

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 化學災害搶救技術人員訓練

服務機關：臺中市政府消防局

姓名職稱：副大隊長 楊世葆

副大隊長 涂政宏

分隊長 陳明政

科員 賴筱儒

小隊長 陳杰祺

隊員 陳擁世

派赴國家：美國德克薩斯州(Texas)

出國期間：106 年 8 月 5 日至 14 日

報告日期：106 年 11 月 01 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	4
一、 行程簡介	4
二、 課程介紹	5
(一) 第一章－危害辨識	5
(二) 第二章－應變計畫	8
(三) 第三章－行動方案的執行	12
(四) 第四章－事故發展評估及事故結束	17
(五) 課程照片	19
三、分隊參訪	29
陸、 受訓心得分享	33
柒、 綜合建議	35
一、 續辦化學災害事故緊急應變專家訓練	35
二、 建立中部化學災害訓練場地	36
三、 建立本市化學災害應變聯防機制	37
四、 更新本市消防局緊急應變指南版本	37
五、 強化本局化學災害應變訓練	38
捌、 參考資料	39

壹、 摘要

工業科技與日俱進，產品研發、生產所需的化學品繁不及備載，光是 CAS 所登記的化學品即有 2300 萬種，高濃度、高儲放量、高危險性的化合物在製造、儲存、運輸過程中，均可能發生意外事故；近年來國內外化學災害頻傳，均造成嚴重不等的人員傷亡及財物損失。

我國化學災害應變訓練雖然行之有年，惟在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；透過本次前往美國德州農工大學消防訓練學院受訓，發現除了設備完善的訓練場地外，其化學災害搶救及平時訓練更有美國防火協會所制定的標準作業程序(NFPA472)作為依據；NFPA 472 將化學災害事故應變訓練分為危害辨識(awareness)、操作(operation)、技術員(technician)、專家(specialist)四個等級，本次訓練內容包含了前面三個等級，過程中除了學習危害辨識及建立行動方案外，還加強了止漏、移槽等作業程序。

面對科技快速發展的現代風險社會，化學災害應變是臺中不可忽視的災害風險之一，唯有透過平時不斷的訓練、演練，才能在災時將傷害降到最低，保障市民安全；此次訓練我們學習到美國對於化學災害應變訓練的系統性教材，透過有系統的訓練，才可以使得應變人員更清楚瞭解到每個環節應注意的細節，期未來能透過本次受訓的經驗傳承提升本市化學災害應變能力。

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
第二救災救護大隊	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
火災調查科	科員	賴筱儒
特搜大隊西屯分隊	小隊長	陳杰祺
第二救災救護大隊和平分隊	隊員	陳擁世

參、 緣起

工業科技與日俱進，所化合而成、研發、生產所需的化學品繁不及備載，光是 CAS 所登記的化學品即有 2300 萬種，高濃度、高儲放量、高危險性的化合物在製造、儲存、運輸過程中，均可能發生意外事故；近年來國內外化學災害頻傳，均造成嚴重不等的人員傷亡及財物損失，舉例而言，今年 8 月 21 日臺南市永康區一輛停在永康區蔦松二街一間工廠外的化學槽車，車上裝載 3 桶共重 3.6 噸的硝酸其中 1 桶因故突不斷冒出黃色煙霧，還伴隨刺鼻臭味，造成民眾恐慌；今年 8 月 18 日中國遼寧大連港邊附近中國國營企業中石油大連廠分餾區一座原料油的幫浦發生外洩事故，引發了火災，造成工廠極大的損失；今年 6 月 26 日位在宜蘭縣蘇澳的「耀華電子」工廠發生 4 死 1 傷的意外，其因係清洗汙水槽時吸入過量硫化氫氣體。

化學災害發生，除了可能造成人命傷亡及財物損失，亦會造成環境污染、企業形象損傷及周圍民眾恐慌；因此，除了強化業者對於化學品的安全管理，減少災害發生，亦須加強業者及應變人員(初期應變人員即為消防人員，亦包括警察人員、環保署及業管單位)在災害發生時的應變能力，在保障自身安全的原則下，限縮災害可能影響範圍，避免人員傷亡，降低對環境的危害，並儘快恢復市容。

肆、 受訓目的

本次受訓項目為 Technician(技術人員)，在化學災害的訓練等級(awareness, operation, technician, specialist)中列為第3級，除了重視危害辨識及任務指派以外，還加強了止漏、移槽等作業程序，對於化學災害整體的知識更加完整、透徹，並依照 NFPA 472 標準執行化學災害搶救作業，依法可循，且可通泛推廣、適用到本國各種化學災害搶救。

本次訓練帶回本國第一本化學災害搶救教材，擬將知識廣泛傳遞給初期應變之消防人員，使消防弟兄得以在安全條件下，順利完成化學災害搶救任務，其次，再推廣至擁有化學品之工廠、倉庫、運輸等業者，期望這些人能在熟知工廠化學品物質及特性、工廠擁有的消防安全設備、器材狀況下，透過基本應變知識，較消防人員更早到達事故地點進行應變處置，將災害範圍限縮到最小。



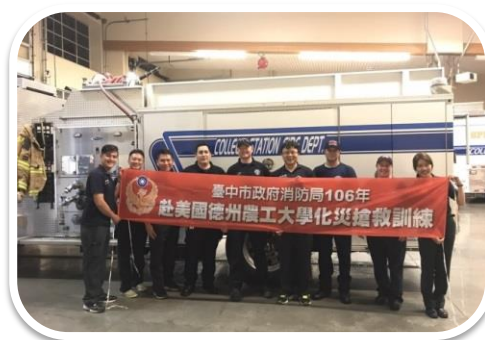
結訓證書



與教官合照



結訓日合照



參訪消防分隊合照

伍、 受訓過程、內容介紹

一、 行程簡介

日期	上午	下午
8/5		飛機抵達休士頓國際機場
8/6	調整時差、租車，前往大學城	
8/7	課程介紹 事故辨識－ERG使用	事故辨識－認識槽車
8/8	行動方案	行動方案
8/9	應變方案執行	過程評估、除汙
8/10	實際操作	實際操作

日期	上午	下午
8/11	實際操作	測驗 操作
8/12	參訪College Station Fire Department Station 6	
8/13	移動	搭機返臺
8/14		

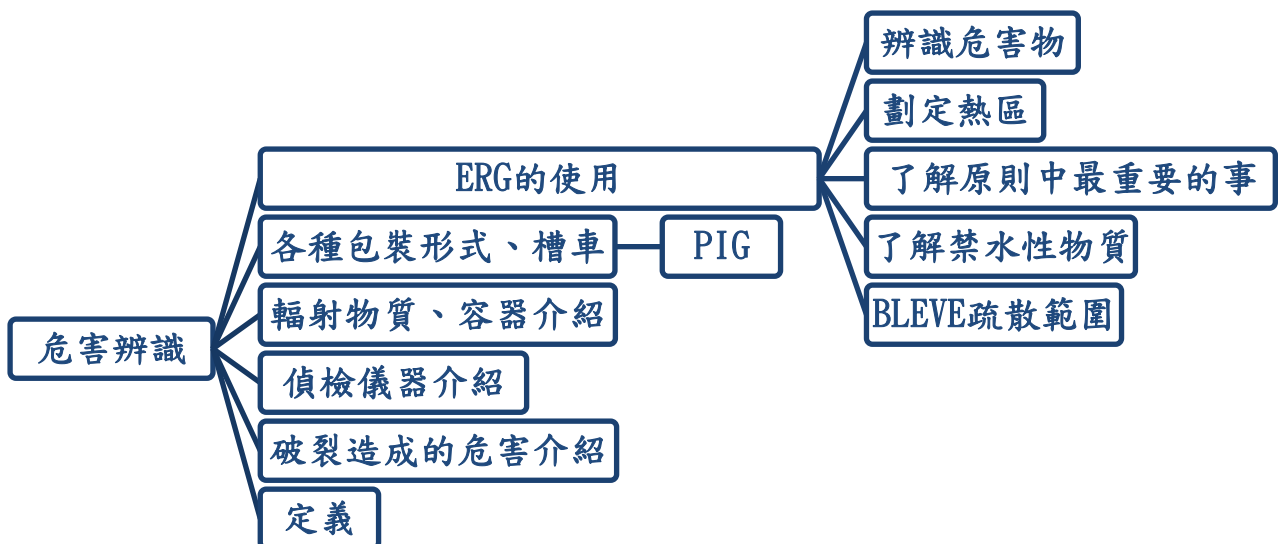
二、 課程介紹

(一) 第一章－危害辨識

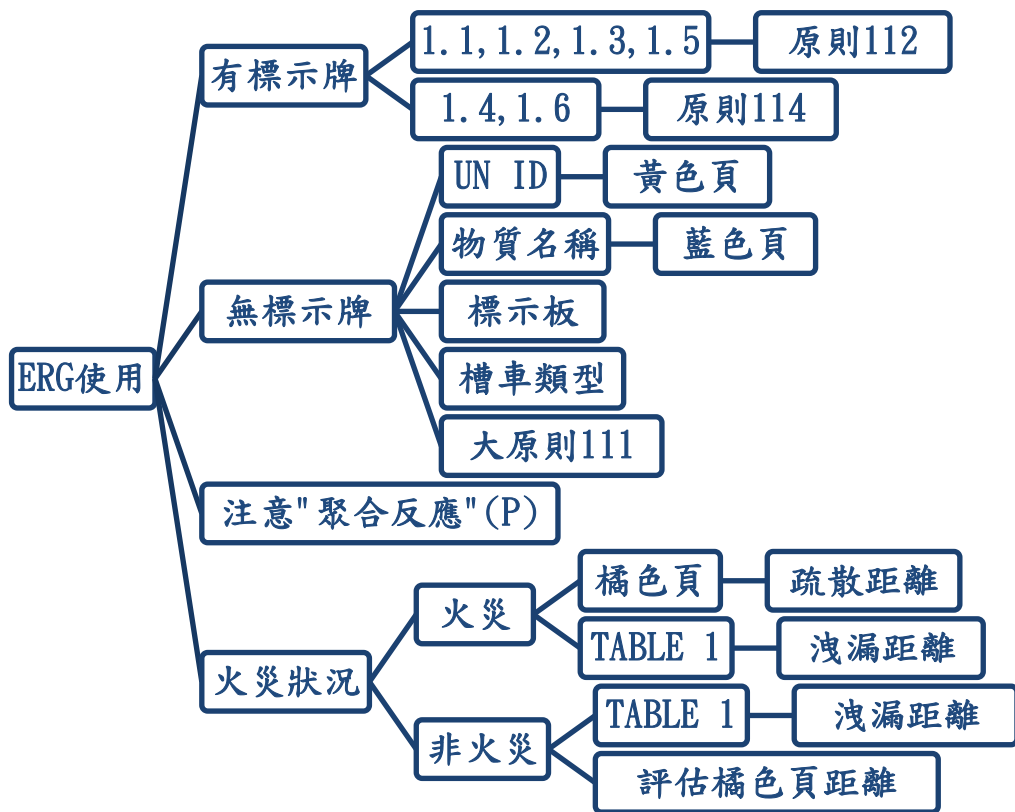
- 1、化學品具有很多特性(輻射、爆炸、缺氧、可燃性、酸鹼性、毒性、禁水性等)，了解該化學品對我們的危害，影響我們的行動方案及應變作為，因此危害辨識是除了個人防護裝備以外最重要的事。
- 2、ERG(緊急應變指南)：知道該物質的特性便知道如何保護自身安全(防護裝備等級)，亦知道正確的處置方式(滅火方式、疏散距離、緊急醫療處置)，若不知道物質為何，仍可利用特性分類運用ERG的111原則處置。
- 3、包裝容器辨識：常見的容器包括：鋼瓶(高壓氣體)、路上跑的槽車、地底下跑的管線及大型廠區內的儲槽，容器的外觀可初步判斷其為

高壓或低壓容器，再根據車上的運輸單、標示板辨識其內容物；再者，亦須了解槽車等容器的內部構造、材質及保護裝置，可提供應變人員做緊急處置。

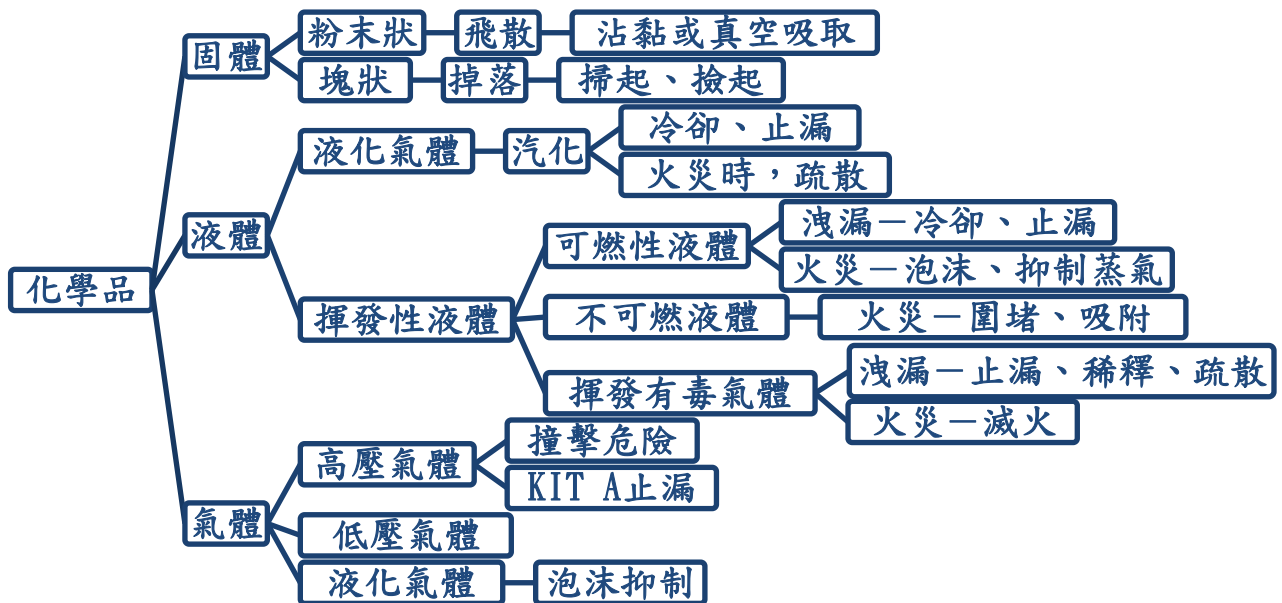
- 4、偵檢儀器：課程中介紹了10大類分別偵測不同危害特性的偵檢儀器，國內常用的偵檢儀器為五用氣體偵測器，可偵測O₂、CO、H₂S、LEL、VOC，但實際上化災事故的化學品可能無法用該儀器檢測而得，仍應試圖調閱該物質的SDS(安全資料表)辨識。



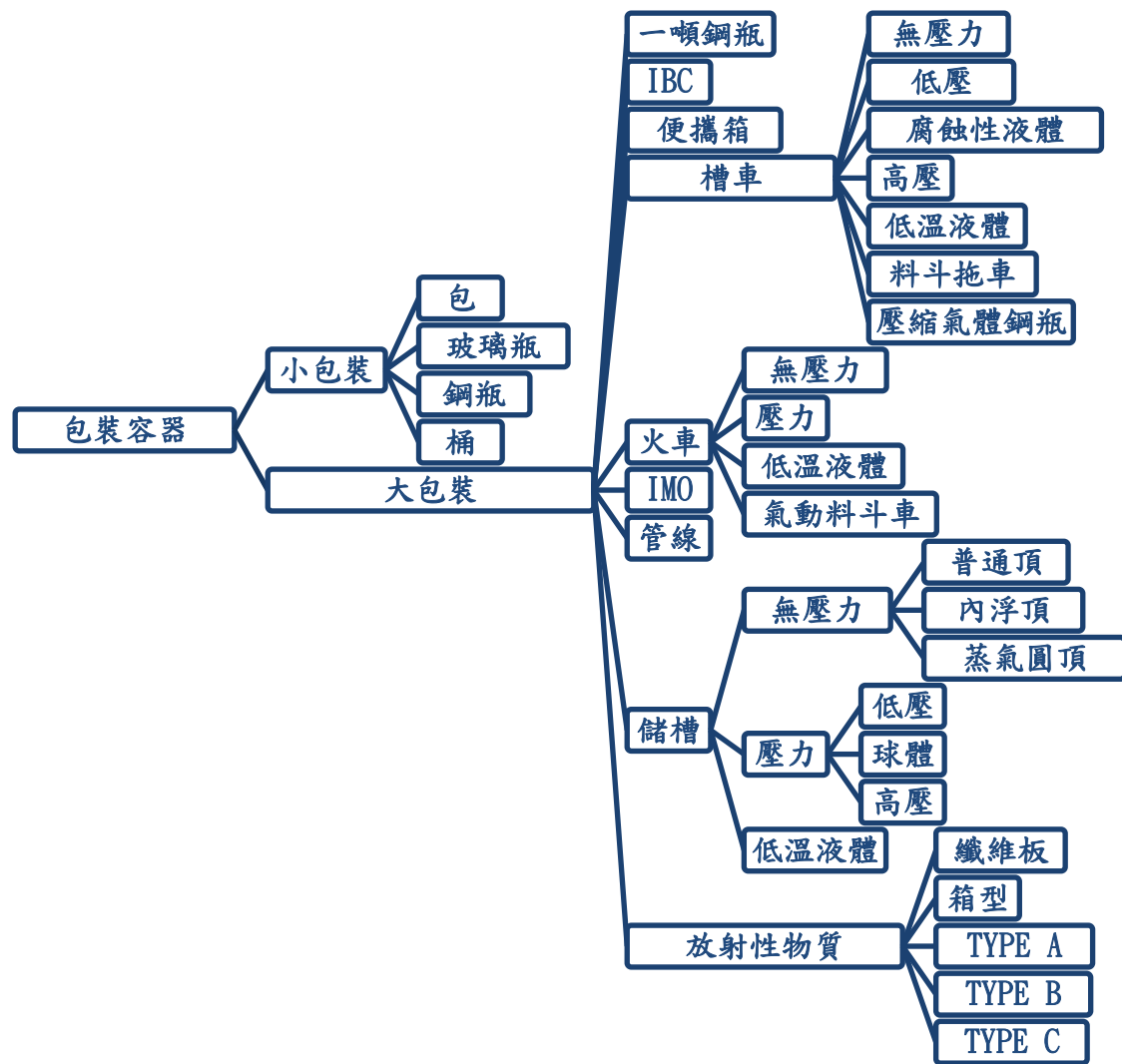
* 第一章危害辨識大綱



* 緊急應變指南參考原則



* 化學品分類、特性及處置方式



* 第一章危害辨識包裝容器分類大綱

(二) 第二章－應變計畫

- 1、應變原則：主要分為三種類型：主動、被動、不介入，主動為為了縮小事故，需要直接針對容器或壓力系統做出行動；被動為在一定距離外劃定區域，防止危害物擴大洩漏；不介入為初期將民眾隔離，並禁止進入管制區域，當人力資源不足或主動、被動作為可能造成

應變人員危險時，便會採取此方法；應變原則端看事件危害程度而定，若無緊急危害，則應以應變人員的安全性為第一優先考量，再決定是否需要直接進入現場進行處置。

2、應變方法：大致分為氣體壓力壓降、內容物外洩、接觸人體皮膚、呼吸等方面進行應變處置。

事故順序	應變目標	應變選擇範例
壓力	改變安裝壓力	移動、保護壓力系統
破裂	改變破裂大小	冷卻內容物 限制釋壓大小 活化蒸氣裝置 機械修復
洩漏	改變洩漏量	改變容器位置 縮小壓差 將破口封住 移槽
溢流	改變危害區域大小	利用障礙物(堤、壩)、吸附劑、吸液綿、稀釋劑、反應劑、重新包裝
接觸	改變暴露接觸	提供屏蔽 疏散 著 PPE
受損	改變危害嚴重程度	沖洗污染物 增加與危害源距離 提供屏蔽 提供適當醫療協助 高度警覺

3、個人防護裝備(PPE)選擇：

(1) 化學災害事故潛在危害：包括溫度(高溫、低溫均可能造成危害)、輻射、缺氧、腐蝕性、疾病、機械破壞、毒性。

(2) 根據不同的危害選擇適當的防護裝備：防護裝備包括衣服的耐腐蝕、耐酸耐鹼及是否全密閉可防止有毒氣體滲入，還包括呼吸系統的防護兩大類型，在狀況不明及不知道物質狀況下，均建議使用最高等級的防護裝備，若是發生火災，則應優先選擇具有防焰防燃效果的消防衣。

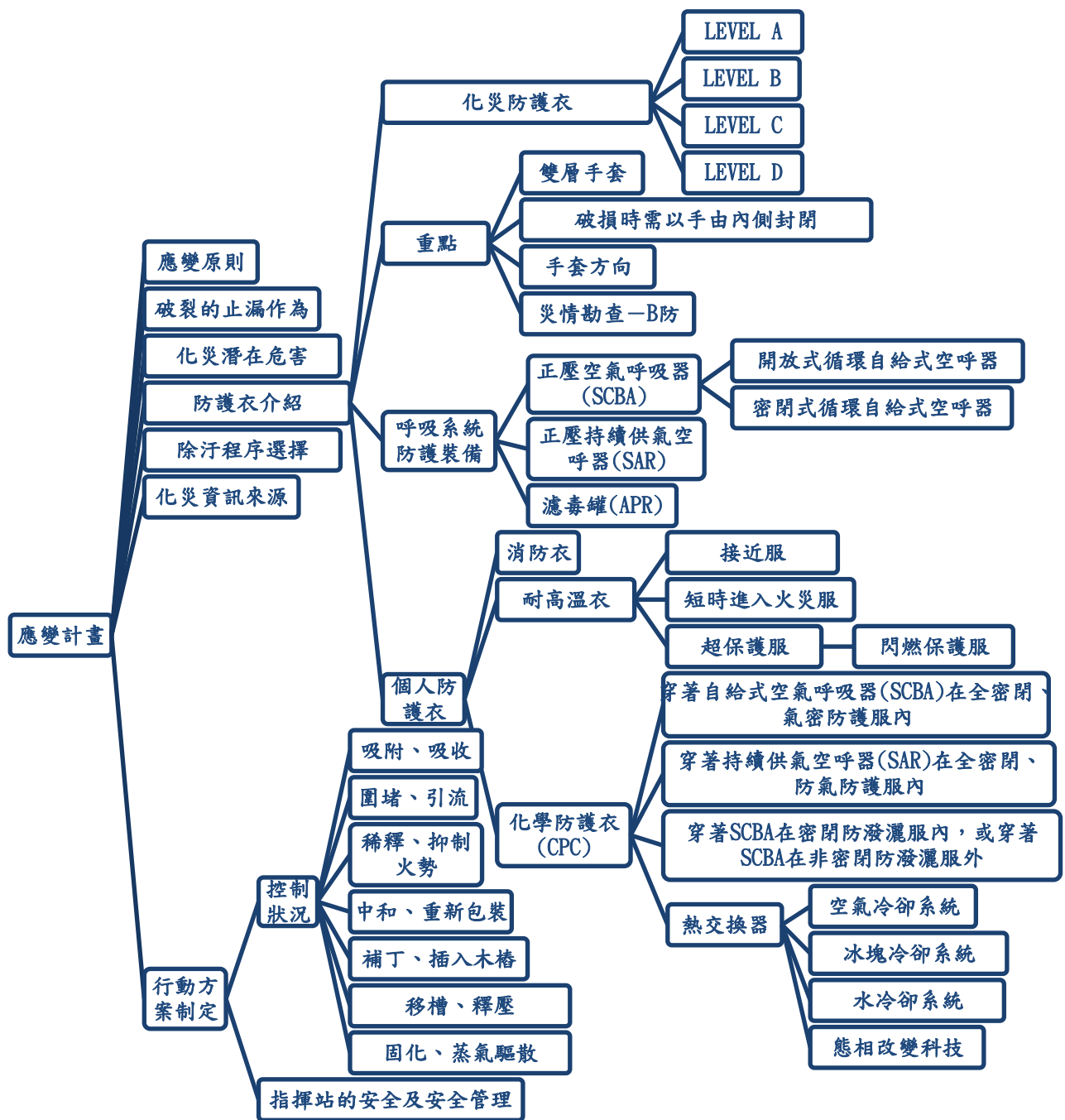
4、除汙方法：

方法	優點	限制	使用
吸附	利用土壤或市面上的填土用來作為防止流入下水道或水域的障礙物	除汙效果有限，只能用在平的表面	擦拭
吸收	對會吸附在表面的化學品非常有用	產生熱；可能導致自燃	清理厚油性物質
化學品降解	改變物質的形式，減少對環境的危害	應由化災應變專家或化學家處理	清理或丟棄小組所使用
稀釋	消防車上的水，快速簡單的方法	無法完全清除危害物，過多的廢水	對應變人員及患者的緊急除汙
消毒	抑制所有致病微生物	無法完全消滅微生物	在醫院、實驗室、大學中使用
丟棄	利用袋子、過濾器、蒸發或注射以移除現場的危害物	不可由應變人員使用	清理程序
蒸發	很少的人力，不需要資源，相對快	氣候限制；不可用在壓縮氣體	少量的燃料洩漏
中和	藉由改變酸鹼值以減少危害	必須由化災應變專家或化學家處理	減少大事故的環境影響
固化	用固化方式快速將小範圍的洩漏侷限住	固化體變大的話，那整個固化體都是危害物	小量洩漏及核能事故的清理為將物質放入水泥中再掩埋
滅絕	破壞體內外的微生物	物件大小決定應用範圍，不可用來針對人	針對醫療器材的除汙

方法	優點	限制	使用
吸取	取得、控制危害物	大型物件無法取得；必須使用高效微粒(HEPA)空氣過濾器，且要經常更換；不可被用在可燃或易爆粉塵	粉塵、纖維、粉末
清洗	最簡單的除汙方法；移除油性物非常有效	過量的廢水；部分物質可能會與洗劑反應	基礎的人員、器材除汙

5、控制狀況方法：

1	吸附	2	吸收	3	覆蓋	4	堤防、壩、引流、圍堵
5	稀釋	6	區隔	7	撲滅火勢	8	中和
9	重新打包	10	補丁	11	打樁	12	移槽
13	抑制蒸氣	14	壓力處理(燃燒、通風、通風燃燒、隔離閥門幫浦及油箱)	15	固化	16	稀釋蒸氣



* 第二章應變計畫大綱

(三) 第三章－行動方案的執行

經過危害辨識及制定行動方案後，接下來必須面對行動方案的執行，這

是整個化學災害事故應變風險最高的階段，為確保應變人員於執行過程中的安全、行動計劃立即的檢討修正等應變事項，必須執行ICS分組以確定整個行動方案的執行的順遂，另當災後達到一定規模時，在作業組部分加入HAZMAT分組，其分述如下：

1、化災處理分組(HazMat Branch)之管理：作業組(Operation Section)

是由分組(Branch)、隊(Group)、區(Division)及其他單位所組成；當化學災害規模擴大到一定規模時，化災處理功能單位將會有化災處理分組或化災處理隊的設置；而化災處理分組或化災處理隊的帶隊官，將直接回報於作業組組長或指揮官。

2、指揮幕僚：指揮幕僚是災害事故指揮系統(ICS)裏的一部份，並且直接支援指揮官，其中包含3個特定的幕僚分別是：新聞幕僚、安全幕僚及聯絡幕僚，其說明如下：

(1)新聞幕僚：負責協調所有的媒體聯絡及相關之活動，於安全地點建立一個專區以提供關於該事故之準確的訊息。

(2)安全幕僚：負責事故過程中所有作業行為之整體安全，必須隨時注意任何可能發生之非安全情況並立即通知指揮官。安全幕僚同時也要協助監控現場人員並於即將來臨之危害時改變現況，假如有必要，安全幕僚擁有暫停或改變現場正在執行之作業的權力；所有的化災危害事故都必須設置一位指揮官及一位安全幕僚。

(3)聯絡幕僚：對其他單位或對外部機關之主要聯絡代表窗口；在指揮架構中，透過聯絡幕僚來進行溝通協調，而在聯合揮指揮(Unified Command)架構下，若是非屬此指揮架構中之機關代表必須透過聯絡幕僚來進行溝通協調。

3、作業組：主要的任務是在災害事故指揮系統中之作業或戰術執行；作業組負責整體戰略計畫、執行所有戰術目標，並確保所有資源皆在其掌握之中。指揮官依據災害事故之規模與複雜程度，需負責於作業分組(Operation Branch)中指派相關執勤單位，說明如下：

(1)化災安全幕僚：其功能是要確保所有化災事故作業之安全。安全幕僚將聽取簡報並於執行災害事故安全計畫及人員醫療監控時獲得協助，其有權力可以變更、暫停或終止任何不安全之行動。

(2)作業小隊：作業小隊負責進入熱區作業，包括偵察、監控、採樣及減緩災情，亦可建議分組指揮官位於熱區內之行動方案。

(3)出入控管隊：出入管控是指建立災害分級管制區並且監控各區間之人員及裝備的移動，此隊同時也負責監控災區所有的出入動線並且確保不被汙染。

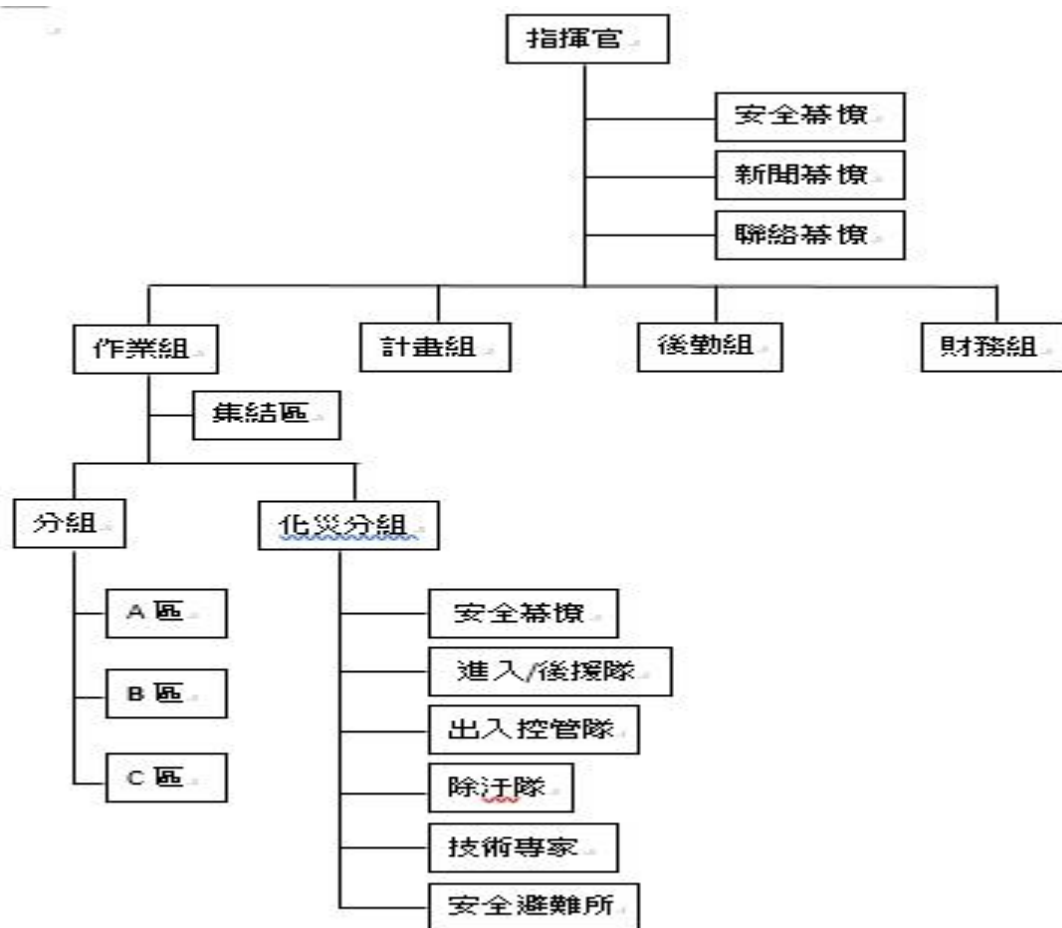
(4)除汙隊：除汙隊決定除汙操作的等級；確認除汙行動已經設立、溝通協調及人員進駐完成，其必須穿戴與進入隊同等級之呼吸防護裝備，但根據現場物質之化學和物理性質，可以穿戴次一等級之皮膚

保護裝備。

(5)技術專家：技術專家是負責提供化災處理隊及計畫組(Planning Section)相關技術資訊及協助。

(6)安全避難所：這一功能編組主要負責評估及優先處理受傷民眾，從民眾身上獲收集相關資訊，並且防止災民受到二次汙染。

上述說明ICS分組詳如下圖所示：



為了行動方案執行順利，指揮官必須考慮使用ICS分組模式，使得行動過程得以有效掌控，除此之外最重要的就是人員安全，為確保在化學災害事故應變中所有相關人員的安全，NFPA472對於安全程序作了以下規範：

- 1、支援人員(Backup Personnel)應穿戴與進入隊同等級之防護衣及裝備並就位待命。
- 2、姿體語言溝通是很重要的，簡單的口頭溝通及手勢信號都是需要的。
- 3、醫療監控及休息恢復功能應設置備妥，用以檢查如：熱所造成的影響、水分的補充、進入前後的全面檢查及恢復供應之情形。
- 4、安全會議必需在進入(熱區)前舉行並且應蒐集分析有關其災害風險、緊急程序、除汙位置、執行任務及其他重要相關資訊予作業人員。

除了基本安全程序外，著化學防護依作業時之緊急處置流程亦應建立；並於下情狀下作緊急處置流程：

- 1、失去空氣供給。
- 2、防護衣破損。
- 3、無法對話溝通。
- 4、同伴於熱區倒下。

本章主要是介紹如何利用ICS分組有效並確保行動方案得以執行，並在執行過程中注意應變人員的安全裝備與緊急方案的擬定及執行。

(四) 第四章－事故發展評估及事故結束

化學災害事故應變過程為確保行動方案是否符合現場實際狀況，或為應付瞬息萬變的災害事故現場，指揮官及安全官必須反覆確認應變人員之安全外，在長時間的作業當中更應該要定時作事故發展評估，依據現場最新狀況、裝備器材數量、人員身心狀況等作行動方案適當調整，其中最有效的方法就是靠事故簡報，其中應包含下術人員參與：

- 1、 化學災害應變小組成員。
- 2、 新聞幕僚(PIO)。
- 3、 各分組組長。
- 4、 各參與應變的機關代表。

簡報過程中可透過作業組帶回的熱區現場實際狀況作最適當的行動方案調整，更可以了解到應變人員需要哪些資源、目前還有哪些狀況是不安全的、及如何除汙與復原等，以下為簡報中必須討論的幾個重要議題：

- 1、 事故應變的目的和任務卻認。
- 2、 有關應變人員健康的資訊。
- 3、 應變所需的資源，包含車輛、裝備及器材。
- 4、 作事故報告。

5、給應變人員相關正向回饋資訊。

在化學災害事故應變的最後階段，除了除汙及災後復原外，最重要的就是將應變過程做適當的檢討並做成紀錄，作為未來訓練、或事故應變的改進方案，完整的事故紀錄應包含：

- 1、完整的事故資料：包含事故原因、時間、地點、氣候等基本資料。
- 2、事故應變過程記錄：完整的記錄事故應變時間，包含爆炸、等級、應變作為、除汙方式、醫療紀錄等。
- 3、熱區進出入管制表。
- 4、完整的事故報告編輯。
- 5、安全防護裝備、應變器材的紀錄。

以上事故紀錄及資料應以最完整的方式填寫並且需符合當地法律規範，必要時須保存30年以上作為未來事故應變參考或檢討改進。

(五) 課程照片



照片1：圖為一般槽車(鐵路運輸)，可用來裝載多樣危險或非危險物質，在辨識上可以從槽體頂端的閥為開放式的做識別，內部壓力在25psi以下。



照片2：圖為壓力槽車(鐵路運輸)，用來裝載可燃、不可燃、有毒或液化石油氣，其頂部閥門有護蓋作為保護裝置，內部壓力常在40psi以上。



照片3：壓力槽車(鐵路運輸)的4個開關閥會用同一個護蓋內，與槽車行進方向相同的為液態閥，垂直方向的為氣態閥，中間則為安全洩壓閥。



照片4：DOT412、MC312型槽車，常用以裝載腐蝕性液體，其外觀特徵槽體直徑較小且有加強結構的環狀加強環，最大允許工作壓力在15psi以上。



照片5：MC-306、DOT-406型槽車，常用於裝載易燃性液體(如汽柴油)，頂部有翻覆保護裝置，底部則有卸載閥，最大允許工作壓力介在3-15psi。



照片6：MC-306、DOT-406型槽車可由頂部閥門設置數量判斷內部槽體數量，其兩側設有翻覆保護裝置。



照片7：MC-306、DOT-406型槽車底部設置有卸載閥，通常一個內部槽體配置一個卸載閥。

照片8：教官正在介紹MC-306、DOT-406型槽車，並加強提醒此類型槽車為濕式裝載槽車，需特別注意底部管路燃料殘存的問題。



照片9：圖為各式移動式儲槽，可由其槽體兩端結構形式(平面式、圓形凸起等)判斷為低壓、高壓等不同形式槽體。

照片10：教官正在介紹如何運用槽體標示板判斷此槽體為何種形式槽體。



照片11：圖為MC-331型槽車，常用於裝載液化高壓氣體(如液化石油氣)，其槽體外觀兩側常呈現圓球狀，最大允許工作壓力設計在100-500psi間。

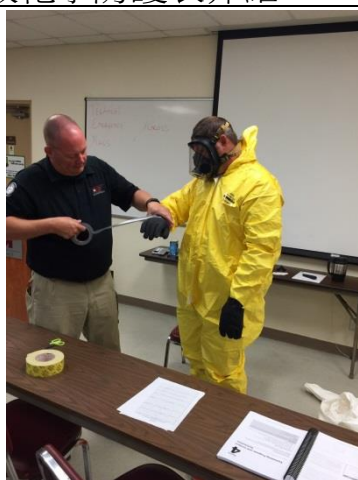
照片12：圖為MC-3307、DOT-407型槽車，常用於裝載具毒性、腐蝕性或易燃性液體，其槽體可能設計有加強結構的環狀加強環，最大允許工作壓力至少在25psi以上。



照片13：圖為TEEX訓練中心各式不同廠牌A級化學防護衣介紹。



照片14：圖為TEEX訓練中心各式不同廠牌抗化鞋介紹。



照片15：圖為SPANCER教官指導B級防護衣穿著要領，示範進行手套氣密封膠時注意要領及技巧。



照片16：圖為SPANCER教官指導B級防護衣穿著要領、穿著完成應注意事項及B級防護衣操作注意要領。



照片17：圖為SPANCER教官指導B級防護衣卸除要領，使用利刃從防護衣後方剪開，並由協助除汙人員由前方協助脫除遭汙染防護衣。



照片18：圖為本局受訓人員實際練習A級防護衣著裝，並由SPANCER教官檢視是否依照規定正確穿著，確認氣密是否完整無漏氣情形。



照片19：圖為SPANCER教官講解槽車洩漏止漏要領，指導學員如何正確使用接地線進行槽車靜電防止步驟(以DOT306槽車為例)。



照片20：圖為SPANCER教官講解槽車洩漏止漏要領，示範利用止漏專用器材進行槽車閥門止漏步驟(以DOT306槽車為例)。



照片21：圖為SPANCER教官講解槽車洩漏止漏要領，示範手邊無專用止漏器材時，如何以扁帶及木栓進行槽車閥門止漏步驟(以DOT306槽車為例)。



照片22：圖為SPANCER教官講解槽車洩漏止漏要領，示範手邊無專用止漏器材時，如何以束帶及木栓進行槽車閥門止漏步驟(以DOT306槽車為例)。



照片23：圖為SPANCER教官示範儲桶止漏後，如何利用翻滾、槓桿等方式，將儲桶裝進廢液回收桶進行封裝及移置作業。



照片24：圖為SPANCER教官示範儲桶止漏後，如何利用槓桿方式，將廢液回收桶翻正並進行封裝處理。



照片25：圖為本次訓練止漏用專業黏土，平時為乾燥粉末裝於塑膠瓶內，使用時將乾燥黏土與水混合，即能快速進行止漏作業，均勻塗抹於洩漏孔後止漏效果極佳。

照片26：圖為本次訓練止漏用不同尺寸木栓，針對小型洩漏點作快速填塞止漏。



照片27：圖為本局訓練人員實際穿著A級防護衣操作儲桶止漏作業，利用簡單翻滾動作，使洩漏孔朝上有效減緩化學液體洩漏。

照片28：圖為本局訓練人員實際穿著A級防護衣操作儲桶止漏作業，利用不同尺寸木栓，針對小型洩漏點作快速填塞止漏。



照片29：圖為本局訓練人員實際穿著A級防護衣操作儲桶止漏作業，利用止漏用專業黏土快速進行止漏作業。

照片30：圖為本局訓練人員實際穿著A級防護衣利用翻滾、槓桿等方式，將儲桶裝進廢液回收桶進行封裝及移置作業。



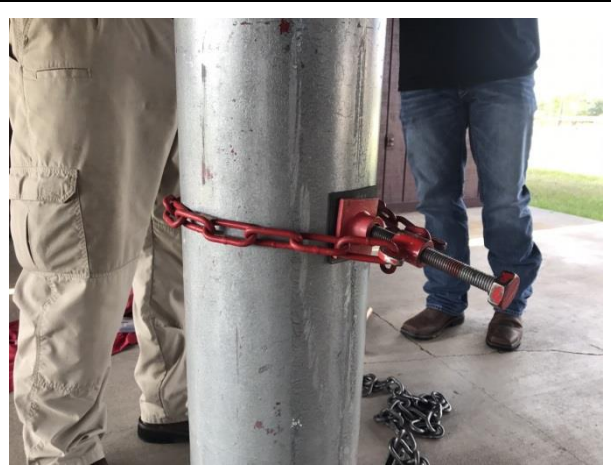
照片31：圖為本局受訓人員實際穿著A級防護衣，並完成SPANCER教官指定所有止漏及除汙動作完成後合照。



照片32：圖為SPANCER教官示範鋼瓶容器閥變形洩漏時，如何利用專用止漏器具(KIT A)進行容器閥止漏作業。



照片33：圖為SPANCER教官示範鋼瓶容器如鋼瓶容器閥嚴重洩漏無法利用圖8工具止漏時，如何利用止漏器具(KIT A)進行容器閥氣密止漏作業。



照片34：圖為SPANCER教官示範鋼瓶容器如鋼瓶側身有破洞洩漏時，如何利用專用止漏器具(KIT A)進行側邊止漏作業。



照片35：圖為SPANCER教官示範鋼瓶容器如身裙側時，如何利用專用止漏器具(KIT B)進行內部容器法止漏作業。



照片36：圖為SPANCER教官示範壓力槽車(鐵路運輸用)頂部容器閥如洩漏時，如何利用專用止漏器具(KIT C)進行止漏作業。



照片37：圖為SPANCER教官示範如何設置除汙走廊並進行人員進出管制等相關措施與應注意事項。



照片38：圖為SPANCER教官示範人員進入除汙走廊後如何進行除汙步驟與程序，並介紹相關應注意細節。



照片39：圖為SPANCER教官講解除汙流程，示範正確除汙動作及應注意事項，及人員除汙後行走動線。



照片40：圖中椅子係讓被汙染人員於除汙過程中避免重心不穩或絆倒，導致於除汙過程中造成廢液飛濺及二次汙染。



照片41：圖為SPANCER教官介紹化學災害常用偵檢儀器，包含四用氣體偵測器、輻射偵測器、酸鹼試紙、氣體檢知管等器材。



照片42：圖為本局參訓人員實際熟悉各式化學災害偵檢儀器使用方法及如何判讀相關數據。



照片43：圖為SPANCER教官及本局參訓人員室內上課情形。



照片44：圖為SPANCER教官及本局參訓人員室外上課情形。



照片45：圖為本局參訓人員於課後進行課程整理與複習情形。



照片46：圖為本局參訓人員於課程結束後與授課教官SPANCER交換本局紀念品。



照片47：圖為本局參訓人員全部順利取得結訓證書合影留念。

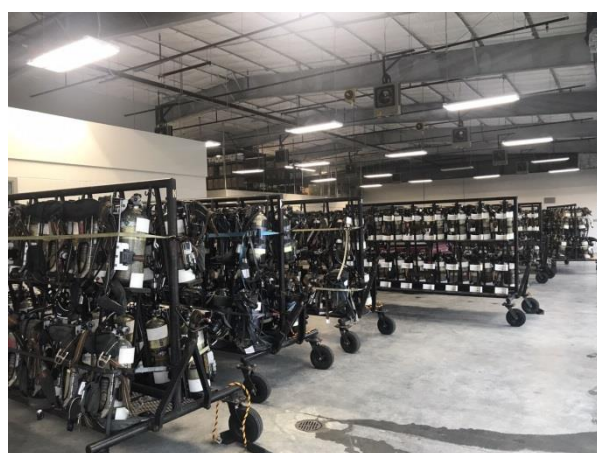


照片48：圖為本局參訓人員與授課教官SPANCER及當地參訓人員合影留念。



照片49：圖為TEEX訓練中心化災指揮及器材拖車。

照片50：圖為TEEX訓練中心化災指揮拖車內部器材照片(一)。



照片51：圖為TEEX訓練中心化災指揮拖車內部器材照片(二)。

照片52：圖為TEEX訓練中心空氣呼吸器移動式置放架，方便受訓人員場地移動。



照片53：圖為TEEX訓練中心空氣呼吸器移動式充氣車，使填充氣瓶更快速有效率。

照片54：圖為TEEX訓練中心複合式災害訓練場地，模擬車禍後造成槽車翻覆且引發火災之場景。



照片 55：圖為TEEX訓練中心化學災害訓練場地，模擬高壓氣體分裝場在進行槽車洩裝載時發生洩漏意外場景（一）。

照片 56：圖為TEEX訓練中心化學災害訓練場地，模擬高壓氣體分裝場在進行槽車洩裝載時發生洩漏意外場景（二）。



照片 57：圖為TEEX訓練中心化學災害訓練場地，模擬化學物質運輸管線發生洩漏意外場景。

照片 58：圖為TEEX訓練中心化學災害訓練場地，模擬載運化學物質火車槽體發生翻覆意外場景。



照片 59：圖為TEEX訓練中心化學災害訓練場地，模擬化學反應爐發生洩漏意外場景。

照片 60：圖為TEEX訓練中心化學災害訓練場地，模擬大型化學儲槽發生洩漏意外場景。

三、分隊參訪

利用課餘時間主動參訪COLLEGE STATION最大、最美的College Station Fire Department Station 6(消防第六小隊)，透過交流、參觀、訪談、介紹，才深入了解到美國消防隊運作制度及其生活環境，以下分享幾個與臺灣差異部分：

- (一) 人力：美國的消防人員是三班制，每班輪值24小時，每天早上7點換班，以Fire Department Station 6為例，一班13人，由分隊長、安全官、小隊長、駕駛及一般消防隊員所組成，在火場中各司其職擔崗各個角色；一般民眾必須透過訓練及考試合格才能成為消防隊員，透過經驗累積、考試才能晉升為駕駛、小隊長、安全官、分隊長，政府會提供消防人員各種基礎的受訓機會，但欲學習進階課程，必須自費報名參加，獲得更高的職位；大隊有3個大隊長，也是三班制，負責轄管的消防小隊，沒有臺灣所謂的大隊幕僚，所有事情均由大隊長負責處理。
- (二) 環境：美國非常重視生活品質，也重視消防人員，讓我們看到他們消防隊豪華級的生活環境，除了冷氣空調24小時不間斷的開放以外，極具設計感的燈光、牆面、空間布置，都讓我們耳目一新；大空間的廚房設有緊急關閉火源裝置，在火警出動時可以立即拔除，健身房的等級就不用贅言了，還有按摩椅伺候的休息室、13間單人房、高級客廳

及衛浴設備等等，最貼心的是各單人房內有獨立的火警警鈴，可根據各人班次設定勤務種類、警鈴音量、警示燈。

(三) 車輛裝備器材：美國的消防車比臺灣大了許多，是因為他們的路都非常寬，與臺灣狹小巷弄的環境不同，因此美國的消防車可以放非常多的裝備器材，在收納空間上也設計非常好，氣壓增高的車體也可以防止路面顛簸，操車的儀表面板玲瓏滿目，也因為地處偏遠，大部分建築物均為1層高度，毋須使用到雲梯車，該小隊只有一臺消防車、一臺救護車、一臺化災車；在裝備方面，與消防人員最相關的便是空氣呼吸器(SCBA)，裝載TIC熱顯像儀及內部面罩電子投射功能，可以用以搜尋火點及在視線內看到氣瓶殘壓，非常先進。



照片1：圖為本局人員參訪當地College Station Fire Department Station 6(消防第六小隊)並與大隊長合照留念。



照片2：圖為當地消防隊化災事故應變指揮車，該車除放置各式化災害處理器材外，更具備有臨時指揮站功能可於現場進行指揮調度。



照片3：圖為當地消防隊化災事故應變指揮車，該車具備有空氣壓縮機，經由濾心等清淨功能後，可於災害現場適當地點進行空氣呼吸器填充。



照片4：為當地消防隊化災事故應變指揮車，內部裝置各式破壞器材，其空間設計使得車輛裝載空間利用大幅提升，值得我國消防車參考。



照片5：圖為當地消防隊化災事故應變指揮車，內部配有A級防護衣等化災應變裝備，其中風扇為考量人員輪替時休息散熱用。



照片6：圖為當地消防隊化災事故應變指揮車，當地消防人員正在介紹各項裝備器材。



照片7：圖為當地消防隊消防車多功能操作介面。



照片8：圖為當地消防隊所使用之熱顯像儀，其設置於空氣呼吸器背架上連結壓力表，體積極小，使用上方便快速。



照片9：圖為當地消防隊救護車，具備與台中一樣電動擔架床。



照片10：圖為當地消防隊RIT小組使用之救援SCBA透過背帶式設計可快速找到待援同仁供其使用。



照片11：圖為當地消防隊於車庫或外牆等吵雜處，設置案件出勤資料顯示面板，讓在戶外活動同仁能立即知道案件狀況。



照片12：圖為當地消防隊廚房設計情形，其設置有緊急瓦斯切斷器，作為臨時出勤時安全裝置。



照片13：圖為本局當地消防隊健身房設置情形。



照片14：圖為當地消防隊其無線電室設置情形。



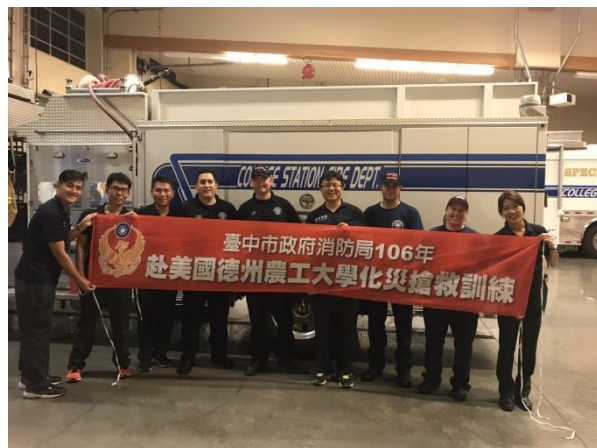
照片15：圖為本局受訓人員參訪當地消防隊，其寢室所設置消防警鈴鳴響分類裝置，透過此裝置能自動分辨不同勤務所需人車做必要警鈴鳴動。



照片16：圖為本局受訓人員參訪當地消防隊，其所設置之緊急滑桿，其具備自動防止掉落設計，值得本局未來廳舍規畫設計參考。



照片17：圖為本局受訓人員參訪當地消防隊，其水域裝備及拖船架。



照片18：圖為本局受訓人員參訪當地消防隊後與當地消防員合影留念並交換紀念品。

陸、 受訓心得分享

一、美國德州農工向來就以各項訓練聞名，包括：倒塌建築物救援、繩索技術救援、RIT 相關救援課程、各項火災搶救及化學災害搶救等訓練。這次前往德州農工訓練中心訓練，所見所學，無不令我們大開眼界，小從訓練中心建置規模之完整、裝備之齊備，大至美國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。而在學習過程中，美國消防單位對於各項災害搶救，其分工之精細、技能訓練執行之落實，也是倍感佩服。

二、課程當中發現，國內的訓練仍然有著許多不合時宜的觀念。諸如：冷暖熱區劃分、衣物著裝選擇等的訓練模式，仍然是錯誤的訓練方法，藉此機會，將本局化災基礎打穩，帶回正確的化災知識。

三、此外，化災不單單只是消防的工作，也包含了環保單位、經濟部及一些公營事業機關等，當然業者必須是最了解化災知識的一群，發生災害時大家必須要能有所共識，共同面對、處理問題，也需要建立良好的解決問題觀念，不論是輿論媒體、民眾、業者、政府官員，當問題發生，究明原因引以為戒，避免災害再度發生，而非痛罵官員怠忽職守、業者喪盡天良，造成立場對立、互不信任的氛圍；因此，化災訓練及知識必須深植到各相關單位及每個人之中，在案件發生時各司其職，保護民眾安全、儘快恢復市容。

四、由於美國德州是個重工業地區，有大型煉油廠、化工廠、運送危險物品火車、槽車，過去慘重的災例也增加了對化災的重視，所以格外重視化災搶救，美國制定 NFPA 472、ERG 以統一化災搶救原則，並要求消防人員、公司操作維修人員均須受化災訓練取得證照始得擔任應變人員，對於危害辨識非常重視，也重視災後除汙，強烈禁止應變人員將汙染帶回分隊；反觀

臺灣，化災事故雖時有所聞，但業者常抱持著僥倖心態，在預防對策及物質登載上並不確實，導致事故發生後難以查證該物質為何，造成搶救上之困難，初期應變的消防人員普遍尚未有化災搶救基礎，常深陷危險中而不自知，於災後拖著疲憊身心即返回崗位上待命，未做好確實除汙，其實造成消防人員健康危機甚大，實因本國消防人員對於健康危害尚未有認知，應廣為宣導，使消防人員重視自身健康。

柒、 綜合建議

我國化學災害應變訓練行之有年，惟在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；本次前往美國德州農工大學消防訓練學院受訓發現除了設備完善的訓練場地外，其化學災害搶救及平時訓練更有美國防火協會所制定的標準作業程序(NFPA472)作為依據，面對科技發展快速的現代風險社會，本次參訓人員有下列幾點建議提出可作為本市未來在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

NFPA 472 將化學災事故應變訓練分為危害辨識(awareness)、操作(operation)、技術員(technician)、專家(specialist)四個等級，本次訓練內容包含了前面三個等級，過程中除了學習危害辨識及建立行動方案外，還加強了止漏、移槽等作業程序，對於未來本局處理化學災害事故應變能力能有效提升更加專業；本市設有多處工業區，高科技廠房密集，面對科技發展快速的現

代風險社會，化學災害事故應變平時應未雨綢繆謹慎防範外，本局目前尚無應變人員參與 NFPA 472 化學災害應變專家等級的訓練，未來倘若面對大型的化學災害事故，恐缺乏專業人員擔任相關緊急行動擬定、規劃安全行動方案等幕僚，如能續辦化學災害事故緊急應變專家(specialist)訓練，學習 NFPA 472 對於化學災害事故更深一層的應變方法及課程，相信對於本市面對未來化學災害事故的緊急應變能力能更臻完備，以保障市民安全。

二、 建立中部化學災害訓練場地

化學災害應變訓練除了相關基礎理論及學理外，更重要的是實作訓練，本次赴德州農工消防學院訓練發現其化災訓練場地設備都是以一比一模型建造，藉由收集工業使用槽車、槽體作相關危害辨識訓練，透過真實的訓練場地使參訓人員在訓練過程中印象深刻；我國化學災害應變訓練行之有年，惟未設置完善的訓練場地，即便是內政部消防署訓練過程大多以圖片、影片作為教材，可供學員實作訓練器材及場地有限；然中部地區設有多處大型工業區、高科技廠房林立，加上台中港、國道一號、二號及省道的交通運輸網，每天有數以千計的化學槽車行駛於轄內，面對可能造成的化學災害是本市需要承擔的風險，建立中部化學災害訓練場地是迫切的需求。透過設置完善的化學災害訓練場地，提升化災應變人員的戰力，並以「區域治理」的概念提供中部鄰近縣市相關化災應變人員所需訓練資源，進而有效防範災害發生，災時能提供專業快速的應變戰力，以降低災害傷亡。

三、 建立本市化學災害應變聯防機制

本次訓練除了本局參訓的六名學員外，尚有該州民間企業的從業人員，透過詢問了解，美國對於化學災害應變訓練不只是公部門災害應變單位的職責，更是民間營利企業的責任之一。與我們一起受訓的另外三名學員分別來自不同的民間企業，因在該企業有從事化學品的製程與處理，所以企業本身要求員工必須要有化學災害應變處理的基本訓練並取得證照，以具備初期應變能力。

本市設有多處大型工業區，廠房密集一旦發生災害而無適當初期應變，不僅工廠本身可能遭受慘重損失，更可能波及鄰近工廠，造成附近人員嚴重的生命財產損失；如能以工業區為單位，建立一套災害聯防機制，平時掌握區內危害風險與緊急應變資源的數量與支援模式，當有事故發生時能立即通報，藉由事故工廠本身及鄰近廠區人員相互合作支援，進行初期緊急應變，以「自助」、「共助」模式降低災害所帶來的損失，此種「公私協力」的災害應變模式已成為現代風險社會的趨勢。

四、 更新本市消防局緊急應變指南版本

緊急應變指南(ERG)為加拿大運輸部(TC)、美國運輸部(DOT)和墨西哥運輸、通訊部(SCT)以及阿根廷緊急化學資訊中心(CIQUIME)共同發展與研究而成，每四年更新一次版本，最新版本為 2016 年，並經由工業技術研究院翻譯成中文；本次受訓發現 2016 緊急應變指南與 2012 版本略有不同，差異如下：

(一)放大槽車辨識圖示，並加強說明槽體可能裝載內容物及壓力等資訊。

(二)增加緊急應變化學物質種類及說明。

(三)洩漏時須立即建立隔離距離之應變原則內容用螢光綠線標示，使應變人員查詢時可立即查表。

(四)刪除或修正部分應變原則及新增應變原則 173、174。

緊急應變指南為我國及美國化學物品運輸槽車事故應變重要參考依據，上述修正項目對於應變人員為重要參考資訊，面對不斷出層更新的學物質，緊急應變指南的版本更新極為重要，建議應採購 2016 緊急應變指南配發給第一線應變單位。

五、強化本局化學災害應變訓練

面對科技快速發展的現代風險社會，化學災害應變是臺中不可忽視的災害風險之一，唯有透過平時不斷的訓練、演練，才能在災時將傷害降到最低，保障市民安全；此次訓練我們學習到美國對於化學災害應變訓練的系統性教材，透過有系統的訓練，可以使得應變人員更清楚瞭解到每個環節應注意的細節，本次參訓人員會將美國教材翻譯後製作成適合我國的標準化教材，期未來能透過本次受訓的經驗傳承提升本市化學災害應變能力。另建議加強應變人員對於化災的認識，了解化學災害的危險性，建立正確的應變觀念，保護自身安全，且執行正確除汙，阻絕將危害物帶回分隊的情況，減少危害物吸入、汙染居住環境的狀況發生。

捌、 參考資料

- 一、2016 EMERGENCY RESPONSE GUIDEBOOK. (2016). U.S.: U.S. Department of Transportation.
- 二、NFPA 472 Hazardous Materials Technician Training. (2017). Texas: ENGINEERING, Texas A&M, FP HAZ020 TR v. 4.20.15.