

出國報告(出國類別：其他-訓練)

參加法國海域油及海運化學品污染 應變人員訓練

服務機關：國立雲林科技大學環境事故應變諮詢中心

姓名職稱：林亮均專案助理

派赴國家：法國

出國期間：105年09月04日至105年09月17日

報告日期：105年11月18日

摘要

為配合行政院環境保護署加強海洋污染緊急應變能力及各權責機關橫向聯繫機制，乃派遣本校執行「建構寧適家園計畫-中區環境事故專業技術小組服務計畫」專案助理林亮均參與法國水域意外污染事故研究調查中心 (Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution, Cedre) 所辦理之「海域油及海運化學品污染應變研習訓練」課程，訓練地點位於法國布雷斯特(Brest,France)，訓練時間為 105 年 09 月 04 日至 109 年 09 月 17 日。

本次訓練課程規劃主要分為兩階段，第一階段課程為海洋溢油污染應變管理 (Oil Spill Response Management)，內容主要介紹溢油應變預防、緊急應變計畫、溢油評估、油行為與特性、決策支援系統、海上溢油應變策略、岸際清理、廢棄物管理、責任與賠償、國際公約與規章對溢油事故之預防與應變等課程；第二階段課程為危險與有害物質洩漏管理(Hazardous & Noxious Substances Spill Response)，內容主要介紹 HNS 洩漏及應變作為、化學品海上運輸的國際法規與準則、HNS 於海上運輸及裝載模式、化學品在海上行為、化學品擴散模擬、探討 HNS 對人體健康及環境之影響、人類及環境對化學物質的相關閥值說明、資料庫查找、模式演算、對疑似危險貨櫃的應變、對散裝液體洩漏的應變、液化氣天然氣的考量、面對船難的危險性、桌面演練與綜合討論等課程，藉由以上課程之訓練以提升我國未來第一線面對海洋污染應變人員之專業應變能力，面對未來之挑戰更有決策能力以及有效利用各項應變資源。

目 次

壹、目的.....	1
貳、過程.....	2
參、心得.....	27
肆、建議事項.....	28
伍、附錄.....	29

壹、目的

鑒於我國四面環海，海洋資源豐富且多樣化，人民生活與海洋息息相關，亦為亞太航運交通要道，大型船隻往來頻繁，每當颱風季節與東北季風盛行之際，時有船隻擱淺、觸礁甚至污染外洩之情況發生，對我國海洋資源造成極大威脅。海洋污染防治法自 89 年 11 月 1 日實施，國內的海洋污染防治工作向前邁進一大步，行政院 90 年 4 月 10 日核定「重大海洋油污染緊急應變計畫」後，開始辦理海洋污染緊急應變訓練，藉由與各先進國家油污染應變相關機構及專業人員之交流，以提升政府部門各層級人員應變管理及決策能力。

爰此，環保署逐年規劃辦理符合國際海事組織（International Maritime Organization, IMO）認可之海洋油及海運化學品（HNS）污染應變訓練課程，培訓我國未來於海洋污染發生時之緊急專業應變人力資源。本（105）年假法國水域意外污染事故調查研究中心（Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution, Cedre），於 9 月 4 日至 17 日辦理海洋油（IMO Level 3）及海運化學品（HNS）污染應變訓練課程。在溢油污染訓練課程方面，包含溢油應變預防、緊急應變計畫、溢油評估、油行為與特性、決策支援系統、海上溢油應變策略、岸際清理、廢棄物管理、責任與賠償：國際公約與規章對溢油事故之預防與應變、海運化學品（HNS）洩漏課程包括 HNS 洩漏及應變作為、化學品海上運輸的國際法規與準則、HNS 於海上運輸及裝載模式、化學品在海上行為、化學品擴散模擬、探討 HNS 對人體健康及環境之影響、人類及環境對化學物質的相關閥值說明、資料庫查找、模式演算、對疑似危險貨櫃的應變、對散裝液體洩漏的應變、液化氣天然氣的考量、面對船難的危險性、桌面演練與綜合討論等課程。

參訓學員主要為中央及地方負責海洋污染緊急應變之相關機關單位主管及人員，並由行政院環保署水質保護處葉俊宏處長，與行政院海岸巡防署巡防處許靜芝副處長率團前往，共計 29 員。其中，成員包含行政院環境保護署、行政院海岸巡防署、內政部空中勤務總隊、交通部航港局、地方環保局、工業技術研究院、台塑石化股份有限公司、國立高雄海洋大學、中原大學、雲林科技大學、國立高雄第一科技大學、坤柏海洋油污處理有限公司及環輿科技股份有限公司，希冀透過這樣的訓練，促進我國海洋污染相關權責單位之橫向溝通及聯繫，透過共同演練與參訓，提升我國海洋污染緊急應變人員共同指揮與應變能力。

貳、過程

議題一、法國海洋油污染預防與應變準備組織、參訪海難聯合救助中心(MRCC)

Cedre主任因至挪威出差，本訓練課程由副主任Mr. Arnaud Guéna致歡迎詞後，揭開Oil Spill Management (IMO Level 3) 課程序幕，並隨即與說明簡介Cedre組織與任務，接續由訓練部門隨課講師Mrs. Emmanuelle Poupon 簡介課程與授課目標，並介紹Cedre周圍環境及注意事項。短暫休息後，訓練部門隨課講師Mrs. Emmanuelle Poupon簡介法國海洋污染應變架構；下午則安排前往法國海難聯合救助中心 (MRCC)進行參訪。

➤ 法國海洋油污染預防與應變準備組織

法國本土與海外屬地約有18,000公里長海岸線，1千1百萬平方公里（在海外屬地占97%），法國本土主要有3段海岸線：北海航道（海岸線1,759 km），大西洋部分（海岸線2,400公里），地中海部分（海岸線1,694公里），在英吉利海峽的多佛海峽是重要且繁忙的海上交通要道，每天有400艘商船/天（占全球交通量的25%），地中海法國海域部分每年有8,000艘船舶。在法國漏油污染風險高，在過去四十年中，有35件海上事故的顯著案件造成實際污染或污染風險。自1967年以來，有11件重大事故時造成法國海岸嚴重的油污染。其中在世界級最嚴重的事故，7件影響了法國的海岸線，無論是因海上事故靠近法國海岸發生的(Amoco Cadiz, Gino, Erika, levoli Sun)，或在鄰國發生引起事故浮油漂向法國海岸（Torrey Canyon在英國，Haven在意大利，Prestige在西班牙）。

自1967年3月18日，利比亞籍「托雷·卡尼翁(Torrey Canyon)」油輪於英格蘭海域觸礁，造成12萬噸原油洩漏的事故，對布列塔尼的海域造成嚴重的污染與影響，經此次事件後，法國政府開始思考海洋油污染的應變處置與策略，但仍無設置專責機關，雖然政府不斷提出相關的法案，但並未通過法案。直至1978年3月16日，再發生利比亞籍「阿莫科·卡迪茲號(Amoco Cadiz)」油輪於布列塔尼半島外2.6哩處觸礁沉沒，20餘萬噸油洩漏，污染布列塔尼近400公里海岸地區的重大海洋污染事件。此時，法國政府與社會大眾才警覺11年前發生的「托雷·卡尼翁(Torrey Canyon)」污染教訓未被記取，法國仍未立相關的法令、設置專責機關與專家，在社會大眾及輿論壓力，法國政府加速了立法程序及改變作為，打破一些海洋資源自由運用的概念，增加了海上航道管理規定，如將航道規劃遠離海岸線等，並要求相關的業者應簽訂協議，自行處理事故船隻，同時增加法國海軍參與應變及處理及設置海洋污染應變的資源(人力、船隻、設備)，並成立一個「水域意外污染事件研究中心(Cedre)」，以提供法國政府或民間機構處理海洋污染事故緊急應變所需之技術、設備與專業知識。

在法令架構方面，法國原將海洋污染相關法令納入「民事安全」的體系，在「阿莫科·卡迪茲號(Amoco Cadiz)」的事件後，又決定將其獨立出來，直到 2008年時，又將其回歸納入「民事安全」的法律架構，之所以如此，是因為法國的組織是一直在調整變動的，目前繼續根據各種經驗來調整作法。儘管法國政府施行權力分散與地方自治制度，但中央政府仍然是統籌全國性的災害防制作為的核心，所有的 POLMAR 組織直接向總理負責，以利中央與地方在災害防制作為上的統一推行。

法國政府於1995年11月22日在總理辦公室設立「海事秘書長」一職，藉統一協調各部門組織，共同執行海洋污染應變相關工作，這也是法國設置海事秘書長以國家層級的職權，協調海軍、海關、海事航政、環保、消防等部門及地方政府應變資源。因此，水域意外污染事件研究中心(Cedre)協助法國政府進行海洋污染事件之應變及處理，提供應變策略與相關專業知識，而實際的污染清除工作則由民間公司負責。

法國對海洋污染事件應變組織區分為「海上」及「岸際/陸地」，並分別由海軍、環保、交通及消防部門為主要應變機關；對於油洩漏污染事故發生後，考慮保護的優先順序是「人」、「經濟來源和基礎建設」及「環境」三個順序。在海洋污染防治工作區分為「事前預防」為第一考量避免污染、「應變整備」及「事故應變」等。

(1) 國際的協助

法國政府海洋污染在國際協助部分可分成三種層級：

- A. 歐盟層級：由歐洲海事安全局支援。
- B. 鄰國間雙邊或三方協議：，如與英國之Manche計畫；與西班牙之Biscay計畫；與意大利和摩納哥間之RAMOGE。
- C. 同一海域(區域)之政府協定，如波恩協定（北海區）巴塞羅那公約（地中海）。部份波昂公約與巴黎公約巴塞隆納公約等合作。

(2) 應變策略選擇

在海上油洩漏事故應變策略選擇，首先要依據現場狀況考慮各種應變措施與方法（優缺點及限制因素），據以提出數種具體可行的應變處理方案並且依現場之現況彈性運用，並隨時對意料之外的事件處理做好準備。

➤ 參訪海難聯合救助中心 (MRCC)

前往布列塔尼半島的「海難聯合救助中心」(Maritime Rescue Co-ordination Centres, MRCC)參訪，本次參訪先由該中心向團員做簡報，後團員分為兩組參觀該中心實際作業情形後，再提問討論。

(1) MRCC 簡介

法國海域搜救區域(SRR)依地理位置共分為5個子區域，每個子區域皆分別設置MRCC 轄屬。在海外，另有2個MRCC，一處位於法屬留尼汪島(非洲馬達加斯加東邊)，一處位於法屬西印度。這7個MRCC 直屬政府總理，並由資深閣員擔任執行長，交通設備部為主要督導單位，結合內政、國防、外交、財政等部會，其搜救組織是以各單位相互合作為架構，遇有救難案件，MRCC 可跨單位指揮協調海事局、海軍、海關、憲兵、國安、民間救難組織、SNSM、外國SAR 等。該中心由海軍人員組成，設有主任1人，負責海上交通與搜救任務協調事宜，其成員有13位軍官、32個技術員、1位秘書、1位人事人員。區分2組：搜救訊號監看(SAR watch) 每日4人當值、海上交通監看(Traffic monitoring watch) 每日2 人當值。

(2) MRCC任務

法國MRCC 有五大任務，包括：(1)搜救、(2)船舶交通服務(VTS, vessel traffic service)、(3)護漁、(4)污染情形監視、(5)氣象及安全資訊廣播。最主要還是搜救作業，由MRCC 負責指揮協調，也以多點的方式接收連繫Inmarsat(行動衛星公司)和Cospas Sarsat(國際衛星系統)的船舶遇險訊號。在接收這些訊息之後，MRCC 便展開搜救行動作業，並指揮調度海軍及民間搜救單位等，執行時協調不同部門包括海關、警察、環境、交通、港務、縣府、農業等部門。合作夥伴FNSM是個義務組織，由漁民組成義務協助救難，特色是駐點分佈廣泛，較容易動員協助。每個搜救設備皆是法國行政部門的財產，因此，在搜救作業過程中，搜救設備是由MRCC 所支配調度的。

在搜救設施方面，航空機及直升機計有：法國海軍巡防航空機、法國海軍直升機、安全民用直升機、海關直升機及航空機、憲兵直升機、RAF 及HMCG 直升機、RAF 海事巡防航空機；救生艇、拖船計有：SNSM救生艇、海事巡邏艇、憲兵巡邏艇、法國海軍艦艇、拖船、海關巡邏艇、充氣式遊艇。

該中心提出一些統計數據：MRCC 每年約執行1,000 件搜救案件，這些事件依救援對象區分，分別為：遊艇事件52%、商船14%、漁船23%以及游泳活動(包括潛水)等，搜救任務尤其集中在法國度假期間，另很多不專業的業餘航行需要救援，約有2,000人次獲救，僅幾人死亡。

議題二、溢油應變預防：緊急應變計畫、參訪國家應變儲備物資；溢油評估：油行為與特性、決策支援系統

➤ 緊急應變計畫：

良好的應變計畫，是必須讓所有使用者能就專業技術觀點進行評量，並確認為可實際執行，且應變團隊人員必須充分瞭解及信任計畫內容，這是非常重要的觀念。

計畫著重於可行性，格式應簡約，內容避免繁瑣，匯入過度的資訊，反而會導致無法確切掌握。一般的污染防治分為：預防(包含人員訓練、計畫的擬定、應變的作為)和整備，在應變階段中就可印證，準備工作是否充足。所以必須運用平時，藉由定期的演練，驗證計畫是否具體可行，並透過管理循環不斷更新修正，因為任何外洩事件都可能是獨立個案，所以要因地制宜。

油污染和化學品外洩不一定會起火或爆炸，但有可能出現更嚴重的污染，所以人員安全以及如何保護生態環境的策略，都應該納入應變計畫的考量，制定順序應分為：

- A. 如何維護人員的安全。
- B. 貨物的處理策略。
- C. 環境生態的保護。

計畫中部份的議題必需先加以分析，如同軍事作戰一般，必須充分瞭解所面臨的敵人，以及本身的儲備能量，其要點歸納如次：

- A. 與鄰近地區的協議或公約協定。
- B. 發生溢油事故所承擔的風險。
- C. 應變團隊危機處理的經驗。
- D. 清楚的計畫架構和內容。
- E. 實用的應變策略。
- F. 廢棄物處理流程。
- G. 人員訓練的程度。

應廣泛蒐集所有案例的資訊。臺灣位於海上航行交通樞紐，商務往來多，出口貿易等交通運輸往來密切，長期依賴外國資源例如：石油等原物料，所以風險特別高，受東北季風影響時更甚(如下圖)。由於風險是人員不能完全自主，充滿不確定性因素更高。例如本中心(Cedre)在發生大型油污染事件後，會檢視相關法令、主要架構等。臺灣也發生過重大油污事件，可以透過案例分析及探討，實施法令改善，應變程序的修正及強化裝備的籌補。

污染有時也會來自陸地，中心處理很多案例是由陸地上所發生，必須要考慮頒訂污

染源頭管理，評估相關政策及計畫，隨時做出調整，探究問題所生之因。參考國際應變在研判溢油事件的處理層級原則，依圖例縱軸是溢油規模大小橫軸是地理位置區域，管制的層級和強度亦低，並隨溢油事件嚴重性逐步提升管制與應變強度。油污染應變計畫是由交通運輸部等單位所訂，從事有關污染的管理工作。但如果地方當局已無法應處的狀況，則必須由中央加以協助或接管。此外，民間石油公司也必須要制定一套污染防治的應變計畫及相關的設施。

有關決定策略或執行方式，必須清楚界定方法和技術，例如：現地燃燒等方法，由於廢棄物後續清理工作是很重要的，如果選擇清理方式錯誤，將會前功盡棄。例如：應變器材使用散油劑是否使用合宜等要件。應考量跨部門合作，協調資源取得來源，廢棄物運輸儲存，堆置再利用等。因為廢棄物處理價格不一，有毒物質處理價格會更昂貴。

➤ **Cedre應變儲備物資：**

- (1) Cedre設有各式的攔油索及汲油器等設備庫，每當有進行汲油器、攔油索的操作訓練時，均會提供學員使用，並以真油做測試。
- (2) 油品風化的實驗室，可製造海流現象、溫度、造風、造浪等，將油品注入水槽，並持續觀察及取樣，藉以了解風化的粘度及蒸發的程度。
- (3) 水柱型實驗設施：模擬外洩物(化學品、油等)在海中的行為反應測試，水柱內裝注入海水，以不同的污染物置入後，觀察外洩物沉水後其溶解速度的變化及蒸發的情形。但苯不一定會沉入海裡，也可能造成空氣危害。
- (4) 水生物實驗室：模擬外洩物(化學品、油等)在海中與其他生物的行為反應實驗將一定劑量的污染物置入水中，進行最長為期五周的觀察，檢驗生物殘留的污染反應。

➤ **油行為與特性**

探討油類基本的物理及化學性質、風化的特性變化，針對特性決定最適合之處置應變方式，如油品回收、現地燃燒或使用化油劑。影響行為成分組織和化學組成外在條件，同樣油品都會有不同行為反應，因應不同的策略和衝擊，所以應該瞭解及探討油品化學，每一個油品都有不同化學行為。原油精煉後會出現不同的化學成分提供不同的機具使用如：汽車、飛機、工業機器等。但成份都有飽和基和碳，飽和基有液態和固態還有芳香烴的成份。化學組成所含芳香烴和飽和基成份就會有閃點。遇到外洩物品閃點低就有爆炸風險。

相同油品在不同氣候條件環境會出現不同的結果，海浪(擴散及乳化的影響因素)、日照、海水鹽分等。濃度高低及流場因素會決定油污染擴散速度，因為擴散效應會增加

揮發速度，造成定位監測的困難度。輕油比較容易出現彩虹狀，但有時候看到的反光現象，是生物或動物的因素產生，所以必須要審慎評估。瀝青雖不易揮發，蒸散後可降低海面油污量、但跟大氣接觸面積及受海象影響，致水面氣體關係，會有發生爆炸的可能性。黏度低的油可能幾天就擴散了，乳化及重油反之。乳化後的油品，也會改變顏色(棕或橘)。也因為乳化後密度提高，因而下沉。高熱度瀝青放入水裡雖然成為固體但非常脆弱，碰撞後不易回收。通常污染物透過生物降解非常緩慢，可於污染地區施放微生物，以岸際工業污染較常用，或利用光氧化自然處理重油，而時間、海岸特性、油品種類則攸關處理模式。

➤ 決策支援系統

(1) 系統模擬

- A. 模擬資訊對於應變團隊推估風化及流動是相當重要的，發生油污污染事件時，應盡速執行並定期更新，輸入風速、流速、水溫、外洩體積、油品性質等資料，即可模擬推估油品揮發、密度、黏度等變化行為，預期對環境衝擊，決定採用適合的方法進行應變，影響模擬結果的因素有溫度、海象變化、海岸線地形等條件。所以模擬結果僅能做成參據，仍應透過實際的觀察(如空中監控)，比對模擬結果。
- B. 目前模擬的系統略分：OSIS、OILMAP、NOAA(美國官方模擬系統)，法國模擬器是由所官方研發，結合國家氣象預報資訊，進行模擬提供當局作為參考決策，亦可搜尋海上漂移目標(人員漂移、貨櫃等)使用，也可回溯外洩地點，找出污染源。
- C. 油污外洩會有擴散及風化關係，為了明確掌握油品行為變化及漂移動態，採用空中監測是最好的方法，且必須在第一時間，抵達事故現場週邊海域實際觀察，方能助於後續應變決策之下達。

(2) 空中監測資訊：

- A. 法國是由海關、海軍或國境防衛隊實施空中油污監控工作，飛機機腹有雷達系統，紅外線(紫外線)多光譜，SLAR海面無浪時會誤判為油污無法偵測，另可加裝微波及雷射感應器，作為影像處理，於事故現場採低空且慢速航行，進行浮油實際漂移或擴散位置與模擬結果進行比對，以修正系統相關參數之設定。
- B. 擴散面積及外觀變化(橘色為乳化部分)。
- C. 推測外洩體積及數量。
- D. 指引應變船舶及航空器正確位置。

- E. 提供應變單位繪圖。
- F. 可從外表顏色判斷浮油厚度。
- G. 用目測看見乳化，大約1-3mm。
- H. 使用限制：
 - (A) 天候不佳航空器無法起飛。
 - (B) 氣候因素(濃霧、大雨)導致能見度差。
 - (C) 擴散範圍太廣泛。
 - (D) 污染物密度高已下沉。
 - (E) 油污染面積太小。
 - (F) 雲層倒影、石頭、海藻、天然現象，會造成誤判為重燃油。

議題三、海上溢油應變策略：應變策略與決策程序、油分散劑使用、參訪 Cedre 應變設施、溢油圍堵與回收、漁民於溢油應變中之支援

➤ 應變策略與決策程序

1. 應變策略與決策程序

應變策略與決策程序，包含應變的準備原則及一般使用的應變技術與措施，課程中所講授的是根據Cedre中心的經驗及專家的知識，但在實際操作時要因地制宜，因各地的狀況不同採取適用的方法；因海污發生的原因不同，會導致所採取應變的方法亦有差異，一般會造成油污的原因不外是：船隻的機械故障、結構破損、航行的錯誤、失火或爆炸等等，其肇因大多是因人為的疏失所引起的。

大部分的油污外洩都會對海岸線造成衝擊，因為每個地方的敏感性不同，所以都會有不一樣的後果與衝擊，一般如果衝擊到海岸，都會需要投入龐大的人力、機械設備及長久的努力，比如說油污的清除、恢復海岸線的清潔等，那就是為什麼我們要建立起綿密的合作網路，比方說是雙邊的合作協議、國際間的合作協定等，這樣在意外發生時，除了自己的應變能量之外，還可以動員或是請求國外或是對外的協助；法國與多個國家在幾個海域均有簽署關於海污應變的合作協定，包括北海、大西洋以及地中海等等，有需要時均可請求國際提供相關的合作與支援，特別是在面臨重大的海污事件時，是非常重要的。

2. 油污外洩事件一般的戰略選擇

- (1) 現場採取行動，避免油污外洩或事態擴大造成衝擊

- (2) 與相關單位聯繫取得油品資訊，掌握應變時機
- (3) 監控油污狀況，決定採用的應變策略
 - A. 把油留在環境中
 - B. 或把油從現場收集走。

3. 油污事件的應變策略及一般使用的應變技術與措施

- (1) 使用化學散油劑
- (2) 現地燃燒
- (3) 什麼事都不做
- (4) 油污圍堵與回收
- (5) 廢棄物的清理

- A. 廢棄物清理耗時而昂貴：
- B. 限制廢棄物數量，降低應變成本

4. 油污應變的戰術選擇與淨環境利益分析

所以並不是等發生油污事件再來想該怎麼辦，而是必須在事前就要先思考、討論及運用專家的知識與建議，事先建立好應變計畫，在不同的狀況下能選擇適當的應變方式，所以要事先想像有可能發生油污的情境，就各國各地不同的情況，可能會遇到的油品種類，在何種狀況下會外洩至環境之中，然後利用這樣的原則，就是淨環境利益分析(Net Environment Benefit Analysis, NEBA)，加以衡量油污的衝擊、油污的應變選擇、選項的衝擊，在選項間去比較兩邊權重，權衡利弊得失。

5. 法國的應變決策流程

- (1) 首先確認油污外洩事件的地點、油品種類，浮油是否會威脅到海岸線
- (2) 監控油污流向，若有可能碰觸海岸線，優先考量使用散油劑
- (3) 若無法使用散油劑，則於外海進行圍堵與回收
- (4) 將油污導引至避難場地，並使用攔油索保護環境敏感度較高的地區

➤ 油分散劑使用

散油劑的作用是将浮油形成非常小的水滴狀，透過波浪攪動將小油滴(直徑0.05 mm)從海面上轉移至海裡面(一般小油滴的直徑小於0.05 mm就不會再浮出水面)，並藉由波浪和海流達到快速分散稀釋的效果，隨著稀釋的作用，將環境的衝擊降至最低。

使用散油劑的缺點是不會減少污染物存在於環境當中，反而在環境中加入一種本來不存在的碳氫化合物，高濃度時可能對於特定生物造成傷害；使用上受到油品特性和環

境條件的限制，若使用於海岸線，則會增加油污分散在周圍環境的風險；如果沒有發揮分散油污的效果，反而影響後續回收圍堵的作業。考量上述優缺點及使用目的，在法國是由海上應變主管單位、內陸水域和港口管理等主管單位來決定是否使用散油劑。

在應變計畫中使用散油劑一直存在著爭議，雖然法國使用第三代散油劑有很好的效率且生物毒性已經非常低，但還是需要不斷地研究評估散油劑的效率，最後透過環境利益分析來決定是否使用散油劑。然而我國海洋油污洩漏事件發生的地點都離岸邊很近，當發生船體破損造成油污洩漏時，油污很快就會到達岸上，且海岸周圍水深不足，擴散效果不佳，再加上平時應變器材的準備及應變動員能量的強度，實務上我國目前並不適合使用散油劑。

散油劑是一種化學物質，每個國家都有許可過程，法國是由Cedre負責，測試確認散油劑的使用效果、毒性測試及生物降解能力。目前法國海軍只使用第3代濃縮且不需事前稀釋的散油劑，一般有效期限大約是5年，有些可以達到10年有效期限，因此在應變器材庫中要確認散油劑的有效期限，其使用量約為洩漏油污的5%至10%。目前我國核准的污染防制用藥，如「國光牌油分散劑」只有2年的有效期限，是不利於應變器材的準備和儲存。

散油劑的使用時機受限於使用效能限制，決策制定的方法考慮其可能性(possible)、可接受性(acceptable)、可行性(feasible)，當符合這三個條件才可以使用散油劑。油污經過散油劑作用之後，就像水中的一片雲，從空中看下去，呈現出橘色或棕色的雲，這就表示使用散油劑非常有效。

(一) 溢油圍堵與回收與參訪Cedre應變設施

本議題主要針對溢油如何的處理進行介紹，一般而言，包含(1)什麼事都不做(自然清理與回復)、(2)化學分解、(3)圍堵和回收與(4)現地燃燒共4種選擇；如何選擇處理方式，應視油品的特性、洩漏量、地點、影響範圍、天候情形、成本等不同條件進行綜合評估。

若選擇圍堵和回收，在海上和內水(如河流)概念相同，均需進行圍堵、回收與儲存共計3種作業。

圍堵主要係利用攔油索，將溢油集中控制在一定範圍內，避免原有溢油或清洗所產生之油污擴散，同時亦可透過攔油索增加溢油的厚度，可有利提升下一階段回收作業的效率；回收主要係利用汲油器、幫浦、油槽等設施，將溢油有效率地進行回收，選用汲油器則需視不同條件因地制宜；最後將所收集的溢油儲存在適當的油槽或容器內，以利

後續集中管理或轉運至適當處理場所。

以下針對圍堵回收常用的工具－攔油索、汲油器與幫浦，分別介紹其特性。

1. 攔油索

- (1) 避免溢油擴散
- (2) 保護敏感區域
- (3) 圍堵溢油
- (4) 便於收集溢油
- (5) 協助清理作業

有關攔油索使用，須注意相關限制，如：由海浪、拖船使用、海流等影響，導致張力超過原使用規劃，恐導致攔油索斷裂；或油品特性、流體現象與油污保持情形，是否浮在水面上或下；一般而言，當海流大於0.7節時，使用攔油索的效果恐變差，當海流到達1.5~3節時，尚勉強能使用攔油索，若超過時則不宜使用，因其已無法有效圍阻；另使用攔油索時亦應綜合考量其布設方向、海流方向等，以達成效。

2. 汲油器

汲油器有不同大小、流率、範圍與操作特性（機械式、親油性）。

(1) 機械式（Mechanical）汲油器

機械式汲油器有下列特性，類型分為Direct suction、Direct suction and sweeping arm、Weir、Belt四種。

(2) 親油性（Oleophilic）汲油器

親油式汲油器有下列特性，類型分為Disc、Drum、Rope、Brush四種。

3. 幫浦

幫浦類型分為離心式(Centrifugal)、正排量(positive displacement)二種，正排量亦可再分為Lobe、Diaphragm、Archimedes screw、Peristaltic、Double screw五種。

4. 其他Cedre相關設施

除了緊急應變器材庫之外，亦參訪了生物實驗室、油品擴散模擬實驗室等相關設施，該機構透過平時研究、訓練累積應變經驗及能量，遇事故時，亦能作為應變團隊專業、可靠、具時效性的強力支柱。

透過本次的課程，針對溢油應變策略有全面性的了解，需特別注意的是，相關設備或措施都有其本身的限制，並深深地受到當地環境條件的影響和侷限；因此，考量相關策略時，選擇適合的措施及良好訓練的團隊是關鍵，並可達到事半功倍的效果。

➤ 漁民於溢油應變中之支援

溢油發生時，有別於第一線的清除、圍堵、回收等作業，針對溢油處理具有明顯效果，在此議題中，接續探討第二線支援——協助運送少量物資及清理廢棄物的重要性。

有關溢油處理過程中，溢油量與處理過程中所產生或減失情形，可參考下圖，以1,000噸油在離岸區域外洩為例，因其中300噸揮發，使總溢油剩下700噸；透過散油劑措施而減少200噸，使總溢油剩下500噸；再透過回收措施減少100噸，此時總溢油剩下400噸；隨著時間經過，因受天候等因素影響，油品產生乳化情形，使得油污量增加1,100噸，讓總溢油(含油污部分)大幅增加到1,500噸；倘未能處理完全，等油從海上飄散至岸際，則處理/清洗所產生的污染廢棄物，將大幅增加1,500噸，使總溢油(含油污與污染廢棄物)來到3,000噸，與原始1,000噸溢油相差甚大。

透過這案例，顯示溢油處理應變的重要性，倘未能於海上處理，當溢油飄散至岸際，將大幅增加處理成本及對環境的影響。

法國在1999年Erika漏油事件，當時尚未把漁民納入應變動員的考量，在後續檢討作為已有開始考量這部分，所以當2002年西班牙發生之Prestige事故時，法國政府檢討相關作為，開始重視漁民參與，與其簽訂協定，當相關事故發生時，開放漁民參與除污等措施，政府則提供資源(包含財務、個人防護設備、燃油、空中協助與廢棄物管理等)，並將其納入應變組織當中，使應變更具彈性及效率。

透過開放漁民參與應變作為，因為其具有地緣、專業、實務經驗、對海洋有認同感等優勢，也帶給整個團隊非常大的幫助，如：熟悉當地海流的漁民，能更有效率地回收溢油，或能提供在地天候、海域特性等建議，有時亦能跳脫專業器材思維的限制，利用在地器材，提供創意方案更有效率蒐集、清理油污，有時甚至比專業團隊效果更高；就實務上所遇到的經驗，在類似紅樹林的敏感地區，曾有油污案件由專業團隊進行清理需要8小時，但由漁民則僅花費1小時，其搜尋和回收效率均有顯著優勢。因此，在油污應變中，除專業團隊在第一線進行大範圍的圍阻、回收，透過漁民建立第二道防線，針對第一線所無法涵蓋的部分進一步的回收或清理，提升整體應變處理成效。

漁民相關的專業人士，在應變組織中能提供有力的支援，運用得當能達到有效清除油污、降低對環境影響、節省成本等效果，因此，除納入應變組織外，平日與應變團隊的協調、訓練與聯合演練是相關重要，以達緊急應變時發揮最大效果。

議題四、海岸溢油應變策略：岸際清理、廢棄物管理；責任與賠償：國際公約與規章對溢油事故之預防與應變、責任與賠償

➤ 海岸溢油應變策略：岸際清理

岸際清理主要分成三個部分進行介紹，包含1.一般考慮，2.岸際清理技術，包含海灘、岩岸及紅樹林，3.法國應變準則。

1. 一般考量

應變步驟，包含步驟1.受油污染海岸線評估：提供洩油的區域規模和範圍，並確定優先的行動和目標；步驟2為採取適當的應變技術，根據受油污染區域的基質(沙子和石子 海灘岩石、人工結構基質鹽沼)及環境敏感性(紅樹林)，採取不同的應變技術。

2. 岸際清理技術

(1) 根據海岸基質，採取適合的清理技術，可分為海灘的基質(卵石、沙)、岩石海岸線及人造結構物及鹽沼和紅樹林等不同之清理技術：海灘清理(階段1)，大量油的回收，包含使用：

(2) 最終清理階段(階段2)：

殘留油污的清理，主要是將殘留在石縫的油/小油球/污染進行清理，利用篩選機械細沙的殘油，利用水注沖刷及收集渠道，如為水下之殘油，則可以加入空氣及水柱沖洗，促進油污的分離。相關產生的廢水必須收集，防止二次污染或鋪設吸油棉。

3. 法國海岸清理應變原則

- 原則一：依個案不同，決定清理的範圍(與利益相關者一起討論決定清理的目標)。
- 原則二：減輕對環境的不利影響，並限制污染轉移。原則三：避免了“被遺忘的”污染。

➤ 海岸溢油應變策略：廢棄物管理

經貿活絡海上交通日益頻繁，高風險潛勢之船(海)難或相關污染事件發生，易有所聞。而海洋油污染事件，如果處理不當，常造成環境生態浩劫、經濟層面、當地居民的生命財產等重大影響。因此，當海洋污染事件發生時，在第一時間，即需蒐集、分析、規劃應變作業並投入大量人員、器材設備等應變資源，進行緊急應變及搶救，以降低污染事件所造成的損害與衝擊。

根據數據顯示，原油外洩所需付出的成本，每噸約為10萬元。因此油污染對環境與社會經濟影響甚鉅。另清除、處理海洋污染事故所產生之油污染廢棄物亦非常可觀，依過往經驗油污染廢棄物常是外洩油量之數10倍以上，油污染廢棄物處理上更是耗時，以ERIKA事件為例，耗時長達四年的時間，才將約25萬噸之油污染廢棄物處理完畢，花費高達8千萬歐元。

所以，需要事先了解規劃清理後廢棄物管理之步驟：如油及油性碎片收集、臨時和中間貯存場之建置、廢棄物輸運、廢棄物處理、最終處置等。而最優先能做到避免產生或減量回收再利用，以減少最終處置。

海洋油污染發生時，依照計畫執行緊急應變，應將明確指導及作為，告知參與人員，另可借助其他專業單位或組織協力執行，以有效、迅速執行應變及後續事宜。在此訓練單位提供相關資料供參考運用。

➤ 責任與賠償：國際公約與規章對溢油事故之預防與應變、責任與賠償

對於國際的定義，來自於聯合國／國際海事組織之架構，在雙方協定方面，部份由國際海事組織而來，也有一些單一國家施行，如美國之OPA。

意外之污染洩漏並非全是自主性從船舶排出或洩漏，有關自主性洩漏污染之事項，在Marpol Convention〈防止船舶污染國際公約〉有所說明。通常洩漏可能是液體物質或貨物，如油、燃料、化學或有害物質等。

關於污染洩漏防止與應變方面，防止係指海上意外之預防，如船舶設計或訓練等，應變則係指有關調停、協助或合作等。而以上兩者亦牽涉到有關責任與賠償問題。

有關海污防止與應變之規定、責任及賠償問題等相關公約及規定：

1. 一般性架構

- (1) UNCLOS Convention〈聯合國海洋法公約〉
- (2) Marpol Convention〈防止船舶污染國際公約〉
- (3) 1972 COLREG Convention〈防止海上碰撞國際公約〉
- (4) 1974 SOLAS Convention〈國際海上人命安全公約〉
- (5) 1969 Intervention Convention〈國際調停公約〉

2. 應變規章

- (1) 1990 OPRC Convention〈油污染準備應變國際公約〉
- (2) 1992 Convention on Civil Liability〈CLC〉〈油污損害民事責任國際公約〉
- (3) 1992 Fund Convention〈基金公約〉
- (4) 2003 Supplementary Fund Protocol〈增補基金協議〉

➤ 在有毒及有害物質等化學品方面：

1. 1996 HNS Convention 〈國際海上運輸有毒有害物質公約〉

2001 Bunker Convention 〈國際燃油公約〉

議題五、HNS 洩漏及應變作為、化學品海上運輸的國際法規與準則、HNS 於海上運輸及裝載模式、化學品在海上行為、化學品擴散模擬、探討 HNS 對人體健康及環境之影響

➤ HNS洩漏及應變作為：

由研究部門Camille Lacroix女士進行講授，本節課主要介紹什麼是有毒有害物質，並探討HNS的特殊性、複雜性，以及HNS意外所可能造成的衝擊，經由多面向的角度來探討化學品的外洩。課程內容包括HNS的定義、趨勢及統計、認知的提昇，以及相關的挑戰與關切點。

何為有毒有害物質（HNS）？：首先介紹定義特殊性複雜性及造成衝擊。盡量從如何產生外洩簡介。所以針對定義認識統計如何提高防範

第一個定義：國際海事組織定義Hazardous & Noxious Substance（有毒與有害物質）簡稱為「HNS」，係指任何油品類（石油）以外的物質進入海洋環境中，可能會對人體健康造成傷害、破壞生物資源及海洋生物，導致海洋環境設施之破壞或干擾海洋資源合法使用，該物質就被認定為有毒與有害物質（HNS），

第二個定義：「國際海上運輸有毒有害物質損害責任及賠償公約」中，也將其定義，在不同的章程，對不同型態的化學品做不同的定義，如：IBC CODE「國際載運散裝危險化學品船舶之結構與設備章程」（簡稱國際散化章程IBC CODE），便針對散裝液態化學品，內容中便有相關管制的化學品清單。

嚴格來說，HNS指任何非油品類物質，如：石油衍生品、有毒和危險的液態物質、易燃液體（閃點低於60°C）、氣體和液化氣體、危險包裝貨物，有害及危險材料及相關化學危險之固體散裝材料。我們常見的像石化產品（粉狀、粒狀）、液化氣體、液態瓦斯（閃點通常低於60°C，如丁烷）、是最常運送的易燃物（硝酸銨）、重金屬以及放射性物質等均屬之。但也不完全受限上述之物質。

於西元1996年Fénès號地中海擱淺，載運小麥之貨船，2,500公噸小麥散落海面上，造成島上及水生植物危害。可是問題是量太大，反應產生出甲醇、乙醇和硫化氫造成健康危害及環境衝擊。可以看到小麥經由化學反應後，不僅對生態造成破壞，也是化學物質對人類之衝擊，而後亦將小麥也列為HNS。

在過去的歷史上，HNS之意外，自古就有發生在海洋中污染的意外事故。如1917年白朗峰貨輪發生衝撞，產生爆炸，造成了當地居民及工人2,000人喪生及1,000人受傷，

並破壞了許多附近的設施。而在1947年中就有兩起載運硝酸銨引起意外爆炸。這兩艘船分別屬德國及法國。兩個案例都是硝酸銨著火爆炸，傷亡相當慘重，也造成附近設施大量損壞。

我們可以發現HNS意外傷亡都非常慘，而這到底代表著什麼意義呢？目前化學品的製造加速增長，亦可觀察到運輸船隻的噸數越來越大，造成海洋污染的例子也越來越多。顯然目前來說海洋運輸是屬較低成本運輸類型，可以長途運送，亦運送大量貨物，不論化學品或是一般貨物，而且全世界幾乎都有航運交通。

自從航運不斷的發展以來，大家對HNS及其發生的意外都有提高了一定的認知。首先先來看國際社會對HNS的認知。特別是國際海事組織（IMO）成立及訂定相關章程、法規來進行有效的應變。相關的章程及法規，後續將會詳細說明。現在擁有海岸的國家對HNS的認知也提升許多。他們不僅逐漸將HNS納入到應變計畫中考量，此外還充實相關的應變配備，並增加對它監視的能力及合作建立對HNS的資訊網絡。

為何對於HNS的應變我們先要準備哪些東西呢？

要了解HNS特性，第一步便是要可以讓HNS和油比較出有何不同？

- (1) 相對於油，HNS的種類相當複雜及繁多，甚至因成分不同，便有不同的反應行為。
- (2) 油的危險性較低，危害人體健康較少，但HNS的危險性較高，且對人體的傷害較嚴重。
- (3) 油污應變相關設備可以算是基本常見的配備，但對HNS來說，所需的應變器材常常屬針對、專用且特殊的。
- (4) 石油運輸大部分為液態的，但是化學品不論是液態、固態或是氣態都有可能。油的狀態是有顏色的，我們有辦法看著處理，但HNS是沒有顏色的，很多時候是很難看得到。
- (5) 目前大家對油污防治的瞭解比較多，但對於HNS應變的了解比較困難且很有限。

雖然在應變準備上有類似基本原則可用，但還有些關於化學的特別因素需要去考量。目前重大的HNS事故應變雖然比較少，但是似乎也不是那麼地稀少。依據我們的經驗許多貨物我們將它視為HNS，大部分HNS的意外主要分為兩種，一種為易燃的液體，另一種為具腐蝕性物質。全世界每年大概會發生1-2件重大的HNS意外事件。以前有很多船會牽扯到HNS的意外，不管是散裝貨櫃船和整體桶槽包裝化學船都有可能發生HNS之意外。我們曾經做過HNS發生意外的原因比較。如果不考慮未知原因的發生，最主要的

發生事故原因是船體架構的破壞或是在惡劣氣候環境。

此外它的重要性便是它可能會危害人類跟環境，首先為船上的船員，船隻本體，海岸邊的居民及環境等，所以有許多面向要考慮。所以應變執行時是專業知識非常重要，為了確保人員安全及其保護，所以需特定程序是必要的，包括相關人員及居民，有時也需要特殊器材。根據中心人員的經驗處理的時間越快越好，因為HNS的應變時間是特別寶貴。由以上可以看出特定計畫及準備有其必要性，因此事先計畫、組織架構和相關安全、有效的應變計劃加上完整訓練演習是相當重要的。

(一) 化學品海上運輸的國際法規與準則：

此課程是由分析及研究部門主管Julien Guyomarch先生所講授，課程內容包含海上化學品的風險及危害；對應變團隊、船員及附近居民健康的衝擊；對環境的衝擊，包括對個人、人口及生態系統方面的衝擊。

化學品有時候在不同公司品名會有所不同，一般化學品有自己的名稱（學名）也會有分子式，通常名稱都非常複雜，所以一般會使用大家熟悉使用的名稱（俗名）。每一個化學品都有自己的CAS NO.，目前全世界大約有1,900萬多種；聯合國編號（UN NO）主要是用於化學品的運輸，包括船運、空運及陸運；還有其他的編號是用在其它目的所制訂的，但最重要還是了解國際組織的編號。在安全方面還有安全資料表、此外還有全球協調系統（GHS）的分類。本節課特別加強討論有關於海運化學品的國際規定。

本節課將涉及SOLAS及MARPOL兩個公約。SOLAS：國際海上人命安全公約，該公約著重於應變安全；MARPOL：防止船舶污染國際公約，該公約則著重於化學品所造成的污染。SOLAS公約規定的是散裝固態、散裝液態或是有包裝型式的物品，因此各自不同適用的章程，所以一共有分成IBC Code（國際載運液態危險化學品構造及設置章程）、IMSBC Code（國際海事固體散貨安全措施準則）、IMDG Code（國際海運危險品準則）、IGC Code（國際載運液化氣體船舶構造及設備章程）。MARPOL防止船舶污染國際公約並未規定有關液態化學品。

(1) IMSBC Code（國際海運固體散貨規範）

初期時並無訂定任何規範，僅有建議性質（在2010年至2011年期間因嚴重裝載貨物導致有66名工作人員死亡），IMO則在2008年成立一專案小組進行相關資料蒐集及研究並制定出符合國際共用之規範，於2011年1月1日公告強制執行實施，且於2013年1月1日修訂規範。此規範則將化學品分為A、B、C三類，並要求船舶進行載運貨品時須遵守妥適分類，分類說明如下：

A類：指含水量超過其適運水分極限（船運過程可能液化的貨物）。

B類：指可能在船運過程引發化學危害的貨物。

C類：不容易液化及不具化學危險貨物。

註：值得注意的是船舶可能同時載運A類及B類之貨品。

(2) IMDG Code (國際海事危險物品海上運輸章程)

IMDG Code是依據1974年國際海上人命安全公約(SOLAS)及1973年、1978年國際防止船舶污染公約(MARPOL)制定，此規範是為了保護船舶工作人員及從事危險品安全運輸之船舶防止海洋污染，並建議各國政府通過或以此為基礎作為法規。本章程由國際海事組織轄下之委員會(DSC)每2年對其內容進行更新及維護，在不同年度所需適用之版本就有所不同，故目前可使用35-10及36-12之版本。

依據IMDG Code之規定，海運之貨品須有適當之包裝容器、標示、標籤及危險品所具備的申報書等相關文件，若不慎遇到火災或洩漏的情形，能依照法規中的規定，對人、船、貨進行適當的緊急應變。故根據危險物品的物化特性，將其分成9大類，包括：爆炸物(第一類)、氣體(第二類)、易燃液體(第三類)、易燃固體(第四類)、氧化性物質(第五類)、有毒物質(第六類)、輻射物質(第七類)、腐蝕性物質(第八類)及其他危險物質(第九類)，並規範不同類型化學品之標示。另外，IMDG Code內另增修部分條文，主要內容包括船舶載運危險品之緊急應變程序(緊急應變指南)、危險品事故醫療急救指引、報告程序、國際海事組織/國際勞工組織/聯合國歐洲經濟委員會之貨物運送單元裝櫃指引、船舶安全使用殺蟲劑建議書、船舶安全載運裝入容器之照射過核燃料、銻及高度放射性廢棄物國際章程等內容。

其中IMDG Code亦針對船舶裝載貨品可能造成火災或洩漏，分別制訂事件發生時之應變處理程序，如火災有10種應變處理方式(F-A~F-J)、物質洩漏則有26種應變方式(S-A~S-Z)。

(3) IBC Code (國際船舶運輸危險化學品散裝的構造和設備規範)

IBC Code主要為海上載運危險及有毒、有害液體散裝化學品之國際安全運輸標準，依據載運化學品的危害性規範不同的船舶型式及載運方式，相關內容則記載於該規範第17及18章內。另此規範亦要求，任何一個化學品的運送都需要有「危害說明文件」，所以該文件由GESAMP/EHS所訂定。

(4) GESAMP (海洋環境保護科學專家聯合組織)

GESAMP建立了化學品的危害性分類系統(Hazard Profiles)，透過系統性的層級欄位與指標提供各類化學品對於水域環境的影響資訊，主要有對水生生物的評

估、人體健康的評估以及海域設施的影響評估，可提供船舶事件發生時應變人員進行初步風險評估之參考。

此外，GESAMP Hazard Profiles的E3欄位（Interference with Coastal Amenities）及EMS洩漏應變指引，可提供HNS洩漏事件發生時採取應變措施的基本指導方針。當Cedre接獲化學品洩漏事件通報後，常運用IBC、IMDG及IMSBC Code等資料評估化學品洩漏對於環境之影響（液體常用IBC code，固體常用IMSBC Code）。

(二) HNS於海上運輸及裝載模式

本課程說明運送化學品物質、路線、儲存接收站，相關運送船隻以及可能危險。

- (1) 固態散裝貨品運輸（Bulk solids transported by sea）
- (2) 液態海運化學品運輸（Bulk liquids transported by sea）
- (3) 散裝貨運載船（船上有大塊甲板）
- (4) 液體化學品運輸船（如油輪有著許多管線）
- (5) 氣體載運船
- (6) 全蜂窩式集裝箱船（貨櫃船）

(三) 化學品在海上行為

當化學輪發生意外時，大家都會問些問題，例如事故船上在有什麼化學品？化學品目前呈現的狀態，是在大氣中、浮在水面上或是沉入水中？對人或水中生物會不會有毒性？會不會有腐蝕性亦或是爆炸的可能？對人體及環境影響如何？想要回答上述的問題，就需要了解事故化學品的特性，而各種化學品會因為溫度及壓力的不同會有特定的物像，有可能會是氣態、固態或是液態。有部分化學品必須在特定物像才可進行運送，例如：棕櫚油需加溫呈液態的型態才可運送，當發生外洩時對環境影響就不同，所以部分化學品便要把運送時物像列入考量。每種化學品都有自己的物理性質及生態毒性，各個化學品在它的物理性質或是化學性質都有數百項資料，包括化學品的分子量、熔點及閃點等。

密度、蒸汽壓、溶解度及黏度最主要是決定化學品在海洋環境中的行為，而我們會在實驗室中界定這些數據。如：密度決定是否浮於海面，溶解度則是觀察是否可溶於水及其溶解速度，黏滯度決定洩漏物質流動的程度及之後擴散狀況和面積，而蒸氣壓則是決定會不會揮發及其揮發速率，這些資料會決定化學品外洩後，物質在海上及海岸邊會發生的行為。其他資料像是化學品的毒性或是影響生態的毒性，最主要是藉此瞭解這些化學品對人類及水生生態會造成的毒性。為了更瞭解模擬化學品外洩不同行為，還有在海水中流布的特性，我們用事故發生時間的長短來介紹化學品會有的行為狀態，分為

3個應變階段：

- (1) 即時性 (Reactivity)
- (2) 短期 (Short Term) (數小時，數天)
- (3) 長期 (Long Term) (一周以上) 流布特性

當海運化學品洩漏污染事件發生時，都可能會產生化學品的單體聚合作用、水解作用、光合作用……，所以呈現的問題或特性並非單一性的反應作用而已，需要作綜合性的評估及考量。而在緊急狀況下，可以參考SEBS Code (IBC Code) 提供相關應變資訊，以協助應變人員迅速掌握洩漏化學品的特性及衍生之環境影響。所以當海運化學品事故發生，我們最先便是確認海運化學品為何及其物化性質及危害性，並考量不同污染影響範圍，採取不同處理措施。

(四) 化學品擴散模擬

為了解船舶化學品擴散污染情形，作為後續應變措施之研擬及執行，可藉由化學品在海洋中／大氣中／海水表面的表現特性，輔以化學品之擴散模擬分析，據以了解化學品行為、傳輸方式、毒性當量，依此評估對應變人員之健康風險及環境的毒害。但是擴散模擬分析後之資訊建議仍要與現場觀察到之狀況進行比較。將模式之選用及重點說明如下：

- (1) 模擬程式之選擇
 - 化學品將會流向何處。
 - 是否會溶於水中、揮發至大氣、沉入海底及風化的趨勢等相關資訊。
 - 化學品將如何變化：揮發、沉降、溶解等。
 - 有何種危害：人體健康、環境生態。
- (2) 針對模擬之緊急應變作業需求：
 - 鑑別對應變人員的危害及危險。
 - 在發生洩漏區域，鑑別出安全區域及危險區域。
 - 污染物浮於水面加以定位並回收。
- (3) 理想的模型需具備之參數模組：
 - 物性及化性模組。
 - 流體力學模組。
 - 擴散模組。
 - 可輸入data的使用介面模組 (人性化介面)。
 - 顯示結果模組 (3D結合地理資訊)。

(4) 模擬分析應考慮的參數：

- 溶解度。
- 擴散速度。
- 揮發速率。
- 乳化。
- 化學反應。
- 半衰期。
- 生物降解。

(5) 電腦系統輸入資料：

- 產品性質（參考資料庫）。
- 外洩情況（洩漏發生位置：水面上、水面下、洩漏量）。
- 環境資料（地形、海洋水深、海流及氣象）。

(6) 常見化學品擴散之模擬：

- 美國CHEMMAP。
- 英國CHEMSIS。
- 挪威DREAM。
- 美國ALOHA。

在實際事故中量測和有效的模擬的通常是較有難度的，因為化學品在海洋中傳輸及擴散狀況不容易察覺，真實情況之數據難以測試及確認，導致於模擬結果難以比對。初期的應變有賴於正確的辨識化學品和精確的資訊加以判斷、模擬，而模擬出之狀況不可能是100%正確，所以進行模擬時要須明確得知洩漏為何種化學品，於何時何處發生何種之狀況。此外，必須將模擬出的結果與現場測量一同進行比對，因為化學品漂流的模擬，不同的顏色就代表不同的濃度，就能清楚的得知各時間、濃度分布與相對位置的關係。另外模擬所能提供的第三項資訊是人體跟環境的影響，它對生態系統的危害可從魚類或海鳥死亡的數量來進行觀察，而此方面之數據應多方面確認，因為影響層面相當的廣泛。

(五) 探討HNS對人體健康及環境之影響

海上化學品外洩的特性之一，常常是我們是看不到，而且也常是無味的。大部分的物質我們可能不是那麼熟悉，它的量是一個影響因素，而且它的情形可能會變化很快。化學品危害便是對人體或環境產生影響，通常有個危害因子就是長期暴露，所以暴露時間是主要考量因素。

而毒性代表有毒物質會讓人體的健康產生中毒不適的作用，它影響的程度會包括它所攝取的量、暴露時間及攝入方式有所不同，中毒的效果分為急性及慢性的。有關毒性，便是看接受的量需要多少會讓其成為毒藥，通常物質需侵入到組織中才會發生毒效，這個物質在組織內也有可能產出變化轉型。有害化學品是如何會進到人體中，我們要注意關於呼吸、皮膚接觸、黏膜接觸以及消化系統。關於毒氣的吸入中毒，像是有刺激性的氣體，例如：氨氣，此物質呼吸時便會傷害我們的呼吸道。中度溶解的部分會影響到身上支氣管，其他不會溶解物質會到達肺泡。

其他有些有害物質會對全身造成危害，例如：二氧化碳。在密閉空間時，聞不到氣味並不代表沒有危害。第一個嚴重效果為人體會失去動能，移動會逐漸緩慢下來，還會增加暴露其中的時間。接著討論皮膚及眼睛接觸，有部分可以算是較為局部性，例如：碰到鹽酸的情形。而也有局部及全身都受到影響，例如：除蟲劑（DDT），注意到受到化學傷害的傷口，若沒有進行中和的話，傷害會持續進行增加，發生異常可能會延誤（延遲效應），一天之後便快速惡化。對於化學品危害需要去注意有關全身效應之風險。

須注意有關於化學品在人體中代謝狀況，有些化學品在人體中經由細胞重組，留更多毒性物質在體內，主要便是留在肝，亦有可能在肺及腎。例如：甲醇對視神經的永久破壞而導致失明。最後討論的是其他效應：長期接觸導致身體及生育病變

- (1) 致癌性：誘發或增加癌症的發病率
- (2) 生殖障礙：對成年人的生育能力和後代發育可能會有影響
- (3) 胚胎和胎兒變異：可能發生功能缺陷和形態異常

討論完對人體的問題，接著是關於環境衝擊。風化之後結果跟行為：

- (1) 會揮發氣體可能有爆炸危險，浮體可能會有乳化或擴散之情況
- (2) 溶於水中的狀況，可能會發生生物累積和吸收情形，
- (3) 若是沉澱的狀況，它會保持在水體。而溶解或沈澱會有生物降解。
- (4) 對動物的影響，通常是氣體的揮發，影響到海（候）鳥。
- (5) 而溶解於水的，便會影響魚類、浮游生物或水生哺乳動物等，沈澱則是影響海底生物。當發生時，需評估環境風險要了解水中污染情形。

初步情況先評估，是什麼化學品，污染程度如何，而生物化學會是如何進行轉移或轉化等。對生態的干擾，包括它的生態毒性、生物累積及對生態環境的改變，所以我們會去注意它直接的生態毒性：致死效應：直接中斷一個或多個在身體上重要的功能；亞致死效應：降低生育功能、呼吸或攝食能力；輔助效果：會讓人類食用的動物肉或植物組織發生腐壞。影響層面相當大，小至分子化學反應，細胞組織與大到群落分佈生態

系統失衡。

議題六、人類及環境對化學物質的相關閾值說明、資料庫查找、模式演算、對疑似危險貨櫃的應變、對散裝液體洩漏的應變、液化氣天然氣的考量、面對船難的危險性

(一) 人類及環境對化學物質的相關閾值說明：

包括爆炸與燃燒的臨限值、毒理學的閾值以及環境用的界限值。

(1) 為何我們需要這些臨界限制(又稱閾值)？

HNS事故發生後，可以幫助以下作為：

- I. 製圖：根據化學物質的擴散模擬，預測現場狀況。
- II. 進行評估：可提供相關訊息，供現場應變小組參考。
- III. 採行緊急措施：居民疏散及規劃人員管制禁區。

(2) 爆炸與燃燒的臨限值

可分為爆炸下限及爆炸上限，係指若氣體或蒸氣或可燃性粉塵在空氣中的濃度界於此二者之間，一旦有火源，便可能引起火焰延燒，在密閉空間或特殊條件下可能引起爆炸，因此，爆炸界限亦即燃燒界限。氣體或蒸氣爆炸界限的濃度單位以“%”表示。爆炸下限愈低或爆炸範圍愈大，則火災爆炸的危險性愈高。

- A. 爆炸/燃燒下限 (LEL/LFL：lower inflammability / explosion limits)
- B. 爆炸/燃燒上限 (UEL/UFL：upper inflammability / explosion limits)
- C. 閃火點(Flash point)

(3) 毒理學的閾限值

- ◆ IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) 【立即危害生命或健康的空氣中濃度值】
- ◆ AEGL (Acute Exposure Guideline Levels) values 【急性暴露等級】
- ◆ ERPG (Emergency Response Planning Guidelines) values 【緊急應變等級】
- ◆ TEEL (Temporary Emergency Exposure Limits) values 【暫時性緊急暴露限值】

(4) 環境用的界限值

可用來評估HNS存在於環境中造成的風險或影響，大概有以下3種

- A. 毒性作用：計量風險或對水生動植物的長期影響。
- B. 生物累積作用：對水生（域）環境長期影響的風險。
- C. 生物降解作用：對公眾健康風險。

介紹以下常見的環境界限值：

- I. LD50 (Lethal Dosage 50%) 【半數致死劑量】

- II. LC50 (Lethal Concentration 50%) 【半數致死濃度】
- III. PEC/PNEC
- IV. BCF (Bioconcentration factor) 【生物濃縮因子】
- V. Kow (octanol/water partition coefficient) 【辛醇-水分布係數】
- VI. Log Kow (Log octanol/water partition coefficient) 【辛醇-水分布係數之對數值】
- VII. T1/2(Half life) 【半衰期或半生期】

(二) 資料蒐集

資訊之搜尋及掌握是應變初期提供決策者作為應變策略重要的關鍵因子之一，為有效研擬及執行應變計畫與行動，有三大資訊必須蒐集並瞭解，即船舶型式、包裝方式與貨物內容。

船舶型式相關資訊主要涵蓋船體結構、規格及聯絡資料。網站Shipfinder.org、Equasis皆可搜尋登記之船舶，查閱其噸數、船型、船舶結構、船艙配置、貨物包裝及載運的方式。另外，若知其海運公司，亦可由該公司網站查閱所屬船隊資訊，船型構造（單槽、多槽）。在貨品包裝方面可從標示、容器形狀、顏色、外觀及相關識別碼（例如UN編號）進行瞭解，也可嘗試詢問現場船舶人員以獲取資訊。就貨物內容而言，物質安全資料表(SDS)為最應優先參考文件，但不同製造商針對同一海運化學品之資訊不盡相同。SDS有16項填寫欄位，其中最重要的是第2項危害辨識資料，第6項洩漏處理方式，第9項物理及化學性質，及第11項毒性資料。另SDS及相關現場應變指引也可從下列網站搜尋，但這些網站在使用上亦有其限制及缺點，包括須知道其化學品品名及UN或CAS編號；各化學品名在不同國家有不同名稱；相近物品可能有相同UN編號，但化學品污染特性不同；未有完整統一之資料庫；資料多為聯合國、美國、歐盟所管制之化學品，若該化學品為該國或組織禁用者，則無法搜得相關資料。由此可知，資料使用者應多方蒐集資料，包含向船東、貨主、供應商，並動員各領域之專家學者提供意見，作為海運化學品應變措施研擬及執行之參考。

資訊蒐集流程應為獲知意外事故通報、取得產品名、比對IMDG code (International Maritime Dangerous Goods Code, 國際海運危險品準則)，找尋貨物SDS與相關資訊、查詢海運化學品之應變指南。

(三) 貨櫃船舶之應變處置

在1992-2008年共有159件的意外事故發生，共有1,251只貨櫃遺失。貨櫃船舶所裝載的海運化學品種類繁多，在海洋中就可能會有產生化學反應的可能性。當發現一個

漂流貨櫃時，若要明確地辨識其危害性，必須依靠相關運送資訊及危害辨識之標識。若無法即時回收落海貨櫃，則透過監控、模擬及追蹤的方式來協助安排回收的事宜，並注意危害辨識之重要性。

在IMDG指引中清楚載明貨櫃裝載限制及貨物內容標示規定，包括易燃性、毒性、對生物環境的污染、水溶性等，但時有船方或貨主未依照規定進行併櫃及分櫃作業，或考量成本而不申報，而造成意外事故發生時對內容物的物理化學性質不清楚，導致延誤應變時機，且易造成應變人員及環境的危害。因此，貨櫃化學輪發生事故時，首先要收集相關資訊，包含貨櫃數量、識別號碼、貨物性質、事故位置、船隻航線等，再以模擬模型估算其漂流位置，利用飛行器進行空中監控，並放置相關訊號發射器標定確實位置，將相關訊息傳送至應變人員，使得應變人員得以將貨櫃回收。

(四) 散裝液體化學輪洩漏應變

2000年10月31日，義大利籍化學輪「Ievoli Sun」因天氣惡劣船體受損，沉沒於英吉利海峽附近，船上載有4,000噸之苯乙烯（Styrene）、1,030噸丁酮（MEK）及1,000噸異丙醇（IPA）化學品，以及150噸重燃油和60噸柴油。為了避免化學品污染，尤其對民眾暴露風險及海洋生物污染，與海洋油污染，應變團隊立即展開監控任務，初期僅監測到微量數據，之後再協請專家於實驗室針對載運之海運化學品進行測試實驗，即觀察海運化學品溶解性、海水中物化特性及對海洋生物造成影響等。應變團隊決定將殘存重燃油及苯乙烯抽除，而丁酮及異丙醇則予釋放於海洋中。結果顯示丁酮及異丙醇釋放於海洋中並不會有明顯的環境影響，而在重燃油及苯乙烯抽除過程中所採集的水樣，亦無顯現任何海洋污染。在法國、英國、德國三國通力合作下，抽除3,012公秉之苯乙烯與88公秉之重燃油，整個移除工作至2001年5月完成，最後，事故能順利完成應歸於媒體互動良好、政府協商及應變決策相當順利。

(五) 液化氣體化學輪之應變處置

課程內容僅針對液化天然氣LNG及液化石油氣LPG進行討論，LNG及LPG使用船運運送方式逐年升高，從2006~2011年裝載船舶數量從226艘增加到360艘。以液化方式載運主要為經濟效益考量，但需注意的是從液態還原成氣態時，一單位液體將膨脹成600倍體積之氣體，小量液體洩漏即產生大量可燃性氣體，有可能造成嚴重危害，故液化氣體運輸通常以專用船舶運送。船舶依儲槽形狀與防止汽化之方式不同，有球形槽、方形槽、薄膜型槽三種，或另可依壓力操作區分為高壓船、半高壓船及冷凍船。

Cedre在實驗室中，做LNG的運輸實驗，以液態氮進行，液態氮的溫度接近零下200℃，發現液態氮排出後，附近的海水就結冰了，在空氣中也設置感應器來偵測洩漏出的

氣體。對於LNG 的槽體至少要保持還有10%的LNG在槽體裡面，否則重新執行槽體降溫，需要有很長的作業時間，亦非常浪費錢。

液化天然氣於低溫162°C運輸時，會產生的危險包括因冷凍產生之燃燒、爆炸、缺氧、冷氣爆及鐵的脆化。如為其他液化氣體，丙烷、丁烷、氨氣、氯乙烯等，可能產生有毒、腐蝕氣體或致癌風險。液化氣體可用特殊的擴散模式模擬，如 PHAST、EVOLCOD 等，模擬範圍建議1,000公尺以上，擴大涵蓋範圍以提升安全性。事實上，載運液化氣體船舶甚少發生事故，更未有大爆炸之事件，主要為船體結構安全設計、各儲槽具備多道安全裝置，及有受良好訓練之高素質船員，而通常事故好發於裝卸作業過程中，例如裝卸過載導致溢流（Overfill）、洩漏等。

LNG可以用PHAST來進行模擬，模擬一個兩平方公尺的洞、低燃燒濃度，模擬的結果跟大氣的穩定度有關係，天氣越穩定就會擴散更大的範圍。另外一個模擬是20公分的洞，而模擬出的範圍就比較小。

事實上載運LNG船隻發生事故狀況，至目前未有大爆炸事故且事故狀況也比較少，原因是船體結構設計良好（雙層設計）槽與槽之間的距離約4~5公尺，船員訓練良好，事故發生地點通常是在載運基地發生。

(六) 船舶殘骸之應變

船的殘骸包括：廢棄的船、擱淺的船、需要拖運的船或是沉到海裡的船。在安排處理時有件很重要事情，須要瞭解「國家海域」是距離海岸12海哩的範圍，距離內是海岸國家法令所適用；「經濟專屬海域」是離海岸200海哩內的範圍，其重要性是漁業與天然資源的所有權主張，200海哩外的距離為國際公海。船舶殘骸產生之原因，除了事故外，尚有戰爭、蓄意破壞及蓄意沉船，船隻殘骸可能危害航行安全、影響該海域樣貌，若存有對人類危害之貨物，將對環境或經濟造成傷害。通常評估船體殘骸之危害潛勢相當不易，尤以早期船隻文件較難取得，船隻確切事故地點不明等限制因子。現今技術多以聲納、無人水下觀測載具等技術輔助調查船體殘骸情況，藉由實地觀測及文件搜尋調查判定殘骸內所載運之化學物質，進一步擬定適合之移除策略方法。權責相關單位應針對環境保護與生態衝擊，參考專家意見，對於海岸風險必須要求相關事故責任關係人進行回收或移除作業，必要時採取法律行動。

HNS Spill Management / Tabletop exercise(綜合討論)

本單元課程為情境模擬演練，首先將學員分成3組，模擬海洋污染事故，各組均為獨立的海洋油污染及化學災害之緊急應變小組，透過共同的模擬情境以及各組個別的桌

面演練方式，學員分別扮演指揮官、資訊人員、記錄人員、合作專家、安全主任、安全管理人員以及財務人員等不同角色，共同依各階段所獲得的資訊，依各自角色與權責，來研判所應採取的應變做為。期望能透過情境模擬演練的方式，評估各單位業務與權責，如何有效統籌與分配各單位之應變資源與能量，以有效發揮整體應變與相互支援之能力。

本次桌面演練之情境係假設船隻MT. Mette Jorgensen發生事故，為了更貼近真實事故狀況，講師（Mr. William Giraud、Ms. Camille Lacroix、Mrs Sophie-Chataing Pariaud）隨著時間演進，陸續地提供事故相關訊息，如船隻移動位置、氣象、支援者狀態等，並在不同的階段提出問題，各應變小組也可以隨時向講師要求提供應變相關資訊，以模擬真實應變情況，學員則依據實際應變時的應變流程逐一推演，最後各組統一上台進行各組推演結果報告說明其應變過程與心得。

參、心得

臺灣，為海島型國家，四周環海擁有豐富海洋資源外更是國際重要航運要道之一，但我國對於海洋污染應變機制尚未成熟，有諸多問題須再進一步克服及改善，更因如此行駛於臺灣周遭之船舶可能因天候影響或是人為疏失導致意外事件的發生進而導致污染海洋、港口或是沿岸等，所造成之影響可能遠遠超過可控制範圍之內，所以海洋污染防治及應變能力提升制更是刻不容緩。經本次參與法國 Cedre 訓練後，針對國內對於海洋污染事件緊急應變處置，提出以下幾點建議：

1. 海洋污染緊急應變養成訓練課程除提供我國相關應變單位人員汲取國外先進之經驗，提升相關專業知識外，亦可藉由實際操作課程了解各項應變資材之使用方法與限制，在未來應變上有相當之幫助。未來我國應多多增加與世界各國之交流合作機會，藉由受訓以及研討會等形式，透過彼此的應變經驗分享以及技術交流，一來可以維持應變參與人員對於各種海洋污染事件的知識更新，同時也能夠大幅提升我國面對海洋污染事件時的應變能量。
2. Cedre 中心為法國中央政府中央部門、地方政府及民間專業機構代表與民間補助之非營利機構，其成立主要任務有 3 項，(1) 全天候 24 小時待命，提供法國政府處理水污染事故緊急應變所需技術、設備諮詢與專業知識。(2) 對污染物質、影響、應變策略及設備進行研究、實驗及建檔管理。(3) 於污染事件發生時，加入政府應變團隊，提供適切的應處建議、對策及專業知識。在 1999 年經國際海事組織認可辦理海洋污染訓練及授課之專業機構，在應變上擁有相當之經驗，因此經由本次訓

練課程能有效提升學員的實務經驗及應變能力。

3. 海洋溢油事故會對於環境生態及經濟活動造成影響，透過 Cedre 中心參與及研究國際各重大污染事件之經驗與完整的訓練課程內容，如累積相關應變經驗所產出的洩漏應變通則，藉由過去經驗擬定更為完善的應變機制、應變計畫等，有效降低事故可能造成之風險，降低對生態環境之損害。
4. 本次的課程內容除了基本應變知識之外，也提供了更高階應變管理人員須具備之能力，包括緊急應變計劃之制定、決策支援系統等等。藉由這些課程使參訓團員除了基本知識外更能夠站在指揮官之視角去檢視應變事件，從不同層面來了解整個海污事件之處理流程。

肆、建議事項

1. 由於天候、海象、油品及化學品性質等的差異性，每一海上污染事件皆為獨立之個案，並沒有任何一套應變流程能夠應付每一種污染事件。因此在應變上各相關單位需有相當之經驗，包含判斷洩漏品之物理及化學特性、天氣、海氣象之影響等，以最快速之方式進行應變程序，以減少對於生態環境之影響，亦藉由一次次的應變累積經驗，擬定更加完善之預防及管理機制。
2. 應變人員從事故初期的資訊不足到資訊爆炸且相互矛盾時期，需機動性的比對及調整事件資訊，以獲得更多有用且有效之資訊，才能做出正確的應變作為。
3. 應變過程中最重要的就是，指揮官或是現場作業人員必須了解到，永遠會有預期之外的事情，因此必須保持處變不驚之心態，並且以人命安全為第一優先考量進行各項應變措施。
4. 應變事件的處理需由各應變單位團結的參與，由過去諸多的應變經驗中汲取有效的處置作為，並由各單位間多次的合作，發展出契合的合作模式，降低應變失敗之機率。
5. 經過本次的訓練課程，看到了 Cedre 在整個應變事件中所扮演的角色，一個同時擁有應變以及研究能量的機構。或許未來台灣也能吸取法國經驗，建立最適合台灣海域的海洋污染相關應變及研究機構。

伍、附錄

一、出國行程表

日期	內容	備註
09月04日(日)	臺灣桃園機場 飛 法國巴黎	-
09月05日(一)	巴黎 至 布雷斯特(Brest)	布雷斯特
09月06日(二)	IMO level 3 Training course on OIL Spill Management 課程 開幕式與 Cedre 簡介、講師及課程介紹、授課目標 主題一、溢油應變預防：法國溢油預防與應變組織介紹、 參訪海事救援協調中心	布雷斯特
09月07日(三)	IMO level 3 Training course on OIL Spill Management課程 主題一、溢油應變預防：緊急應變計畫、參訪國家應變 儲備物資 主題二、溢油評估：油行為與特性、 決策支援系統	布雷斯特
09月08日(四)	IMO level 3 Training course on OIL Spill Management課程 主題三、海上溢油應變策略：應變策略與決策程序、油 分散劑使用、參訪Cedre應變設施、溢油圍堵與 回收、漁民於溢油應變中之支援	布雷斯特
09月09日(五)	IMO level 3 Training course on OIL Spill Management課程 主題四、海岸溢油應變策略：岸際清理、廢棄物管理責 任與賠償：國際公約與規章對溢油事故之預防 與應變、責任與賠償	布雷斯特
09月10日(六)	市區文化導覽，成果複習及彙整	布雷斯特
09月11日(日)	市區文化導覽，成果複習及彙整	布雷斯特
09月12日(一)	IMO Training course on HNS Spill Management課程 主題五、課程及授課目標簡介、HNS洩漏應變與挑戰、海 上運輸的國際法規與準則、HNS海上運輸模式、 化學品在海洋的特性、對人體健康及環境的影 響、接近失能船隻的挑戰與限制、個人防護	布雷斯特
09月13日(二)	IMO Training course on HNS Spill Management課程 主題六、人類及環境對化學物質的相關閥值說明、資料 庫查找、模式演算、對疑似危險貨櫃的應變、 對散裝液體洩漏的應變、液化氣天然氣的考 量、面對船難的危險性	布雷斯特
09月14日(三)	HNS Spill Management / Tabletop exercise課程 (桌面演練與綜合討論)	布雷斯特
09月15日(四)	成果複習及彙整 法國(布雷斯特) 至 法國(巴黎)	巴黎
09月16日(五)	法國(巴黎) 至 臺灣(桃園)	-
09月17日(六)	臺灣(桃園)	-

二、出國照片



MRCC 外觀



簡報情形



解說英吉利海峽分道航行區域



團員參觀中心實際作業



學員參觀應變儲備物資



學員參觀應變儲備物資



油品風化實驗設施



水生物實驗室



第一組討論狀況



第一組報告狀況



第二組討論狀況



第二組討論狀況



第三組討論狀況



第三組報告狀況