

出國報告（出國類別：實習）

**2024年法國海洋油及海運化學品污染
應變人力養成訓練
出國報告書**

服務機關：海洋委員會海洋保育署

姓名職稱：海洋保育署副署長 吳龍靜

等 28 人

派赴國家：法國

出國期間：2024 年 5 月 19 日至 5 月 31 日

報告日期：2024 年 7 月 1 日

摘要

為提升國內各級海洋污染應變權責單位相關人員的專業知識，並汲取國外先進國家的處理經驗，本年度海洋委員會海洋保育署（以下簡稱海保署）於 5 月 19 日至 5 月 31 日間，邀集主政國內海洋污染應變之主管機關至法國布雷斯特(Brest)的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）辦理為期 13 天的訓練課程。

此次訓練課程的參訓學員包括海洋委員會海保署、海巡署、內政部國家公園署、內政部空中勤務總隊、交通部航港局、經濟部產業園區管理局、環境部化學物質管理署、縣市政府環保局、海洋局、海歷企業股份有限公司、台灣中油股份有限公司、海龍離岸風電、國立高雄科技大學及永力海洋工程有限公司等單位的 28 名代表。課程結束後，所有參訓學員均取得國際海事組織（International Maritime Organization, IMO）第二階(IMO Level 2)的海上和海岸線溢油應變(Oil Spill Response at Sea and on the Shoreline)，以及海運化學品危險與有害物質洩漏操作（Hazardous & Noxious Substance, Operational Level, HNS）污染應變訓練課程結業證書。

本次課程主要涵蓋五大主題：溢油基本介紹（意外污染）、油品特性及狀態演變（油品污染性質、行為及影響）、水上應變（空中觀測、分散劑使用）、海岸線應變（海灘調查、海岸線清理）、危機管理（緊急應變計畫及事故管理系統、賠償和責任、媒體應對）等。此外，還包括實際操作應變演練模擬，例如穿戴個人防護裝備、佈放攔油索、佈放儲存槽、佈放汲油器、吸附資材比較及油污染模擬應變等。

在海運化學品污染應變方面，課程涵蓋四大主題：HNS 應變簡介（HNS 污染性質、行為及影響）、HNS 的危害和狀態演變分類（嚴肅遊戲、安全資料表）、HNS 應變（無人機演示、海上船舶應變）、案例分析及計畫分享（X Press 珍珠號

事故、HNS 手冊介紹) 等。藉由與法國應變相關機構及專業人員的實務交流，提升應變人員的應對及判斷能力。

此次培訓不僅增進了國內各級應變單位對海洋污染事故處理的專業知識，還強化了實務操作技能，為未來海洋污染事故的應對奠定了堅實的基礎。通過吸取國外先進經驗，國內的應變能力和應對效率將顯著提升，有效保護海洋環境。

目次

摘要.....	I
壹、目的.....	1
貳、過程.....	3
一、行程.....	3
二、課程內容紀要.....	5
主題一、介紹.....	5
主題二：油品特性及狀態演變.....	12
主題三：水上應變.....	14
主題四：海岸線應變.....	34
主題五、危機管理.....	49
主題六、有毒有害物質應變簡介.....	66
主題七、有毒有害物質的危害和狀態演變分類.....	71
主題八、有毒有害物質應變.....	87
主題九、案例分析及計畫.....	103
參、小組心得與建議事項.....	117
一、第一組.....	117
二、第二組.....	117
三、第三組.....	118
四、第四組.....	120
五、第五組.....	121
六、第六組.....	124
肆、結論.....	125
一、心得.....	125
二、建議.....	125
三、訓練講師及學員性別分析.....	127
附錄一、參訓學員及工作人員名單.....	130

附錄二、學員個人心得.....	133
-----------------	-----

圖目錄

圖 1-1	開幕式致詞及合照.....	6
圖 1-2	歡迎儀式.....	7
圖 1-3	開幕式贈送伴手禮.....	8
圖 1-4	CEDRE 機構介紹.....	10
圖 1-5	學員自我介紹.....	11
圖 2-1	油品的基礎化學結構和煉製過程.....	13
圖 3-1	特殊浮標的開發.....	15
圖 3-2	海上空中觀測介紹.....	16
圖 3-3	第一組合照.....	16
圖 3-4	分散劑的運作機制.....	18
圖 3-5	使用油分散劑呈現有效分散情形.....	19
圖 3-6	無效分散情形.....	19
圖 3-7	攔油索圍堵作業功效.....	24
圖 3-8	機械式回收油品作業.....	28
圖 3-9	汲油器類型.....	29
圖 3-10	講師向學員展示不同類型的吸附材料.....	32
圖 3-11	不同類型的吸附材料的吸附效果.....	32
圖 3-12	場地介紹布置、幫浦及汲油器.....	33
圖 3-13	集中油污以利回收作業.....	33
圖 3-14	使用刷式、堰式汲油器進行抽油作業.....	33
圖 3-15	使用吸附資材進行最終回收.....	33
圖 4-1	污染場址評估表.....	35
圖 4-2	學員分組調查沙灘上油污.....	36
圖 4-3	學員分組報告海岸油污調查結果.....	36
圖 4-4	講師講解各組海岸油污調查結果.....	36

圖 4-5	學員以人工方式清除沙灘上油污.....	36
圖 4-6	技術選擇標準的考慮因素.....	40
圖 4-7	針對臺灣綠島油污案之清除建議.....	45
圖 4-8	廢棄物管理.....	46
圖 4-9	廢棄物種類.....	46
圖 4-10	回收海上、岸上油污.....	47
圖 4-11	最初儲存點.....	47
圖 4-12	中間儲存點.....	48
圖 4-13	海洋油污廢棄物處理方法.....	48
圖 5-1	分級應變策略圖.....	50
圖 5-2	案例說明-威望號油輪事故.....	58
圖 5-3	危機溝通與媒體應對.....	60
圖 5-4	桌面兵推之情境訊息.....	64
圖 5-5	分組討論、報告情形.....	65
圖 7-1	線索一.....	72
圖 7-2	線索二.....	72
圖 7-3	線索三.....	72
圖 7-4	根據線索推斷狀態變化.....	72
圖 7-5	水中狀態對照（第一組）.....	74
圖 7-6	水中狀態對照（第二組）.....	75
圖 7-7	學員參與遊戲畫面.....	76
圖 7-8	狀態變化分類.....	79
圖 7-9	標準歐洲狀態變化分類系統.....	80
圖 7-10	環境參數對物質影響之示意圖.....	81
圖 7-11	安全資料表（Safety Data Sheet,SDS）.....	82
圖 7-12	安全資料表（苯乙烯單體）.....	84
圖 7-13	安全資料表（異丙醇）.....	85

圖 7-14	安全資料表 (丁酮)	86
圖 7-15	小組分組討論	86
圖 8-2	緊急事故處置 SOP	88
圖 8-3	輸入數據以進行模擬	90
圖 8-4	模擬輸出範例	90
圖 8-5	海上觀測	92
圖 8-6	各式載具分析	92
圖 8-7	紅外線熱成像儀偵測畫面	94
圖 8-8	應變類型-依載運模式之分類	96
圖 8-9	危害物質之主要分類	97
圖 8-10	海上應變、回收及處置	98
圖 8-11	遺失貨櫃應變行動方案	99
圖 8-12	112 年帛琉籍「天使輪」在高雄港外海沉沒事件	100
圖 8-13	處置方式摘要	102
圖 9-1	X Press Pearl 珍珠號事故圖	104
圖 9-2	外在因素相關風險	107
圖 9-3	IRA-MAR 計畫	108
圖 9-4	IRA-MAR 計畫主要工作	109
圖 9-5	MANIFESTS 計畫工作包	111
圖 9-6	攝影機應用於乙酸正丙酯 (N-propyl acetate) 之探測實例	112
圖 9-7	測試結果顯示軌跡相似	112
圖 9-8	植物油浮標軌跡與美國 ASA 公司化學品擴散模擬軟體結果比較	113
圖 9-9	本計畫風洞實驗之設計	113
圖 9-10	West MOPoCo 計畫聯盟成員	114
圖 9-11	HNS 應變手冊	115
圖肆-1	112 年度從事用水供應及污染整治業男女比例圖	127
圖肆-2	海上和海岸線溢油應變 (IMO Level 2) 講師名單及男女比例圖	128

圖肆-3 HNS 洩漏管理 (IMO Operational Level) 講師名單及男女比例圖	128
圖肆-4 受訓學員男女比例圖	129

表目錄

表 3-1 分散劑的優缺點	19
表 3-2 油品黏度與化學分散的效果	20
表 3-3 攔油索類型	24
表 3-4 攔油索失效圖示	27
表 3-5 幫浦類型	30
表 6-1 MSC 那不勒斯號擱淺事件	67
表 7-1 化學品線索 (第一組)	73
表 7-2 化學品線索 (第二組)	74

壹、目的

隨著全球經濟發展和海上運輸活動的增加，海洋污染事件的發生頻率和規模也在逐年增大，對海洋生態環境和沿岸經濟帶來嚴重威脅。為此，提升國內相關單位的應變能力，確保在突發事件中能夠快速、高效地做出反應，成為當務之急。民國 111 年 5 月 17 日經奉行政院核定「重大海洋污染緊急應變計畫」所訂定「國內、國外海洋油污染防治及處理訓練計畫」後，我國逐年辦理符合 IMO 認證之各等級的海洋溢油污染及海運化學品污染緊急應變訓練，以加強國內各級海洋污染權責機關的應變管理及決策能力。

爰此，逐年規劃辦理符合 IMO 認可之海洋油及 HNS 污染應變訓練課程，培訓我國於海洋污染發生時之緊急專業應變人力資源。本(113)年度海保署於 5 月 19 日至 5 月 31 日間於法國布雷斯特的 CEDRE 辦理為期 13 天的訓練課程。在溢油污染應變的課程方面，涵蓋了五大主題。首先是溢油基本介紹，讓學員了解意外污染的基本知識。接著是油品特性及狀態演變，分析油品污染性質、行為及影響。第三是水上應變，涉及空中觀測和分散劑使用技術。第四是海岸線應變，內容包括海灘調查和海岸線清理。最後是危機管理，講授緊急應變計畫及事故管理系統、賠償和責任、媒體應對等重要內容。此外，課程還設計了實際操作應變演練模擬，包括穿戴個人防護裝備、佈放攔油索、佈放儲存槽、佈放汲油器、吸附資材比較及油污染模擬應變等。

在海運化學品污染應變方面，課程主要分為四大主題。包括 HNS 應變簡介，介紹 HNS 污染的性質、行為及影響，接著通過嚴肅遊戲和安全資料表進行深入學習 HNS 的危害和狀態演變分類，再透過無人機演示以及解說海上船舶應變技術等，介紹海上 HNS 應變。最後是案例分析及計畫，詳細分析了 X Press 珍珠號事故，並介紹了 HNS 手冊。

本(113)年度參與法國訓練課程的參訓學員為中央及地方負責海洋污染緊急應變之相關機關單位人員，本次由海保署吳副署長龍靜以及基隆市環保局管副局長鳳珠團前往，共計 28 名團員，主要成員包括海洋委員會、海保署、海巡署、內政部國家公園署、內政部空中勤務總隊、交通部航港局、經濟部產業園區管理局、環境部化學物質管理署及各縣市政府環保局、高雄市政府海洋局、海歷企業股份有限公司、台灣中油股份有限公司、海龍離岸風電、國立高雄科技大學、永力海洋工程有限公司等，訓練課程的舉辦旨在加強國內各級應變單位對海洋污染

事件的應對能力，透過理論學習與實務操作相結合的方式，確保相關人員具備應對各類海洋污染事件的專業知識和實戰經驗，進而提升國內海洋環境保護的整體水平。

貳、過程

一、行程

日期	內容	備註
5月19日 (日)	臺灣桃園機場 飛 法國巴黎	宿 機上
5月20日 (一)	巴黎 至 布雷斯特 (Brest) (搭乘 TGV)	宿 Brest
IMO level 2 Oil Spill Response at Sea and on the Shoreline 課程		
5月21日 (二)	歡迎式及 CEDRE 簡介 主題一、介紹 意外污染介紹 主題二、油品特性及狀態演變 油品在海洋和海岸線中的特性、狀態演變及風化作用 主題三、水上應變 1.海上空中觀測與評估簡介	宿 Brest
5月22日 (三)	2.使用分散劑：策略及執行 3.圍堵：攔油索洩漏應變 4.油品回收 实操演練 1.分發個人防護裝備/安全指引 2.佈放攔油索 3.佈放儲存槽	宿 Brest
5月23日 (四)	实操演練 1.吸附資材演示 2.水上回收 主題四、海岸線應變 1. 实操演練 ：海灘調查/簡介 2.海岸線清理	宿 Brest
5月24日 (五)	3.廢棄物管理 主題五、危機管理 1.緊急應變計畫及事故管理系統 2.賠償和責任制度 (油品和有毒有害物質洩漏事故) 3.媒體應對 4.桌面兵推/關於工作站和策略定義的教學 結業 (頒發證書)	宿 Brest

日期	內容	備註
5月25日 (六)	課程複習 自由活動	宿 Brest
5月26日 (日)	課程複習 自由活動	宿 Brest
HNS IMO Operational Level 課程		
5月27日 (一)	<p>有毒有害物質應變課程介紹</p> <p>主題六、有毒有害物質應變簡介</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.海上化學品事故簡介 2.國際規範對實施應變的貢獻（油污染和有毒有害物質洩漏事故） 3.貨運集裝箱識別演練 <p>主題七、有毒有害物質的危害和狀態演變分類</p> <ol style="list-style-type: none"> 1."四大污染犯罪家族 " 嚴肅遊戲 2.化學品性質：特性、狀態變化與影響 3.安全資料表對理解化學品狀態變化的貢獻 4.桌面兵推 	宿 Brest
5月28日 (二)	<p>主題八、有毒有害物質應變</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.狀況評估和初步行動 2.無人機演示（評估輔助工具） 3.應變類型：以船舶為導向的行動和以污染物為導向的行動 4.化學品應變小組演示 	宿 Brest
5月29日 (三)	<p>主題九、案例分析及計畫</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.X Press 珍珠號事故的反饋介紹 2.CEDRE 在水生垃圾方面的活動 3.改善海上污染事故和港口化學品風險的綜合應變措施（IRAMAR）歐洲計畫介紹 4.管理蒸發和氣體物質對人口安全的風險和影響（MANIFESTS）歐洲計畫介紹 5.有毒有害物質應變手冊介紹 <p>結業（頒發證書）</p> <p>布雷斯特（Brest）至 巴黎（搭乘 TGV）</p>	宿巴黎
5月30日 (四)	巴黎 至 臺灣	宿機上
5月31日 (五)	臺灣桃園機場	

二、課程內容紀要

主題一、介紹

(一) 前言

海洋委員會海洋保育署為強化我國海洋污染應變各相關單位人員專業知識能力，於 113 年 5 月 21 至 30 日於法國布雷斯特，委託 CEDRE 辦理「海域油及海運化學品污染人力養成訓練課程」，課程結束取得國際海事組織認可之 IMO Level 2 Oil Spill Response at Sea and on the Shoreline 及 IMO Operational level HNS Spill Management 證書。課程首日（113 年 5 月 21 日）包括開幕式、CEDRE 簡介、油品特性及狀態演變介紹及水上應變介紹，內容詳述如後。

(二) 內容

1. 開幕式

2024 年 5 月 21 日，由 CEDRE 主任 Christophe Logette 先生親自主持開幕式，首先除了歡迎所有學員來參加此次訓練課程，同時也針對 CEDRE 的環境及設施進行了簡要的介紹，另外，對於此次課程安排亦做了基本說明。

CEDRE 成立至今已有 45 年，是一個全天候專門處理海洋污染的獨立非營利單位，擁有專業的設備及人員，可進行污染緊急應變處理或提供諮詢，也設有實驗室可進行分析及測試。

此外，CEDRE 亦與國際有密切合作，業務內容也包含了訓練及紀錄資源中心等。Christophe Logette 主任表示，期望透過此次課程，能提升學員對於污染緊急應變的專業知能，以快速應對未來可能面對的各種狀況。



圖 1-1 開幕式致詞及合照



圖 1-2 歡迎儀式

2. 課程總說明及 CEDRE 簡介

本次的訓練，除了課堂說明油品污染物的物化特性、處理應變方法、油品回收、環境清理、媒體應對等等外，也會藉由實際演練來加深印象，提升學習的效果。

本課程由 CEDRE 的主任 Christophe Logette 先生來簡介，CEDRE 的成立，源自於 1978 年 3 月 16 日，阿莫科·卡迪茲號(Amoco Cadiz) 沉船事件，導致 227,000 噸原油溢出，引發民眾關注而催生成立的，是專門處理海洋油污染的獨立非營利組織。整個團隊常態編制為 50 人，預算 550 萬歐元，佔地 2.5 公頃的技術設施，並提供 24 小時全年無休的緊急熱線。CEDRE 的服務對象眾多，有法國政府、私人企業，也包含其他國家政府、研究機關等。業務範圍非常廣泛，包含緊急應變、緊急應變計畫、訓練、分析及測驗、研究及紀錄資源中心等。

另外，目前面臨著新的挑戰，如 HNS、新型能源及塑膠。其中，相較於油污染，HNS 變化大，並無”一體適用”的方案，因此需要更廣泛的合作夥伴和專業知識，與業界建立強而有力的長期聯繫。相關資

訊皆能在 CEDRE 的網站進行查閱。



圖 1-3 開幕式贈送伴手禮

A strong international cooperation 強而有力的國際合作



Cedre overview presentation 2024 2024 年 Cedre 概況介紹

Cedre, international experts in spill preparedness and response 溢油整備及應對的國際專家



Cedre overview presentation 2024 2024 年 Cedre 概況介紹

Our Board of Governors 我們的理事會

Board of Governors
理事會

Cedre's administrative and financial management
Cedre的行政及財務管理

Ministries Representatives
各部代表

- Ministry of Armed Forces 國防部
- Ministry in charge of ecology 生態部
- Ministry of Transport 交通部
- Ministry of the Interior 內政部
- Ministry of Research 國家研究中心
- General Secretary for the Sea 海洋事務秘書總處

Members representing public organisations
代表公共機構的成員



Cedre is an independent not-for-profit Organisation
Cedre 是一個獨立的非營利組織

Appointed members 委任成員





Cedre overview presentation 2024 2024 年 Cedre 概況介紹

Wide Spectrum of Activities 廣泛的業務範圍



Emergency Response
緊急應變



Contingency planning
緊急應變計畫



Training
訓練



Analysis & testing
分析及測試



Research
研究



Documentation and resources centre
紀錄資源中心



Cedre overview presentation 2024 2024 年 Cedre 概況介紹

圖 1-4 CEDRE 機構介紹

3. 人員自我介紹

首先由團長吳龍靜副署長代表本次受訓學員向 CEDRE 中心致詞，感謝 CEDRE 專業團隊不遺餘力的傾囊相授，接著由各受訓學員針對派訓單位、工作領域、任務執掌及曾經處理油污案件做簡單介紹，本次各派訓單位的學員皆是公、私部門處理海上油污的決策及執行人員，藉由受訓學員經驗分享，使 CEDRE 中心的授課老師了解本次受訓學員組成，更能促進學員與老師間的交流與互動。



圖 1-5 學員自我介紹

主題二：油品特性及狀態演變

（一）前言

本報告旨在概述由 Thomas Le Bihan 先生所主講的「油品特性及狀態演變」課程內容。該課程深入探討了油品在海洋及海岸線環境中的特性、狀態變化及風化過程，旨在裝備學員以專業知識以應對相關環境事故。

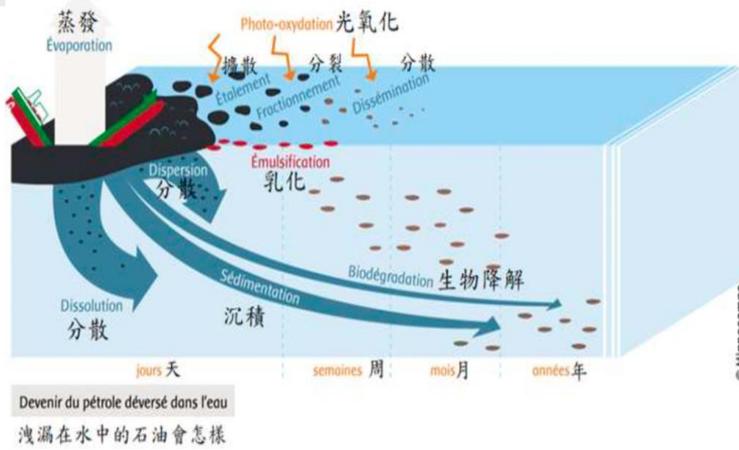
（二）內容

首先，課程提供了油品的基礎化學結構和煉製過程的詳細介紹。透過對不同原油化學特性的說明，學員能更深入理解油品的基本組成及其產業應用。為增加課程的互動性和教育效果，本課程特別提供了多種原油樣品供學員直觀觀察和分析。

此外，課程進一步透過詳盡的圖示和實例，闡述了油品在水域環境中的行為及變化過程。包括但不限於油品的蒸發、分散、沉積、乳化及降解等狀態，每一階段都進行了詳細的解釋和討論。這些知識對於理解油品如何在不同條件下反應，以及如何影響海洋及海岸生態系統至關重要。

結合理論學習與實物展示，課程有效提高了學員的學習興趣和參與度，同時也強化了他們對油品環境影響的整體認知。課程的最終目標是為學員提供足夠的知識和技能，以便在未來遇到相關環境事故時，能夠進行有效的緊急應對與決策制定。

Fate of oil in water – several processes to consider 油品在水中的演變 - 需要考慮的幾個過程



Weathering processes 風化過程

The chemical composition influences the physical properties of a hydrocarbon
 化學成分影響碳氫化合物的物理性質

Properties 特性	Comportement 狀態變化
Density 密度	Buoyancy 浮力
Viscosity 黏著度 (cSt @ 20°C)	Spreading 擴散
Asphaltene content 瀝青質 (%)	Emulsification 乳化
Flash point 閃點 (°C)	Ignition risk 燃燒風險
Vapour pressure 蒸氣壓 (kPa)	Volatility 揮發
Pour point 流動點 (°C)	Congelment / solidification 凝固/固化

Fortunately, weathering models exist 所幸，已有現存的風化模型



Oil properties, behaviour and weathering in the marine and shoreline environment
 油品在海洋及海岸線中的特性、狀態演變和風化作用

17

Take home messages 重點整理



The behaviour and fate of oil and gas at sea depends on: its composition, its chemical properties and meteo-oceanic conditions
 油品和天然氣在海上的狀態變化取決於：其成分、化學特性和海洋氣象條件



Evaporation can pose risks to those closest to them 蒸發會為給接近它的人造成風險



Emulsification causes an increase in the viscosity and volume of the pollutant as well as a change in its colour
 乳化會導致污染物的黏度和體積增加，顏色也會改變



Depending on environmental conditions and the location of the spill, the products may sink more or less quickly
 根據環境條件和洩漏位置的不同，產品下沉的速度有快有慢



Oil properties, behaviour and weathering in the marine and shoreline environment
 油品在海洋及海岸線中的特性、狀態演變和風化作用

30

圖 2-1 油品的基礎化學結構和煉製過程

主題三：水上應變

一、海上空中觀測與評估簡介

(一) 前言

本課程旨在探討由 William Giraud 先生所主講的水上應變課程，該課程以海上和空中觀測技術作為主題核心，全面介紹了這些技術在緊急應變策略中的應用。課程內容涵蓋了一系列海上觀測儀器的操作和功能，其中包括浮標、船隻、無人機、飛機以及衛星等設備。每一種設備的工作原理及其潛在限制都有詳盡的講解，以期學員能全面理解各設備的運作模式及應用場景。

(二) 內容

在講解過程中，講師強調了空中觀測對於迅速評估海上緊急情況中的重要性。透過空中觀測的資料，可以迅速對情況進行初步評估，從而支持決策者制定及時有效的應對策略。儘管這些觀測結果並非百分之百精確，但它們提供的信息足以作為決策的參考。

課程中一個特別引人注目的話題是關於特殊浮標的開發（如圖 3-1）。這種新型浮標能夠調整自身密度，使其漂流方向與油污擴散的路徑保持一致。此外，它們還配備了 GPS 定位功能，可以將位置數據實時發送回緊急應變中心，極大地提高了對油污擴散路徑的追蹤和監控效率。



圖 3-1 特殊浮標的開發

然而，空中監測技術仍面臨一些挑戰，例如天氣條件、污染區域的特定限制以及污染物本身的顏色等因素，都可能對監測結果的準確性造成影響。為了克服這些限制，講師仍說明建議採用多元化的觀測手段和交互驗證的方法來評估監測數據，從而提高整體評估的準確性和可靠性。

總結來看，這門課程不僅提供了對海上和空中觀測技術的深入了解，更重要的是，它強調了在緊急應變過程中，如何有效地利用這些技術來支持決策製定。透過對這些先進技術的學習和理解，應急管理人員能夠更有效地應對海上災害，保護海洋環境，並確保公共安全。

3) Observation at sea: from which platforms?
海上觀測：可以使用哪些平台？

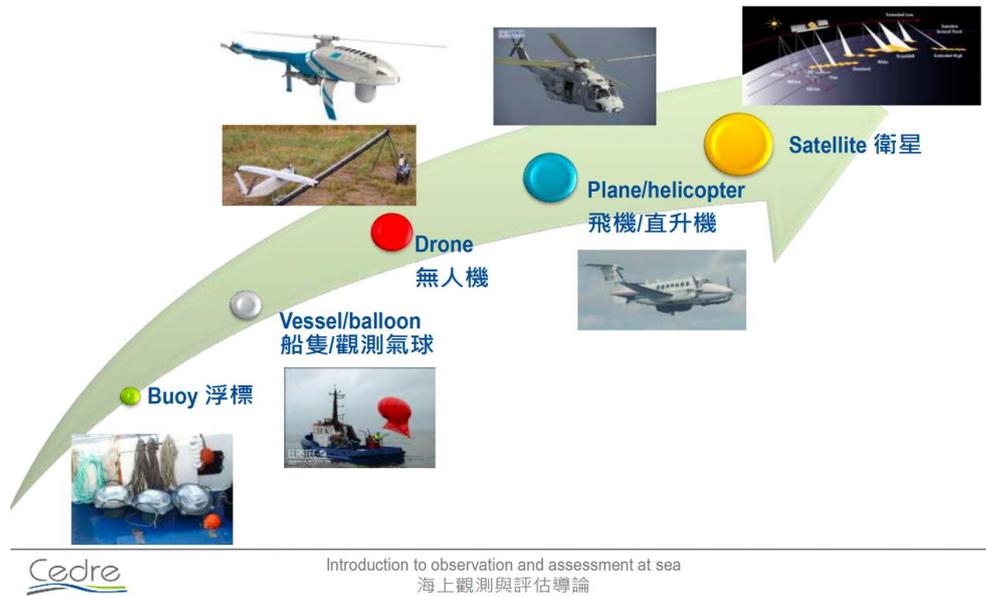


圖 3-2 海上空中觀測介紹



圖 3-3 第一組合照

二、使用分散劑：策略及執行、圍堵：攔油索洩漏應變、油品回收

(一) 前言

訓練內容規劃海洋油污染方面包含溢油應變原則、海面溢油行為特性、岸際清理技術、廢棄物管理、油分散劑使用、圍堵與回收，海運化學品包含海上運輸類型與事故、化學品在海上的行為、空中偵察、有毒有害物質 (Hazardous and Noxious Substances, HNS) 對人體健康及環境的衝擊、HNS 相關的國際規章、HNS 模式模擬、HNS 資料庫查找、防護設備介紹、接近失能船隻挑戰、液化氣體船、散裝船與貨櫃船的應變等。透過完整的訓練課程，希望能提升對海洋污染應變能力，以面對未來可能面臨之挑戰。

(二) 內容

1. 分散劑 (Using Dispersants : Strategic and Operational Aspects)

(1) 分散劑定義：

分散劑為一種界面活性劑、小部分輕質油餾份和溶劑 (乙醇) 液體混合物。其分散劑的作用是一將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)，並可減輕乳化現象，再藉著波浪和海流達到快速分散稀釋的效果，可將環境的衝擊降至最低，並阻止油污到岸際，減少岸上廢棄物回收量並可加速生物分解速度。

(2) 可使用情況：

- A. 在外海的柴油。
- B. 在湖上的輕質原油。
- C. 在港口的汽油。
- D. 在外海的低黏度原油。
- E. 在岩岸附近。
- F. 在退潮的河口。
- G. 在熱帶氣候的中等燃油。

(3) 圖 3-4 為分散劑的運作機制：

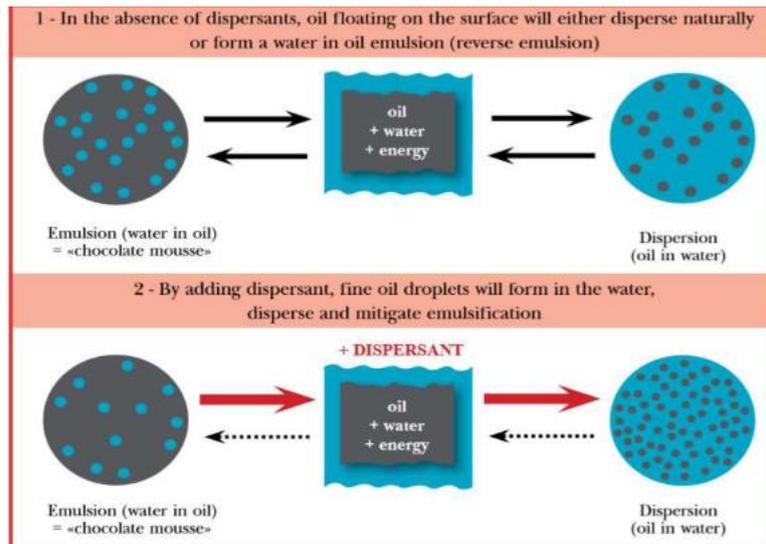
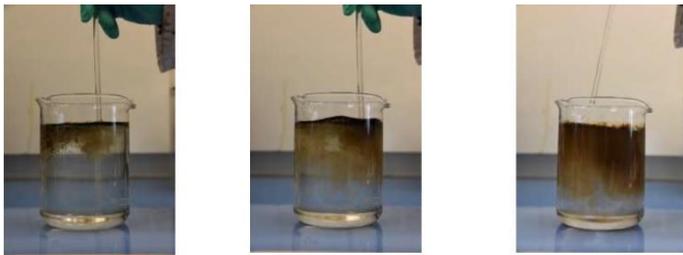


圖 3-4 分散劑的運作機制

- (4) 分散劑使用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；故要經過效力、毒性及生物分解等測試，才可使用。
- (5) 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。使用前需考量因素，在實際使用前，可小規模測試分散劑是否對污染物有效（15-30 分鐘）。以圖 3-5 為使用油分散劑呈現有效分散情形，圖 3-6 油分散劑後，呈現白色油雜漂浮在水面，則為無效情形。



Example of effective dispersion 有效分散的例子



Use of dispersants 使用分散劑

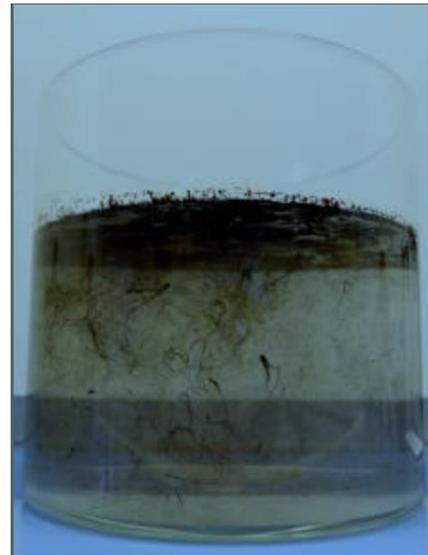


圖 3-5 使用油分散劑呈現有效分散情形

圖 3-6 無效分散情形

(6) 分散劑的優點與缺點：

表 3-1 分散劑的優缺點

優點	缺點
1.抑制對水面上的鳥類和哺乳動物的損害	1.污染物仍存在水中
2.減少需要處理的廢棄物量。(與圍堵回收或岸際清理相較)	2.額外添加化學物質於環境中
3.減少火災危險，降低救援人員接觸暴露	3.近岸使用可能使油擴散範圍更廣
4.促進及加速油品降解	4.當使用後若無效，機械回收將增加困難
5.費用低	5.並非所有油品均可使用
	6.可能對其他海生物造成影響

(7) 應變計畫中使用油分散劑一直存在著爭議，施打時係使用飛機或船舶直接撒在油污區域，藉由適當的海象及油品黏性，將油污稀釋於海中（要足夠的海水且有流動），油分散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油分散劑的效率，最後透過環境淨利分析來決定是否使用油分散劑。另外，在法國使用油分散劑與否，則由海上應變、河川應變或港口應變官方決定。

(8) 油分散劑的使用時機受限於使用效能限制，油品一旦乳化後就無效，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油分散劑。油污經過油分散劑作用之後，就像水中的一片雲，從空中看下去，呈現出橘色或棕色的雲，這就表示使用油分散劑非常有效。

- (9) 依據油品類型和它的風化程度來確認使用分散劑的效果，優先考量油品本身的黏度：分散劑與油使用比例約 1/20，油乳化後的黏度可能高達 5,000 便無法使用化學分散。況且，下方表格為出廠時油品黏度，但海水風化後油品的實際黏度會更糟（更高）。

表 3-2 油品黏度與化學分散的效果

Oil viscosity (cSt) 油的黏度 (cSt)	Effectiveness of chemical dispersion 化學分散的效果
<500	Generally easy 一般來說容易
500<viscosity<5,000	Generally possible 一般來說可能可行
5,000<viscosity<10,000	Uncertain – Requires checking 不確定- 需要檢查
>10,000	Generally not possible 一般來說不可行
Up to 15,000	Probable if oil is emulsified 如果油品已經乳化，可能可行

- (10) 考量油的黏度外，尚須考量油本身特性，油的黏度隨溫度升高而降低，但也隨著揮發而增加，所以分散劑有使用黃金時間的限制。再來參考油品的安全資料表，了解油品的種類，再決定使用分散劑與否。不同地區來源的油品，分散劑使用的對應方案；如石蠟基油及重質精煉油品（重油），便不可使用分散劑，（若流體狀還可以考慮，但若固體狀就完全不能用）。最後建議在以下情況下使用化學分散劑：

- A. 開放環境下的柴油洩漏。
 - B. 原油的初始黏度為 600 (cSt)，5 天後達最大黏度 3,000 (cSt)
 - C. 原油的初始黏度為 100(cSt),4 小時後達到最大黏度 6,000 (cSt)。
- (11) 評估分散劑使用技巧與環境的考量，由於分散劑有助分解油品，當在低濃度的條件下，可達到生物降解或稀釋功能，但若為高濃度的條件下，分散的油品比一開始的油品對海洋環境而言會更危險，因為分散後，會增加生物體與油品接觸的機會，以及會提高毒性濃度。
- (12) 分散劑最佳的時用時機，需考量油污染物的地理位置，如水深、離岸距離、週遭敏感區。當油品達 10 噸以上需水深 5 公尺，離岸最短距離要 0.5 海里外，才能施用，這才能避開生態敏感區，且有最佳的稀釋力、以及最佳生物降解條件，但最後還是要考慮國內地區是否有禁止/限制使用/須經許可使用分散劑的規定。歐洲國家依據水深、離岸距離與週遭敏感區有不同限制，要考量到當地的具體狀況，在法國沿海地區分散劑庫存量、可使用的區域範圍等相關資料的查詢，可至上，CEDRE 建置的網站 http://www.CEDRE-cart.com/dispersant_ext/flash/
- (13) 規劃的後勤工作：施作前，人員需取得化學分散劑的安全資料表 (SDS)，並了解危害特性，如對眼睛/粘膜有沒有刺激性，可燃、易燃物理特性，備妥個人防護裝備，如水工作服、護目鏡、橡膠手套、呼吸防護等。以及所需的裝備，如分散劑所需的溶劑、施作後沖洗、清污的設備。
- (14) 確認分散劑與噴灑系統相容性(因為不同黏度，噴嘴尺寸不同)。噴灑分散劑後，也需要攪動，讓混合均勻，但若海浪太大達 3 級以上，有可能分散，但若噴灑速度太快，也有可能被浪帶走，噴灑速度太慢太細，風也會吹走，這些都是噴灑時需注意的細節。以下為分散劑的調配：

- A. 非乳化物質：劑量率為 2-5%濃度，也就是 1：20 分散劑與油比率（DOR）=1：20
 - B. 乳化物質：劑量率為 2-5%濃度，也就是 1：50 分散劑與油比率（DER）=1：50
 - C. 特別黏稠的物質：-非乳化：（DOR）=1：10 -乳化物質：（DER）=1：50 分二階段處理，先打破乳化狀態，然後（DOR）=1：20 再分散浮油。
- (15) 噴灑分散劑可以藉由船、飛機、直升機等方式。提供藉由船噴灑的優點：帶動分散（頭波）/處理分散的浮油/可以長時間不需補充/可以進行劑量率的調整（速度、噴灑設備）/不會因高度或風而造成浪費。以及船的缺點：緩慢/效率普通/受海況影響。
- (16) 劑量率（Dose rate）：按處理面積計算的分散劑噴灑量（升/公頃），分散劑數量：5%-->50 升/公頃（1mm 的薄膜），另外，噴灑分散劑時，噴出的液滴尺寸很重要，要介於 400-700 微米，並且要記得在油的邊緣開始噴灑，和位於上風處再進行噴灑作業
- (17) 相關的後勤工作，要注意若採空中噴灑方式，我們要確認所需的機場/跑道/燃料、供應分散劑的運輸工具、輸送設備（裝載分散劑）、分散劑儲備、空中引導等相關後勤支援。那選擇以船隻噴灑方式，則要確認的噴灑設備（噴灑臂）、供應幫浦和過濾器、分散劑儲備、空中引導等相關後勤支援。特別要注意的是，在船隻噴灑作業，要有引導飛機，也要事先調查溢油位置和識別標記（船隻、海岸浮標、信號燈等），以利噴灑在正確的位置。另外，要確認資源是否充足，從那裏可以獲取足夠物質？所以我們要掌握來源充足（但不過量）的緊急應變資材儲備、以及當地資材儲備（港口、機場），並且允許第一天就可以開始噴灑。中央資材儲備可在 24 小時內將庫存運送至應對基地，也可從其他預先準備好的庫存中取得分散劑，最好可以從製造商那裡獲得分散劑。OSRL agreement 協議（全球分散

劑儲備)：儲備管理要注意到分散劑的保存期限 5-6 年（在良好的儲存條件下為 10 年），有無適當的保存（由 CEDRE 定期檢查）。

- (18) 最後綜整如何決定我們的策略方法：可依下列順序來考慮 1.確認可以進行分散處理嗎？（從物理/化學角度），2.我們可以接受分散處理嗎？（從環境角度）3.使用分散處理可行嗎？（從後勤角度）。如果需要更多資訊，可以參考國際海事組織(IMO)關於分散劑的指引，和國際石油工業環境保護協會(IPIECA)關於分散劑準則(分散劑及其在溢油應變中的作用 2001、分散劑在表面應用 2015)。

2. 攔油索 (Spill Response Booms)

- (1) 攔油索在洩漏應變中需考量的因素：事故發生後的時間、天氣/海況、污染物、後勤資源。再來，以期達到降低洩漏源頭的擴散(遏制)如：港口或海上洩漏的船舶、海岸線的洩漏，也可打撈海上或沿岸水域漂浮的浮油，配合海軍設備（水面拖網、充氣式攔油索、平準翼板，汲油器等），使浮油轉向適當的回收地點，支援後續清理工作，最重要也可保護敏感地點（港口、河口、河流、紅樹林、工業設施、取水口、養魚場等）等作用。記得使用口訣 BREST/BR&ST：Booms (Containment) -REcovery-Skimmer (Storage) - Transfer (Treatment)

- (2) 攔油索的功用：

- A. 阻止洩漏源擴散：限制污染物擴散漂移，在溢油風化儘速回收
- B. 保護敏感區：保護敏感度較高區域，如發電廠進水口、港口、海水浴場
- C. 轉移污染物：將污染物轉移至較不敏感區域回收
- D. 促進污染物回收：利用圍堵增加油膜厚度或靠近岸邊增進回收效率

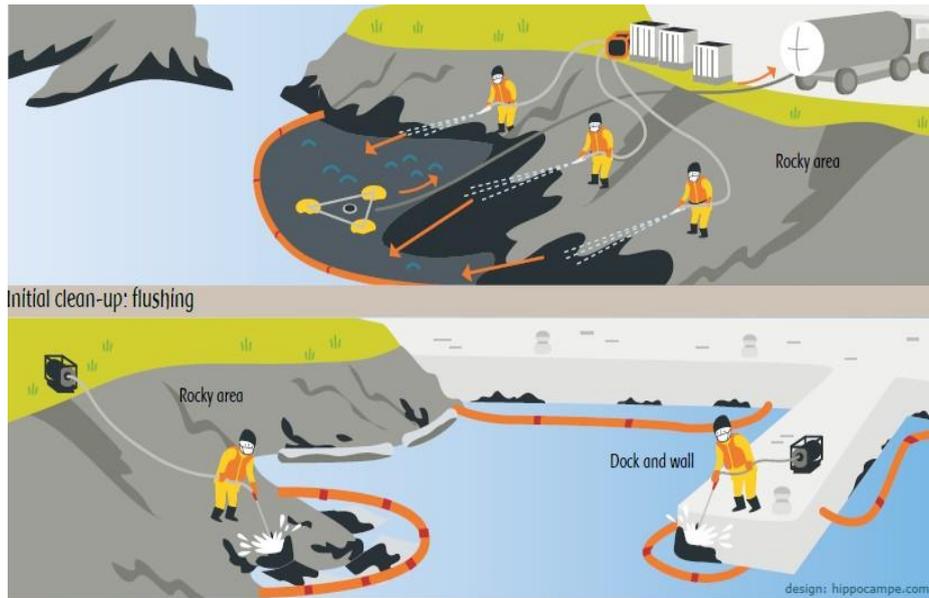


圖 3-7 攔油索圍堵作業功效

- (3) 攔油索主要分為 Fence 和 Curtain 兩大類，再依其用途及填充物分為不同類型。

表 3-3 攔油索類型

Fence Boom 牆式	Curtain Boom 簾式
Type 1 : Permanent 永久固定式	Type 3 : Foam-Filled 固體填充式
Type 2 : Foam-Filled 固體填充式	Type 4 : Inflatable 充氣式
	Type 5 : Self-inflating 自動充氣式
	Type 6 : Shore-Sealing 潮間帶
	Type 7 : Specific Booms 特殊形式

- (4) 攔油索依尺寸或者依使用環境：如放置於內陸水域或受保護的區域：高度<0.50 公尺，使用輕型。若沿岸地區、港區：0.50<高度<1 公尺，則使用中型-重型。但屬海岸、離岸、裸露地：高度>1 公尺，則為重型。

(5) 簾式固體填充式：

A. 優點：

- (A) 在水流和碎浪中性能良好。
- (B) 存放在貨櫃中，不需要經常維護。
- (C) 適用於港口、工業區和岩石或碼頭有磨損風險的區域。

B. 缺點：

- (A) 需要大量設備和人員。
- (B) 使用後的清潔和收拾往往很複雜。
- (C) 每延長 1 公尺則重量加大，不利於公路運輸。

(6) 潮間帶攔油索：

A. 優點：

- (A) 當退潮時，可至於岸邊（防油密封），從而在水上和岸上提供有效圍堵。
- (B) 存放在捲索機上（液壓）。
- (C) 適用於泥灘、河口前段。

B. 缺點：

- (A) 檢查氣閥和水閥。
- (B) 捲索機需要液壓動力裝置。
- (C) 鋪設在前灘時不能再移動。
- (D) 有刺穿風險。

(7) 充氣式攔油索：

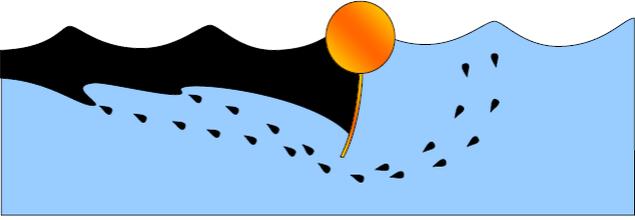
A. 優點：

- (A) 提供有效圍堵。
- (B) 在水流和碎浪中表現良好。
- (C) 存放在液壓捲索機上。
- (D) 適用於離岸打撈作業。

B. 缺點：

- (A) 佈放（充氣）及收拾需要時間。
 - (B) 對穿刺/漏氣風險敏感。
 - (C) 檢查充氣閥。
 - (D) 捲索機需要液壓動力裝置。
- (8) 佈放攔油索，評估以下參數：
- A. 現場的水流（方向）。
 - B. 攔油索所不放的長度/需要保護/圍堵區域的長度。
 - C. 水深、水底類型。
 - D. 水體狀況（碎浪、波、浪）。
 - E. 潮汐範圍（擱淺風險、障礙物、暗礁、沉船等）。
 - F. 交通、在水上佈放、回收（安全方面）。
 - G. 陸地或船上的繫泊點。
 - H. 連接器的相容性。
 - I. 繫泊點或混凝土塊的位置。
 - J. 攔油索收集污染物的聚集/回收區。
 - K. 人員和設備的適應性。
 - L. 應變計算：攔油索尺寸、繫泊。
 - M. 估算所需時間。
- (9) 攔油索使用的限制：攔油索垂直於水流時的理論極限 0.7 節（knots），即 0.36 公尺/秒。

表 3-4 攔油索失效圖示

攔油索失效圖示（資料來源：CEDRE）	說明
 <p>Leakage to entrainment or drainage</p>	<p>當垂直攔油索流速超過 0.7 節時，即易發生夾帶（Entrainment）現象，或當油污累積超過一定厚度時，些許油污會隨海流從攔油索底部漏出（Drainage）。</p>

- (10) 準備佈放攔油索，先預計如何收回：
- A. 分析地點與環境：交通、潮差、前灘穩定性等。
 - B. 確定繫泊點和錨定位置。
 - C. 固定捲索機（防傾桿）或貨櫃。
 - D. 確保連接器相容並預先連接各部分。
 - E. 將攔油索以"手風琴"形式擺放，然後再放入水中。
 - F. 提供 VHF（特高頻）無線電（岸上工作站管理人員與船隻之間）。
 - G. 提供多艘船隻引導拖曳。

(11) 指揮及組織：

行動開展前的簡報至關重要！岸上團隊工作站管理人員需提醒各團隊注意時間表和佈放/回收階段；離岸團隊的航海作業管理人員需監督每艘船的作用。且需安排每日結果匯報。

(12) 攔油索記得使用要點：

- A. 攔油索回收鏈中的第一個環節，要注意若沒有攔油索，便表示可能無法進行有效或選擇性的回收。
- B. 不同類型的攔油索設計用於不同的用途和工作環境：請謹慎選擇。
- C. 透過了解攔油索的使用限制以及環境和天氣預報，可以進行安全和最佳化的操作，不要小看張力。

D. 不存在 100%不漏油的攔油索，但攔油索訓練和演練有助於行動的成功。

3. 油品回收 (Oil Recovery)

- (1) 將回收視為應變策略，其目的為在水面收集油品，再將油從水和固體中分離出來，最後把油轉移到儲存容器。
- (2) 汲油器有篩選的功能，因可將油水進行分離的能力：篩選力低的汲油器傾向於汲油，但也會吸入更多的水。但篩選力好的汲油器傾向於汲油，但吸入的水很少。
- (3) 機械式回收的方式如圖 3-8 所示，利用污染物的可能漂浮方向，進行回收作業。



圖 3-8 機械式回收油品作業

- (4) 直接抽取，在陸上的優點為儲運結合，快速收集；缺點是需要重型動力機械設置出入口，低篩選力，需要放在卡車上。
- (5) 機械式堰式汲油器的優點為快速收集(速率>20 立方公尺/小時)。透過調節幫浦的吸力，自動調節堰的篩選。適用於多種油產品。其缺點則是低篩選力 (>60%水)，需要進行沉澱或分離，對飄浮的碎片敏感，對擾動相對敏感。
- (6) 親油型碟式汲油器的優點為適用於殘留污染，良好的篩選力 >90%，儲存能力有限，對碎片不敏感。其缺點為回收率低，對黏性污染物的能力有，對嚴重乳化的污染物無效。

(7) 親油型刷式汲油器的優點為適用於黏性污染物，良好的篩選力 >80%，收集黏性和乳化污染物，儲存容量有限。其缺點為對低黏度污染物的能力有限，刷子很快就磨損了，對碎片非常敏感。

(8) 選擇適合的汲油器，如圖 3-9 所示。

		Skimmer type 汲油器類型									
		Mechanical 機械式					Oleophilic 親油型				
		Weir 堰式	Self-adjusting weir 自動調節型堰式	Feeding screw weir 螺旋粗送堰式	Sloping ramp weir 坡型堰式	Belt 帶式	Recovery boom system 攔油索回收系統	Drum 鼓式	Disc 碟式	Rope 繩式	Oleophilic belt 親油型帶式
Environment 環境	Offshore 離岸	Red	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow
	Sheltered waters 受保護水域	Yellow	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Calm waters 平靜水域	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Strong current 強水流 >1 knot >1 節 (>0.5 m/s) (>0.5 公尺/秒)	Red	Red	Yellow	Green	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow
	Shallow water 淺水 (<30 cm) (<30公分)	Green	Yellow	Red	Red	Green	Red	Yellow	Green	Red	Yellow
	Debris 碎片 (including ice) (包含碎冰)	Red	Red	Green	Yellow	Green	Red	Yellow	Red	Green	Green
Oil viscosity 油品黏度	High viscosity 高黏度	Red	Red	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Red	Green	Green
	Moderate viscosity 中等黏度	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Low viscosity 低黏度	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Skimmer characteristics 汲油器特性	Selectivity 篩選力	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
	Suction rate 抽取率	Yellow	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow
	Ease of implementation 易於使用	Green	Green	Yellow	Green	Yellow	Red	Green	Yellow	Green	Green

圖 3-9 汲油器類型

4. 回收要點：

汲油操作作業：先將汲油器放置在浮油最厚的地方，再利用自然因素（水流、風）或使用消防水帶等製造水流，隨著清理作業的進行，輕鬆移動汲油器。

5. 幫浦類型：

大多為離心式和體積型兩種。而離心式可支援圍堵，也可形成水流防止漏，也可使表面混合，但是只適合抽水，不適合抽送污染物，因為會促進乳化的形成，可參考表 3-5，選擇適合的幫浦。

表 3-5 幫浦類型

TYPE DE POMPE	VISCOSITE DE L'HYDROCARBURE		SENSIBILITE AUX DEBRIS DIVERS			TENDANCE A L'EMULSIFICATION
	faible	forte	sable, graviers	cordes, chiffons	végétation	
CENTRIFUGE	**	0	0	0	0	**
A LOBES	**	**	**	**	*	0
PERISTALTIQUE	**	**	**	*	**	0
A VIS D'ARCHIMEDE	0	**	**	**	**	*
MOINEAU	*	**	*	*	**	*
A DOUBLE VIS	*	**	0	0	0	0
A PISTONS	**	**	**	**	0	0
A MEMBRANES	**	*	**	0	0	**
A PALETTES	*	*	*	*	0	*
A ROTOR DEFORMABLE	**	**	**	**	**	*

PERFORMANCES : ** BONNES, * MOYENNES, 0 MAUVAISES.

TYPE DE POMPE	AUTO-AMORCAGE	HAUTEUR D'ASPIRATION	PRESSION DE REFOULEMENT	MANIABILITE	FACILITE DE MONTAGE / DEMONTAGE
CENTRIFUGE	0	*	*	**	*
A LOBES	**	**	**	**	*
PERISTALTIQUE	**	**	*	**	**
A VIS D'ARCHIMEDE	*	0	0	*	*
MOINEAU	*	*	**	0	0
A DOUBLE VIS	*	0	**	*	*
A PISTONS	*	*	**	0	0
A MEMBRANES	**	*	**	**	**
A PALETTES	**	**	**	*	*
A ROTOR DEFORMABLE	**	*	**	**	*

6. 最後安全的部份：

污染物要考慮油品的閃火點及毒性。在環境要注意，工作站污染（甲板濕滑、二次污染）。在天氣預報要注意海況。設備方面要注意起重裝置功能，以及液壓動力設備的完整性。

三、實操演練

（一）前言

在油污染應變策略中，油品回收扮演著至關重要的角色。透過評估浮油是否威脅海岸、是否符合使用油分散劑的條件、是否符合海上回收條件等因素，藉以判斷是否進行監控浮油的漂移？在開放海域圍堵及回收或在受保護的區域進行回收等應變作為，並提供有關油品回收的系統知識，幫助應變人員在各種複雜環境下選擇並使用合適的設備和方法，學習如何區分兩種主要類型的汲油器，了解每種汲油器的特點和適用場景。同時通過

案例分析和實際操作練習，學員將能夠根據特定情況正確選擇汲油器，並據此確定清理場地的規模，確保應變行動的高效和成功。

(二) 內容

1. 油品回收

(1) 分發個人防護裝備/安全指引（第二組）。

(2) 佈放圍堵及儲存設備（第二組）。

A. 佈放攔油索（第二組）。

B. 佈放儲存槽（第二組）。

(3) 吸附資材演示：

由講師向學員展示不同類型的吸附材料，並說明在油污染事故中如何選擇何種油吸附材料及使用方法，並現場演示不同類型的吸附材料在重油和輕油中的效果。

A. 吸附材料特別適用於小範圍內的油污染或清理作業快結束時使用。

B. 如有大量的油污染，建議先使用汲油器，再於回收作業快結束時，使用油吸附材料進行細部清潔。

C. 分散劑不能與回收系統同時使用，因油分散劑會將油分散在水中，使汲油器或油吸附材料難以再回收油。

D. 油吸附材料有兩種類型，第一種吸附材料是疏水性，不吸水只吸油，可用於水中；第二種吸附材料既吸水也吸油，不可直接用於水中，可用於油洩漏在路面或船上甲板上使用。

E. 油吸附材料有不同的形式，有散裝、片狀或筒狀的，並有不同的製造商，因此在購買時應向廠商詢問，並注意其吸收和保留油污的能力，讓它們有足夠時間充分吸收油污，才能達到最佳效果。

F. 每種類型的油吸附材料都有其特點，使用時應根據需要選擇。一般來說，回收一升油需要二至四升的油吸附材料。一片油吸附材料的吸油量不到一升。

G. 油吸附材料可以由天然材料製成，比如泥炭，它可以吸收水和油，但經過特殊處理後也可以只吸油不吸水。另一種是由合成材料製成（如聚丙烯），可只吸油不吸水；散裝的吸附材料，可用於高黏度油污，並注意因容易產生粉塵，因此應在圍堵區域內使用，並佩戴防護眼鏡和口罩。片狀及筒狀吸附材料適用於油污量較小的地方，筒狀吸附材料可依需要進行切割。

H. 吸滿油污的吸附材料須當作危險廢棄物處理。



圖 3-10 講師向學員展示不同類型的吸附材料



圖 3-11 不同類型的吸附材料的吸附效果

(4) 水上回收演示



圖 3-12 場地介紹布置、幫浦及汲油器



圖 3-13 集中油污以利回收作業



圖 3-14 使用刷式、堰式汲油器進行抽油作業



圖 3-15 使用吸附資材進行最終回收

主題四：海岸線應變

一、海岸線量測、海岸線清理-階段及技術

(一) 前言

當面臨海岸線油污事件時，清理油污是一項複雜的工作，可能需要長時間的努力和耐心，而清理過程中可能會遇到各種挑戰和限制，了解污染物的性質、污染地點的特徵以及可用的設備和人力資源是選擇適當技術的關鍵因素，同時透過海岸線量測，估算清除之廢棄物總量，並評估清理技術對環境、人員和資源的影響及操作的效率和成本，以選擇和應用適當的清理技術，以應變海岸線油污事件，並有效地管理相應的清理操作。

(二) 內容

1. 海岸線量測

由講師將學員分成五個小組，每組均有一個領導者，帶領團隊在 CEDRE 的人造沙灘上進行現場評估和測量，藉由觀察及預估油污的型態、數量，再由各組發表評估結果，藉以評估清除油污所需之人力、物力及廢棄物清除量，最後由學員協助人工清除沙灘上油污。

- (1) 使用污染場址評估表(圖 4-1)：確保所有參與者都使用相同的語言和定義進行交流，避免遺漏任何重要資訊。
- (2) 現場實地考察：通過實地走訪，獲取最準確的資訊，並且現場檢測比任何工具都更加有效。
- (3) 記錄和測量：使用標準表格和清單，進行覆蓋率和體積的測量，並記錄現場各種資料，以利日後回溯和追查。
- (4) 污染取樣：使用玻璃瓶和鋁箔紙進行樣品採集，避免污染和成分滲出，另可使用聚四氟乙烯膜採集浮油，可大幅減少體積，方便進行分析和測試。採集後須確保所有樣品都標記清楚，記錄時間、地點和其他重要資訊。

POLLUTED SITE SURVEY FORM 污染場址調查表	INCIDENT REFERENCE 事件編號							
OBSERVATION 觀察 Name 名稱： Origin 來源： Date/Time 日期 / 時間：	SITE IDENTIFICATION 場址辨識 Name 名稱： Location 位置：							
SITE CHARACTERISTICS 場址特徵								
Nature 本質 Cliff 懸崖 <input type="checkbox"/> Rocky platform 岩石平台 <input type="checkbox"/> Creek 小溪 <input type="checkbox"/> Beach 海灘 <input type="checkbox"/> Dunes 沙丘 <input type="checkbox"/> March <input type="checkbox"/> Tidal flats 潮灘 <input type="checkbox"/> Lagoon 潟湖 <input type="checkbox"/> Marshes 沼澤 <input type="checkbox"/> Usage 用途 Ecologically important 具重要生態意義 <input type="checkbox"/> Fisheries / aquaculture 漁業/水產養殖 <input type="checkbox"/> Industry / harbour 工業/港 <input type="checkbox"/> Residential 住宅 <input type="checkbox"/> Recreational / Tourism 娛樂/旅遊 <input type="checkbox"/>								
STATE OF POLLUTION 污染狀態								
Location 位置 Upper level 高層 <input type="checkbox"/> Medium level 中層 <input type="checkbox"/> Lower level 低層 <input type="checkbox"/> Substrate (rank (1) (2) (3) ... according to dominance) 基質 (依優勢程度排列 (1) (2) (3) ...) Salt marsh 鹽沼 <input type="checkbox"/> () Mud 泥 <input type="checkbox"/> () Fine sand 細沙 <input type="checkbox"/> () Coarse sand 粗砂 <input type="checkbox"/> () Pebbles 卵石 <input type="checkbox"/> () Boulders 巨石 <input type="checkbox"/> () Mixed sediment 混合沉積物 <input type="checkbox"/> () Rocks 岩石 <input type="checkbox"/> () Riprap 拋石(河堤或岸邊的石坡) <input type="checkbox"/> () Manmade 手工 <input type="checkbox"/> () Type of oiling 油品污染類型 Stripes 條紋狀 <input type="checkbox"/> on 在 () () Tarballs 焦油球 <input type="checkbox"/> on 在 () () Pattles 油團 <input type="checkbox"/> on 在 () () Patches 油塊 <input type="checkbox"/> on 在 () () Slick 浮油 <input type="checkbox"/> on 在 () () Buried 埋 <input type="checkbox"/> in 在 () Infiltrated 沉浸 <input type="checkbox"/> in 在 () () Polluted debris 污染碎片 <input type="checkbox"/> on 在 () () Quantity 數量 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Extension 延伸 (L x w (長 x 寬) (m 公尺)</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">coverage 覆蓋率(%)</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">thickness 厚度 (m 公尺) 或 depth 深度 (m 公尺)</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: center;">Volume 體積</td> </tr> </table> () Estimated overall volume 預估總量 Possible evolution 可能狀態變化 Remobilisation 再度移動 <input type="checkbox"/> Infiltration 沉浸 <input type="checkbox"/> Burying 掩埋 <input type="checkbox"/>		Extension 延伸 (L x w (長 x 寬) (m 公尺)	X	coverage 覆蓋率(%)	X	thickness 厚度 (m 公尺) 或 depth 深度 (m 公尺)	=	Volume 體積
Extension 延伸 (L x w (長 x 寬) (m 公尺)	X	coverage 覆蓋率(%)	X	thickness 厚度 (m 公尺) 或 depth 深度 (m 公尺)	=	Volume 體積		
OPERATIONAL ASPECTS / OPTIONS 操作 / 選擇方案								
Access 進出 By boat 透過船 <input type="checkbox"/> Public works equipment. 公共作業設備 <input type="checkbox"/> Light duty vehicles 輕型車輛 <input type="checkbox"/> Pedestrians 行走 <input type="checkbox"/> Storage 儲存 Upper part of beach 海灘上部 <input type="checkbox"/> Behind beach 海灘後 <input type="checkbox"/> Pits 坑 <input type="checkbox"/> Skips 廢料桶 <input type="checkbox"/> Heaps 推積 <input type="checkbox"/> Other 其他 <input type="checkbox"/>								
FIELD SKETCH 場址描述								

圖 4-1 污染場址評估表



圖 4-2 學員分組調查沙灘上油污



圖 4-3 學員分組報告海岸油污調查結果

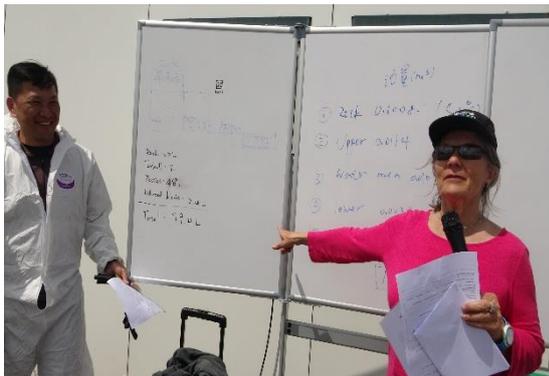


圖 4-4 講師講解各組海岸油污調查結果



圖 4-5 學員以人工方式清除沙灘上油污

2. 海岸線清理-階段及技術

(1) 海岸線清理階段

A. 評估油污染地點：透過全面了解污染物和污染地點的特徵，以制定有效的清理策略。具體來說，我們需要描述污染的體積、擴散範圍、性質以及基質，並了解洩漏的持續時間。此外，對污染地點的暴露程度、可進入性、存在的碎片以及用途和季節變化的了解，對清理工作的順利進行至關重要。

(A) 描述污染特徵：

- a. 體積/擴散、在岸上的污染物類型(浮油、焦油球...)
- b. 性質(黏度、附著性、持久性)。
- c. 基質：評估油污附著的地質條件，如沙地、礫石、硬質表面等。
- d. 洩漏類型(擱淺持續時間)。

(B) 了解污染地點的特徵：

- a. 暴露的程度：評估污染地點暴露於波浪、風和陽光等自然條件下的程度，這些因素會影響油污的分解和清理。
- b. 是否可以靠近：評估污染地點的可進入性，包括機械設備和人員是否能夠順利到達。
- c. 碎片：確認污染地點是否存在其他碎片，這些碎片可能會影響清理效率。
- d. 用途及季節：確定污染地點的用途及季節下的變化，這將影響清理工作的安排和優先順序。

B. 第 1 階段：初步清理：

(A) 快速清除大部分油污：需透過事先的調查及規劃，並且要預先對當地做好保護。

- a. 限制油品的擴散：通過快速清除大部分油污，可以減少油品被海浪或潮汐再度移動並污染其他地區的風險。
- b. 減低對生態的影響：快速移除油污，減少油品與動植物及其棲息地的接觸時間，從而減輕生態影響。

(B) 不要忽視環境的敏感性：快速行動並不意味著倉促行動，倉促可能會適得其反，需要考慮環境的敏感性，以避免對環境造成進一步的損害。

- a. 防止對地點造成損害：在清理過程中，要避免對植被或其他環境基質造成不必要的損害。例如，不要過度清除乾淨的基質，僅移除受污染的部分。
- b. 避免污染傳播：在操作過程中，要防止踩踏污染區域或使用會滴漏的容器，這可能會導致污染進一步擴散。

C. 第 2 階段：最終清理（把剩下第一階段沒有清完的，讓它可以回復到場域原本經濟用途的程度）：

- (A) 允許開放活動並恢復用途：這個階段最難的部分就是根據活動和用途的性質確定結束清理行動的標準，如何才是恢復到原本的活動的程度，需要與當地很多利益團體進行討論。
 - (B) 促進生態系統的自然恢復力：培養當地生態系統自然的恢復力，而不是全部都移除。特別是在輕度油污染的情況下，不要去想把所有東西都回收，然後去破壞掉當地原本的地貌或是生態，盡量讓自然環境來處理多一點。
 - (C) 污染物是不可能全部清除的：在大型油污染事件是不可能去除全部的污染物，隨著殘油量逐漸減少，清理行動的益處也隨之減少。
- (2) 工作站支援：開展、監測、結束工作（工作站從事件的一開始到結束都會一直存在，可作為緊急應變人員後勤基地的重要規劃）
- A. 成立工作站監測小組：
 - (A) 中央主管機關的代表：提供政府層面的指導和支持。
 - (B) 地方議員：代表當地社區的利益和觀點。
 - (C) 自然區域的管理人員：負責保護和管理受影響的自然區域。
 - (D) 清理的承包商：負責執行清理工作的承包商，提供實地操作和技術支持。
 - (E) 污染專家（例如水域意外污染事故研究調查中心 CEDRE 的專家）：提供專業的污染處理建議和指導。
 - (F) 保險公司代表：提供保險相關的支援和建議。
 - B. 在行動開始時，為每個站點擬定一份聯合報告：

在決定好要對污染物展開應變行動時，必須提供一份聯合報告，讓所有相關的人士瞭解現場的污染狀況、地點的敏感性、採取的預防措施、人力物力資源的預算及清理的目標（設立結束行動時間點標準）。

C. 就結束行動時間點達成共識：停止清理作業所需的標準

最好在應變行動開始之前，決定好這個報告的內容，並且讓所有的與會人員知曉、同意及簽署，結束後再一項一項討論有沒有達到一開始設立的目標。

(3) 技術

A. 選擇技術的標準：

(A) 污染的特徵：污染物的類型（流體或固體）、黏度和流動性。

(B) 事故場址的特徵：地形、地質和地表條件，例如沙質或粒質。

(C) 可用的設備與後勤：考慮到實際情況中可能無法擁有所需的清理設備，必須根據可用的設備、技術能力及後勤問題進行選擇。

(D) 人力資源：執行、專業知識、監督等。

(E) 技術選擇標準的考慮因素（圖 4-6）：

a. 污染物的特性（如黏度）。

b. 清理階段：有些技術可能只適用於特定的清理階段，如第一階段（初步清理）或第二階段（細部清理）。

c. 不清理選項：不進行清理也是一種選擇，但需要向相關人員解釋這一決定是出於技術和實際考量，而不是不願意清理。

d. 回收油污的過程中需要的其他資源技術：高壓清洗後的廢水回收、如何使用網子撈除油污及搜尋被掩埋的油污。

Technique selection criteria 技術選擇標準	Fluid pollutant 液體污染物	Viscous pollutant 黏性污染物	Phase 1 階段一	Phase 2 階段二
Skimming/pumping 汲取/抽取	■			
Manual collection 人工收集	■	■		
Mechanical collection 機械式收集	■			
Sand screening 篩沙	■	■		
Adhesive rollers 滾筒	■	■		
Surfwashing 海浪沖洗	■			
Flooding 水淹	■			
Flushing 沖洗	■	■		
Underwater agitation/Tilling 水下攪動/耕地		■		
Drainage 排水		■		
Pressure washing 高壓清洗		■		
Scything/cutting 割除/切割	■	■		

Substrates 基質	
R = Rocky/quays 岩石/碼頭	S = Sediment (sand or pebbles) 沉積物 (沙子或卵石)
Sp = Sediment (pebbles only) 沉積物 (只有卵石)	Ss = Sediment (sand only) 沉積物 (只有沙子)
V = Vegetation 植被	

"Alternative technique" 其他技術:	
■ NO CLEAN-UP 不清理	

Support techniques 支援技術	
■ Effluent recovery 廢水回收	
■ Capture with nets 用網子撈	
■ Search for buried oil 搜尋被掩埋的油污	

Cedre	Clean-up phases 清理階段	Techniques 技術	Conclusion 結論
			13

圖 4-6 技術選擇標準的考慮因素

B. 根據基質所採用的技術-軟沉積物：沙、卵石/鵝卵石

(A) 軟沉積物：沙、礫石：

a. 幫浦抽取：

當油污量較大時，可以使用氣力輸送或真空系統進行直接抽取，快速回收大量油污。

b. 機械式回收（使用推土設備）：

對於油污量大的情況，可以使用推土設備進行回收，可快速集中大量油污，並適用於不同行動（收集、清除沉澱物、刮除），但需要注意場地地形的限制，如無法進入地形困難的地方，地質太過鬆軟亦無法承載機器的重量。

c. 人工回收：

人工回收是一項必不可少的技術，在幾乎所有的污染情況下，都需要進行人工回收，通常對生態環境的影響較小，特別適用於難以進入的地點，但實際上需要精確的組織，以確保團隊在行動中的效率，因人工回收是一項艱苦的工作，所以需要進行

良好的組織，盡可能提供機械和設備的支持（如篩砂機），以進入場地或篩選、搬運油污，並制定輪班制度，確保團隊成員得到充分的休息和照顧。

d. 海浪沖洗：

需專業知識計算海浪潮汐及事先測試，適用於埋藏在沙灘下的油污或是混有沙子或卵石的油，可將沉積在前灘中部的油污沉積物，利用海浪的碎浪進行沙油分離，再使用網子捕捉分散的浮油。

(B) 軟沉積物：沙灘：

a. 篩沙：

使用專門的設備（篩沙機）或人工篩沙。篩沙機有不同型號（尺寸、篩孔尺寸等），可處理黏性污染物（焦油球/油塊），非常適合在沙灘上使用（相對乾燥、均勻、顆粒細小的沙子），在法國西南部 Prestige 號事件中，在大面積沙灘上使用了篩沙機，效果非常好；濕沙灘上效果較差，但需要根據實際情況進行測試。沙灘上若有礁石、垃圾、雜草或漂流物，需先清除，才能有效使用篩沙機

b. 滾筒：

有不同型號（尺寸、拖曳...），適用於退潮時光滑且潮濕的沙子，且沒有石頭、海藻或是殘渣碎片或垃圾，可使用鐵絲網或地工織布覆蓋的壓載滾筒，對於厚油層可使用刮板及回收槽。

c. 沖洗（表面、沖洗）、耕地、引流（液體，滲油）：

原則都是把沙土里面的污染物把它帶出來，然後集中到一個地方去回收。

d. 水下攪動：

適用於掩埋的油污，利用文丘里效應，將消防水帶（低壓水帶）插入沉積物中來重新帶動油污上浮，再進行圍堵和收集。

(C) 軟沉積物：礫（石）灘（清理卵石與鵝卵石）：

首先將卵石及鵝卵石進行分類，必要時可利用人工將附著在石頭上的厚油層刮除，再進行就地清洗。

- a. 在地工織布上，將卵石及鵝卵石放置於”臨時的籠子”中，透過熱水及高壓清洗後，再於地工織布上回收油污。
- b. 將卵石及鵝卵石置於混凝土攪拌機中並加上水（如果廢水可抽出，可以加入清潔劑使用），利用磨蝕的方式將油分離，並在地工織布上回收油污。

C. 根據基質所採用的技術-岩石和基礎建設：

(A) 預防及保護：對於港口基礎建設或碼頭，使用成膜劑（短期）、水幕（短期、滑道）或防護墊（短期，會產生廢棄物）進行預防及保護。

(B) 幫浦抽取。

(C) 人工收集。

(D) 沖洗。

(E) 人工刮除。

(F) 高壓清洗：應變人員應穿戴個人防護裝備，將海岸線進行分段並供應海水，需進行地面保護（例如：預防滴漏）及調整吸附工具（攔油索，保護墊等），防止污染物濺射以保護周圍乾淨的岩石，再根據油污特性、岩石易碎性及堅固性，調整溫度梯度及壓力梯度進行沖洗，聚集油污廢水後進行回收。

(G) 清理拋石：人工清除、幫浦抽取或高壓沖洗區塊間的油污，亦可移動巨石至場地外清洗，清洗後之油污廢水需

進行回收。

(H) 清理碼頭：設立特殊的工作站（吊艙、浮橋、繩索技術作業...），以人工刮除厚油層、沖洗或沖刷、高壓清洗（針對灌漿牆面調整水壓）等方式進行清理，清洗後之油污廢水需進行回收。

(I) 清理峭壁和海灣：考量生態（鳥類、懸崖上的植被）、是否為長期擴散污染源（懸崖腳下）、美觀及景觀、經濟等因素，決定是否清理峭壁和海灣。如決定進行清理，需有專業的繩索技術人員及安裝專業設備（吊艙、滑索），並考量應變人員的安全，建立出入口並確認安全計畫，以人工清除厚油層、高壓清洗及廢水回收等方式清理，再使用起重裝備（滑索，直升機）將廢棄物轉移。如岩石區域為敏感環境，具有地衣或植被遺跡的價值，可不清理或適度的使用高壓沖洗。

D. 根據基質所採用的技術沼澤和紅樹林

(A) 環境的特性：

a. 因低水動力造成沉積作用，因自淨能力低，油污可能造成長期影響的風險。

b. 植物的型態適合浸在水與泥中。

c. 種類：

(a) 沼澤：溫帶氣候，從裸露出的泥土到固定生長的植被。

(b) 紅樹林：熱帶氣候，從灌木高度到非常高的樹木，因具有呼吸根（脆弱）及環根（障礙）導致難以進入，應變人員與設備可運用乘船或建立人行道路（讓根部的傷害減少到最小）進出。

d. 功能及角色：

(a) 生態：產卵與孵育、覓食的場所（魚類），多

樣生態包含無脊椎動物、鳥類等物種。

(b) 社會經濟：漁業，水產養殖業等。

(c) 清除困難點：因地面乘載力低，難以進入泥濘區。對於踩踏的承受限度極低，有油品被掩埋及植被被破壞的風險。

(B) 清除策略：

- a. 動態回收（近岸）。
- b. 保護是首要任務：使用漂浮的攔油索、索狀吸油棉或堤岸，並關閉進水口。
- c. 應變措施的好處來跟“不進行清理”這兩者之間需進行評估比較。
- d. 在進行應變前須事先計畫，需事先研究及分析離岸擴散。
- e. 根據環境的敏感性去決定適當的應變目標與組織。

(C) 清除技術-沼澤：

- a. 不進行清理。
- b. 在水邊使用幫浦。
- c. 沖洗。
- d. 排水。
- e. 人工收集。
- f. 人工割除。
- g. 割草機。
- h. 機械切割（非常少見）。

(D) 清除技術-紅樹林：

- a. 不進行清理。
- b. 圍堵（漂浮的攔油索、吸附資材、濾材）。
- c. 抽取/汲取。
- d. 抽水。

- e. 人工收集。
- f. 沖洗根部移動污染物，並使用吸附資材及汲油器進行圍堵及回收。

3. 臺灣綠島油污案清除建議

講師向學員說明針對臺灣綠島油污案之清除建議，透過比對海保署提供之去（112）年及今年的現場照片，顯示有相當程度的自然降解現象，建議先以人工刮除方式清除較厚之油污，餘待自然降解並逐年追蹤油污降解情形。



圖 4-7 針對臺灣綠島油污案之清除建議

二、廢棄物管理

(一) 前言

1. 本單元為海上和海岸線溢油應變後產生廢棄物如何作有效管理，這單元主要讓學員學習目標有三項：
 - (1) 辨識不同類型的廢棄物及其性質對廢棄物管理的影響。
 - (2) 規劃應變後產生的廢棄物管理。
 - (3) 應用「廢棄物分層等級」原則，在發生海污應變時能有效實現永續管理。
2. 何謂廢棄物？在法國環境法規定：「生產、加工或使用過程中的任何殘留物，任何物質、材料、產品，或更廣泛地說，或被持有者遺棄或注定的動產者」，“Any residue of a process of production, processing or use, any substance, material, product or, more generally, any movable asset abandoned or destined for abandonment by its holder” (French Environment Code)
3. 意指出廢棄物於「溢出、遺失或發生其他事故的材料，包括因事故而受到污染的任何材料、設備等」。

(二) 內容

1. 海洋油污廢棄物類型：液體、黏糊狀液體、固體等 3 種；亦分為有害廢棄物與無害廢棄物。



圖 4-8 廢棄物管理



圖 4-9 廢棄物種類

2. 海洋油污染產生廢棄物區分管理類型：

(1) Collection 收集：回收海上廢棄物、回收海岸上廢棄物。



圖 4-10 回收海上、岸上油污

(2) Storage 儲存：針對現場與當地環境、土地產權、可用容積面積、地面承受力、距離清理場址距離等進行評估分析儲存位置，並進行特定設施籌備短期建置（如：通道、油密封性、逕流分流與儲存防護等），擇定最初儲存點、中間儲存點及最終儲存點。

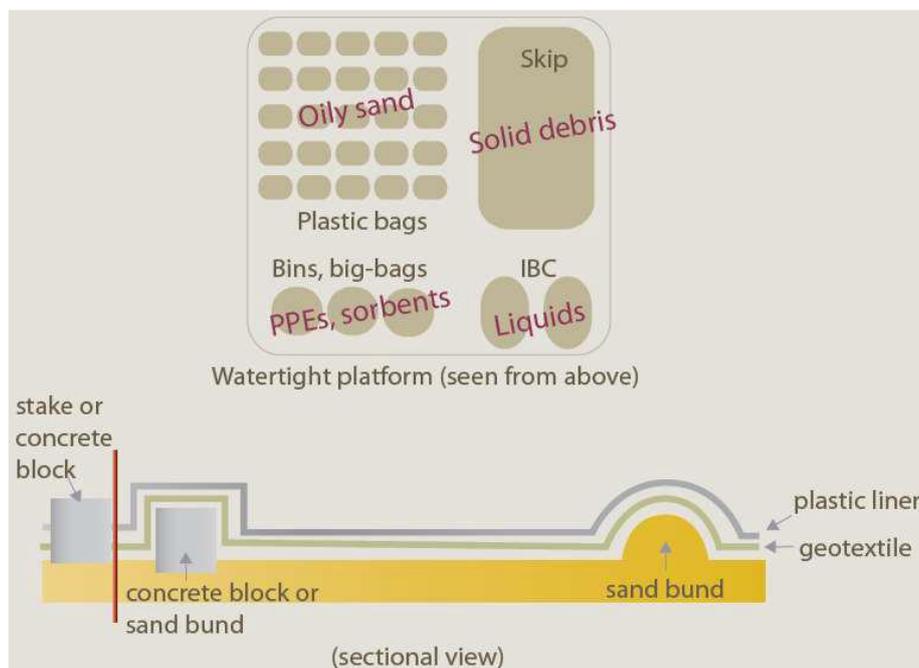


圖 4-11 最初儲存點

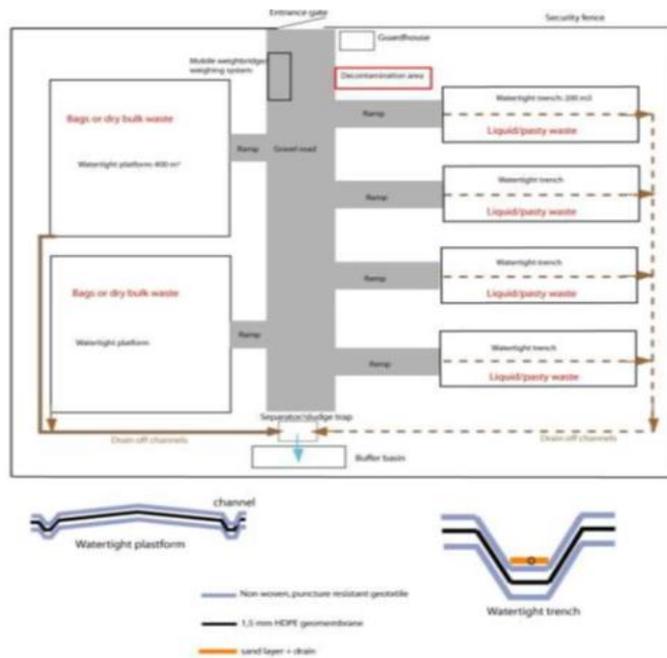


圖 4-12 中間儲存點

- (3) **Transport 運輸**：經污染場址及儲存點兩面向，依廢棄物類型、數量、可及性及法規規範等評估找出適合移除及轉移方式。
- (4) **Treatment 處理**：依廢棄物形態、黏度及油特性，處理方式分前處理、熱處理、物理-化學處理及生物處理，以及最終處理/棄置，皆須考量在處理過程中避免環境再受二次污染。

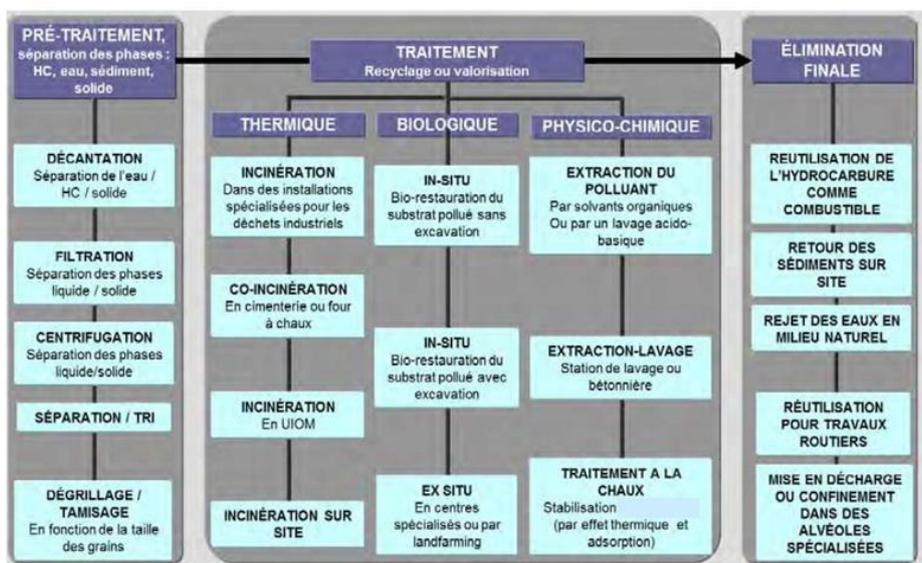


圖 4-13 海洋油污廢棄物處理方法

主題五、危機管理

一、緊急應變計畫和事故管理系統

(一) 前言

油污對海洋和沿海生態系統造成重大影響，應對這些油污需要協調努力，涵蓋應變計畫和事故管理。IMO 制定了一個分級應對系統，其中第二級針對需要國家或地區資源的中型油污。本報告將依據 IMO 第二級標準，按準備原則、應變計畫和基於事故管理系統 (Incident Management System, IMS) 標準的事故管理的順序，全面概述海上和岸邊應對油污的必要要素。

(二) 內容

1. 整備原則

(1) 1990 年油污應變準備和應對國際公約 (OPRC)

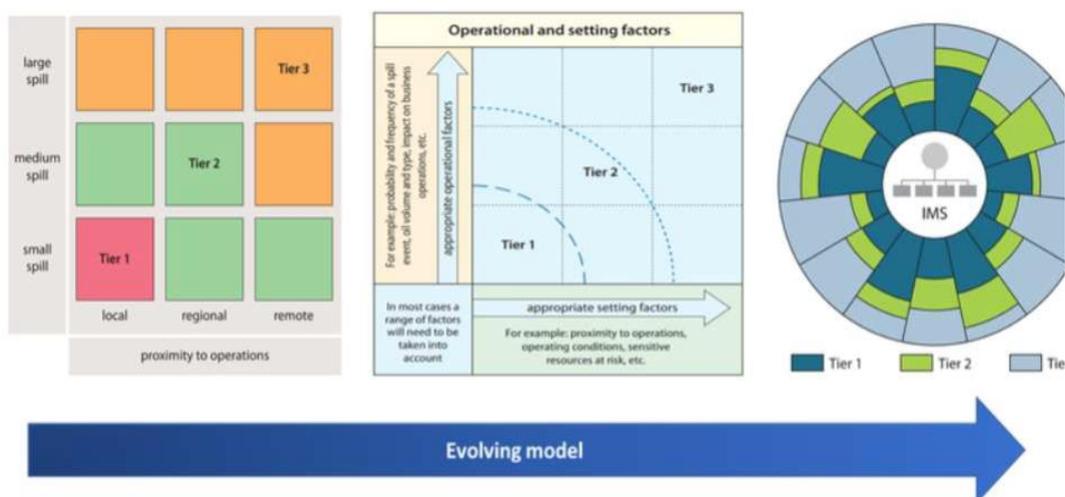
1990 年油污應變準備和應對國際公約 (OPRC) 為全球油污應變準備和應對提供了框架。該公約要求締約國制定應變計畫，確保有能力應對油污事故。核心原則包括：

- A. 國家應變計畫：要求締約國制定和實施國家級應變計畫。
- B. 國際合作：促進國際合作和技術援助，以提高全球油污應對能力。
- C. 能力建設：支持建立和維持應對油污的必要基礎設施和資源。

(2) 分級應變：

分級應變策略根據油污事件的規模和嚴重程度，分為不同的應對層級。主要分為三層：

- A. 第一層：小型油污，通常由單個設施或船舶內部資源處理。
- B. 第二層：中型油污，需要國家或地區資源。
- C. 第三層：大型油污，超出國家能力，需要國際援助。



Evolution of the tiered preparedness and response approach: a) conventional model, b) concentric circle model, c) complete model

(© IPIECA-IOPG 2015)

圖 5-1 分級應變策略圖

2. 制定緊急應變計畫

(1) 緊急應變計畫的結構

應變計畫提供了一個系統性框架，確保在油污事件發生時能迅速和有效地應對。計畫的結構包括：

- A. 目的和範圍：明確計畫的目標和適用範圍。
- B. 應變組織：定義參與應對行動的各組織及其職責。
- C. 操作程序：詳細說明應對措施和程序，包括油污檢測、通知和初始應對行動。
- D. 資源清單：列出所有可用的設備、物資和人員資源。
- E. 溝通計畫：建立有效的溝通渠道和信息共享機制。

(2) 定期更新和演練

應變計畫應定期更新，以反映最新的風險評估和資源變化。此外，應進行定期演練，以確保所有應對人員熟悉計畫並能有效執行。

- A. 演練和培訓：定期進行模擬演練和培訓，以檢驗和改進應變計劃。
- B. 經驗反饋：從實際事件和演練中汲取經驗教訓，不斷完善應變計劃。

3. 基於 IMS 標準的事故管理

(1) 組織原則

IMS 提供了一個標準化的框架，用於協調和管理應對行動。

IMS 的組織原則包括：

- A. 統一指揮：所有應對行動由單一指揮官負責，確保統一的決策和指揮。
- B. 靈活和可擴展：IMS 可以根據事件規模和性質靈活調整，適應各種應對需求。
- C. 分工明確：每個功能區域都有明確的職責和職能，確保各部門協同工作。

(2) 事件行動計劃（Incident Action Plan, IAP）

IAP 是管理應對行動的核心文件，包含具體的應對目標、策略和任務。IAP 應包括：

- A. 狀況評估：當前事件的詳細描述和評估。
- B. 應對目標：明確定義的應對目標和優先事項。
- C. 策略和任務：具體的策略和行動計劃，用於實現應對目標。
- D. 資源分配：詳細說明所需的資源和其分配方式。
- E. 溝通計劃：信息共享和報告的詳細安排。

(3) IMS

IMS 提供了一個系統化的方法，用於管理各類緊急事件。

IMS 的主要組成部分包括：

- A. 事故指揮官：負責整體應對行動的指揮和協調。
- B. 計劃部：負責收集和分析事件信息，制定 IAP。
- C. 後勤部：確保所有應對行動所需的資源和物資得到有效管理

和分配。

- D. 財務/行政部：管理應對行動的財務和行政事務，包括資金管理和成本控制。

(4) 應變指揮官

應變指揮官是 IMS 的核心，負責：

- A. 制定和執行 IAP：確保所有應對行動符合既定目標和策略。
- B. 指揮和控制：統一指揮所有參與應對行動的部門和人員。
- C. 溝通協調：與相關利益相關者和機構保持有效溝通，確保信息透明和共享。

(5) 規劃組

規劃組的主要職責包括：

- A. 信息收集和分析：監控事件動態，提供最新信息以支持決策。
- B. 制定 IAP：根據事件狀況和指揮官的指示，制定詳細的應對計劃。
- C. 文檔管理：記錄和保存所有與應對行動相關的文件和報告。

(6) 後勤組

後勤組的職責是：

- A. 資源管理：確保所有應對資源（設備、人員、物資）的有效獲取和分配。
- B. 設施支持：提供必要的設施和服務，包括集結區、去污站和指揮中心。
- C. 交通和運輸：管理和協調應對資源的運輸和部署。

(7) 財務/行政組

財務/行政組的職責包括：

- A. 成本控制和報銷：監控應對行動的費用，處理報銷和付款。
- B. 合同和採購：管理應對所需的合同和採購活動。
- C. 法律和保險事務：處理與應對行動相關的法律和保險問題。

(8) 組織結構

IMS 的組織結構設計旨在靈活應對各類事件，包括：

- A. 指揮架構：清晰的指揮鏈和職責劃分。
- B. 功能單位：根據事件需要設置的特定功能單位，確保所有應對需求得到滿足。
- C. 協調機制：內部和外部協調機制，確保所有應對行動一致和協同。
- D. 靈活性：只使用所需要的功能

二、賠償和責任制度

(一) 前言

海洋緊急油及化學品污染事件的發生往往對環境、生態系統和沿海社區造成嚴重破壞及當地經濟損失。為了應對這些事件，國際組織間制定了一系列賠償和求償機制，以確保污染行為人對所造成的損害負擔賠償責任，減少對受影響地區的經濟和環境影響。針對國際海上運輸業所產生的污染，IMO 與全球各國及相關利益方合作，推動了多項防止海洋污染及實現賠償機制的國際公約及相關規範。本課程內容概述海上意外洩漏污染賠償機制之相關國際公約和法規的基本框架，協助學員初步了解國際上海污事件賠償責任規範。

(二) 內容

有關海上意外事故造成污染的緊急應變及賠償污染損害責任，基於歷史上多起重大海洋污染事件的經驗及國際間的多次協商，國際上已制定了多項公約來規範賠償責任範疇和標準。這些公約的宗旨在於確保污染責任方能夠對其造成的損害進行賠償，並減少對受影響地區的經濟和環境影響。

1. 國際石油污染賠償基金（IOPC）

(1) 簡介

國際石油污染賠償基金（International Oil Pollution Compensation Funds, IOPC）是一個由國際社會成立的組織，為海上油污染事故提供賠償。該基金主要通過一系列國際公約運作，

確保受害方能夠獲得適當的經濟補償，以應對海洋油污染事故造成的損失。

(2) 成立背景

IOPC 基金的成立源於 IMO 在 1970 年代所推動的兩項主要公約：

- A. 1969 年國際油污損害民事責任公約 (CLC)
- B. 1971 年國際油污損害賠償基金公約 (Fund Convention)

這些公約後續經過修訂並更新，形成現今的賠償體系，包含 1992 年修訂 CLC 公約和基金公約，以及 2003 年成立的補充基金議定書。

(3) 資金來源

IOPC 基金的資金來自於各成員國的石油收受業者，這些業者依其接收的石油量為計算依據，每年繳納一定的費用。這樣的機制確保了基金有足夠的資金儲備來應對可能發生的油污染事件。

(4) 賠償評估標準

IOPC 基金在評估賠償申請時，根據以下標準進行評估：

A. 前提條件：

賠償之前提條件為意外事故導致之油污損害。

B. 損害程度：

海洋油污染事故可能對海岸線、領海 (TTW) 和專屬經濟區 (EEZ) 造成以下損害：

- (A) 持久性油污染：持久性油污染會長時間停留在環境中，對海洋生態系統和海岸線造成嚴重影響。
- (B) 財產損失：油污染可能會損壞沿海地區的基礎設施和私人財產，包括漁船、設備、房屋和其他設施。

- (C) 直接經濟損失：包括清理和修復成本、漁業和旅遊業的立即損失。
- (D) 間接經濟損失：包括因污染事件而導致的長期經濟影響，如漁業資源減少和旅遊業下降，需證明事件與影響之間因果關係。
- (E) 環境復育：恢復受污染的生態系統需要長期的環境修復工作，包括植被重建和野生動物保護，此項目須為具體的復育作業或工程所支出的可量化成本才可申請賠償。

C. 緊急應變及防治措施：

為了減少和應對海洋油污染事故的損害所支出的費用：

- (A) 清理工作的成本：清理操作包括使用勞力和設備進行污染物的移除和處理。
- (B) 勞力：涉及專業人員和志願者參與油污清理。
- (C) 設備：使用專業設備，如吸油棉、攔油索和工作船隻等。

D. 注意事項：

不予考慮的損害類型：

- (A) 非物質損害：如精神損害和社會影響。
- (B) 生態損害：因生態上的損害無法單純以經濟價值估量，在國際賠償框架中通常不予考慮，但可能根據國內法進行補償。
- (C) 不合理的資源配置：在實施防護措施時，必須保持合理性，避免部署過度或不成比例的資源。

2. 國際相關制度與賠償機制

(1) 有關賠償之機制

國際間針對海洋污染的賠償，制定了一系列公約，當損害符合上述公約中的前提條件與評估標準後，依不同情況適用不同的補償機制。

A. 由貨物 (cargo) 造成之油污染：

(A) 國際油污損害民事責任公約 (CLC 1969/1992)：針對貨物造成的油污染，首先適用此公約。該公約規定船東需承擔無過失客觀責任，並要求船東持有強制責任險 (P&I 保險)。賠償上限為 9000 萬特別提款權 (SDR)。

(B) 國際油污損害賠償基金國際公約 (FUND 1992/2003)：如果受害方為公約會員，可申請 1992 年和 2003 年基金公約的賠償，分別提供高達 2 億 300 萬 SDR 和 7 億 5000 萬 SDR 的賠償上限。

B. 由燃油 (bunker) 造成之油污染：

國際燃油污染損害民事責任公約 (BUNKER 2001)：此公約適用於燃油污染，規定由船東承擔責任，不需先行司法行動。賠償上限為 7000 萬 SDR，無需基金補償。

C. 非油污所致損害：

國際海上運輸有毒有害物質損害責任和賠償公約 (HNS Conventions)：針對非油污但符合有害物質定義的污染事故。雖然該公約尚未生效，但其設計針對船東的客觀責任，提供高達 1 億 SDR 的賠償上限，特定基金可另提供 2 億 5000 萬 SDR 的額外賠償。

(2) 法律行動

有關 IOPC 的申請流程簡述如下：

A. 詳盡和細緻的書面索賠：受害方需要提交一份詳細的書面索賠申請，清楚說明所有損失的性質和範圍。這包括經濟損失、環境損害和其他相關損失。申請書應包括所有必要的佐證文件，如照片、報告、發票和其他文件，以證明損失的真實性和範圍。

B. 詳細說明所有的損失和所進行的保護行動：在索賠申請中，受害方需詳細說明所有直接和間接的損失，以及為了減少損失所採取的保護行動。這些行動可能包括清理工作、應急措

施和其他防護措施所使用的資源、花費的成本以及取得的效果。

- C. 對所有人（營運者、受害者）公開：IOPC 的賠償程序對所有相關方公開透明，營運者、受害者和其他相關方可以查閱和了解賠償申請的進度和結果，這種透明性有助於確保程序的公平性和信任度。
- D. 完成索賠申請並提交：受害方需在完成所有必要的文件和證據收集後，正式提交索賠申請。IOPC 會對提交的申請進行審查，並在確認所有文件齊全和符合要求後，進行評估和賠償。

3. 案例：威望號油輪事故

(1) 事件概述

威望號（Prestige）油輪事故發生於 2002 年 11 月 13 日，當時這艘載有 77,000 噸重油的單殼油輪在西班牙西北部海岸附近遇險。由於船體損壞，威望號油輪最終斷裂並沉沒，導致大量重油洩漏，污染了西班牙、法國和葡萄牙近 3000 公里的海岸線，對環境、生態系統和沿海社區造成嚴重影響。根據官方評估，該事故共造成 63,000 噸燃料洩漏，直接經濟損失高達 44 億美元。



圖 5-2 案例說明-威望號油輪事故

(2) 賠償機制

- A. 根據 CLC，船東對污染損害承擔有限責任。威望號的船東因為單殼油輪的設計缺陷和事故中的過失，經裁定須承擔過失責任。
- B. 當 CLC 的賠償金額不足以覆蓋損失時，由國際油污損害賠償基金提供額外賠償。因威望號事故中賠償總額超過 CLC 限額，因此啟用基金公約支應。
- C. 國際船舶油污損害賠償補充基金議定書進一步提高了賠償限額，以確保受害方得到充分賠償。

(3) 賠償結果

- A. 根據西班牙最高法院的終審裁決，互助保險公司倫敦保賠分公司和威望號油輪船長共同承擔 16 億歐元的經濟賠償責任。分別向法國和西班牙加利西亞政府支付 6100 萬歐元和 180 萬歐元的賠償金。
- B. 威望號油輪船長 Apostolos Ioannis Mangouras 和互助保險公司倫敦保賠分公司須分別向西班牙和法國支付 15.7 億歐元

和 6100 萬歐元的環境污染損失賠償金。

- C. 威望號油輪事故是歐洲最嚴重的環境災難之一，其賠償案例展示了國際法律框架在應對和處理海洋污染事故中的重要性。持續改進和強化國際賠償機制，並加強對海上運輸的監管，對於保護海洋環境和沿海岸際至關重要。

三、媒體應對

(一) 前言

在海污事件中，危機溝通和媒體應對亦是應變過程中需要妥善處理的一環，其特點在於緊迫性和不可預測性，加上案件初期緊急情況下資訊的缺乏，使得有效的溝通成為應對危機的關鍵。本節課程在探討在溢油事件中的危機溝通策略，介紹如何有效管理資訊並與媒體和公眾建立良好關係，以確保應對措施的成功。

(二) 內容

1. 溢油事件中的常見溝通問題

在溢油事件中，通常會遇到以下溝通問題：

- (1) 資源是否充足：確保應變資源充足且分配合理。
- (2) 應變組織：建立一個清晰、易於理解的應變組織架構。
- (3) 內部溝通：確保內部信息的共享和快速傳遞。
- (4) 志工管理：有效管理志工以支持應變行動。
- (5) 人類健康與安全：保護應變人員和公眾的健康和安全。
- (6) 公共關係與媒體關係：建立與媒體和公眾的良好關係，確保信息傳遞準確和透明。

2. 危機溝通的特徵

在緊急應變行動中，溝通的特徵包括緊迫性和不可預測性。真正的危機往往不是基於現實狀況，而是來自於民眾和媒體的認知。因此，有效的危機溝通需要在以下方面做出努力：

- (1) 提供合理建議：提醒民眾注意眼前的危險，並提供適當的行動建議。

- (2) 資訊透明：提供有關正在進行應變行動的資訊，為公眾對應對措施的價值觀打下基礎。
- (3) 制定溝通計畫：確保資訊準確且透明，規律且有回應，簡單易懂，簡潔具體。
- (4) 事件管理：有效管理事件並進行系統性的情況更新和行動計畫。

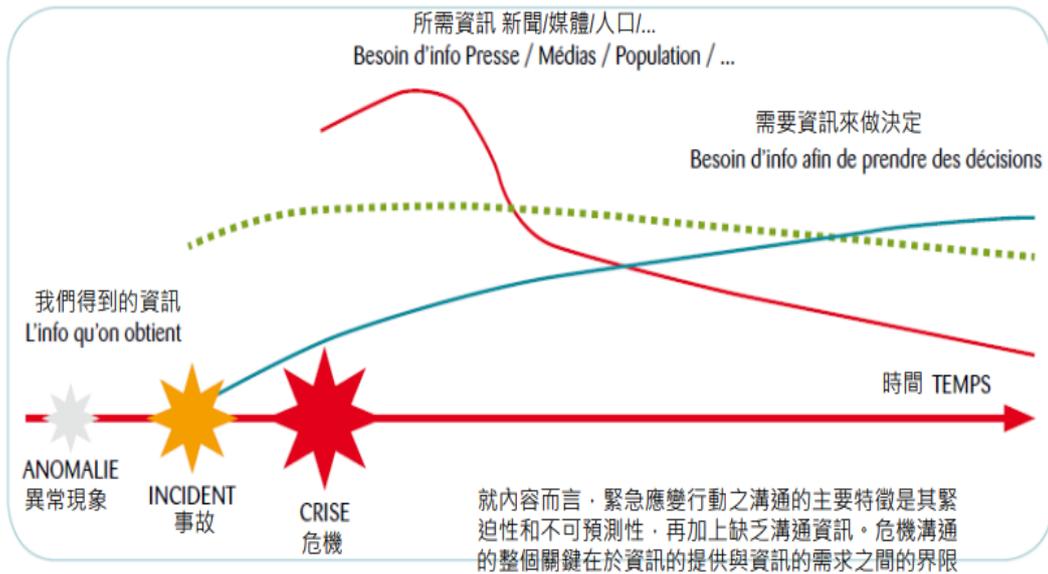


圖 5-3 危機溝通與媒體應對

3. 媒體應對策略

在面對媒體時，以下策略至關重要：

- (1) 單一的發言人：指定一位發言人負責對外溝通，避免信息混亂。
- (2) 內部交流：定期進行內部信息共享，確保信息傳遞的快速與順暢。
- (3) 媒體應對計畫：制定詳細的媒體應對計畫，包括預先準備好的應對資訊（Pre-Digested Information, PDI）。
- (4) 正確的態度：在接受採訪時保持正確的態度，利用採訪傳達訊息，避免使用專業術語和過於科學的詞彙。
- (5) 避免陷阱：避免臆測，堅持實事求是，保持冷靜和清晰頭腦。

4. 新聞稿的撰寫

撰寫新聞稿時需注意：

- (1) 實事求是：承認牽涉其中，實事求是，並表示遺憾。
- (2) 措施說明：敘述為改善情況正在採取的措施，包含新聞聯繫人的資訊。
- (3) 避免猜測：不應猜測事故原因，指責其他各方或承認責任。

四、桌面兵推

(一) 前言

本單元課程為情境模擬演練，訓練學員先分成三組來模擬海洋污染事故，各組均為獨立的海洋油污染緊急應變小組，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、安全管制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。

本次桌面兵推之情境係假設船隻 *Plougastel* 發生事故，為了更貼近真實事故狀況，講師 *Ms. Emmanuelle Poupon* 提供並逐步說明目前事故已知的相關訊息，如船隻事故位置、氣象狀況、目前觀測油污狀況等，各小組也可以隨時向講師提問應變相關資訊，來瞭解模擬真實應變情況。

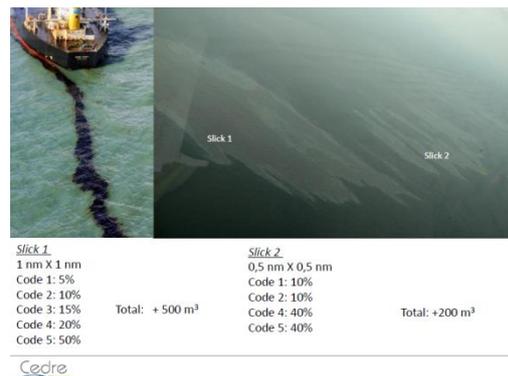
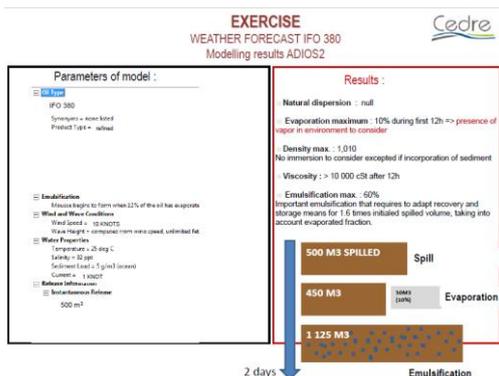
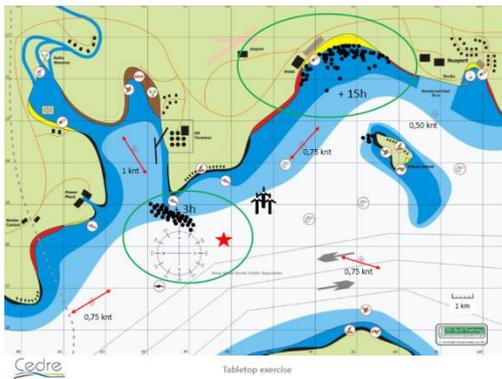
演練目標為在這個事故發生後，需要組織相關的應變行動，瞭解目前的事務狀況並成立一個團隊，評估並規劃污染應變措施。學員需依據實際應變時的應變流程逐一推演，如第一個措施、環境保護、廢棄物管理、人力資源及後勤需求等，經過分組討論後，最後各組上台進行各組推演結果的報告說明，報告小組的應變過程與心得。

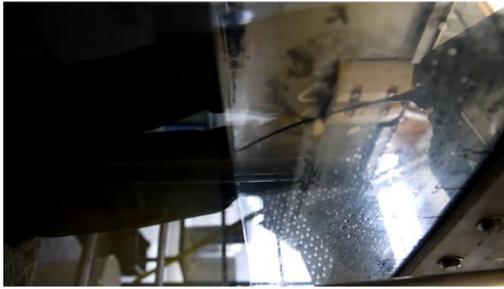
(二) 內容

1. 演練情境

- (1) At 08 : 30 pm 2 bulk carriers have collided at AL27.
- (2) The bulk carrier “Plougastel” is damaged.
- (3) About 500 m3 of bunker oil (IFO 380) are spilled, from one bunker.
- (4) The “Plougastel” is towed to the port.
- (5) A second bunker breaks during the towage operations.
- (6) Weather :
 - A. Winds : SE - 10 knots.
 - B. Temperature : 25°C.

2. 情境模擬演練之情境訊息如下所示

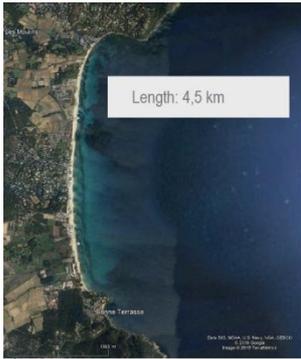




Cedre



Cedre



Length: 4,5 km

Beach 海灘
Residential 住宅
Recreational / Tourism 娛樂/旅遊

Cedre



Cedre



Mixed sediment 混合沉積物 Patches 油塊 Polluted debris 污染碎片
Lower level 低層 Estimated overall volume 預估總量: 200 m³

Possible evolution 可能狀態變化: Remobilisation 再度移動 / Burying 掩埋

Cedre



Polluted debris 污染碎片

Access 進出
Public works equipment 公共作業設備
Pedestrians 行走

Storage 儲存
Behind beach 海灘後
Skips 廢料桶

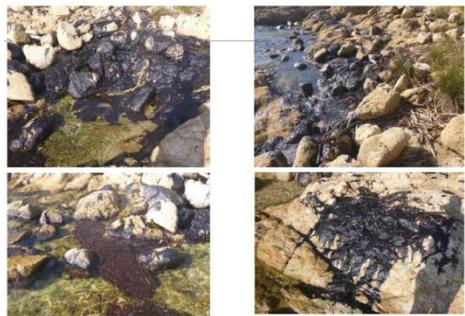
Cedre



Length: 3 km

Google Earth

Cedre



Cedre



Possible evolution 可能狀態變化:

Remobilisation 再度移動
Burying 掩埋

Access 進出
Pedestrians 行走

Cedre

Cedre



Scenario

- At 08:30 pm 2 bulk carriers have collided at AL27.
- The bulk carrier "Plougastel" is damaged.
- About 500 m³ of bunker oil (IFO 380) are spilled, from one bunker.
- The "Plougastel" is towed to the port.
- A second bunker breaks during the towage operations.
 - Weather:
 - Winds: SE - 10 knots
 - Temperature: 25°C

Cedre

Tabletop exercise

圖 5-4 桌面兵推之情境訊息

3. 分組討論

演練分為三組，各組進行討論應變策略與應變作為後，上台進行結果分享，講師在予以講評提示。

上台分享可讓學員瞭解不同組別在面對海污事件時，對於緊急應變處置作為的不同觀點，以此互相學習並了解不同的可行方案，分組討論及報告狀況如下：





圖 5-5 分組討論、報告情形

主題六、有毒有害物質應變簡介

(一) 前言

因全球經濟及海洋運輸的蓬勃發展，各國化學品使用量也日益增加，致使海上事故不再只是油品的洩漏與污染，各類化學品藉由船運方式往來於全球各港口間，也造成了各類化學品事故發生的頻率快速增加。

化學品或油品在運作或運輸過程中如有人員操作不當、訓練不足或外力影響，即可能發生意外事故，為預防化學品突發性災害發生，CEDRE 藉由這類事故的定義、現今海運的發展及事故的統計來探討這類事件對海洋的影響，以及在應變上會遇到那些新的挑戰及困難。最後介紹國際上為因應而訂出的國際規範對於這類事故應變上的貢獻，並藉著課堂上的小演練加深學員對於貨運集裝箱的識別，以及了解這些國際規範對於應變人員的幫助。

(二) 內容

1. 海上化學品事故簡介

於 HNS 公約對有毒有害物質之定義，從條文中可知其定義包含 IMO 之各項公約所列之有毒有害物質，涵蓋範圍廣泛，包括液體、氣體和固體，並涵蓋任何形式之運送及任何量的運送。全球能源發展趨勢正在改變，在技術進步和對環境關注的驅動下，能源結構正在轉變，也致使造成新的污染風險，海上面臨著物質種類繁多、新風險及反應綜合風險、油及化學品混合物，海洋污染應變著實不易，自 2006 年起 CEDRE 一直在資料庫中記錄洩漏情況，針對資訊的蒐集與存檔，並透過反饋以改進應變，並透過專門資訊網站提供統計及資訊傳播。

在針對複合型污染情境發生，要先確定船隻的情況以及事故資訊收集，掌握附近環境及地理背景資訊，接著確認船上的化學物質及其特性，由於化學品有相當多不同的性質，如揮發、漂浮、擴散、下沉與溶解等，故需要以監測設備進行現場化學品濃度偵測和調查與其它物質的反應性、不相容性...等，確保現場應變行動的進行與保障人員的安全，應變結束後進行除污並將污染物回收暫時儲存，廢棄物須由

專責廠商進行回收處理。

對於 HNS 應變需要在應變作業開始之前，由相關專家進行 HNS 特性分析評估。使應變團隊能夠充分了解考慮所涉及的物質，及其與海洋環境的潛在相互作用或評估化學品之間的反應性及衍生物。另需充分了解附近人口分布、影響範圍和海洋生態環境所面臨的風險，以便減輕風險並幫助確保應變人員的安全及避免環境破壞。

以下就 2007 年 1 月 18 日於英國南部發生之 MSC 那不勒斯號擱淺事件進行說明：

表 6-1 MSC 那不勒斯號擱淺事件

船舶類型	貨櫃船（長 276 公尺、吃水深度 13.5 公尺）
事故性質	氣候不佳、船體破裂
地點	海上（距岸邊 50 海里） 70 公尺深
運輸之化學品的性質/數量	— 各種貨物：2,200 個貨櫃（TEU=20 英尺等量單位，≈36 立方公尺），170 個裝有危險貨物 — 船用燃油
洩漏數量	遺失 103 個貨櫃（各式貨品）、3,500 噸重燃油、約 600 噸船用柴油和發動機潤滑油
緊急應變涉略	— 空運 26 名船員 — 船舶擱淺、回收貨櫃（甲板上 1351 個）並拆解 — 回收油品（圍堵和幫浦抽取）
評論	耗時 924 天，超過 2.5 年

在此事件共有三大主要挑戰（1）油污染-船上有 3,500 噸重油和約 600 噸柴油及潤滑油；（2）沖刷上岸的物體：運輸了 2,200 多個貨櫃。103 個貨櫃落水，其中 56 個被沖上岸，47 個被推定沉沒；（3）化學污染-運輸的化學物質種類繁多。因此，應變策略推展規劃針對沉船進行拖運避免漲潮時翻覆的危險，船體固定後，針對船上貨物及油品先進行抽除及運離，依不同物質特性調整應變策略，如將貨物釋

放到環境中以促進溶解，或是將貨物釋放到環境中，並在表面進行密封和抽取等方式應變，油品部份則採圍堵和幫浦抽取方式清污。

2. 國際規範對實施應變的貢獻

(1) 國際海事運輸規範(**International maritime transport regulations**)

多年來因應海洋運輸的發展，在國際間逐漸訂定出了一些國際公約來統整國際間對於海洋運輸的管理與救助。其中較為人知的有以下幾個公約：

- A. 海上人命安全 (**Safety of life at sea, SOLAS**)。
- B. 國際防止船舶污染公約 (**International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL**)。
- C. 國際油污防備、反應和合作公約 (**International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation, OPRC**)。
- D. 危險與有毒物質意外事件之整備、應變及合作議定書 (**OPRC-HNS protocol**)。
- E. 油污損害民事責任國際公約 (**International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage, CLC**)。

以上幾個國際公約中，又以 MARPOL 及 SOLAS 發展最早且應用最廣。目前在國際海運中，只要是以船隻載運固體、液體、氣體散裝貨物或包裝貨物都要遵守這兩大公約。

MARPOL1973/78 公約是國際海事組織針對海上船舶因例行作業產生之油類物質污染行為，主要在處理因事故或正常作業所造成的海洋環境污染，並設法減少船舶因意外事故或操作疏失所形成之偶發性污染行為所制定之國際公約。公約重點在於各個附則，其中有對於油品、散裝危害液體物質、海上以包裝形式載運有害物質、船舶污水、船舶垃圾及船舶空氣污染等做出規範。前 3 個附則目前各國大都會較為遵守，而後 3 個附則常因各國的規範不同而有所差異。

SOLAS 1974 海上人命安全公約是因應鐵達尼號沉船事件後，各國陸續討論通過了對於救生艇和其他救生設備的數量以及安全規程，包括持續的無線電收聽等，後續又在不斷的修正。這個公約也規定了船舶安全相對應的船舶建造、設備和操作的最低標準，經過越來越多的國家接受這個公約，也讓整個海運行業技術有了一個標準，不論是在海上、港灣等船舶的作業的安全也因這個公約及標準，在安全救助及應變上有長足的進步。

其中也針對不同的船舶運載方式而訂定出了以下幾個不同的國際海事運輸規範（International maritime transport regulations）：

- A. 載運散裝液化氣體船舶構造與設備國際章程（IGC Code）。
- B. 載運散裝危險化學品船舶構造與設備國際章程（IBC Code）。
- C. 國際海事固體散裝貨物章程（IMSBC Code）。
- D. 國際海運危險品章程（IMDG Code）。
- E. 國際船舶使用氣體或其他低閃點燃料安全章程（IGF Code）。

(2) 國際載運散裝危險品船舶構造與設備章程（IBC Code）

IBC Code 主要適用於所有載運液體危險化學品或有毒液體物質的船舶，但油和其他此類易燃液體除外。因近年來散裝貨輪裝載化學物質的情形越來越頻繁，而且載運量也越來越大，這對於環境及安全危害具非常重大威脅之特性，須以最嚴格的預防措施防止此類貨品洩漏。也因此在這章程中對於船舶類型及污染類別做出的不同的分類以利應變時可以快速因應。

聯合國海洋環境保護科學領域聯合小組專家（The Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, GESAMP）也發展出了一個對液體化學物質進行環境概況分配的 13 欄系統。大致區分為三大類 13 小類等危害標示，其中三大類為（1）對海洋生物的危險；（2）對人體健康的危害；（3）影響海洋的其他用途。這些都可以透過各類物質的 UN 碼來快速搜索後得知對於環境的各項危害，這對於應變人員在第一

時間要採取何種的應變策略有著巨大的助益。

可以透過此章程中第 17 章中對於各種貨品的最低要求摘要來了解對於此貨品的運載船舶要求、對於的各類設備、防火設備及各種特定作業上的規定。

(3) 國際海運危險品章程 (IMDG Code)

IMDG Code 旨在提升和促進危險品在海上運輸的安全性，並預防海洋污染，對於包裝危險品的容器、貨櫃運輸和積載，特別是關於不相容危險品的隔離都有規定。

每種物質都有 18 欄的標註及說明，可以透過 UN Code 來快速索引。很多物質是沒有 UN Code（例如新合成的物質），但不代表就沒有危害，這時找尋安全資料表 (Safety Data Sheet, SDS) 表就更為重要。應變人員可以透過 UN Code 快速得知這類物質的危險分類、要採取的應變程序以及它的特性及觀察，這些都非常有助於第一線人員的應變行動。

主題七、有毒有害物質的危害和狀態演變分類

(一) 前言

化學品事故因其種類多且複雜，不同化學品依照自身物理與化學性質，以及事故地點與環境等外在條件不同，可能產生不同的反應及狀態，往往難以完成風險評估並即時採取適當應變措施，在面對化學品船舶緊急應變時，迅速取得船上化學品之 SDS，瞭解物質在當前環境的狀態（固體、液體、氣體）以及狀態變化（氣化、蒸發、漂浮、溶解及沉澱）等並瞭解其演變十分重要。

何謂 HNS 的危害和狀態演變分類？CEDRE 透過一個遊戲方式引導參訓學員入門，透過影片及文字敘述判斷物質狀態，在學員有初步概念後詳細解說化學品的特性及狀態變化與影響，最後讓學員實際透過 SDS 及「標準歐洲狀態變化分類系統」(Standard European Behavior Classification, SEBC)，來判斷物質理論的狀態變化。

HNS 是指可能對人類健康、生態系統或財產造成嚴重危害的化學物質。這些物質通常是工業製程中的產物，或者是運輸中的危險品。HNS 包括但不限於化學污染物、毒性氣體、腐蝕性物質、有害廢棄物等。因其具有潛在的危險性，對於 HNS 的管理和處理具有相當重要性，特別是在運輸和儲存過程中需要嚴格控制以避免事故發生。

(二) 內容

1. “四大污染犯罪家族”嚴肅遊戲

「嚴肅遊戲」通常指的是一種結合娛樂元素和深刻主題的遊戲。這類遊戲的目的不僅在於娛樂，還在於引發玩家對於特定主題的思考和討論，從而促進他們的文化理解、社會意識或倫理觀念的提升。這些遊戲可能探討的主題包括戰爭、政治、道德、人權、環境等等，並且通常在遊戲中融入現實世界的歷史事件或當代議題。因此，嚴肅遊戲通常被視為一種教育工具，能夠以互動的方式提供玩家對複雜問題的更深入理解。

(1) 挑戰一

藉由污染物的描敘線索，找到相對應的關係和在水中的狀態，
以下圖線索狀態為例。



My tests showed that he was not present in water. His solubility is certainly low.
我的檢測結果表明，他不存在於水中。
他的溶解度肯定很低。

圖 7-1 線索一



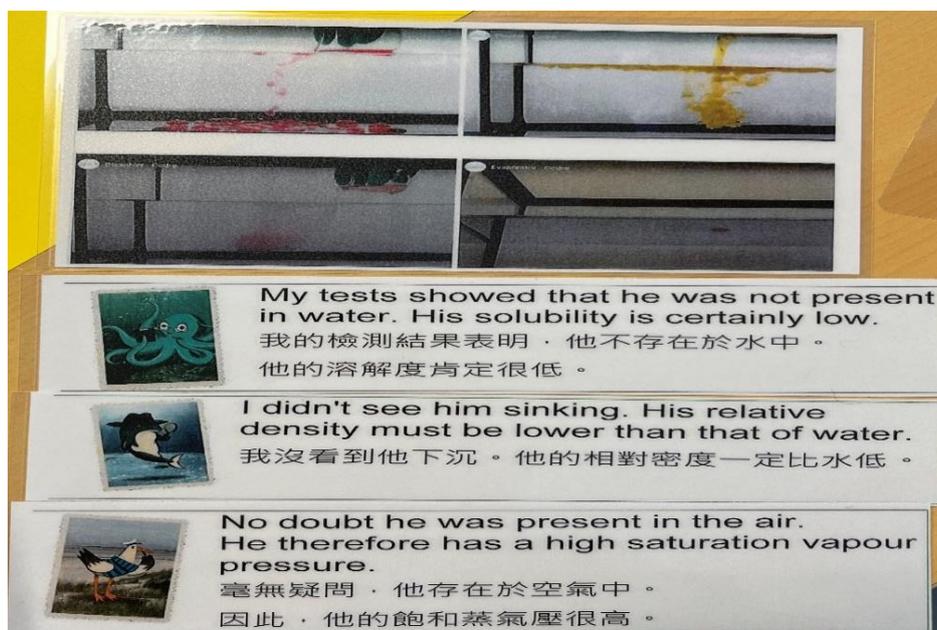
I didn't see him sinking. His relative density must be lower than that of water.
我沒看到他下沉。他的相對密度一定比水低。

圖 7-2 線索二



No doubt he was present in the air. He therefore has a high saturation vapour pressure.
毫無疑問，他存在於空氣中。
因此，他的飽和蒸氣壓很高。

圖 7-3 線索三



My tests showed that he was not present in water. His solubility is certainly low.
我的檢測結果表明，他不存在於水中。
他的溶解度肯定很低。

I didn't see him sinking. His relative density must be lower than that of water.
我沒看到他下沉。他的相對密度一定比水低。

No doubt he was present in the air. He therefore has a high saturation vapour pressure.
毫無疑問，他存在於空氣中。
因此，他的飽和蒸氣壓很高。

圖 7-4 根據線索推斷狀態變化

(2) 挑戰二

總共分為兩組，兩組的化學於水中的反應皆為不一樣，再由主要狀態變化的線索中找到相對應在於水中的反應，以下為兩組化學品的線索，使學員從遊戲中完成對於化學品變化的了解。

A. 第一組化學品線索：

利用化學品的主要狀態變化和下面敘述的三點來看，分別排列出各個污染罪犯在水中的狀態變化。

表 7-1 化學品線索（第一組）

<p style="text-align: center;">漂浮</p>  <p style="text-align: center;">MAIN BEHAVIOUR F</p> <p style="text-align: center;">主要狀態變化：漂浮</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lower relative density than water 相對密度比水低 ✓ Very low to medium solubility 溶解度從極低到中等 ✓ Low to high vapour pressure 低至高蒸氣壓 	<p style="text-align: center;">揮發</p>  <p style="text-align: center;">MAIN BEHAVIOUR E</p> <p style="text-align: center;">主要狀態變化：揮發</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lower relative density than water 相對密度比水低 ✓ Medium solubility 中等溶解度 ✓ High vapour pressure 高蒸氣壓
<p style="text-align: center;">漂浮</p>  <p style="text-align: center;">MAIN BEHAVIOUR F</p> <p style="text-align: center;">主要變化狀態：漂浮</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lower relative density than water 相對密度比水低 ✓ Very low solubility 溶解度極低 ✓ Low vapour pressure 低蒸氣壓 	<p style="text-align: center;">溶解</p>  <p style="text-align: center;">MAIN BEHAVIOUR D</p> <p style="text-align: center;">主要狀態變化：溶解</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lower relative density than water 相對密度比水低 ✓ High solubility 高溶解度 ✓ Very high vapour pressure 極高的蒸氣壓
<p>溶解</p>	
 <p style="text-align: center;">MAIN BEHAVIOUR D</p> <p style="text-align: center;">主要狀態變化：溶解</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lower relative density than water 相對密度比水低 ✓ High solubility 高溶解度 ✓ Very low to high vapour pressure 蒸氣壓極低至高 	



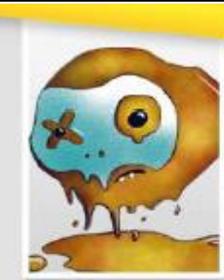
- FED
漂浮揮發溶解
- DE
溶解揮發
- ED
揮發溶解
- D
溶解
- F
漂浮

圖 7-5 水中狀態對照（第一組）

B. 第二組化學品線索：

利用化學品的主要狀態變化和下面敘述的三點來看，分別排列出 FED 的各個在水中的狀態變化。

表 7-2 化學品線索（第二組）

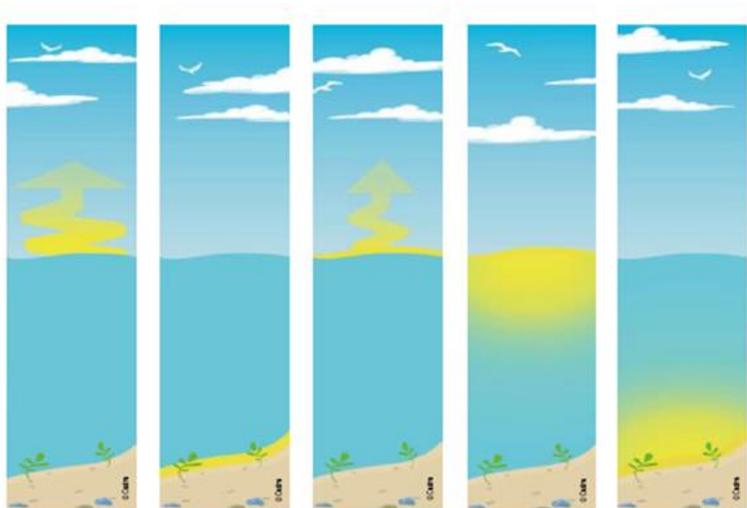
<p style="text-align: center;">沉澱</p>  <p style="text-align: center;">MAIN BEHAVIOUR S</p> <p style="text-align: center;">主要狀態變化：沉澱</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Higher relative density than water 相對密度比水高 ✓ Low solubility 溶解度低 	<p style="text-align: center;">沉澱</p>  <p style="text-align: center;">MAIN BEHAVIOUR S</p> <p style="text-align: center;">主要狀態變化：沉澱</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Higher relative density than water 相對密度比水高 ✓ Very low solubility 溶解度極低
<p style="text-align: center;">漂浮</p>  <p style="text-align: center;">MAIN BEHAVIOUR F</p> <p style="text-align: center;">主要狀態變化：漂浮</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lower relative density than water 相對密度比水低 ✓ Very low solubility 溶解度極低 ✓ Low to high vapour pressure 蒸氣壓從低到高 	<p style="text-align: center;">漂浮</p>  <p style="text-align: center;">MAIN BEHAVIOUR F</p> <p style="text-align: center;">主要狀態變化：漂浮</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lower relative density than water 相對密度比水低 ✓ Very low to medium solubility 極低至中等溶解度 ✓ Low vapour pressure 低蒸氣壓

揮發

MAIN BEHAVIOUR E

主要狀態變化：揮發

- ✓ Lower relative density than water
相對密度比水低
- ✓ Very low solubility 溶解度極低
- ✓ High vapour pressure 蒸氣壓高



- E
揮發
- S
沉澱
- FE
漂浮揮發
- FD
漂浮溶解
- SD
沉澱溶解

圖 7-6 水中狀態對照（第二組）

C. 兩組比較：

由以上兩組的相關線索比較後，發現第二組的水中化學變化是比較單純且單一，第一組的相關線索雖然細節上看起來差異不大，但仔細地觀察後，還是可以分辨出來不同的差異。以下為學員分辨化學品變化過程照片。

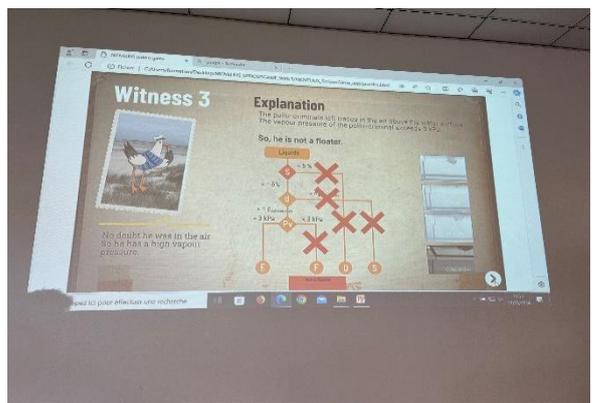


圖 7-7 學員參與遊戲畫面

2. 化學品性質：特性、狀態變化與影響

(1) 何謂「化學品」？

化學品 (Chemicals) 係指天然或人工合成之化學元素、化合物，及含有該元素、化合物之混合物及物品。然而，化學品並不同於 HNS，依據 2000 年 OPRC-HNS 協議及 2010 HNS 公約 HNS 之定義並不同，前者定義為「石油以外的任何物質進入海洋環境，可能會對人體健康造成危害、傷害生物資源和海洋生物，破壞環境或干擾其他對於海洋的合法使用」，後者定義則包含石油。

(2) 陷入困境的船隻急需哪些資訊？

首先需識別外洩之 HNS 為何，資訊來源包括化學品文摘社登記號碼 (CAS)、聯合國編號 (UN no.) 或 INDEX 編號等，掌握外洩 HNS 的名稱，方能進一步藉由緊急應變指南 (Emergency Response Guidebook, ERG) 及 SDS 等文件查詢相應之應對措施，並制訂應變策略。

(3) 評估物質的反應性和危險性

外洩化學物質影響可分為化學反應性 (即刻)、短期影響 (最初數小時、數日) 及長期影響 (一週後)，分敘如下：

A. 化學反應性對人類的危害 (即刻反應與短期影響)：

化學性反應由化學物質與空氣中的氧、水、光、聚合反應及其他物質等因素結合所產生。

某些物質與空氣中的氧接觸會產生燃燒及爆炸反應 (例如：苯)，某些物質與水接觸會產生放熱反應、腐蝕性物質及易燃性物質 (例如：硫酸、蘇打)，某些 HNS 與光接觸會引起光氧化反應或產生有毒化合物，為期數分鐘至數月皆有可能 (例如：N-亞硝草脫淨、蔥)；某些 HNS 抑制劑失效後，接觸光、熱源、其他化學製品或經高溫長時間暴露，會產生聚合反應，有火災或爆炸風險 (例如：聚苯乙烯)；

此外，某些化學物質之間的不相容性亦會導致前揭危害性化學反應，可參考國際海事組織分隔表（IMO separation tables）。

B. 對環境造成的主要危害（長期影響）：

生態毒性（Ecotoxicity）指對水生動植物的短期或長期影響；生物累積（Bioaccumulation）指海洋生物中的生物累積性以及食用這些生物對人類健康的潛在危害；持久性（persistence）則受到生物和化學過程去除化學物質的速度限制。

C. 標準歐洲狀態變化分類系統：

(A) 特性及短期狀態變化：

SEBC 依據物質的物理和化學性質可能行為，將物質分為氣體（Gas, G）、蒸發物（Evaporator, E）、漂浮物（Floater, F）、溶解物（Dissolver, D）及沉澱物（Sinker, S）五種類別。實際上，物質在洩漏過程中，依據其特性及環境暴露程度，可能會呈現多種行為階段。因此又衍生出氣體溶解（GD）、蒸發溶解（ED）、漂浮蒸發（FE）、漂浮蒸發溶解（FED）、漂浮溶解（FD）、溶解蒸發（DE）、沉澱溶解（SD）等多種子類別。

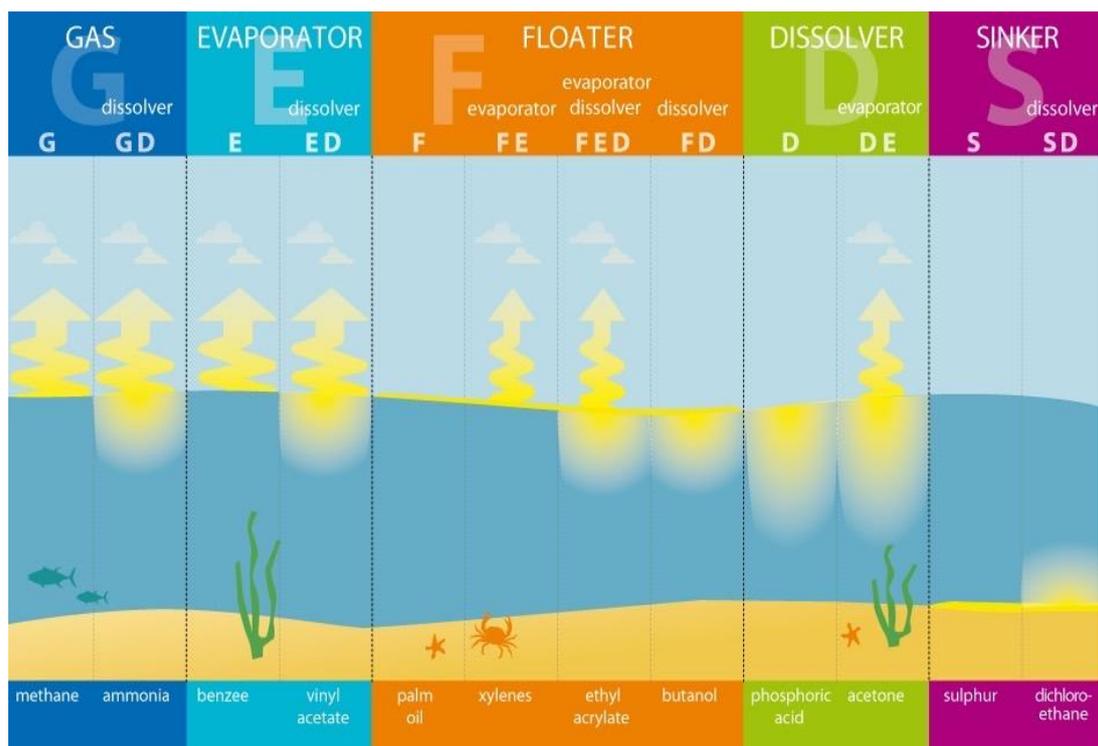


圖 7-8 狀態變化分類

(B) 用於評估物質行為的參數：

預測物質行為的相關 4 種物理（化學）性質分別為密度、蒸氣壓、溶解度及黏度，分敘如下：

- 密度（Density）：指單位體積水所含物質的質量，通常以 g/cm^3 或 kg/m^3 為單位測量。在物質外洩於海水的情況下，若密度大於 1.03，將演變為沉澱物，反之則演變為漂浮物。
- 蒸氣壓（Vapor pressure）：在給定溫度下液體與蒸氣達到平衡時的壓力。蒸氣壓大於 0.3 千帕時，物質會快速蒸發，大於 100 千帕時物質為氣體。
- 溶解度（Solubility）：為物質（溶質）溶解到液體（溶劑）之能力，或每公升可溶解的最大數量，以 mg/L (ppm) 或 % 表示。液體物質溶解度小於 0.1% 時幾乎不可溶解，溶解度介於 0.1 至 5% 之間時為可溶解，大於 5% 則為高溶解度；固體物質溶解度小於 10% 時幾乎不可溶解，反之則為可溶解。

- d. 黏度(Viscosity):阻礙液體流動的度量,單位為 cSt 千分之斯托克 (centistoke) (mm²/s)。黏度隨溫度而變化,在大多數情況下,溫度升高會導致物質黏度降低和使物質更易擴散。此參數特別適用於評漂浮物(Fp)的持久性,惟 SEBC 並不將黏度做為考量之一。
- e. 結合上述物質演變分類及參數,可將 SEBC 繪製成以下樹狀圖,以利快速辨別外洩物質演變行為:

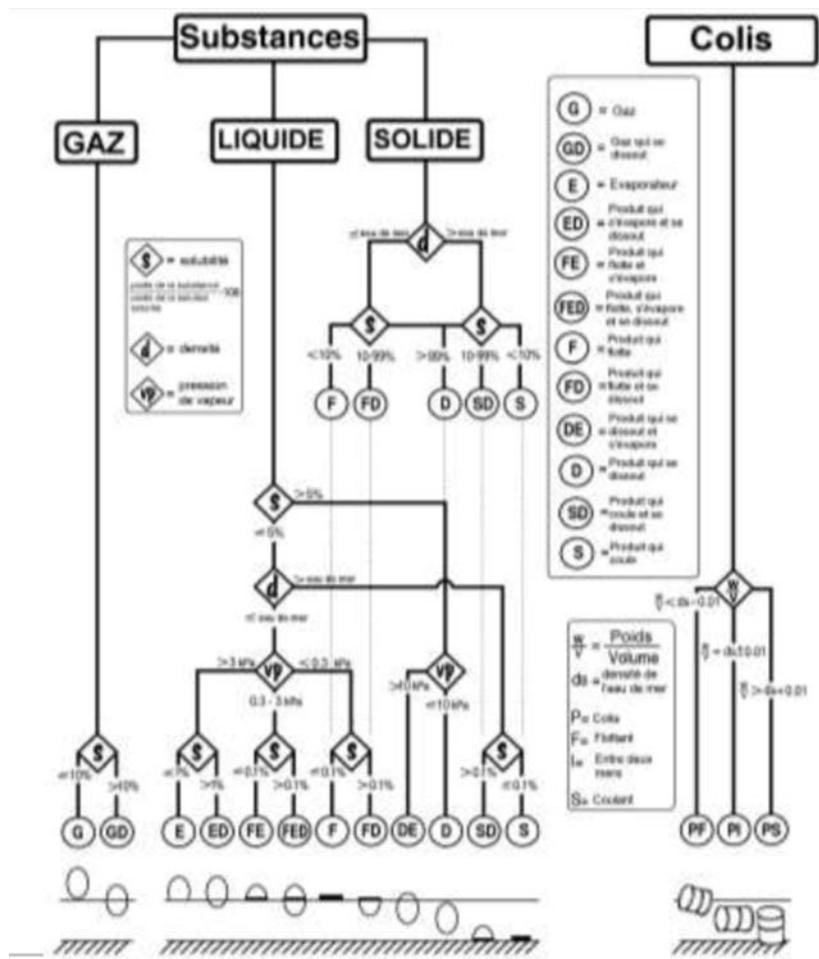


圖 7-9 標準歐洲狀態變化分類系統

然而, SEBC 係依據實驗室內純化學品在 20°C 淡水中演變行為所訂定, 並被廠商引用於安全資料表中。當 HNS 外洩時, 實際環境條件往往異於實驗室, 因此必須將環境參數納入考量,

例如：水面擾動可能導致物質乳化，水溫及鹽度可能導致物質溶解，懸浮微粒影響物質沉澱情形，太陽輻射及氣溫則影響蒸發情形。

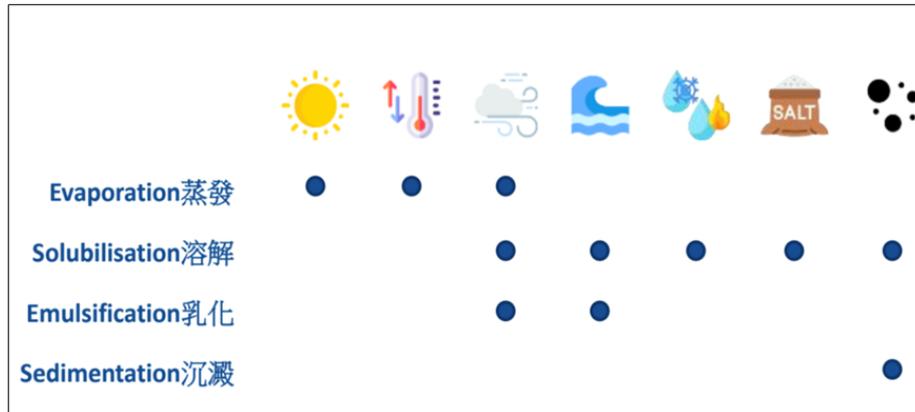


圖 7-10 環境參數對物質影響之示意圖

如欲掌握環境參數對外洩 HNS 演變狀態之影響，更多的實驗室或現場試驗研究就有其必要性。在實驗室建立開放式水池、實驗水柱或化學試驗台等設施皆是可行的選項。

(4) 評估物質長期狀態變化

A. 生態毒性：

毒性之定義為一種物質可傷害細胞、器官或整個生物體的程度。毒性的劑量描述通常以 mg/L 或 ppm 表示，可用於描述對人類或環境無影響的閾值，常用於評估物質危害的指標如下：

(A) 中位致死濃度 (LC50)：預計 50% 的測試物種死亡時的物質濃度。通常以 mg/L 或 ppm 表示。

(B) 半致死劑量 (LD50)：指給予實驗動物組群一定劑量 (mg/kg) 的化學物質，觀察 14 天，結果能造成半數 (50%) 動物死亡的劑量。

B. 持久性：

(A) 生物降解：指好氧或厭氧微生物分子降解有機物質的過

程，其動力會受到水質、沉積物類型、洩漏之 HNS 濃度、細菌與微生物群落所影響。

(B) 生物累積：指污染物從環境介質中吸收後在生物體中濃度的增加。物質的生物累積性潛力取決於物質對水的親和力，親和力越低，生物累積性潛力越高。

(5) 小結

當 HNS 外洩事故時，必須採取快速但「謹慎的」應變，首先收集化學品及環境條件資訊，以評估對人類及環境的風險，再進一步制定應變措施。

3. 安全資料表對理解化學品狀態變化的貢獻

(1) 安全資料表 (Safety Data Sheet, SDS)

SDS 是由化學品供應商負法律責任所製作並發布的必要性文件，提供有關化學品的資訊，確保其安全供應、運作和使用。SDS 有 16 個必填項目（如圖 7-11），並包含每種化學品的性質等資訊；物理毒性和生物毒性、危害；保護措施以及運作、儲存和運輸化學品的安全預防措施，此文件有助於使用該物質之風險評估以及判斷物質洩漏時之狀態以利應變處置。

The Safety Data Sheet 安全資料表	
1. Identification of the substance / mixture and of the company / undertaking 物質 / 混合物和公司 / 企業的標識	10. Stability and reactivity 穩定性與反應性
2. Hazards identification 危險識別	11. Toxicological information 毒理學資訊
3. Composition / information on ingredients 組成成分/成分訊息	12. Ecological information 生態學資訊
4. First-aid measures 急救措施	13. Disposal considerations 處置注意事項
5. Fire-fighting measures 消防措施	14. Transport information 運輸資訊
6. Accidental release measures 意外釋放措施	15. Regulatory information 監管資訊
7. Handling and storage 操作和儲存	16. Other information 其他資訊
8. Exposure controls / personal protective equipment 接觸控制/個人防護裝備	
9. Physical and chemical properties 物理和化學性質	

All rights reserved Cedre - Distribution and reproduction prohibited

 Tackle the behaviour of HNS using SDS 使用安全資料表應對有毒有害物質狀態變化 4

圖 7-11 安全資料表 (Safety Data Sheet, SDS)

(2) SDS 使用上的限制

- A. 資訊並非總是可以即時取得。
- B. 所載資訊為提供現場應變決策參考，惟仍須綜合評估現場風險及狀況。
- C. 所載資訊為來自實驗室之物理化學特性(如在淡水情況水溫 20°C)，未考慮環境條件的影響(如風、太陽輻射及水流等)，為該物質理論上的狀態變化。

(3) 桌面兵推

在學習了化學品在海上的狀態變化基本知識並瞭解物理化學參數對判斷化學品的重要性，以及瞭解如何使用 SDS 後推斷化學品的理論上狀態後，CEDRE 安排參訓學員 2 人 1 組，從苯乙烯單體 (Styrene monomer)、異丙醇 (Isopropyl alcohol, IPA) 及丁酮 (Methyl ethyl ketone, MEK) 隨機分配予各組利用 SDS 及 SEBC 圖表來操作最後讓大家分組上台報告。

- A. 苯乙烯單體 (Styrene monomer)：依照 SEBC 的順序由 SDS 查找物質為液體，下一步為確認溶解度是否高於 5%，因安全資料表未明確提供溶解度，僅提供「微溶於冷水」，判斷為小於 5%，接下於 SDS 查找蒸氣壓為 0.655kPa，在 0.3-3kPa 的範圍內，接著再次用判斷溶解度為 0.1%以上，最後得出本項物質狀態為漂浮蒸發溶解 (FED)。

Material Safety Data Sheet
物質安全資料表
Styrene Monomer (Extract)
苯乙烯單體 (萃取物)

1. Chemical product and company identification 化學品及公司資訊

Product name 產品名稱 Styrene Monomer 苯乙烯單體
MSDS # 物質安全資料編號 0000001733
Code 編號 0000001733 (NAP)
Product use 產品用途 Industrial use 工業用途
Supplier 供應商 INEOS Styrenics 25846 SW Frontage Road Channahon, IL 60410
Emergency phone: 緊急連絡電話: 1 (877) 856-3682/Outside the US: +1 703-527-2559 (CHEMTREC)

9 -Physical and chemical properties 物理及化學特性

Physical state 物理狀態 Liquid 液體
pH 值 7 (Neutral, 中性)
Odor 氣味 Aromatic, 芳香味
Color 顏色 Clear, Colorless, 透明無色
Boiling point / Range 沸點 / 沸點範圍 145.2 °C (293.4 °F)
Melting point / Range 熔點 / 熔點範圍 -30.6 °C (-23.1 °F)
Specific gravity 比重 0.91
Vapor pressure 蒸氣壓 0.665 kPa (5.003 mm Hg) at 20°C 20°C 時的蒸氣壓 (0.665 千帕) (5.003 mm Hg)
Vapor Density (Air=1) 蒸氣密度 (空氣=1) 3.6
Solubility 溶解度 Very slightly soluble in cold water, 微溶於冷水
Viscosity 黏度 Kinematic: 0.75 mm²/s (0.75 cSt) at 20°C 運動黏度: 20°C 時為 0.75 mm²/s (0.75 cSt)

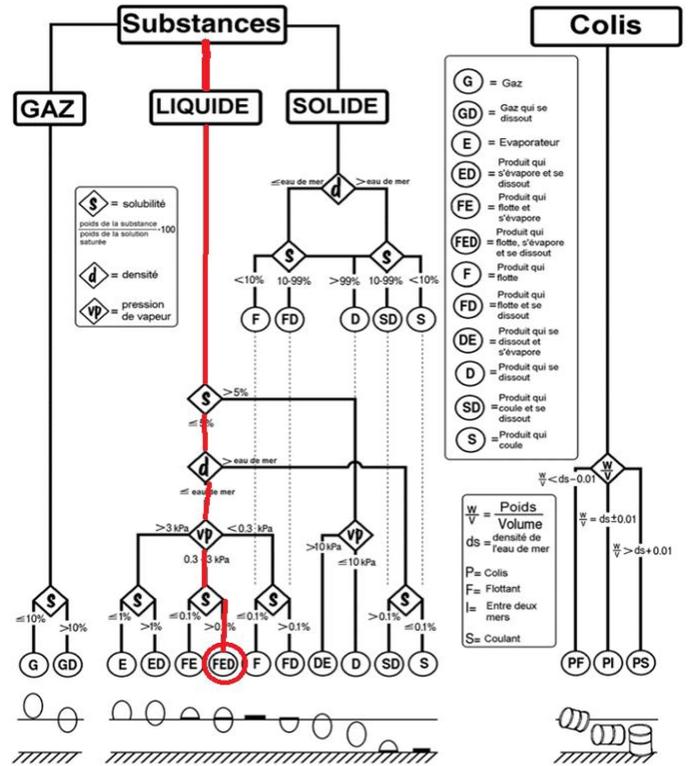


圖 7-12 安全資料表 (苯乙烯單體)

B. 異丙醇 (Isopropyl alcohol, IPA) : 依照 SEBC 的順序由 SDS 查找本物質為液體，下一步為確認溶解度是否高於 5%，苯物質資料表內亦未載溶解度數字，但有寫可依任何比例混融，判斷為高於 5%，蒸氣壓的部分為在 25 °C 時 60.2hPa，單位換算為 6.02kPa，最後得出物質狀態為溶解 (D)。

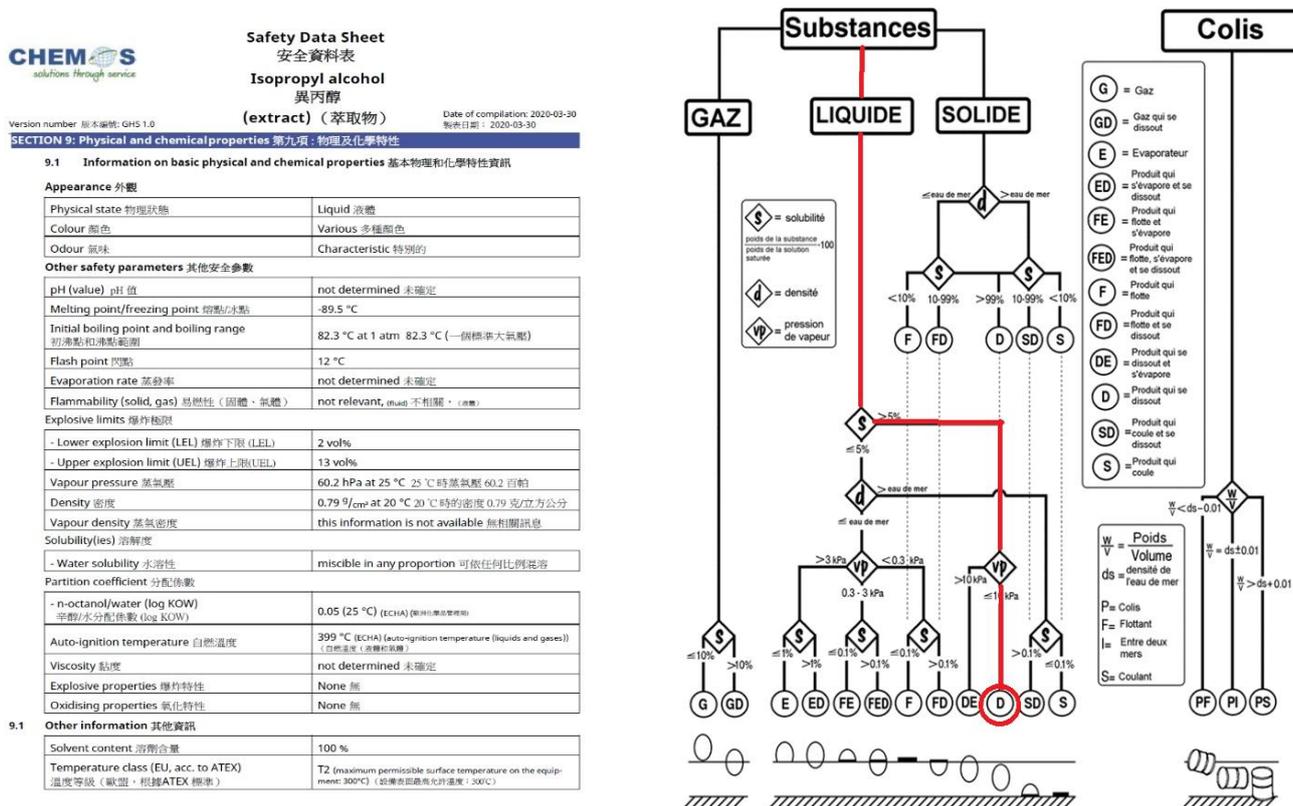


圖 7-13 安全資料表 (異丙醇)

C. 丁酮 (Methyl ethyl ketone, MEK) : 依照 SEBC chart 的順序由 SDS 查找本物質為液體，下一步為確認溶解度是否高於 5%，SDS 上提供溶解度為 28g/100ml，溶解度 28%，並且蒸氣壓為 104hPa，單位換算為 10.4kPa，大於 10kPa，最後得出物質狀態為溶解揮發 (DE)。

SECTION 1: Identification 資訊	
1.1. Identification 資訊	Substance 物質
Product form 產品性質	: METHYL ETHYL KETONE (MEK) 丁酮
Trade name 商品名稱	: 78-93-5
CAS-No. CAS 編號	: 78-93-5
Formula 化學式	: C4H8O

SECTION 9: Physical and chemical properties 第九節: 物理及化學特性	
3.1. Information on basic physical and chemical properties 基本物理和化學特性資訊	
Physical state 物理狀態	: Liquid 液體
Appearance 外觀	: No data available 無相關資料
Color 顏色	: Sweet odour Acetone odour 甜味 丙酮味
Odor 氣味	: Sweet odour Acetone odour 甜味 丙酮味
Odor threshold 嗅覺閾值	: No data available 無相關資料
pH 值	: No data available in the literature 文件中無相關數據
Melting point 熔點	: -97 °C (1013 hPa) 百帕
Freezing point 凝固點	: No data available 無相關資料
Boiling point 沸點	: 80 °C (1013 hPa) 百帕 -176 °F
Critical temperature 臨界溫度	: 263 °C
Critical pressure 臨界壓力	: 41550 hPa 百帕
Flash point 閃點	: -9 °C (1010 hPa) 百帕 15.8 °F
Relative evaporation rate (butyl acetate=1)	: 6
Relative evaporation rate (ether=1)	: 2.7
Relative evaporation rate (ethyl acetate=1)	: 2.7
Flammability (solid, gas) 易燃性 (固體、氣體)	: No data available 無相關資料
Explosion limits 爆炸極限	: 1 - 11 vol %
Explosive properties 爆炸特性	: No data available 無相關資料
Oxidizing properties 氧化特性	: No data available 無相關資料
Vapor pressure 蒸氣壓	: 104 hPa 百帕 (20 °C) 370 hPa 百帕
Vapor pressure at 50 °C 50 °C 的蒸氣壓	: 370 hPa 百帕
Relative density 相對密度	: 0.81 (20 °C)
Relative vapor density at 20 °C 20 °C 時的蒸氣密度	: 2.4
Relative density of saturated gas/air mixture 飽和蒸氣與空氣混合物的相對密度	: 1.2
Specific gravity / density 比重/密度	: 810 kg/m³ 公斤每立方公尺 (20 °C)
Molecular mass 分子量	: 72.11 g/mol 公克每莫耳
Solubility 溶解度	: Soluble in water. Soluble in ethanol. Soluble in ether. Soluble in acetone. Soluble in oil. Water: 28 g/100ml (soluble) ; 28克/100毫升 (可溶) Ethanol: complete 乙醇 - 完全 Ether: complete 乙醚 - 完全 Acetone: complete 丙酮 - 完全
Partition coefficient n-octanol/water (Log Pow) 辛醇/水分配係數	: 0.3 (Experimental value, OECD 117: Partition Coefficient (n-octanol/water), HPLC method, 40 °C) 0.3 (實驗值, OECD 117: 分配係數 (辛醇/水), 高效液相層析, 40 °C)

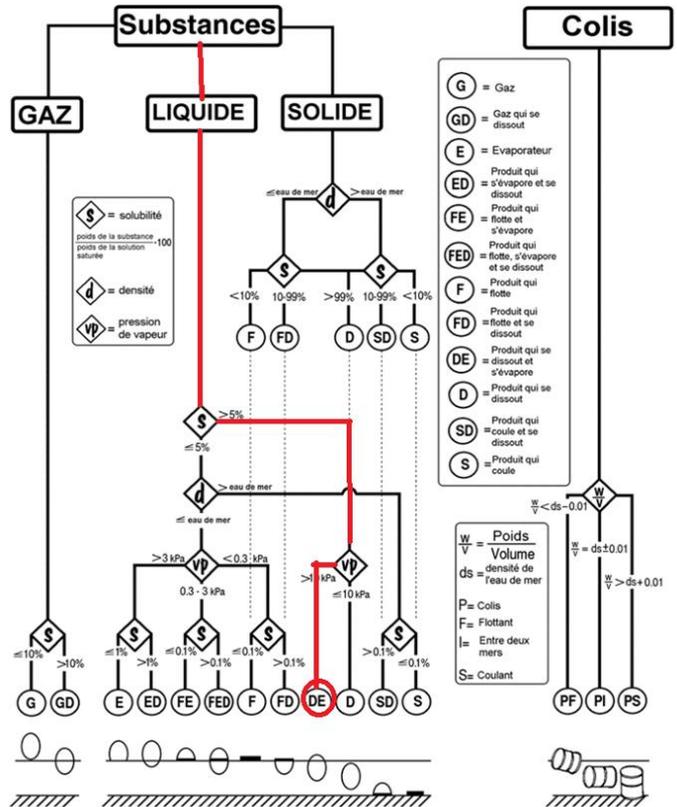


圖 7-14 安全資料表 (丁酮)

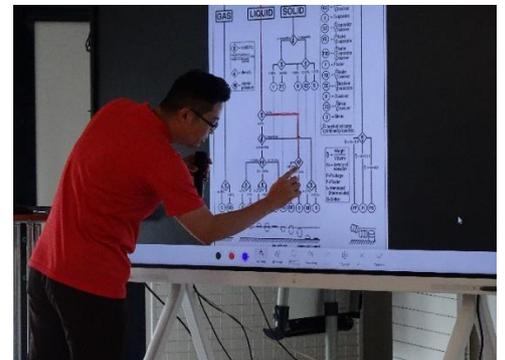


圖 7-15 小組分組討論

主題八、有毒有害物質應變

(一) 前言

接獲海上 HNS 洩漏通報時需立即進行情境評估和初步行動，依據可取得資訊進行快速危害評估判斷可能之風險，後續藉由遙測、模擬、測量分析等策略進行應變。應變類型依貨物型式（貨櫃或貨艙等）而有不同，初判是否具有反應性後，依照 SEBC 判斷化學品在海上狀態變化後採取對應措施。

(二) 內容

1. 狀況評估和初步行動

(1) 伊沃利太陽號 (Ievoli Sun) 事故案例研究

A. 伊沃利太陽號 (Ievoli Sun) 是一艘義大利籍的化學品船，在 2000 年 10 月 30 日在北海發生了嚴重事故。當時船上載有大量危險化學品，包括 4,000 噸苯乙烯、1,030 噸丁酮和 1,000 噸異丙醇等。凌晨 4:30，法國海上救援協調中心 (Maritime Rescue Co-ordination Centre, MRCC) 接到船員的求救訊號，報告船艙部分雙層底出現洩漏並有船員需要救援。救援行動於當日下午 5 點 15 分開始，以每小時 4 節的速度向東北方向行駛。隔日上午 9 點，船隻沉入水深 70 米，位於卡斯克茨以北約 9 海浬處。除化學品外，船上的 160 噸重油和 40 噸柴油亦可能造成海洋污染。事故發生後，法國和英國的船隻及飛機迅速展開監視和救援行動，將沉船標記為信號浮標，並在其位置設置禁區以防止進一步的環境破壞。初步觀察顯示，海面上只有少量浮油。這起事故突顯了化學品運輸的風險，並引發了針對海上環境保護和事故應對的討論和改進措施。



圖 8-1 Ievoli sun 號事件處置時序

基於危害的決策樹狀圖

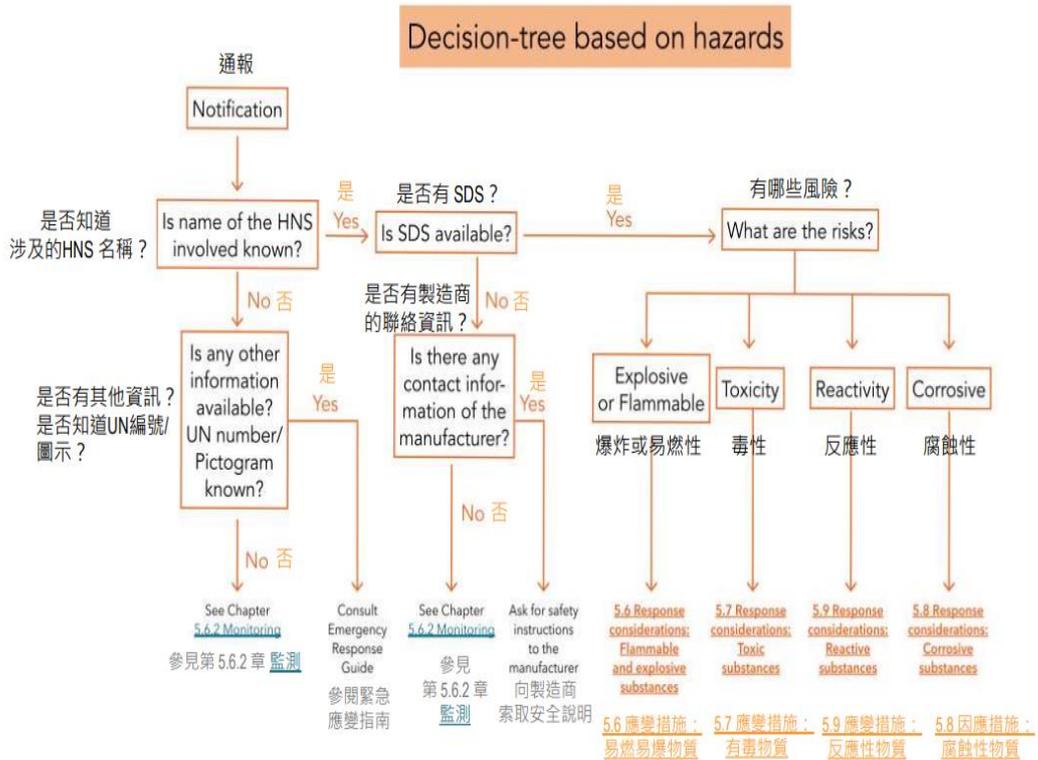


圖 8-2 緊急事故處置 SOP

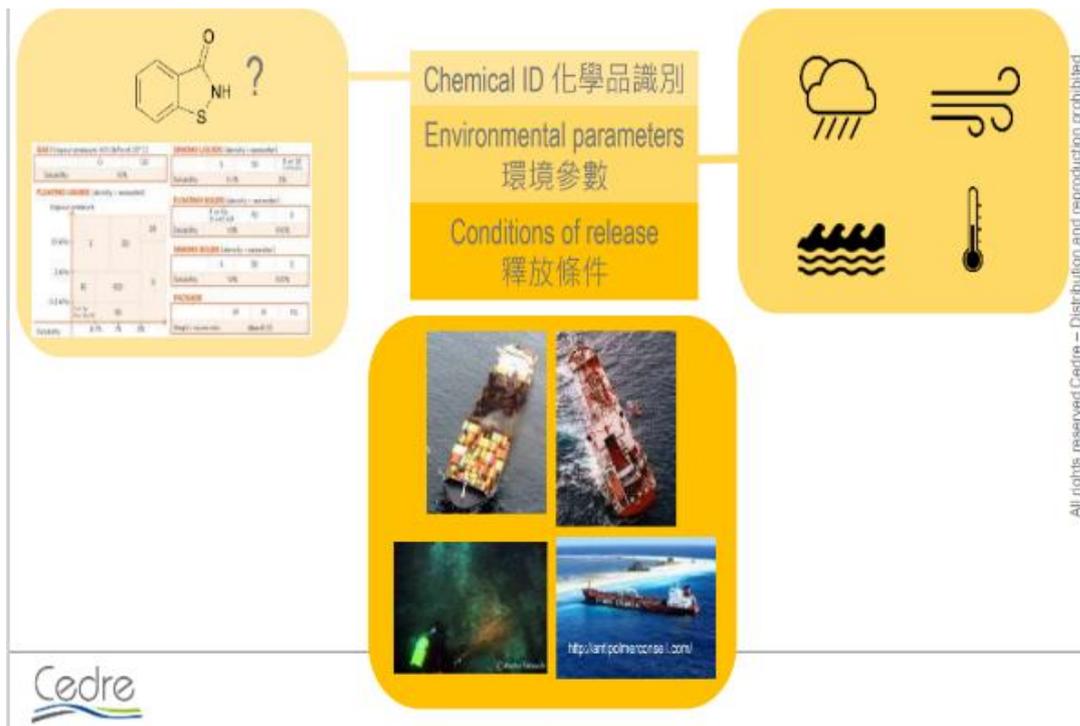
B. 遇到海上船運事故時，首要步驟是確認涉及的 HNS 名稱，並參考其 SDS 以獲取物理化學性質，如分子量、沸點、閃點、密度、蒸氣壓、黏度和溶解度等，同時需要快速進行危害評估。以伊沃利太陽號為例，苯乙烯可能形成有毒雲並引發爆炸，丁酮具有爆炸和火災風險，而異丙醇則具有高溶解度。伊沃利太陽號事件提醒人們，油輪事故污染並非海岸線唯一威脅，化學品船舶事故可能帶來更為嚴重的影響。

(2) 污染擴散模擬軟體

目前已可運用多種模擬軟體進行預測模型，這些軟體能根據近海及岸際的環境特質，輸入相關參數如風速、風向、海流速度、海流方向和水溫等，來推算性質變化、蒸發量等數據。模擬軟體主要依據過往的經驗統計資料進行預測，因此資料庫中的原始數據準確性至關重要。

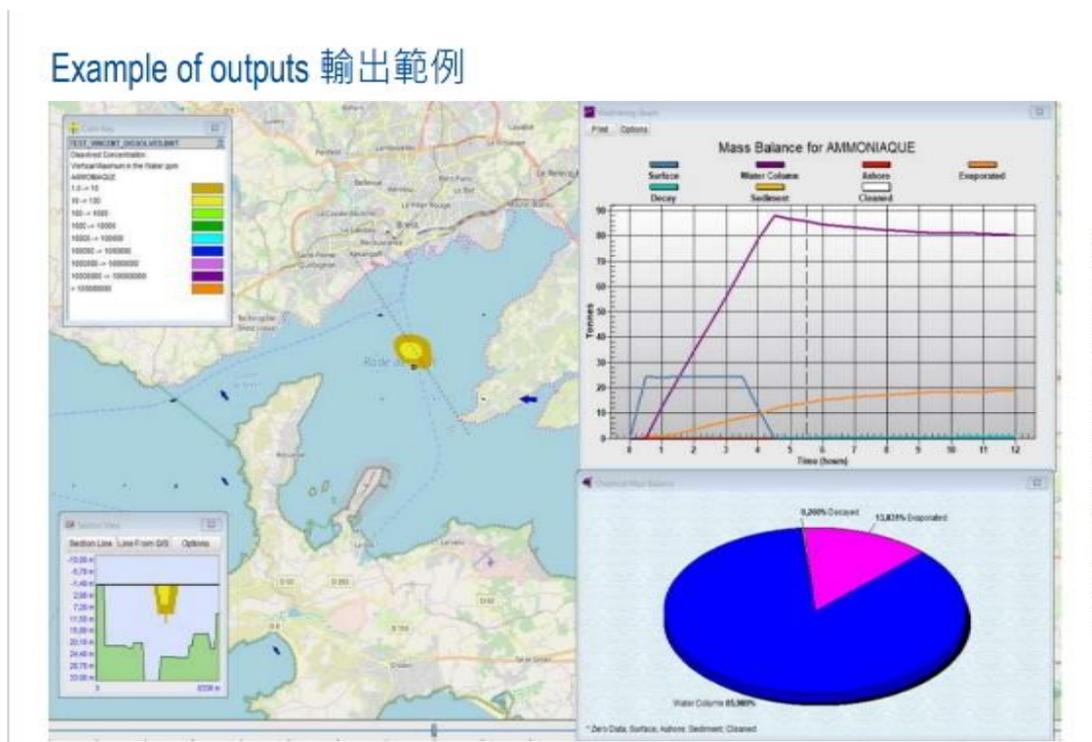
這些模擬軟體能夠提供緊急應變措施的規劃參考，例如預測污染物的運動軌跡，但需要與現場的實地勘查和取樣結果進行交叉比對。污染物靠近岸際時，受到多種因素影響，其移動方向較難預測，而各水域的狀況差異也是精確預測的挑戰之一。

模擬結果不僅可作為緊急應變措施規劃的參考，還有助於民眾疏散的進行。事故發生後，應該每日向相關當局、救難人員和氣象單位提供模擬圖像資料，以便各方在第一時間了解情況並迅速制定應變策略。此外，通過比對不同軟體資料庫模擬的結果和空拍圖像，可以評估個別軟體的應用差異性和正確性，並據此推估動員人力、預算需求、廢棄物的數量和類型等，作為災後重建的評估基礎。



All rights reserved Cedre - Distribution and reproduction prohibited

圖 8-3 輸入數據以進行模擬



All rights reserved Cedre - Distribution and reproduction prohibited

圖 8-4 模擬輸出範例

(3) 觀測載具

以伊沃利太陽號事件為例，外洩之苯乙烯為神經毒性化合物，當時海域雖劃設有禁航區，惟負責空中觀測之法國海關因未配有適當氣體探測器，飛行員出現明顯頭痛等毒物反應後多次停工。隨著科技進步，目前已研發出多元化觀測載具，空中部份包括無人機、飛機/直升機及衛星等；水下部分則包括自主水下載具（Autonomous Underwater Vehicle, AUV）、水下遙控載具（Remotely Operated Vehicle, ROV）及無人水面載具（Unmanned surface vehicle, USV）等。以水下載具而言，依水深、搭載感測器、取樣設備等功能不同可分為 3 種等級，最高等級可達水深 10,000 公尺進行污染物及貨櫃回收，惟造價昂貴，故應依使用目的選擇適合之載具。



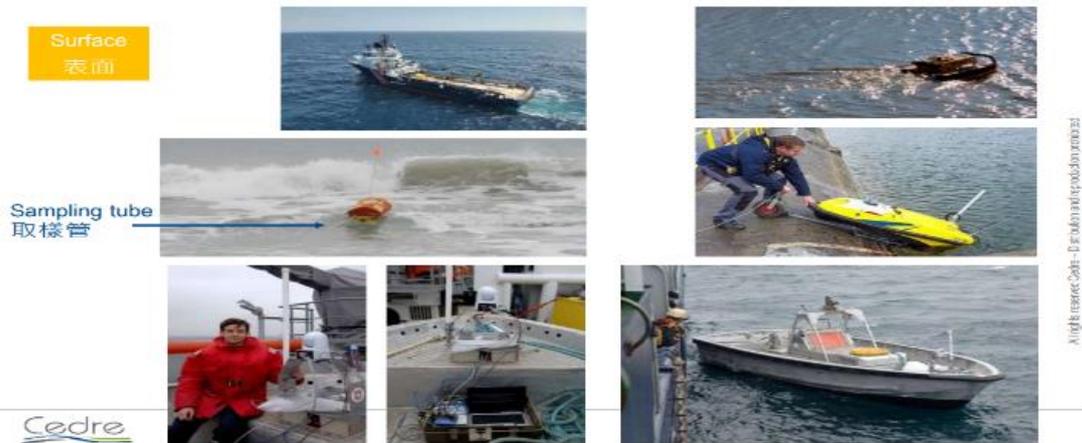


圖 8-5 海上觀測

Platform 平台	ADVANTAGES 優點	LIMITATIONS 限制	
SATELLITES 衛星 using various sensors 使用各種感測器	Regular overpasses 具有規律的飛行模式 Large coverage area 廣泛的覆蓋範圍 Multiple sensors 多種感測器	Overpasses are fixed in terms of frequency, coverage and trajectory 飛行的頻率、覆蓋範圍和軌跡是固定的 Data processing and interpretation can be complex and time-consuming 數據處理和解釋可能複雜且耗時 Spill detectability might be weather-dependent 洩漏偵測能力可能取決於天氣	
Manned aircraft 載人空中載具	Planes 飛機 Using various sensors and trained observers 使用各種感測器和訓練有素的觀察員	Multiple types of sensors can be used 可以使用多種類型的感測器 Can be deployed relatively quickly 可以相對較快地部署 Human observation feasible 可以肉眼觀測 Longer range than helicopter 比直升機航程更遠	Cannot operate in explosive atmospheres 不能在爆炸性環境中操作 Cannot operate at minimum speed and altitude 無法以最低速度和高度飛行 Cover smaller area than satellite 覆蓋面積比衛星小
	Helicopters 直升機 Using various sensors and trained observers 使用各種感測器和訓練有素的觀察員	Human observation feasible 可以肉眼觀測 Manoeuvrability 機動性 Ability to perform stationary flight 可靜止在空中	Limited number of sensors (FLIR) 感測器數量有限 (FLIR) Cannot operate in explosive atmospheres 不能在爆炸性環境中操作 Limited number of observers 觀察員人數有限 Limited range 範圍有限
DRONES/UAV 無人機/無人航空載具 Using various sensors 使用各種感測器	Price range/low cost 價格範圍/低成本 Remote piloting 遙控操作 Can be adapted to operate in explosive atmospheres 可以使用在爆炸性環境中 Integration of miniaturised sensors 整合小型化感測器	Need for drone aircraft runway (for UAVs) 需要無人機飛行跑道的 (用於無人機) Limited flight time 飛行時間有限 Limited by weather conditions 受天氣條件限制 Limited to lightweight sensors 僅限於輕型感測器 Increasingly strict regulations for operating UAV 無人機操作法規日益嚴格	
Autonomous ships 遙控水下載具		Limited navigating time 有限的航行時間 Limited by sea surface state 受海面狀態限制 Limited to lightweight sensors 僅限於輕型感測器	
Vessels 船舶	Observation of benthos 底棲生物觀察 Platform to deploy drone or ROV 部署無人機或遙控水下載具的平台	Delay to access remote area 偏遠地區	
ROV 遙控水下載具	► 5.24 Remotely operated vehicles 5.24 遙控載具		



用於遠端操作設備 Uses for remotely operated equipment	次表面 遙控水下載具、自主水下載具 - 水下滑翔機		表面 自主水面載具	空中 無人航空載具、衛星
	Subsurface ROV, AUV, Glider		Surface ASV	Aerial UAV, satellite
Surveying seafloor 海底測量	X		X (shallow waters) (淺水區)	-
Collecting samples 採集樣本	X (ROV)(遙控水下載具)		-	-
Detecting substances (sea) 檢測物質 (海洋)	X		X	-
Detecting substances (air) 檢測物質 (空氣)	X		X	X
Measuring oceanic properties (i.e., currents, salinity, temperature) 檢測海洋特性 (即海流、鹽度、溫度)	X		X	X (satellite)(衛星)
Mapping 測繪	X		X	X

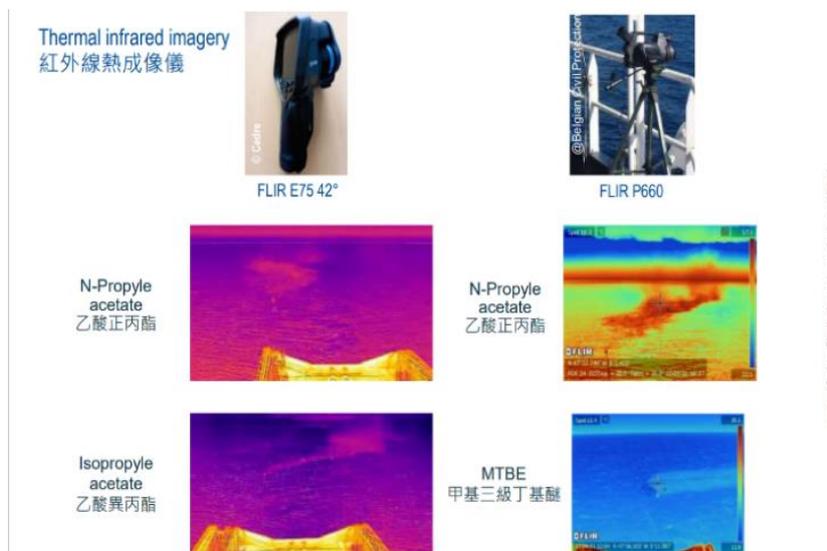
圖 8-6 各式載具分析

(4) 儀測監控

常用於火災現場偵測熱源之紅外線熱成像儀也運用於化學品外洩監控，可觀測到肉眼所不能辨識之蒸氣揮發擴散方向；多光譜攝影機則能夠檢測不同波段的光譜信息，包括可見光、紅外線和紫外線等，可以有效地探測和辨識化學品在海洋中的洩漏情況，即使在光線不佳或惡劣天氣下，也能提供準確的影像資料。

多光譜攝影機主要強調在不同波段下的高解析度影像和對自然環境多樣性的捕捉，適合於全面的洩漏檢測和環境影響評估；而紅外線熱成像儀或紅外線攝影機則特別擅長於熱成像和在夜間或低能見度條件下的快速洩漏偵測。因此，在實際應用中，可以根據具體需求和環境條件選擇適合的技術來提高事故應對的效率和準確性。

將上述攝影機設備安裝在無人機、船等載具上可以進行更有效風險評估，並能避免人員接觸化學品的風險。所獲得的即時影像資料可以提供給救援隊伍和決策者，幫助他們更準確地制定救援計劃和決策。例如，可以基於實時影像確定安全區域、避難路線或避免進一步擴散化學品的最佳策略。



Field trial with discharge of HNS at sea
在海上進行危險物質排放的現場試驗

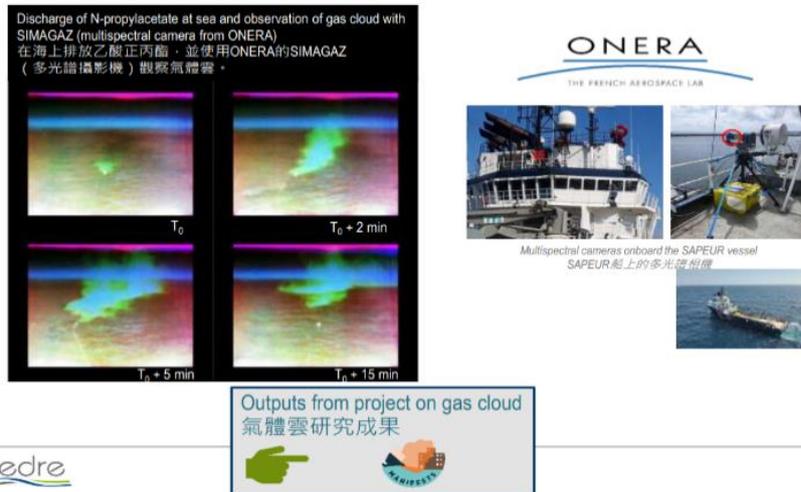


圖 8-7 紅外線熱成像儀偵測畫面

(5) 研發創新

法國目前正在研發一套遇到緊急情況即時反應的模組化設備，該設備整合了採樣、現場分析和油分散測試（測試不同分散劑效果）3 個模組，並具備通訊功能。有利現場處理人員能夠即時確認污染物種類，並迅速將資訊回報給指揮中心，以便後續決策和資源調度。整體設計理念簡便易行，透過 APP 開發，確保每位操作者在取得設備後都能快速上手操作。此外，考量到海上訊號可能薄弱的情況，設備能夠在現場進行探測和分析後，直接透過手機回傳資料，有效節省應急反應的時間。

2. 無人機演練

法國海上消防隊與 CEDRE 共同合作進行無人機演練，旨在應用於海洋污染的觀察、偵測及取樣等任務。演練中，科學實驗室專門負責無人機所採集的樣品進行分析，並透過盲測方式驗證無人機對化學品偵測數據的準確性，同時使用陷阱樣品作為實驗對照。此外，無人機還通過釋放熱反應化學物質來探測環境溫度變化。

法國海上消防隊的無人機能夠即時將空拍畫面回傳至應變小組成員的手機，且回傳延遲不超過 1 秒鐘，所有測得的數據均以制式表格形式回傳至實驗室。這些無人機可以在空中滯留 5 分鐘以上，環繞

災害事故現場，建立 3D 模型，協助應變小組規劃救災、疏散和清運廢棄物的路線，並且提供事後求償的證據支持。

在演練中，無人機模擬了將污染物排入海域的情景，搭載氣體偵測儀器能夠即時偵測不同化學物質的濃度和分散位置，遠距遙控人員可在約 7 公里外模擬事故現場，運用無人機進行採樣，有效防止人員暴露於危險環境中。此外，演練還啟動了會員國間的協同機制驗證，英國和西班牙派遣定翼機協助偵測，並利用歐盟衛星來驗證演練中污染物的準確經緯度位置。

總體而言，演練成功地驗證了科學實驗室數據與實際海上環境數據的一致性，並且在海測船上分析數據，順利完成了本次演練。相關成果將會在國際會議上進行發表。

3. 應變類型－以船舶為導向的行動和以污染物為導向的行動

(1) 依載運模式之不同，可分為載運船、貨櫃和貨物（cargo），如下圖所示。



圖 8-8 應變類型-依載運模式之分類

(2) 依據運輸物品的種類，受物理和流體力學決定容器於事故發生後漂浮、下沉或飄移等行為，例如冷凍貨櫃因其氣密特性可在海面上漂浮，故於處理海上災害時，應瞭解貨物載運方式方能決定後續處理行動。

(3) 化學物識別與風險辨識：

A. 危險物品（爆炸性/易燃性/腐蝕性/毒性）：

(A) 危害分類系統：

聯合國化學品全球調和制度（Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS）依據健康、環境及物理性危害提供物質及混合物之調和性分類準則，每一化學品有一個聯合國編號，並規定在運輸時要標註相關圖示，並在申報資料紀錄該編號。

危害物質之主要分類及圖示如下：

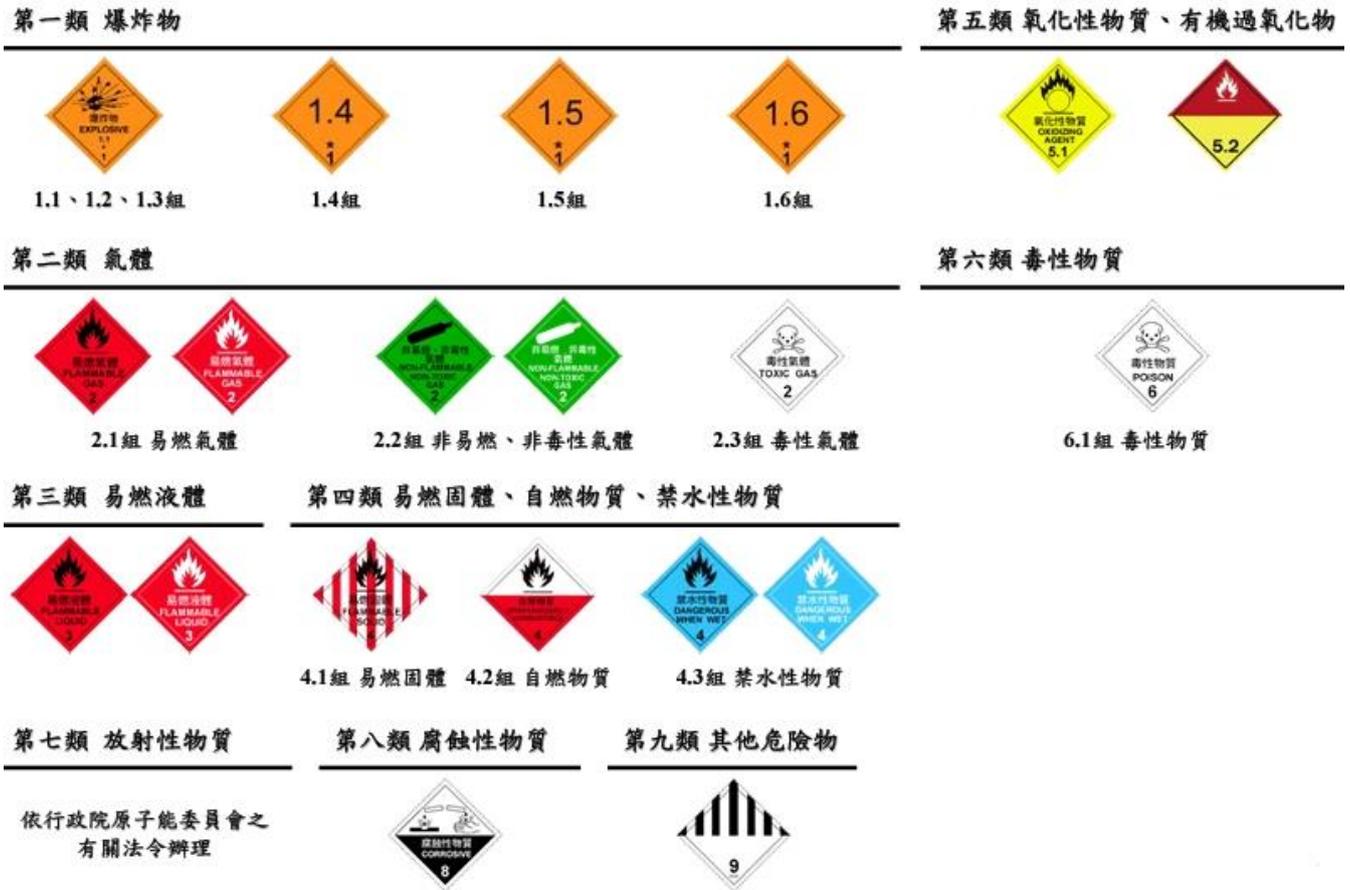


圖 8-9 危害物質之主要分類

(B) 事故發生後處置：

第一階段藉由運輸貨品上標示的圖卡可以快速的知道貨品可能發生的危害；第二階段聯絡船東得到申報資料以獲得船上化學品的種類及編號後查得貨物處理方式；第三階段則為組建工作團隊分析並建立處理及回收方式。

(C) 貨物處理的重點：

應快速提供文件(立刻知道裝載資料、做詳細記錄)，在表格中註明關於每一個的貨物資訊(用標準化的表格紀錄讓處理人員立即知道)；專門組建一個工作團隊

(CEDRE 會建立 5 人小組，處理、確認危險品可能發生事故)；確認貨物時不侷限於危險品，因貨櫃船所承載上千個貨櫃中可能包含數百種化學品，如無法掌握船上所有貨物資料，將可能對處理單位及人員造成傷害。

B. 海上遺失貨櫃：

惡劣天氣下的船體破損、碰撞、卸綁等貨櫃船事故可能造成貨櫃於海上遺失，其海上應變、回收及處置策略簡圖如下。

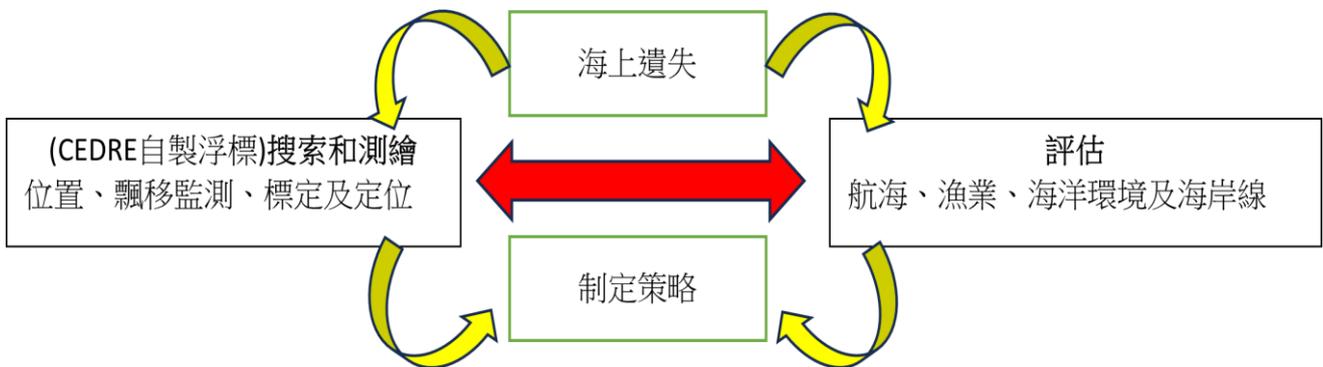


圖 8-10 海上應變、回收及處置

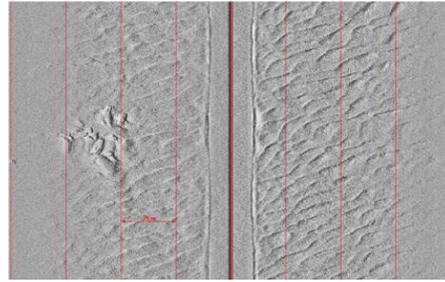
(A) 遺失貨櫃應變的行動方案包括調查、標記與監測、回收及處置。



在海床上調查



法國海軍聲納



側視航照雷達影像

標記與監測



圖 8-11 遺失貨櫃應變行動方案

- (B) 漂移預測：法國氣象局開發軟體，藉由海流、風速及地形等環境因子來進行預測。
 - (C) 在惡劣海象下，不建議在船上進行貨櫃的回收和固定。這過程中，人員應穿戴防護設備，並確保有安全容器(貨櫃裝有液體時需進行轉移)。
- C. 事故回顧：112 年帛琉籍「天使輪」在高雄港外海沉沒事件
- (A) 112 年 7 月 20 日帛琉籍貨櫃船天使輪於一港口南堤 2.8 海浬，因船艙破損進水，該船體持續向左傾斜 8~9 度，於 7 月 21 日 00 時 19 分完全沉沒，並於海面上發現輕微油花。
 - (B) 本案係海難事件，由交通部主政，截至 9 月 22 日共召開 35 次緊急應變會議，海洋保育署與會。
 - (C) 海洋保育署 7 月 20 日通報高雄市海洋局緊急應變，並

請海洋局將相關應變資材備便至高雄港，亦同步通報至航港局、屏東縣環保局、澎湖縣環保局、台電第三核能發電廠、墾丁國家公園管理處保育研究課、國立海洋生物博物館、內政部營建署海洋國家公園管理處。

- (D) 7 月 23 日海洋保育署協調除污船麥寮海洋號至高雄港協助投入後續油污清除作業，截至 8 月 16 日除油量約 3.3 公噸，除油面積約 47.7 平方公里。
- (E) 9 月 21 日天使輪殘油已全數抽除完畢。
- (F) 9 月 22 日上午海事工程公司再次調派潛水團隊執行船體全面檢查及確認所有油櫃已無殘油，並續辦滲油點加固封堵工作。
- (G) 海洋保育署針對此案執行油污擴散模擬共計 96 次、雷達衛星監測共計 48 天次、無人機出動 33 天次共計 36 架次。
- (H) 該貨櫃船載運 1300 個貨櫃，約 600 個貨櫃落海漂流，威脅航道，相關單位協助拖吊，不幸中的大幸係皆為空貨櫃，並無裝載化學物品。



圖 8-12 112 年帛琉籍「天使輪」在高雄港外海沉沒事件

D. 液化氣體：

- (A) 瓶、儲槽：大量運輸採用此類型，安全性較高。
- (B) 多式聯運貨櫃：臺灣較少，好處是費用較便宜，外殼是一般 20 呎貨櫃。
- (C) 屬 IMDG Code 氣體分類中的 Class 2，具高危險性。因其為氣體，可能會造成人員凍傷（冷燒）、易燃性、窒

息、缺氧、爆炸危險、形成有毒的腐蝕性氣體、致癌作用（氯乙烯）等。

(D) 貨船處置：須考量進行移動（或拖曳）船隻進入港口、滅火、防火、沈船處置及通知其他船隻等行動。

(E) 貨物處置：

- a. 轉運。
- b. 停止洩漏（著防護服裝關閉閥門、阻隔洩漏點）。
- c. 保護貨物（利用物理性阻隔、冷卻性或惰性方式）。
- d. 固定貨物。
- e. 釋放貨物（在安全區域，不造成環境污染的情況下進行排放、水幕或燃燒方式）。

(F) 對洩漏氣體採取的行動：

- a. 化學處理。
- b. 由管制人員限制或禁止進入該危險區域。在臺灣由警察或消防單位人員執行。
- c. 疏散危險區域之非應變人員。
- d. 不採取任何行動，劃設避難場所（如冷暖區域），採用監測方式處理。

E. 固體或液體散裝貨物：

(A) 固體貨物：

- a. 世界總船舶數：統計至 2022 年約 1 萬 3 千艘。
- b. 容積：平均 5 萬 7 至 40 萬公噸之間。
- c. 特性：由於貨櫃結構堅固，其抗腐蝕性佳、適合堆疊，耐高壓。

(B) 液體貨物：

- a. 世界總船舶數：統計至 2022 年約 1 萬 3 千艘。
- b. 容積：平均 2 萬 7 至 32 萬公噸之間。
- c. 特性：與儲槽式貨輪有類似危險性。

處置方式摘要（如下圖）：

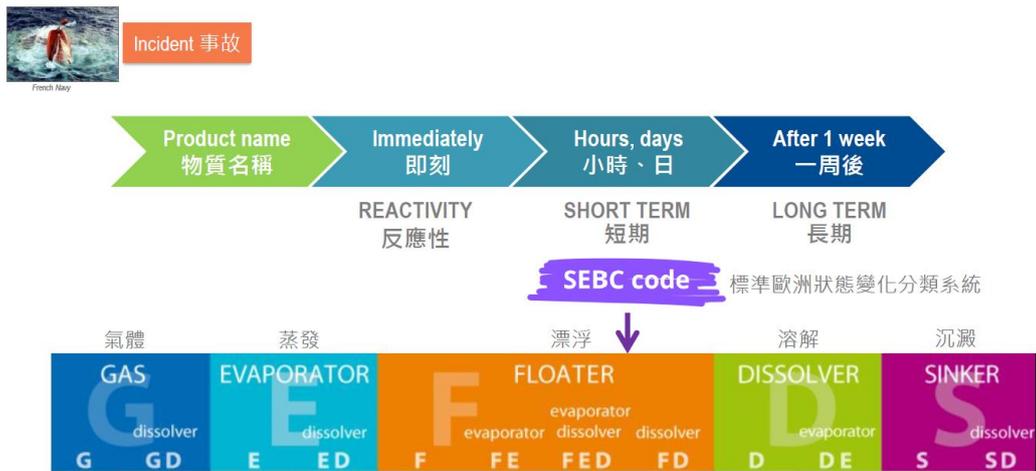


圖 8-13 處置方式摘要

散裝化學品在海上發生洩漏時，應該首先判斷洩漏物質是否具有反應性，因某些化學物質可能具有高度反應性，例如可能與水或空氣中的成分迅速產生化學反應，導致進一步的危害或增加應對難度。

接著可藉由 SEBC 判別化學品的 5 種主要的行為包括：G、E、F、D 及 S 以選擇適當的應對策略和措施，包括如何隔離、如何清理以及如何保護作業人員和環境等，以利降低應對過程中可能產生的安全風險和進一步的事故機率。

主題九、案例分析及計畫

(一) 前言

課程中藉由 2021 年珍珠號 (X-Press Pearl) 實際事故案例強調綜合性海上事故複雜且跨國界的特性，並介紹 IRA-MAR、MANIFESTS 及 West MOPoCo 等化學品應變相關計畫。

(二) 內容

1. X Press Pearl 珍珠號事故的反饋

(1) 概述

2021 年 5 月，全世界驚恐地目睹了一艘在新加坡註冊的新型現代化貨櫃船 X-Press Pearl 起火，燃燒了 12 天，然後在進入斯里蘭卡沿海淺水水域後沉沒。X-Press Pearl 是一艘貨櫃船，於 2021 年 2 月投入運營，由新加坡公司 X-Press Feeders 運營。該船載有硝酸、幾個裝有塑膠顆粒和化學物質的貨櫃。據船東介紹，該船上載有 350 噸燃油。5 月 20 日，當該船接近斯里蘭卡科倫坡港時，船上發生火災。25 日，船員被疏散。許多貨櫃落水；塑膠顆粒和各種其他碎片開始被沖上斯里蘭卡西南部的海灘。火災從 5 月 20 日持續到 6 月 1 日，燒毀整艘船後自行熄滅。儘管試圖拖走該船，該船仍於 6 月 2 日沈沒。6 日，斯里蘭卡當局請求歐洲提供援助，呼籲聯合國提供設備和專業知識。

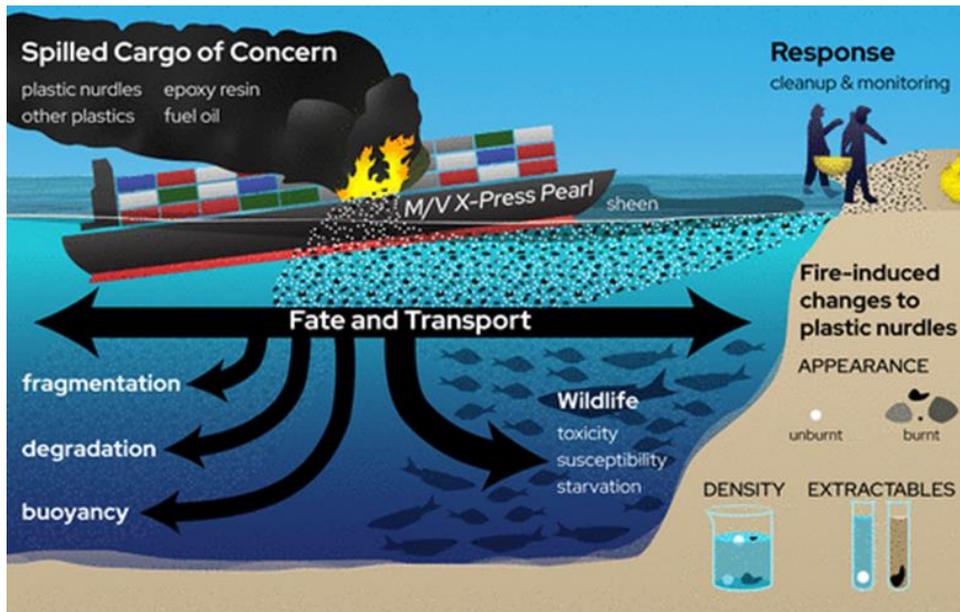


圖 9-1 X Press Pearl 珍珠號事故圖

(2) 事故影響

- A. 火災（煙與煤煙）的風險：本次主要火災之原因推估為放熱化學反應。硝酸雖不能燃燒，但可作為強氧化劑與有機物和某些金屬劇烈反應，進而生成二氧化氮和二氧化碳，釋放大量熱能，進一步加速反應速率，若無法冷卻可能導致失控反應或熱爆炸。火災第一天即產生大量紅棕色煙霧，含有有毒氣體二氧化氮，對空氣造成嚴重污染。火災還可能熱分解硝酸，釋放二氧化氮和氧氣，即使在通風不良的區域仍能加速燃燒並釋放多種有害污染物。NBRO 在該船附近約 50 公尺距離進行空氣品質監測，並執行事件分析模擬來確定可能受火災事件影響的關鍵區域，結果顯示 Ja-Ela 地區周圍約 120 平方公里區域為高暴露區。
- B. 燃油相關的風險：該船載有約 700 噸燃料和潤滑油。大部分油料預估在火災中被燒毀，惟船舶燃料箱中所存殘餘油料可能因火災期間未被破壞或受到通風控制而釋放到環境中。
- C. 沈船與貨櫃相關風險：該船載有 1,486 個貨櫃，其中 81 個貨櫃標示為危險品，包括 25 噸的硝酸、燒鹼和甲醇。此外，船上還載有 9,700 噸具有潛在毒性的環氧樹脂。這次沉船事故也導致了世界上最嚴重的塑膠顆粒洩漏事件，船上載有

87 個貨櫃，其中包含大約 1,680 噸多種類型的塑膠顆粒。隨著船舶沉沒，釋放的化學物質對海洋和沿岸生態系統構成了嚴重風險。

- D. 塑膠相關風險：本次事件導致約 1,680 噸直徑約 5 毫米、白色球形塑膠顆粒洩漏。這些顆粒是用來製造各種最終產品的預生產塑膠。暴露於燃燒、熱和化學物質中可能導致塑膠結塊、破碎、炭化和化學改性，造成前所未有的複雜洩漏，包括可見的燒焦塑膠和未燃燒的顆粒。這些碎片涵蓋了一系列顏色、形狀、大小和密度，具有高度可變性，可能影響清理工作，改變海洋運輸，並可能影響野生動物。燒焦塑膠的化學複雜度是未燃燒顆粒的三倍，包括燃燒衍生的多環芳香烴。部分燃燒物質含有石油衍生的生物標記物，顯示其在洩漏過程中接觸到化石燃料產品。此外，斯里蘭卡海岸線上的燒焦和未燃燒塑膠顆粒分佈，也支持了海洋中的差異傳輸受到火災引起的物理變化影響的可能性。可以合理地得出這樣的結論：火中增加的熱量熔化並聚集了顆粒。這些大的顆粒團聚體比起較小的未燃燒顆粒更有浮力，因此在海洋表面下不易混合。考慮到海洋流的垂直剪切，顆粒在水柱中垂直位置的微小變化可能導致水平傳輸的巨大變化。由於岸上波浪驅動的輸送和風阻在海洋表面最強，浮力最大的顆粒可能會最快速度地被送到岸邊，從而限制了其擴散的時間，這與在海中發現的燒焦塑膠一致。一旦登陸，斜流帶過程（例如波浪破碎）可能會導致更脆弱的燒焦塑膠碎片增加，解釋了海灘上存在大小不一的燒焦塑膠碎片的現象。除了浮力外，燃燒和未燃燒的塑膠顆粒之間的形狀差異可能也很重要，因為非球形顆粒可以控制海洋中的顆粒傳輸。觀察到的燒焦塑膠和未燃燒顆粒的不同命運突顯了顆粒大小和形狀可能是決定其運輸方式的主要因素。隨著時間的推移，這些塑膠碎片將逐漸融入環境中，變得越來越難以辨識，其不同的顏色、形狀和大小增加了清理和監測的挑戰。

- E. 化學品：該艘貨櫃船的前部僅存放一個裝有 25 噸硝酸的容器，可能是酸洩漏的源頭。鄰近的貨櫃內裝有環氧樹脂、醋酸乙烯酯、甲醇和鋰離子電池等易燃且可能爆炸的物質。環氧樹脂本身易燃，與硝酸混合後會產生放熱分解，進一步加劇火勢。硝酸與甲醇反應會生成硝酸甲酯，是一種強爆炸物，鋰離子電池中的鋰則可能與硝酸反應，產生硝酸鋰和一氧化氮，進一步放熱。此外，船上的其他地點還有多種易燃和可燃材料，如醋酸乙烯酯、鋁冶煉副產品、甲醇鈉以及大量的 HDPE 和 LDPE 袋子。這些材料在火災中可能會釋放出高度易燃有毒氣體，增加災情擴散和危險性。因此，處理這樣多種化學物質的貨物船舶極具挑戰性，必須遵守 IMDG Code，包括正確的包裝、分類、標示和隔離措施，以確保船上安全和消防系統的有效性，以及遵循相關的 IMO 法規和指南，如國際消防安全系統規則 (Fire Safety Systems Code, FSS)。
- F. 社會、經濟與環境風險：海洋環保署 (Marine Environment Protection Authority, MEPA) 的報告指出沉船周圍形成了約 0.51 平方公里、長達 4.3 公里的漂浮油污。據國際污染物消除網絡的資料，這艘船上的貨物包括數十億個用於製造塑膠的塑膠顆粒，這些顆粒被沖上岸，對斯里蘭卡的海洋生態系統、旅遊業及其作為生態旅遊目的地的聲譽造成了嚴重損害。根據 IMDG Code，分析顯示，MV X-Press 上的 1,486 個貨櫃中至少有 81 個運輸 15 種不同類別的危險品，包括 25 噸硝酸。雖然 MEPA 尚未確定損壞的全部程度，但該船的保險公司已向斯里蘭卡政府支付了 785 萬美元的賠償金。此外，這場災難也嚴重影響了斯里蘭卡的漁業，超過 20,000 個捕魚家庭和約 16,000 名漁民受到了影響。危險化學物質的洩漏已導致 300 多種海洋動物死亡，包括海龜、海豚和鯨魚。這場災難凸顯了對危險物質運輸對環境和公共安全影響的擔憂，顯示出制定更嚴格法規的必要性，特別是在人口密集的地區。此外，它還揭示了機構和能力方面的限制，以及處理此類緊急情況的培訓不足的問題，需要解決以防止類似災難的再次發生。

G. 外在因素相關風險：儘管受到新冠肺炎（COVID-19）封鎖措施的操作限制，斯里蘭卡當局仍在推行一項值得稱讚且高效的塑膠洩漏清理行動。然而，為了提升清理效果，必須採取以下關鍵行動包括：對塑膠廢棄物進行污染分析，確定其潛在危害性；精進並擴展清理技術，尤其是最大程度減少抽砂並回收小型燒焦顆粒；制定微塑膠清理操作的技術標準，同時努力減少環境損害。



圖 9-2 外在因素相關風險

2. 改善海上污染事故和港口化學品風險的綜合應變措施（IRA-MAR） 歐洲計畫介紹

(1) 概述

歷年歐盟基於提升市民健康安全福祉據以提出相關計畫，2022 年針對水域、港口化學品污染等推動 IRA-MAR 計畫（為期 2 年；預算 622,950 歐元），結合法國水域意外污染事故研究調查中心（CEDRE）、義大利環境保護與研究所（ISPRA）、海洋警報（SeaAlarm）等合作研究夥伴，進行跨國、跨部會及跨海陸區域的溝通整合，以改善西地中海聯盟（WestMED）及大西洋沿

岸國家（法國、義大利、馬爾他、摩洛哥、葡萄牙、西班牙和突尼西亞）對於海洋油品及有毒有害物質之污染事故的準備及應變為目標。



圖 9-3 IRA-MAR 計畫

(2) 內容

本專案計畫除由法國政府負責協調和溝通的任務以外，主要包含港口緊急系統、化學品氣體雲應變能量、使用無人機進行緊急應變及海上緊急狀況之應變方法等四大面向，則分別由 CEDRE、西班牙政府、ISPRA 及 SeaAlarm 主導：

- A. 港口緊急系統：進行各港口應變措施的檢視及研究，提供港口管理當局建議及共享資訊，以建立港口及海岸線的預防及緊急應變措施及標準。
- B. 化學品氣體雲應變能量：聚焦研究港口處理 HNS 緊急應變量能，並模擬各種情境下各權責單位之人員、設備等協調整合。
- C. 使用無人機進行緊急應變：研究無人機用於海域及陸域污染事件之緊急應變情況下的操作及建議。
- D. 海上緊急狀況之應變方法：建立利害關係人共同溝通機制，確保緊急應變之共同目標及策略。



圖 9-4 IRA-MAR 計畫主要工作

(3) 小結

CEDRE 透過人員訪查、實地踏勘及問卷調查等方式，聚焦檢視各港口應變措施、做法及其差異，進而提出改善建議，並將 IRA-MAR 計畫相關內容及研究報告公布於 CEDRE 網站。

最後，CEDRE 依實務研究結果於本次課程提供以下寶貴建議：

- A. 盡量將各利害關係人納入緊急應變計畫之考量及演練，俾利應變量能充足及合作無虞。
- B. 確認承包商或機關等相關單位有足夠經過訓練的人員，確保實際應變時得以妥適操作器材設備。
- C. 加強化學品應變計畫及能力、消防單位間的聯繫及共同演練、提供充分的化學品資訊。

3. 管理蒸發和氣體對人口安全的風險和影響(MANIFEST)歐洲計畫介紹

(1) 概述

MANIFESTS 計畫(下稱本計畫)之諧音取自於海運業務之海關艙單(manifest),係為化學品海上事故的應變整備之 CEDRE 與法國海軍合作計畫,全名為管理蒸發和氣體物質對人口安全的風險和影響(MANaging risks and Impacts From Evaporating and gaseous Substances To population Safety)。目前主要針對 7 種揮發性化學品 HNS 海上意外洩漏造成之氣體雲(gas clouds)以及 7 種植物油開發行動決策支援系統(decision-support system, DSS),藉由收集數據資料並進行模擬,並以桌面研究與實地試驗方式獲得決策參考。

(2) 內容

本計畫總預算為 929,583 歐元,85%由歐盟(EU)歐洲公民保護計畫(European Union Civil Protection-DG-ECHO)資助;CEDRE 所獲得之預算則為 274,927 歐元,歐盟最大捐款額為 233,688 歐元(85%)。計畫期間為 2 年,自 2023 年 1 月至 2024 年 11 月 30 日(計畫仍在進行中),諮詢委員會(Advisory Board)包括法國海軍、法國海關、比利時海巡隊、西班牙海上安全和救援協會(SASEMAR)以及英國海事與海岸巡防署(Maritime and Coastguard Agency, MC)等國家海事單位;計畫夥伴則包括法國 CEDRE 與 IMT Mines Ales(阿萊斯礦業學院)、比利時 RBINS(比利時皇家自然科學學院)、葡萄牙 IST-ID(研發高級技術研究所)、西班牙 CETMAR(海洋科技中心)與 INTECMAR(加利西亞海洋環境控制技術研究所)以及英國 UKHSA(英國衛生安全署)等在海洋污染領域素有盛名之研究單位。過去及目前針對 HNS 之計畫尚包括 2015 年之 POLLUPROOF 計畫、2021 年之 IPOMAC 計畫,2023 年之 C-NEST 計畫(針對甲醇及植物油

洩漏) 以及 2024 年之 ARISE 計畫 (針對氨之洩漏) 等。

本計畫分為 6 個工作包 (Work Packages, WP)，每個工作包都有一個負責的合作夥伴如下圖，CEDRE 之角色為本計畫之主導單位。

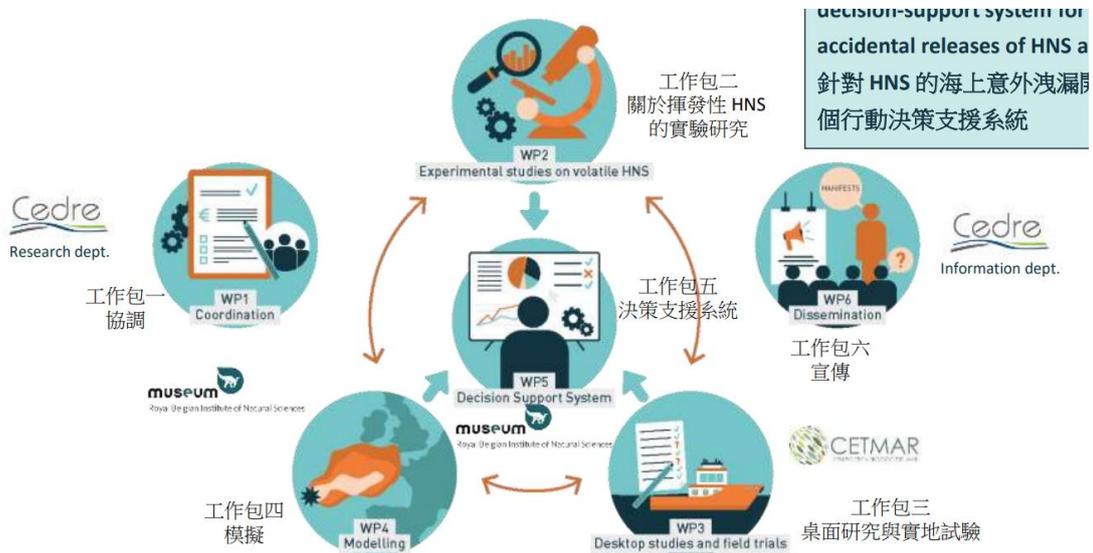


圖 9-5 MANIFESTS 計畫工作包

本計畫 2022 年海上試驗的目標包括：

- 在安全條件下派出緊急評估及應變小組：能夠偵測到水面上的無色化學品，甚至是形成的氣體雲。
- 驗證機載感測器 (on-board sensors on aircraft) 對特定化學產品的準確性。
- 將化學品漂移和狀態變化之模擬結果與現場實際情況加以比較。
- 測試客製化浮標以監測化學品漂浮層 (slick) 之漂移。

為能有效探測化學品漂浮層和氣體雲，本計畫使用船載和機載紅外線感測器 (shipborne and airborne IR sensors)，另外也使用 ONERA 機載多光譜相機 (airborne ONERA multispectral camera)，其中比利時民防局 SIGIS 多光譜攝影機內建參數，可判別化學品濃度並預估數量，下圖為該攝影機應用於乙酸正丙酯

(N-propyl acetate) 之探測實例。

N-propyl acetate 乙酸正丙酯

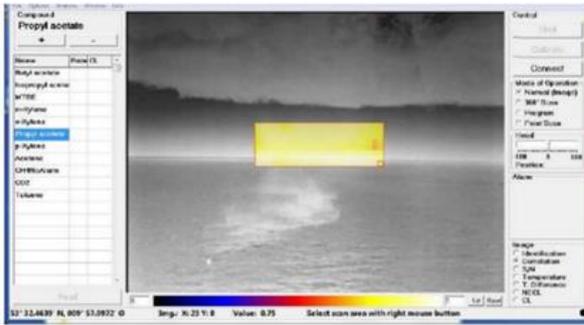


Figure 7: live correlation view of propyl acetate

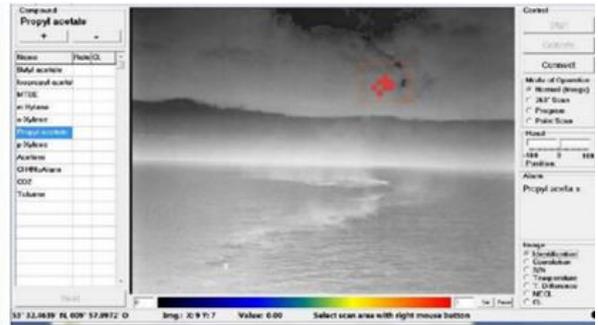


Figure 8: identification view of propyl acetate (enhanced)

圖 9-6 攝影機應用於乙酸正丙酯 (N-propyl acetate) 之探測實例

化學品漂浮層之移動受到洩漏時間、洩漏初始位置及氣象條件（風、水流、波高）之影響，須佈放浮標以驗證漂流模擬並對浮標加以測試，本計畫使用植物油進行飄移模擬，CEDRE 並自製內含 GPS 發射器之浮標與 CLS 公司商業化產品（CLS MARGET II）加以比較，測試結果顯示軌跡相似如下圖，並不遜色於商業化產品。

➤ SPOT



➤ MARGET II (CLS)



圖 9-7 測試結果顯示軌跡相似

飄浮層漂流模擬過程中採用浮標並輔以空中監測，下圖右為植物油浮標實際軌跡與美國 ASA 公司化學品擴散模擬軟體（CHEMmap）結果之比較，下圖左則為 CEDRE 比較不同軟體之模擬結果。

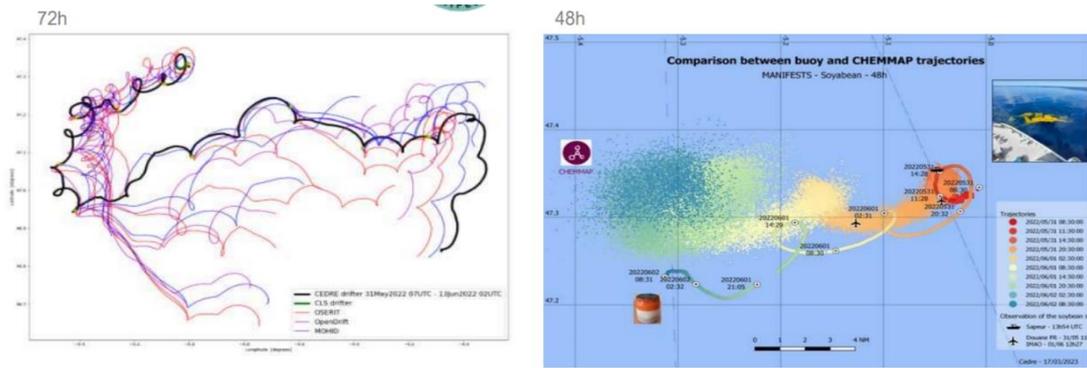


圖 9-8 植物油浮標軌跡與美國 ASA 公司化學品擴散模擬軟體結果比較

本計畫另進行蒸發和溶解實驗研究，目標為收集實驗數據以便更瞭解化學品在水體中的溶解和上升速度（次表面洩漏 subsurface leak）、漂浮層中化學物質之蒸發（表層洩漏）以及蒸發與溶解過程之間的競爭（表層洩漏）等過程。該實驗運用 CEDRE 實驗柱模擬水下洩漏以評估物質的上升速度、上升時的溶解百分比以及表面張力（以高速攝影機進行）。並透過風洞（Wind Tunnel）實驗以及漂浮層擴散與厚度評估等實驗監測表面漂浮層的蒸發過程，並使用實驗台（chemistry bench）進行表層釋放（surface release）以瞭解蒸發和溶解之動力學（kinetics），下圖為本計畫風洞實驗之設計（截圖自本計畫網站影片）。

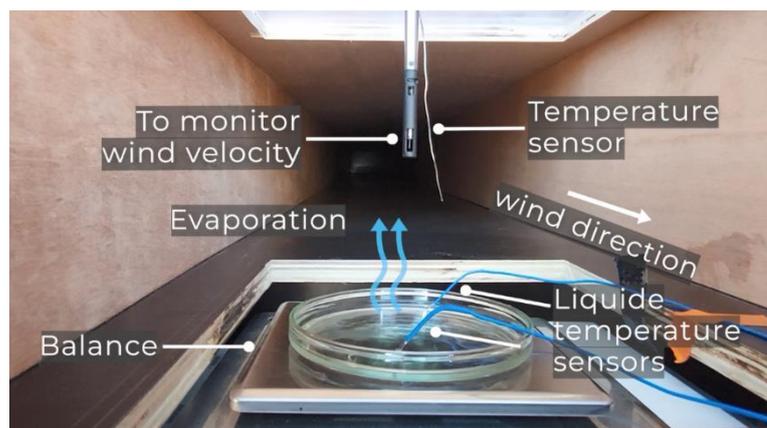


圖 9-9 本計畫風洞實驗之設計

(3) 未來展望

本計畫最終目標在於改善氣體和蒸發對於沿海和海洋污染的管理，目前主要關注於揮發性 HNS 以及替代燃料 (Alternative fuels) 包括氨、甲醇、液化天然氣及鋰離子電池等；所關注之事故情況 (Scenario) 則分為海岸線附近之水面洩漏 (surface leakage near the shoreline) 以及海底管線洩漏 (underwater release from a pipeline)。目前計畫成果包括 HNS database (化學品資料庫)、Guidance for HNS responders HNS (應變指南)、MANIFESTS-MARINER Knowledge Tool 及 Exercise package tool (桌上兵推演習工具包) 等，本次課程所體驗之嚴肅遊戲 (Serious Game) 亦屬於本計畫之產出成果。

4. 西地中海海洋石油污染合作組織 (West MOPoCo) 有毒有害物質應變手冊介紹

(1) 概述

歐盟於 2019-2020 年執行西地中海地區海洋石油和 HNS 污染合作計畫 (為期 2 年；預算 868,416 歐元)，支持阿爾及利亞、法國、義大利、馬耳他、摩納哥、摩洛哥、西班牙和突尼西亞透過增強緊急決策能力、評估國家緊急應變計畫、加強次區域計畫和安排與國家緊急程序之間的合作，加強其在油品和化學品準備及應變海洋污染領域的協同合作為目標。



圖 9-10 West MOPoCo 計畫聯盟成員

(2) 內容

本專案計畫主要六大面向及其分工如下：

- A. 管理與協調：海洋事務總秘書處（SGMer）。
- B. 計畫宣傳/廣告：IMO。
- C. 決策資源更新：CEDRE。
- D. 評估國家溢油緊急應變計畫：IMO。
- E. 緊急應變程序：IMO。
- F. 工作坊與訓練：IMO。

其中，決策資源更新項下的 HNS 應變手冊，係由 CEDRE、國際油輪船東污染組織 (ITOPF) 及義大利地質調查所 (ISPRA) 共同合作，並與地中海區域海洋污染緊急應變中心 (REMPEC)、赫爾辛基委員會 (HELCOM)、波恩協定 (Boom Agreement) 及其締約方合作進行認證出版，其內容包含 HNS 的定義、國際公約和規則、危害以及型態變化、制定緊急應變計畫、應變作業、洩漏後的管理、案例研究、相關資料及地區特殊協定等，涵蓋 HNS 事件管理的所有階段，並輔以簡明圖表及交互參照索引方式呈現，利於閱讀查找所需資訊。

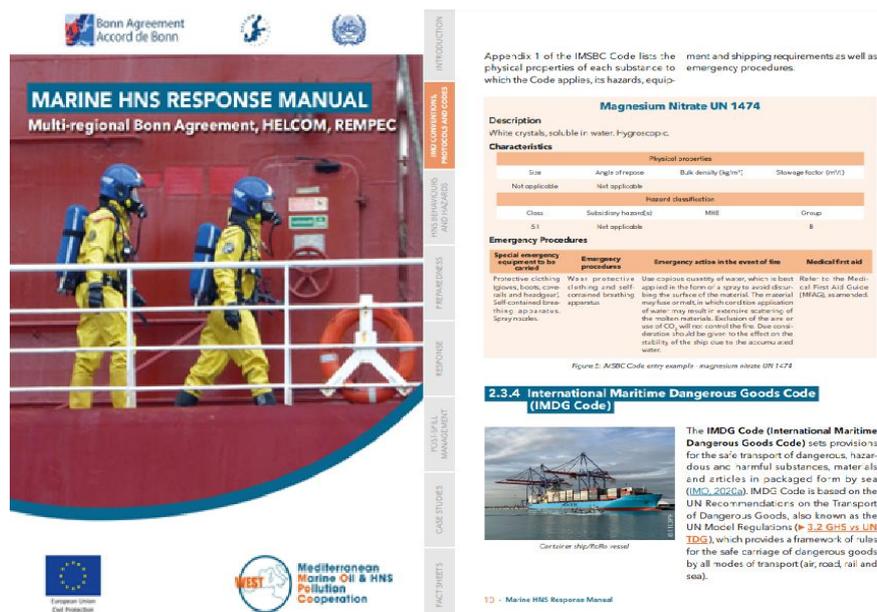


圖 9-11 HNS 應變手冊

(3) 小結

海洋有害有毒物質應變手冊為處理 HNS 事故人員和決策者之重要應變指南，業經海保署與 CEDRE 積極聯繫及合作努力，順利共同出版中文版應變手冊，將更有助於我國應變人員理解手冊內容、原則及程序等應變相關事項，強化海洋化學品污染事故之緊急應變作為。

參、小組心得與建議事項

一、第一組

在參加 CEDRE 機構的第一天課程後，學員們對於這家專注於油污應對的組織有了更全面的認識。CEDRE 機構不僅擁有豐富的油污處理資料和研究，還提供了一個資源豐富的學習平台，供所有參與者自由使用。這些資料涵蓋了從初級到高級的油污應對技術，包括案例研究、最佳實踐及創新應對策略。

課程中的老師們不僅擁有豐富的專業知識和實際經驗，他們的教學方式也非常引人入勝。透過實際案例的分析與討論，老師們不僅傳授理論知識，更重視培養學員的實際操作能力。每位老師都非常樂於與學員進行深入交流，不吝嗇分享他們在油污應對中遇到的挑戰與解決方案，使得學習氛圍相當友好。學習的過程中，我們還被鼓勵參與討論和提問，以培養確認學員能批判性思考並擁有油污應變能力。

參加 IMO Level 2 訓練不僅讓大家對油污應變有了深入的理解，也極大地提升實際操作能力，期待將這些寶貴的知識和技能應用於未來的工作中。

二、第二組

(一) 本組負責的第二天課程主要是針對水上應變，特別是油分散劑及攔油索的室內課程介紹，以及攔油索的實際操作。油分散劑的使用一直存在著爭議，主要的原因是因為油分散劑的使用時機受限於許多因素與限制，決策制定的方法考慮其可能性、可接受性、可行性，當符合這三個條件才可以使用油分散劑。施放時係使用飛機或船舶直接撒在油污區域，藉由適當的海象及油品黏性，將油污稀釋於海中，且要足夠的海水流動，油若乳化後的黏度若高於 5,000cSt 便無法使用化學分散。各國規定不一，在法國使用油分散劑與否，則由海上應變、河川應變或港口應變官方決定，並有一官方網站提供可使用之區域。臺灣的海洋污染清除處理辦法則規定以下狀況得使用油分散劑：

1. 有損害鳥類、海中生物、生態敏感帶或海灘之虞。

2. 有危害岸邊設施之虞。
3. 其他經評估需使用之情況。
4. 前項油分散劑之使用應符合環境用藥管理法相關規定。

建議可先針對國內各海岸狀況事先說明禁止與與許使用之區域，以利油污發生時可立即有使用之依據。

(二) 攔油索的功用很多，最重要在阻止洩漏源擴散、限制污染物擴散漂移，以利在溢油風化前儘速回收；其次可以保護敏感區，特別是保護敏感度較高區域，如發電廠進水口、港口、海水浴場；另外也可以轉移污染物，將污染物轉移至較不敏感區域，以利回收；最後是促進污染物回收，利用圍堵增加油膜厚度或靠近岸邊增進回收效率。攔油索的類型繁多，主要分為牆式和簾式兩大類，再依其用途及填充物分為不同類型，其應用的範圍慎廣，惟國內對攔油索的使用偏向簡易、單一類型，難以因應各種狀況，建議未來得海污訓練可著重於各類型的攔油索的應用。

(三) CEDRE 有很厲害的水池、小船，專業講師協助，讓我們同心協力、實際佈放攔油索、汲油器，並進行實際清污作業，是很棒的教育訓練場所，可讓學員充分了解攔油索佈放的操作要領與困難之處。國內尚缺乏此種類型的實作訓練，建議未來可以利用小型漁港進行類似之實作訓練，以強化佈放的效率。

(四) 在實作之前我們也先參觀 CEDRE 的大型應變資材調度區域，有很多不同型式的攔油索、幫浦及大型機具設備、實驗模擬區、實驗分析室等，了解到 CEDRE 不只是單純是專業應變訓練機構，還是研究機構，它也與多個大學、法國政府簽定各項研究計畫，學習新的應變方法，改良海上應變器材，強化事前預防的措施而減少可能帶來的污染及危害。建議海保署應持續與 CEDRE 合作，強化國內的海污應變能量。

三、第三組

(一) 經過本課程的學習，學員可深刻體會到油品回收在油污染應變中的重要性，選擇合適的油品回收技術，可以有效減少油污對水生生物及其棲息地的傷害，迅速控制污染範圍，減少污染擴散，並提升應變效率。油污染應變需在不同情境下靈活運用各種技術，透過介紹各種油品回收技術進行比較和

取捨，並學習了如何區分機械式和親油型這兩種主要類型的汲油器。了解這些設備的特性後，能讓我們能夠根據具體情況選擇合適的汲油器，並確定清理場地的規模。這些知識對於制定高效的應變計畫至關重要。課程還提醒我們不要忽視收取和儲放過程的重要性。避免在這些環節浪費時間，是確保應變行動成功的關鍵之一。在實際應變行動中，時間往往是決定成敗的關鍵因素。

1. 建議可進一步加強實際操作訓練，並探討更多真實案例，這將有助於更全面地理解和應用所學的知識，提升油品回收的效率和效果。通過加強這些方面的訓練和研究，不僅能夠提升我們的專業技能，也能夠在實際操作中更好地保護環境，應對各種油污染事件。

(二) 在應對油污染的過程中，我們了解到並沒有萬能的解決方案或一體適用的技術。取而代之的是，根據具體情況及其變化，靈活應用和調整基本原則，這是制定有效應變策略的關鍵。講師的建議和實際操作示範，使我們了解在清除油污時應注意的關鍵環節，並且提醒我們，應變措施必須靈活調整，以適應不同情境和其變化。

(三) 最重要的是，要確保我們的應變措施不會產生與溢油本身一樣多或更多的危害。例如，在清除沉積物、保護地面和植被以及防止污染擴散的過程中，我們需要特別謹慎，以避免第二次災害。另外，常見的迷思是某些技術會自然產生有害的影響，例如壓力沖洗和篩沙。然而，現實是這些技術的適用性需要根據具體的情況和實施方式來決定。適當的技術在正確的情境下應用，不僅不會有害，還能顯著提升應變效果。

(四) 在課程中，講師特別針對臺灣綠島油污案進行了清除建議的說明，讓學員們對海岸線應變的運用有了更深入的理解。透過這一具體案例，學員們能夠更充分地掌握在實際應變過程中應該如何選擇和運用各種技術。未來，建議能夠提供更多臺灣相關案例，以便學員們能夠更有針對性地學習和借鑒。同時，與 CEDRE 專家進行交流學習，也將有助於我們更全面地掌握油污應變技術，提升應對各類油污事件的能力。

四、第四組

- (一) 當發生海洋環境油污染情況時，針對污染場址環境及污染情況進行盤點，組織應變小組，最迅速擬出緊急應變計畫，油污應變廢棄物選擇最初及中間儲存點，並列出設備共應商及處理設施清單。
- (二) 儘量減少廢棄物數量，選擇性使用清理方法，優先實行前處理，預先處理機制。
- (三) 海洋油污應變中產生廢棄物優先再最初儲存點進行分類，有效管理油污廢棄物，避免增加作業時間及成本。
- (四) 法國已與可能發生海上油污洩漏時簽訂公版公共契約，強化海上油污處理。
- (五) 根據 IMO 第二級標準，海上及岸邊的有效油污應對需要包括細致的應變計劃和強有力的事故管理的綜合方法。通過 1990 年 OPRC 公約和分級應對策略，制定結構化的應變計劃並保持其更新，可以顯著提高準備狀態。基於 IMS 標準的事故管理方法，確保在事件發生時，能迅速、協調和高效地應對。這些努力的成功依賴於從過去事件中汲取教訓以及不斷改進和調整應對計劃和實踐。
- (六) 為了提高賠償和求償機制的有效性，我們可以學習國際經驗及加強國際合作，透過技術和資源的共享，促進資訊交流和應變方案的協調，以更有效地應對海洋污染事故。同時，應設法確保法律框架能應對各種不同類型的污染事故並提供適當的賠償和求償途徑。另借鑒國際上 IOPC 的機制，海污法於 112 年修訂法源，規劃成立海洋污染防治基金，俾利提供充足的經費來應對我國領海的海洋污染緊急事件，迅速動員進行清理和修復，減少海污事件對經濟和生態的長期影響，進而保護環境，並有助於建立更加有效和持續的賠償和求償機制，維護海洋環境的健康和社會利益。
- (七) 為提高危機溝通和媒體應對的有效性，可執行一些關鍵策略，例如建立專業溝通團隊，確保在緊急情況下能迅速反應和傳達準確信息。制定並定期演練危機溝通計劃，確保相關人員熟悉應對流程，並指定單一發言人統一對外發布信息。與媒體建立良好合作關係，提前準備關鍵信息和素材，以便在需要時能快速提供。注重透明度和誠信，公開所有已知事實，及時更新應對措施，增強公眾信任。重要的是，隨時保持冷靜、簡潔、有條不紊地傳達信息，避免專業術語，確保公眾理解和接受。通過這些策略，能有

效管理和應對污染事件中的危機溝通，降低負面影響，維護機構和社會的穩定。

- (八) 海洋污染事件發生時，緊急應變最主要的目的莫過人員的救難以及預防污染情事的發生或是擴大，避免後續產生更難以處理的情形，或是難以挽回與彌補之環境生態浩劫。
- (九) 因此，緊急應變應在第一時間針對環境重點區域進行保護，包含環境生態敏感區域、環境地理資訊，以及人類利用資源如電廠、遊憩沙灘等等，都需在事前做好環境規劃與評估，如應變資源的分配與儲放位置、人力資源所在位置、運送路線、廢棄物暫置分類的地點與所需時間等，並將相關資訊統整掌握，如此才能在污染情事發生時，快速、準確地提供應變指揮官所需資訊，有效的阻止污染情事擴大。
- (十) 海污事故涉及的單位很多，事故的複雜性及應變處理的困難度也會成正比的相對增加。無論是對現場應變人員或是週遭居民的生命安全及生態環境影響也都是一樣，往往還要考量經濟、政治、媒體及民眾觀感等層面因素，所以應變處置的正確性及時效性就相當重要。
- (十一) 桌面兵推課程安排在油品溢漏應變課程之後，想必是希望學員在這幾日學習相關的應變知識後，透過講師所設計模擬情境引導式問題在經過分組討論的腦力激盪，並互相討論所面對的問題。
- (十二) 最後上台的分組報告，來瞭解不同學員在授課後所激發出的不同觀點，整合出應變策略與流程。如此集思廣益與團隊合作的訓練，亦是應變過程中重要的一環。

五、第五組

(一) 海上化學品事故簡介

由 2007 年 1 月 18 日於英國南部發生之 MSC 那不勒斯號擱淺事件可知，在污染事件發生之初，需於最短時間取得貨物資訊，並掌握其特性(如是否具特定風險)，評估沉船風險，針對沉船本身先確認鄰近海域地形及海象狀況，確認沉船處置情形。評估船上剩餘貨櫃移除計畫研擬，另針對已漂流於海上貨櫃，透過海象模擬資料掌握貨櫃漂移路徑，並確認貨物種

類，針對應變危險進行評估，並確認可能的潛在影響，擇定適合之應變方案。

在過往國內外污染事件應變中可知，在應變行動開始前，必須對應變人員面臨的風險進行評估，如何在兼顧環境、社會及經濟各項影響下，就現場海氣象及污染類型規劃適合之應變方式，沒有最完美的方案，只有因地因時制宜擬定之最佳方案，且面對新興化學品發生污染之威脅，未來於發展污染清理的技術及擬定應變指南亦顯十分重要；因此在第一線應變總是在未知情況下進行。應變人員的初步訓練至關重要，需視現場狀況滾動調整應變計畫，為能良好即時應變，平日就應定期進行訓練及實際操演，以便在最短時間因應所有可能衍生問題。

國內目前若發生大型海洋污染事件，除地方政府或污染者即時應變外，由海洋保育署統籌調度資材及相關資源應變，各事件應變經驗建議可透過教育訓練以案例方式予其他縣市應變同仁分享，過往針對油品污染，累積之應變經驗較為豐富，但針對新興化學品部份建議可彙整國內外有毒及有害物質(HNS)應變指引或技術手冊，供第一線應變同仁參考。

(二) 國際規範對實施應變的貢獻

在多年來海運的發展下，早已不再是單純的油品運載，各類化學品的運載早已發展迅速，這也帶來了許多新的危險與挑戰。國際間也因此而因應訂定出了相應的國際公約或規範，希冀能藉由船舶技術的標準化、海事運輸的規範化來處理當事故發生時的應變程序。也有賴於這些國際規範的訂定，讓各國政府及應變團隊可以在各種化學品或危害品的事故中，可以有快速索引污染物質的各種特徵及應變的對策，也有效降低了應變人員的危險及增加應變的效率。

(三) “四大污染犯罪家族”嚴肅遊戲

HNS 的危害和狀態演變分類是指對於這些化學物質的危險程度和行為的分類。這種分類主要是為了在運輸、儲存和使用這些物質時，提供一個統一的框架，以便更好地管理和應對潛在的風險。

一般來說，HNS 的危害和狀態演變可以分為幾個主要類別：

1. 毒性和危險性：HNS 可能對人體健康或生態系統造成毒性或危險性。這取決於其化學性質、濃度和暴露時間。有些 HNS 可能具有致命毒性，而其他則可能對環境造成長期損害。
2. 物理性質：一些 HNS 可能具有特定的物理性質，例如易燃、易爆、腐蝕性等。這些性質可能會增加其使用和儲存時的風險，需要採取相應的安全措施來防止事故發生。
3. 行為演變：HNS 的行為在不同環境條件下可能會有所變化。例如，其在空氣中的揮發性、在水中的溶解度、在土壤中的吸附等都可能影響其傳播和毒性。因此，了解 HNS 在不同環境中的行為演變對於事故應對和風險評估至關重要。

綜合來看，對 HNS 的危害和狀態演變的分類有助於對其進行風險評估、管理和應對。這種分類能夠幫助相關單位更好地了解 HNS 的特性，採取相應的措施來保護人類健康和環境安全。

（四）化學品性質：特性、狀態變化與影響

本課程深入淺出地介紹了化學品在海上狀態變化，讓學員對 HNS 外洩事故應處有了更深入的了解，也意識到加強相關人員訓練（包含初階及進階）、完備個人防護裝備及偵檢設備為首要任務，其次，如有充分資源則可建立完善的試驗環境，持續更新我們對化學物質在各種環境下演變情形之認識，以更有效地保護海洋環境和人類健康。

（五）安全資料表對理解化學品狀態變化的貢獻

隨著科技的進步，產業的發展，各種技術不斷推陳出新，材料及化學物質種類多樣化的同時其成分也更加複雜，無論是運送、儲存及應變及回收均面臨更多的風險及挑戰，在化學品洩漏事故中，除了應考量對環境的危害外，為維護第一線人員的生命安全，在做出決策前應對現場狀況及可能面臨風險有一定程度的掌握，在國際公約及法規的要求下，化學品供應商所提供的 SDS 為很重要的參考資料，本堂課 CEDRE 帶領大家簡單認識化學物質變化及 SDS 的使用，不過現實發生的事故往往更加複雜，如何迅速的取得並正確判讀，十分考驗專業知識、應變人員的經驗及制度面的實施是產、官、學界都需要重視的課題。

六、第六組

- (一) 相較於海洋油污染緊急應變，HNS 洩漏之風險包括爆炸、火災、腐蝕、氣體雲等，甚至可能形成油品/化學品混合物，導致應變處理更為複雜困難。由本次課程中瞭解 HNS 應變之基礎為資料之取得，如於事故初期即能掌握化學品名稱及數量並有 SDS 可參考，將對後續應變大有助益。
- (二) HNS 洩漏後之調查及監測係採取測量分析、遙測及模擬等策略，各策略產出數據須相互進行反饋並修正。考量化學品之危害性，為保護人員安全，須使用空中及水下無人載具以及紅外線熱成像儀及多光譜攝影機等先進設備，為能有效採取具體措施，有必要盤點國內相關設備及人員之應變能量。
- (三) 為提升化學品洩漏應變能量，建議積極納入各利害關係人參與緊急應變計畫之制定與實際演練，以確保應變能力充足且協調無間。承包商及相關單位的人員應接受適當的訓練，方能於實際應變中能夠有效地操作設備。此外，應於應變計畫中提供充分且正確的化學品資訊，並促進與消防單位之間的聯繫和共同演練。

肆、結論

一、心得

本次訓練旨在提升學員的知識水平和操作能力。理論與實際相結合的教學方式，使學員能夠在真實情境中靈活運用所學，應對各種突發油污事件。

課程的講師擁有豐富的專業知識和實際經驗。他們在課堂上鼓勵學員積極參與討論和提問，以培養學員的批判性思維和應變能力。課程詳細說明油品及化學品演變，介紹了多元化的油品及化學品應變回收技術，使學員能夠根據不同情況靈活運用，確保應變行動的成功。透過借鑒過往案例，幫助學員從更多角度了解海洋污染事故發生時的應對及國際間的合作，並深入了解賠償和求償機制。

這些課程不僅注重理論知識的傳授，更強調實際操作技能的培養。學員通過實際操作訓練，能夠掌握各種油污處理技術，並在模擬的真實環境中進行應對演練，通過使用攔油索、吸附資材、汲油器等專業工具，學員能夠深入了解這些技術的應用和挑戰，從而增強在真實油污事件中的應變能力，從而在突發事件中表現出色。

這些課程所提供的知識和技能，不僅有助於學員在職業生涯中應對各種挑戰，還能在保護環境和維護社會利益方面發揮積極作用。透過系統的培訓和實際操作，學員能夠在面對油污事件時迅速作出反應，並採取有效措施，減少環境損害。全面的教育和訓練，確保了學員能夠在突發事件中從容應對，並為環境保護事業貢獻力量。

二、建議

(一) 加強實作訓練

CEDRE 有各種場地、設備及專業講師協助，讓我們同心協力、實際佈放攔油索、汲油器，並進行實際清污作業，是很棒的教育訓練場所，可讓學員充分了解攔油索佈放的操作要領與困難之處。國內尚缺乏此種類型的實作訓練，建議未來可以利用小型漁港進行類似之實作訓練，以強化佈

放的效率。

(二) 多樣化攔油索應用

攔油索的類型繁多，其應用的範圍甚廣，惟國內對攔油索的使用偏向簡易、單一類型，難以因應各種狀況，建議未來得海污訓練可著重於各類型的攔油索的應用。

(三) 應變廢棄物管理

應有效管理油海洋污染應變中產生廢棄物，避免增加作業時間及成本。於海污事件發生時，選擇油污應變廢棄物最初及中間儲存點，並列出設備供應商及處理設施清單，儘量減少廢棄物數量，選擇性使用清理方法。

(四) 綜合應變計劃

制定結構化的應變計劃並保持其更新，可以顯著提高準備狀態。基於IMS標準的事故管理方法，確保在事件發生時，能迅速、協調和高效地應對。從過去事件中汲取教訓以及不斷改進和調整應對計劃和實踐。

(五) 提升溝通效能

為提高危機溝通和媒體應對的有效性，可執行一些關鍵策略，例如建立專業溝通團隊，確保在緊急情況下能迅速反應和傳達準確信息。制定並定期演練危機溝通計劃，確保相關人員熟悉應對流程，並指定單一發言人統一對外發布信息。與媒體建立良好合作關係，提前準備關鍵信息和素材，以便在需要時能快速提供。注重透明度和誠信，公開所有已知事實，及時更新應對措施，增強公眾信任。重要的是，隨時保持冷靜、簡潔、有條不紊地傳達信息，避免專業術語，確保公眾理解和接受。通過這些策略，能有效管理和應對污染事件中的危機溝通，降低負面影響，維護機構和社會的穩定。

(六) 化學品雲端資料庫

相較於海洋油污染緊急應變，HNS洩漏之風險包括爆炸、火災、腐蝕、氣體雲等，甚至可能形成油品/化學品混合物，導致應變處理更為複雜困難。HNS應變之基礎為資料之取得，如於事故初期即能掌握化學品名

稱及數量並有 SDS 可參考，將對後續應變大有助益，建議可建立雲端資料庫供各應變單位參考，期能在最短時間內採取正確的應變措施。

(七) 國際規範和合作

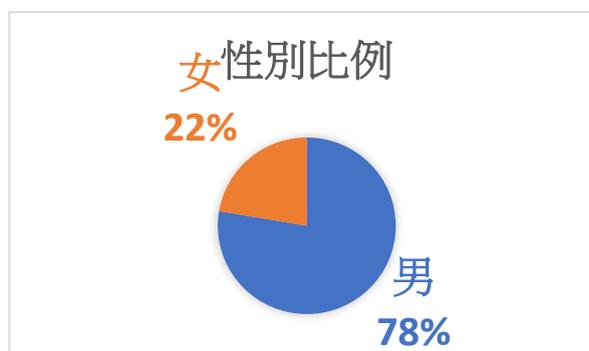
加強國際規範的實施和國際合作，利用共享技術和資源提升應變效率和安全，並學習國際經驗改善賠償和求償機制。

三、訓練講師及學員性別分析

為讓臺灣能朝向性別平等、多元尊重的社會邁進，使不同性別的人均能適性發展，本報告針對本次國外海洋污染應變專業知識提升課程進行了性別分析。根據行政院性別平等會的重要性別統計資料庫，112 年度從事用水供應及污染整治業的女性人數為 19 千人，而男性人數則為 66 千人（圖 5-1）。通過比較國外講師授課的性別比例和本次受訓學員的男女比例（圖 5-2 至 5-4），我們發現，本次訓練的女性參與人數相對較高，超過了國內 112 年度從事用水供應及污染整治業的男女比例。

這一發現顯示出，在專業知識提升課程中，女性的參與度有所增加，反映出性別平等在專業領域中逐漸得到重視。然而，為了進一步縮小性別比例差距，未來相關訓練應持續鼓勵國內女性學員積極參與國際培訓和專業進修。透過提高女性在這些領域的專業知識和技能，我們期望能有更多女性投入用水供應及污染整治等相關產業，推動性別平等與多元尊重的社會發展。這不僅有助於提升女性在職場中的競爭力，亦能促進整體社會的和諧與進步。

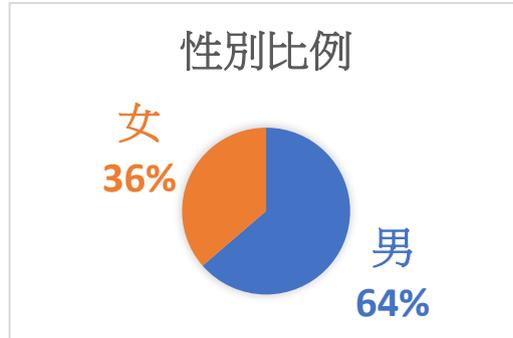
男	66 千人
女	19 千人



圖肆-1 112 年度從事用水供應及污染整治業男女比例圖

Christophe Logette	男
Emmanuelle Poupon	女
Thomas Le Bihan	男
William Giraud	男
Julien Guyomarc'h	男
Fanny Jouannin	女
Nicolas Loaec	男
Nicolas Jarry	男
Florence Poncet	女
Natalie Monvoisin	女
Nicolas Tamic	男

男	7人
女	4人



圖肆-2 海上和海岸線溢油應變 (IMO Level 2) 講師名單及男女比例圖

Maryline Porhel	女
Stéphane Le Floch	男
Anne Le Roux	女
Laura Cotte	女
William Giraud	男
布雷斯特消防隊	男
Camille Lacroix	女
Arnaud Guena	男
菲尼斯泰爾省消防局	男

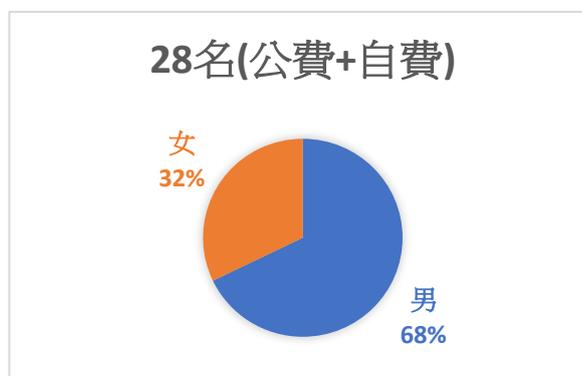
男	5人
女	4人



圖肆-3 HNS 洩漏管理 (IMO Operational Level) 講師名單及男女比例圖

編號	姓名	備註
1	吳龍靜	男
2	管鳳珠	女
3	羅碧燕	女
4	游佳雯	女
5	周于翔	男
6	程惠	女
7	顏毓男	男
8	張子誼	男
9	陳毅夫	男
10	陳信宏	男
11	洪志隆	男
12	林昕平	男
13	謝永成	男
14	陳宥廷	男
15	林均	男
16	江佩儒	女
17	葉增智	男
18	羅舜仁	男
19	林彥斌	男
20	吳家興	男
21	馬國賢	男
22	吳秉耕	男
23	陳鴻文	男
24	周佳瑩	女
25	鍾采珈	女
26	蔡曉雲	女
27	胡叔炎	男
28	黃郁馨	女

男	19人
女	9人



圖肆-4 受訓學員男女比例圖

附錄一、參訓學員及工作人員名單

編號	姓名	職稱	服務單位	備註
1	吳龍靜	副署長	海洋委員會海洋保育署	團長
2	管鳳珠	副局長	基隆市環境保護局	副團長
3	羅碧燕	科長	海洋委員會海洋保育署	
4	游佳雯	專員	海洋委員會海洋保育署	
5	周于翔	技士	海洋委員會海洋保育署	
6	程惠	科員	海洋委員會海巡署	
7	顏毓男	中隊長	海洋委員會海巡署	
8	張子誼	主任	海洋委員會海巡署	
9	陳毅夫	分隊長	海洋委員會海巡署	
10	陳信宏	技士	內政部國家公園署 (墾丁國家公園管理處)	
11	洪志隆	飛行員	內政部空中勤務總隊	
12	林昕平	專員	交通部航港局	
13	謝永成	科長	經濟部產業園區管理局	
14	陳宥廷	技士	環境部化學物質管理署	
15	林均	技士	新北市政府環境保護局	
16	江佩儒	股長	桃園市政府環境保護局	
17	葉增智	科長	雲林縣環境保護局	
18	羅舜仁	技士	高雄市政府海洋局	
19	林彥斌	技士	宜蘭縣政府環境保護局	
20	吳家興	技正	臺東縣環境保護局	
21	馬國賢	經理	海歷企業股份有限公司	
22	吳秉耕	經理	海歷企業股份有限公司	
23	陳鴻文	經理	台灣中油股份有限公司	
24	周佳瑩	副處長	台灣中油股份有限公司	
25	鍾采珈	經理	海龍離岸風電	
26	蔡曉雲	助理教授	國立高雄科技大學	
27	胡叔炎	特助	永力海洋工程有限公司	
28	黃郁馨	工程師	永力海洋工程有限公司	
29	趙德明	口譯	坤柏海洋油污處理有限公司	工作人員
30	陳政任	顧問	坤柏海洋油污處理有限公司	工作人員

編號	姓名	職稱	服務單位	備註
31	柳怡安	工程師	坤柏海洋油污處理有限公司	工作人員
32	洪苓榕	隨隊翻譯	坤柏海洋油污處理有限公司	工作人員

附錄二、學員個人心得