

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：訓練)

100 年度加拿大海運化學品污染應變  
研習訓練

服務機關：行政院海岸巡防署/行政院環境保護署等

姓名職稱：黃世惟處長等 21 人

派赴國家：加拿大

出國期間：民國 100 年 11 月 13 日至 11 月 22 日

報告日期：民國 101 年 2 月

## 出國報告摘要

報告名稱：100 年度加拿大海運化學品污染應變研習訓練

主辦機關：行政院環境保護署環境保護人員訓練所

出國人員/服務機關/職稱：黃世惟處長行政院海岸巡防署 9 機關 3 事業等  
21 人(詳如內文名冊)

出國類別：訓練

出國地區：加拿大

出國期間：100 年 11 月 13 日至 11 月 22 日

報告日期：101 年 2 月

分類：海洋污染/環境保護

內容摘要：

為提升國內各級海洋污染緊急應變權責機關之應變能力，行政院環保署依海洋污染防治法及行政院核定「重大海洋油污染緊急應變計畫」，規劃辦理國際海事組織第三階( IMO Level 3)－海洋油污染緊急應變高階人員訓練及危險與有害物質(Hazardous & Noxious Substance, HNS)訓練，並透過加拿大駐台北貿易辦事處(CTOT)居中協助得以圓滿完成。本次訓練由國內各海洋污染應變相關權責機關主管及人員參與，並取得國際海事組織IMO Level 3 認證之證書。學員人數總計21人，包含行政院環境保護署、行政院海岸巡防署、國防部、交通部、經濟部、台灣中油、台塑石化、工業技術研究院及縣市環保局等。行程除課堂內訓練課程與戶外實作演練外，並參訪溫哥華港及英屬哥倫比亞大學(UBC)人類學博物館，藉由與加拿大油污染應變相關機構及專業人員的交流，提升政府部門高階主管應變管理、決策能力及人文素養。本次訓練，除增進本國重大海洋油污染應變決策之能力及公信力外，並讓參訓的每位學員留下了深刻的印象且收穫豐富，同時因參訓學員來自不同海洋污染相關權責機關，更穩固建立了我國處理重大海洋油污染溝通及聯繫的機制與執行能力。

## 目 錄

壹、前言 .....	4
貳、參訓學員名冊 .....	5
參、訓練課程表 .....	6
肆、專題內容紀要 .....	7
議題一、油污成因、流布與影響 .....	7
議題二、緊急應變計畫 .....	14
議題三、油溢漏應變策略及限制 .....	19
議題四、油污染應變設備簡介 WCMRC .....	22
議題五、除污器材實作與觀摩 .....	26
議題六、除污器材應用情形介紹暨實務分享(以美國路易斯安那州墨西哥灣外海鑽油平台漏油事件為例) .....	29
議題七、危險與有害物質(Hazardous & Noxious Substance, HNS)洩漏應變研討 .....	35
議題八、HNS 案例解說及實作練習 .....	46
議題九、參訪溫哥華港(Port of Vancouver)及英屬哥倫比亞大學(UBC)人類學博物館(MOA) .....	54
伍、心得與建議 .....	56

## 壹、前言

我國四面環海，東臨太平洋，西濱台灣海峽，南界巴士海峽，不僅擁有豐富海洋資源，更位居國際航運要道，船舶往來頻繁。本署自 89 年 11 月海洋污染防治法通過及行政院 90 年 4 月 10 日核定「重大海洋油污染緊急應變計畫」後，為提升國內各級海洋污染權責機關橫向聯繫機制與應變執行能力，逐年規劃辦理符合國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)定義之不同層級海洋油污染緊急應變訓練，藉以降低海洋污染事件造成之環境損害，同時保護我國海域環境與海洋資源永續利用。本次訓練透過加拿大駐台北貿易辦事處(CTOT)居中協助，於 100 年 11 月 14 日至 11 月 19 日於加拿大溫哥華辦理為期 6 日訓練課程。

本次訓練課程包含國際海事組織第三階( IMO Level 3)－海洋油污染緊急應變高階人員訓練及危險與有害物質(Hazardous & Noxious Substance, HNS)訓練，學員包括中央及地方執行海洋污染應變相關權責機關主管及人員，並由行政院海岸巡防署黃世惟處長、行政院環境保護署沈一夫副處長率團，學員人數總計 21 人，來自行政院環境保護署、行政院海岸巡防署、國防部陸軍化學兵學校、交通部高雄港務局、經濟部麥寮工業區專用港管理小組、台灣中油、台塑石化、工業技術研究院及縣市環保局等。課程安排包括介紹 CSRO/WCMRC 聯盟、油污、流布與影響、緊急應變計畫、油溢漏應變策略及限制、油污染應變設備簡介、除污器材應用情形介紹暨實務分享、NHS Operational 及 HNS 案例解說及實作練習等。課程中講師並佐以美國路易斯安那州墨西哥灣外海鑽油平台漏油事件(The Deepwater Horizon Oil Spill 或稱 Gulf of Mexico Oil Spill)為例說明其參與油污染清除經驗與個人心得，並於戶外安排船舶實地進行海上操作攔油索、汲油器、岸際灑水器的施放及個人 A 級防護衣的穿著與演練，及安排參訪溫哥華港及英屬哥倫比亞大學(UBC)人類學博物館(MOA)。

此次課程規劃不僅豐富且嚴謹，每位學員於課程中除吸收講師之經驗外，更將業務上遇到問題請教講師且分享其個人經驗與看法，讓參訓的每位參訓成員留下了深刻的印象且收穫豐富，所有學員均取得國際海事組織 IMO Level 3 認證證書，同時因參訓學員來自不同海洋污染應變相關權責機關，更穩固建立了處理本國重大海洋油污染溝通及聯繫的機制與執行能力。

## 貳、參訓學員名冊

編號	姓名	單位	職稱	備註
1	黃世惟	行政院海岸巡防署	處長	團長
2	沈一夫	行政院環境保護署水質保護處	副處長	副團長
3	傅璦厚	國防部陸軍司令部化學兵學校	校長	
4	李景琪	行政院海岸巡防署	總隊長	
5	陳保成	行政院海岸巡防署	隊長	
6	翁欣祺	行政院海岸巡防署	隊長	
7	李子嘉	行政院海岸巡防署	科員	
8	林政江	經濟部工業局麥寮工業專用港管理小組	科長	
9	傅安	交通部高雄港務局	副工程司	
10	邱仁杰	行政院環境保護署水質保護處	科長	
11	林宏達	行政院環境保護署水質保護處	技正	
12	陳啓仁	行政院環境保護署水質保護處	環境工程師	
13	簡吟純	行政院環境保護署水質保護處	薦任技士	
14	盧家惠	行政院環境保護署毒性化學物質管理處	技正	
15	洪文啓	新北市政府環境保護局	技士	
16	吳淑惠	台中市政府環境保護局	稽查員	
17	謝樹雨	雲林縣環境保護局	技佐	
18	魏國鈞	行政院環境保護署環境保護人員訓練所	專員	
19	吳培堯	財團法人工業技術研究院	研究員	自費
20	陳盈達	台塑石化股份有限公司	高級工程師	自費
21	盧昆勇	台灣中油股份有限公司	課長	自費

## 參、訓練行程及課程表

日期	時間	課程內容
11 月 13 日(日)	23:30-18:05	桃園飛加拿大
11 月 14 日(一)	08:30-16:30	議題 1.油污成因、流布與影響 議題 2.緊急應變計畫 議題 3.油溢漏應變策略及限制
11 月 15 日(二)	08:00-16:00	議題 4.油污染應變設備簡介-WCMRC 議題 5.除污器材實作與觀摩
11 月 16 日(三)	08:00-16:00	議題 6.除污器材應用情形介紹暨實務分享 「以美國路易斯安那州墨西哥灣外海鑽油平台漏油事件(Gulf of Mexico Oil Spill)為例」
11 月 17 日(四)	08:00-16:00	議題 7.危險與有害物質(Hazardous & Noxious Substance, HNS)洩漏應變研討
11 月 18 日(五)	08:00-16:00	議題 8. HNS 案例解說及實作練習
11 月 19 日(六)	08:00-16:00	參訪加拿大溫哥華港(Port of Vancouver)及英屬哥倫比亞大學(UBC)人類學博物館
11 月 20 日(日)	08:30-24:00	成果彙整研討 與 準備回程
11 月 21 日(一)	00:15	飛機上過夜
11 月 22 日(二)	05:40	飛抵桃園

## 肆、專題內容

### 議題一、油污成因、流布與影響 (Potential Source, Fate & Behaviour of Spill)

#### (一)前言

我國農、漁資源豐饒，惟與民生息息相關的能源與工礦原料卻多數仰賴進口，其中尤以石油無法自給自足，幾乎全仰仗國際產油國家輸出供應，各類油品皆透過海運到達我國外海及港口卸載，政府為肆應油輪運輸所衍生漏油問題，在 89 年 11 月 1 日制定公布海洋污染防治法後，行政院 90 年 4 月 10 日核定「重大海洋油污緊急應變計畫」，即是將海洋油污污染列為政府重大環保施政措施。依據 90 年 9 月 5 日海岸巡防署海洋巡防總局所舉辦「海巡署海洋巡防總局未來籌建除油船研討會」，與會專家學者評估指出：在臺灣，油輪外洩萬噸以上石油污染事件約 50 年會發生一次，如何在漏油事故發生後的最短時間內完成跨部會支援與應變處理整備，已是目前政府施政關鍵課題。

「他山之石，可以攻錯」，借由學習加國海洋漏油處理經驗，有效提升我國行政團隊對週邊海域油污事件緊急應變及處理能力，因此不論「高階決策、現場指揮及第一線作業人員」都具備油污、化學品危害辨識及風險管控能力，才能於事故發生期間採取適當應急策略與積極性處理措施。一旦處理油污染的應變作為執行不當，不僅喪失應變制變先機，導致污染影響範圍擴大，造成無法估算的環境與經濟資源整體損失，更增加後續處理及國土復育工作難度。每位海洋油污處理專責人員，都必須瞭解油污形成可能原因、流布後果及影響，建立共同作業頻率及效率，方能使整體應變力量趨於完善。

#### (二)內容

##### 1.油污形成原因：

海洋是陸上所有水源及污染的最終歸宿處所，人類在陸地上所產製的各類型污染，不論有意或無意，最終都會被引流進入海洋。人造交通工具在海上作業航行，或是人類開發海洋或與海爭地的過程中，也會使得大量污染源進入大洋之中。國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)估計，每年約有  $1.5 \times 10^{16}$  公噸的油品由海上運輸流入海域，其中 27%

為船舶意外所排放。以下將污染的重要來源概分為以下幾種類型：

(1)來自陸地污染：

A.民生廢水、廢油：

民生活動過程中所產製廢水、廢油為陸上污染來源的大宗，雖然污染濃度相對不高、毒性相對較低，但是數量極為龐大。不過近年來隨著污水下水道系統與建築物污水處理設施的建設普及，民生廢水污染已較為改善。

B.工業污染：

工業污染為陸地上廢水、廢油主要大宗，雖然工業廢水總數量上不如民生來的多，但是種類的複雜性、濃度等因素，造成後續問題比起民生廢水更為複雜。近年來在政府環保業管機關強力取締與監督之下，對各工廠排放水標準嚴格管制。

(2)海洋中發生污染：

A.船員蓄意行為：

船員在船上航行期間所產生的生活廢水、洗艙水或是廚房油污廢水未經過油水分離，或是漁船撈捕後無經濟價值的漁獲殘骸未經過處理直接排入大海中。

B.操作失誤或意外：

船隻在海上航行期間，進行裝載貨物搬運及移動的過程肇生意外破損，或是管線閥件操作失誤導致液體污染物外洩(漏)而流入大海。

C.船體破裂：

船體破裂的因素很多，除了部分因為保養人員疏於保養維護造成船艙破裂外，許多因素是發生於意外碰撞、冰山撞擊，或是因天候或機械故障因素導致偏離航道後撞擊沿海暗礁而導致船體破裂，這時候意外洩漏的污染物數量較大，通常容易導致該區域嚴重的生態環境危害。

D.外海單點繫泊卸油浮筒設備損壞：

固定設備不當保養，固定設備遭撞損，卸貨時繫纜斷裂不及完成拆管程序，船隻因受風、流移動拉扯貨管斷裂漏油等。

(3)海洋開發產生污染：

近年來陸地資源已逐漸被探勘開採殆盡，人類將資源的取得轉向海域，尤其是海底油源的探勘與開發。例如公元 2000 年 4 月 20 日英國石油公司(BP)在美國墨西哥灣發生海上鑽油平台意外，導致海底原油大量洩漏，直到 100 天之後才將油井封閉，承包污染處理船公司在墨西哥灣總計設置 18 處作業基點，動用 4,700 人、67,700 艘隻，處理經費已逾 80 億美元，迄今仍在執行後續處理中，整個事件已成為世界第五大漏油案例。

(4)傾倒廢棄物污染：

固體廢棄物固化後，被丟棄在海洋中，或轉用為填海造地基材，受到地震及海洋等影響，同樣會造成污染物溶出，均是造成海洋污染的原因之一。

**2.油污流布過程：**

海洋是所有污染源的最終匯集處所，污染物排放進入海洋之後，皆會被海水所吸收及混合。有些或許可以被分解，例如工業石油洩漏所排放的碳氫化合物；但是有些只是被大量海水稀釋，例如重金屬污染。在海上所有的油污染皆會經歷以下作用，且受漏油種類的影響：

(1)漂移(Drifting)：

風與海流使得海面油膜產生漂移，可用電腦運算模式預測其漂移方向、速率及影響範圍，可用電腦運算模式預測。

(2)擴展(Spreading)：

污染物的黏度決定擴展的速度，溫度、水流、潮流及風速，亦為影響擴展速度的因素，其力愈大，擴展速度愈快。

(3)蒸發(Evaporation)：

污染物內較輕的成分，會經由蒸發作用至大氣內，擴展有助於蒸發作用；大浪、強風及高溫，亦助於蒸發作用的進行。

(4)分散(Dispersion)：

海浪及旋渦可使污染（如洩油、化學品或其他污染物等）成為大小

不同的碎片或油滴。該碎片或油滴會保持懸浮於水中，而大的會回升到海面，與其他水滴結合成油片，或擴散成油膜。分散成油滴後，總表面積加大，此有助於後續的溶解、生物分解及沉澱作用。而添加化學分散劑，可加速自然分散過程。

(5)乳化(Emulsification)：

乳化是兩種液體混合後，其一液體最終懸浮於另一液體中。以原油為例，其乳化是海水顆粒懸浮於油中，生成原因是海水擾流促其作物理混合，因此而生的乳化油較原油黏且殘留性強。此乳化的形成，會使污染總量較原來增加三至四倍，而乳化現象會延緩整個自然變化至消散的過程。

(6)溶解(Dissolution)：

污染物（如油品或其他化學污染物）中水溶性複合物會溶於周遭的水中。溶解作用取決於其混合成分及狀態，如苯及甲苯易溶於水。但通常這些化合物會先經由蒸發過程而消失，蒸發消散的過程比溶解散失的過程來得快上許多。

(7)光照氧化(Photo-Oxidation)：

污染物與氧的化學作用會裂解污染物，成為水溶性物質或其他化合物。此氧化過程是受陽光照射而促成，其氧化程度需視其種類及受陽光照射的方式而定。縱使在強烈陽光下，此過程亦甚緩慢。

(8)沉澱(Sedimentation)：

有些較重的污染物，其比重大於 1 者，會在淡水或海水中下沉。海水的比重約為 1.025，部分的污染物有足夠的密度或受充分的自然力作用後，其殘留物能沉降於海洋中。沉降的發生與沉澱物分子間的附著力及有機物的加入有關，例如淺海油污著於沙灘後，會與沙粒及沉澱物混合，此混合物如又被洗刷就會產生沉降。

(9)生物分解(Biodegradation)：

微生物能分解污染物（如洩油或其他化學品），使其成為水溶性混合物或最終形成二氧化碳及水。海水中分佈著許多種類的微生物，每一種微生物對污染物中的某特定化合物群會特別有興趣。有些化合物對微

生物有抗性，故不易分解。

#### (10)海岸攔阻(Shoreline Interaction)：

海上殘留油污經由風與海流推動攜帶至灘岸，油污到此多半已乳  
化，黏滯性變大，增加處理困難，也因此對海岸線環境衝擊也最大。

### 3.油污影響分析：

#### (1)對敏感環境（如濕地）的影響：

所謂環境敏感區域包括海水淡化廠入水口、發電廠冷卻水入口、海  
水養殖魚場、碼頭、紅樹林沼澤地、珊瑚礁、河川出海口等。

#### (2)對鳥及海生哺乳類影響：

A.海洋生物會因污染的物理性影響而受污染或窒息，也會因化學成分的  
影響而中毒或感染加重，也會因進一步因清除污染的作業，造成棲息  
地的破壞而受影響。

B.威脅海洋生物生存，最主要來自殘存污染物及油水乳化物所致的窒息  
結果。可與海表面接觸的動植物，如海洋哺乳動物、爬蟲類、海馬、  
海面群棲鳥類、溼地海洋生物及水產養殖之動植物尤受威脅。

C.在淺水中不遷徙的動物，如牡蠣、貽貝類及蛤，需過濾大量海水才能  
汲取所需食物者，會累積污染物質於體內，此成分或許不會造成立即  
死亡，但食用時口感不佳，會有異味。只要恢復正常海水狀況，該成  
分造成的異味會消除。

#### (3)對海陸生物棲息地影響：

A.沿岸海洋哺乳動物或爬蟲類，如「龜」因需要到水面上呼吸或上岸產  
卵，特別容易受到污染傷害。生活於近岸區的成魚，與在淺水苗區的  
幼魚，如暴露於趨散或溶解的溢油污染中，將會有極大的危險。

B.近岸水域的油膜造成海床污染的機會甚小。但要限制在近魚卵區使用  
除油劑，隱蔽區及近岸水域，其污染濃度稀釋能力差。

C.在低潮未淹沒的岸礁，砂及土受污染的衝擊尤其嚴重。休閒海灘、岸  
礁也許需要快速有效的除污技術，但此技術可能與動植物的求存不相  
容。

- D. 沼澤地植物對新洩的輕原油或提煉的輕油品，有極大的敏感性。受自然力作用過的污染會相對減少對濕地植物的損害。
- E. 污染植物底部或根部造成植物致命的損害，會高於污染全部葉片，尤其是污染發生於非生長季節時。洩油會堵住氣根呼吸口，或妨礙樹的鹽平衡，致使落葉及樹枯死。根部系統會因油進入附近的動物巢穴而損壞。在污染對應時，濕地的保護應列為高度優先。
- F. 活珊瑚在死珊瑚群落石灰質的殘骸上生長，因而提供了多樣的海生物及魚族在此棲息。如果活珊瑚受損，珊瑚礁會被海浪侵蝕，對珊瑚及在此珊瑚區活動的動物影響，主要取決於污染物含毒物質的比例，其暴露於污染中時間的長短及其它的磨難。
- G. 大量鳥群居住的海域或海岸，通常是他們繁殖、進食或換羽之地，此地通常易受污染所害。在進食時，理羽毛可能使鳥群中毒喪命，惟鳥類死亡原因通常是鳥羽受損後造成溺斃、飢餓或失溫。

(4) 對養殖業影響：

- A. 海洋污染會造成漁船之漁具或養殖的直接損害。浮箱漁具及超過海面的定置漁具，最易受污染。而沉沒水中的網、簍、釣線及底拖網，只要不拉過污染的水面，較少污染機會。
- B. 養殖魚種受污染的風險高，這是因為自然的避險機制在專屬養殖群中無法發揮作用。在養殖區附近應絕對禁止使用化學除污劑，因為會造成化學或油滴感染，尤其對生態影響將無法評估。
- C. 不論是否受污染，海洋污染區的海產，通常大眾都因為失去了信心而不予購買。禁止捕魚或採收養殖物，可在污染後進行，此兼顧了市場信心的恢復，與漁具和漁獲免於污染。

(5) 對觀光休閒業影響：

- A. 發生漏油事件之後，一旦油污抵達灘岸，將迫使休閒活動停止，且不論油污進入沙灘或礁石區都使得清理工作更為複雜及耗時，尤其沙灘吸收油污後，必須等待其固化，經過人工撿拾、機具刨除、過濾才能淨灘。通常必須等待整個油污處理進入最後階段才會實施海灘除污，因此對於地區觀光及休閒業產生相當程度影響。

B.沉積於海底污染源，經過海浪引導或颱風等因素，將會再次衝刷至灘岸。

### **(三) 心得與建議**

#### **1.成立專責組織，及時緊急應變：**

建議參考加拿大政府將全國區分四大責任區方式，並委由民間專業機構以區塊責任制方式承包，所有停靠於該國領域之船公司平時必須加入應變組織並繳交年費，一旦發生緊急事故，由專業污染處理機構公司進行污染應變清除作業。政府於此時所扮演之腳色，為督導清理工作之落實。

#### **2.統一設備規格，整合應變能量：**

目前海巡署、港務局、台灣中國石油公司及台塑石油公司皆具備海上攔油設備及局部攔油能力，為發揮整合應變作業，建議初部先整合各單位裝備使其能相互結合，並配合定期實施聯合訓練（海上聯合攔油、集油作業等），以因應整合作業需要。

#### **3.定期仿真演練，強化應變機制：**

海洋漏油污染應變成果良窳，端在各單位平時有效訓練整合，以及仿真實兵磨練團隊合作機制，俾在溢漏初期即能監督廠商快速展開清除工作，不致有擴大災情至無法收拾局面，建議每年度實施海上油污處理演習，依據我國週邊海域、海灣特性，邀集民間船運業者演練海上油污染應變處理，期能多次演練經驗中，逐次提升應變能量，使災害對生態環境影響減至最低。

## 議題二、緊急應變計畫（Contingency Plan）

### （一）前言

臺灣四面環海，海岸線長 1,500 餘公里，且位處國際航運要道，海洋溢油污染威脅來自四面八方，任何一個事件都可能對臺灣地區海域（岸）造成嚴重的影響。近年政府極力推動海洋發展相關政策，民眾對海洋的關注及意識日漸增加，是以，溢油事件所造成的各方面影響及衝擊，與過去不可同日而語。

英語俗諺說 “Some days nothing goes right.”（有些時候似乎沒一件事是對的），所有的災變、無論是人為或是自然因素造成，總是來得措手不及；聖經也說 “諾亞方舟不是在下雨才造的（It wasn't raining when Noah built the Ark）”，正如華人說的 “未雨綢繆”，在溢油災害發生之前，即應合理的設想好所有可能發生的狀況，以及最壞的情形，並擬定應變的策略、作為，才是降低災害影響的正確之道。

### （二）內容

#### 1. 建立溢油應變計畫的目的：

- （1）為負責溢油應變的組織提供政策方針及架構。
- （2）在沒有壓力並且冷靜、從容的情形下進行複雜的應變行動。
- （3）需符合以下要求：
  - A. 私人公司政策。
  - B. 國內法規的規定。
  - C. 國際公約之規定，如國際油污染防備、應變及合作公約（OPRC）和國際海洋污染防治公約（MARPOL）。

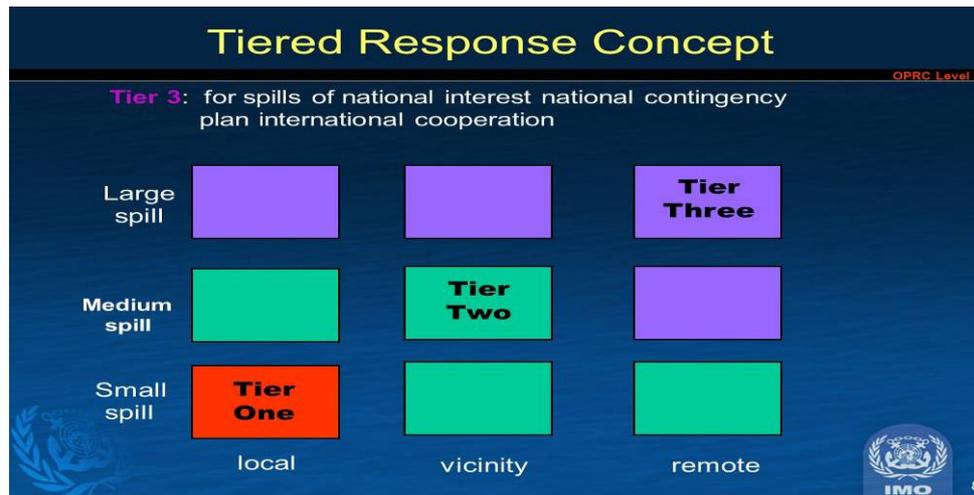
#### 2. 溢油應變計畫之種類

- （1）全國性的：涵蓋全國海岸線。
- （2）地區性的：以省或區域為單位，並與相關工（企）業訂定互助協定。
- （3）當地性的：僅限於某一加油站、加油平台或港口。

#### 3. 分層應變的概念：

- （1）一級應變：僅使用當地之應變資源。

- (2) 二級應變：使用當地應變資源，加上外部應變資源。
- (3) 三級應變：處理波及全國之重大溢油事故。
- (4) 如下圖，縱軸為溢油事件的規模，橫軸為管制的強度。可以看到當溢油事件規模較小，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強度。



4.緊急應變計畫委員會應由下列成員組成，以確保該計畫可以在大家的共識下形成：

- (1) 主管機關：對全國性的應變方針及協調工作全權負責。
- (2) 相關的支援機關：對特定一部分的事務負責，如漁業資源保護或是救援行動。
- (3) 相關的民間企業：由政府來將工作明確分配給不同的民間企業。

5.協商流程：

- (1) 緊急應變計畫委員會：由主管機關、相關部會及民間企業共同組成。
- (2) 功能：在共識下擬定緊急應變計畫，並確保計畫是在重複確認下形成。

6.溢油應變計畫組成之結構，應分為三個部分如下：

- (1) 政策或戰略：
  - 包括簡介、制度安排、事件分層應變與指揮的程序、溢油風險評估、曝險資源、反應戰略、媒體關係計畫、訓練。
- (2) 作業流程：
  - 包括通報程序、進階行動、灘岸清理、行動管理及責任、溝通計畫。

(3) 技術指南：

包括溢油評估及監控、浮油的預測指南、油污樣本的收集與保存、灘岸清潔、油污清運、受影響區域的復原與監控、通聯計畫。

(4) 資料目錄：

包括地圖、敏感區圖資、接觸點的列表、可用裝備列表、人力資源列表、溢油特性及種類、氣象、海象資料。

## 7. 溢油應變計畫的制定流程

### (1) 資訊收集

#### A. 風險評估：

- (A) 溢油之種類：即持久性之油，如原油、重油、潤滑油，和非持久性之油，如高級柴油、汽油。
- (B) 溢油的型態及特性：液態、固態、氣態或混合；以及其化學特性。
- (C) 溢油之源頭來自何處。
- (D) 海上交通狀況。
- (E) 海流及風之方向及速度等狀況。
- (F) 可能之溢油量：必須設想最壞的情形。
- (G) 可能影響的人事物。
- (H) 溢油事故之歷史資料。

#### B. 敏感資源：

- (A) 生態資源，如漁業、海產養殖、鳥類與其他野生動物及濕地（例如紅樹林）。
- (B) 工業資源，如發電廠、海水淡化廠、石化廠。
- (C) 休閒資源，如休閒海灘、遊艇娛樂區、文化名勝與考古遺蹟。

### (2) 應變策略發展

- A. 必需之聯絡、培訓、演練與更新應變計畫。
- B. 資源保護優先之分級及其次序。
- C. 分級應變。
- D. 溢流事故之情景。
- E. 綜上述，依環境淨利益分析（NEBA）來選擇應變策略，其措施為：

(A) 從源頭上減輕油污之損害。

(B) 在海上回收污油作業。

(C) 在海上作噴灑化油劑。

(D) 保護敏感資源。

(E) 海岸清理。

(3) 操作計畫，包含報告、評估、動員、組織、設備與管理。

## 8.組織結構

危機管理團隊下分為污染者、國際油輪船東防污聯合會(ITOPF)及保險協會(P & I Club)、外部連絡及事件指揮官，其下又分為規劃、操作、後勤、財務四大主要部門。

(1) 組織：可分為小型、中型、大型三種。

(2) 責任：

A.指揮官主要負責管理事件指揮團隊、減輕對環境損害之應急策略、責任承擔及發言人。

B.規劃小組主要負責溢油評估、訊息收集（含溢油軌跡、敏感地區、評估形式等）及推薦使用策略。

C.操作小組主要負責實施推薦策略、現場安全程序及定期報告進度。

D.後勤小組主要負責收集應變器材、器材儲存、維護與運送、不足物資之調度、清理及清洗、住宿與食物。

E.財務小組主要負責會計、成本監控與索賠。

## 9.溢油應變行動的指揮與管理

(1) 資訊收集，必需詳細、確實再作評估。

(2) 應變決策，必需具有權威且要團隊合作。

(3) 應變資源，應具有可行性與及時性。

(4) 指揮中心，應具備通訊設備完善、資訊顯示板、各式圖表、油污觀測報告、天氣預報、應變狀況報告及更新、設備狀況、數量及所處位置，與安全。

(5) 應變行動之持續時間。

(6) 通訊。

(7) 資訊發布：包括對內部及外部媒體。

## 10.後勤

一切應變計畫之成功與否，視有否足夠及完善之後勤支援影響甚鉅，故對於後勤工作，必須落實下列事項：

- (1) 滿足應變人員之個人需要，如飲食、住宿之供應，以及精神上之鼓勵。
- (2) 除油設備之儲存、維護與更新。
- (3) 人員與設備之運輸，要安全且便捷。
- (4) 作業人員與設備之清理。
- (5) 材料、設備之通關手續及文書資料之處理、紀錄。

## (三) 心得與建議

1. 溢油應變計畫的精華，就在於事前的準備、有效率的反應以及確實的執行。與各利益相關者的合作與協商也相當重要。另外，規劃實際可行之應變計畫、應變組織之結構以及確實安排各應變組織內之各功能小組和其職責，並時常檢視、演練，才是使應變計畫不會淪為紙上談兵的實際方法。
2. 油污染事件必須在緊急規劃階段，即確定所要採取的應急策略，所以必須先瞭解不同的應急策略的優點和限制。事件處理期間，可以將各種策略綜合運用，以收最大效益。
3. 本次受訓得以與中央及地方環保機關人員、專家學者、民間業者進行經驗交流與意見交換，除增進對彼此工作內容的了解，亦有助於未來合作及相互支援。

## 議題三、油溢漏應變策略及限制

### (一) 前言

「溢油事件」是緊急的意外事件，且每個人對「意外」的反應與處理方式皆會依據其本身之經驗與學識，而採取不同之應變措施。故發生溢油事件時，現場污染應變指揮官必須瞭解溢漏油的種類及其特性，並依現地環境、天候等情況，下達應急策略並採取防除措施。一旦錯失處理的先機，或用了錯誤的方式，將導致污染情形更加嚴重，復原工作的時間也會拉長，增加處理上的複雜程度。因此，面對油溢漏事件，我們除了要優先瞭解溢漏油的種類與特性外，接下來就是要依照各種時空環境因素，決定應變策略及防治措施。

### (二) 內容

處理溢油事件的首要考量，就是「人員安全」。當事件發生時，應確認溢漏種類與規模大小，並評估是否會衝擊環境敏感區域，接著以迅速有效的方式，通報有關應變單位與專家學者，共同採行最快速、有效的應變方案，將溢油圍堵於海上，阻絕於岸際，使整體災損減至最低。

油溢漏事件的主要應變策略與限制，大體而言有下列幾種：

#### 1. 油污監控與評估：

- (1) 人員已完成應變準備，可隨時行動。
- (2) 溢油會自然風化時。
- (3) 持續採取觀察、監測者，也可能是因為組織能力不足、無資金、對環境及民眾漠視，或決策者認為狀況不會發生。
- (4) 先行完成應變整備。

#### 2. 散油劑的使用：

- (1) 在取得許可的情形下。
- (2) 考量使用的成效。
- (3) 考量噴灑的方式—使用船舶或使用飛機。
- (4) 後勤支援的問題。
- (5) 影響是否使用散油劑的因素：

A.油污的種類—粘度和傾點。

B.法規和政府的政策。

C.資源的風險。

D.氣溫、水溫。

E.海象、能源和水文學。

(6) 使用散油劑所引起的爭議：

A.毒性-對環境影響和對大眾健康的危害。

B.造成二次污染。

3.攔油和回收：

(1) 高成本。

(2) 後勤資源與支援人力大。

(3) 作業有相當限制。

(4) 回收率不高。

(5) 人員培訓難。

(6) 回收油再製處理不易及廢棄物處理困難。

(7) 應特別重視與加強油污染應變現場之督導人員的訓練。

4.海岸保護：

(1) 環境生態敏感區域優先—如紅樹林沼澤地、珊瑚礁、河川出海口、發電廠、海水淡化廠、碼頭、海水養殖魚場等。

(2) 做好最壞的打算—可能會影響的區域、造成多大的影響。

5. 海岸清理：

(1) 要考量灘岸型態--溼地、沙岸、岩(礁)岸。

(2) 勞動密集作業，較無技術性可言。

(3) 很難恢復到未受污染前的狀態。

(4) 會面臨來自生態保育團體、新聞媒體、民意與政治的壓力。

(5) 指揮官應綜合考量成本效益等因素，邀請各級政府代表、民意代表、專業技術人員共同研討決定清理行動是否終止。

6. 廢棄物處理：

(1) 廢棄物可區分為液態廢棄物及固體廢棄物兩種。

(2) 應預先規劃廢棄物儲放場所與分類管理工作，避免二次污染。

## 7. 其他替代方案

(1) 現地焚燒：

燃燒未完全產生的殘餘物將會沉澱，造成二次污染，燃燒過程產生的黑煙，對環境的危害比油污染更大，因此一般僅對汽、柴油污染事件使用燃燒處理。

(2) 生物修補法：

利用添加營養物或微生物等方式，增加生物分解的作用速度，效果慢，需要長時間的觀察監測。

## (三) 心得與建議

1. 知己知彼，百戰百勝：緊急應變如同帶兵作戰，首先要了解敵人為何，才能採取適當的戰略應對；油污染應變應先了解油污的種類，才能使用得宜的策略。當然，應變指揮官在進行指揮應變時，亦應對自己手中的工具(各式除污器材)瞭解透徹，才能在緊急事件發生初期採取最適宜的措施，使事件獲得控制。
2. 本次訓練經由各課程講師悉心講解，了解加拿大對海洋油污染事件之應變策略，內容鉅細靡遺，分工明確。反觀我國，位處海運樞紐位置，往來船務頻繁，又四周海象變化劇烈複雜，常有海難事件發生，且導致後續的海洋污染案件，對海洋環境造成嚴重威脅與影響，建議可借鏡如加國之應變體系及制度等作為，以確保海洋環境永續發展。

## 議題四：油污染應變設備簡介-WCMRC

### (一) 前言

西部加拿大海洋應變公司 WCMRC (Western Canada Marine Response Corporation) 位於加拿大溫哥華 (Vancouver) 近郊的本拿比市(Burnaby)。該公司透過整體規劃，利用層架將各類海洋污染應變器材分類置，如固定式攔油索、充氣式大型攔油索、汲油器、清理設備設備、貯油囊、油水分離機、吸油索、移動式照明器具、移動式小型船隻、裝備貨櫃及指揮中心等，藉由分類置放各式裝備及可移動式裝備貨櫃，可快速應變緊急狀況，得以最快速度整備裝備並運送至應變現場應變。

### (二) 內容

本日課程先於課堂上介紹各式攔油索 (Boom)、汲油器 (Skimmers) 及儲油囊 (Storage) 及其使用範圍及限制，接著實地參觀 WCMRC 之倉庫，以了解各裝備擺放之分類準則及如何收納。 以下以圖片說明：





參觀 WCRMC 之倉庫



海上儲油囊



碟式及刷式汲油器



攔油索



移動式貨櫃內分類擺設之設備-1



移動式貨櫃內分類擺設之設備-2



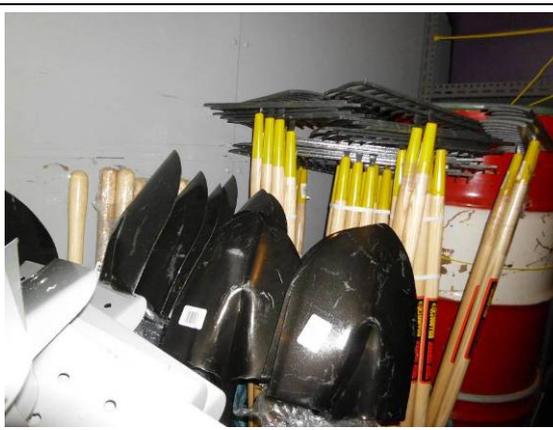
移動式貨櫃內分類擺設之設備-3



攔油索及拖引佈設之小船



充氣式攔油索及捲索機



各式簡易清理工具



粒狀吸油棉



機器上均附有備份操作說明書(紅色圈圈)



開架式層架分類擺設



學員參觀情形

### (三) 心得與建議

1. 此次參訪，現場操作人員對相關器材展現高度熟練度，不僅平時即備有相當數量之各式除污器材，且對於應變設備規劃放置方式如此有系統，印象深刻。此外，相關船隻及應變器材貨櫃之運送，亦有系統規劃，於漏油發生時可迅速運送抵達事故現場緊急應變。
2. 國內應鼓勵民間機構成立專業油污染或化學物質污染處理機構，由政府輔導民間相關機構仿倣加拿大成立應變處理公司，讓油污染或化學物質污染處理能夠更專業、更有效率。

## 議題五：除污器材實作與觀摩

### (一) 前言

除污器材應變實作為本次應變課程中戶外教學課程，選擇於溫哥華 Barnet Marine Park 旁之水域進行。本次演練可以了解國外應變人員將應變規劃實際操作於實際應變上，同時利用實際觀摩可了解各應變器材之操作技巧，視實際狀況採取應變策略及適當的操作應變設備可以成功圍堵污染擴散，降低環境及生態的損害。

### (二) 內容

本日上午課程於課堂上介紹各式攔油索 (Boom)、汲油器 (Skimmers) 及儲油囊 (Storage) 之介紹及使用範圍及限制及參觀 WCMRC 之倉庫。一般漏油事件應變策略主要分四個部分：污染源控制 (Control at Source)、浮油去除 (Slick Remove)、保護海岸線 (Protect Shoreline)、清理海岸線 (Cleanup Shoreline)。下午至 Barnet Marine Park 旁之水域進行水上實作。一般應變作為主要以分區管理 (熱區、暖區、冷區)、海上清理圍堵回收、海岸清理等作為。以下以圖片說明：





完成圍堵後海上清除浮油部分由小船以汲油器進行回收



配合地形及除污需要佈放其他形式之攔油索



完成圍堵後岸際清除部分由以簡易灑水器進行連續沖洗



完成圍堵後岸際清除部分由以自製之灑水器進連續沖洗



學員現場觀摩情形



講師現場講解及學員發問情形

### (三) 心得與建議

- 1.此次參訪，對加拿大應變處理過程，印象深刻。此外，操作人員現場展現出操作熟練度，顯示平時訓練有素。船隻機動，於漏油發生時可迅速於事故現場緊急應變。另外，因應地形之不同（例如本次演練之地點 **Barnet Marine Park** 附近水域會因漲退潮而有水位落差），選用不同形式之攔油索，以適合當地除污所需。
- 2.另外利用自製灑水器連續沖洗岸際之油污也是令人印象深刻。一般國內在清除岸際油污時，均以高壓沖洗機進行沖洗，有時甚至以熱水高壓沖洗。但是講師認為以熱水及高壓沖洗可能會殺死現場之微生物破壞生態，可能減緩當地環境之復原速度，並舉了一個例子來說明儘量以常壓及冷水沖洗之受污染區環境復原速度比以高壓熱水沖洗之區域復原佳，惟高壓沖洗仍有其需借用之處，課堂上所學的不可以整個套用於實際狀況，需視當地污染狀況決定應變策略及方法。
- 3.本次實地觀摩可惜的是實作時間太短，比較詳細之器材接合及操作，因時間較短無法得窺其貌。

## 議題六、除污器材應用情形介紹暨實務分享(美國墨西哥灣漏油事件為例)

### 一、前言

本日是第三天課程，因為天候因素，昨天臨時決定把握天氣，將第二天室內課程與第三天戶外實作互換，充分顯示上課也像緊急應變事故處理一樣，需要隨時依照現實環境變化，立即修正處置，才能獲得最佳學習效果。

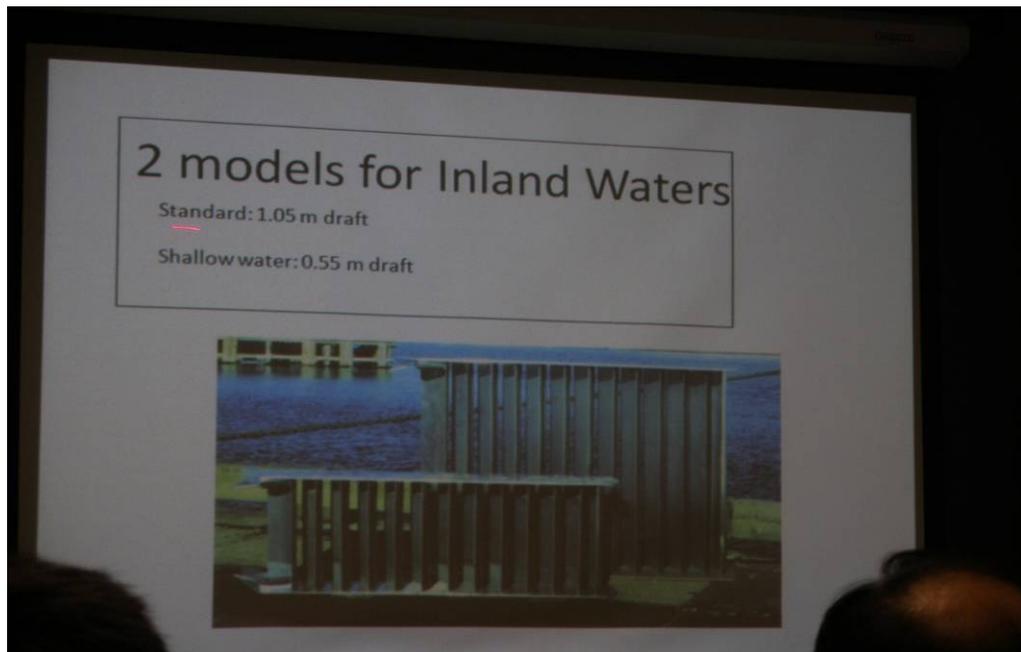
經過第一天的海洋污染基礎介紹(污染來源、成因、結果及行爲)、風險管理、應變計劃，及第二天的倉庫應變器材實物介紹、Barnet 海洋公園實地海岸污染處置示範。今天將由實地參與過 2010 年墨西哥灣鑽井平台(Deepwater Horizon)爆炸事故處理的 Ian Lambton 先生，介紹其他多項實際使用於該事故處理之應變機具，及寶貴的處理經驗分享與檢討。

### 二、內容

#### (一) 上午課程

##### 1. Boomvane：省掉一條船拉攔油索

標準型高度 1.05M，淺型 0.55M，以上河川型可以將上方浮板拆下裝到下方，使之靠向河岸左岸或右岸。海洋油污處理型高度 2M 以上，無法調整上方浮板。使用時與船隻成 45 度角。

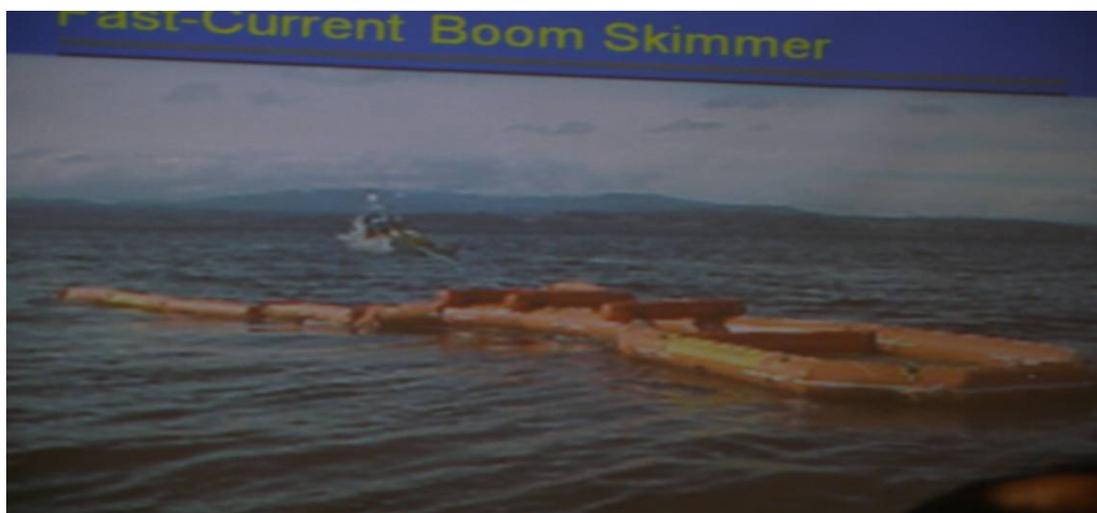


## 2. Tar ball 收集車

岸際沙灘清理可先用掃街車在沙灘掃過再使用 Tar ball 收集車。另若經由溢油軌跡模擬後，評估油污染範圍將擴大至附近沙灘，事件總指揮官可預擬規劃出可犧牲之海岸，並以攔油索引導海面溢油到這些海岸再作處理(控制溢油上岸地點)。岸際清理所產生之廢棄物，經收集後可使用旋轉窯焚燒，破壞去除率達 99.9999%。應變計畫要列入海岸(沙灘)清理。



## 3. 新型汲油器(10年前丹麥製造)Ocean Buster



功能：將攔油索與汲油器綜合的器具，汲油後水由下方流走，海流流速 3~4 節仍可汲油，一般汲油器只在海流流速 1~2 節汲油效果較佳。此器材與 Boomvane 一起使用，一艘船便可以作回收工作。

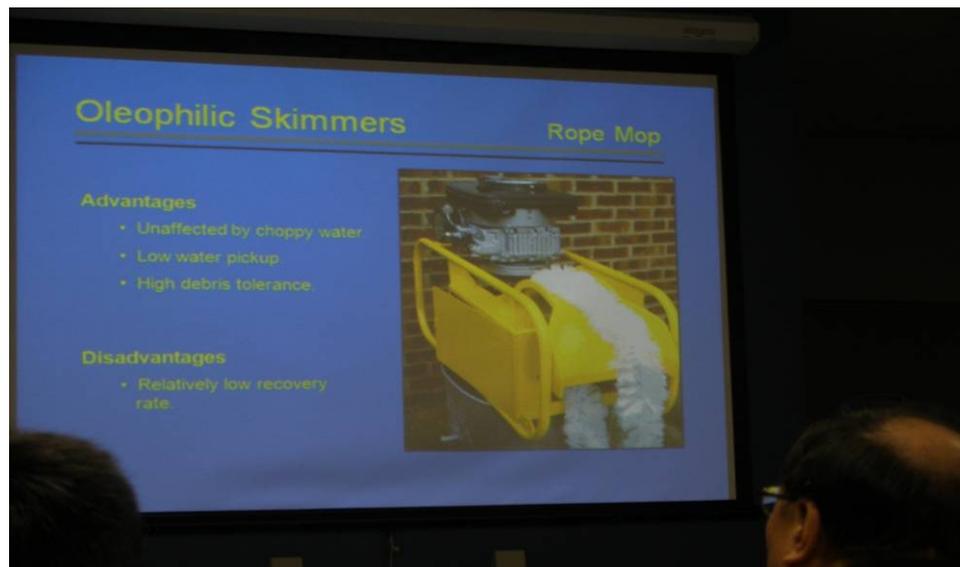
#### 4.吸油棉片(sorbent pads)：適合少量油污使用

一般吸油棉為白色，適合吸收碳氫化合物；另有化學吸油棉，因吸收物質不同有綠色、黃色及紅色三種。粉狀吸油劑主要針對化學品使用但是效果不佳。依講師個人使用 7~8 種經驗，認為(CLHY SORBENT)最好用。另外啦啦隊所使用之尼龍彩球，對於重油吸收功能很好，而且可以將彩球以繩子串連，上方綁浮筒，下方綁錨用來監測海底油污流向。

5.吸油棉索：小條的比較好用，大條的吸油後可達 100 磅(約 45 公斤)，太重不好搬。

6.吸油劑：其中有細菌可以幫助油污分解，但是實際效果不好，效力存疑。

7.汲油器(Rope Mop)：功率 10 噸/小時，適合重油，不適合柴油。挪威、丹麥、芬蘭專門生產汲油器。汲油器採購要考慮維修是否容易及經費。



## (二) 下午課程

### 1. 墨西哥油污清理經驗

加拿大 WCMRC 與其他國家專業應變團隊簽署互助協議。因此，受此協議約定，該公司亦參予美國墨西哥灣漏油事件造成之油污染清除工作。墨西哥灣油污 8% 以化油劑清除，5% 以焚燒、3% 以汲油器去除，剩下的都由自然分解。墨西哥灣漏油事件基本上 100 天後才獲控制，停止漏油。油污沒有大量擴散，主要集中在墨西哥灣，原因為墨西哥灣一天漲潮一次，漲退潮差只有 1 呎(0.3 公尺)，不像溫哥華岸邊潮差 1 公尺，更不同於臺灣海域一天漲潮 2 次，潮差 5 公尺之環境。

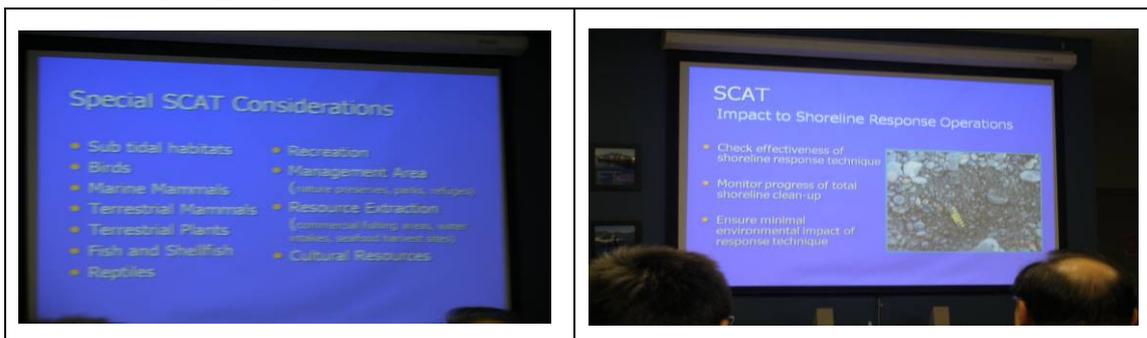
### 2. 墨西哥灣油污清理缺點：

指揮中心協調不足，各州政府之間爭搶民間資源，且後勤協調不良。事發時招募很多臨時人員，但每天僅訓練 1 小時，其他時間空等。人員移動管制不良，例如有工作人員拿著證件，由路易斯安那州(Louisiana)除污應變管制區自行移動到佛羅里達州(Florida)除污應變管制區，都無人過問；動員物資無完整接收程序；除污應變佈署區(以路易斯安那州為例)無相關主管負責及管理各地來的資源，所接收之的攔油索、汲油器很多都應確實檢驗，並建立退貨制度。

### 3. 應建立事件指揮系統 10 大目標，如果都做到，應可阻止 90% 漏油事件。

ICS(Incident Command System) 事件指揮系統，由處理加州每年森林大火經驗的消防體系所建立的制度。

#### 海岸清理操作 SCAT (Shoreline Countermeasures Assessment Technic)



### 三、心得與建議

#### (一) 心得：

世界各國由於航運往返頻繁，溢油污染事件層出不窮。規模較小的，也許僅需少許人力、物力、財力及短時間內即可完成清除工作；但是一旦發生規模較大的油污事件，常常造成難以估計的損失，尤其是對於生態環境的傷害更是久久不能平復。因此油污事件發生時，應變目標及策略的建立就顯得格外重要，有正確的應變策略，才能將油污染對生態的影響降到最低。

雖然部分的油污染會從自然的風化中漸漸恢復，但是光靠自然的風化不但費時，且恐造成生態更嚴重的衝擊。有鑑於此，如何控制污染的持續擴大是我們應學習的重要課題。

應變反應階段大致可分為：意外的發生、通報、評估、動員、清除操作、災後復原及災後檢討等階段，確實做好各階段的計畫，將使得應變工作能事半功倍；油污事件的發生常讓人措手不及，因此各地方政府平時即應規劃一套應變計畫，並時常辦理演練及教育訓練，才能在事故發生時發揮最大功效，並且在計畫中優先考慮民眾及應變人員安全及避免生態敏感區遭受破壞的前提下，即時判定應該處理的優先順序，利用最適當的人力與工具的安排，達成最艱鉅的任務。

另外關於污染海岸線清除的幾項工具，從不同的攔油索及汲油器的功能介紹中，讓我們瞭解選擇適當的除污工具在每一次污染應變事件中所扮演的重要角色，並且從經驗中學習，不斷改良設備，正所謂「工欲善其事，必先利其器」，提升除污設備的功能，才能在污染事件發生時縮短清除污染物的時間，降低損失。

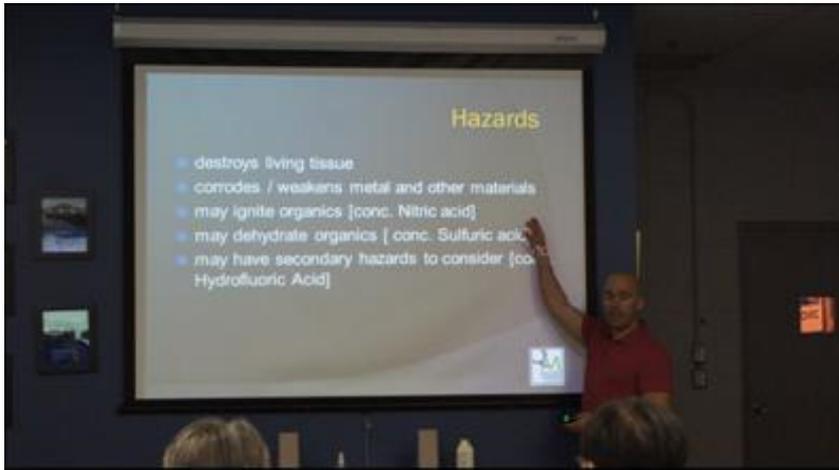
目前我國已制定海洋污染防治法，並在該法中明定各項污染行為之罰則以及針對緊急應變計畫之擬定作規範，各地方政府亦各有緊急應變計畫的建立，惟在應變人員的專業訓練、通報程序及應變指揮系統制度方面可再力求完善，才能在瞬息萬變的環境中強化應變的能量，戰勝隨時可能發生的污染事件。

## **(二) 建議：**

依現行海洋污染防治法之規定，環保單位為海洋污染之主管機關，但環保單位卻無油污（化學品）之清除專業人力、設備、技術，故遇到海洋污染發生時，往往束手無策而須求助於其他相關單位（如海巡署、中油等），但海巡署等單位其能量與專業能力均亦有限，建請可仿效國外由專門處理油污之民間公司負責。

## 議題七、危險與有害物質(Hazardous & Noxious Substance, HNS)

### 洩漏應變研討



#### (一) 前言

本 HNS Operational 課程由 Quantum Murray LP 公司提供授課，講師為 Chris Nicholson。Quantum Murray LP 公司成立於 1992 年加拿大多倫多市，該公司提供的服務為爆破、治療、緊急應變和危險物質處理服務。主要業務為幫協會、政府，商業和工業公司提供廢物處置、搶救、回收廢金屬、土壤管理和緊急應變的服務。該公司同時也提供環境開墾、污染的廢棄物、回收的廢物和土壤、水處理的管理設備。另外，該公司的服務亦包括土質技術的應用、工業廢棄物挖掘和整治、污染的土壤、泥漿挖掘等系統工程。

所謂「HNS」英文全名為 Hazardous & Noxious Substance(危險與有害物質)，化學品外洩所呈現的風險相對油品而言，其處理風險將相對的提高。由於化學品的化學與物理特性範圍相當廣泛，可能包括高溫、高壓、高腐蝕、高氧化、高揮發與高反應性等不同的特性，所以在應變之前必須先具備相關辨識基本化學物質的能力與知識，當具備辨識化學物質的辨識能力之後，應變作為前才能針對該化學物質進行風險評估，最後才能迅速與安全的進行應變措施，所以應變程序為辨識物質—風險評估—應變作為。簡述重點如下。

#### 1.首先必須先了解化學物質的辨識系統

依 TDGR(Transportation of Dangerous Goods Regulations)的規範，依據主要的危害共計 9 大類，可藉由化學品的適當分類清楚辨識所需應變的化學品特

性。

若是標示遺失或是磨損時，亦可藉由容器的材質與外觀辨識化學品物質，如：

材質 鋼質－可能為爆炸性物質

塑膠質－可能為腐蝕性物質

外觀 直角－可能為無壓力物質

部分圓弧－可能為低壓力物質

四角全部圓弧－可能為高壓力物質

## 2. 接下來是風險評估

風險評估前至少要有 3 個可靠來源先確定化學物質為何，此後才能正確的進行風險評估，而風險評估依序有 3 個重要指標其重要性，依序如下：

- (1) 生命－評估風險時，需首先考慮到生命的保護，如自身安全、夥伴安全、民眾安全等指標為最重要，其次再思考其他目標。
- (2) 環保－當生命都可受到保護時，其次是環境保護，如動物、魚類、植物 等指標為次要目標。
- (3) 物質財產－若生命與環保皆可保護了，最後才思考財產與設施的保護。

## 3. 最後是應變作為

當清楚辨識化學物質，且完成風險評估後，最後則是應變的作為。各種化學品都有不同的應變方法，必須依據物質安全資料表(MSDS)的相關資訊進行適當的應變作為。應變時如何確保安全，這就需要靠個人防護設備 (PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMEN, PPE)，PPE 共分四級，如下簡要說明：

- (1) LEVEL A：完全密閉性，搭配 SCBA (Self Contained Breathing Apparatus，自給式空氣呼吸器)。
- (2) LEVEL B：沒有完全密閉，搭配 SCBA。
- (3) LEVEL C：沒有完全密閉，無需搭配 SCBA，一般面罩。

(4) LEVEL D：沒有完全密閉，無面罩，只有防護衣及安全帽。

依不同的化學物質選擇不同等級的 PPE，即使使用 Level A 並不代表可放心處與事故現場，仍需佔於上方處儘量避免接觸化學物質。相關的化學品物質應變詳細說明如下：

## (二) 內容

### 1. Product Identification

- (1) 在做任何化學品應變時，第一步即是要先瞭解化學品之特性，亦即從標示、容器形狀、顏色、外觀及相關識別碼，瞭解化學品之特性。
- (2) 在 TDGR (Transportation of Dangerous Goods Regulation) 中規範危險物運送規則，應含適當處理、包裝、相關文件、識別、標示、運送時特殊規定等。
- (3) 在標示中，應註記顏色、識別碼、化學品毒化分類記號等。

### 2.化學品之聯合國之編碼

聯合國對化學品之編碼為 4 碼，依據 TDGR 的規範，化學品計分成九大類，可從分類中瞭解化學品之危害特性：

- (1) 第一類：Explosives 爆炸物，黃底，分成 1.1 至 1.5 五項細目。
- (2) 第二類：Compressed Gases 壓縮氣體，分成易燃、非易燃無毒氣體、毒性氣體、氧氣。
- (3) 第三類：Flammable liquids 易燃液體
- (4) 第四類：Flammable Solids 易燃固體，分成易燃固體、自然物質及禁水物質。
- (5) 第五類：Oxidizers and Organic Peroxides 氧化物、有機過氧化物，如 鈉 Na、鎂 Mg，分成 5.1 及 5.2。
- (6) 第六類：Toxic and Infectious substances 毒化物及感染物質，如 H<sub>2</sub>S、HF。
- (7) 第七類：Radioactive 放射性物質
- (8) 第八類：Corrosive 腐蝕性物質，如硫酸、液鹼

(9) 第九類：Miscellaneous Products 其他雜項物質，如 鉛 Pb、汞 Hg、石棉

**3.化學品運送** (含車運、船運、火車運、飛機運)：均需有明確標示，包含船運名稱、初步分級 (次要分級)、PIN、包裝方式、特殊處理規則、24 時緊急聯絡方式。

**4.化學體之外觀往往可以初步瞭解化學品特性：**

- (1) 顏色：如紅色標示，多為易燃性物質。
- (2) 形狀：長方形-穩定物質，圓桶型-高壓氣體，四角弧度越高、壓力越大。
- (3) 材質：鋁製或碳鋼製為可燃、非腐蝕、一般穩定性物質；不鏽鋼桶為可燃、腐蝕、毒性、一般穩定性物質；聚合材質：腐蝕、一般穩定物質；紙製：乾燥物質。

**5.北美緊急事故應變指南 (North American Emergency Response Guidelines)：**針對各類物質災害應變提供簡要的應變處理原則，依化學品特性分為 60 種，非針對性，包含下列四大內容：

- (1) 黃色：危險性化學品聯合國編碼索引。
- (2) 藍色：依照字母排列順序，化學品名稱索引。
- (3) 橘色：處理原則說明，每種以 2 頁方式，說明相關化學品特性、防護等級、火災、外洩及急救之處理方式。
- (4) 綠色：依聯合國編碼表列不同洩漏之隔離及安全反應範圍。

**6.CANUTEC：**加拿大政府因應消防防災之需求所設計，以簡潔方式標示化學品特性。黃色表反應性，紅色表易燃性，藍色表對人體危害程度，W 表可否碰水。並以 1-4 表示劇烈之程度。



**7.NIOSH Pocket Guide：**National Institute for Occupational Safety and Health 所出版之口袋書：快速化學品之指引，易懂明瞭，可初步瞭解化學品特性、危害評估及初步防護等級。

**8.ICSC (International Chemical Safety Cards)：**發展於國際勞工組織，發行通用

於國際之化學品安全卡。

### 9.風險評估：

- (1) 目的：在鑑定及評估有害化學物質之事故，並從相關資訊中取得風險範圍，據以選擇適當之處理方式及防護等級。
- (2) 可能發生之區域：農村區-燃料、農業化學品、採礦爆裂物；人口密集區-化工廠、化學品儲存與廢棄堆置倉庫；交通運輸廊道-所有化學品。
- (3) 風險評估之確保順序：生命 (Life)、環境 (Environment)、財產 (Property)

### 10.化學品之特性：

- (1) 腐蝕性物質 (Corrosive material)：pH 大於 12.5 或小於 2.0 之物質，如硫酸、液鹼。
- (2) 有害物 (Hazard)：會破壞人體組織、侵蝕金屬、易點火、脫水性高之物質，如石灰、soda ash、硫酸、HCl 等。有時甚至起火或爆炸 (BLEVE, boiling liquid expanding vapor explosion)，或產生有害氣流與蒸汽。
- (3) 易燃物 (Flammable material)：閃火點低於 60.6°C，在 UEL 及 LEL 之區間為易燃範圍。分成易燃固體 (白磷、黃磷)、易燃液體及易燃氣體。
- (4) 毒害物 (Poisonous and Toxic)：被人體涉入後，對人體有嚴重傷害，有時直接，有時間接，如氰化物。對此物質要能明瞭其保護程度。應建立 TWAEV (Time weighted average exposure value) 及 IDLH (Immediately dangerous to life and health value)，以注意人體累積毒害物及急性反應之問題。
- (5) 氧化物 (Oxidizing material)：多為黃色標示，易起火及快速氧化，對熱很敏感，若反應生成 O<sub>2</sub>，則易爆炸。應特別注意盛裝於相容性之容器中。如 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、Ammonium Nitrate、Chlorine 等。
- (6) 大氣有害物 (Atmospheric hazards)：飄散於空氣中之毒害物質，應先瞭解有害氣體之物理特性，如蒸汽密度 (Vapor density)，以決定危害區域。

## 11.化學品之反應特性：

- (1) 酸鹼中和：會有水、鹽類及熱之產物，有時會產生有毒氣體。
- (2) 聚合反應 (Polymerization reaction)：由單體經鏈鎖反應形成聚合物，反應激烈，可能造成容器危害，使化學品洩漏。
- (3) 核反應 (Nuclear reaction)：不穩定核種衰變至穩定核種，所釋放出危害人體能量。不穩定之反應類型有不同之危險特性，據以決定防護等級。釋放能量有  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  等不同等級之能量。

## 12.隔離與疏散 (Isolation and Evacuation)：

隔離並無一定的距離標準，應視毒化物特性、濃度及環境狀況而定。應將危害影響區域區隔成 hot zone、warm zone、cold zone，避免 hot zone 中之危害物質污染至其他區域。並做必要的遮蔽區 Shelter in place，做好必要防護，疏散前應做好必要防護，亦可於原地做好防護。

## 13.PPE(Personal Protective Equipment 個人保護裝備)

(1)手套：依主成份之差異，適用處理不同化學物質之場合

A.橡膠，適用於屬碳氫化合物之化學物質，包括：汽油、重油。

B.Nitrol

C.PVC

必須注意的是，手套顏色與材質無直接相關性，視製造廠商而定。

(2)防護衣

對於汽油及甲醇等易燃之化學物質，防護衣遇到太熱或火災時，有被抽真空的風險，環境溫度過低時，則有脆化的危機。

(3)SCBA(Self Contained Breathing Apparatus) 4 個主要組成、事前檢查及保護成效：

A.使用時機：正常情形下，空氣中  $O_2$  含量為 20.9%，當空氣中  $O_2$  濃度低於 19.5%，或高於 23%時，或大氣中有含有化學物質氣體、蒸氣及灰塵(Dust)

時，均應配戴。

## B.組成

- (A)防護面罩(Face piece )
- (B)呼吸管(Breathing)
- (C)控制閥(Regulator)
- (D)空氣鋼瓶(Air cylinder)

## C.事前檢查

- (A)即便穿戴 SCBA，亦勿戴隱型眼鏡處理化學品
- (B)可用 70%酒精擦拭防護面罩
- (C)裝戴時男士勿有鬍渣、女士勿有鬢髮
- (D)需由正負壓測試保證服貼，每年進行水壓測試
- (E)確認控制閥接合處需密封，檢查壓力表與控制閥數據相符
- (F)原則上，空氣鋼瓶裝載之空氣量，可維持 30 分、45 分至 1 小時，但仍需視情形而定，有可能更少。而鋼瓶本身之耐用性則視材質而定，至少有 5 年耐用期。若為鋁或不鏽鋼，只要通過水壓測試(以 Chris 講師經驗為例，每年 1 次水壓測試)，即仍耐用。

## D.保護成效

以汞蒸氣 (Mercury Vapors) 為例，可容許暴露量 (TWAEV) 為 0.25ppm，在可容許暴露量之範圍內，不須穿戴個人保護裝置(PPE)。

不同配備有不同保護因子(Protection Factor)。

- (A)若採自行背負空氣鋼瓶，即背戴 SCBA，則對呼吸系統具高度保護效果，保護因子 = 10,000\*TLV(TWAEV)，即可耐受濃度為 2,500ppm。
- (B)若採行 SAR(Supplies Air Respirator，為具 300 公尺長管之呼吸器，鋼瓶非隨身式，故穿戴本配備較 SCBA 輕，但因具 300 公尺長管，

受損風險較高)，則保護因子 = 1,000 \* TLV(TWAEV)，即可耐受濃度為 250ppm。

#### (4)APR(Air Purifying Respiration)

- A.使用時機：空氣中有足夠的 O<sub>2</sub>，已知的污染物及濃度，低的 IDLH，良好的氣味警訊特性等。
- B.針對處理酸、汞、Ammonia、汽油等化學物質，其 APR 之過濾罐各有不同顏色。以酸性氣體為例，其過濾罐環為黃色。
- C.一般性能(單過濾罐)APR 價格約加幣 200 元，雙過濾罐之 APR 價格則約加幣 2,000 元。惟不論單、雙罐 APR，均無法製造氧氣、提供氧氣，僅能過濾空氣，只有空氣淨化功能。
- D.全罩式面具(Full Face)之保護因子(Protection Factor) = 100\* TLV；  
半罩式面具(Half Face)之保護因子(Protection Factor) = 10\* TLV

### 14.PPE 的限制

- (1) PPE 最怕面臨溢散化學物質之滲透、穿透及分解(Chris 講師認為滲透最可怕)，以硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)、鹽酸(HCl)及氯乙烯單體為例，遇水均會造成危險的腐蝕及反應放出之熱能使溫度上升。Lauri 講師指出，選擇防護衣時，目錄會標示耐用程度，在不同化災情況下耐用 2 分鐘至 100 小時，均可能發生。
- (2) 遇工廠、倉庫化災，應將氣體往外吹，穿戴完備之 PPE，還是應居於化災現場之上風處。

### 15."NO GO" Option

CIS 最適合當總指揮官者，非職務最高者，而是經驗最豐富的人。如此，才可在緊急狀況中下最適指令，明確指示"NO GO"之時機。

### 16.PPE 防護等級

PPE 防護等級分為 A、B、C、D 四級。相關配備說明如下：

防護等級 \ 配備	防護衣	呼吸道防護器	備註
Level A	高度皮膚保護；無漏縫、完全密閉(外加：手套(內外兩層)、頭部保護、外套式保護靴、通話器) 約加幣 2,000~3,000 元/件)。	高度呼吸道保護；背戴 SCBA。	與 B 級防護之差異主要在於防護衣之等級。
Level B	降級為避免噴濺皮膚(Splash Protection for Skin)；未完全密閉(約加幣 135 元/件)	背戴 SCBA	<b>有無背戴 SCBA 為關鍵</b> ，B、C、D 級防護之差異，只要有背戴 SCBA，不論防護衣之型式，即屬 B 級以上防護裝備。(注意：若僅著完全密閉防護衣，未背戴 SCBA，則僅稱得上 C 級防護。)
Level C	未完全密閉	降級為戴 APR	
Level D	無護罩(僅著帽)	無	

註：以消防隊員為例，有背 SCBA，即屬 B 級防護。

## 17.PPE 穿戴體驗

### (1) 學員現身說法

- 視線受影響
- 靈活度受限
- 聽覺受影響
- 心理受壓

(2) 救災過程熱能壓力(Heat Stress)的影響(與中暑情形相似)

- 體溫上升
- 缺水
- 肌肉痙攣
- 器官衰竭
- 休克

## 18. PPE 小結

(1)遇化災，不知是何種化學物質時，則至少採 B 級防護。

(2)若遇化災並起火時，則內著防火衣，外穿防毒(害)衣。

(3)穿戴防護裝備過程，小組二人應先溝通及分工。以 Chris 講師經驗為例，救災搭檔非固定二人，因此需經常訓練，每日均應與夥伴(co-worker)練習穿戴防護裝備，以備不時之需，及保護應變人員安全。

(4)穿戴過程勿求快，應以安全為準則，速度非唯一要求。

(5)平日多檢查裝備，應變過程冷靜，除非緊急狀況須馬上撤離現場，否則不准用跑的。

(6)安檢人員非常重要，不論訓練過程或正式出任務，除救災應變搭檔間合作相互檢查裝備狀況外，最後的安全確認為安檢人員重要工作，並需隨時監控應變人員空氣鋼瓶使用情形。

(7)出任務人員多寡得視化災規模而定。以 Chris 講師經驗為例，若為醫院發生之福馬林(甲醛)外洩，1 人上陣即可，汞蒸氣外洩則曾 2 人出任務，亦曾遇油伴隨化學物質外洩，亦曾出動 300 人。

### (三) 心得與建議

自本日起接下來兩天將由海洋油污染應變延伸至化學品污染，同班裡絕大部分的學員都沒有接觸過化學品應變，但講師深入淺出由國際化學品運送的分類、個人防護裝備進而分析風險評估及應變程序，搭配生動的講解方式加深記憶，上

完第一堂國際化學品運送分類課後，大家已能熟記具危險性物品之運送圖示，對於沒有標示的容器也能從外觀取得危害性資訊，對於第一線之化學運輸事故處理可立即判定危險性及應變相關注意重點。

第二堂課所說明之風險評估程序及保全作業等，更為該機構多年化學應變歷練而得的智慧結晶，內容既深且廣，除大方向風險評估程序的介紹，並深入說明評估各項目內容及風險評估表格的細項欄位與填寫重點。講師不吝分享豐富的實務經驗，如甲醇的火無顏色，遇到甲醇事故絕不能以肉眼判定是否有火，MSDS資料過於龐雜，對於常遇到的化學品另須製作風險評估表以加速應變時間，即使曾參與過應變的同學亦受益良多。

下午課程解說個人防護設備（PPE），指揮官雖然未必需要穿著 PPE，但是須決定現場應變人員之防護等級，亦是應變成功與否的關鍵。課程詳細除解說四種類型之分類方式及使用限制，而講師分享的實務：「應變人員一定要兩人一組互相幫忙，且穿了防護設備也不能直衝現場，仍要注意不要接觸化學品且待在上風處，也要知道什麼時候放棄任務」，「人命保全是最重要的」亦是講義上無法得到的寶貴經驗。

本國於海污應變之環保局及海巡署多無化學應變能量，尤其較高階級之個人防護設備如 A 級、B 級防護衣，目前僅化學兵及毒災應變隊有能力保養及正確使用器材之專業知識，應加強各方之交流與協調。

## 議題八：HNS 案例解說及實作練習

### 一、個人保護裝備（PPE）

#### ※個人保護裝備分爲 4 級：A、B、C、D 級。

- 著裝前宜先檢查裝備，以確認設備安全無虞，並宜有安檢人員協助確認應變人員之裝備及動作合格。
- 正常室內氧氣含量 21%，如氧氣不足、昏覺、手腳不靈活。
- 外洩化學品未知其種類、品名時，應穿著個人保護裝備。
- 處理油輪，汽油外洩，如汽油外洩已燃燒，應穿著 C 級以上防護衣；如爲易燃、具毒性之化學品，不可只穿 C 級防護衣，應穿防火衣外套防毒防護衣。

#### ※A 級防護衣實作:

- 1.穿 A 級防護衣，操作拿筆寫字及拿東西。
- 2.穿 A 級防護衣，兩人相互要求拿東西。兩人穿著防護衣後，相互溝通及作應變動作。
  - (1) 穿著時間迅速非最重要，應穿著確實、安全方爲最重要。
  - (2) 平常宜每天不斷重複練習穿著防護衣，以熟能生巧。
  - (3) 穿著防護衣前應先檢查其是否有針孔、破孔，確認設備安全無虞後才穿著。
  - (4) 防護衣於平常須落實保養檢查。
  - (5) 安全人員需觀察應變人員穿著正確，安全無虞。
  - (6) 應變工作欲速則不達，應求確實、正確、不可慌亂。

#### ※現場小型演習（Exercise Case）

本次加拿大訓練在第 5 天的課程，訓練講師 Mr. Chris Nicolsen 安排了一場小型的室內與戶外演習。室內分 3 部分，由簡入難地將個人防護具、SCBA、各級防護衣教學員正確的知識與使用方法。在大家均熟習防護衣之穿著後，立即要求 2 位學員穿著 A 級防護裝備，於室外以一桶清水作爲假想化學品洩漏，污染物流向停車場雨水收集口。由於該收集口所收集之雨水經由導管流向訓練場旁邊的海灣

中，因此需要緊急應變人員將此收集口以圍堵與吸附材料防護，避免污染物流入。

**案例：**有一輛克里斯公司化學車翻覆，tauK 標示◇下半邊黑白相半菱形查證標示為腐性物質，其接觸為吸入及皮膚沾上傷害，經穿戴防護衣外來聲音傳達時用兩手大力拍打反應傳達，因該化學品有可能流入下水道，必須圍堵化學液流入下水道。圍堵時，不可用木屑或有機土作工具，宜事先防止洩漏。四種應變方法:可圍堵、導向、覆蓋、圈蓋圍堵。

### 結論：

- 1.學員圍堵方法尚屬正確，惟應變時人員不應走入洩漏化學品區域，而應於該化學品外圍之乾淨區域作應變處理，避免人員接觸化學品。
- 2.必須用粉狀物質（木屑、有機土除外）圍堵，並不斷訓練。

以下 3 張照片即為戶外演習之實況。



## 二、除污工作 (Decontamination)

### 除污工作之主要目的有 2 個：

1. 降低累積在工作人員、應變人員、設備器材等表面的污染物，以利在卸除保護裝備時避免遭受污染與損害。
2. 避免將污染物帶出熱區。

### 除污的最佳方法，是在第一時間避免接觸污染物。以下是幾個可行的方法以減少污染：

1. 盡量減少接觸污染物的機會，例如：如果非必須，不要穿越污染區。如果不需要觸碰污染物，就不要觸碰。
2. 多加利用遠端控制方法，減少接觸污染物的機會，例如遙控監測與遠端管線開關控制。
3. 利用有限使用的外衣與拋棄式工具，減少除污工作，同時降低因除污不確實造成之傷害。
4. 多想想。思考一些常見的現象、常理，遂行工安的要求可幫助安全完成任務。

### 自應變人員身上或相關設備表面移除或中和污染物的方法有 4 種：

1. 稀釋：用水沖洗遭污染的物件表面。此方法最簡單易做，同時也是最大量使用的方法，但是當污染物不溶於水時，此方法無法達成除污的目的。使用此法的另一個風險，是當污染物與水接觸後會起化學反應時，使用此法會產生安全上的顧慮，使用前必須查明是否與水相合。
2. 中和：此法的原理是運用化學劑將污染物的化學特性消除，藉以達成無害化的目的。在考慮使用此法前，必須與專業化學品應變人員或化學藥劑專家諮商，獲得正確的使用條件，避免因錯用而造成傷害。由於會產生化學反應，反應發生所造成的副作用，如熱、煙汽等，必須加入考量其風險。最重要的使用時機是此法儘可用於器物的除污，不可用於人員的除污。

3. 吸收：此法是使用具有吸收能力的材料，將污染物吸收，以避免污染範圍擴大。在除污作業時，此法在應變器材與財產上可廣泛使用，但是對於人員的除污功效較不顯著。
4. 分離與棄置：此法僅是將污染的物件與設備集中管理。集中的受污染物件將接續後續的清理作業或是妥適的丟棄。



下列是 9 個常見的除污步驟，可讓應變人員從危險的「熱區」安全的移往「冷區」。

1. 在進入位於「溫區」的除污區之前，要先將手上遭受污染的工具放置於指定的區域。完成後，自「熱區」進入「溫區」。
2. 初級除污。此步驟可將絕大部分的污染物移除並收集起來。這部分收集的污染物屬於鬆散易掉落的部分。
3. 充分沖洗。緊接著的是完整充分的沖洗。如果該應變人員僅需換裝新的空氣鋼瓶，並且希望立即回到「熱區」完成工作，可以在此步驟完成換裝新氣瓶的工作。
4. 移除個人防護衣。個人防護衣在此步驟脫下，遠離該應變人員。此步驟有一重要注意事項就是要確保該應變人員僅可接觸卸除的防護衣的裡層，協助除污的人員只可接觸防護衣的外層，如此可避免交互污染。此步驟完成後，該應變人員脫離「溫區」進入「冷區」。
5. 移除呼吸器材。依據防護等級之不同，此步驟可與步驟 6 互換。
6. 移除內層衣物。依據污染物的危險程度，有時內層衣物有可能遭受輕微污染，

因此要在此步驟移除。

7. 人員洗澡、擦乾、更衣。與一般常人洗澡沐浴相同。環境條件必須進一步考量，如更衣間與浴室的隱蔽性、溫水供應、遮風擋雨等。
8. 醫療監測。具有專業執照之醫療人員給予該應變人員檢視身體狀況，必要時給予治療。
9. 文件記錄。對每一個應變人員每一次進出應變區，均填妥應變工作的所有事項，並且將前步驟醫療監測結果詳述於紀錄中。

**上述 9 步驟為完整之除污工作。如果污染物之危險性不高，在除污工作的規劃階段即可參照專家的評估，適當的減少一些不必要的步驟，如此可提供應變工作的容易度。**

### **三、環境監測**

環境監測運用許多不同的器材提供應變人員評估危害情形。對於不同的化學品特性則必須使用正確的監測儀器來執行監測工作。監測的主要目的在於了解污染物的數量，次要的目的在於確認污染物的種類。以下列舉說明一些常用的監測器材與設備。

#### **pH 試紙**

pH 試紙是用於測試氣體或液體的腐蝕性。若 pH 試紙接觸到腐蝕性物質，試紙會變色。在該包裝上有比色圖，比對顏色後即可獲知該污染物之 pH 值。pH 試紙有許多不同的展色區域與精準度，使用者必須先了解該試紙的特性後才可使用。由於使用試紙必須將試紙與化學品接觸，這將迫使使用者近距離接近化學品，提升危險性。另一個缺點是比色，因此光線不足、視線不良、隱藏性變色等均會影響判準確性。

#### **比色管**

此設備是用於已知氣態化學品的監測工作。比色管內含化學物質，當手動幫浦或是電動幫浦將一定量的空氣吸入比色管後，若空氣中有該物質，比色管內含化學物質會變色，變色長度則取決於該物質於空氣中的濃度，因此可獲知該氣態

化學品於空氣中的濃度。此設備誤差可達 +/- 25%，同時空氣濕度與溫度會影響測量結果。由於此方法的化學專一性不強，因此有可能展色錯誤。比色管有保存期限，因此比色管的新鮮度亦會影響結果。

## 氧氣儀

氧氣儀是用於測量空氣中的氧氣濃度。這在決定個人防護等級時很重要。同時在偵測化學品的爆炸下限值時，亦會影響偵測的準確度。其原理是利用在儀器中的電極與電解質，接觸氧氣後產生電壓，電壓強弱顯示氧氣濃度。

## 危險氣體偵測儀

與氧氣儀運用相同的原理。使用不同的電解質就可針對不同的毒性氣體進行偵測。市面上可偵測的氣體如一氧化碳、硫化氫、二氧化硫、一氧化氮、臭氧、二氧化氮、氨氣、氫氣、氰酸、鹽酸、乙烯、乙炔等。一般來說，此種儀器之電極壽命約 2 年，因此要常常檢查是否需要更新。

## 觸媒轉化儀- Catalytic Bead Sensor

可燃性氣體進入觸媒轉化儀後，經由已加熱之外表包覆白金或鈀的觸媒，配合空氣中的氧氣進行燃燒，燃燒後產生氧化物影響電極的導電性而產生數值。由於許多化學品均可燃，因此針對不同標準氣體進行儀器校正就很重要。由於不可能攜帶所有的標準氣體，不同氣體數值的轉換係數就很重要，參考數值如下表。

標準氣體

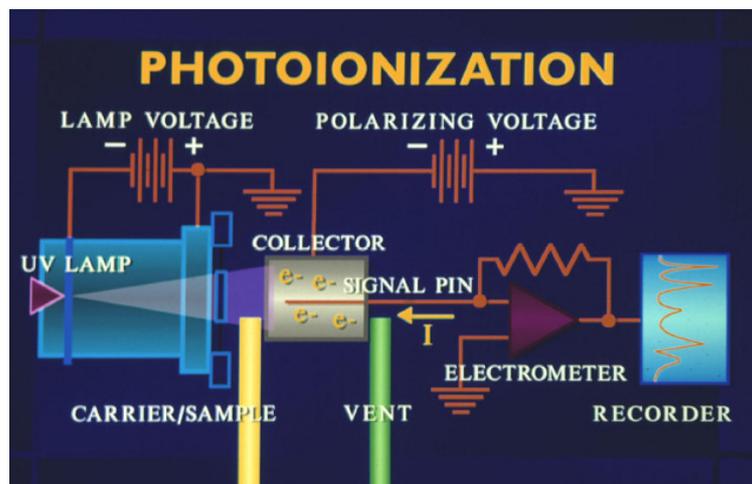
	Acetone	Acetylene	Butane	Hydrogen	Methane	Pentane	Propane
Acetone	1	1.3	1	1.7	1.7	0.9	1.1
Acetylene	0.8	1	0.7	1.3	1.3	0.7	0.8
Benzene	1.1	1.5	1.1	1.9	1.9	1	1.2
Butane	1	1.4	1	1.8	1.7	0.9	1.1
Ethane	0.8	1	0.8	1.3	1.3	0.7	0.8
Ethanol	0.9	1.1	0.8	1.5	1.5	0.8	0.9
Ethylene	0.8	1.1	0.8	1.4	1.3	0.7	0.9
Hexane	1.4	1.8	1.3	2.4	2.3	1.2	1.4
Hydrogen	0.6	0.8	0.6	1	1	0.5	0.6
Isopropanol	1.2	1.5	1.1	2	1.9	1	1.2

測試氣體

Methane	0.6	0.8	0.6	1	1	0.5	0.6
Methanol	0.6	0.8	0.6	1.1	1.1	0.6	0.7
Pentane	1.2	1.5	1.1	2	1.9	1	1.2
Propane	1	1.2	0.9	1.6	1.6	0.8	1
Styrene	1.3	1.7	1.3	2.2	2.2	1.1	1.4
Toluene	1.3	1.6	1.2	2.1	2.1	1.1	1.3
Xylene	1.5	2	1.5	2.6	2.5	1.3	1.6

### 光離子化氣體偵測儀 - Photo-ionization Detectors (PID's)

與前述觸媒轉化儀的採樣方法類似，但是偵測原理不同，是利用紫外光激發可燃氣體使之產生離子化，進而產生電流與數值。此儀器需要紫外光燈管，因此會有許多不同的費用與壽命。由於利用此原理產生離子化進而產生電流，因此電流強弱直接代表濃度，但是不具化學品專一性，同時並非所有化學品均可藉由此原理進行離子化。因此對於應變區可燃性的程度具有強大的偵測功能，同時可作為氣態污染物質擴散的偵測與界定。此方法的偵測原理可以下圖表示：



在了解各種不同之偵測設備後，在應變時運用此種偵測技術有下列幾項因素要考慮：

1. 各式設備的使用限制必須先進行了解。不同化學品交互干擾產生誤差或是誤導必須先了解，否則容易產生危險。
2. 維護這些設備是很昂貴的，不論這些設備是否使用，均必須於時間到期前進行。
3. 必須進行周期性校正，而這些校正用的標準化學品是很昂貴的。

4. PID 偵測儀對於空氣中爆炸限值的測定很有用，但是無法偵測哪一種化學品物質。若須確知化學品物種，必須佐以其他檢測方法與儀器。
5. 許多儀器都需要電池來操作，因此需常檢查電池狀態，並且備妥備用電池。同時，儀器需要常常校正，若未校正，數值將不具有代表性。
6. 所有儀器的電極均針對某單一標準氣體進行校正。於現實偵測環境中，會對於其他氣體進行偵測，因此不同氣體數值的轉換係數就很重要。
7. 時常要對於儀器進行盲測，如此可測試儀器的準確度與靈敏度。
8. 確知何種化學物質會「毒化」儀器的電極，盡量避免以保護之。
9. 使用儀器時要確知儀器的反應時間，給予充分的時間展現正確的數值。
10. 如果使用延長型採樣管，更要給予較長的時間讓儀器分析。
11. 沒有任何一種儀器可以針對所有化學物質做偵測，因此要熟知儀器的能力。

## 議題九：參訪溫哥華港(Port of Vancouver)及英屬哥倫比亞大學(UBC)

### 一、溫哥華港 (Port of Vancouver)

**溫哥華市** (City of Vancouver) 是加拿大卑詩省低陸平原地區一沿岸城市。據 2006 年人口普查所示，溫哥華市內有 578,041 名居民，而大溫哥華地區的人口則超過 210 萬，是卑詩省以至加拿大西部最大的都會區，以及全國第三大都會區；市內人口則在全國排行第八。

溫哥華市地理位置位於卑詩省西南沿海的布勒內灣和菲莎河口的三角洲之間，是加拿大西岸最大的港口。溫哥華背靠海岸山脈，面向喬治亞海峽。雖然緯度較高，但因有暖流經過，所以冬季一般不常降雪。溫哥華港為天然不凍的深水港，即使嚴冬臘月，平均溫度也在攝氏 0 度以上。

溫哥華位處太平洋沿岸，而且是橫貫全國的公路和鐵路的西端終點，使該市成為國內工業重鎮之一。溫哥華港是全國最大的港口，每年與全球 90 個國家的貿易額高達 430 億加元。

溫哥華港係由溫哥華港務局所管理，其管理之流域範圍長約 600 公里，惟溫哥華港務局非政府之行政機關，亦非屬民營之事業單位，而係介於政府機關與民營事業單位間之組織。

溫哥華港之港口水深約 45m，往上游漸次遞減，惟航道平均水深仍有 30m，其航道除於港口需浚深外，內航道則不太需要浚深，為一天然形成之深港，且為世界上三大冬季不凍港之一。因其得天獨厚之自然條件及地理位置，使溫哥華港成為北美西岸處理散裝貨的最大港口，與亞洲、大洋洲、歐洲、拉丁美洲均有定期海輪往返，每年進港停泊的船隻有數千艘，貨物年吞吐量約 1 億噸。

溫哥華港因其使用需求及規劃，於不同之碼頭可靠泊私人遊艇、水上飛機、郵輪、貨櫃船、散裝貨輪、化學船及油輪等，故加拿大許多之原物料及產品均由溫哥華港進出口。溫哥華港現時是加拿大最大和最繁忙的港口，以貨物總噸數計也是北美第四大港口。

溫哥華港雖為一非常多元之港口，在 2 小時的行程中，所見之處均非常乾淨，水面無漂浮之垃圾，於岸邊水較淺之處尚可見底，而水面到處可見水

鳥、雁鴨、海鷗及天鵝，再加上岸邊現代化之高樓大廈及不同之景觀，型塑獨特風貌。

## 二、英屬哥倫比亞大學人類學博物館（Museum of Anthropology, MOA）

1870 年左右，一些歐洲的收藏家以極低的價錢收購大量印第安圖騰柱。直至 1950 年，位於溫哥華的英屬哥倫比亞大學(University of British Columbia UBC)大學人類學博物館，為防止惡意搜購併吞原居住民的文化資產，於是推動圖騰文化保護運動，境內的印第安圖騰柱才能被妥善照顧保存。英屬哥倫比亞大學之人類學博物館是目前印第安文物收藏最豐富的地方，尤以圖騰柱最多，其中不乏大師級作品。此外，館內也收藏大批印第安各部族的生活用品、儀式用具及面具等。人類學博物館收藏品非常豐富，包括從世界各地蒐集來的人類學與人種學的資料與文物，透過展覽與節目教學，鼓勵人們對原住民與其他文化加深了解與「尊重」，人類學博物館以蒐集英屬哥倫比亞省(B.C.)沿岸原住民文物最為顯著，讓這裡原住民的社會與禮儀文化得以保存。

## 伍、心得與建議

- 一、本次訓練中，講師於課堂中或是室外實地演練課程，均特別強調工作人員之人身安全為首要任務；且說明於污染現場除污操作中，若有些微之危險狀況產生，則應立即停止相關除污作業，直到確認安全無虞後，才可繼續執行除污工作；現場指揮官必須確認任何工作或活動的成果必是建立在各參與人員無傷亡之基礎下完成的。
- 二、我國雖非屬聯合國成員，但海洋環境及資源保育已是國際保育的趨勢。現階段我國可藉由安排國際訓練課程加強我國與國際海洋污染應變機構(如此次西加拿大海事應變組織「Western Canadian Marine Response Corporation, WCMRC」)之交流，或與國際油輪船東防止污染聯盟(International Tanker Owners Pollution Federation, ITOPF)進行之適當接觸，以取得最新國際資訊，期於需要時可有適當管道尋求國際協助。
- 三、對於海洋污染事件，加拿大政府環境部負責海域水質監測及環境品質之追蹤，其海巡機關則負責第一線督導及執行污染應變備援之單位，主要污染清除的責任在於污染製造者。與我國環保署公布「海洋污染防治法」中規定之海洋污染事件處理程序及負責單位雖有不同，惟污染清除責任皆為污染製造者，目的性是一致的。
- 四、我國於處理海洋污染事件時，均涉及相當多機關。雖然各縣市政府均有訂定海洋污染緊急應變計畫，並對於跨單位協調與工作任務，均已有相當程度之掌握。然而每一次的海洋油污染事件，因海象、天候及地形地貌的不同而有不同之處理方式，惟除污基本應變觀念及除污設備之操作與維護保養，並無不同。國內各相關應變機關應持續辦理相關演練，充實海洋污染應變技術與能力，讓事件對環境的影響降至最低。