉接頭、管線、偵測儀器與防護設備，同時車內設有充電座，可應對長時間的救災進行儀器的充電，而在駕駛座後側則設有另一空間，供帶隊官、聯絡官進行整起事故的資訊接收、紀錄以及調度等動作。而 Foam 22 則類似消防水車的功能，可裝載消防水與泡沫原液，可直接於車體內部混合並噴灑出消防泡沫，並於車上備有各管徑之消防水帶與接頭，可視現場需求使用，如圖 93-94 所示。



圖 87. 管線夾具與壓力表



圖 88. 接地用具



圖 89. 除污泡沫噴灑器

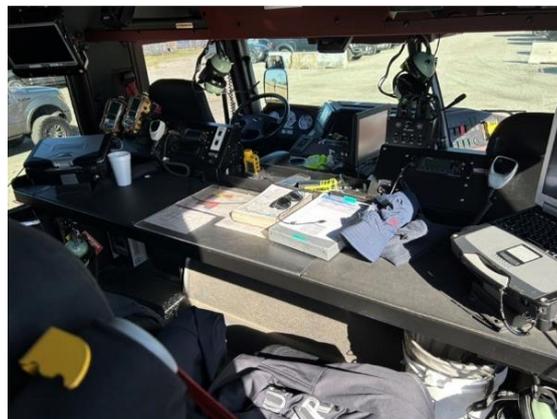


圖 90. 車內資訊室



圖 91. 氣動式移液泵浦



圖 92. 集水槽



圖 93. 消防泡沫控制面板



圖 94. 各式管線及接頭

伍、心得與建議

一、研討會參與心得分享

1. 教學及訓練

- (1) 國內在教導化學物質危害特性時，往往藉由文字或照片讓學員瞭解這方面的知識，而國外講師則直接透過現場的教具模型，實際展示化學物質的物化特性，輔以講授說明，著實讓學員有更深刻的印象與瞭解，訓練方式值得國內參考學習。
- (2) 哈里斯郡消防隊長辦公室(HCFMO, Harris County Fire Marshal's Office) 分享其內部應變人員教育訓練教材及能力檢核表，內容相當完整，甚至包含應變人員穿著防護衣駕駛堆高機處理危險品的訓練，訓練教材內容可供國內參考學習。
- (3) 由於技術發展日新月異，美國近年開始重視危險品指揮官(HazMat Officer)的教育訓練，提醒危險品指揮官要保持謙虛的心態不斷精進學習，並保有熱情、傾聽、信任、幽默等特質，同時為了協助新任危險品指揮官能順利銜接任務，訂有相關指引及檢核表提供危險品指揮官參考使用，相關訓練內容值得國內參考學習。

2. 初期危害評估

- (1) 目前國內應變人員所學習的危害辨識，主要是集中在觀察、收集鋼瓶外部的標示內容，但往往某些狀況之下(如：容器外部鏽蝕嚴重或容器外部無明顯標示內容等)，這方面的資訊是無法取得的，而研討會課程中講師示範如何從殘缺的標示、數字、象徵符號、鋼瓶顏色、鋼瓶大小形式、瓶閥的種類、洩壓閥的類型、氣體出口閥的樣式等資訊，逐步推敲出鋼瓶可能蘊含的物質，這部分的專業知識與經驗值得國內應變人員加以學習與仿效。
- (2) HazMat IQ 公司分享其危險品危害評估系統圖表，將複雜的化學概念簡化，讓應變人員能夠對危險品進行快速風險評估，提供應變人員對

於隔離距離、適當的個人防護設備(PPE)和檢監測設備的依據，並做出戰術決策，包括進行危險品救援行動、識別不安全的大氣/環境，以及識別未知化學品，如果搭配其他系統與參考資料(如 ERG、SDS、NIOSH Guide to Chemical Hazards)，對危險品事故應變應有相當的助益。

3. 除污程序

- (1) 美國針對事故現場不同的化學品及不同的環境條件，會採取不同的應變方法，並特別介紹一款免費的除污現場指南(Decon Field Guide)APP，此 APP 是專門為危險品專業人員設計，透過輸入化學品名稱或 CAS Number 進行搜尋，可快速有效地評估常見的威脅，並提供有關正確除污方法說明，值得國內參考使用。
- (2) 美國對於化學品危害之除污方式可分為濕式及乾式，研討會中分享許多濕式及乾式除污經驗及案例，相較國內目前較少使用乾式除污方式，對於乾式除污方式也較不熟悉，且部分除污產品在國內也無法取得，然而濕式及乾式除污各有其優缺點，未來國內亦可多方嘗試。

4. 其他

- (1) 電動車為日後全球節能減碳的趨勢，可有效取代燃油車使用，大幅減少石油消耗。但電動車為新興產業，目前無有效滅火之消防策略，且亦容易產生電氣及火災結合之複合性災害，使消防人員搶救困難度急遽提升。透過課程瞭解到電池基本介紹及災害特性，以及目前最新電動車滅火消防策略，可做為國內救災策略參考。
- (2) 研討會之展場展示，由業者提供最新軟體、設備及教育訓練等資訊，可供國內參考學習，對於未來新技術引進或開發符合國內本土化之設備或軟體，都有其助益。

二、TEEX 參訪心得分享

1. 訓練場區許多場景依據實際事故案例打造，甚至將事故當下發生的設施保留下來，移至訓練場區改造為訓練使用，可增加學員臨場感，有效提升

訓練成效。

2. 緊急應變訓練中心(Emergency Operations Training Center)訓練設備完善，課程規劃細膩，以參訓單位實際資源整備數據模擬事故發生情境，以案例研討方式讓學員進行討論，使訓練更貼近真實狀況，有效提升訓練實用性。
3. 國外訓練機構對於相關緊急應變處理的教育訓練，具有一定程度的專業性與嚴謹性，包含訓場各式災害場景的構建、各種複合式災害情境的模擬、訓練方式等，讓訓練人員彷彿實際參與在不同的災害事件當中，而非紙上談兵的訓練模式，大幅強化受訓人員的專業知識與技能，值得國內專業應變訓練機構參考。
4. 訓練場區每天的訓練用水可達數千加侖以上，為了減少水資源的浪費，循環利用水資源，訓練場區設計廢水回收處理系統，能有效回收廢水，且針對使用泡沫之訓練課程，另外設置泡沫水溶液處理系統，有效去除泡沫，可做為國內中區或南區毒化災訓練場建置參考。

三、休士頓危險品應變隊參訪心得分享

1. 瞭解到休士頓危險品應變隊在過往事故中的職責與其對於事故的處理方式，並在其中獲得寶貴的經驗，未來若遭遇同類型事故，或可成為一個處理方向的參考。
2. 參觀設備的過程中觀察到國外設備之多樣性與嚴謹性，包含各式管線、接頭、偵測器等，針對各種不同的事故情境可以找到最適合之器材進行處理。且其對於空間的利用亦值得學習，包括應變車內資訊室建置，可使帶隊官或聯絡官排除外界吵雜之環境下進行指令下達與紀錄。
3. 休士頓危險品應變隊之室內訓練場，有針對現場指揮官之訓練，透過不同環境布置與不同觀測紀錄，還原現場資訊傳遞之再現性，提供指揮官於事故現場做決策之臨場感，其訓練方式可提供國內救災單位訓練時參考。

四、建議事項

1. 未來可持續參與化學物質災害應變相關國際研討會，與國外專家學者進

行技術及經驗交流，汲取最新的知識及資訊，精進國內毒化災應變技術。

2. 研討會蒐集到之教育訓練資料提供國內專業應變人員訓練機構及技術小組參考，視實際需求評估納入未來教育訓練內容，提升國內毒化災防救技能。
3. 參考國外最先進之氣液固三用偵檢設備，評估國內實際需求及事故應變之應用性，視情形更新汰換部分設備，強化國內毒化災防救設備。
4. 評估規劃未來與 TEEEX 合作辦理有關應變中心開設之客製化訓練專班之需求，邀請中央及地方相關單位共同參與，以期在跨單位合作下，更加提升訓練之成效。
5. 因應危險性化學物質事故，休士頓消防隊部分設有危險品應變隊，針對化學物質事故進行專業處理，因此，國內未來面臨複合性化學物質事故，建議由消防單位及環保單位一同出動進行應變，以保障第一線應變人員安全，並提升事故應變成效。

陸、附件

EMERGENCY SERVICES TRAINING INSTITUTE



Ulises Penalver
Training Coordinator for International Programs

200 Technology Way | College Station, TX 77845-3424
Tel. 979.845.5742 Fax. 979.458.4368 Cell. 979.574.5427

ulises.penalver@teex.tamu.edu
www.teex.org

EMERGENCY SERVICES TRAINING INSTITUTE



Gordon Lohmeyer, CFPS
Division Director

200 Technology Way | College Station, TX 77845-3424
Tel. 979.458.4719 Fax. 979.458.3255 Cell. 979.204.5001

gordon.lohmeyer@teex.tamu.edu
www.teex.org

EMERGENCY SERVICES TRAINING INSTITUTE



Tony Janke
Agency Instructor I

200 Technology Way | College Station, TX 77845-3424
979.500.6861 Cell: 832.922.9737 Fax: 979.458.4368

tony.janke@teex.tamu.edu
www.teex.org

EMERGENCY SERVICES TRAINING INSTITUTE



Nicholas Hickson, IERS
HazMat Training Manager

200 Technology Way | College Station, TX 77845-3424
979.500.6842 Cell: 214.763.2018 Fax: 979.458.4368

nicholas.hickson@teex.tamu.edu
www.teex.org

HOUSTON FIRE DEPARTMENT




Terry Colburn
District Chief
Coordinator

7825 Harrisburg
Houston, TX. 77012
www.houstonhazmat.com

Cell: (281) 906.9715
Office: (832) 394.7305
terry.colburn@houstontx.gov

COLLEGE OF VETERINARY MEDICINE & BIOMEDICAL SCIENCES



Ivan Rusyn, M.D., Ph.D.
Professor
Veterinary Integrative Biosciences

Texas Veterinary Medical Center
4458 TAMU
College Station, TX 77843-4458

Tel. 979.458.9866 Cell. 919.624.2272 Fax. 979.847.8981
IRusyn@cvm.tamu.edu http://rusynlab.org
http://vetmed.tamu.edu http://comptox.us



TDEM
THE TEXAS A&M UNIVERSITY SYSTEM

Michael Green
Program Supervisor, Technological Hazards
Preparedness Division
Texas Division of Emergency Management

Office: 512-424-0052
Mobile: 737-529-1644
michael.green@tdem.texas.gov

1033 LaPosada Dr., Ste 300
Austin, Texas 78752



Butch Hayes, HMT
Hazardous Materials Technician

Harris County Fire Marshal's Office
2318 Atascocita Road, Humble, TX 77396

Main: (713) 274-1700
Cell: (281) 770-0952

byron.hayes@fmo.hctx.net
Case Number: _____



HAZARD3

Christina M. Baxter, Ph.D.
Partner

(404) 408-8779
christina@hazard3.com

www.hazard3.com

HOUSTON FIRE DEPARTMENT




J.O. "Bear" Wilson
Captain

Special Operations Command
6903 Perimeter Park Dr.
Houston, TX. 77041
www.houstonhazmat.com

Cell: (713) 201-5467
City Cell: (281) 507-8702
jason.wilson@houstontx.gov