

出國報告（出國類別：其他-訓練）

2017年新加坡環境事故現場高階應變人員專業訓練研習班

服務機關：國立雲林科技大學

姓名職稱：洪肇嘉主任、李旻璋專案助理

派赴國家：新加坡

報告日期：106.10.02

出國期間：106.06.18~06.24

摘要

本次出國計畫配合參訓環保署化學局辦理之「2017年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班」專業訓練課程，其內容皆採書面授課、實際案例沙盤推演、實作示範教學及應變機構參訪等方式進行，另輔以國內環境事故災害訓練之現場災害模擬仿真模組展示及操作，期使參訓學員能更進一步瞭解事故現場可能的災情狀況及對應之處製作為，並快速做出適切之決策建議。透過實務應變經驗豐富之國外專家/講師全程教授引導，藉由實際推演及腦力激盪的訓練模式，讓參訓人員能有效學習應變經驗，提昇災害事故應變體系之概念及危害預測的能力。

本次行程主要目的如下：

1. 提昇我國地方政府環保機關、中央應變相關機關以及環境事故專業技術小組指揮應變能量。
2. 持續蒐集新加坡指揮體系運作情形，了解先進國家之毒化災應變指揮官訓練過程。
3. 強化國內環境事故應變技術及國際經驗交流。

目 次

一、目的.....	1
二、過程.....	2
三、心得.....	22
四、建議事項.....	23
五、附錄.....	24

一、目的

因應環境事故災害發生當下，相關應變組織之成立、完整性、運作協調性及緊急資源調度等作為，對於災害事故控制、人命救助、環境復原有其即時性與重要性。應變組織架構及其功能如能彰顯，可在短時間內將災情予以控制或是避免災害的擴大。而應變組織架構中，又以現場指揮團隊為最重要的角色及擔負事故應變成敗之重要責任，各現場專業應變人員，需瞭解現場的危害狀況，配合指揮團隊做出快速且適宜之決策，甚至進行跨單位間之溝通、協調與調度。因此，環境事故災害應變專業人員，應具備執行危害分析、決策研判、統合協調及媒體因應等專業能力。環保署化學局辦理「2017年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班」專業訓練課程。

基於上述理由，為持續提升各級政府機關、環保單位之環境事故防救災體系應變能量，環保署化學局邀集各環境事故應變業務單位主管或相關人員，前往新加坡專業訓練機構參與災害事故應變指揮官專業訓練，強化各單位防救災體系運作、應變指揮與處置能量及環境事故應變整體作為。

本次行程主要目的如下：

1. 提昇我國地方政府環保機關、中央應變相關機關以及環境事故專業技術小組指揮應變能量。
2. 持續蒐集新加坡指揮體系運作情形，了解先進國家之毒化災應變指揮官訓練過程。
3. 強化國內環境事故應變技術及國際經驗交流。

二、過程

本次 2017 年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班之訓練期程共 7 天，課程自 6 月 19 日至 6 月 23 日，於新加坡民防學院辦理，共計 15 個課程專題，授課課程內容包含專題一：新加坡民防學院及訓練場地介紹、專題二：新加坡化災應變程序、專題三：指揮控制原則與事故現場管理、專題四：危險化學物質運載車輛追蹤系統、專題五：民間緊急應變小組審議架構、專題六：經驗分享：毒氣洩漏演習、專題七：化學物質管制、專題八：民間緊急事故應變體系、專題九：化工風險管理、專題十：毒氣檢測概念、專題十一：策略訓練場地介紹（參訪）、專題十二：案例沙盤推演（電腦仿真訓練系統介紹）、專題十三：參觀新加坡民防總部、專題十四：參觀裕廊島化災消防局及專題十五：汽油和易燃性物質法規等，總計時數為 40 小時，全程參與訓練者，由民防學院發予該學院之「International HAZMAT Incident Commander Course (IHICC)」訓練證書，課程名稱與授課時間如表 1 所示。

表1 「2017年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班」課程表

日期	訓練內容
06月19日(週一) 上午	課程報到及開訓 Course Admin & Opening
	專題一：新加坡民防學院及訓練場地介紹 1. Overview and Tour of Civil Defence Academy
06月19日(週一) 下午	專題二：新加坡化災應變程序 2. HazMat Operating Procedures
	專題三：指揮控制原則與事故現場管理 3. Principles of Command and Control and Incident Site Management
06月20日(週二) 上午	專題四：危險化學物質運載車輛追蹤系統 4. HazMat Transport Vehicle Tracking System (HTVTS)
	專題五：民間緊急應變小組審議架構 5. Company Emergency Response Team Audit Framework
06月20日(週二) 下午	專題六：經驗分享：毒氣洩漏演習 6. Experiential Sharing on Ex Gamma
	專題七：化學物質管制 7. Regulation of Hazardous Substances
06月21日(週三) 上午	專題八：民間緊急事故應變體系 8. Incident Management (Ops Civil Emergency)
	專題九：化工風險管理 9. Management of Chemical Industrial Risks
06月21日(週三) 下午	專題十：毒氣檢測概念 10. HazMat Monitoring Concept (HEART)
	專題十一：策略訓練場地介紹(參訪) 11. Home Team Tactical Center (HTTC) Visit
06月21日(週三) 下午	專題十二：案例沙盤推演(電腦仿真訓練系統介紹) 12. ACTS-HazMat Incident Table Top
	專題十三：參觀新加坡民防總部 13. Visit at HQ SCDF: TACT HQ/ HTVTS
06月22日(週四) 上午	專題十四：參觀裕廊島化災消防局 14. Visit: Jurong Island Fire Station
06月22日(週四) 下午	專題十五：汽油和易燃性物質法規 15. Petroleum & Flammable Materials Regulations
06月23日(週五)	課程檢討與問題研析/ Course Debrief 結訓典禮 Course Closing Ceremony

(一)、新加坡民防學院及訓練場地介紹 (Overview and Tour of Civil Defence Academy)

民防學院及其訓練場地之介紹，由總教官 Wesley Lim 中校進行介紹，區分民防學院之組織架構、訓練理念課程及方針、國際合作與未來發展等部分，配合現場參觀，以利瞭解該學院內主要之災害救助及搶救設施。

1. 新加坡民防學院介紹：

新加坡民防學院，於 1999 年 03 月 26 日成立，佔地約 11 公頃，結合消防及搜救等訓練設施，訓練地點包含本次訓練所在新加坡西部之總校園 (Jalan Bahar)，另有北部 (Mandai) 及東部 (Ubi) 共計三處訓練場所。其中北部之內政團隊戰術中心 (Home Team Tactical Center, HTTC)，為 2015 年 10 月落成最新之大型訓練場址，有三個大型主要訓練模擬場景，城市搜救、海事消防及化學工廠等訓練單元；東部則為民防學院之城市中心校區 (City Campus)，主要提供上班族得以參加夜間課程之訓練，獲取消防救災知識。

2. 新加坡民防學院仿真模擬訓練設施介紹：

新加坡民防學校消防及化災訓練，設置各種仿真軟硬體設施，各種訓練設施也都配置有專人管理及保養。

(1) 室外模擬訓練場地：

在民防學院本部後方即設有危害性化學物質仿真訓練設施，包含液化石油氣 (LPG) 桶槽、管線、閥件、油槽、化工廠洩漏等火災訓練模擬模組等。由模擬實際火場或洩漏條件，讓參與訓練人員從經驗中學習各種災害搶救之方式及因應各種救災危險性及可能之影響救災條件之處置方案。

(2) 室內綜合模擬訓練大樓 (Furnace)：

學院另設有室內綜合模擬訓練大樓 Furnace，於此訓練大樓內，每一樓層都有其特定之仿真場景，如：爆燃、閃燃、各種場所火災情境 (廚房、船舶、旅館、KTV 包廂、船艇引擎、小型商店、窗戶型、化學物質儲存桶槽、地下室、吧台、工廠輸送帶、配電盤及高架倉儲...等)，各種不同的仿真火災情境，透過人員及電腦操控制，並能模擬閃燃、復燃爆炸等情境，當天開放 KTV 包廂、吧台、高架倉儲之火場體驗及閃燃情境。

(二)、新加坡化災應變程序 (HazMat Operating Procedures)

本課程由 Lionel Lee 少校授課，新加坡對於化學災害應變，由民防部隊為第一線，亦為災害的指揮單位。民防部隊之工作執掌與任務包含：滅火、人員搜救、化災偵測、化災減災、核生化及爆炸物應變 (Chemical, Biological, Radiological and/or Explosive, CBRE)、緊急醫療等業務，亦協助支援國際大型災害搶救工作。在新加坡，其將化學毒物區分為軍用毒劑 (Chemical Warfare Agents, CWA) 及 (Toxic Industrial Chemicals, TIC) 兩種，在新加坡境內，針對高危害風險之工業區，則配置有具有危害物質控制專業的人員與特有配備之化災消防局，這些成員通稱為危害物質控制小組 (化災小組) (HAZMAT Incident Team, HIT)。

化災小組一般由 14 位成員組成，其指揮體系架構，由消防局局長為化災小組之隊長 (指揮官)，其下設有副隊長 (由消防隊隊長擔任)，指揮調度 3 個小組團隊，全天候 24 小時輪班值勤，執行化災危害控制、滅火、搜救及民眾疏散作業。當化學災害發生後，經通報消防局 (新加坡民防報案電話是 995)，報案中心於即依據事故點周邊可用資源，於 1 分鐘內啟動調度民防部隊出動，並依據消防局或消防站分配位置，8 鐘抵達現場，救護車則約 11 分鐘，以此時間作為其參考指標。

依據災害事件的規模約可分為三個階段，包含小型事故 (民宅或一般小型火災) (Initial Response)、嚴重事故 (事故擴大或大型火災) (Enhanced Response)、極度嚴重事故 (民間緊急事件，Operation Civil Emergency, Ops CE) (Declaration of Ops Civil Emergency)，各層級皆有其預先準備之程序及對應之救災設備。而新加坡民防部隊可面對包含化學災害等各項災害，因此指揮官層級亦如同災害規模般，區分為三階段。一般小型事故由當地消防分隊隊長或消防局局長為指揮官，以基本任務組進行事故應變，而事故擴大或現場評估需要支援，要求其他消防局的小組加入。若隨著災害規模持續增加，則進入嚴重事故，此時由地區型消防局局長為指揮官進行事故處理。若事故持續擴大，需要多個政府單位共同協助，則由民防總部宣布啟動民間緊急事件，以民防部隊的總監作為事故應變之總指揮官，並由相關部會共同參與應變。

(三)、指揮控制原則與事故現場管理 (Principles of Command and Control and Incident Site Management)

「指揮控制原則與事故現場管理」該專題由新加坡民防學院 Cheng yaw Joo 少校進行介紹，主題說明瞭解指揮和控制的原則、指揮和控制的要素及指揮控制之不同等級。

1. 指揮控制原則 (Principles of Command and Control) :

指揮及控制共可區分數個階段，一般而言在事故初期、中期及後期皆有不同之指揮原則，因此不同階段需要不同指揮官。在指揮權轉移方面，當事故擴大，需將指揮權轉移給予更高階之指揮官，另事故應變期間過長或事故已緩和，亦可考慮將指揮權轉移給適任之指揮人員。在轉移前，應透過對講機或其他方式，讓所有應變同仁得知指揮權已轉移。指揮官需注意前線人員安全狀況，甚至自身需上前處置應變業務，指揮官應以團隊為主，而非以自我考量事故應變狀況，在指揮管理方面則需有直接及分區兩種方式進行管理，直接管理係指應變組織下之任務分工，管理及執行應變業務；而分區管理則是針對現場狀況調整指揮與管理方式（如：化學品特性、型態等）。

2. 事故現場管理 (Incident Site Management) :

「控制點」在事故現場是極為重要的，在事故現場可區分不同區域及控制點，以利應變作業進行。

- (1) 集結待命區：整體應變之中樞位置。
- (2) 支援點：彙整整體應變資源及部署位置，應變人員需在此處集結。
- (3) 除污區：去除污染物避免造成二次傷害之位置。
- (4) 前進指揮區：整體應變所有數據、資料及決策之位置。
- (5) 直接支援區：人員可於此處做休憩及補充體力。
- (6) 應變車輛編組區：應變車輛集結與部署區域。
- (7) 急救點：於應變現場立即檢傷包紮之位置。
- (8) 救護車區：立即將受傷人員送醫之位置。
- (9) 救護車集中區：救護車輛集結與部署之位置。
- (10) 轉發分流點：立即檢傷受傷人員嚴重程度並告知需送醫或於急救點包紮。

(四)、危險性化學物質運載車輛追蹤系統 (HazMat Transport Vehicle Tracking System, HTVTS)

「危險性化學物質運載車輛追蹤系統」課程由新加坡民防總部危險性化學物質運載車輛追蹤系統部門 Koa Hean Kiong, Steve 少校介紹，主要介紹新加坡危險性化學物質運輸車輛追蹤系統 (HazMat Transport Vehicle Tracking System, HTVTS)。該系統為新加坡於 2005 年起，規定運送危險性化學物質之運輸車輛須強制裝設 HTVTS 設備。其危險性化學物質係指運送物質包括九大類危險性化學物質，雖然各類危險性化學物質分由各主管機關管轄，但危險性化學物質運輸駕駛證、危險性化學物質運輸車輛追蹤，統一由民防總部核發及監控。

2005 年剛開始管制危險性化學物質之運輸車輛時，追蹤器使用 2G 系統，另為加強運送車輛管制，新加坡於 2007 年起，新增車輛鎖定裝置，由監控人員確認車輛違規行駛時，由監控中心遠端啟動鎖定功能，使車輛減速並逐漸停止。並強制危險性化學物質運載車輛每年檢查 1 次。自 2017 年 4 月 1,200 輛運輸車輛已全面改換 4G 系統。行駛車頭及拖車間裝設有感應晶片，透過 RFID 方式連接，如行駛過程發生脫離，則立即會發出警報，通知設於民防總部地下三樓之監控中心。而監控中心系統可得知車輛所在位置，如行駛路線超出原規劃路線，則監控中心監控系統亦會發出警報，運輸車輛防盜警鈴即刻作動及警示燈號，以警告行駛中其他車輛，且運輸車輛行車速度逐漸減慢至停止。通知當班監控人員進行查證及處置，必要時鎖定運送車輛。而追蹤裝置內設防改裝功能，如業者或司機欲偷改設定，監控系統將會發出警報通知監控中心進行查處。現行車輛監控系統應用功能，包含可查詢資材列表資訊、車主資訊、運送區域資訊、行駛過程相關事件紀錄、重播運送軌跡、產出運送事件報告等功能，提供管理部門查詢及裁處使用。而道路上亦有巡邏之執法人員，進行突擊檢查，或通知鄰近消防單位前往攔查。一個月約有 10 次違規警鈴作響。

而擔任危險性化學物質載運司機須經過一天之特訓，課程包括危險性化學物質分類及標識、炸藥和彈藥的運送、危險性化學物質運輸的控制、危險性化學物質運輸緊急應變計畫、理論評估與實際評估、及滅火器之操作訓練等。特訓由民防總部委託 15 家經批准之訓練中心辦理。經過特訓之司機須通過考試，試題為 30 題問答題，錯 5 題以上就不及格。訓練費用為新加坡幣 200 元，通過則核發證書並將司機之指紋植入晶片，司機每兩年必須回訓一次，重新取得駕駛證後，始得進行危險性化學物質運送工作。

(五)、民間緊急應變小組審議架構 (Company Emergency Response Team, CERT Audit Framework)

該專題由新加坡民防總部 Chu Yui Tak 上尉進行介紹，主題說明新加坡民間緊急應變小組 (Company Emergency Response Team, CERT) 其架構及功能。為避免因事故發生而造成人民和財產的損失，倘若事故真正發生，CERT 的目的就是為第一時間能獲得災情控制，以避免擴大。CERT 主要由民間公司組成，針對場所內緊急事故之應變人員，如有以下條件者，應設置 CERT：

1. 現場石油類或易燃性物質儲存量達 5,000 公噸者。
2. 建築物樓層 9 樓以上者。
3. 現場容納 1,000 人者。
4. 現場面積 5,000 平方公尺者。
5. 建築面積 5,000 平方公尺者。
6. 各種規模醫院。

相關 CERT 人員之訓練，依成員組成共可區分如下訓練課程（：

1. 現場控制負責人 (Site Main Controller, SMC)：
 - (1) 事件管理流程課程。
2. 現場事故控制負責人 (Site Incident Controller, SIC)：
 - (1) 事件管理流程課程。
 - (2) 消防火災應變訓練。
3. 緊急應變成員 (Response Team, RT)：
 - (1) 消防火災應變訓練 (3 天課程)
 - (2) 建築物消防滅火訓練 (2 天課程)
 - (3) 工作場所火災應變訓練 (1 天課程)
 - (4) 急救人員訓練 (1 天課程)

CERT 人員應具備之基本裝備包含：個人防護裝備，消防滅火及救災器材、通訊設備，急救設備 (如:急救箱、擔架、毯子、AED...等)。CERT 組織架構最低要求包含：現場控制負責人 (Site Main Controller, SMC) 1 名、現場事故控制負責人(Site Incident Controller, SIC) 1 名及 4 名緊急應變成員 (Response Team, RT)，總共最基本為 6 名成員，而成員並無性別之限制。其功能為了在緊急事件當下，在新加坡民防部隊抵達之前 10-15 分鐘內，控制現場事故狀況，避免災情擴大。

(六)、案例分享：毒氣洩漏演習 (Experiential Sharing on Ex Gamma)

該課程由 Lionel Lee 少校以身為指揮官的親身經歷，講解臨場應變指揮的重要性，透過案例方式，作較詳盡的解說。

1. 案例 1：黃色毒煙洩漏：

本案例狀況為化工廠工人使用濃硝酸清洗殘留在熱交換器內的二甲基乙醯胺 (Dimethylacetamide)，因為超量使用導致大量的濃硝酸湧出洩漏，並且更進一步形成 NO₂ 氣體向外擴散，該案例說明指揮官現場部署任務需要快速及明確，並且詳實記錄。

2. 案例 2：矽晶圓工廠火災：

本案例狀況為矽晶圓拋光研磨及清潔的工廠，廠內使用大量的氫氧化銨、氫氧化鉀、氫氟酸、硝酸及硫酸等溶劑。因為發生火災導致廠內酸液起火伴隨毒煙危及相鄰其他大型工廠，並且廠方安全人員並未提供足夠的資訊給指揮官，該案例說明指揮官評估的重要性，因此在資訊嚴重不足的狀況下，指揮官必須使用經驗來判斷使用那種方法來滅火。該案例說明指揮官評估的重要性，

3. 案例 3：濃酸槽洩漏：

本案例狀況為工廠鹽酸儲槽洩漏，現場一個 500 公噸的鹽酸儲槽破裂，有將近 300 公噸逸散出來，周圍尚有濃鹽酸和氫氧化鈉的桶槽，，下風處是一個船廠，員工約有 1,000 多人，鄰近洩漏桶槽 5 公尺處有三家民間公司，該案例說明指揮官判斷優先採取的行動選擇，並將人員布署到適當的位置及任務。

(七)、危害物質管理 (Management of Hazardous Substances)

本課程邀請新加坡環境局空氣污染部門主管 Suzanna Yap 進行課程講授，內容說明新加坡針對危害物質如何管控與執行，將重點放在源頭管制，在提交許可申請時，已考量土地使用及相關安全審核等，並以量化方式呈現評估風險，透過上、下游端管控、監控及合作等方式，確保運作危害性物質之安全性。

1. 危害物質控制策略：

為因應製造業使用需求，大量輸入化學物質，然而危害物質很有可能對人民生命財產造成重大傷害及污染環境，其中對水資源相當珍貴之新加坡而言，大部分區域都作為集水區，如發生意外事故，將可能嚴重影響居民安全及造成水資源之污染，因此，需要全面管控計畫，以確保有害化學物長期之安全性，而新加坡危害物質控制部門及其業務職掌：

- A. 環境局：管控危害性物質對環境帶來之污染及保護人民健康。
- B. 民防總部：掌管石油及易燃物質之使用。
- C. 健康與科學局：毒性藥品管制。
- D. 警察機關：管控爆炸性物品。
- E. 海關單位：管控化學武器。
- F. 人力管理局：掌管職場安全，確保勞工於使用化學物質之安全。

在控制策略方面可採三階進行：

- A. 避免：儘可能遠離威脅，包含：場區控制、使用安全性物質、減少危險化學品貯存量等。
- B. 預防：從源頭即預防危險，包含：良好的安全管控設施與設備、安全的操作及維修程序。
- C. 緩和：減緩突發事件造成之環境傷害，要求制訂緊急應變計畫，於突發事件時得以有所依循。

2. 危害物質監控：

在危害物監控部份，新加坡環境局對於有害化學物運作之管制：

- A. 輸出/入-許可管制：公司輸出入及販賣有害化學物須申請執照。
- B. 運送-運送核准：運送路線及時間、槽車作業準則、車輛及司機之要求。
- C. 貯存-許可管制：最終使用者貯存或使用有害化學物須申請執照。

D. 處理-有毒工業廢棄物：清除、處理有毒廢棄物者，皆要申請許可。

另外在許可管制部份：

- A. 許可貯存位置及適當貯存場所。
- B. 化學品種類、數量及運作能力。
- C. 確實估計污染區域、洩漏偵測、裝置設備等。
- D. 緊急應變計畫及能力。
- E. 危害性物質管理人員教育訓練。
- F. 消防人員安全、火災警報系統及設備。
- G. 適當之有害化學物質標識。
- H. 不相容化學品分區貯存。
- I. 使用許可流程（上鎖/鑰匙）。
- J. 危害性物質貯存位置變更須更新報告。
- K. 防災應變演習。

而在進行危險性物質標識管制部份，載運貨櫃必須張貼經法規核准之標識，危險物運輸及貯存標識係參照聯合國關於危險貨物運輸的建議，而標識需包含 7 種資訊如下：

- A. 名稱。
- B. 危害圖示。
- C. 危害成分。
- D. 警示語。
- E. 危害警告訊息。
- F. 危害防範措施。
- G. 製造商或供應商之資訊。

(八)、民間緊急事故應變體系 (Incident Management (Ops Civil Emergency)) & 緊急應變計畫：新加坡經驗 (Contingency Plan : A Singapore Experience)

該專題由民防學院 Cheng yaw Joo 少校進行介紹，主題由新加坡民防部隊簡介再至新加坡整體民防應變體系說明。

民防部隊於 1997 年被新加坡指定為民間緊急事故之總指揮官，為此制訂了新加坡 Ops CE 計畫，明訂政府各機構於事故當下所需擔任之角色及應執行之業務，並召集 27 個單位共同成立聯合策劃參謀組織 (Joint Planning Staff, JPS)。而各單位相關應變作為皆須向民防部隊彙報。而接獲出勤之單位，需於一小時內抵達現場，而民防總部亦設置有 5 部指揮車，指揮車亦將會前往現場，相關聯合策劃參謀成員則於指揮車進行應變規劃、評估及災害應變指揮。為檢驗新加坡整體緊急應變體系功能及指揮架構之完整性，新加坡每分別於 2006 年、2008 年、2009 年、2011 年及 2015 年辦理北極星演習 (Exercise Northstar)，所謂北極星演習為新加坡之大規模民防演習，模擬包含地鐵站、列車、公共汽車、纜車或機構遭受炸彈和化學武器襲擊，藉以檢驗相關政府機構和民眾對災害事故之應變準備和應對措施。

在緊急應變計畫方面 (Contingency Plan)，說明緊急應變計畫訂定目的、時機、內容，並區分為四個等級，包含國家級 (National Level)、地區級 (District Level)、民間級 (Company Level) 及社區級 (Community Level)。

緊急應變計畫應於災害發生前及早訂定，是屬於機密文件，主要藉由平時的演練，提升災害發生時的應變能力，內容分為下列四個等級：

1. 國家級：民間緊急事件 (Operations Civil Emergency, Op CE)。
2. 地區級：高風險區組織 (High Risk Installation Framework, HRI Framework)。
3. 民間級：民間緊急應變小組 (Company Emergency Response Team, CERT)。
4. 社區級：社區緊急應變與參與委員會 (Community Emergency and Engagement Committees, C2E)。

而新加坡的社區緊急應變與參與委員會可以協助強化社區教育，提供社會大眾必要的防災技巧和知識，主要目標是希望儘量在每一棟樓，都有一個人可以負責基本消防工作，而平時會訓練他們如何觀察情況、疏散人群、提供即時資訊，並進行基本的滅火及救援行動。因此，新加坡定期於周末邀請部長或議員主持相關活動，提供免費小禮物吸引民眾參與，藉以教導民眾基本防災及急救知識。

(九)、化工風險管理 (Management of Chemical Industrial Risks)

該專題由民防總部 NG Geok Meng 中校進行介紹，首先說明新加坡重視化工業風險管理的原因與背景。說明新加坡各部門監管化工行業風險管理制度，讓投資者及利益相關者參與建設專業的化學工業和教育公眾對化學品安全的正確認知；不斷努力創造和維護一個安全的企業環境，確保員工及經營者與公眾安全。包括如下三項重點：

1. 分層風險管理原則。
2. 基於風險控管的行政與法令監管控制方法。
3. 整個政府各部門管理化學工業的分工與協調。

新加坡的化學物質管理，比照聯合國有害物質的分類，總共分成九大類。主要分別由 SCDF 民防總部相當於我國消防署及 NEA 國家環境局負責。其他還有衛生部、勞動部及警察部隊等相關單位共同分工負責管理。

新加坡民防單位的緊急應變體系分成三個等級。第一個是屬一般的初級應變，由地方的消防隊負責；第二個等級屬於技術層次，由危害物質專家負責，新加坡有六個專門的危害物質消防局，其中兩個配置在裕廊島石化專區；第三個等級是屬於高級危害物質專家，由民防總部 Hazmat Emergency Assessment Response Team (HEART) 負責，24 小時隨時配置支援前線現場指揮官技術諮詢。

新加坡對化學品的分層風險管理原則，主要有三個分級，一為「避免發生」；二是「預防發生」，利用嚴格的法規控制減少發生意外的可能性；三是「減輕損失」，如果意外已經發生，要用最快的速度應變並減少損害。整個管理架構就是一個金字塔原則，最重要的底層基礎是避免發生，中間層是預防發生，最上層則是減輕損失。

災害發生的時候如何減少災害的影響，新加坡政府利用民間工廠的應變防禦體系 CERT 在災後第一時間，初步的應變反應，透過業者的應變能量協調合作。新加坡政府 2013 年立法要求各工廠 CERT 設置必須符合規定，且接受 SCDF 的稽核。利用既有的廠商化學品的管理資料有效地管理，精進並且平常做充分的準備與練習。

基於風險控管所採取之行政與法令監管方式，監督控制與風險高低互相一致，對高風險化工廠進行更嚴格的控制風險活動。對於適用於降低風險的原則，協助簡化管理。舉例而言，加油站等風險較低的設施，必須遵守的規定較少；中度風險的石油製品貯存倉庫，規定適中；但高風險的煉油廠，規定就又多又嚴格。

(十)、毒氣檢測概念 (HazMat Monitoring Concept (HEART))

該專題由曾經擔任裕廊消防局長的 Kwok Shun Yung 中校進行講授。對於毒化災緊急應變的現場毒氣監測分析，新加坡民防部成立一個專門隊伍 HazMat Emergency Analysis and Response Team, 簡稱 HEART, 負責此項任務。現場毒氣監測分析的策略在於：提供指揮官們專門監測器材與設備，提供飄散模擬以及分析的專業技術與資料、提供民眾防護行動以及安全與減災的具體建議。而每一個毒化災監測分析隊亦配備一台檢測車以及相關必須檢測器材與輔助設備。

瞭解毒性工業化學品以及化學與生物藥劑災害的威脅情境，將有助於發展毒性與危害化學物質災害的管理能力。新加坡毒化災監測部屬規劃方面，於接獲疑似毒化災事故通報時，毒化災監測分析隊第一隊前往事故現場的路上時，新加坡環境衛生部 DHO 將使用即時的天氣狀況以及危險物質釋出量進行分析，並繪出可能的飄散範圍。飄散範圍訊息亦會在第一時間傳送給所有應變相關單位與人員。當抵達現場後，環境衛生部(DHO)也會建立緊急事故監測中心(OIC)，接續第一個反應小組進行環境監測。當第二、三毒化災監測分析隊抵達現場時，必須回報 OIC 監測中心。而 OIC 監測中心亦將提供必需的人力、設備以及機動隊抵達現場，協助提供必要的後勤支援與協助。

在監測部份可分為現地監測及場外監測，而課程中亦介紹目前民防部隊在處理毒化災所使用的監測設備，包含有化工毒物檢測設備、化學武器物質監測設備、生物戰物質檢測設備及輻射災害監測設備。此外亦介紹最新採購的 SIGIS2 儀器，提供早期預警，能夠在安全距離下即時觀察與監測化學洩漏情形：

1. 現地監測：現地監測的執行必須由第一個抵達現場的毒化災監測分析隊(HEART)執行，監測界定事故現場上風處的熱/暖/冷區範圍。熱/暖/冷區範圍的界定將決定應變人員裝備保護區域以及控制點的位置。
2. 場外監測：場外監測的執行須由第 2 以及第 3 個毒化災監測分析隊(HEART)來執行，並設定為機動隊隨時待命。場外監測用來決定事故現場下風處的暖/冷區邊界，以及劃定民眾防護區域。下圖為毒化災以及輻射災害的熱/暖/冷區的界定監測值。

(十一)、新加坡策略訓練場地介紹 (參訪) (Visit Home Team Tactical Center, HTTC)

新加坡策略訓練場地之參訪，由 Ang Chee Peng 少校進行簡報說明，並帶領學員前往各訓練模組進行參觀。

新加坡民防學院於 104 年 10 月 26 日啟用位於 Mandai 的團隊策略訓練中心 (Home Team Tactical Centre, HTTC)，該訓練場總面積為 8 公頃，包含城市搜救行動訓練模擬、海事消防和救援訓練模擬、化工廠訓練模擬等三項重要訓練設施。

針對訓練場中主要情境模設施均具備綜合的尖端控制系統，由控制室操控以提供真實的消防模擬及災難仿真訓練運作與功能，分述如下：

1. 城市搜救行動模擬訓練場景 (Urban Search And Rescue Training Facility)

城市搜救行動模擬培訓場景，在設計上是由一個中央大廈和其他五個培訓設施所組成，包括了模擬地下室、地下隧道及傾斜大廈 (Leaning Tower) 等場景。每個培訓設施的場景都能夠模擬個別場景的真實情況，以便提供在災害建築物中的特定的環境狀況，例如傷亡救援、解救和疏散。除此之外，模擬複雜的大樓倒塌事件，讓學員在窄小的密閉空間內展開救援或工業事故中進行深入地底的水裡救援行動。另外也有特定建築專門作為搜救犬訓練使用。

模擬場景的內部環境並設計了一般工商大樓可能存在的各個室內環境，在室內環境中並設計了火災模擬實境，包括常見的餐廳及包廂，同時並藉由設計完善的模擬火災系統，讓民防人員真實感受火場中火焰竄燒等惡劣環境，同時在環境中進行應變、生存與救援作業。

2. 海事消防和救援模擬訓練場景 (Ship Fire Fighting Training Facility)

海事消防和救援模擬訓練場景，模擬設計上採用真實貨運和客運船體內外的構造為藍本而複製打造的，民防學院將其簡稱為 ORCA (殺人鯨)。內部是根據一艘船的內部結構及隔間所設計建造。包括各個工作船艙空間等，此模擬設施長 38 公尺、寬 10 公尺、高 16 公尺，共包括 4 個甲板及 8 個消防培訓隔間，總計有 15 個模擬情境 (室外 3 個、室內 12 個)。模擬場景內設置多種款式的門、梯都是船艦上常見的。為了更真實模擬場景，模擬設施旁建立了一個深度 9 米的游泳池以便提供學員基本的水上救援訓練，通常每兩年會針對消防員進行測試。海事消防事件中，燃料洩漏造成機艙火災和儲存貨倉失火等都是常見的事故，也是重點訓練的兩個模擬情境。

3. 化工廠模擬訓練場景 (Chemical Hub Training Facility)

化工廠模擬訓練場景為長 60 公尺、寬 40 公尺、高 30 公尺的仿真化工廠，可以設定 12 個模擬情境。目的是為了增強民防人員在處理化學救援事件時的反應能力，強化先進的消防和專門的危險品運輸管理技能。透過綜合控制系統能夠為各種不同模擬情形提供各種規模的火災層次與強度選項。此外，還能同時在多個樓層及不同地點營造多個火災和化學事件，以增加訓練的難度。學員能夠學習如何應付大規模事件的發生，並在狹窄的空間裡，學習運用封堵的方式來控制處理有毒化學品，且同時移除不受影響的化學品。

綜合上述模擬訓練場中的各項情境模擬，均充分達到環境擬真效果，同時設計各項爆炸及火災真實環境，使民防隊員訓練不只限於各項救災的妥善使用，更增加了救災環境的訓練與適應，提高了民人員在各種災變的現場中，應變與救援任務的達成率，甚至提高了生存率。各項訓練場對於安全的設計要求也很高，每一種災變都由現場作業教官下達指令後操作啟動，隨時與現場水源同步起動，當模擬現場中的水源無法供應時，將無法起動災變設施，每一災變設施設計有緊急中止按鍵設計。全部的模擬環境都由中央控制室透過各個監視器監控訓練現場，除了有助於訓練作業檢討外，對於災變訓練場內可能發生的訓練意外防止也具有一定提升效果。

(十二)、沙盤推演-新加坡民防先進指揮培訓系統觀摩 (ACTS-HazMat Incident Table Top Exercise)

新加坡民防學院採用先進指揮培訓系統 (ACTS)，是新加坡民防學院啟用不久的指揮系統沙盤演練設施，採用先進指揮培訓系統進行沙盤推演，訓練學員在災害現場的指揮與調度體系，於課堂學習的基礎下，透過軟體情境模擬的方式進行推演，目的在培訓學員的戰略思維。系統分為四大區域，包括：

1. 主場觀摩學習區：可容納多數學員的共同學習環境，透過大螢幕觀看訓練中團隊的沙盤推演佈設情況，以為學習與借鏡。
2. 指揮官區：為訓練指揮官之區域，透過環形投影與操作系統，讓培訓指揮官在此區指揮調度各個應變與支援小組的動作，系統設計中包括所有災變現場的環境設施、人員、車輛、物資、救護，甚至包括傷患運送等調度。
3. 支援部區：二處支援部區分別有三螢幕的場顯示與操作，由支援人員在此接受指揮官的調度，進行各項應變人員的動作與車輛或物資的調度。
4. 控制室：此微系統的核心區，由教官在此控制培訓系統中的環境設計，甚至包括臨時加入災變狀況題，考驗指揮官的臨場調度與指揮救災能力。

新加坡民防學院所設計的先進指揮培訓系統 (ACTS) 為第一期系統，未來並將持續提升至二期系統。

。

(十三)、參訪新加坡民防總部 (Visit: HQ SCDF (TACT HQ/ HTVTS))

本專題為參觀新加坡民防總部。參訪部分包含其危險化學物質運載車輛追蹤系統值班室、民防總部應變檢測器材車及指揮車。

1. 危險化學物質運載車輛追蹤系統值班室：新加坡境內之危險品列管運送車輛，皆於其系統畫面上呈現所在位置，而圖層上亦標註紅色禁止進入區域，如車輛未依規定駛入紅色區域警報會響起，該車輛即減速至 20 km/hr 以下，並逐步停靠路邊，並須經過民防派員檢查後，無慮才能放行。教官亦實際展示，前日違規之車輛相關資訊，沒有經過申請進入紅色區域，經查證雖然不是危險品，但是沒有經過申請即進入管制區，依法需開單告發則由值班人員執行通知及鎖定作業。此為新加坡危險品運輸管理規範授權，逐日皆有隨機測試，值得國內相關單位做為參考。
2. 民防總部之應變檢測器材車，其內部有個人防護設備、偵檢設備及小型救災車，可用來偵檢氣體、液體、固體化學品，並可偵檢輻射線，為防止檢測時受污染，特建置隔離操作箱，以保障偵檢人員之安全，車內並有個人防護裝備可選用，可依現場狀況做合適之選擇。為顧及應變人員之勞累，故有小型救災車協助器材搬運及運送。
3. 民防總部之應變指揮車，共計有 5 部，編號 CV991 為指揮官所在，掌管指揮、行動策略及監控作業；CV 992 為相關部門現場應變集結所在，作為各單位應變協商、策劃之所在；CV 993 則為相關公共事務應變需求；CV 994 為負責事故應變後勤支援與通信作業；CV 995 為統一對外訊息發佈，為媒體及匯報中心。而移動式指揮車可於五分鐘內左右兩邊依油壓方式對外延伸展開，並啟動所有相關救災及通訊系統，展開之指揮車形成一個小型的指揮站會議室，提供與會及相關應變人員進行應變及決策討論。車輛上包含有：資源與派遣監控系統、網上行動資訊管理系統、危機資訊管理系統、危險性化學物質事件管理系統及人事與資源管理系統等。車輛上之通訊則包含有衛星寬頻、無線通訊、4G 及網路連接線等通訊平台，確保前進指揮中心可透過各種方式對外進行溝通。另可藉由這些通訊模組，執行數據傳輸、視訊會議、無線視訊及媒體監控等作業。

(十四)、參訪裕廊島化災消防局 (Visit: Jurong Island Fire Station)

裕廊島 (Jurong Island) 位於北緯 1°16'0"，東經 103°41'45"，在裕廊工業區西南方，由新加坡沿海的亞逸查灣島、北塞島、梅里茂島、亞逸美寶島、沙克拉島、巴高島和西拉耶島 7 個島嶼所組成。自 2001 年 911 事件後，裕廊島列為新加坡警戒保護區，因島上只有一個聯外的橋樑道路，故有高度嚴格的人員、車輛的進出管制，且規定於島上禁止拍照記錄行為，且裕廊島為新加坡的高風險地區，所以設有東側 Jurong Island Fire Station 及西側 Banyan Fire Station 共 2 個消防隊。

本次參訪行程，由裕廊島化災消防局 Muhamael Sheedy Bin Seis 上尉進行簡報及說明，裕廊島化災消防局主要是針對石化產業及煉油廠火災而設，其車輛裝備的配置和出動能量也與其他消防局不同，此消防隊有 27 人共有 3 個輪值的小隊，其中 16 人負責危險性化學品，其他負責滅火及傷患搶救，其負責區域為裕廊島及裕廊島管制站，如於裕廊島發生意外事故時，可於 8 分鐘內抵達現場、如果意外事故發生在裕廊島管制站，則可於 11 分鐘內抵達現場，且 2 隊會互相支援裕廊島上事故。該消防局車輛配置有 1 輛化學災害處置車、1 輛洗消車、2 輛消防車、1 輛 30 公尺雲梯車、1 輛泡沫車、1 輛泡沫液車、1 輛救護車、4 輛大功率水車（2,000 加侖／分鐘和 6,000 加侖／分鐘的水車各 2 輛），標準出動為 6 輛車。該消防局將裕廊島劃分為 6 個區域，每個區域由 1 家較大的公司領頭組織制訂應急互助預案；組織制訂工業夥伴應急預案、資源（救援力量）互助預案、災難應變預案和企業內部應急準則，要求各企業將生產危險性、災害特點和處置措施等，用文字、圖表和緊急計畫書的形式，提供給消防局和有關單位運用。消防局每 2 個月與大型企業進行 1 次演練，全年共 6 次；每年 2 次實施高層建築火災撲救演練；兩年 1 次大型聯合演練。

簡報結束後參觀化災消防局之化災應變車輛、各式偵（檢）測儀器、破孔修補/止漏器材及人員除污車。在人員除污車部分，於車體外有設計灑水頭及防水棚，故可自行行動之人員可進入除污棚內進行除污作業，經除污後以偵測器確認完成除污後即可離開，另外在人員除污過程中需將受污染衣物完全脫除，故除污車內也備供除污人員更換的衣服、拖鞋，且考量事故現場燈光問題，故有設計夜光指引箭頭，以快速指引人員進入除污車。

(十五)、新加坡石油化學品與易燃物質法規 (Petroleum & Flammable Materials Regulations)

新加坡有關 SCDF 列管、核發證件之法源依據，包含消防安全法(Fire Safety Act, FSA) 以及石油化學品與易燃物質消防安全規章(Fire Safety (Petroleum & Flammable Materials) Regulations)。其管制目標為盡力減少對公眾之火災風險、加強安全管制力道以及確保在任何時刻都能安全地處理。舉凡輸入、儲存、運輸以及管線輸送特定石油化學品及易燃物質，均須依法向 SCDF 申請取得許可方能運作。

SCDF 所列管之化學品泛稱石油化學品及易燃物質 (Petroleum & Flammable Materials, P&FM)，以純物質及混合物區分不同的管制標準。以純物質而言，分為石油化學品及易燃物質，石油化學品係以閃火點做為劃分依據，由 0-3 分為四個等級（如表 2），總計管制包含苯、環己烷等 79 項石油化學品；易燃物質則依管理需要公告管制易燃物質清單，目前新加坡公告 366 類合計 474 項化學物質為易燃物質，而在易燃物質公告清單中，各項化學品需另載明輸入許可所需之 Harmonised System (HS) Code 以及產品代碼。混合物之管理標準為混合物中包含任一種石油化學品或易燃物質且其閃火點低於 60°C。

表 2 新加坡石油化學品管制分級標準

級別	分級標準
Class 0	液化石油氣
Class I	閃火點 < 23°C
Class II	23°C < 閃火點 < 60°C
Class III	60°C < 閃火點 < 93°C

當任何受管制的石油化學品及易燃物質輸入進口新加坡，若輸入量大於管制標準，則必須向新加坡民防部隊取得有效地輸入許可證件。此外，尚需具備獨特實體號碼 (Unique Entity Number, UEN) 以及儲存許可證件。UEN 係指根據新加坡公司法之規定，所有註冊於新加坡公司或登記業務之商業登記編號。

新加坡石油化學品及易燃物質輸入許可申請採線上申辦，有效期限為 1 年。輸入者須恪遵以下要求，包含：

- (1) 輸入者必須確保進口貨物儲存在石油和易燃材料許可的場所。
- (2) 輸入者必須確保進口貨物不會導致受許可之儲存場所違反消防要求，例如超過許可的儲存量或不符合批准的儲存許可證。
- (3) 使用第三方許可的儲存場所之輸入者必須確保取得第三方儲存場所之授權。

- (4) 輸入者必須確保進口貨物由取得石油和易燃許可之車輛進行運輸。
- (5) 以 53 加侖桶、玻璃瓶等容器包裝易燃物質，應確保具有足夠安全、通風和控制設施，且能容納溢出物或滲漏物。
- (6) 輸入者若申報不實之 HS 編碼和產品代碼將依法告發許可證持有者/公司。
- (7) 液化石油氣和液化天然氣之進口不得超過法定豁免量（如表 3）。

表 3 新加坡石油化學品及易燃物質輸入豁免量

類別	級別/型態	豁免量
石油化學品	Class 0	毛重低於 130 公斤且容裝於不超過兩只鋼瓶
	Class I	20 公升
	Class II	200 公升
	Class III	200 公升
易燃物質	固態	10 公斤
	液態	20 公升
	氣態	毛重低於 130 公斤且容裝於不超過兩只鋼瓶

有關豁免量的部分，新加坡政府針對不同之運作場所及運作物質設定不同之豁免量，石油化學品中液化石油氣（Class 0）於住宅或私人使用以不超過 30 公斤或兩只鋼瓶為限；於餐廳使用以不超過 200 公斤為限；於單一工廠使用以不超過 300 公斤為限；Class I-III 如下表所示。另外，針對易燃物質部分，新加坡政府也因應產業需求，劃分一般製造業及實驗室等兩種不同的豁免標準。

於混合物的運作基準管制，易燃性固體以 20 公斤為限、液體則為 4 公升、氣體部分豁免標準為 10 公斤以下，至於同一儲存容器若有多種混合狀態，則以不超過 20 公斤為限。值得注意的是，若同時儲存兩種以上之石油化學品及易燃物質，將以總量計算取代個別豁免量。

另外，新加坡政府也嚴格立法，禁止銷售或供應大於豁免基準之石油化學品及易燃物質予未取得許可者。相關之流向、運作紀錄則應保存三年以供查驗。

(十六)、結訓與授證

在最終課程結業，由新加坡民防學院總教官 Wesley Lim 中校代為主持，並逐一頒發參訓證書予各參訓學員，致詞中恭賀各位學員完整參與訓練，期間感謝各位參訓學員配合民防學院相關訓練之規定，且看見所有學員皆認真的學習，這樣的課程讓彼此交流，相互學習。民防學院不斷派員前往國外汲取各國化災訓練經驗，這段期間亦很榮幸與各位學員分享歷年學習及訓練所成及心得，希望這段期間的訓練，能提供給各位學員在業務執行能有更大之幫助，課程雖接近尾聲，但卻是雙方友誼持續的開始。

三、心得

本次為 2017 年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班」專業訓練課程，課程除了對於新加坡現有的化災應變程序及民間緊急應變組織等介紹外，此次也進行策略訓練場地介紹參訪、電腦仿真訓練系統操作、參觀新加坡民防總部及參觀裕廊島化災消防局；在本次受訓中瞭解到，目前國內化災應變已達成熟階段，與新加坡緊急應變並沒有太大的差異，在硬體設備訓練方面，國內也有類似相關之設備，唯有關國內針對於毒性化學物質運送管理部份，雖然有建置運送車輛即時追蹤系統，可即時將行車資訊回程系統進行即時監控，但是未有像新加坡一樣，可將該車輛即減速至 20 km/hr 以下，並讓車輛逐步停靠路邊，並須經過派員檢查，所以未來可仿效新加坡方式，以利減少運送車輛超速行為，或者避免行經高風險區域，以減少事故的發生。

四、建議事項

1. 目前國內需已有建立毒化物資訊系統，唯現階段化學品事故及食安問題頻傳，目前對於化學品管轄單位甚多，然化學物質管理要建立流向控管，建置完整之整之追溯、勾稽，並運用智慧分析，提升主動預警能力，掌握化學物質流向，強化管理化學物質，因此需加快化學雲系統之建置，以利應變單位方可於第一時間查詢相關資料，以提高應變之時效性。
2. 目前我國毒性化學物質運送車輛雖有 GPS 定位追蹤功能，但並無建置值班室全天後追蹤，僅於後續追查使用，更無車輛停止裝置管控車輛進行高敏感區域等功能，但新加坡現階段可利用遠端遙控技術，管理異常行駛的毒化物運輸車輛，迫其減速停止，避免災害發生，因此國內相關單位可參考其方法進行化學品運送管制。
3. 人員訓練除實地操演外，另可透過軟體進行情境模擬訓練，此次參訪新加坡電腦仿真訓練系統並進行操作，亦發現雖有系統可使用，但是訓練情境是不足的，目前我國也有引進其他模擬系統進行訓練，但是目前可能也將會面臨的狀況，為訓練情境數不足，所以情境的開發將是後續的重點。
4. 仿真實境訓練可培訓應變人員災害應變能量，目前內政部消防署訓練中心雖有建置相關訓練設備，但目前尚未有化學災害應變訓練設置，故國內未來建置仿真實境訓練時，可考量建置化學災害應變單元，另亦可仿效新加坡人員常態複訓，以強化並維持國內化災相關應變人員之處置能力。
5. 目前國內工業區業者，以及毒性化學物質運作廠家業者，已有建立聯防組織，該組織類似於新加坡民間緊急應變小組(Company Emergency Response Team, CERT)，未來可針對相關法規進行增修，加強業者應變責任，並督導業者派員參加應變人員訓練，以維持化災事故處置之能力。

五、附錄



圖 1：民防訓練學院門口剪影



圖 2：開訓合照



圖 3：室外模擬訓練場景



圖 4：LPG 桶槽、管線及閥件等訓練模擬模組



圖 5：油槽火災模擬模組



圖 6：化工廠洩漏及火災訓練模擬模組



圖 7：室內綜合模擬訓練大樓外觀



圖 8：室內綜合模擬訓練大樓內部配置概況



圖 9：新加坡化災應變程序上課剪影



圖 10：指揮控制原則與事故現場管理上課剪影



圖 11：危險性化學物運載車輛追蹤系統上課剪影



圖 12：民間緊急應變小組審議架構上課剪影



圖 13：案例分享上課剪影



圖 14：民間緊急事故應變體系上課剪影



圖 15：化工風險管理上課剪影



圖 16：毒氣檢測概念上課剪影



圖 17：新加坡策略訓練場地剪影



圖 18：新加坡策略訓練場地-傾斜大樓

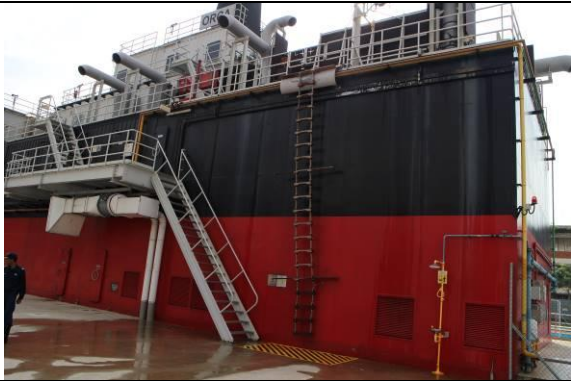


圖 19：新加坡策略訓練場地-海事消防



圖 20：新加坡策略訓練場地-化學工廠



圖 21：民防先進指揮培訓系統觀摩



圖 22：民防總部外觀



圖 23：HTVTS 監控狀況



圖 24：應變檢測器材車展示



圖 25：檢測器材展示



圖 26：指揮車展示



圖 27：裕廊島化災消防局拍照合影



圖 28：輸入許可線上申請入口網站



圖 29：2017 年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班結訓頒証-1



圖 29：2017 年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班結訓頒証-2