

公務出國或赴大陸地區報告(出國類別：訓練)

美國德州農工大學 危害物質運輸專家訓練

服務機關：臺中市消防局

姓名職稱：副大隊長 楊世葆

副大隊長 涂政宏

分隊長 陳明政

分隊長 賴筱儒

小隊長 陳杰祺

小隊長 林擁世

派赴國家：美國德克薩斯州(Texas)

出國期間：107 年 7 月 12 日至 23 日

報告日期：107 年 10 月 11 日

目 錄

壹、 摘要.....	1
貳、 出國人員名單.....	2
參、 緣起.....	2
肆、 受訓目的.....	3
伍、 受訓過程、內容介紹.....	5
一、 行程簡介.....	5
二、 課程介紹.....	6
(一) 第一章－tank car 鐵路槽車事故.....	6
(二) 第二章－cargo tank 公路槽車事故.....	7
(三) 第三章－intermodal tank 綜合運輸儲槽事故.....	11
三、 分隊參訪.....	15
四、 課程照片.....	19
陸、 受訓心得分享.....	29
柒、 綜合建議.....	38
一、 續辦化學災害事故緊急應變專家訓練.....	38
二、 盡速建立中部化學災害訓練場地.....	38
捌、 參考資料.....	39

壹、 摘要

近年來國內外化學災害事故頻傳，如高雄 81 氣爆、桃園敬鵬惡火、中國天津港危險化學品倉庫爆炸等，不僅嚴重危害民眾生命財產安全，甚至造成第一時間馳援救災之消防人員喪失寶貴性命，顯見訓練外勤救災人員持續吸收新知及具備正確觀念係現代消防及公共安全刻不容緩之事。

有鑑於此並為汲取先進國家處理化災事故的知識與經驗，繼去（106）年前往美國德州農工大學附屬訓練中心（Texas A&M Engineering Extension Service，TEEX）參與危害物質緊急應變技術員訓練（Hazardous Materials Emergency Response Technician Training）後，原班人馬再次報名參與危害物質運輸專家訓練（Hazardous Materials Transportation Specialist Training），期望藉此更深入瞭解相關類型化災案件的處置作為。

「他山之石，可以攻錯」。臺中市幅員遼闊，轄內工廠林立，而美國在化災事故案件搶救經驗豐富，值得我國借鏡仿效，故特別派員至美國參訓，希望在美學習原汁原味的化災救援知能，汲取不同的化災救援模式與觀點，回國後以此為本，編撰適合國內現況的化災教材，以有效提升化災教學品質，強化第一線消防人員化災處置能力，進而減少民眾生命財產損失。

貳、 出國人員名單

單位	職稱	姓名
第一救災救護大隊	副大隊長	楊世葆
第三救災救護大隊	副大隊長	涂政宏
第四救災救護大隊大肚分隊	分隊長	陳明政
第八救災救護大隊東山分隊	分隊長	賴筱儒
特種搜救大隊西屯分隊	小隊長	陳杰祺
第二救災救護大隊和平分隊	小隊長	林擁世

參、 緣起

危害性化學品種類日新月異，如科技廠房所使用之化學原料種類繁多、性質複雜，且大多具有毒性、腐蝕、易燃、易爆、複合及延續等特性，於製造或運送過程中稍有不慎極易引發火災甚或爆炸等嚴重災害。

尤其臺中市轄內設有仁化、關連、幼獅、臺中、中部科學工業園區等中、大型工業區，且公路運輸槽車載送化學物品時，時常行經中山高、中二高、中投、中彰、西濱等高速公路（快速道路），一旦不慎發生車禍、撞擊、外洩、地震、火災及爆炸等情形，不僅危及作業人員、運送人員、道路使用者、救援人員及附近居民的生命財產安全，也會嚴重破壞自然生態環境，所需付出之社會成本甚鉅。

日前，在市府支持下決議將原梧棲公車捷運系統行控中心改建為多功能消防

廳舍，除梧棲分隊進駐及成立車輛安全駕駛訓練場外，未來也將與環保署毒物及化學物質局共同規劃，打造化災訓練基地，因此連續兩年派員至全球聞名的 TEEX 參與相關化學災害救援課程，期望藉此培養化災領域種子教官，俾於未來針對化學工廠業者、員工本身自救能力，以及第一線應變人員（first responder）知能加以提升，以有效降低化災造成的影響範圍與程度。

肆、 受訓目的

有別於去年參與的危害物質緊急應變技術員訓練（Hazardous Materials Emergency Response Technician Training），課程內容主要著重於危害辨識、擬定應變計畫、執行行動方案及事故發展評估，今年參與的危害物質運輸專家訓練（Hazardous Materials Transportation Specialist Training），更深入介紹各類型化學品運輸方式及其可能所致的災害及如何處置。

本次課程將運輸槽體分為「鐵路槽車(Tank Cars)」、「公路槽車(Cargo Tanks)」及「綜合運輸儲槽（Intermodal Tanks）」等 3 大類型，室內課分別針對槽體類型介紹、災害類型分析、災害行為預測、應變計畫擬定及緊急應變處置等項目進行解說，而後轉至戶外操作場地，由助教講解示範後分組實作，針對模擬災害狀況分別操作修復、止漏、燃燒及移槽等動作，務求學術理論與實務操作能無縫接軌，以收最佳學習成效。

回國後，預計將上課教材 NFPA472 翻譯成中文版本，未來在相關化災救援課

程中加以運用，期望能確實強化第一線應變人員化災救援知能，倘轄區內不慎發生重大化學災害事故時，能有效穩定災害現場，正確進行評估、搶救、應變及災後處理等工作，安全執行各項救援任務，並進一步減少民眾生命財產損失。



參訪分隊期間遇事故



參訪分隊合照



結訓日合照



操作過程合照

伍、 受訓過程、內容介紹

一、 行程簡介

日期	上午	下午
7/12		飛機抵達休士頓國際機場
7/13	調整時差、租車	參訪Dallas station 6
7/14	參訪Dallas station 3(化災分隊)	前往大學城
7/15	準備課程	鐵路槽車Tank car
7/16	鐵路槽車Tank car實作	公路槽車Cargo tank
7/17	公路槽車Cargo tank實作	綜合運輸儲槽Intermodal tank
7/18	綜合運輸儲槽Intermodal tank實作	課程複習
7/19	實作測驗	寫作測驗
7/20	寫作測驗	路程
7/21	參訪Houston station 22(化災分隊)	
7/22	整理資料、課程	搭機返台
7/23		
7/24		

二、 課程介紹

(一) 第一章－tank car鐵路槽車事故

1、 介紹鐵路槽車構造：

(1) 各種構造及零件

介紹鐵路槽車各式構造及細部零件。

(2) 車體外觀辨識

2、 鐵路槽車種類：

(1) 常壓槽車

(2) 壓力槽車

(3) 低溫液體槽車

(4) 氣動加載/卸載槽車

3、 鐵路槽車災害行為預測

(1) 損壞種類：裂縫、刮痕、刨除、wheel burn、rail burn、flame impingement、穿刺、凹痕

(2) 凹痕測量

(3) 確定損傷嚴重程度：金屬屬性、冷處理、熱影響區、內部壓力

4、 應變計畫擬定

(1) 洩漏控制

(2) 現場物品移除方法：移槽、液化天然氣利用蒸氣壓縮機、利用幫浦開閉循環、熱攻、燃燒、通風燃燒、通風(排氣)

5、 緊急應變處置

(1) 壓力槽車修理－midland kit

(2) 接地與連接

- (3) 移槽
- (4) 液化天然氣利用蒸氣壓縮機傳輸
- (5) 液化天然氣利用液體幫浦傳輸
- (6) 燃燒
- (7) 蒸氣燃燒
- (8) 液體燃燒

(二) 第二章—cargo tank公路槽車事故

- 1、槽車標示：美國運輸管理部門(DOT)要求所有的運輸槽車都要符合特定的設計及測試。在西元1995年以前建造的運輸槽車系以美國Motor Carrier(MC)的規定製造，而1955年以後製造的車體就必須符合DOT的標準；運輸槽車必須將其打造的規範標示於標示牌上，標示牌會標示在兩邊車體並記載下列資訊：
 - (1) 製造廠系列編號。
 - (2) 設計規格。
 - (3) 最大允許工作壓力。
 - (4) 設計溫度範圍。
 - (5) 結構材質與厚度。
 - (6) 容量。
 - (7) 最大可運輸的物質密度。
 - (8) 槽體的內襯材質。
- 2、車體材質：了解車體材質以及厚度可以提供有關搶救的資訊，例如如何移槽技術的執行，槽體常見的材質及簡寫如下述：

(1) MS	Mild Steel	軟鋼
(2) HSLA	High Strength Low Alloy	高強度低合金
(3) SS	Stainless Steel	不鏽鋼
(4) AL	Aluminum Alloy	鋁
(5) FRP	Fiberglass Reinforced Plastic	玻璃纖維強化塑鋼
(6) CS	Carbon Steel	碳鋼

3、槽體種類：

(1) MC306/DOT406公路槽車(常壓液態槽車)

- A. 容器名稱：MC-306/DOT-406(低壓)公路槽車
- B. 典型最大容量：一般而言，不會超過9,000加侖(34,069公升)，壓力範圍介於3-5psi(21-34kPa)。
- C. 典型構成材質：新型槽體為鋁製，舊型槽體為鋼製。
- D. 弱點：管路和閥；有輕度至中度BLEVE的可能性。
- E. 美國運輸部危害分類：3、4、6和9類。
- F. 例子：汽油、燃油、酒精和其他易燃性、可燃性液體；也可能裝載非毒性物質。
- G. 其他資訊：

- (A) MC-306/DOT-406尾端是橢圓形，卸料管位於槽底，整個槽頂兩側皆有翻覆/溢流保護圍欄。
- (B) 這種濕式裝載的車輛可能會有內容物存在底部管路內。
- (C) 這種槽車在拖車前端駕駛側有緊急遮斷閥。較新的車型可能在後面乘客側有額外的遮斷閥。

(2) MC-307/DOT-407公路槽車(低壓化學槽車)

- A. 容器名稱：MC-312/DOT-412(腐蝕性液體)公路槽車。

- B. 典型最大容量：一般而言，不會超過6,000加侖(22,712公升)，壓力範圍介於35-50psi(241-345kPa)。
- C. 典型構成材質：碳或不鏽鋼；槽體接合處可能是使用抗腐蝕材質。
- D. 可能的內容物：液體(毒性、腐蝕性、農藥、殺蟲劑、氧化物和易燃性物質)。
- E. 弱點：管路和閥；有中度至高度BLEVE的可能性。
- F. DOT危害分類：3、5、6、8和9類。
- G. 例子：硫酸、氯磺酸和氫氟酸。
- H. 其他資訊：
 - (A) 可藉由小而圓或馬蹄鐵的外型輕易識別。
 - (B) 通常有一個小的作業平台，周遭有高度強化的保護裝置，有時還會有外側構架保護。

(3) 公路運輸業MC-331(高壓公路槽車)

- A. 容器名稱：MC-331(高壓)公路槽車。
- B. 典型最大容量：一般而言，不會超過11,500加侖(43,532公升)，壓力範圍介於100-500psi(689-3,447kPa)；邊界洲可能有容量高達17,500加侖的大型槽車(66,245公升)。
- C. 典型構成材質：又重又厚的鋼板。
- D. 可能的內容物：氣體(易燃性、毒性、腐蝕性和氧化性物質)。
- E. 弱點：安全洩壓裝置、人孔、裝載控制開關；高度BLEVE的可能性。
- F. DOT危害分類：第2類。
- G. 例子：液化石油氣(LPG, Liquefied Petroleum Gas)和氨氣。
- H. 其他資訊：這些無隔熱的單一槽體可藉由半球或橢球狀的頭部

或尾部被輕易識別出來。

(4) 公路運輸業MC-338(低溫液態槽車)

- A. 容器名稱：MC-338(低溫液態)公路槽車。
- B. 典型最大容量：一般而言，不會超過8,000-10,000加(30,283-37,854公升)，內部壓力範圍介於25-500psi(174-3,447kPa)。
- C. 典型構成材質：鋁、不鏽鋼或低碳鋼(又稱軟鋼)。
- D. 可能的內容物：低溫液體。
- E. 弱點：安全洩壓裝置和裝載控制開關；高度BLEVE的可能性。
- F. DOT危害分類：第2類。
- G. 例子：液態氧、液態氮和液態二氧化碳。
- H. 其他資訊：
 - (A) 低溫公路槽車是一個槽內有槽的樣式。
 - (B) 凹下的尾端可供快速辨別槽車的樣式。
 - (C) 閥位於槽體後方的隔間內或在拖車輪子的前方。
 - (D) 外側有一個保護罩或槽體包覆一個內部容器。外側槽體為內部容器提供了隔熱的效果。

(5) 專用公路槽車(壓縮氣體管瓶拖車)

- A. 容器名稱：專用公路槽車(長管拖車)。
- B. 典型最大容量：容量不一而足，但壓力範圍大致介於3,000-5,000psi(20,684-34,473kPa)。
- C. 典型構成材質：又厚又重的鋼製圓筒。
- D. 可能的內容物：氣體(毒性、腐蝕性、農藥、殺蟲劑、氧化和易燃性物質)。

- E. 弱點：安全洩壓裝置和裝載控制開關區域；高度的爆炸可能性。
- F. DOT危害分類：第2類。
- G. 例子：氮氣、氧氣、氫氣和二氧化碳。
- H. 其他資訊：也被稱為長管拖車，圓筒是固定於拖車上的且在拖車末端可以看到各式各樣的閥。

(三) 第三章—intermodal tank綜合運輸儲槽事故

臺中市位於台灣交通樞紐，且台中港區貨櫃量逐年攀升，今年至六月底之貨櫃吞吐量已達106年八月之總和，且轉運多利用貨櫃車轉運以至於台中市標準櫃事故頻繁，故了解標準貨櫃搶救刻不容緩。

1、聯運化學品貨櫃標示

- (1) 聯運貨櫃標示必須符合AAR(Association of American Railroad)規範，標示分為黏貼標示跟銘牌兩種。
- (2) 黏貼標示主要內容為該貨櫃符合的規範及城市代碼
- (3) 銘牌標示主要內容為該貨櫃所具備的個別資料

2、基本結構

- (1) 轉角保護版：強化的6cm不鏽鋼板被設計裝設在受影響部位
- (2) 強化架：設計於強化特定部位強度
- (3) 槽體安裝：許多設計被使用於安全接觸槽體

3、槽體

- (1) 聯運化學品貨櫃第二部分為槽體本身，聯運化學品貨櫃標準不多。槽體多為20尺長、8尺寬。因為自身的強度及優秀性能是處在低溫環境下，超過90%的槽體由不鏽鋼製造，其餘多為軟鋼。鋁合金及

鎂合金也會被找尋到，但是不允許被用在海運上。其他材質只被用於英國的運輸路線。

(2) 槽體本身分為幾個部分：

A. 罐體：屬於實際槽體部分，擁有兩個槽頂及槽殼部位。

(A) 槽頂：壓力固定閉鎖裝置，位於前端及尾端。

(B) 槽頂蓋：重罐體中心到槽殼關節半徑連結處的整個曲面

(C) 關節半徑連結處：頭部的半徑部位平滑地連接到槽頂蓋的槽殼金屬板

B. 槽殼：槽體的圓筒形部件用捲板或金屬板製成

(A) 油底殼：儲存作為排放液體的洩漏區，通常洩漏區或填充區的最低點。

(B) 底部填充閥：焊接在底部前或槽殼上，提供安排底部卸料組件

(C) 汲取管支撐：提供油底殼焊接進入部位支撐避免秤動或移動汲取管

(D) 加強環：金屬帶焊接在槽體外部殼上對結構提供和抵抗增加的壓力或內部真空

C. 壓力指示計：選擇性裝備用於指示槽體內部壓力

D. 包層：在金屬硬表層上的外觀表層金屬，包覆和保持隔絕部在固定位置上並防止傷害、濕度、產品污染

E. 隔絕（絕緣）：減弱大氣溫度對容器的影響。絕緣物包括聚氨酯泡沫、聚苯乙烯泡沫、礦物棉、玻璃纖維。隔絕通常厚度為8-10cm厚且通常被拋負載抗天氣變化的金屬層內。

F. 洩漏箱：被設計在針對圍繞槽體配件包含或該配件的直接洩漏。

4、安全裝置

- (1) 樣品閥：裝設於聯運貨櫃頂部，用於樣品採樣的直徑25mm管
- (2) 人孔蓋：強化過的圓形開口被設計用來連接槽體內部
- (3) 安全洩壓裝置：這些閥體被設計用在壓力、真空或是結合式閥體。
安全洩壓閥被設計用在從父關閉和在正常壓力恢復後避免流動。閥體設計直式彈簧裝設固定在槽體氣體部位頂部。
- (4) 過流閥：這些閥體在形式五或七槽體上找到，安裝在液體或氣體閥，如果閥體被關閉，過流閥將停止產品流動。
- (5) 破片裝置：精算內部靜態壓力無法重新關閉的壓力釋放裝置和被設計用在特定壓力失敗時破裂的裝置。
- (6) 底部卸料部件：被使用在從底部的卸料，其組成有內部閥、外部閥、遠距控制線

5、聯運貨櫃容器形式

形式	壓力	舉例
1、2	常壓或低壓	101、102
5	高壓	105
7	冷凍	107
多管型	高壓	Tube module

(1) 聯運常壓槽體容器（IM-101、IM-102）

- A. 通常最大容量：5,000-6,300加侖
 - (A) 形式一內部壓力範圍25-100psi
 - (B) 形式二內部壓力範圍15-25psi
- B. 通常材料結構：鋁或鋼伴隨鋼架
- C. 弱點：安全洩壓閥、進卸料控制點、中等BLEVE機率
- D. 可能內容物：液態

E. DOT危害類別：3，6，8

F. 舉例：威士忌、液態肥料、腐蝕性液體、食品級商品

G. 其他資訊：

(A) 容器通常被固定在全框式或樑式框架上

(B) 閥體跟附件通常在頂部洩漏箱和許多包括人孔蓋、量油尺、空氣連接管和壓力/真空閥能找到

(2) 聯運壓力槽體容器 (IM-105)

A. 通常最大容量：不超過6,300加侖；內部壓力範圍100-500psi

B. 通常材料結構：鋁或鋼伴隨鋼架

C. 弱點：安全洩壓閥、進卸料控制點、中等BLEVE機率

D. 可能內容物：氣體（可燃性、毒性、腐蝕性和氧化性）

E. DOT危害類別：2

F. 舉例：液化石油氣、無水阿摩尼亞、鋁鹼

G. 其他資訊：

(A) 容器通常被固定在全框式或樑式框架上

(B) 閥體跟附件通常在頂部洩漏箱和許多包括人孔蓋、量油尺、空氣連接管和壓力/真空閥能找到

(C) 在形式五的槽體上可利用浮動指示器標示內容物量

(3) 特殊聯運槽體容器 (IM-105)

A. 通常最大容量：4,500-5,000加侖；內部壓力範圍25psi

B. 通常材料結構：鋼或碳鋼伴隨鋼架

C. 弱點：安全洩壓閥、進卸料控制點、中等BLEVE機率、水不得潑灑在安全洩壓閥因為水會導致洩壓閥工作時冷凍

D. 可能內容物：氣體（可燃性、毒性、腐蝕性和氧化性）

E. DOT危害類別：2

F. 舉例：液態氧、液態氮、液態氬、液態氫

G. 其他資訊：通常是雙層槽；一層阻隔層保持在內外層之間的真空部位

(4) 管狀模組

A. 通常最大容量：依照管狀數量；內部壓力範圍高於2,400psi

B. 壓力由調節點控制

C. 通常材料結構：鋼或碳鋼伴隨鋼架

D. 弱點：直噴火焰衝擊可能導致災難性失效

E. 可能內容物：氣體（可燃性、毒性、腐蝕性和氧化性）

F. DOT危害類別：2

G. 舉例：氧、氮、氬、壓縮空氣

H. 其他資訊：由許多圓筒狀永久組成在框架內；箱狀總和所有閥門

三、 分隊參訪

利用課餘時間，安排參訪Houston及Dallas消防局之化災分隊，透過參觀、訪談、深入交流，進而了解2處消防局針對「化災事件處理」這個領域之努力及成果，並研究消防隊單位於該機制下之作為及相關制度，以下針對Houston及Dallas消防局化災處理單位之運作模式做個比較及說明：

(一) 化災定義：化學災害，簡稱化災，是我國目前對於此一類災害類型的統

稱或習慣性說法，在美國則稱為：危害性物質事故(Hazardous Material Disaster)。若是災害事故現場沒有火災之情形，則可稱為化災；但若現場同時存在著火災疑慮(亦或由化災而造成的火災)，則就是屬於火災。亦有一種情形：若是民眾因危害性物質而產生需消防單位救助，化災單位仍會出勤予以協助提供該項化學物質之專業資訊，但該勤務屬於救助勤務，而非化災。

(二) 單位及人員編制：美國屬州政府獨立行政，同一州之不同消防局，其作業機制、消防人員輪方式亦不盡相同。美國專門針對化學災害事件(Hazardous Material Disaster, HazMat Disaster)處理之單位稱作Hazardous Material Response Team，簡稱為HMRT。Houston消防局專責單位為「22分隊」(Unit 22)；Dallas消防局則為「3分隊」(Unit 3)。編制員額：Houston為40人，其中有4名分隊長，其餘為化災處理車司機、水箱車司機及一般隊員，上設有1化災專責大隊，有1名大隊長及1名助理大隊長(副大隊長)；Dallas消防局則為30人，其中有1名分隊長、3名小隊長，其餘為化災處理車司機、水箱車司機、救護車司機及一般隊員，目前並未設置上級專責大隊，乃隸屬於該市第一大隊。

(三) 勤務輪班：Houston消防局外勤分隊為4班制，輪班上式為「勤一休一勤一休四」，為一個輪迴；而Dallas消防局亦為4班制，輪班式則為「勤一休二」。

(四) 出勤內容及機制：Houston消防局之「Unit 22」為專責處理化災之分隊，平時毋須負責一般火災勤務或是緊急救護任務，但若是Houston市轄內有任何通報相關化災事故，該單位皆需出勤，其他事故之協勤(有需化災專責協助之情形)亦同；Dallas消防局是之「Unit 3」平時為一般轄區消防分隊，需出勤一般火警及緊急救護勤務，但若遇有通報化災事故或經判斷災害現場需化災專責單位出勤時，該分隊所有戰力則全部歸為化災專責部門(HazMat Branch)，在災害現場執行化災處理，其餘火災、救護之工作，則會另派該市其他分隊支援。

(五) 救災能量：在美國，化災事故發生時，通常應由造成事故之企業(機構)來負責處理及善後，所以有一定規模以上之企業幾乎皆會成立緊急應變隊(Emergency Response Team，ERT)來處理，若是該企業無法處理需由消防單位來處理，則州政府則會向該企業索取相關費用(課金)。此次參訪之2處HMRT，其所屬人員皆有經過美國相關專業訓練且該訓練乃依據NFPA472所規範之化災處理原則所訂定，結訓後並取得專業証照，而單位內之各項車輛、裝備器材等，足以讓該單位能夠應付並處理一般之化災事故，如：油類止漏、氣體止洩、各式載送運輸車輛、裝置之事故處理…等；惟若該事故明顯擴大至該單位無法負荷時，其將向上申請聯邦政府出動相關單位或協調他市之救援能量支援。

(六) 綜合感想：

- 1、此次課餘參訪能夠了解2處不同消防局之化災處理分隊，可以說是非常難得的機會，首先感謝協助之各相關單位及人士。
- 2、Houston及Dallas是美國德州2大主要城市，而其唯一之化災專責分隊，其規模並無想像中之龐大，且僅由單一分隊處理該市轄內所有相關化災勤務及各項協勤任務，不難想像平時勤務量之高。
- 3、參訪Dallas消防局化災分隊，對於該分隊訪談了解了其運作機制及各項車輛、裝備之功能及應用，例如：1天上班有10名消防人員，其於化災案件發生時，皆都有各自的任務分工，包括指揮官、安全官、進入隊2名、後援隊2名、除汙隊2名及救護隊(在該分隊稱救護隊為Rescue而非Emergency Medical Service)2名，與NFPA472第三章所談到的人員編組及任務分派，皆有符合。我們對於該單位於自己應當之責及內部人員責任分工之精細都能清楚交待及認知，印象深刻。
- 4、參訪Houston消防局化災分隊期間，巧遇發生救助案件派遣化災分隊出勤協助，在大隊長的大方邀約下我們也一同趕赴現場實際近距離觀摩其救災情況。該案件為2名槽車清洗工人進入一瀝青槽車內部，因當天溫度為今年室外溫度最高之一日(約攝氏38度)，故該2名工人昏倒於槽體內。於該場救災過程中，看得出該消防局對於災害現場任務分工之精確及人員之充足，令人好生羨慕。

- 5、美國與臺灣對於化災領域之權責管理及災害發生時之權責單位因法令及文化差異而有所不同，但對於所應具備之知識、技能甚至於各項裝備、器材都再再顯示出其專業性及用心程度，這是非常值得我國效法。

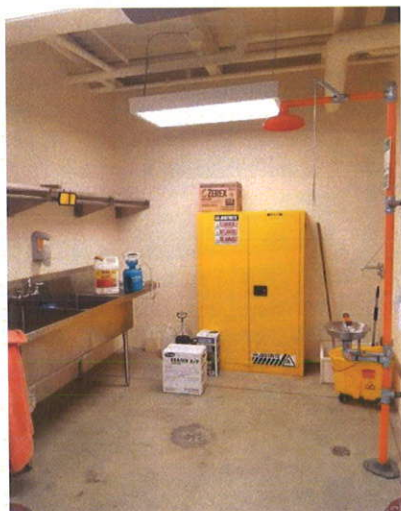
四、 課程照片



照片1：參訪達拉斯市一般分隊(station 6)，於門口前留影。



照片2：參訪達拉斯市一般分隊(station 6)，與消防隊員合影留念。



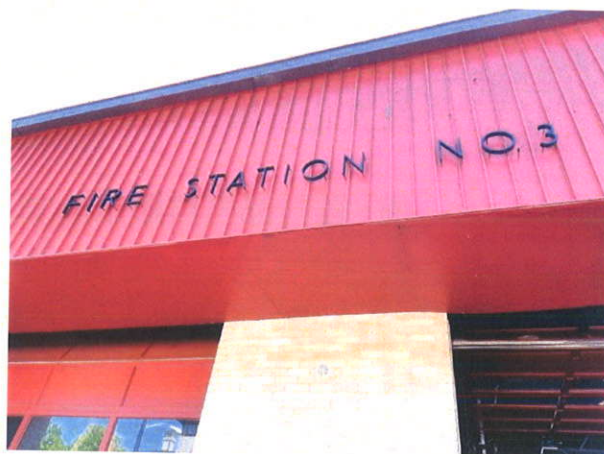
照片3：參訪達拉斯市一般分隊(station 6)，備有除汙室(decontamination)，供出勤返隊除汙使用。



照片4：參訪達拉斯市一般分隊(station 6)，備有消毒室(disinfecting)，清洗消防衣洗衣機。



照片5：參訪達拉斯市一般分隊(station 6)，車庫有設置排氣系統，保持車庫空氣清淨。



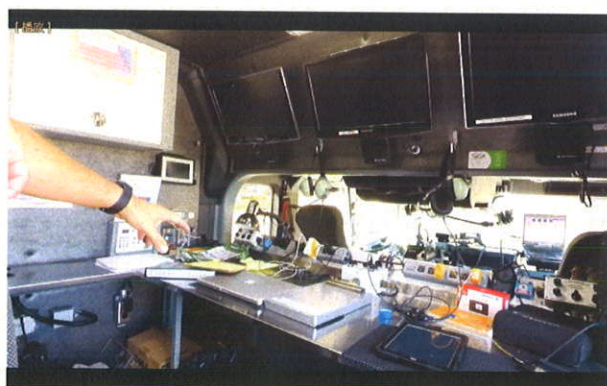
照片6：參訪達拉斯市化災分隊(station 3)，該分隊為達拉斯市唯一的化災分隊，除化災案件外尚須值勤一般分隊勤務。



照片7：參訪達拉斯市化災分隊(station 3)，與消防隊員合影留念。



照片8：參訪達拉斯市化災分隊(station 3)，該車輛為消防車(fire engine)，值勤一般勤務使用，下方放置集油盤。



照片9：參訪達拉斯市化災分隊(station 3)，圖為化災車內指揮室，備有電腦、MSDS、ERG、電話簿可查詢相關資料。



照片10：參訪達拉斯市化災分隊(station 3)，圖為化災車內器材室，備有無線電、照明燈、各種氣體探測器等裝備。



照片 11：參訪達拉斯市化災分隊(station 3)，圖為化災車上清消器材，各種化學藥劑作為除汙、中和之用。



照片 12：參訪休士頓市化災分隊(station 22)，與消防隊員合影留念。



照片 13：參訪休士頓市化災分隊(station 22)，分隊長、小隊長講解示範所使用泡沫功效與能力。



照片 14：參訪休士頓市化災分隊(station 22)期間突遇「2 工人清洗 MC307 槽車身體不適」案件。



照片 15：參訪休士頓市化災分隊(station 22)期間於事故案件現場，與消防人員合影留念。



照片 16：參訪休士頓市化災分隊(station 22)期間於事故案件現場，大量消防車前往支援，圖為化災分隊小隊長。



照片 17：參訪休士頓市化災分隊(station 22)期間於事故案件現場，見救災人員使用低所救助(low angle rescue)救災。



照片 18：參訪休士頓市化災分隊(station 22)期間於事故案件現場，救災人員著全套裝備進入槽車內救援受困工人。



照片 19：參訪休士頓市化災分隊(station 22)期間於事故案件現場，天氣炎熱搭設棚架供休息使用，另有 RIT 在場待命。



照片 20：參訪休士頓市化災分隊(station 22)期間於事故案件現場，長時救災備有 rehab service 供給水及零食。



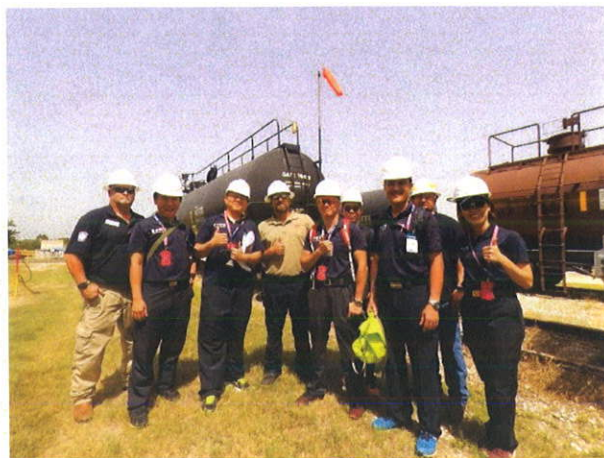
照片 21：本次受訓課程為 HAZ029-NFPA 472 Hazardous Materials Transportation Specialist Training。



照片 22：受訓期間巧遇 TEEX 工業火災週(56th annual industrial fire school)，十分熱鬧，與課程講師、助教、學員合影。



照片 23：與課程助教、學員合影留念。



照片 24：實作課程後與助教合影留念。



照片 25：順利取得 HAZ029-NFPA 472
Hazardous Materials Transportation
Specialist Training 結業證書。



照片 26：圖為 cargo tank external valve repair
操作流程，當有物質洩漏時，需正確
更換墊片完成止漏。



照片 27：圖為 cargo tank leak containment 操作
流程，當槽體有破損(punch)時，使用
air bag 加壓止漏。



照片 28：圖為所有操作流程中必備流程，
grounding and bonding(接地)程序能
降低操作的危險與意外。



照片 29：圖為 cargo tank cold tapping 操作流程，適用於鋁製槽車側翻事故移槽作業。



照片 30：圖為 cargo tank cold tapping 操作流程，幫浦連接兩槽車液體傳送管線，空壓機連接 drill(切割器)及加壓幫浦。



照片 31：圖為 cargo tank cold tapping 操作流程，於側翻槽車切割開口並以水霧防護。



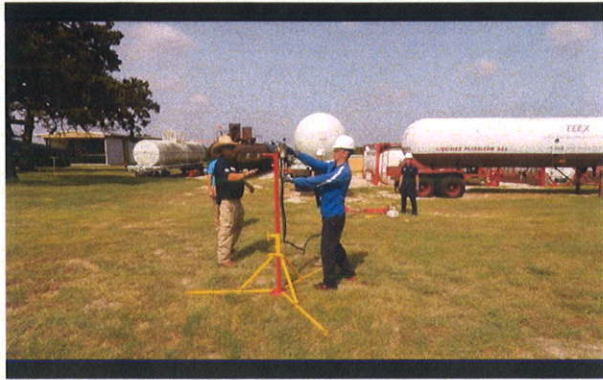
照片 32：圖為 cargo tank cold tapping 操作流程，將抽取用管線置入側翻槽車內進行汲取。



照片 33：圖為 cargo tank clean-out cap 操作流程，側翻槽車之清洗閥會有洩漏情形，透過移槽作業使液面降低。



照片 34：圖為 cargo tank clean-out cap 操作流程，裝置 betts valve 進行安全移槽。



照片35：圖為 cargo tank vapor flare 操作流程，適用於須減壓之可燃性物質槽車。



照片36：圖為 cargo tank vapor flare 操作流程，以瓦斯作為母火，開閥後即可將可燃性氣體燒掉，減低內壓。



照片37：圖為 IMO fitting repair 操作流程，relief device 卸壓閥動作後須進行 frangible disk 破片更換。



照片38：圖為 IMO fitting repair 操作流程，拆除螺絲後，換新破片即可。



照片39：圖為 IMO 本身即備有之緊急遮斷閥及蒸汽閥。



照片40：圖為 IMO external valve repair 操作流程，當有物質洩漏時，需正確更換墊片完成止漏。



照片 41：圖為 IMO external valve 及 internal valve，為球形閥。



照片 42：圖為 non-pressure IMO transfer 操作流程，連接兩槽上方閥類，使用空壓機加壓幫浦進行移槽作業。



照片 43：圖為 non-pressure IMO transfer 操作流程，上方閥類包含蒸氣閥及液體閥。



照片 44：圖為 non-pressure IMO transfer 操作流程，加壓幫浦連接方式。



照片 45：圖為 IMO cladding (jacket)，保護其免於受到損傷、濕氣影響或內部物質污染。



照片 46：圖為 tank car transfer liquefied gas 操作流程，連接兩槽上方閥類，使用空壓機加壓幫浦進行移槽作業。



照片47：圖為 tank car transfer liquefied gas 操作流程，因 tank car 較高，須以繩索固定器材吊上槽車使用。



照片48：圖為 tank car transfer liquefied gas 操作流程，槽車上方需連接蒸氣閥、液體閥及 N2 氣體管線。



照片49：圖為 tank car transfer liquefied gas 操作流程，兩槽車上方均需連接蒸氣閥、液體閥及 N2 氣體管線。



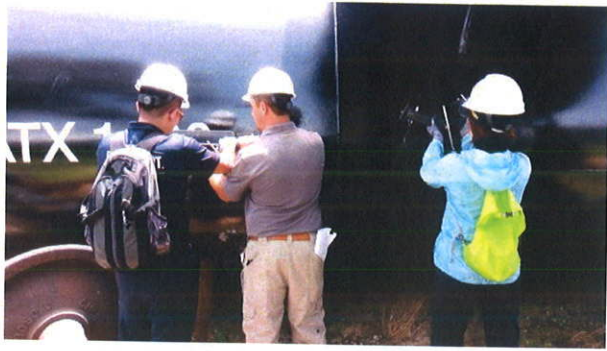
照片50：圖為 tank car midland kit 操作流程，上方閥類洩漏時，使用 kit 作為止漏之方式。



照片51：圖為 tank car midland kit 操作流程，選擇適當大小的 hood，鎖上 legs、strong back。



照片52：圖為 tank car midland kit 操作流程，將螺絲鎖緊，撐頂 strong back 達到止漏效果。



照片 53：圖為 tank car leak containment 操作流程，使用 magnetic patch 針對破口處進行加壓止漏。



照片 54：圖為 tank car damage assessment 操作流程，學習辨識受損情形以評估是否需進行移槽作業。



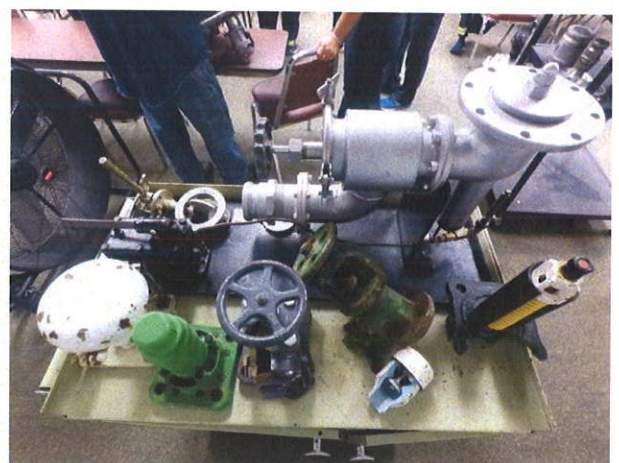
照片 55：圖為 tank car damage assessment 操作流程，學習辨識受損情形以評估是否需進行移槽作業。



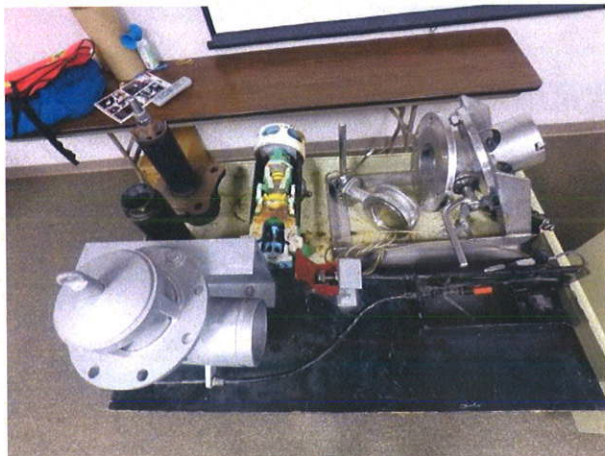
照片 56：圖為 tank car damage assessment 操作流程，使用 dent gauge 來辨識彎曲程度。



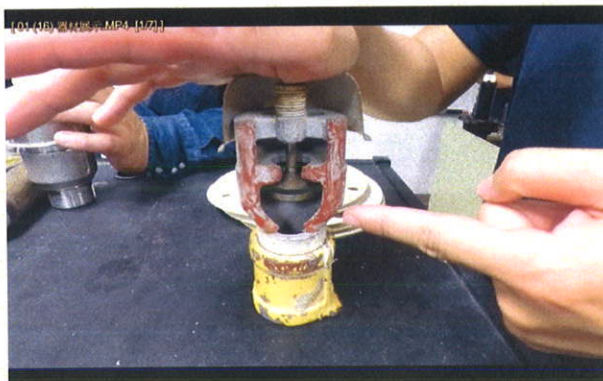
照片 57：圖為 tank car vapor flare 操作流程，適用於須減壓之可燃性物質槽車。



照片 58：圖為各種閥類剖面圖，以了解各閥類運作情形。



照片59：圖為各種閥類剖面圖，以了解各閥類運作情形。



照片60：圖為真空閥。



照片61：圖為外部閥。



照片62：圖為內部閥。

陸、 受訓心得分享

一、楊世葆：

(一) 這次榮幸奉派前往德州農工訓練中心訓練，有鑑於之前已來過本地受過初階班，這一次已做足充分準備，以最佳的狀態接受進階訓練；該中心

規模之大、裝備之齊更勝去年，各種硬體設施之補強及增建讓人覺得耳目一新，看得出來該中心對於教育環境之重視。於受訓空檔，我們更去參訪了休士頓消防局及達拉斯消防局，分別參觀了他們隸屬的化災應變分隊，了解其成立之歷史原由及演進過程，其中先進的裝備、各式車輛及其充足的人力，無不令人大開眼界，深感美國如此先進之國家，小從訓練中心建置規模之完整、裝備之齊備，大至消防單位福利之完善、工作環境之人性化考量，無一不是讓人既羨慕又感歎。以下列舉此次之行幾點個人感受及建議：

- 1、訓練中心場地規劃及場景模擬，需要一定的「完成度」，訓練成效才能提高，若是牽就於經費不足或場地不適之因素，勢必無法有效去建立一個完善的環境以供學員得到最有效益之學習。
- 2、消防訓練中心之設置，建議應選擇有廣大腹地之場地，一來方便各項訓練操作不會相互影響，二來讓學員前來訓練時停車方便，最重要的是，對於週圍民眾生活品質之影響才能降到最低。
- 3、此次有幸能參訪 2 處消防化災應變分隊，Houston 及 Dallas 是美國德州 2 大主要城市，而其各自唯一之化災專責分隊，其規模並無想像中之龐大，且僅由單一分隊處理該市轄內所有相關化災勤務及各項協勤任務，不難想像平時勤務量之高。其中，參訪 Houston 消防局化災應變分隊期間，巧遇發生救助案件派遣化災分隊出勤協助，在大隊長的大方邀約下我們也一同趕赴現場實際近距離觀摩其救災

情況。該案件為 2 名槽車清洗工人進入一瀝青槽車內部，因當天溫度為今年室外溫度最高之一日(約攝氏 38 度)，故該 2 名工人昏倒於槽體內。於該場救災過程中，看得出該消防局對於災害現場任務分工之精確及人員之充足，令人好生羨慕。

4、美國與臺灣對於化學災害領域之權責管理及災害發生時之權責單位因法令及文化差異而有所不同，但對於所應具備之知識、技能甚至於各項裝備、器材都再再顯示出其專業性及用心程度，這是非常值得我國效法！

5、美國社會對於消防從業人員的尊重，是值得我們借鏡的，入境美國時，海關人員知道我們是消防員時，立即不吝嗇的對我們展現出尊敬及感謝之意，這是在臺灣所從沒感受過的。

二、涂政宏：

(一) 首先，要感謝市府及局內長官的照顧，讓我們一行 6 人有此難得機會，連續兩年前往全美乃至全球都頗具盛名的 TEEX，在美國德州接受原汁原味的化災救援專業訓練，並利用課餘時間前往休士頓、達拉斯等大城市消防局所屬化災專責單位參訪，汲取美國處理化災事故的原理原則與實務經驗。

(二) 「他山之石，可以攻錯。」確實像美國這樣的先進國家，無論在訓練場地、裝備器材、證照分級、課程規劃、人員配置、專責單位等各方面，

都值得我們學習與仿效。當然「外國的月亮不一定比較圓」，一味將國外現行的制度原封不動引進，或因國情、環境、氣候、經濟等客觀因素不同，也不一定適合我國採用。

(三) 利用兩次出國所學及帶回的教材，對國內現況加以考量，並融入過去工作經驗，設計對提升救災人員化災救援知能有幫助的課程綱領與教案，是較為實際可行的方式。未來亦可期待化災基地與專責單位的設立，藉由 1 比 1 全比例的訓練設施，以及專責分工的落實，讓化災救援能量能更上層樓。

(四) 現階段國內企業普遍不像美國大公司一般那樣具備高度自主救災意識，美國各大公司多半有籌組緊急應變小隊(Emergency Response Team, ERT)或甚至自行聘請消防隊，並且不惜重資派遣其前往參與訓練。以此次訓練為例，除我們一行 6 人，班上剩餘 5 位同學中除 1 名同為消防人員，另外 4 名皆為 ERT 或自設消防隊成員，美國企業對防救災的重視可見一斑。

(五) 上述現況或許與本局正在推行的企業防災理念不謀而合，災害若未能於初始之際予以消弭，等救災人員到場通常都已是一發不可收拾，對業主、員工必定已造成極大程度的影響與傷害。因此，唯有積極灌輸與教導業者「自己財產，自己保護」的正確自保觀念，方能更有效率達到生命財產安全無虞的最終目的。

三、陳明政：

- (一) 近年來火災搶救戰術及管理已有多位先進從國外學習新知帶回臺灣訓練，南投竹山消防訓練中心更有完整的場地可供消防人員訓練使用；然而在高科技工廠林立的臺灣，化學災害搶救也是消防人員最具危險的勤務挑戰之一，但目前在國內訓練教材上尚無標準化版本，更沒有一個專業訓練場地供第一線應變人員訓練使用，因此能連續兩年前往美國德州受訓實是榮幸，更希望能將國外所學習到、看到的優點帶回來，建立一套完整的化災搶救教材與制度。
- (二) 本次受訓期間，不論是參訪化災專責分隊或課程中與當地學員聊天，發現在美國有一個非常重要的制度，那就是化學工廠必須要有自己的「緊急應變隊 ERT(Emergency Response Team)」且須依規定接受相關的化學災害及火災搶救的訓練並拿到證照，透過 ERT 的成立，使得災害在發生初期，即能立刻應變搶救，減少或避免災害帶來的損失，而鄰近如果有相關工廠的 ERT 也會在災害發生時進行聯防機制，充分實現了「自助」、「共助」、「公助」的災害管理應變理念，如這套制度能在臺灣推行，我想對未來的化學災害事故應變上，將能有效提升災害搶救的效率。
- (三) 工欲善其事必先利其器，這是在國外受訓的另外一個心得，在國內不論是化災的訓練場地或裝備器材仍有很大的進步空間，尤其沒有一個專業的訓練場地可供消防人員實際作操作訓練，因此梧棲化災訓練基地的建置我想對於臺中化災訓練上是一個很重要里程碑。

(四) 最後很感謝局長及各級長官的支持與爭取，讓我有機會前往美國接受化學災害搶救的進階訓練，這將是公務生涯難忘的歷練，未來將會全力進行教材編撰及協助局內相關訓練事項，讓臺中的化災應變能力能大幅提升，保障市民安全。

四、賴筱儒：

(一) 繼去年至 TEEX 接受化學災害搶救技術人員 technician 訓練後，對於化學災害搶救有了較完整的學習，從容器識別、偵檢、辨識危害、查詢資料、辨識損害、洩漏控制處置作為或辨識災害擴大跡象、安全防護裝備、除汙程序、ICS 架構、緊急程序，到事後調查及研討等一連串化學災害處置的程序及可能遇到的情況有了通透的了解，將這一套完整的架構體系帶回台灣，成就化學災害搶救訓練的初步雛形；今年再度遠赴美國，帶回更加專業的運輸專家 transportation specialist 訓練，就三種主要運輸化學物質的運輸工具(鐵路槽車 tank car、公路槽車 cargo tank、綜合運輸儲槽 IMO)進行更深度的瞭解，包括各槽體結構、名稱、用途、運作方式、呈現資訊、閥的種類等等，同時學習如何辨識損傷類型及可能導致之危險，並依照損傷類型選擇適當止漏方式進行處置，處置的實際作為在本次課程中為主要的學習內容，深化了我們技術上的能力，而非僅僅是學理上的探究與剖析。

(二) 專家級的技術非一蹴可及，除了運輸槽車止漏技術以外，尚涵蓋化學火災搶救作為、指揮體系、油料洩漏、管線洩漏等；在權責方面，也因涉

及多個單位，而須有一以貫之的系統貫穿各部門，統合各單位之協調與救援；目前將訓練重心放在各運輸公司司機或工廠自設應變小組的初期應變上，期能在案件發生初期大事化小、小事化無，之後才到場的消防單位並不能作為災害搶救的主要戰力，而是其中一組支援單位，透過公部門的介入，讓公司檢討案件改進，做到預防之用。因此，除了持續努力推動各公司廠場精進災害應變能力外，本局與化學局共同研議興建化學災害訓練場，提供給各公司廠場訓練場地及適宜之教材，共同精進化學災害領域技能。

- (三) 除了 TEEX 教授之課程外，我們亦向有化學災害應變能力的消防分隊請益，了解到：消防單位身為救災人員的宿命，化學災害仍義不容辭，除了普通分隊所需具備的火災搶救、救護及救助能力外，尚須具備完整的知識、熟知應變流程、運用相關偵檢儀器與清消溶劑等化災處理能力；雖現階段我國化災制度尚未臻至完備，但長遠來看，面對與日俱進的工業化社會，化災訓練之貫徹與普及是未來必備之條件，期望政府能逐步提升化災之專業性。

五、陳杰祺：

- (一) 化災之領域實在是相當廣泛，此次訓練學習到更進階之知識及技術，包含各式槽車槽體損壞之判別、洩漏之種類、移槽之方式及維修閥門等。
- (二) 化災不單單只是消防的工作及任務，也包含了環保單位、經濟部及一些

公營事業機關等，所以遇到災害時，在指揮體系上勢必會有所隔閡，期待各單位主管或指揮官應該有所共識，各司其職及任務，共同面對及搶救才是對的方針。

(三) 化災之訓練應該要有共識，不分單位及團體，彼此相互學習及討論才會有所進展，發揮所謂民防之概念！甚至在消防單位未到場前，單位第一線之搶救人員應有所作為及相應應之對策，方能防止災害繼續擴大。

(四) 我國工業製程起步相較比較晚，工業火災搶救訓練單位缺乏，雖南投竹山訓練中心有類似工業火災搶救課程，但也大多屬於紙上談兵及制式之滅火要領，無法實際模擬出工業火災的逼真性，期許未來能有機會再至德州農工受相關之實火訓練課程。

六、林擁世：

(一) 連續兩年前往德州農工後對國際上的化學品處理及管制始有初步的認知，對臺中市工商業環境所分析了解的狀況來研判本次訓練有兩大重點呈現在我臺中市所轄及周邊縣市並有可能會發生重大且危害深遠的災情。

1、臺中市匯集了空港、海港及陸上交通，國際往來貨櫃及貨品種類複雜且皆具危險性，槽車及聯運貨櫃出入頻繁，但現行法規並未要求業者基於環境保護、社會安全、減少損害、區域穩定等目標進行對原物料及半成品或成平進行搶救訓練及與消防人員的橫向聯繫。

2、權屬單位畫分不清歷年來中部地區的各縣市消防局指揮心中的痛處，

廠商的初期應變能力不足、現場建築結構不明、原物料的管理等並非消防本業所能介入，但於災害發生時的鸵鳥心態導致災情到達不可收拾階段始告知消防機關，讓各消防幾罐陷入了進退兩難的局面。

- (二) 以消防角度建立課程協助業者有基礎的應變能力，畢竟消防才是真正有實際作戰能力單位。
- (三) 將基礎課程分成業者及消防兩大類，業者為 ERT 人員屬於初期應變已較少損害避免擴大為目標，而消防人員介入時以人員救助及人員除污等為目標，訓練目標並不相同，但是可以交叉訓練強化官民合作。
- (四) 臺中市為直轄市，周圍縣市皆為衛星都市，針對自身特性成立本身化學災害訓練場已勢在必行，利用此場地強化自身及周圍縣市消防局的消防同仁能力以外，化工廠、科技廠、車輛運輸、船舶運輸乃至於東亞各國家的相關產業均能來此訓練，不僅強化了自身化災搶救能力，甚至能變成東南亞具有輸出訓練能量的能力。
- (五) 德州農工化學災害類型的課程有四大部分：操作級課程、工業類洩漏止漏搶救專家、工業火災搶救專家、指揮官班等，這兩年的訓練發現了自身的不足及化災科學範疇之大，建請鈞局將其尚未完成之訓練列入年度計畫，讓本局具有國際級的訓練師資，而不讓原本燃起的小小火苗就此中斷。

柒、 綜合建議

有別於去年參加的技術員訓練多是室內課程，本次運輸專家訓練除一開始透過投影片簡要說明外，大半時間都在戶外進行實際操演，考試更是針對鐵路、公路及綜合運輸等 3 大運輸類型都分別測驗 3 種模擬情境操作，在在顯示完善訓練場地的重要性。為能因應日新月異快速發展的高科技伴隨而來的高風險，本次參訓人員也提出幾點建議供本市未來規劃化學事故應變訓練參考：

一、 續辦化學災害事故緊急應變專家訓練

連續兩年前往 TEEX 取經收穫良多，特別今年受訓期間適逢該中心辦理一年一度的工業週（Industrial Fire School）活動，有幸與來自全美甚至世界各地的消防人員及工廠緊急應變隊（Emergency Response Team）人員一同上課，分享交流，是相當難得的經驗。唯一可惜的是兩年訓練過程，皆未有穿著消防衣背負空氣呼吸器進行實火攻擊的課程，且取得技術員、運輸專家證照後，未來 6 年內如能再接再厲完成第 3 個訓練模組，即可成為 TEEX 官方認證的工廠緊急應變專家（Industrial Emergency Response Specialist），也對本市完備化災訓練師資具有實質效益。

二、 盡速建立中部化學災害訓練場地

化學事故應變訓練除基礎學科與理論外，更重要的是透過實作練習幫助學員加深印象，以 TEEX 為例，該訓練中心擁有各式一比一仿真打造的模擬建築物和船舶等訓練設施，訓練用的鐵路、公路及綜合運輸槽體也都採用曾實際使用過後報廢

經重新整理的舊品，提供學員進行實際操作使用，否則僅利用 Powerpoint 簡報或影片實施靜態教學，恐難收到最佳學習成效。若能盡速建置完善化學災害訓練場所，作為臺中及中部各縣市的訓練基地，可望有效提升訓練效果，在將來面對各式化災現場更沉著應變，降低其影響程度與範圍。

捌、 參考資料

- 一、NFPA 472 Hazardous Materials Transportation Specialist Training.
(2017). Texas：ENGINEERING，Texas A&M，ES HAZ029 TR v.6.8.15.
- 二、HOUSTON FIRE DEPARTMENT HAZMAT RESPONSE TEAM
- 三、DALLAS FIRE DEPARTMENT FIRE STATION

