

出國報告（出國類別：其他-訓練）

德州農工大學消防訓練中心
工業火災滅火訓練

服務機關：國立雲林科技大學

姓名職稱：林碩峰專任助理

派赴國家：美國

報告日期：104.11.07

出國時間：104.10.09 ~ 104.10.18

摘要

近年來國內外工業火災事故頻傳，均造成嚴重不等的人員傷亡及財物損失，如今工業區、化工廠、高科技廠房四處林立並持續發展，化學物品使用日益頻繁、種類繁多且複雜，使用數量也逐年增加，加上製程、管線複雜等，因其皆具易燃、易爆等危害特性，於製造、儲存、運作及運輸中若稍有一絲不慎，進而造成人員傷亡與財產損失。

為提昇緊急應變能量並了解消防單位搶救策略及相關應變戰術戰略之應用，又適逢本年度 10 月中旬台塑消防隊將赴美實施消防專班之訓練課程，並提供受訓名額給予本校諮詢中心人員隨隊赴美接受相關訓練，故本單位遴派相關人員前往美國，參加由台塑消防隊的消防訓練專班之滅火訓練。

本訓練專班是委由德州農工大學防災中心辦理此項訓練，該中心並為全球最大之消防訓練場址，此次訓練主要學習並體驗消防單位對於工業滅火應變經驗及相關程序外，亦可了解石化火災滅火經驗及技巧，如遇石化工業災害搶救過程中，必須有效掌握、判斷及處理現場狀況，其應變人員皆須滅火技術、化學品洩漏處理或防護裝備使用等專業訓練，以避免災情擴大及環境污染，錯失災害搶救時機及造成人員本身受到危害。

目次

壹、目的	1
貳、過程	2
參、心得	6
肆、建議事項	7
伍、附錄	8

壹、目的

美國德州農工大學消防訓練場(Brayton Fire Training Field)在 1929 年成立，德州政府於 1931 年立法承認該訓練場為合格訓練機構，現今該訓練場擴展到佔地面積已超過 297 英畝，成為全球最大的綜合緊急事件訓練場之一，每年吸引了超過 8 萬名的緊急應變人員前來受訓。可提供國土安全訓練(Homeland Security)、公共安全訓練(Public Security)、安全衛生訓練(Safety & Health)、災害整備搜救(Disaster Preparedness & Response)及滅火搶救訓練(Fire Service)等項目，且設有廠場火災、空難災害、危險物料洩漏及船舶災害等事故現場模擬訓練，利用精密管線配置計算後，模仿各種災害狀況來實施訓練及遠程教育技術之磨練。

本校環境事故應變諮詢中心承接環保署中區環境事故專業技術小組，此次參加訓練人員為台中隊隊員林碩峰，本次至美國德州農工大學訓練場訓練內容為「工業火災滅火」訓練，該訓練模擬實體工業製程火災，逼真並著重消防人員實際操作為主，實務操作並瞭解消防救災人員訓練需求。藉由上述訓練中汲取最新工業火災搶技術及實務經驗，返國後將所見所學之技術經驗與觀念知能，彙整資料分享並將此次學習心得整理成此份報告，並實際運用爾後應變於救災能力和反應機制上，期能與世界接軌並有效提升本中心相關緊急應變專業人員整體應變救災能力，俾利有效保障人員生命財產安全。

貳、過程

本次赴美受工業火災搶救訓練課程內容包括：個人操作安全守則講習、水帶基本操作、火源驅趕及閘類遮斷基本操作、固定式砲塔及移動式砲塔基本操作手勢、模擬裝/卸料站火災、儲槽與泵浦群火災、煙霧室逃生訓練、化學工廠火災、油井及製程洩漏火災、壓縮機房洩漏火災、LPG槽車及儲槽洩漏火災、Tank及Dike洩漏火災、油槽車裝卸站連續火災、油輪引擎室火災、製程區泵浦群火災、鐵路槽車裝卸站連續火災、儲槽密封圈與泵浦群火災等，室內課程極少，皆已實際操作為主，並以逼真的實體工業製程火災來訓練消防人員實際滅火的膽識及技巧。茲將課程內容及實作心得說明如下：

一、個人操作安全守則講習

- (1)由主教官講解課程及各訓練單元目標，並宣達課程中安全注意事項，注意個人身體是否暈眩，小便顏色濃淡，且隨時補充水份。
- (2)全套的個人防護裝備：因訓練中心之消防衣帽鞋，係委外廠商經營，非訓練中心編制部門，訓練學員須向廠商租賃，因必須詳細檢查是否有破損、不合身等情況，歸還時須完整，若有破損必須扣除押金。
- (3)基本滅火裝備使用安全：若使用乾粉滅火器時，須在上風處並注意現場火勢情況；使用水帶、泡沫滅火、砲塔等設備時要特別注意水壓及其後座力，並依實際火勢演變針對水線掌握及固定式砲塔進行操作。

二、模擬裝/卸料站火災搶救課程

模擬二樓層操作平台多個隔離閘及法蘭面洩漏造成火災，洩漏出油料形成地面火災，而學員利用移動式砲塔驅散滴落的油料改變火源方向，並以半水霧掩護人員關斷地面層之隔離閘，判斷安全無虞後，由水線人員進入二樓操作平台，並以半水霧掩護人員進入關斷洩漏處隔離閘，其訓練重點為水柱、水霧與消防泡沫之配合。

三、儲槽與泵浦群火災搶救課程

模擬廠區儲槽週遭附近之泵浦群多處隔離閥洩漏造成火災，洩漏出油料形成地面火災，而學員利用強力水霧驅趕地面及現場火勢，並以半水霧掩護人員進入關斷泵浦隔離閥，其訓練重點為學習控制水線變化技巧。

四、煙霧室逃生訓練課程

模擬火災現場蒐救及逃生練習，所有受訓學員2人為一小組穿著消防衣配戴SCBA及生命感測器進入暗房，暗房設置各式各樣障礙物及錯綜複雜的路徑，模擬火場黑煙瀰漫伸手不見五指之狀況，讓受訓學員體驗火場搜救及互助逃生之技能，同時在訓練場內亦有一名助教在內部利用小手電筒，在學員心理壓力及空呼器使用下，可能會產生恐慌之狀況適時給予微小亮光，指引學員們順利離開此狹小的侷限空間。此項訓練目的為：1.Body system：兩兩一組，遇有危險時相互支援。2.夥伴信賴關係：Leader需大聲呼喚口令，指示後面對員口令，後方人員需相信Leader之判斷，才能順利脫困，此種訓練給予消防人員心裡壓力，及救災耐受度。

五、化學工廠、油井及製程火災搶救課程

模擬化學工廠、油井及製程操作平台一、二層多項隔離閥及法蘭面洩漏發生火災，學員利用移動式砲塔冷卻現場及掩護人員，使用移動式水線相互掩護人員進行火場冷卻、降溫情形，由外圍隔離閥逐步進攻至遮斷閥，以半水霧掩護人員關斷一樓隔離閥情形，再由各水線人員掩護進攻二樓平台將洩漏之隔離閥關斷，此訓練課程教授學員化學災害搶救必要的技術、協調技巧，並學習如何運用水和泡沫來控制火勢，並做好個人保護的技巧。

六、壓縮機房洩漏火災搶救課程

模擬壓縮機房管線設備大規模火警，此訓練場址需利用多條水線，進行多方面夾攻來控制火勢，訓練學員水線掌握及配合，其中救災規畫及領導統御更是此訓練場址所要訓練之重點項目，充分模擬事故現場多方配合的整體

訓練，藉由這場訓練不但挑戰學員們的水線搭配及運用，更是考驗救災指揮官之災情研析能力及人力調度是否靈活，經各小隊人員配合下來完成此次的訓練，更可提升學員們間的默契，更有利於往後救災行動之順行。

七、LPG槽車及儲槽洩漏火災搶救課程

模擬LPG 管線、臥室儲槽及槽車等三個洩漏點洩漏造成火災，也是整個訓練中感受到溫度最高的訓練之一，由於為高壓槽車火警，故高壓氣體噴出後引發火警其聲音非常震撼，另加上高熱襲來，使得訓練臨場感十足。學員以二條水線及一移動式砲塔冷卻火場著火中LPG桶槽及槽體，由三線水線交叉掩護逐一以半水霧掩護人員進入關斷洩漏處隔離閥，這訓練重點於操作過程中注意閃燃及爆燃等危害產生，讓學員學習於相關事故場所時，進行救災活動過程中有哪些行為是危險且易造成閃燃及爆燃等危險環境及如何去避免防範。

八、Tank及Dike洩漏火災搶救課程

模擬儲槽洩漏造成槽體本身及防溢堤內火災，油槽破裂油料流出在防液堤內發生大火，油槽破裂冒出猛烈大火，因是防液堤內大火，且因防液堤阻擋了油料溢出導致堤內火勢猛烈，固須佈一泡沫水線施大量泡沫原液給予覆蓋油料以撲滅防液堤內火勢。

九、油槽車裝卸站連續火災搶救課程

模擬油槽車裝卸站連續火災，人員以移動式砲塔冷卻現場，強力水霧驅趕火勢，半水霧掩護人員進入二樓平台關斷隔離閥，受訓學員必須學會搶救時必要的水帶協調及團隊合作。

十、油輪引擎室火災搶救課程

模擬油輪引擎室火災，訓練要領：消防衣、帽、鞋及空氣呼吸器(SCBA)確實著裝，進入火災現場前先用水霧降溫並注意門鈕及門開啟方向，避免召門撞傷，人員採低姿勢進入火場並使用點放放水滅火技巧操作瞄子，滅火後，利用水霧排煙，且由教練指導如何用水勢室內滅火並減少水勢的破壞程度，以及利用消防水線的控制來進行室內的濃煙排除。

十一、製程區泵浦群火災搶救課程

模擬泵浦群多處遮斷閥洩漏火災，係模擬製程區中的馬達泵浦群因化學原料洩漏引起火災，由於各馬達泵浦均控制著不同之化學原料，且相互排列又相當接近，因此發生火警後引起一連串連鎖反應大火，學員必須要先單側攻擊各個洩漏點，避免於管架下方走動，以防掉落物，水線不可在泵浦群中央往二側攻擊滅火，如此會造成擴大延燒。

十二、鐵路槽車裝卸站連續火災搶救課程

模擬鐵路槽車裝卸站操作平台一、二層多項隔離閥洩漏發生連續火災，訓練要領：使用移動式砲塔驅散滴落的油料改變火源方向，各水線相互掩護，先將一樓洩漏之隔離閥關斷，再由各水線人員掩護進攻二樓平台將洩漏之隔離閥關斷。

十三、儲槽密封圈與泵浦群火災搶救課程

模擬儲槽槽頂之密封圈與泵浦群火災，訓練要領：以強力水霧隔離儲槽火源，使用移動式水線相互掩護人員冷卻及降溫火場，掩護人員進入關斷泵浦隔離閥，完成泵浦群滅火後；人員以移動式砲塔出泡沫覆蓋儲槽火災，另一水線人員以水霧掩護下，登上儲槽槽頂持泡沫水線出泡沫覆蓋密封圈火勢，練習泡沫滅火之技巧及水線掌握訓練，因泡沫直接噴灑火場其泡沫易受火苗所破壞，大大降低其泡沫滅火之優勢，由此訓練讓學員可學習到如何充分利用事故現場並搭配手邊滅火工具，來讓滅火行動更有效率並全程監控。

參、心得

「工欲善其事，必先利其器」，有幸能參與此次的德州農工大學消防訓練場的工業火災搶救訓練後，深深感覺美國消防人員對於工業火災事故處理，確實付出相當多的心力，研習課程中學得許多消防的新觀念與作法，各種工業火災搶救訓練單元的設計及設備皆值得本國借鏡。美國農工大學雖因地處南方而發展較遲，但因其資源豐富及校方之積極發展，且於受訓期間並非只有我們的人員參與受訓，甚至有加拿大、南美洲及美國本土的消防單位參與其中訓練，期間訓場幾乎每個單元都有人員在受訓，由此可見美國農工大學工業火災訓練場，屬首屈一指的訓練單位。

工業火災事故處理和都市火警處理不同，到達現場人員必須先了解現場物質、管線配置及設施等，在無法確認人員在安全狀況下救災，絕不輕易指派人員進入救災；工業火災現場變化極大，有些物質甚至可能激烈反應或爆炸，因化學災害現場水源必須非常充足，另泡沫原液亦同。任何種類之災害現場變化瞬息萬變，隨時注意現場情勢之變化，指揮官必須可靈活調度，且能夠救災的人員及器材必須充足，消防人員救災是一長時間耗費體力的工作，因此在個人體能訓練上就顯得格外重要，平時應保持良好體能狀態，在某些部分毒化災與消防救災上有雷同之處，重點皆以救災人員的安全為首要工作。

反觀我國在毒化災應變訓練方面，皆屬分區域建置應變訓練場地，如南投竹山訓練中心及新竹市消防教育訓練基地等單位，若能集中建置訓練實場，不僅可讓應變隊員有實場訓練也可召訓消防人員及國內相關業者，參觀德州農工大學訓練場地之規模後，比較目前毒災訓練場址實在不足，較無法實際模擬出毒化災事故的逼真性，本隊仍應持續加強毒化物洩漏之實場教育，可考量是否在我國建置擬真訓場之可能性。

肆、建議事項

一、此次訓練參訓學員主要為塑化消防隊、雲林消防局、中龍鋼鐵股份有限公司及中鋼碳素化學股份有限公司消防人員，因已具基本之滅火知識，並未施行基本之火場救災戰術戰略講習，故無法了解火場之主要之戰術戰略指導，較為可惜之處。

二、若遭遇石化業火災，把握此項原則：

1. 現場之火焰噴出比濃煙密佈更為危險，因濃煙密佈代表著碳粒燃燒不完全，故較可能為多碳型碳氫化合物，若只有火焰則表示主要為低碳型化合物，較為容易揮發也較易燃燒，故危險性相對提高許多。
2. 石化業火災立即滅火非唯一考量，正確作法因先確認何處洩漏，然後水線壓制現場火勢，並利用水帶控制火焰燃燒方向，讓人員可進入且關閉洩漏閥，最後才將其殘火撲滅。

三、化學防護衣並非防火衣，但一般於實際火場及緊急應變演練中，於火勢尚未熄滅時往往會指派人員穿著 A 級防護衣進入火場處理洩漏源止漏作業，此觀念錯誤，會嚴重影響救災人員安全。反之消防衣也並不是化學防護衣，故在火場中還是必需先將火源優先撲滅，才能進行化學品後續處理作業，另救災人員須進行健康管理及追蹤。

四、在大型火災之事故處理，如若採取水線掩護人員進入現場關斷隔離閥之攻擊策略時，其指揮官須有多次火災事故處理之豐富經驗，依實際現場之狀況進行判斷，可依現場是否足夠水源冷卻火場避免火場擴大、事故設備是否由遠而近關閉隔離閥、火場狀況是否可能造成連鎖反應及水線掩護人員進入現場關斷隔離閥之必要性進行判斷是否進入火場。

五、在壓力槽車發生翻覆或洩漏造成火災之事故處理，其槽車車體有效冷卻是非常重要的，建議現場最少需有 3 線以上之水線冷卻槽車車體降溫，其佈置位置應分別為前、中、後三處，但須避開槽體兩側半圓型端板前 45 度範圍，另可以利用紅外線熱顯像儀觀察槽內溫度之變化，以利增加水線之佈署，以降低發生 Beleve 之機率。

伍、附錄

	
課程講解	水帶操作練習
	
火源驅趕練習	人員進入關閥練習
	
固定式砲塔操作訓練	移動式砲塔操作訓練
	
裝/卸料站火災	移動式砲塔驅散滴落的油料改變火源方向



半水霧掩護人員關斷隔離閥



進入二樓操作平台關斷洩漏處隔離閥



儲槽與泵浦群火災



強力水霧驅趕地面火勢



強力水霧驅趕火勢



掩護人員進入關斷泵浦隔離閥



SCBA講解



人員穿戴SCBA



SCBA面罩氣密測試



兩人一組進入煙霧室



化學工廠火災



移動式砲塔冷卻現場及掩護人員



半水霧掩護人員關斷一樓隔離閥



半水霧掩護人員關斷二樓隔離閥



油井及製程洩漏火災



以水霧驅趕火勢



驅趕地面火勢



人員進入關斷泵浦隔離閥



壓縮機房洩漏火災



掩護人員進入關斷隔離閥



強力水霧驅趕火勢



半水霧掩護人員關斷隔離閥



LPG槽車及儲槽洩漏火災



移動式跑塔冷卻火場著火中LPG桶槽及槽體



水霧驅趕現場火勢



人員進入關斷洩漏處隔離閥



Tank及Dike洩漏火災



泡沫水線出泡沫覆蓋儲槽



強力水霧驅趕火勢



半水霧掩護人員關斷隔離閥



油槽車裝卸站連續火災



移動式砲塔冷卻現場



驅趕現場火勢



掩護人員進入二樓平台關斷隔離閥



油輪引擎室火災



穿戴SCBA以水線進入油輪引擎室



製程區泵浦群火災



強力水霧驅趕火勢



強力水霧驅趕地面火勢



人員進入關斷隔離閥



鐵路槽車裝卸站連續火災



移動式砲塔驅散滴落的油料改變火源方向



強力水霧驅趕火勢



掩護人員進入二樓平台關斷隔離閥



儲槽密封圈與泵浦群火災



泡沫水線人員出泡沫覆蓋密封圈



隔離儲槽火源，掩護進入關斷泵浦隔離閥



移動式砲塔出泡沫覆蓋儲槽火勢



結訓合影