

公務出國或赴大陸地區報告（出國類別：訓練）

106 年度新加坡環境事故現場高階應變
人員專案訓練(新南向)

2017 "International HAZMAT
Incident Commander Course " at
Civil Defence Academy in
Singapore

服務機關：臺中市政府環境保護局

姓名職稱：陳宏益副局長

派赴國家：新加坡

出國期間：自 106 年 06 月 18 日至 106 年 06 月 24 日止

報告日期：中華民國 106 年 09 月 15 日

目 錄

壹、摘要	1
貳、參訓學員名冊	3
參、目的	5
肆、訓練課程表	6
伍、過程	9
開訓儀式	9
一、新加坡民防學院及訓練場地介紹	10
二、新加坡化災應變程序	19
三、指揮控制原則與事故現場管理	21
四、危險性化學物質運載車輛追蹤系統	28
五、業界緊急應變小組稽核架構	31
六、案例分享：毒氣洩漏演習	34
七、危害物質管理	39
八、民間緊急事故應變體系 & 緊急應變計畫：新加坡經驗	45
九、化工風險管理	50
十、毒氣檢測概念	53
十一、新加坡策略訓練場地介紹（參訪）	57
十二、沙盤推演-新加坡民防先進指揮培訓系統觀摩	63

十三、參訪新加坡民防總部	65
十四、參訪裕廊島化災消防局	71
十五、新加坡石油化學品與易燃物質法規	75
課程檢討與問題研析	82
結業式及授證	82
陸、心得	87
柒、建議	88
捌、附件	89

表 目 錄

表 1	106 年度參與新加坡國際化災事故應變指揮官訓練人員資訊	3
表 2	106 年新加坡「國際化災事故應變指揮官」訓練課程行程記要	6
表 3	106 年新加坡出國行程飛行航班記要	6
表 4	106 年度新加坡「國際化災事故應變指揮官」專業訓練課程內容	7
表 5	新加坡石油化學品管制分級標準	76
表 6	新加坡石油化學品及易燃物質輸入豁免量	77
表 7	石油化學品及易燃物質儲存申報豁免量	79

圖 目 錄

圖 1.	新加坡「國際化災事故應變指揮官」專業訓練課程開訓大合照	9
圖 2.	謝局長致贈「超越夢想」琉璃工藝品予新加坡民防學院留念	10
圖 3.	新加坡民防學院所在位置配置	11
圖 4.	新加坡民防學院西部總校園 (Jalan Bahar) 配置示意圖	12
圖 5.	新加坡民防學院仿真訓練設施	12
圖 6.	新加坡民防學院之組織架構圖	13
圖 7.	室外火災模擬訓練場景	15
圖 8.	LPG 桶槽、管線及閥件等火災訓練模擬模組	16
圖 9.	油槽火災模擬模組	16
圖 10.	化工廠洩漏及火災訓練模擬模組	17
圖 11.	室內綜合模擬訓練大樓 (Furance) 外觀	18
圖 12.	室內綜合模擬訓練大樓 (Furance) 內部訓練設施概況	18
圖 13.	謝局長與學員討論訓練設施用情形	18
圖 14.	參觀高架倉儲特殊救災模擬情境	19

圖 15.	個人防護具 (SCBA) 教學訓練教室參觀	19
圖 16.	小規模指揮組織結構圖 (節錄自課程講義)	24
圖 17.	大規模指揮組織結構圖 (節錄自課程講義)	24
圖 18.	Ops CE 指揮組織結構圖 (節錄自課程講義)	25
圖 19.	部署控制點圖 (節錄自課程講義)	26
圖 20.	部署控制點圖 (節錄自課程講義)	27
圖 21.	學員與 HTVTS 講師合影	30
圖 22.	CERT+SCDF 與災情大小趨勢圖	31
圖 23.	應變組織架構圖	33
圖 24.	CERT 評核表	34
圖 25.	CERT 課程講師授課情形	34
圖 26.	講師經歷案例分享，並與團員交流討論情形	39
圖 27.	危害物質管理授課情形	44
圖 28.	事故應變決策模式	49
圖 29.	認知能力提升過程	49
圖 30.	新加坡化學品的分層風險管理原則	51
圖 31.	毒化災與輻射污染劃分熱/暖/冷區監測值	55
圖 32.	毒化災監測分析佈署位置示意圖	55
圖 33.	新加坡民防部隊現場監測設備	56

圖 34.	城市搜救行動模擬培訓場景-傾斜大樓	58
圖 35.	城市搜救行動模擬培訓場景-傾斜大樓內部	58
圖 36.	城市搜救行動模擬培訓場景-損毀建築模擬	59
圖 37.	海事消防和救援模擬訓練場景 (ORCA)	59
圖 38.	海事消防和救援模擬訓練場景-引擎室火災模擬	60
圖 39.	海事消防和救援模擬訓練場景-船艙空間火災模擬 ...	60
圖 40.	化工廠模擬訓練場景外觀	61
圖 41.	化工廠模擬訓練場景-各設施洩漏、爆炸與起火情境 .	62
圖 42.	ACTS 主場及學員觀摩學習區.....	64
圖 43.	ACTS 主場觀摩學習區指揮全況展示.....	64
圖 44.	指揮官模擬區全景正視及指揮席	64
圖 45.	支援組模擬作業席	65
圖 46.	主控室教官說明	65
圖 47.	新加坡民防總部參訪	66
圖 48.	新加坡民防總部危險化學物質運載車輛追蹤系統值班室參訪	67
圖 49.	新加坡民防總部危險化學物質運載車輛違規範例展示	67
圖 50.	新加坡民防總部應變檢測器材車之偵檢儀器	69
圖 51.	新加坡民防總部應變指揮車參訪	70

圖 52.	新加坡民防總部參訪學習概況	71
圖 53.	廊島化災消防局參訪學習概況	74
圖 54.	輸入許可線上申請入口網站	77
圖 55.	新加坡有害物質運輸執照	80
圖 56.	與新加坡民防學院張院長、林總教官等人會談	82
圖 57.	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	83
圖 58.	2017 年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班結訓 - 謝局長致詞	84
圖 59.	2017 年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班結訓 - 新加坡民防學院致贈紀念品予謝局長	84
圖 60.	結訓茶會與新加坡民防學院院長合影	84
圖 61.	結訓茶會與新加坡民防學院院長及教官群合影-1 ...	85
圖 62.	結訓茶會與新加坡民防學院院長及教官群合影-2 ...	85
圖 63.	結訓茶會與新加坡民防學院院長及教官群合影-3 ...	85
圖 64.	國際化災事故應變指揮官專業訓練課程完訓證書	86

壹、摘要

報告名稱：106 年度新加坡環境事故現場高階應變人員專案訓練(新南向)

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：臺中市政府環境保護局陳宏益副局長等人，詳如內文名冊

出國類別：訓練

出國地區：新加坡

出國期間：106 年 06 月 18 日至 106 年 06 月 24 日

報告日期：106 年 09 月 15 日

分類：毒化災應變/毒化物管理

內容摘要：

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。

為提升環境災害事故高階應變人員專業訓練研習班之訓練效益，並精進未來環境事故專業訓練之規劃辦理，本年度之專業訓練研習班訓練規劃，除安排前往新加坡民防學院辦理國外訓練課程外，另於出國前分別辦理行前基礎訓練以及行前說明會，並於整體訓練課程結束後，辦理訓後之參訓成果心得及經驗分享會議。

透過行前基礎訓練，建構參訓學員環境事故應變之注意事項、安

全防護及應變處置作為等基本概念，並需經過課後測驗，合格後始得參與後續國外訓練課程，於完訓後，均可獲得民防學院發予該學院之「International HAZMAT Incident Commander Course」訓練合格證書。

整體計畫效益如下：

1. 持續辦理環境事故應變指揮官、高階應變人員之專業訓練課程，參考國外訓練機制，規劃國內未來環境事故高階應變人員培訓課程及應變人員專業訓練架構。
2. 透過國外訓場、應變機構參訪與仿真模擬教具設施，強化人員對事故現場災情評估、決策與應變處置能力，並逐步規劃更多國內本土化之環境事故仿真訓練模組。
3. 藉藉由國內基礎訓及國外訓練兩階段方式，先建置參訓人員環境事故應變處置基本概念，後續透過與國外講師密切互動，吸收國外應變作法與資材運用之經驗，提供後續更精進國內環境事故應變作為之思考邏輯。

貳、參訓學員名冊

本案初期規劃邀集國內各相關防救單位至少 20 人共同前往參與，另邀約環境事故專業諮詢監控中心（本室對環保署工作業務名稱）、環境事故專業技術小組及國內大型毒災聯防組織等單位共同前往。相關邀訓對象，依其屬性區分為四大類，各對象屬性類別、規劃分配參訓員額，依環保署核定參訓名單辦理。分別敘述如下：

1. 中央防救應變單位：邀請行政院院本部如：國家災害防救科技中心、國家發展委員會、災害防救辦公室；內政部消防署、經濟部工業局或其它中央防救機關。
2. 環保署相關處室：包含毒物及化學物質局、環境督察總隊/各區督察大隊、空氣品質保護及噪音管制處、水質保護處、土壤及地下水污染整治基金管理會或其它署內相關環境事故應變業務處室。
3. 各縣市環境保護局業務主管【包括局長、副局長或課（科）長】以上人員。包含新北市、桃園市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、雲林縣、臺南市及高雄市等縣市。
4. 環境事故專業諮詢監控中心及 7 個環境事故專業技術小組（組長、副組長，本室參訓同仁隸屬於此一體系架構），其參訓相關費用則由各計畫群支應。

經環保署毒物及化學物質局 04 月 17 日發文邀訓，由各單位簽辦參訓人員呈報，亦經 05 月 09 日來文公布奉核名單，各參訓人員及所屬單位彙整如下：

表 1 106 年度參與新加坡國際化災事故應變指揮官訓練人員資訊

姓名	職稱	機關名稱/單位	備註
謝燕儒	局長	環保署毒物及化學物質局	團長
盧柏州	組長	環保署毒物及化學物質局	團務秘書
高振山	教授	國立聯合大學/北區技術小組	技術專家
洪肇嘉	特聘教授	國立雲林科技大學/中區技術小組	技術專家

姓名	職稱	機關名稱/單位	備註
李彥毅	秘書	內政部消防署	
李中生	副組長	國家災害防救科技中心	
王義基	科長	經濟部工業局	
陳龍珠	科長	環保署水質保護處	
黎揚輝	科長	環保署空氣品質保護及噪音管制處	
王 禎	環境技術師/副組長	環保署土壤及地下水污染整治基金管理會	
莊訓城	大隊長	環保署北區環境督察大隊	
姜祖農	副總隊長	環保署環境督察總隊	
劉建良	環境技術師	環保署毒物及化學物質局	
張家銓	專員	環保署毒物及化學物質局	
蔣本芝	主任	新北市政府環境保護局	
黃世昌	主任秘書	桃園市政府環境保護局	
洪雲傑	主任	新竹縣政府環境保護局	
劉瑋婷	科長	苗栗縣政府環境保護局	
陳宏益	副局長	臺中市政府環境保護局	
鄧雅諱	科長	雲林縣環境保護局	
周妙旻	專門委員	臺南市政府環境保護局	
鄭清山	副局長	高雄市政府環境保護局	
張榮興	資深工程師	工業技術研究院	團務聯絡人
吳上欽	助理研究員	工業技術研究院	
林志鴻	隊長	國立聯合大學/北區技術小組	
鍾士仁	副隊長	國立聯合大學/北區技術小組	
彭昇偉	副隊長	國立聯合大學/北區技術小	
李旻璋	隊長	國立雲林科技大學/中區技術小組	
高廷嘉	隊長	國立高雄第一科技大學/南區技術小組	
陳人豪	副隊長	國立高雄第一科技大學/南區技術小組	

參、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。

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，環保署自 99 年度起，陸續辦理「環境災害事故應變專業訓練」，並分別於 101、103、104 及 105 年度，邀集各環境事故應變業務單位主管或相關人員，前往包含美國、日本及新加坡等專業訓練機構，參與災害事故應變指揮官或專業人員專業訓練，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(106)年度依規劃於亞太地區辦理環境事故應變高階應變人員專業訓練研習班，經接洽 103 年協助培訓之新加坡民防學院(Civil Defence Academy, CDA)，於 06 月 19 至 23 日，再次前往該學院辦理「國際化災事故應變指揮官課程(International HAZMAT Incident Commander Course, IHICC)」，期能讓參訓人員有效學習應變理論與實務經驗，瞭解事故災害應變處置之重點。希冀能於完訓後，投入完善國內救災體系，協處指揮團隊之調度能量，並精進環境事故應變處置之專業能力。

另就赴國際專業機構參與應變專業訓練，受訓期間與國外講師、國際專業人士的經驗交流與合作，建立與國際環境事故應變專業機構

及專家之溝通、聯繫管道，拓展國際業務交流之機會。

肆、訓練課程表

本次國外訓練期程共計 7 日（06 月 18 日至 06 月 24 日），主要為參與新加坡「國際化災事故應變指揮官（IHICC）」訓練課程，課程自 06 月 19 日至 06 月 23 日。本案相關行程記要彙整如下表：

表 2 106 年新加坡「國際化災事故應變指揮官」訓練課程行程記要

日期	地點	行 程	附註
06/18 (日)	臺灣-新 加坡	搭機前往新加坡（飛行時間：5 小時）桃園機場至新加坡樟宜機場	
06/19 (一) 至 06/23 (五)	新加坡	國際化災事故應變指揮官專業訓練課程 (含災防暨搶救單位參訪)	新加坡 民防學 院
06/24 (六)	新加坡- 臺灣	搭機回臺灣（飛行時間：5 小時）新加坡樟宜機場至桃園機場	

表 3 106 年新加坡出國行程飛行航班記要

去程	
日期	航班資訊
06 月 18 日 (日)	長榮航空：BR0225：出發 07:40→抵達 12:00
回程	
日期	航班資訊
06 月 24 日 (六)	長榮航空：BR0226：出發 13:10、抵達 17:45

本(106)年度「國際化災事故應變指揮官」專業訓練課程於新加坡民防學院辦理，共計 15 個課程專題，含事故應變指揮原則、國外化災緊急應變體系、救災系統、事故管理、案例沙盤推演、災防暨搶救單位參訪等，期使參訓學員熟稔國外化災應變搶救作為，並做為我國相關災害應變及防災業務之參考。

為強化國內環境事故緊急應變處置作為，提升應變人員災情研析之能力，此行專業訓練課程訓練，總計時數為 40 小時，包含室內課程、沙盤推演、實作訓練及參訪。本案訓練 15 個專題如表 4 所示，全程參與訓練並通過民防學院訓者，由民防學院發予該學院之「International HAZMAT Incident Commander Course (IHICC)」訓練證書。

表 4 106 年度新加坡「國際化災事故應變指揮官」專業訓練課程內容

日期	訓練內容
06 月 19 日 (週一) 上午	課程報到及開訓 CourseAdmin & 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：業界緊急應變小組稽核架構 5. Company Emergency Response Team Audit Framework
	專題六：經驗分享：毒氣洩漏演習 6. Experiential Sharing on Ex Gamma

日期	訓練內容
06 月 20 日 (週二) 下午	專題七：化學物質管制 7. Regulation of Hazardous Substances 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 專題十：毒氣檢測概念 10. HazMat Monitoring Concept (HEART)
06 月 21 日 (週三) 上午	專題十一：策略訓練場地介紹（參訪） 11. Home Team Tactical Center (HTTC) Visit 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
06 月 21 日 (週三) 下午	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

- HazMat: Hazardous Materials

伍、過程

開訓儀式

課程自 06 月 19 日（一）上午報到後，在民防學院院長 Teong How Hwa（張侯華）助理總監及總教官 Wesley Lim 中校親臨接待，從大合照及簡單溫馨的開訓茶會展開了本次訓練的序幕。開訓典禮由民防學院院長親自主持，除了臺灣的 30 名學員外，還有本次訓練課程的主要講師及工作人員，雖然大家都還很陌生，不過已可感受到民防學院的用心。

經總教官 Wesley Lim 中校介紹民防學院及其訓練場地架構與規劃後，一個簡單的茶會後隨即展開五天精實的環境事故現場高階應變人員專業訓練研習課程。第一天的課程包括民防學院及訓練場地介紹、新加坡化災應變程序、指揮控制原則與事故現場管理。



圖 1. 新加坡「國際化災事故應變指揮官」專業訓練課程開訓大合照



圖 2. 謝局長致贈「超越夢想」琉璃工藝品予新加坡民防學院
留念

（右為新加坡民防學院院長 Teong How Hwa （張侯華）助
理總監）

相關 15 個專題課程訓練內容及經過摘要說明如下：

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，使學員更為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。其中北部之策略訓練場所，為 2015 年 10 月落成最新之大型訓練場址，屬新加坡內政訓

練中心 (Home Team Tactical Center, HTTC) 之一部分，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。

主要提供新加坡現職消防人員及公務人員消防滅火、人命搶救、特殊化學品危害應變之訓練，亦提供民間公司應變團隊 (Computer Emergency Response Team, CERT) 及國外單位所需的災害搶救訓練課程。其訓練設施之訓練模擬場景，包含有各樓層中包含各種不同火災事故訓練擬真場景（火焰大樓，Furnace）、油槽、管線、化工廠、槽車、船舶、罐槽體洩漏及火災等事故場景，另有大樓倒塌、隧道等搜救訓練模擬情境。此外，學院亦有各種訓練教室、智能模擬教室、訓練棚、心肺復甦訓練室等。除訓練課程所需外，另設有游泳池、網球場、圖書館、24 小時全天候醫療中心等設施。2016 年訓練量（1,617 場次訓練課程，約 4 萬名參訓學員），已是 2000 年之四倍。



圖 3. 新加坡民防學院所在位置配置

（資料來源：新加坡民防部隊及學院簡介文件）



圖 4. 新加坡民防學院西部總校園 (Jalan Bahar) 配置示意圖

(資料來源：課程講義)



圖 5. 新加坡民防學院仿真訓練設施

(資料來源：課程講義)

(1) 新加坡民防學院之組織架構

民防學院之組織架構，整體學院之運作，由院長全權負責，其下設有副院長、總教官等，依據各種災害防救需求區分五個主要訓練中心，包含有指揮與參謀訓練、專業

技能訓練、消防搜救訓練、專職訓練、專業消防訓練等訓練中心。執掌如下相關訓練：

- A. 指揮幕僚訓練 (Command & Staff Training)：包含指揮官指揮、管制、行政管理、軍官的基礎課程以及軍官升等與進階訓練。
- B. 火災搶救及搜救訓練 (Fire & Rescue Training)：主要針對消防人員之基礎訓練。
- C. 專業級訓練 (Specialist Training)：提供人員更進階之訓練，負責危險物品 (HAZMAT)、天災及地震等應變之相關訓練。
- D. 進階消防訓練 (Specialist Fire Training)：針對消防人員強化基本知能及各種消防滅火能力，類似複訓的課程，以因應各種消防滅火的需求。
- E. 醫療訓練 (Vocational Training)：新加坡國內醫療及相關人員之訓練。

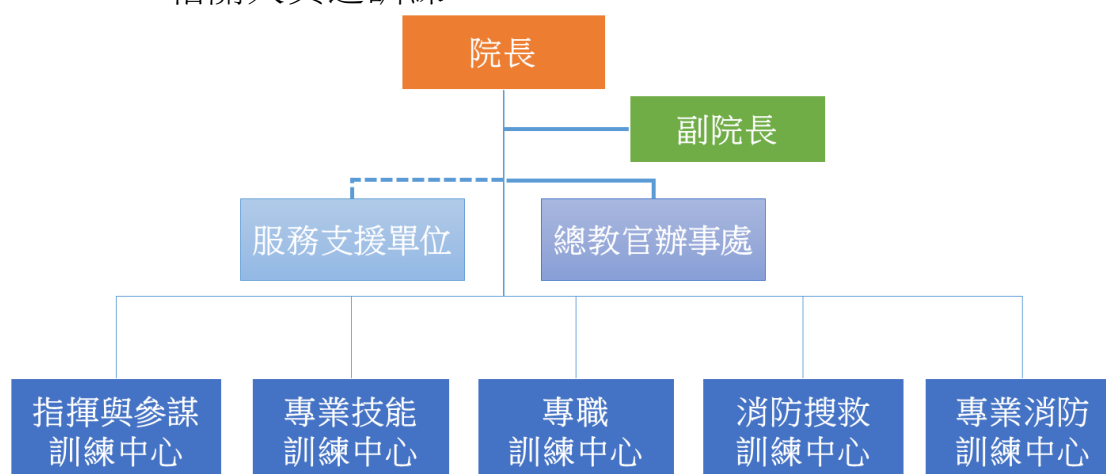


圖 6. 新加坡民防學院之組織架構圖

(2) 訓練理念：主要有兩大訓練理念，包含於仿真操作中學習及確保人員訓練安全。

- A. 仿真操作中學習：要求訓練逼真，大量使用仿真情境進行人員訓練，讓人員實際接觸真實火場條件。

B. 訓練安全：設有訓練安全規則、安全監督及無預警檢查等策略機制。

(3) 訓練方針：室外訓練教官及學員比例約為 1：8，室內課程為 1：32；設備及操作學員比例為 1：4。為增強參訓學員之培訓經驗，學院之訓練系統，自 2004 年起，亦達到 ISO 及 WSQ 等認證。學院制訂如下方針：

A. 優化資源：調度部屬，結合具完整經驗及年輕有魄力之教官群，共同辦理人員培訓工作。

B. 技能交叉培訓：充分利用人力資源，彙整新知及個人發展規劃，交叉培訓，強化訓練技能與成效。

C. 挑戰舊模式：在不影響課程內容下，縮短訓練期程並學習新技能。

D. 科技學習：透過開設特定專業課程、網路學習、智能教室與電腦測試等學習方式。

(4) 國際合作與未來發展：學院之課程，配合國際組織，依語言需求制訂課程，另持續與國際各訓練單位交流，交換學習經驗，強化訓練成效並持續追求卓越之訓練。另依據災害防救需求，開發新設備及模組。相關訓練取得包含 ISO 及符合 NFPA 等國際認證，後續持續與國際伙伴合作，並做經驗輸出與國際交流。後續將持續進行民防學院場地更新規劃，提供更多模擬訓練措施。

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，相關師資亦經由學院挑選具有現場消防救災外勤實務經驗之優秀人員擔任，兼顧化災學理及操作層面進行人員教育訓練。各種訓練設施也都配置有專人管理及保養。歷來國內外各相關應變單位皆曾到訪，參與其相關教育訓練。而學院仿

真訓練模擬設施包含有瓦斯桶槽、油槽、化學工廠、空氣呼吸器訓練室、交通事故、船艦、倒塌建築物及室內火災綜合模擬訓練大樓等，於到訪當日，現地開放部分仿真模組內容，讓學員實際感受面對相關化學火災事故之實境感受，概述如下：

(1) 室外模擬訓練場地（如圖 7.）：

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，而在新加坡北部 HTTC 亦新增類似之大型模擬訓練設施。參觀當日現場展示包：含液化石油氣（LPG）桶槽、管線及閥件等火災訓練模擬模組；油槽火災模擬模組；化工廠洩漏及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（如：設施設置、地形地物影響）之處置方案。



圖 7. 室外火災模擬訓練場景



圖 8. LPG 桶槽、管線及閥件等火災訓練模擬模組



圖 9. 油槽火災模擬模組



圖 10. 化工廠洩漏及火災訓練模擬模組

(2) 室內綜合模擬訓練大樓 (Furance)：

除前述室外仿真訓練模組外，學院另設有室內綜合模擬訓練大樓 Furance，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，讓參訓學員體驗猶如置身真實火場，也展現新加坡民防學學院之訓練方針，讓受訓人員仿真事故情境中，瞭解危害性化學品火場瞬息萬變的情境、災害之衍進及其控制搶救方法，進而更加謹慎及有效執行救援行動。



圖 11. 室內綜合模擬訓練大樓 (Furance) 外觀



圖 12. 室內綜合模擬訓練大樓 (Furance) 內部訓練設施概況



圖 13. 謝局長與學員討論訓練設施用情形



圖 14. 參觀高架倉儲特殊救災模擬情境



圖 15. 個人防護具（SCBA）教學訓練教室參觀

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 為成員組成，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。而所謂民間緊急事件（Operations Civil Emergency, Ops CE）係指預期可能造成大量傷患或民眾罹難之事故，如：重大火災、建築物倒塌、空難事、危險品事故、恐怖攻擊（涉及化學，生物，放射性和/或爆炸物）、放射性物質事故、火燒船等。亦可能擴大影響整個國家、政治、外交等層面，需要諸多部門共同參與協助應變。因此再統合多個政府單位共同應對下，一般由民防總部的總監作為指揮官直接進行災害控制指揮。而當多個單位參與若無妥善的規劃、任務分配與調度恐將造成事態失控，故此新加坡訂有機密性的民間緊急事件計畫(Operation Civil Emergency Plan, Ops CE plan)，並每兩年進行國家級緊急事件演習（北極星 (North Star)演習）。

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。然而新加坡事故分級並未有明確定義區分，而是依初級指揮官(如當地消防分隊隊長)依照現場需要，像民防報案中心回報並提出支援，而逐層提升事故等級。

面對化災應變，新加坡民防提供概念為任何大的災害都是從微小的事故開始，因此運作的公司應進行初步的災情控制。故新加坡法律亦有規定應成立公司應變小組，相關的訓練由民防總部授權 12 家民間單位針對公司應變小組進行 3 天的培訓，其目的在於從獲得通知到抵達現場這 8 分鐘內，公司應變小組應使災情在仍可控制的範圍內，除提升人員安全亦可維護公司資產。

2017 年新加坡共有 26 個消防局，其中有 6 個消防局具備有面對危險性化學品災害的能力(HazMat Response Capabilities)，包含 Alexandra Fire Station、Jurong Island Fire Station、Tampines Fire Station、Tuas Fire Station、Banyan Fire Station 及 Tuas View Fire Station。

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

新加坡早期著重在國內的工業發展，以工業帶動其他經濟部門，而現今的產業結構主要是以製造業為主體，以國外貿易、金融業、運輸通訊業、商業、服務業並為支柱的多元化經濟，可見工業對於新加坡之重要性，相對的工業災害也更需要預防及準備，倘若事故真正發

生時，指揮控制原則與事故現場管理就能避免事故災情擴大，可以有效的指揮應變作為。

「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，另說明事故現場管理之原則及重要性。

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，通常下屬無法指揮命令上級長官，因此建議指揮官應由階級最高者擔任。再者應有「統一指揮」之概念，意即現場應只有一個總指揮官，分派任務交由各分區應變業務分組執行應變作為。

指揮決策主要三大原則，依序為評估、思考決策及任務排序，首先針對事故當下，應依據外部資訊，思考作為，下達決策及任務分配。在下達決策任務前，應就現場事故災情狀況，決定優先任務順序，而在後續指揮權轉移時，需確保整個過程是完整且平順的。

指揮又區分四個重要元素，包含：事故指揮官、事故指揮體系、指揮權轉移及終止指揮業務。總指揮官需負擔整個事故應變過程之最大責任，而依事件大小可由不同層級人員擔任指揮官。就新加坡而言，如涉及前述 Ops CE 事件，則由民防部隊總監擔任指揮官，而未達 Ops CE 層級，但屬大型火災，則由地區消防局局長擔任，一般小型火災，則由各消防站主管擔任指揮官。

指揮官需面對應變時之直接與間接後果，直接後果係指事故造成之嚴重影響（如：火災爆炸），間接後果則為事故衍生之問題（如：媒體、家屬等）。

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。

而終止指揮業務則是事故已獲控制或危害已排除，應變任務結束，則回歸常態，故毋須再行指揮作業。

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）。

一般而言，大型事故，恐無法以直接管理方式執行應變業務，通常會將事故分區域，交由各分區負責人進行應變指揮業務（類似分區指揮官），各分區負責人在統一向總指揮官彙報，否則總指揮官無法一一告知各應變人員事故現場該執行之業務，亦可能影響整體救災期程及救災量能。

Incident Command Structure (BTF)

HazMat Incident

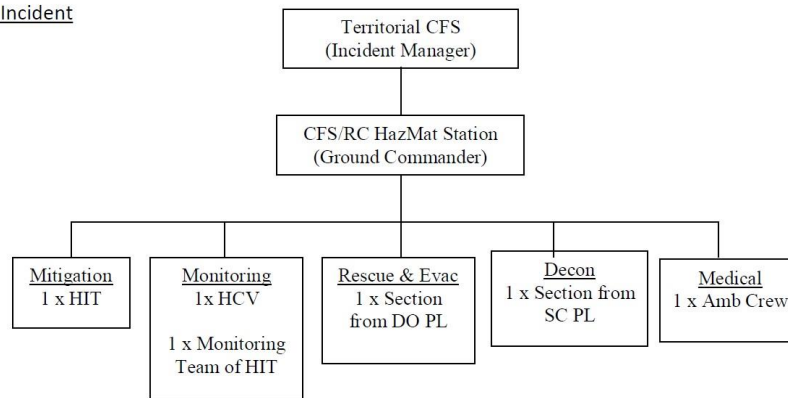


圖 16. 小規模指揮組織結構圖（節錄自課程講義）

Incident Command Structure (ETF)

HazMat Incident

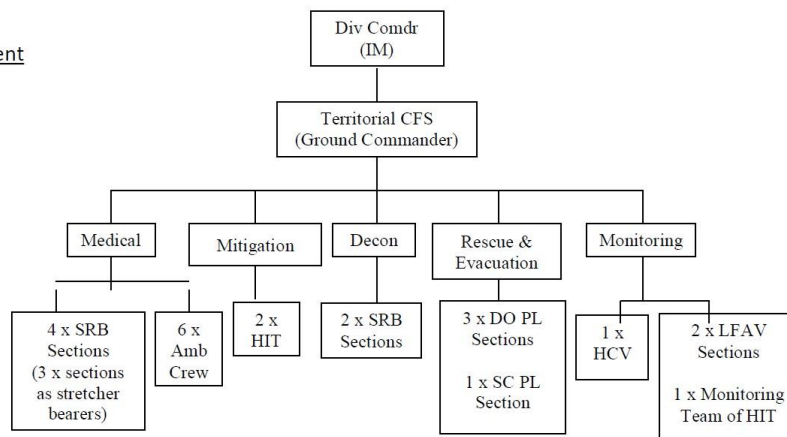


圖 17. 大規模指揮組織結構圖（節錄自課程講義）

Incident Command Structure (Ops CE)

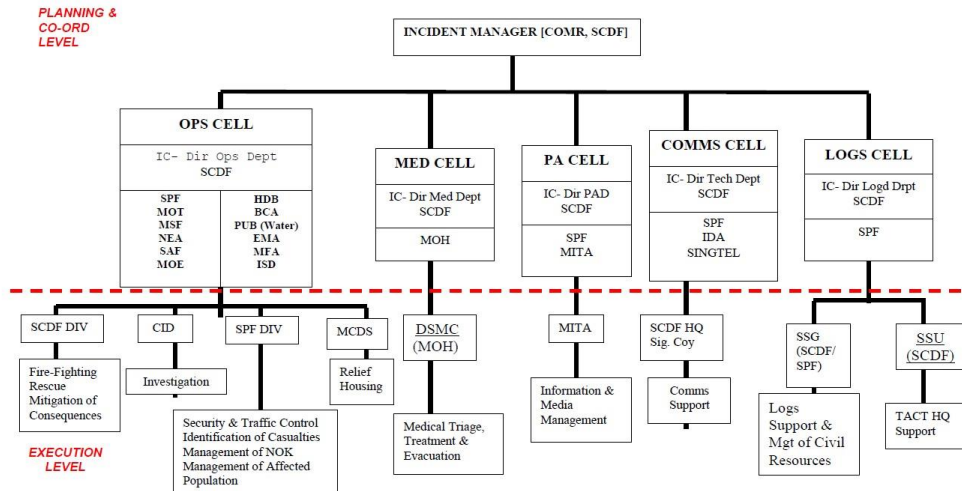


圖 18. Ops CE 指揮組織結構圖（節錄自課程講義）

2. 事故現場管理 (Incident Site Management)：

「控制點」在事故現場是極為重要的，如一個大的事故現場，可區分不同區域及控制點，以利應變作業進行。

所謂控制點為指揮官控制及管理現場的一項工具（區域化），每一個控制點皆有其功能任務，讓各不同區塊負責指揮官容易進行溝通及交流，亦任總指揮官更瞭解現場處理狀況，並可快速決策。

- (1) 集結待命區 (Staging Point)：整體應變之中樞位置。
- (2) 支援點 (Resource Point)：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 (Decontamination Point)：去除污染物避免造成二次傷害之位置。
- (4) 前進指揮區 (Forward Command Post, FCP)：整體應變所有數據、資料及決策之位置。
- (5) 直接支援區 (Direct Support Area, DSA)：人員可於此處做休憩及補充體力。

- (6) 應變車輛編組區 (Vehicle Marshalling Area, VMA)：應變車輛集結與部署區域。
- (7) 急救點 (First-Aid Point, FAP)：於應變現場立即檢傷包紮之位置。
- (8) 救護車區 (Ambulance Point, AP)：立即將受傷人員送醫之位置。
- (9) 救護車集中區 (Ambulance Assembly Area, AAA)：救護車輛集結與部署之位置。
- (10) 轉發分流點 (Forward Triage Point, FTP)：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。

指揮官需依據現場狀況，可做兩種分區作業，一為功能性分區（如：滅火、消毒、疏散…），一為地理性分區（如：將一個足球場分成四個區塊進行應變），兩種分區作業可混合使用。

Deployment of Control Points (TIC)

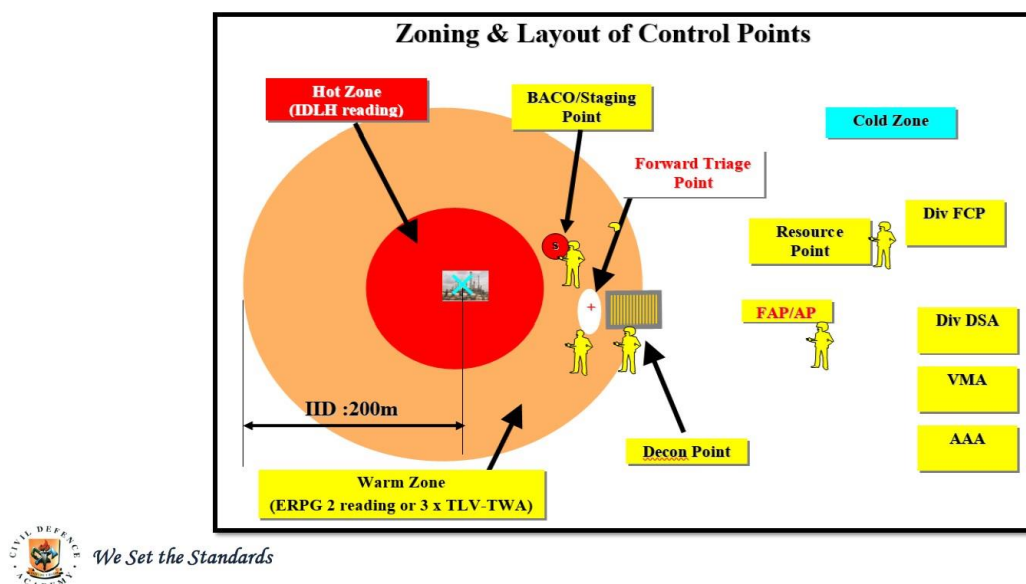
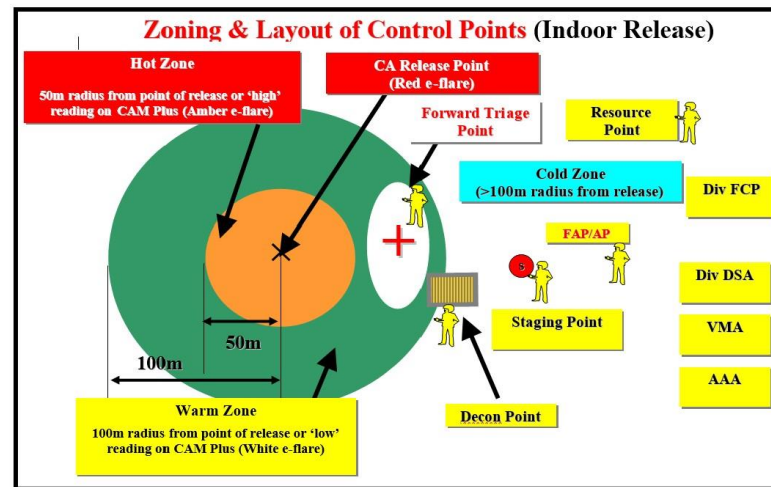


圖 19. 部署控制點圖（節錄自課程講義）

Deployment of Control Points (CA)



We Set the Standards

圖 20. 部署控制點圖（節錄自課程講義）

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。

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。

課程內容概述如下：

1. 危險性化學物質運輸之要求：新加坡近年著重經濟發展，但因國家區域狹小，住宅金融區過於集中。因此，對於危險性化學物質運送之管制特別受到重視。尤其，特別要求司機之篩選，並確保無恐怖份子滲入，藉機製造恐怖攻擊。
2. 危險性化學物質運輸駕駛證 (HazMat Transport Driver Permit, HTDP) 之核發：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中，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。

3. 監控危險性化學物質運輸之種類及數量：石油及易燃物質、毒性氣體、腐蝕性化學品、爆炸物和放射性物質運輸量超過管制量即受監控。如石油及易燃物質總重超過 3 公噸，液態氨、鹽酸、氫氟酸等少量（約 1 噸）將受監控。
4. 危險性化學物質運載車輛之分辨：現行危險性化學物質運輸車輛車牌要求為橘色車牌（一般車輛為黑色）。新加坡危險性化學物質運載車輛約有 900 多輛、馬來西亞約有 200 多輛，牌照使用費一年需繳 100 元新加坡幣。運送司機約 3000 多人，新加坡籍約占 60%、馬來西亞籍 40%，亦有中國、印度、緬甸、斯里蘭卡籍經審查取得運輸資格。運送危險性化學物質時須攜帶應變計畫書，並應事前通報民防總部監控中心。
5. 危險性化學物質運載路線限制：民防總部依陸路管理局提供圖資畫有地理圍欄，地圖上紅色線為危險性化學物質運載路線，凡商業中心、政府部門、橋樑、隧道等未經批准區域不得進入。司機須於運送前 24 小時前以傳真通知民防總部監控中心。自馬來西亞進入新加坡之危險性化學物質運載車輛僅能從西部大士（Tuas）檢查站通過，北部入口因多為住宅區，規定不得由該處進入。
6. 危險性化學物質運送之管理監控：司機在運送前，須將其駕駛證晶片卡插入 GPS 車機，經系統確認資訊相符後，車輛始能進行運送，否則會遭受鎖定。在危險性化學物質運送管理監控方面，每日皆有人員值班（24 小時輪值），隨時監控車輛、查驗其證件許可效期及該車輛是否被授權得以允許運送危險物質。
7. 危險性化學物質運送之時間限制：各類危險性化學物質運送時間不同，晚上 7 點過後危險性化學物質運送不可在路上行駛。譬如石油及易燃性物質運送時間為早上 7 點至下午 7 點，但運送至裕

廊島則無時間限制；腐蝕性或毒性化學物質規定於早上 9 點至下午 5 點運送。

8. GPS 追蹤器之運作：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，2017 年 4 月 1200 輛運輸車輛已全面改換 4G 系統。當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（不會告知業者）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。



圖 21. 學員與 HTVTS 講師合影

（左為 Koa Hean Kiong, Steve 少校；右為經濟部工業局王義基科長）

五、業界緊急應變小組稽核架構 (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 Audit Framework, 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，是一批訓練有素，經驗豐富的人員，針對場所內緊急任命之應變人員，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。

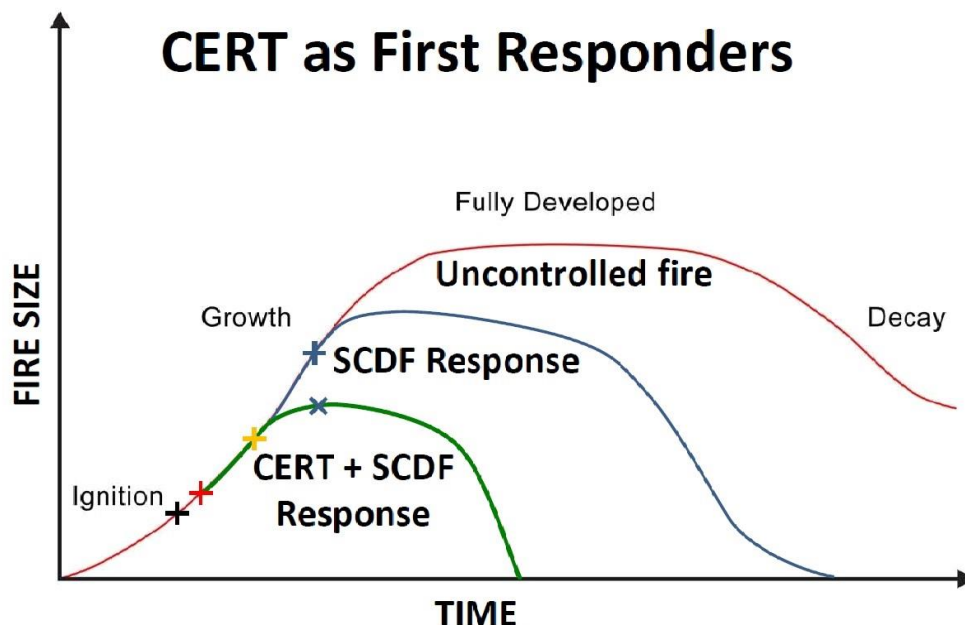


圖 22. CERT+SCDF 與災情大小趨勢圖

(節錄自課程講義)

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 (Site Incident Controller, SIC) 負責人 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。而 CERT 人員並不要求像消防隊一樣，穿著防火衣進入現場進行滅火。

1. 現場控制人員 (SMC)：主要責任為在民防部隊抵達前之現場指揮（含疏散、滅火決策），其業務包含：協調外部緊急組織的活動，並與事件相關主管機關聯繫及溝通；提供民防部隊平面配置圖、建築設計規劃、消防系統資訊、公司/單位應變預案、危險品庫存和危險品的庫存位置、員工人數、現場資源等；熟悉對公司/場所的應變標準操作程序和政策；被授權操作緊急阻斷裝置；對外訊息發布及後續環境復原管理業務。
2. 現場事故控制負責人 (SIC)：則為與現場指揮官溝通之管道，帶領應變小組執行應變作業，其業務包含：建立現場應變小組；依事故狀況提出應變/救援戰略和戰術計畫；確定事故控制區域；設立事故現場指揮所；指揮應變小組；確保緊急救援人員的安全和監控人員疲勞和壓力；部署應變設備和器材；指揮必要之救援行動；保持與現場控制負責人和緊急應變人員的溝通；與新加坡民防部隊緊密合作；確保除污程序完整；協助善後復原活動。
3. 緊急應變成員 (ERT)：則是執行消防滅火、急救、疏散或避難…等作業，其業務則為：進行基本的應變作為，如接受指揮滅火和減緩事故狀況；協助所有人員及鄰近住戶、相鄰的處所緊急疏散通知，在現場事故控制負責人的指揮下，執行民眾疏散避難行動，並引導及確認人員抵達指定的避難處所；協助實施就地掩蔽；人員基本急救；引導民防部隊前往事故區域進行應變。

Team Structure (OK)

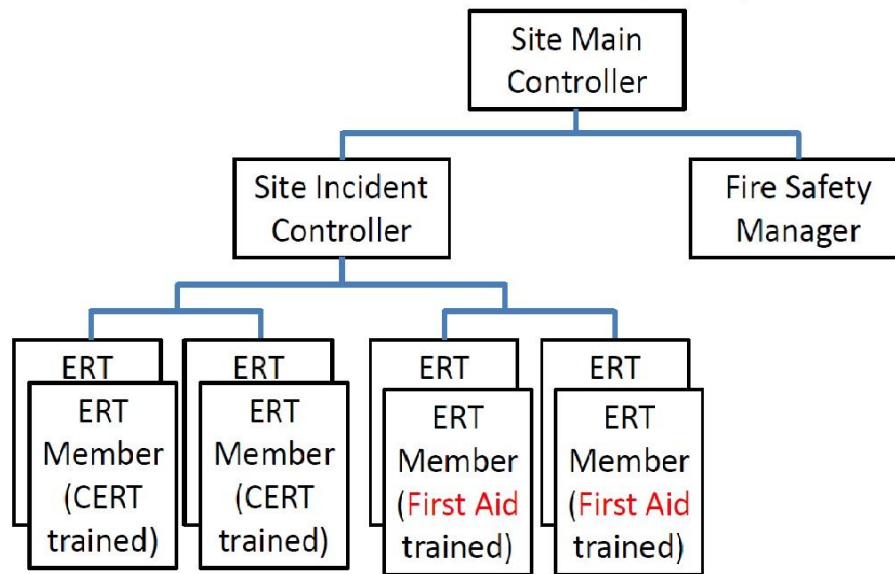


圖 23. 應變組織架構圖

(節錄自課程講義)

相關 CERT 人員之訓練，依成員組成共可區分如下訓練課程（需經民防部隊認可或至民防學院受訓）：

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（如：防火手套、安全靴、頭盔……等），消防滅火及救災器材、通訊設備（如：大聲

公、對講機...等), 急救設備 (如:急救箱、擔架、毯子、AED...等)。

Grading Table

	Score (%)	Category Assessed	Category Score (%)
Documentation	40	Emergency Response Plan	8
		Emergency Staff Aids	4
		Training Records & Certification	12
		Equipment Readiness & Maintenance Records	16
Practical Skills	60	Activation & Response	10.8
		Incident Size Up	3.6
		Mitigation Ops	24
		Linking up with SCDF	4.8
		Evacuation	9
		Support Activities	7.8
Total	100	*NOTE: A pass in the CERT audit does not imply that all relevant regulations have been fully met.	100

圖 24. CERT 評核表

(節錄自課程講義)



圖 25. CERT 課程講師授課情形

(圖中講師為民防總部 Chu Yui Tak 上尉)

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

新加坡因其國土面積不大，因此當毒氣洩漏事件發生時，緊急應變的時效性就顯得格外的重要。也因此在每年會舉辦的北極星全國演

練中。也時常列為重點演訓項目。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。並縱整本年度於新加坡訓練期間，所學習的應變策略細節。透過案例方式，作較詳盡的解說。三個案例都是以分區指揮官及消防局長的角度去思考所有的應變作為。

1. 案例 1：黃色毒煙洩漏：

本案例是發生在一個化工廠，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。此事故共造成 5 人受傷，其中 4 人在送達醫院後的 4 天內，分別因為吸入過量的毒煙及皮膚遭受酸腐蝕而陸續死亡。因為出現重大傷亡，所以事後檢討報告也上交至副總理審閱。

這個案例要傳達的是，指揮官現場部署任務需要快速及明確，並且詳實記錄。由 Phase1 到 Phase3 總共動員了 81 人次，在行動開始的 15 分鐘內即成功的找到位於事故點 40 公尺外的第 4 位傷患（超過 30 分鐘即失敗），再以水霧進行氣體壓制吸放及濃酸稀釋等方式控制毒氣的擴散，8 小時內 NO₂ 的濃度已降至安全值範圍內。

2. 案例 2：矽晶圓工廠火災：

本案例是一家進行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，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。

這個案例主要是教導指揮官評估的重要性，酸液起火點在廠區的後方靠近固態強鹼倉庫，再過去就是隔壁工廠，指揮官必須深入廠區後方才能觀察到起火的狀況，並且評估採取行動，最後決定先用約 50 噸的高壓水進行酸液槽體的滅火，之後再採取分區滅火。

3. 案例 3：濃酸槽洩漏：

(1) 事故概述：本事故發生時間是在 2011 年 12 月 2 日工廠鹽酸儲槽洩漏，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。

(2) 狀況評估：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，現場暫無人傷亡，煙霧飄向南邊的船廠。

(3) 出勤人員編為 9 組，總人力為 24 人，行動策略是運用水線壓制鹽酸濃度到 ERPG2 以下，以便爭取時間讓下游民眾疏散。

(4) 行動階段及其行動作為

A. 圍堵及蒸氣的抑制。

B. 緩和-稀釋酸性物質，使用大量的水來稀釋酸性物質使它不會產生煙霧。

C. 緩和-中和與復原。

(5) 考量因子：

A. 最先到達的隊員以及鄰近員工的安全

a. 員工人數的掌握。

b. 當有接觸煙流或者是達暖區之後，必須要有足夠的個人防護裝備。

c. 使用偵檢設備進行空氣監測。

d. 須考慮到個人防護裝備的有效性。

B. 廠區周圍破裂儲槽的處置

- a. 酸液會隨著水流流到公共的水域。
- b. 鄰近完整的桶槽會可能也會受到影響（裡面裝有高濃度的氫氧化鈉）。
- c. 危害傳送幫浦等固定設施。

C. 採取安全緩解行動

- a. 酸性抑制泡沫昂貴，需使用於更嚴重的狀況，例如阻絕設施破裂或者是有其他的桶槽破裂的時候使用。
- b. 發煙濃鹽酸在稀釋中和過程會產生大量的熱，也會影響到周遭儲槽的完整性。

(6) 面臨之挑戰：

- A. 公司緊急應變人員提供協助速度緩慢。
- B. 是否應該在應變的初期階段即使用酸性抑制泡沫之決定，酸性抑制泡沫只有 100 公升，如有其他的儲槽發生狀況的話即無可使用 應在第 3 階段的時候使用，較可充分發揮效果。

(7) 從案例裡中所獲得的經驗：

- A. 詳細的現場狀況評估是重要的，且必須密切注意到現場狀況的發展。
- B. 應變器材需妥適的安置。
- C. 充分利用公司的資源包括幫浦及中和的藥劑。
- D. 減輕海洋污染的程度，可用築堤以及回抽的方法來減輕污染。
- E. 運用重新部署以及任務交付延續救災行動。
- F. 要和警政單位以及環保單位保持良好的溝通和合作。

4. 案例討論：

- (1) 案例 1 中，黃色毒煙擴散至場外，現場也有圍觀民眾，他們安全也是非常重要的，一開始最早到場的是消防隊員，馬上動員 4 位隊員勸導民眾撤退到離現 100 公尺外，後續再由警方接手，因為警方其實也沒有防護裝備，一開始也不敢太靠近，所以雖然救災都是有分工的，但是通常消防隊員會第一線面臨到各種狀況，都必須優先處理，再轉移相關單位。
- (2) 案例 2 中，一般在未知物質的狀態下會選擇用泡沫進行滅火，但是現場指揮官李少校認為用泡沫的話，水壓就會不夠，然而時間緊迫也不能毫無作為，為避免酸液洩漏才決定將水壓調至最高，用少量的水間斷性的噴，如果萬一酸液噴發，尚有一道牆頂著。臨場要作這樣的決定是非常不容易的，必須要是經驗的指揮官才行。
- (3) 案例 3 是要教授指揮官判斷優先採取的行動選擇，通常最優先做法是進行充份的評估，並將人員布署到適當的位置及任務，但是這個案例情況非常緊急，第一時間，指揮官決定動員所有人力進行水線布置，爭取下方船廠 4000 人疏散的時間，人命的安全列為第一優先考量。另外針對所使用的泡沫功能及數量也是一個考驗，雖然現場備有酸性泡沫可以即時覆蓋在酸液上，也很有效的阻止酸氣揮發，但是酸性泡沫的量非常有限，非必要不輕易使用（有點像打牌時手裡拿著黑桃 2 卻不能輕意出牌的感覺），可以的話仍然是以其兼容性的泡沫先使用，王牌作預備使用為上策。
- (4) 在上述 3 個案例中，事故發生的第一個時間點都是在工廠，最直接的人員就是工廠的專責人員以及鄰近的工廠，

如果能有區域的聯防小組，在第一時間就投入，後續再由消防隊員接手，應該可以將災害的範圍及影響的時間縮短到最小，目前國內正積極修法將列管的事業，依照區域及特性編入聯防小組，並且定期演訓，以加強事故的應變能力。



圖 26. 講師經歷案例分享，並與團員交流討論情形

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計等，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，提供學員未來在審議毒化物許可或稽查列管事業時，相關管制措施之參考。

1. 危害物質控制策略：

(1) 為何危害物質需要管控：

新加坡平均人口密度約 7,700 人/平方公里，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，也因此，需要全面管控計畫，以確保有害化學物長期之安全性。

(2) 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。

(3) 新加坡環境保護法針對危害性化學物質之定義：

- A. 可能造大規模災害之物質（ex. 毒氣，如：氯氣 Cl_2 ）。
- B. 可能產生難以處理之廢棄物（ex. PCB、有機氯化合物）。
- C. 對環境有害（ex. 臭氧層破壞物質，如：CFCs）。
- D. 高毒性、污染性（ex. 有機鉛化合物、酚）。

(4) 控制策略：

- A. 避免：儘可能遠離威脅，包含有：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，以要求制訂緊急應變計畫，於突發事件時得以有所依循。

(5) 關鍵控制計畫：

A. 上游管制措施：

a. 土地使用及建築物計畫管控，包含：避免可能發生之危害事故、審核工業計畫計畫書、運作大量有害化學品之工業區應遠離住宅區及集水區（國土建設規劃研商機關包括國發部、城鄉發展局及環境局）、指定運送有害化學品之路線（危害物允許運輸路線研商機關包含民防部門、陸路交通管理局、環境局）、石化、煉油廠須提出量化風險評估報告等。

b. 許可管制。

B. 下游管制措施，包含監控及執行、合作及教育等。

2. 危害物質監控：

(1) 許可管控：

A. 目標：

- a. 確保危險物質合法使用。
- b. 避免未經核准人員運作有害物質。
- c. 隨時確保依循相關防範措施。

B. 執行與監控：

- a. 環境保護管理法。
- b. 有害物質運作規則。

(2) 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。

(3) 許可管制：

- 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。

(4) 安全稽核計畫：

- A. 強制安全計畫可確保公司之執行能力（可公司內部稽核或送交環境部門）。
- B. 與人力管理局討論稽核種類。
- C. 每 2 年審核一次。
- D. 報告須送交人力管理局、環境局及民防總部。

(5) 運輸許可要求：

- A. 只能走核准路線。
- B. 桶槽之設計、結構及測試皆有規範。
- C. 貨櫃或槽體要有適當之標示。
- D. 緊急應變計畫。
- E. 司機須經民防總部批准。

(6) 危險性物質標識：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。

(7) 化學品全球調和系統：標識包含 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。

(8) 監控與管理：

- A. 審視其提出之危害性物質貯存計畫：包含：審閱危害性物質紀錄及清單、貯存條件、應變計畫。
- B. 危害性物質道路運輸管理，包含：與民防總部及陸路交通管理機構合作、載運內容應與許可一致、依危害物型態，車輛上應具備滅火設備及個人防護具。
- C. 突發事故管理：
 - a. 民防部隊：最先到場，工作項目包含滅火、救援、洩漏點控制、清理，必要時協助民眾疏散。
 - b. 環境局：提供危險品物化特性及除污技術資訊、環境偵檢。
 - c. 警察單位：人群及交通管控、案件調查。
 - d. 人力管理局：職場安全及健康管理、工業災害發生原因調查。
 - e. 移民及觀察局：人員傷亡管理。

3. 與時俱進：多方環境協議 (MEAs)：與多國簽訂公約，避免有害廢

棄物輸出國外。

4. 合作與教育：

- (1) 新加坡化學工業會議：與化學工業理事會、石油、化學工業代表交流。
- (2) 危害性物質或有毒工業廢棄物諮詢委員會：若有新制定之條例與相關對象討論，尋求支持，成員包括學術界、商業協會代表，另有廢棄物處理諮詢或農糧局對於殺蟲劑之諮詢。
- (3) 多部門合作：與人力管理局、民防總部及裕廊工業區合作，相關危害應變演習或道路檢查等管控措施。



圖 27. 危害物質管理授課情形

（圖左：左為新加坡環境局空氣污染部門主管 Suzanna Yap，
右為苗栗縣環保局劉瑋婷科長）

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。另教官考量先前「指揮控制原則與事故現場管理」及新加坡 Ops CE 介紹需求，為讓學員更加瞭解新加坡對於危害物質之預防與應變，新增列「緊急應變計畫」課程，以新加坡之經驗說明危害物質緊急應變計畫訂定目的、時機、內容，讓學員更為瞭解新加坡緊急應變體系之規劃、管理、架構及要求。

民間緊急事故應變體系方面，首先由新加坡民防部隊之設立與其宗旨開始說明。主要為保護民眾生命財產，拯救生命建立安全可靠之新加坡為宗旨。願景是希望成為世界頂尖之人命拯救之部隊。民防部隊隸屬於新加坡內政部轄下 10 個單位其中之一，主要由四大功能：

1. 緊急應變：為新加坡民防部隊最主要之核心功能，主要執行化災及生命搜救等業務。
2. 消防安全：參與新加坡國內消防法規制訂，定期進行國內消防安全檢查。
3. 公眾保護：依據民防法規，執行防空壕、公眾警報之管理。
4. 公眾交流及溝通：教育民眾在事故發生時如何執行應變或疏散避難作為。

民防部隊主要職掌如前述其它課程介紹，包含：消防、搜救、化災減災、CBRE 應變、緊急救護服務等業務，亦協助支援國際大型災害搶救工作。其之指揮體系，分成三個層面，於民防總部轄下，區分四個區域總部及一個海事中心，而在四個分區下共計包含有 21 個消防局及 28 個消防站。另設置包含民防學院及國家行政人員培訓所 (National Service Training Institute, NSTI) 兩個訓練中心。

在應變上分成三個層級，包含小型事故(民宅或一般小型火災)、

嚴重事故（事故擴大或大型火災）、極度嚴重事故（民間緊急事件，Ops CE），各層級皆有其不同類別之程序及救災設備。一般小型事故由地區消防分隊隊長為指揮官，如為嚴重事故，則由前述四個分區消防局局長為指揮官，如涉及啟動民間緊急事件，則由民防總部總監作為事故應變之總指揮官。

而民間緊急事件（Operations Civil Emergency, Ops CE）針對可能造成大量傷患或民眾罹難之事故，如：重大火災、建築物倒塌、空難事、危險品事故、恐怖攻擊、火燒船等。涉及各部會或國家影響層面，因此需要各部門共同合作，協助參與應變。

而民防部隊於 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)，高風險設施 (High Risk Installation) 包含以下類別：
 - (1) 高火災負荷場所 (High Fire Load Premises, HFLP)：如可容納多人之地下室、60 公尺以上之建築物。
 - (2) 重要及敏感性場所 (Important and Sensitive Premises, ISP)：如機場、碼頭、巴士站。
 - (3) 毒性化學物質工廠 (Toxic Industrial Chemicals Premises, TICP)：如化學品製造工廠。
 - (4) 含易燃物品場所 (Flammable Material Premises, FMP)：如煉油廠。
 - (5) 含生物藥劑場所 (Biological Agents Premises, BAP)：如研究機構、製藥廠。
 - (6) 人員移動不便之場所 (Mobility Risk Premises, MRP)：如醫院、養老院。
 - (7) 複合型機能設計場所 (Premises with Complex Designs, PCD)：如遊樂園。

新加坡民防部隊不斷地加強管理高風險設施，其所屬消防局每月挑選 12 個高風險設施進行訪查，建立場所緊急資料庫 (Premise Emergency Data, PED)，內容包含場所平面圖、應變計畫存放位置、聯絡人及重要人員姓名、電話、各樓層尖峰時段及離峰時段人數概估、各樓層用途、各種災防設備數量及位置、火源風險位置、名稱及數量、電梯及樓梯的數量及位

置、消防栓位置等資訊，資料蒐集完成後，據以擬訂緊急應變計畫內容，每 2 年辦一次演習，檢視計畫內容妥適性，調整計畫內容，並更新場所緊急資料庫內容。

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)。

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。

最後講師總結，當事故發生時，一般來說要擬訂好行動計畫，再開進行救災，但是救災往往分秒必爭，如何縮短中間的流程十分重要。因此，可以藉由訂定緊急應變計畫或標準作業程序，以及累積個人經驗，使得災害發生時能夠直接迅速地應變。

而個人經驗的累積，除了靠現場的實際經驗累積，也可以靠平時不斷地練習累積，從「不知道自己不會什麼 (Unconscious Incompetence)」，到「知道自己不會什麼 (Conscious Incompetence)」，再到「知道自己會什麼 (Conscious Competence)」，最後到「不知道自己會什麼 (Unconscious Competence)」，也就是自己的能力已經很強，但是因為已經習慣成自然，自己卻沒有察覺，當突發狀況來臨時，本以為自己無法完成，但是藉由平時紮實的訓練及豐富經驗累積，已經內化為自己的專業能力，終於把狀況順利解決，因此，平時不斷的練習是十分重要的工作。

SPAR Decision Model

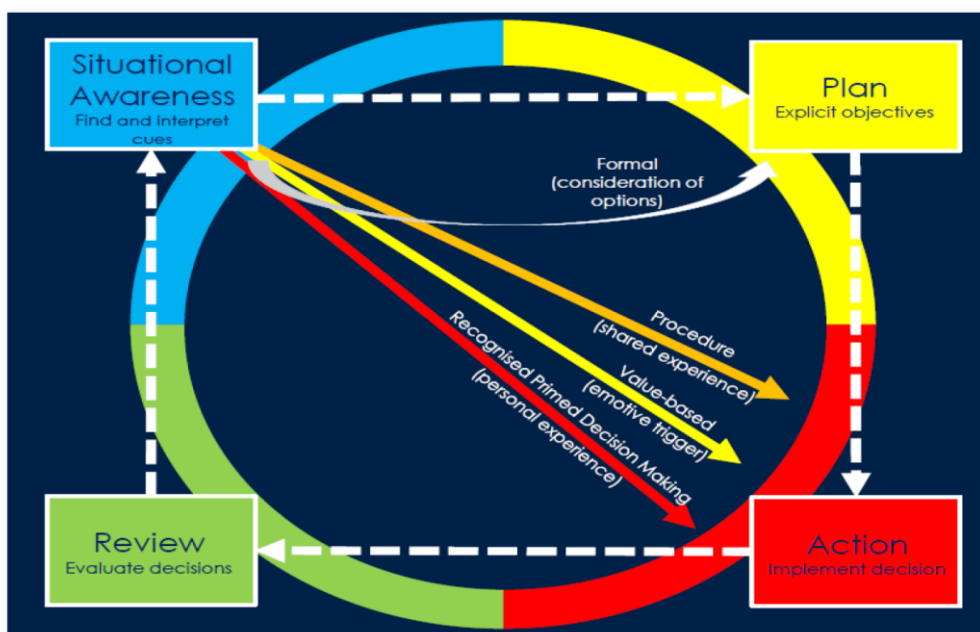


圖 28. 事故應變決策模式

(節錄自課程講義)

Conscious Competence

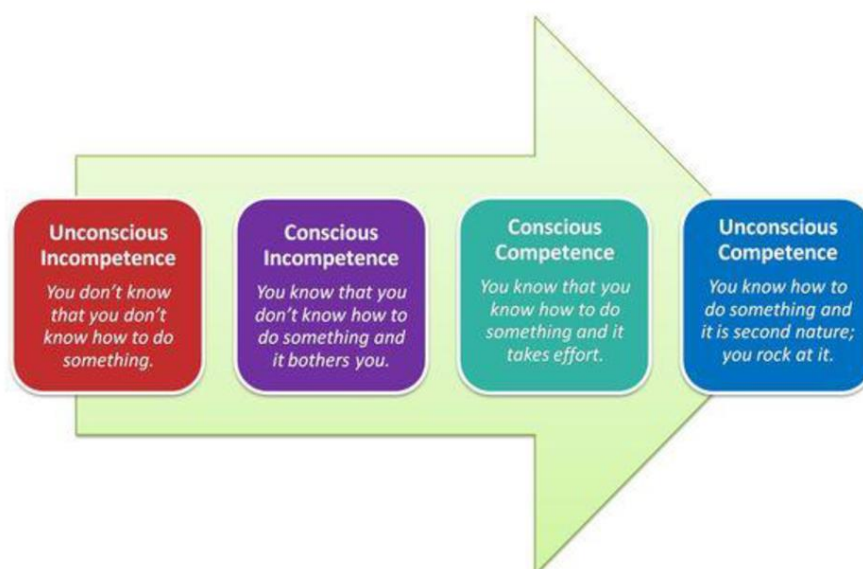


圖 29. 認知能力提升過程

(節錄自課程講義)

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。

新加坡經濟成長動力與化工業密切相關，新加坡的化學工業在世界上居於技術領先地位。化學品和化工產品是新加坡製造業中最大的外銷產業，新加坡 20% 的 GDP 是由製造業貢獻，製造業貢獻的 GDP 裡面，化工化學產業又佔了 20%，可見化工業對新加坡產業的重要性。

化工業集中位於新加坡西南部的裕廊島，此島原先是七個小島陸續填海組成，在 1995 年開始填海造陸，2012 年全部完成，總面積將近 3000 公頃。有超過百家大型的石油、天然氣及化學公司進駐。每天約有 40,000 的工作人員進出，總投資金額超過新加坡幣 500 億。

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。

依據聯合國危害等級分類，新加坡有害物質監管機構分工說明如下：

1. 爆炸物：新加坡警察部隊 (Singapore Police Force, SPF)
2. 氣體：新加坡民防部隊 (Singapore Civil Defence Force, SCDF)、國家環境局 (National Environment Agency, NEA)、新加坡關稅局 (Singapore Customs, SC)
3. 易燃液體：新加坡民防部隊
4. 易燃固體物：新加坡民防部隊
5. 氧化劑和有機過氧化物：新加坡警察部隊、國家環境局
6. 有毒和傳染性物質：國家環境局、新加坡衛生科學局 (Health Sciences Authority, HSA)、新加坡關稅局、新加坡衛生部 (Ministry of Health, MOH)
7. 放射性物質：國家環境局
8. 腐蝕性物質：國家環境局
9. 雜項危險物質：國家環境局

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；第三是「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。

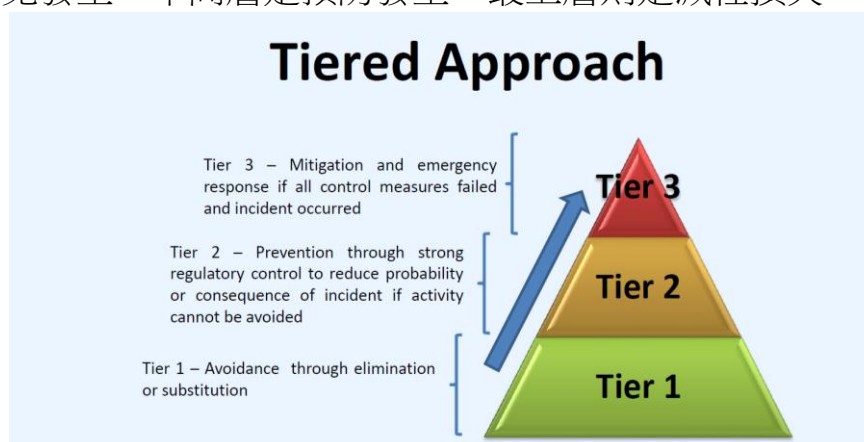


圖 30. 新加坡化學品的分層風險管理原則
(節錄自課程講義)

1. 避免發生：採用的方式有三種，第一個是排除，那就是移走這些有害物質。第二是用替代品也就是採用其他低化學風險的物質替代。第三個是減量，盡量減少有害物質的儲存清單與數量。
2. 預防發生：主要是採用國際上最先進的國際規範，用嚴格的法律規範並且落實執行監理來預防意外的發生。

以民防部隊的管理法令為例，工廠從設置前、建廠後、運作中等各個階段，都必須依民防部隊規定辦理證照申請許可。

(1) 在建廠之前就必須先做風險評估。評估完成之後才能建廠，業者需要進行 Quantitative Risk Assessment (QRA) 研究，以證明風險在可接受的水平。鄰近土地規劃區位決策，促進經營者制定應急備案和安全管理體系。

(2) 在運作前必須有消防安全認證。

(3) 在運作的過程必須要有操作許可證及緊急應變體系。

運輸的過程也必須要有民防單位認可的駕駛人，並接受民防單位的控管。其中運輸車輛的控管不只裝了 GPS，而且還可以在民防總部的控制室裡面，針對異常行駛車輛，利用遠端控制主動減速停止，甚至發佈警報器的方式來管制這些車輛，避免災害發生。

3. 減輕損失：儘管監管措施到位，事故仍然可能發生。因此事前階段準備，必須進行業務調查，以獲取有關的應變數據和隨時上傳進入 SCDF 在線系統；被評估為高風險的廠址準備應急計劃。事件發生時之管理制度，現場操作由 CERT (Company Emergency Response Team) 執行初步應變，再由 SCDF 應變能量接手協助。場外操作重心為附近民眾的保護。

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。

另應透過政府各部門管理化學工業的分工與協調，監管安全衛生與環境（SHE）的監管機構之間的協調問題。包括經營者提交的風險評估報告的聯合審查；聯合現場檢查是否符合法規要求；聯合調查和分享經驗案例。人力資源部（MOM）和國家環境局及民防部隊在危害物質的管理經常需要合作，災害現場應變指揮體系則由民防部隊負責。2016 年，跨機構（SCDF/ NEA/ MOM）的主要危險控管部門，成立為重大危險設施實施安全保障管理平台，這個制度在歐盟會員國及澳大利亞已經普遍使用。主要重點包括：

1. 將所有安全衛生與環境等法規要求注意事項和協議，集中到每個主要危害物質運作廠址 Major Hazards Installations (MHI)，加強監管機構之間的協調聯繫
2. 經營者承擔運作風險，並持續進行流程改善，健全安全管理體系
3. 經營者需要與鄰近的工廠分享風險信息，應急計劃隨時更新整合

新加坡跨機關的危害物質管理機制，持續督促業者參與建設更專業安全的化學工業產業環境，同時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化學品風險管理制度。

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。本課程的目的即在介紹新加坡民防部隊毒化災應變監測分析隊的能力，以及實際行動與執勤的指揮調度情形。

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。毒性工業化學物品 (Toxic Industrial Chemicals, TICs) 的意外通常是運輸化學品的槽車及化學品儲存場所的意外。最嚴重的 TIC 災害情況的想定則是化學工業發生氯氣外洩事故，以裕廊島的緊急計畫為例，熱區達到 4 公里，暖區則達到 10 公里。

對於化學藥劑意外的情境，則假定在人潮聚集的地方，如以日本沙林毒氣事故作為假想情境，發生一公升的沙林 (Sarin) 擴散事故。而對於生物藥劑事故，則假想在人潮聚集處發生炭疽病毒病毒生物恐怖攻擊、生物控制實驗室發生意外，或是生物實驗室發生嚴重的外洩事件。

監測的定義，主要包含如下兩種監測方式：

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。

Incident Type	Equipment
TIC	Polytector w/SIB
CA	CAMPlus or GID-3 w/SIB
RA	Intensimeter or Identifier w/SIB

Boundary	Threshold Limits		
	TIC	CA	RA
Cold/Warm	ERPG2	≥ 1 bar	0.1 mSv/hr
Warm/Hot	IDLH	≥ 4 bars	100 mSv/hr

圖 31. 毒化災與輻射污染劃分熱/暖/冷區監測值
(節錄自課程講義)

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。下圖為毒化災監測分析隊 HEART 第一、第二以及第三隊抵達事故現場的佈署位置圖。

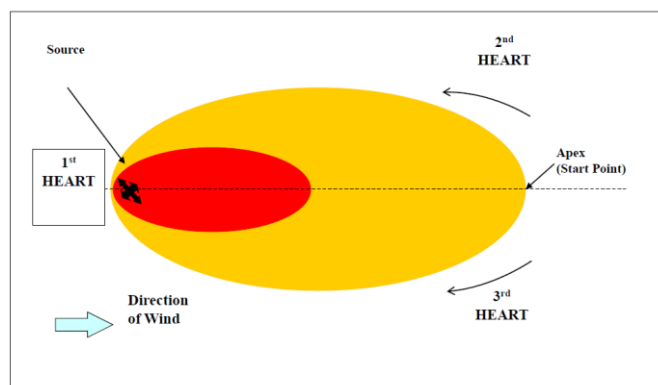


圖 32. 毒化災監測分析佈署位置示意圖
(節錄自課程講義)

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。



化工毒物檢測設備

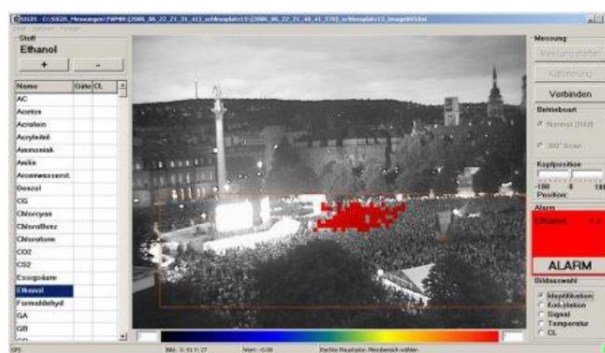


生物戰物質檢測設備

化學武器物質監測設備



輻射災害監測設備



SIGIS2 儀器

圖 33. 新加坡民防部隊現場監測設備

(節錄自課程講義)

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。訓練模擬了新加坡可能發生的各種災害環境類型模擬情境，用以訓練民防人員，設施主要讓民防學院在訓練相關應變人員時，經由各類型情境的模擬，能夠提供民防人員更加專業且全面的訓練，包括消防與滅火、搜救行動、模擬情景及實場指揮控制培訓。除了民防部隊以外，新加坡警察部隊也在此設立了他們的訓練基地，共同使用設施，將能讓各單位有更多聯合演習的機會，並進一步提升其合作關係，強化警消部隊在面對災害發生時的指揮與管制等縱向與橫向的聯合作業。

針對訓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。

本次展示的倒塌大樓，隔間有不同傾斜程度、階梯也可配合演習條件設定的難易度作安裝或拆除，訓場有仿嬰兒哭聲，使情境更貼近可能的實際災害現場。另消防人員必須接受水泥切割等操作學習，再進入倒塌大樓的場景中作訓練。

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。



圖 34. 城市搜救行動模擬培訓場景-傾斜大樓



圖 35. 城市搜救行動模擬培訓場景-傾斜大樓內部



圖 36. 城市搜救行動模擬培訓場景 - 損毀建築模擬

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一般常見的事故，也是重點訓練的兩個模擬情境。

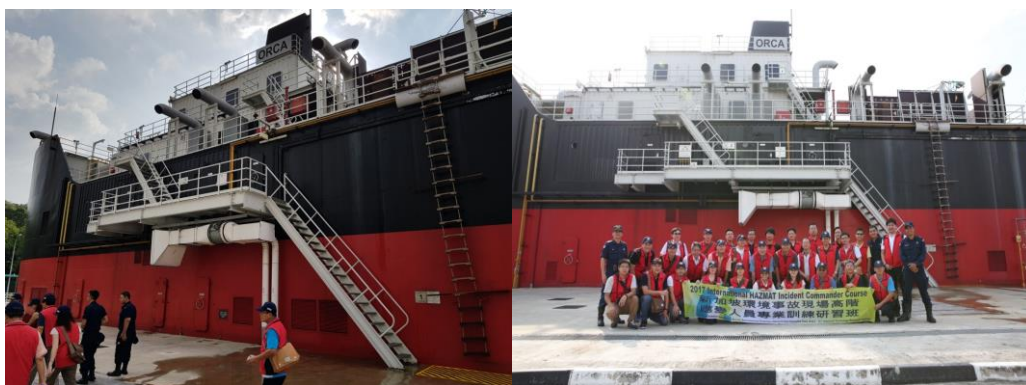


圖 37. 海事消防和救援模擬訓練場景 (ORCA)



圖 38. 海事消防和救援模擬訓練場景-引擎室火災模擬

本次展示引擎室發生火災，人員必須在黑暗且密閉的空間內搶救，亦可增加內部淹水情境，增加搶救的難度。另展示室外船側的游泳池，模擬了船舶所處在的水域環境，泳池設計的部分，底部似階梯式由 1.4 公尺變化至 9 公尺深度，愈靠近船身之水愈深，以利水上救援訓練。



圖 39. 海事消防和救援模擬訓練場景-船艙空間火災模擬

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。

本次參訪首先展示一樓壓縮機發生水災，由於高壓火災具有高風險，因此啟動自動滅火裝置。第二項展示使用擴張性強的泡沫滅火，讓泡沫覆蓋表面以降低易燃性。

第三項展示是位於三樓的分餾器發生火災，人員針對此類火災，不僅僅要在該樓層進行滅火，液體可能往下流竄，底層也有發生火災的危險，因此部署時應分派人員至底層同時控制火勢。化工廠事故除了火災，複雜的是還包含化學物質造成的毒氣，因此人員須有完備的防護設備、穿戴 A 級防護衣，而同時必須使用水管滅火，此情境的搶救難度高。事故發生時，民防人員第一步先進行偵查，並檢視人員傷亡情形，接下來進行拯救、止漏、遮斷等作業，到最後的除污、復原階段。石化廠搶救通常需要 1 至 2 個月的時間才能完成技術人員培訓。民防人員的訓練規劃，是包括室內課程教學、其次是情境模擬，接下來在民防學院進行小型化工廠場景情境訓練、最後才會到此訓練中心，進行仿真實境訓練，這才是完整的人員培訓。



圖 40. 化工廠模擬訓練場景外觀



圖 41. 化工廠模擬訓練場景-各設施洩漏、爆炸與起火情境

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，使民防隊員續練尚不在只限於各項救災的妥善使用，更增加了救災環境的鉅練與適應，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啟動，當模擬現場中的水源無法供應時，將無法啟動災變設施，每一災變設施並設計有緊急中止按鍵設計。全部的模擬環境並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，並對於災變訓練場內可能發生的訓練意外防止具有一定提升效果。

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。系統並分為四大區域，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，本系統有三項優點：

1. 可模擬新加坡各種情境或曾發生過之災害情形，包括各類應變支援人員、應變車輛與器材、支援與救護物資等，更貼近實際情況。
2. 在安全的情況下，驗證學員對於現場指揮作業的學習狀況，訓練官亦能於發現有處置不當之危險時，立即中止及檢討。
3. 整體訓練過程，能夠在最小的實質人力、物力資源損耗下，讓學員不斷重複模擬學習，訓練戰略思維，掌握真實狀況下該如何進

行指揮與應變調度。



圖 42. ACTS 主場及學員觀摩學習區



圖 43. ACTS 主場觀摩學習區指揮全況展示



圖 44. 指揮官模擬區全景正視及指揮席

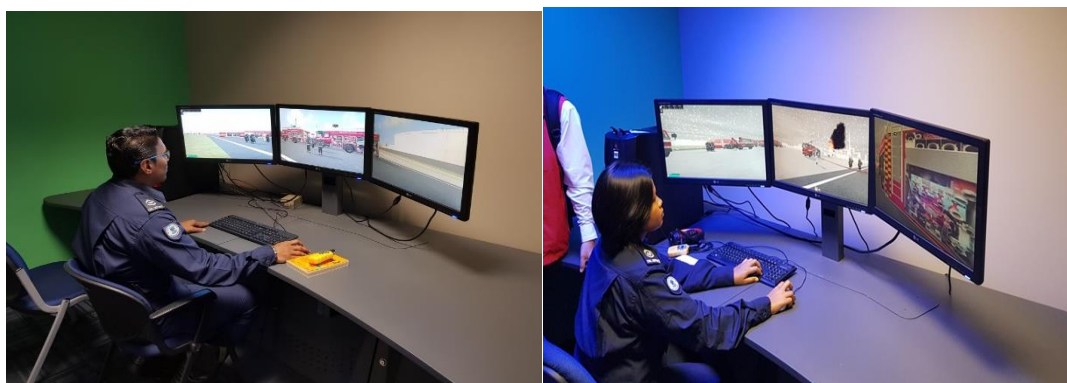


圖 45. 支援組模擬作業席



圖 46. 主控室教官說明

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。





圖 47. 新加坡民防總部參訪

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。

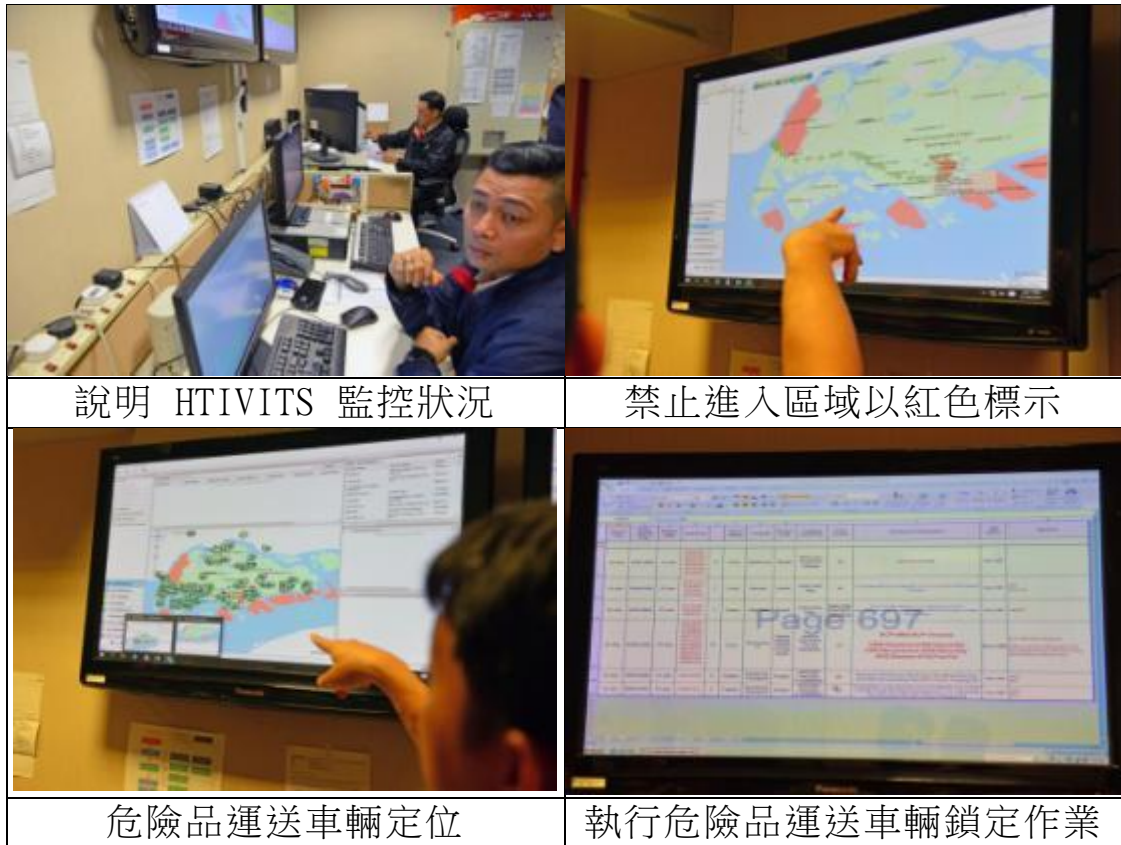


圖 48.新加坡民防總部危險化學物質運載車輛追蹤系統值班室參訪

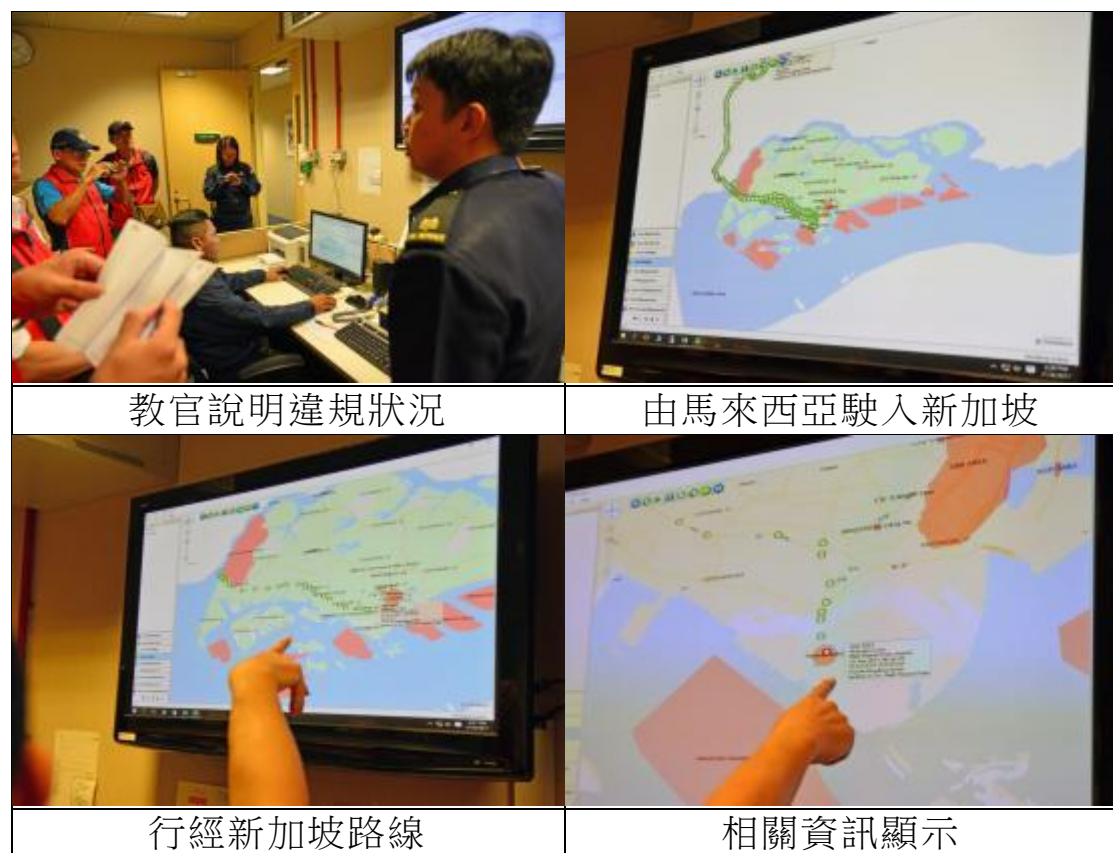


圖 49. 新加坡民防總部危險化學物質運載車輛違規範例展示

	
應變檢測器材車外觀	個人防護放置區
	
檢知管	VOC 氣體檢測儀、多氣體檢測器
	
紅外光譜儀	化學試劑檢測儀
	
伽瑪輻射檢測器、手持式輻射偵測器	拉曼光譜儀

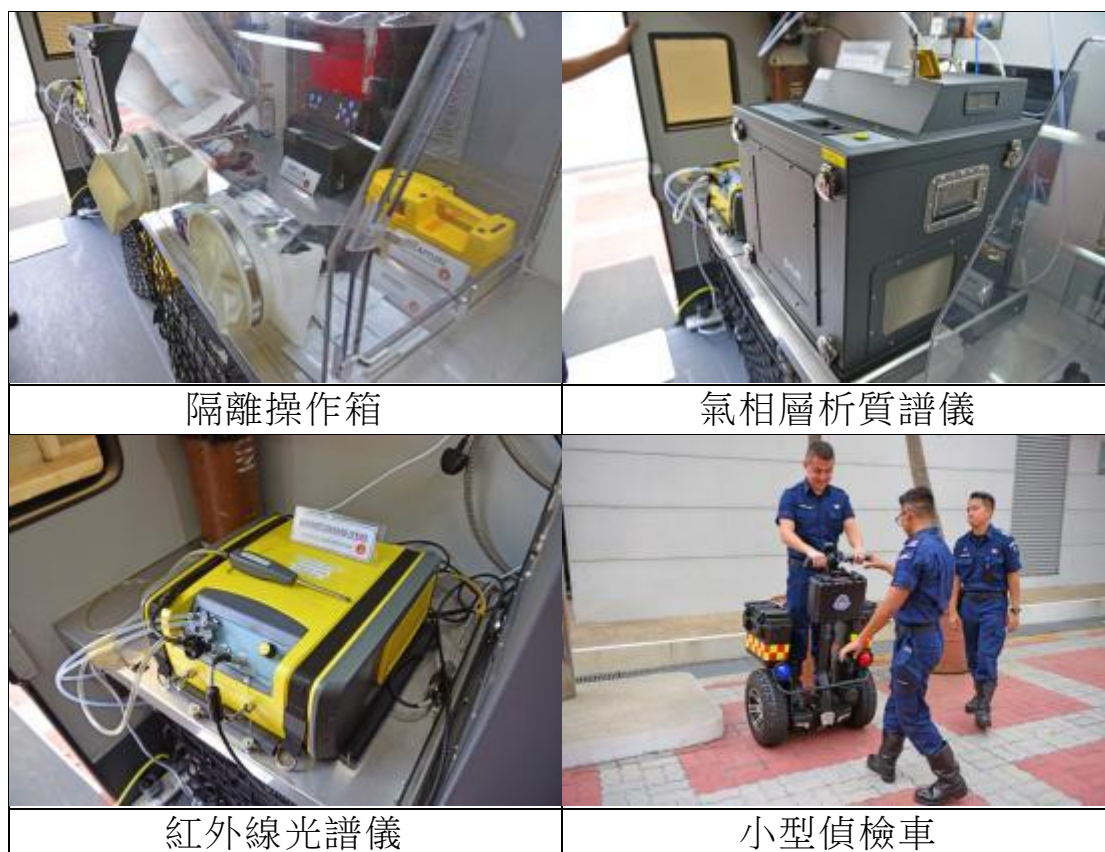


圖 50. 新加坡民防總部應變檢測器材車之偵檢儀器

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。



指揮車內部



車況簡介



網路測試調閱地圖

網路測試氣象資訊

圖 51. 新加坡民防總部應變指揮車參訪



圖 52. 新加坡民防總部參訪學習概況

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 $1^{\circ}16'0''$ ，東經 $103^{\circ}41'45''$ ，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。新加坡於 1993 年推出製造業 2000 計畫 (Manufacturing 2000 Programme, M2000)，以推動新加坡製造業產值在 2000 年達到 GDP 比重 25%以上。該計畫提出以填海方式連接西南海域 7 個島嶼組成裕廊島，其總面積約 32 平方公里，作為新加坡發展世界級化學工業聚落 (world-class chemical industry cluster) 之基地。裕廊島填海工程自 1995 年展開，原訂於 2030 年完成，但石化產業投資用地需求成長快速，乃提前於 2009 年 9 月 24 日完成，比預期進度提前 20 年，由最初面積 10 平方公里 (1,000 公頃) 形成現在裕廊島土地面積約 32 平方公里 (3,200 公頃)，為新加坡最大之外島，島上建有煉油廠，有原油儲存及壓縮天然氣儲存站。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。

裕廊島目前已經發展成為全球三大煉油中心之一、全球十大石化基地之一、全球最大石油精煉中心之一、亞洲石油產品定價中心，裕廊島上超過 95 家全球石油、石化和特殊化學品公司，包括荷蘭皇家殼牌(Shell)、美國埃克森美孚(Exxon Mobil)、美國雪佛龍(Chevron)、美國杜邦(Dupont)、德國巴斯夫(Basf)、日本住友化學(Sumitomo Chemicals)及日本三井化學(Mitsui Chemicals)等業內巨頭。迄今為止，裕廊島吸引資產投資總額累計超過 300 億新元，僱員達 8 千多人。裕廊島未來的發展方向，是成為擁有尖端技術的化學工業基地，裕廊島設有完善的公路網，並有兩道公路橋樑連通新加坡本島以及達馬勞島，該島另有兩座碼頭(Sakra Jetty、Banyan Jetty)負責海運貨物的運輸。島上也建立了 20 個碼頭分布各處，方便輸入原料和輸出成品。裕廊島也使新加坡由原來的單一港口服務、生產加工型國家，一躍成為集金融、電子、化工、醫藥、日用品製造等為一體的綜合性工業國家，成為亞洲最重要的金融和貿易中心。

本次參訪行程，由新加坡民防學院代為安排及接洽，由裕廊島化災消防局 Muhamael Sheedy Bin Seis 上尉進行簡報及回答提問，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 人為負責危險性化學品，其他為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；組織制訂了工業夥伴應急預案、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。

教官進行簡報後區分兩組輪帶式進行化災應變車輛展示、各式偵(檢)測儀器、破孔修補/止漏器材說明介紹、人員除車。

化災應變車駕駛座及應變人員座位設計，可將 SCBA 放在座位椅背上，且不會影響人員乘坐的空間，讓應變人員可在車上穿著消防衣及 SCBA，以減少應變人員穿著防護衣的時間，於貨艙內有懸掛 6 組 SCBA 及 A 級防護衣，可支援其他應變人員，小型運輸車設計於前方可放置擔架，後方可放置應變器材，以快速將傷患送出熱區或運送相關應變器材；在偵測設備部分為核生化偵檢器、檢知管（42 種化學品），如為不明物質，總部會派遣另一輛備有 GC/MS、FTIR 等分析儀器的偵檢車，止漏設備部分備有法蘭止漏工具、充氣止漏墊，另外備有一個高壓容器貯存桶，可封存高壓容器再後送處理設備處理。

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。

		
裕廊島化災消防局拍照合影	謝局長與裕廊島化災消防局 Muhamael Sheedy Bin Seis 上尉教官合影	化災應變車輛展示說明
		
人員除污站開設作業說明	傷患及器材運送車	止漏器材操作
		
手持式偵檢器材介紹	各式偵測儀(含檢知管)	高壓容器貯存桶
		
輻射偵測儀(可達 4 公尺)	人員除污更換衣物	夜光指引箭頭

圖 53. 廊島化災消防局參訪學習概況

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。

1. SCDF 列管化學品：

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（如下表），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。

簡言之，凡於新加坡境內輸入、運送以及儲存前述之石油化學品及易燃物質，且超過管制運作量皆須向 SCDF 取得許可。但使用於下列用途者，則不在此限：膠著劑、打火機和便攜式氣體打火機、化妝品和美容產品（頭髮造型）、食品和飲料（啤酒、葡萄酒和白酒）、殺蟲劑和農藥、漆溶劑、潤滑油、醫藥、塗料、醫藥產品等。

表 5 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

2. 輸入管制：

新加坡有關毒性化學物質輸入管制與我國的毒性化學物質管理有相同理念，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；儲存許可證件則詳述於後續章節。

新加坡石油化學品及易燃物質輸入許可申請採線上申辦（如下圖），申辦費用為 70 新元，有效期限為 1 年。輸入者必須恪遵以下要求，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（如下表）。所謂控制點為指揮官控制及管理現場的一項工具（區塊化），每一個控制點皆有其功能任務，讓各不同區塊負責指揮官容易進行溝通及交流，亦任總指揮官更瞭解現場處理狀況，並可快速決策。

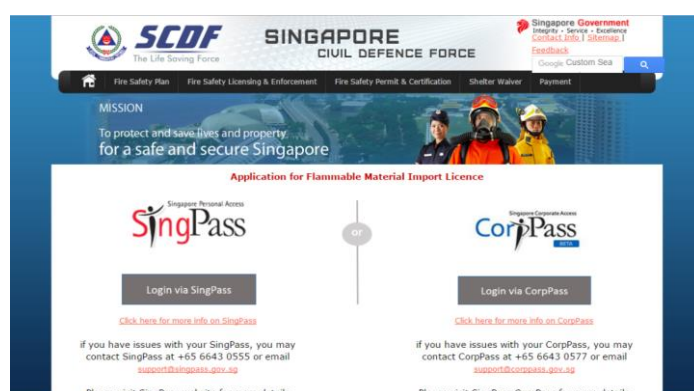


圖 54. 輸入許可線上申請入口網站

表 6 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

3. 儲存管制：

當任何受管制的石油化學品及易燃物質於新加坡境內儲存時，若儲存量大於管制標準，則必須向新加坡民防部隊取得有效的儲存許可證件。申請儲存許可證件須具備：

(1) 量化風險評估 (Quantitative Risk Assessment, QRA) 報告

(2) 核准之建築計畫

(3) 臨時消防許可證或消防安全證書

(4) 經專業技師簽證之儲存容器認證

A. 製造商的規格及測試報告

B. 水壓或等效測試報告 (每 5 年一次)

C. 輻射攝影或等效測試報告 (每 10 年一次)

D. 保壓或等效測試報告 (每 5 年一次)

(5) 緊急應變計畫書

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。

表 7 石油化學品及易燃物質儲存申報豁免量

類別	級別/運作場所	住宅或商業(非工廠)	工廠
石油化學品	Class I	不超過 20 公升	不超過 400 公升
	Class II	不超過 200 公升	不超過 1,000 公升
	Class III	不超過 1,500 公升	不超過 1,500 公升
易燃物質*	物質/運作場所	一般製造	實驗室
	Acetal	20 公升	20 公升
	Acetone	20 公升	20 公升
	Acetylene	10 公斤	10 公斤

註：為閱讀方便，本表僅彙整部份管制之易燃物質，完整資料請見新加坡民防部隊網址公告（<https://www.scdf.gov.sg/>）

4. 運輸管制

當任何受管制的石油化學品及易燃物質於新加坡境內運送，若運送量大於管制標準，則必須向新加坡民防部隊取得有效的運送許可證件。與我國有較大不同之處，在於新加坡政府規範每一台運送石油化學品及易燃物質大於管制標準之車輛，皆需個別持有運送許可證件。運送許可證件之效期依載運物質之包裝型態而有所不同，以散裝方式載運有效期限為 1 年，而以包裝容器運送者則有效期限為 2 年。

申請運送許可證件須具備：

(1) 車輛

- A. LTA (Land Transport Authority) 行駛能力測試證書
- B. 消防安全檢驗合格證書
- C. 商用車輛報告（載運 3 噸以上車輛須檢附）

(2) 槽體

- A. 製造商的規格及測試報告
- B. 水壓或等效測試報告（每 5 年一次）
- C. 輻射攝影或等效測試報告（每 10 年一次）

(3) 駕駛需具備有害物質運輸執照

(4) 運送緊急應變計畫書

(5) 量化風險評估（Quantitative Risk Assessment, QRA）報告

(6) 第三方車輛所有人同意書

而於運送豁免量的部分，其規範於輸入豁免一致，請參考下表。

值得注意的是，新加坡政府為強化管制力道，特別於運送許可證件申請中加入“駕駛需具備有害物質運輸執照”此一要件，任何於新加坡境內運送列管之石油化學品及易燃物質之駕駛人均須取得此執照方能運送。取得此執照需經過新加坡民防學院之課程訓練並通過測試，同時經過新加坡安全部門（ISD）之安全許可。此執照載明持有者之生物特徵（指紋），運送過程中應隨時攜帶以供查驗。



圖 55. 新加坡有害物質運輸執照

另外，若車輛運輸列管之石油化學品及易燃物質達三公噸以上、或是以管槽型式運輸任何數量之氫氣、天然氣，均須

設置車輛追蹤系統（Vehicle Tracking Device），此規定適用於自大士檢查站進入新加坡之非本國有害物質運送車輛。

5. 管線輸送管制

舉凡任何受管制的石油化學品及易燃物質於新加坡境內以管線運輸，若管線運輸量大於管制標準，則必須向新加坡民防部隊取得有效的管線運輸許可證件。證件申請與前述證件相同，均採線上申辦方式，有效期限為一年。申請時須檢附之文件包含：

- (1) 經批准之管道及其相關工程施工計畫
- (2) 臨時消防許可證或消防安全證書
- (3) 經批准之量化風險評估（Quantitative Risk Assessment, QRA）報告
- (4) 公司設立文件
- (5) 製造商的規格和管道設計方案
 - A. 所有相關測試報告
 - B. 經專業技師簽證
- (6) 緊急應變計畫書
- (7) 年度檢查和維護報告
- (8) 其他主管機關要求之文件

新加坡政府規定管線運輸許可證件除管線使用者必須取得外，管架業者也同樣受到規範、必須取得許可證件。另外，考慮施作大地工程時，可能造成管線損壞、致事故發生，因此，新加坡消防安全法（Fire Safety Act, FSA）規範工程業主和承包商必須於管道附近之土方工程施作日期至少 7 日前，以書面通知石油化學品及易燃物質管道許可證持有人，同時必須應管道許可證持有人的要求，採取預防措施、防止損壞管線。若依此條例者，可處新元十萬元以下或一年以下有期徒刑。倘若遇緊急情況，必須於管線附近施作工程，則必須通報

新加坡民防部隊，經民防部隊查驗相關管線資訊後，通知管線所有人監督工程。

課程檢討與問題研析 (Course Debrief)

在最終課程檢討與問題研析，由團員代表一行 9 人與民防學院院長 Teong How Hwa 上校等人進行會談，藉以瞭解新加坡民防學院訓練設施模組、師資課程、營運管理方式等，提供國內化災訓場建置諸多參考借鏡之處，並建立未來國際交流訓練雙認證制度之橋樑。並與新加坡民防學院洽談合作國際交流訓練課程，學員由臺灣及新加坡共同組成，訓練期間一部分在臺灣，一部分在新加坡，訓練模組可共享互補。



圖 56. 與新加坡民防學院張院長、林總教官等人會談

結業式及授證

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。

隨後，團長謝局長亦致詞感謝所有民防學院同仁、教官群及團員們訓練期間的努力，這次參訓團員來自臺灣中央各部會及地方環保單位及相關體系人員，受限於訓練名額，儘可能挑選臺灣相關重要化工、科技產業等重要縣市，且位階較高之團員，這些學員回到自己工作崗位後，亦是臺灣化災事故緊急應變重要指揮團隊位階成員。學員也表示此次訓練收穫豐碩，尤其此次讓彼此有更多跨部會、中央與地方之間的溝通協調機會，學習新加坡之經驗，強化跨局處與產業界之合作。未來希望有更多與民防學院交流學習機會，不僅僅是指揮官班，更希望有更多操作級、技術級的訓練相互學習。除再次感謝新加坡民防學院外，亦歡迎民防學院後續能到臺灣參與相關應變課程及業務交流。

最終團員們與民防學院院長、總教官及教官團等茶敘，交換意見，結束本次為期 5 天之新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班訓練課程。



圖 57. 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



圖 58. 2017 年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習班
結訓-謝局長致詞



圖 59. 2017 年新加坡環境事故高階應變人員專業訓練研習
班結訓-新加坡民防學院致贈紀念品予謝局長



圖 60. 結訓茶會與新加坡民防學院院長合影



圖 61. 結訓茶會與新加坡民防學院院長及教官群合影-1



圖 62. 結訓茶會與新加坡民防學院院長及教官群合影-2



圖 63. 結訓茶會與新加坡民防學院院長及教官群合影-3

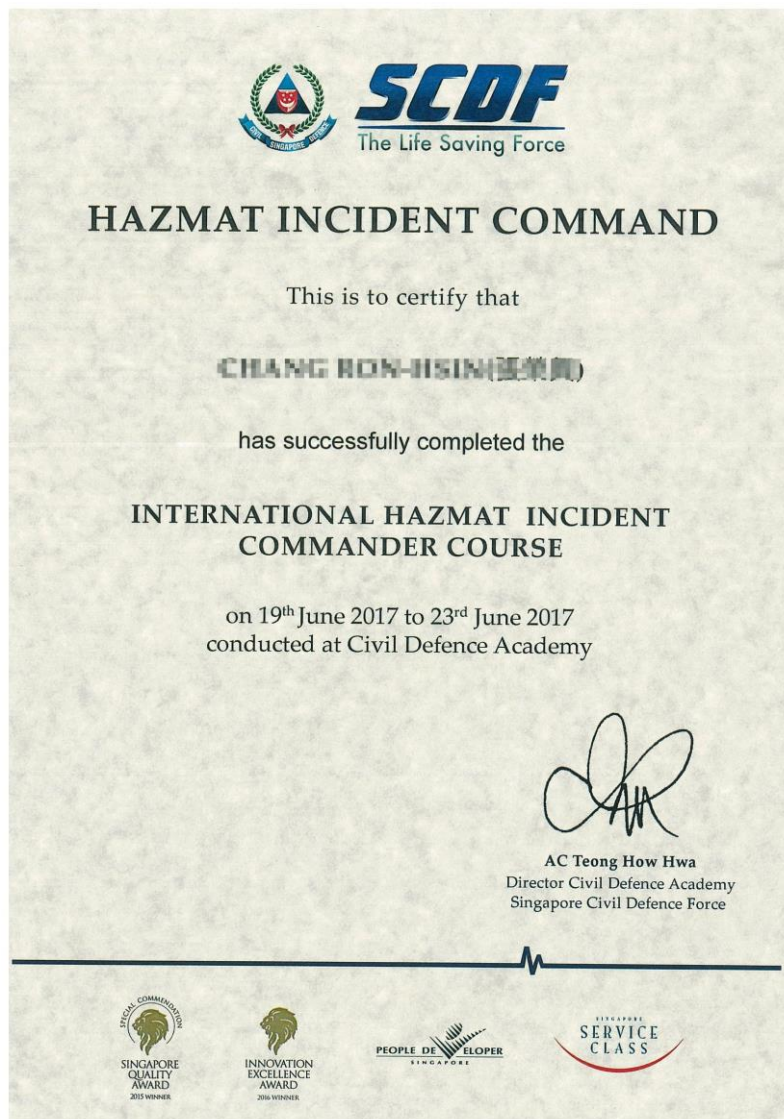


圖 64. 國際化災事故應變指揮官專業訓練課程完訓證書

陸、心得

1. 本次參訪瞭解到新加坡具備完整且制度化的訓練體系，從搜救、滅火、化學災害限制擴散、指揮控制到疏散群眾等各項任務，係在完備的軟體及硬體設施下，透過課堂解說、3D 情境模擬、仿真實境訓練等階段，一步步嚴謹而紮實地完成人員災害應變能力培訓。
2. 以國際毒化災事故應變訓練，了解新加坡目前救災及防範系統之應用：相關先進設備及處理方式，可改進及提昇本國現有之毒化災應變體系及設備能量。
3. 建立管理毒化物資訊化學雲系統刻不容緩，當地的消防及環保勞工衛生警政等單位才能具有即時且同步的管理能力與應變能量平台。
4. 學習訓練場地之建置及訓練方式標準化，提升國內應變單位之救災技能，在實際狀況模擬下，更能訓練出實際效果。
5. 學習指揮官之指揮系統，以有系統性的指派任務、領導各單位救災人員，並作良好適時的溝通，以及媒體互動的應對。
7. 新加坡利用遠端遙控技術，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。這種強制性且侵入性的立法管制制度，值得我國進一步交流評估引進。

柒、建議

1. 目前我國毒性化學物質運送車輛已有 GPS 定位追蹤功能，但並無值班室全天候追蹤，僅於事後追查使用，更無車輛停止裝置管控車輛誤駛高敏感區域等功能，新加坡經驗可供國內相關單位參考。
2. 新加坡使用軟體模擬各種情境進行人員訓練，目前我國也有引進類似系統進行訓練，但是訓練情境數較不足，增加多元情境的開發將是後續的重點。
3. 國內欠缺完備的仿真情境訓場，建議於化學災害應變訓練機構規劃設置的同時，將軟體及硬體設施完整納入考量，並仿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。

捌、附件

受訓交流報告：

2017年新加坡環境事故現場 高階應變人員專業訓練

受訓交流報告

報告內容

化學工業風險管理

毒氣檢測概念

觀摩新加坡民防總部

參訪民防總部團隊策略訓練場地

訓練心得與建議

化學工業風險管理

- 化工產品是新加坡製造業中最大的外銷產業。新加坡20%的GDP由製造業貢獻，製造業貢獻的GDP中，化工產業又佔了20%
- 化工業集中於西南部的裕廊島，1995年開始填海造陸，2012年完工，面積將近3000公頃。
- 超過百家大型的石油、天然氣及化學公司進駐。每天約有4萬人進出，總投資金額超過新加坡幣500億

化學工業風險管理

- 新加坡各部門監管化工行業風險管理制度，包括以下三項重點：
 - 1.分層風險管理原則
 - 2.風險控管的法令與應變等級
 - 3.政府各部門管理分工與協調

化學工業風險管理-分層風險管理原則

- **第一個管理原則--避免發生**：採用的方式有三種，第一個是排除，那就是移走這些有害物質。第二是用替代品也就是採用其他低化學風險的物質替代。第三個是減量，盡量減少有害物質的儲存清單與數量。
- **第二個管理原則--預防發生**：主要是採用國際上最先進的國際規範，用嚴格的法律規範並且落實執行監理來預防意外的發生。
- **第三個管理原則--減輕損失**：意外發生時之管理制度，現場由CERT(company emergency response team)執行初步應變，再由民防SCDF應變能量接手。

化學工業風險管理-民防單位應變等級

- 第一個等級初級應變，由地方的消防隊負責
- 第二個等級由毒化物專家負責。新加坡有六個配有毒化物專家的消防局，其中兩個配置在裕廊島石化專區
- 第三個等級由高級毒化物專家負責，民防總部 Hazmat Emergency Assessment Response Team(HEART) 24小時配置，支援前線現場指揮官技術諮詢

化學工業風險管理-分工與協調

- 1、將所有安全衛生與環境等法規要求注意事項和協議，集中到每個主要毒化物運作廠址major hazards installations (MHI)，加強監管機構之間的協調聯繫
- 2、經營者承擔運作風險，並持續進行流程改善，健全安全管理體系
- 3、經營者需要與鄰近的工廠分享風險信息，應急計劃隨時更新整合

毒氣檢測概念

毒性工業化學物品(Toxic Industrial Chemicals, TICs)的意外通常是運輸化學品的槽車意外，以及化學品儲存場所的意外。

Incident Type	Equipment
TIC	Polytector w/SIB
CA	CAMPlus or GID-3 w/SIB
RA	Intensimeter w/SIB or Identifier

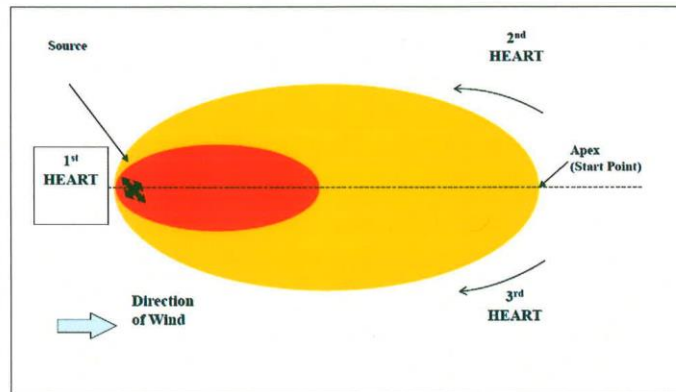
Boundary	Threshold Limits		
	TIC	CA	RA
Cold/Warm	ERPG2	≥ 1 bar	0.1 mSv/hr
Warm/Hot	IDLH	≥ 4 bars	100 mSv/hr

最嚴重的TIC災害情況的想定則是化學工業發生氯氣外洩事故，以裕廊島的緊急計畫為例，熱區達到4公里，暖區則達到10公里。

毒化災與輻射污染劃分熱/暖/冷區監測值
(節錄自課程講義)

毒氣檢測概念-監測方式

現地監測、場外監測



毒化災監測分析佈署位置示意圖

監測設備

包括：化工毒物檢測、化學武器物質監測、生物戰物質檢測及輻射災害監測等設備。

另外SIGIS2 儀器能夠在安全距離下即時觀察與監測化學洩漏情形。



化工毒物檢測設備



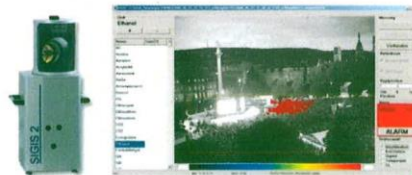
化學武器物質監測設備



生物戰物質檢測設備



輻射災害監測設備



SIGIS2 儀器

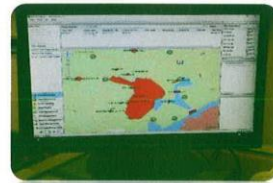
觀摩新加坡民防總部

- 1888年新加坡組織第一支消防隊
- 1980年更名為新加坡消防署(Singapore Fire Service, SFS)
- 1982年新加坡政府提出「國家民防計畫」(National Civil Defence Plan)
- 1986年「民防法」通過，民防部隊成為內政部底下一個獨立的組織。
- 1989年新加坡消防署併入新加坡民防部隊



觀摩新加坡民防總部

- 危險化學物質運載車輛追蹤系統
 - 2005年07月01日針對載運危險化學物質車輛強制要求裝設車輛追蹤系統，管制車輛行駛的路線及時間。
 - 2007年04月01日實行加裝車輛停止裝置，如運送車輛駛離規定路線，就可強制車輛減速停車。
 - 系統設置管理區(紅色區域)為車輛禁止進入區，如果車輛進入紅色區域時，會立即啟動鎖定作業程序，該車輛即會慢慢減速至20 km/hr以下，車輛也會發出警示聲及警示燈。



觀摩新加坡民防總部

●危險化學物質運載車輛追蹤系統值班室參訪

	
說明 HTIVITS 監控狀況	禁止進入區域以紅色標示
	
危險品運送車輛定位	執行危險品運送車輛鎖定作業

觀摩新加坡民防總部

• 化學災害應變控制車

- HCV991為2015年引進，整合指揮及實驗分析的車輛，可迅速移動至事故現場監測指揮控制。
- 配備設備：檢知管、移動式揮發性TVOC氣體偵測儀、手持式氣體檢測器、scanning infrared gas imaging system (SIGIS) 2、LCD3.3化學氣體分析儀、輻射劑量計、手持式不明化學物質暨爆裂物成分分析儀 (First Defender)及車上分析實驗室。



觀摩新加坡民防總部

●應變檢測器材車之偵檢儀器（一）

	
應變檢測器材車外觀	個人防護放置區
	
VOC氣體檢測儀、多氣體檢測器	紅外光譜儀

觀摩新加坡民防總部

●應變檢測器材車之偵檢儀器（二）

	
拉曼光譜儀	氣相層析質譜儀
	
紅外線光譜儀	小型救災車

觀摩新加坡民防總部

● 新加坡民防總部應變指揮車參訪

	
指揮車內部	民防總部參訪學習概況
	
網路測試調閱地圖	網路測試氣象資訊

參訪民防總部團隊策略訓練場地

- 啟用時間：
 - － 新加坡民防學院於104年10月26日啟用團隊策略訓練中心 (Home Team Tactical Center, HTTC)。
- 訓場規模：
 - － 訓場總面積為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。
- 設置目的：
 - － 經由各類型災害的實境模擬，提供民防人員更加專業且全面的訓練，包括消防與滅火、搜救行動、模擬情景及實場指揮控制培訓。
 - － 警察部隊也在此設立訓練基地，共同使用設施，透過聯合演習，強化災害發生時應變指揮之橫向聯繫合作機制。

參訪民防總部團隊策略訓練場地

- 城市搜救行動模擬訓練場景 (Urban Search And Rescue Training Facility)
 - 由一座中央大廈和其他五個培訓設施所組成，包括模擬地下室、地下隧道及傾斜大廈 (Leaning Tower) 等場景。
 - 傾斜大樓，隔間有不同傾斜程度，而階梯亦可配合演習條件設定的難易度作安裝或拆除。
 - 應變人員須接受水泥切割等操作學習，再進入大樓進行訓練。
 - 訓場有仿嬰兒哭聲，使情境更貼近可能的實際災害現場。



參訪民防總部團隊策略訓練場地

- 海事消防和救援模擬訓練場景 (Ship Fire Fighting Training Facility)
 - 簡稱 ORCA (殺人鯨)，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。
 - 設施長38公尺、寬10公尺、高16公尺，包含4個甲板及8個消防培訓隔間，共15個模擬情境 (室外3個、室內12個)。
 - 緊鄰設施設置一游泳池，底部以階梯式由深度1、4至9公尺，供學員進行水上救援訓練。



參訪民防總部團隊策略訓練場地

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

1. 位於三樓的分餾器發生火災，洩漏的液體可能往下流竄，底層也有發生火災的危險，因此部署時應分派人員至底層同時控制火勢。
2. 除火災以外，化工廠最複雜的是化學物質造成的毒氣，因此人員須有完備的防護裝備、穿戴A級防護衣，同時必須滅火，搶救難度高。



訓練心得與建議

新加坡利用遠端遙控技術，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。這種強制性且侵入性的立法管制制度，值得我國進一步交流評估引進。

建立管理毒化物資訊化學雲系統刻不容緩，當地的消防及環保勞工衛生警政等單位才能具有即時且同步的管理能力與應變能量平台。

訓練心得與建議

以國際毒化災事故應變訓練，了解新加坡目前救災及防範系統之應用：相關先進設備及處理方式，可改進及提昇本國現有之毒化災應變體系及設備能量。

學習訓練場地之建置及訓練方式標準化，提升國內應變單位之救災技能，在實際狀況模擬下，更能訓練出實際效果。

學習指揮官之指揮系統，以有系統性的指派任務、領導各單位救災人員，並作良好適時的溝通，以及媒體互動的應對。

訓練心得與建議

目前我國毒性化學物質運送車輛已有GPS定位追蹤功能，但並無值班室全天後追蹤，僅於事後追查使用，更無車輛停止裝置管控車輛誤駛高敏感區域等功能，新加坡經驗可供國內相關單位參考。

新加坡使用軟體模擬各種情境進行人員訓練，目前我國也有引進類似系統進行訓練，但是訓練情境數較不足，增加多元情境的開發將是後續的重點。

訓練心得與建議

本次參訪瞭解到新加坡具備完整且制度化的訓練體系，從搜救、滅火、化學災害限制擴散、指揮控制到疏散群眾等各項任務，係在完備的軟體及硬體設施下，透過課堂解說、3D情境模擬、仿真實境訓練等階段，一步步嚴謹而紮實地完成人員災害應變能力培訓。

國內欠缺完備的仿真情境訓場，建議於化學災害應變訓練機構規劃設置的同時，將軟體及硬體設施完整納入考量，並仿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。

- 他山之石 可以攻錯
- 養兵千日 用在一時