



Bonn Agreement  
Accord de Bonn



# 海洋HNS應變手冊

## 多區域波恩協定、HELCOM、REMPEC



編譯：



海洋委員會海洋保育署

OCEAN CONSERVATION ADMINISTRATION,  
OCEAN AFFAIRS COUNCIL



Co-funded by  
the European Union



European Union  
Civil Protection



Mediterranean  
Marine Oil & HNS  
Pollution  
Cooperation

English edition © 2021 - Project WestMOPoCo  
Alcaro L., Brandt J., Giraud W., Mannozi M., Nicolas-Kopec A. *MARINE HNS  
RESPONSE MANUAL Multi-regional Bonn Agreement, HELCOM, REMPEC.*  
Printed in Malta - Impression Limited  
Project WestMoPoCo, 2021. 321 p.

This Manual is available at [www.westmopoco.rempec.org](http://www.westmopoco.rempec.org)  
Formatting and graphic design: Camille Laot

© 2024 - Project WestMOPoCo - Traduction

Cover picture : © Cedre - SCOPE2017 (Skagerrak Chemical Oilspill Pollution  
Exercise) - Co-funded by European Union Civil Protection

ISBN N°: 978-2-87893-146-4

# MARINE HNS RESPONSE MANUAL

## Multi-regional Bonn Agreement, HELCOM, REMPEC

Authors:

Luigi Alcaro<sup>2</sup>, Julke Brandt<sup>3</sup>, William Giraud<sup>1</sup>,  
Michela Mannozi<sup>2</sup>, Annabelle Nicolas-Kopec<sup>3</sup>



[www.cedre.fr](http://www.cedre.fr)

[contact@cedre.fr](mailto:contact@cedre.fr)



[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

[urp@isprambiente.it](mailto:urp@isprambiente.it)



[www.itopf.org](http://www.itopf.org)

[central@itopf.org](mailto:central@itopf.org)

## 免責聲明

West MOPoCo (西地中海海洋石油污染合作組織) 本計劃內的所有資料均可做一般用途使用，但不得應用於任何商業目的。未經 West MOPoCo 授權不可對本手冊內容或格式進行任何修改、檢閱和更新，並應參考計畫內原始文件應用。West MOPoCo 對於原始文件進行的修改應通知作者以記錄修改情況。West MOPoCo 不主張資料正確無誤且不作任何保證，且對於本手冊的準確性、完整性或有效性不承擔任何法律責任。

West MOPoCo 對於因使用本資料而造成的任何直接、間接或後果性損害不承擔任何有關責任或義務。

本手冊的內容僅代表作者個人的觀點，相關責任作者自負。歐盟委員會對其所含資訊的使用不承擔任何責任。

未經 West MOPoCo 事先同意，不得以任何形式或方式 (電子、機械、影印、錄音或其他方式) 複製、儲存在檢索系統中或傳播本出版物的任何部分。

未經版權所有者的書面許可，不得複製或翻拍照片以及所有受版權保護的數據。如果提及來源，我們網站上提供的其他數據可能會被複製。

網站上使用的名稱和材料的介紹並不代表 SGMer 和項目合作夥伴對任何州、領地、城市或地區或其當局的法律地位表達任何意見，或關於邊界或邊界的劃定。

國際海事組織 IMO 的資料經國際海事組織 (IMO) 許可複製，IMO 不對複製材料的正確性負責；如有疑問，以 IMO 的真實文本為準。讀者應向其國家海事局查詢任何進一步的修訂或最新建議。國際海事組織, 4 Albert Embankment, London, SE1 7SR, United Kingdom

## 前言

西地中海地區海洋石油和 HNS 污染合作組織 ( West MOPoCo ) 支持阿爾及利亞、法國、意大利、馬耳他、摩洛哥、西班牙和突尼斯與摩納哥合作，加強它們在石油和危險品的準備和應變領域的合作。有毒物質 (HNS) 海洋污染以及提高其應變能力的程度和協同工作能力。

該項目是通過區域間努力實施的，包括地中海區域海洋污染緊急應變中心(REMPEC)、大北海波昂協定及其方法以及赫爾辛基委員會 (HELCOM)的參與波羅的海。該項目得益於 Cedre、ISPRA 和 ITOPF 等專家合作機構的技術支持和專業知識。

本手冊應波昂協定書記處、HELCOM 和 REMPEC 的要求，由 Cedre、ISPRA 和 ITOPF 在 West MOPoCo 項目的架構內製定，以提供有關 HNS 污染準備和應變的最新資訊。在起草過程的每一步都諮詢了三項區域公約成員國的國家主管當局，以確保該手冊滿足他們的業務需求，並利用他們在應變海上化學品洩漏方面的國家經驗來豐富該手冊。

更多資訊，請參考：



[www.bonnagreement.org](http://www.bonnagreement.org)

[secretariat@bonnagreement.org](mailto:secretariat@bonnagreement.org)



[www.helcom.fi](http://www.helcom.fi)

[secretariat@helcom.fi](mailto:secretariat@helcom.fi)



[www.rempec.org](http://www.rempec.org)

[rempec@rempec.org](mailto:rempec@rempec.org)

本手冊為 Cedre 授權海洋委員會海洋保育署所作的翻譯版，由國立高雄科技大學南區毒災應變諮詢中心翻譯。

本手冊原文英文版可在 [www.westmopoco.rempec.org](http://www.westmopoco.rempec.org) 上取得。

本手冊的內容也可通過 MIDSIS TROCS 4.0 的決策樹獲得，新的海事運輸化學物質綜合決策支持資訊系統也在 West MOPoCo 下更新和升級項目。該工具旨在作為現場(可下載的離線應用程序)或辦公室(線上版本)使用的參考，旨在通過決策樹以結構化格式為決策者提供應變海洋化學緊急情況的選項。MIDSIS TROCS 4.0 可在 REMPEC 的網站上獲得：[midsis.rempec.org](http://midsis.rempec.org)。

# 目錄

## 前言

1. 簡介.....	1
1.1 適用範圍.....	1
1.2 HNS 定義.....	1
2. IMO 公約、協議和規則.....	3
2.1 與 HNS 運輸相關的 IMO 公約.....	4
2.2 與 HNS 運輸相關的 IMO 協議.....	5
2.3 與 HNS 運輸相關的 IMO 規則.....	6
2.3.1 國際運輸散裝液化氣體船舶構造與設備規則 ( IGC 規則 ) .....	6
2.3.2 國際運輸散裝危險化學品船舶構造與設備規則 ( IBC 規則 ) .....	7
2.3.3 國際海運散裝固態貨物規則 ( IMSBC Code ) .....	8
2.3.4 國際海運危險品規則 ( IMDG Code ) .....	9
3. HNS 危害和行為分類.....	14
3.1 HNS 在海上洩漏時的物理歸宿和行為.....	14
3.2 危害 ( Hazard ) .....	16
3.2.1 危害：爆炸性.....	17
3.2.2 危害：易燃性.....	18
3.2.3 危害：氧化.....	20
3.2.4 危害：腐蝕.....	20
3.2.5 危險：反應性.....	21
3.2.6 對環境和人體健康的危害.....	22
3.2.6.1 對環境的危害 ( 生態毒性 ) .....	22
3.2.6.2 危害人體健康.....	24
4. 整備.....	27
4.1 簡介.....	27

4.2 法律架構.....	27
4.3 利害關係人 .....	28
4.4 風險和敏感性評估 .....	31
4.4.1 風險評估 .....	31
4.4.2 挑戰.....	32
4.4.3 繪製敏感性地圖 ( sensitivity mapping ) .....	33
4.5 應變計畫.....	34
4.5.1 目標和範圍.....	34
4.5.2 撰寫過程.....	35
4.5.2.1 團隊和資源 .....	35
4.5.2.2 考慮的步驟 .....	36
4.5.2.3 結構 .....	37
4.5.2.4 驗證 .....	39
4.5.2.5 修訂和更新 .....	39
4.5.3 行動計劃 - 關鍵問題.....	40
4.5.3.1 初步行動.....	40
4.5.3.2 管理 .....	41
4.5.3.3 應變策略.....	43
4.6 資源管理.....	48
4.6.1 人力資源.....	48
4.6.2 訓練.....	48
4.6.3 演練.....	49
4.6.4 材料和設備.....	50
4.6.4.1 應變設備.....	50
4.6.4.2 庫存和儲存 .....	51
4.6.4.3 維護保養.....	52
5. 應變.....	53

5.1 簡介 .....	53
5.2 可能應變方案的概述 .....	55
5.3 通報和資訊收集.....	56
5.3.1 通報 .....	56
5.3.2 數據收集 .....	56
5.4 決策 .....	57
5.4.1 誰負責決策？ .....	57
5.4.2 事故管理團隊內部的決策動態 .....	57
5.4.2.1 事故升級.....	58
5.4.2.2 基於危害和應變的決策反饋迴路 .....	59
5.5 初步行動.....	60
5.6 現場應變.....	60
5.6.1 防護.....	60
5.6.2 監測.....	61
5.6.2.1 模擬 .....	61
5.6.2.2 遙測 .....	62
5.6.2.3 測量和分析 .....	62
5.6.2.4 實施監測.....	63
5.6.2.4.1 為什麼監測？ .....	63
5.6.2.4.2 誰負責監測？ .....	63
5.6.2.4.3 應該在哪裡進行監測？ .....	64
5.6.2.4.4 監測策略的準備 .....	65
5.6.3 應變技術 .....	65
5.6.3.1 針對船舶的行動.....	66
5.6.3.2 污染物導向行動.....	66
6. 洩漏後管理.....	68
6.1 船肇 HNS 事故期間的文件、記錄和費用回收.....	68



6.1.1 立法 - 賠償的法律依據 .....	68
6.1.2 船東互保協會 ( P&I Club ) /保險公司.....	70
6.1.2.1 HNS 公約及其 2010 年議定書.....	71
6.1.2.2 歐盟-環境責任指令 .....	72
6.1.3 索賠的類型.....	72
6.1.4 索賠程序 .....	73
6.1.5 總結 .....	74
6.2 洩漏後監測 .....	74
6.3 事故檢討.....	77
7. 案例研究.....	80
8. 資料頁 .....	81
國際海事組織 ( IMO ) 公約、議定書和守則.....	84
2.1 GESAMP 危險簡介.....	84
HNS 行為和危害 .....	87
3.1 安全資料表內容.....	87
3.2 GHS 與 UN TDG.....	89
應變計畫 .....	91
4.1 外部溝通.....	91
4.2 記者招待會 .....	93
4.3 內部溝通.....	95
4.4 廢棄物管理 .....	97
4.5 應變船舶.....	101
4.6 取得和維護 .....	105
應變.....	108
5.1 事故通報.....	108
5.2 事故數據收集 .....	110
5.3 資訊資源.....	112

5.4 包裝貨物標識 .....	115
5.5 情況評估 .....	120
5.6 應變注意事項：易燃易爆物質 .....	123
5.7 應變注意事項：毒性物質 .....	126
5.8 應變注意事項：腐蝕性物質 .....	129
5.9 應變注意事項：反應性物質 .....	133
5.10 液化天然氣 .....	138
5.11 HNS 洩漏模擬 .....	143
5.12 非危險貨物 .....	147
5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物 .....	149
5.14 應變注意事項：漂浮物 .....	154
5.15 應變注意事項：溶解物 .....	160
5.16 應變注意事項：沉降物 .....	165
5.17 初步行動（事故船） .....	170
5.18 初步行動（應變人員） .....	172
5.19 安全區 .....	174
5.20 個人防護裝備 .....	176
5.21 除污 .....	182
5.22 遙測技術 .....	187
5.23 物質標記 .....	189
5.24 遠端操控載具 .....	191
5.25 用於初期應變人員的可攜式氣體偵測器 .....	195
5.26 採樣技術和協定 .....	198
5.27 HNS 檢測和分析方法 .....	202
5.28 緊急登船 .....	205
5.29 緊急拖曳 .....	208
5.30 避難場所 .....	212

5.31 貨物轉移 .....	214
5.32 密封和堵塞 .....	217
5.33 沉船應變 .....	220
5.34 使用水幕 .....	224
5.35 使用泡沫 .....	227
5.36 自然衰減和監測 .....	231
5.37 使用吸收劑 .....	234
5.38 水層的 HNS 應變 .....	238
5.39 海底 HNS 應變 .....	242
5.40 岸上 HNS 應變 .....	247
5.41 包裝貨物應變 .....	251
5.42 圍堵技術：攔油索 .....	259
5.43 回收技術：幫浦和汲油器 .....	263
5.44 野生生物應變 .....	267
洩漏後管理 .....	270
6.1 索賠流程 .....	270
6.2 環境修復和恢復 .....	274
案例研究 .....	277
7.1 Bow Eagle .....	277
7.2 Ece .....	280
7.3 Aleyna Mercan .....	283
7.4 Eurocargo Venezia .....	286
7.5 MSC Flaminia .....	289
9 附件 .....	291
附件 1-一般資訊 .....	292
附件 2- 關於區域特殊性的資訊 - Bonn Agreement 《波昂協定》 .....	294
附件 3 - 關於區域特殊性的資訊 - HELCOM .....	296

附件 4 - 區域特殊性資訊 - REMPEC .....	297
參考文獻.....	304

## 圖目錄

圖 1：根據 HNS 公約和 OPRC HNS 協議對 HNS 的定義。	2
圖 2：海事組織與海上 HNS 運輸有關的公約、議定書和守則。	4
圖 3：有通過 2010 HNS Protocol 與/或 2000 OPRC-HNS 的國家	5
圖 4：IMO 規則概覽。	6
圖 5：IMSBC 代碼輸入示例 - 硝酸鎂 UN 1474。	9
圖 6：兩種最常見的聯運乾貨貨櫃(集裝箱)尺寸。	11
圖 7：IMDG 規則的分類圖示。	11
圖 8：IMDG 規則頁條目示例。	12
圖 9：IMDG Code 提供之多式聯運危險貨物表格。	13
圖 10：最初由危害驅動、後來由歸宿和行為驅動的第一應變行動如何隨時間變化。	14
圖 11：使用溶解度、蒸氣壓和密度來確定物質在海水中的行為。	16
圖 12：沸騰液體膨脹蒸汽爆炸 (BLEVE) 順序。	18
圖 13：燃燒三角形。	19
圖 14：苯的可燃範圍。	19
圖 15：對應變人員氨的易燃性和吸入危害的表示。	26
圖 16：整備過程的主要步驟。	27
圖 17：MOPoCo 西部地區的區域協調。	28
圖 18：參與洩漏應變的有效利害關係人的屬性和主要任務。	29
圖 19：參與海洋 HNS 事故後實施應變的潛在利害關係人的主要作用和相關性。	29
圖 20：制定應變計劃(CP)的風險評估流程和下游步驟。	32
圖 21：繪製敏感性地圖範例，其中顏色編碼區域對應於不同的敏感度級別。	34
圖 22：工業應變計畫規劃的整體流程。	37
圖 23：草擬應變計畫的工具與文獻。	38
圖 24：分級整備與應變計畫的傳統定義與同心圓的方式來定義分級應變的能量。	41
圖 25：典型事故指揮系統的結構。	42
圖 26：以功能為主的結構中，典型通訊結構的流程圖。	43

圖 27：根據主要行為和事故地點對散裝 HNS 貨物洩漏做出應變的決策支援。	44
圖 28：透過作業行動卡制定策略的主要步驟。	46
圖 29：全球廢棄物管理流程。	47
圖 30：“廢棄物層級”或廢棄物管理步驟。	47
圖 31：不同類型演習項目的漸進發展。	50
圖 32：基於危害的決策樹。	58
圖 33：以行為為基礎的決策樹流程圖。	59
圖 34：調查和監測的三個主要組成部分。	61
圖 35：不同階段應變監測的目標。	63
圖 36：環境空間與對應的量測目標。	64
圖 37：從事故到理賠和解：索賠流程。	74
圖 38：進行事件審查流程的主要步驟。	79
圖 39：鹽酸的 GESAMP 危險簡介圖示。	86
圖 40：GHS 圖示。	89
圖 41：根據聯合國的建議書對危險品的分類。	90
圖 42：溝通計劃。	91
圖 43：與外部溝通相關的關鍵問題	92
圖 44：與內部溝通相關的主要問題。	95
圖 45：事故區域的劃分。	103
圖 46：各貨物類型的可用資訊來源。	111
圖 47：資訊來源。	112
圖 48：貨櫃內有不同聯合國編號的危險貨物或一個危險貨物有次要的危害	116
圖 49：箱子標識的範例。	118
圖 50：聯合國液體和固體包裝標識。	119
圖 51：情況評估的 3 個主要步驟。	121
圖 52：風險評估。	124
圖 53：對人類健康的毒性。	127

圖 54：液化天然氣外洩的決策樹。	141
圖 55：歸宿模式的輸出。	143
圖 56：海面上污染物的軌跡。	144
圖 57：空氣中污染物的軌跡。	144
圖 58：應變模式的輸出。	145
圖 59：安全區。	175
圖 60：關於防護等級的 PPE 清單。	178
圖 61：建立除污計畫的要點。	183
圖 62：除污區配置。	185
圖 63：顯示水下、水面和空中技術的圖表	191
圖 64：監管鏈表格。	198
圖 65：登船位置示例。	206
圖 66：最適合的登船位置辨識。	206
圖 67：應急拖曳計畫的建議步驟。	209
圖 68：化學輪 Ruby-T 號船頭的拖曳繩佈置範例和緊急拖曳裝置配置範例。	210
圖 69：沉船應變決策樹。	223
圖 70：水幕。	224
圖 71：產生水幕。	226
圖 72：燃燒浮油上的泡沫毯。	227
圖 73：水中 HNS 應變的決策樹。	241
圖 74：海底 HNS 應變的決策樹。	246
圖 75：包裹的漂浮性。	252
圖 76：包裝貨物應變決策樹。	258
圖 77：HNS 事故後的第一步。	259
圖 78：HNS 事故後的第二步。	263
圖 79：從事件到解決：理賠流程。	271

## 表目錄

表 1：根據 IBC 規則的鹽酸條目示。 .....	7
表 2：鹽酸的部分 IBC 代碼條目示例。 .....	8
表 3：短期和長期接觸及影響-示例。 .....	23
表 4：AEGL 示例 - 氨 ( 來源：EPA )。 .....	25
表 5：不同環境中 HNS 洩漏後要實施的行動應對挑戰。 .....	33
表 6：應變計畫的基本架構範例。 .....	39
表 7：附錄或支持文件。 .....	39
表 8：LLMC 1996 協議修正案規定的船東責任限額。 .....	70
表 9：建立事件審查的非正式評估和正式審查的主要特徵。 .....	78
表 10：GESAMP 危害評估程序中使用的危害標準/終點。 .....	85
表 11：使用物質的風險評估 .....	88
表 12：危害性化學物質與危險品。 .....	90
表 13：海上 HNS 洩漏可能產生的廢棄物類型。 .....	97
表 14：根據劃定區域的船舶應變 ( 來源 EMSA，2012 )。 .....	104
表 15：資訊收集。 .....	110
表 16：依據 IMDG 規則第 6 章的包裝類型與材質。 .....	117
表 17：情況評估的三個主要步驟之說明。 .....	121
表 18：易燃易爆物質：適用性和主要風險。 .....	124
表 19：毒性物質：適用性和主要風險。 .....	126
表 20：腐蝕性物質：適用性和主要風險。 .....	129
表 21：涉及反應性物質的事故的相關案例研究。 .....	133
表 22：反應性物質。 .....	134
表 23：液化天然氣類型。 .....	138
表 24：液化天然氣的物理和化學性質。 .....	139
表 25：涉及液化天然氣的事故，依據事故的起因而產生對人、環境和便利設施的影響。 .....	140



表 26：可用模式。	146
表 27：依據產品性質和運輸類型，可能發生的事件、潛在影響和應變選項示例。	148
表 28：氣體和蒸發物的行為。	149
表 29：影響氣體和蒸發物行為和歸宿的過程和因素。	149
表 30：影響海洋環境的氣態/蒸發物化學物質示例。	153
表 31：漂浮物的行為。	154
表 32：影響海上事故中漂浮物行為和歸宿的過程和因素。	154
表 33：對健康和/或海洋環境造成危害的漂浮物示例。	159
表 34：溶解物的行為。	160
表 35：影響溶解物在海上事故中的行為和歸宿的過程和因素。	160
表 36：對健康和/或海洋環境造成危害的溶解物示例。	164
表 37：沉降物的行為。	165
表 38：影響沉船在海上事故中的行為和歸宿的過程和因素。	165
表 39：對健康和/或海洋環境造成危害的沉降化學品示例。	169
表 40：對該物質作出反應的立即行動。	173
表 41：不同類型的區域和潛在影響，以及根據危害考慮的限制。	174
表 42：建立安全區的程序。	175
表 43：歐盟和美國 PPE 分類系統。	177
表 44：根據所需保護級別的 PPE 清單 (歐洲類別)。	179
表 45：除污方法和配置。	184
表 46：遙測平台的操作優勢和局限性。	187
表 47：現有探測器的主要類型和關鍵特性。	188
表 48：標記。	190
表 49：遠程操作設備的用途。	192
表 50：ROV 等級。	192
表 51：常用的攜帶式偵測器。	195
表 52：與氣體有關的不同變量、參考措施和應變行動。	196

表 53：採樣技術和注意事項。	200
表 54：樣品儲存方法。	201
表 55：分析設備特徵參數的定義。	202
表 56：主要檢測設備。	203
表 57：與檢測相關的操作注意事項。	204
表 58：登船的優缺點。	205
表 59：HNS 特定風險和相關行動。	210
表 60：密封和堵塞的技術和設備。	219
表 61：污染物回收設備類型。	222
表 62：膨脹倍率取決於操作條件。	228
表 63：泡沫類型。	229
表 64：吸附劑的使用。	236
表 65：回收設備。	244
表 66：岩岸。	248
表 67：沙岸。	249
表 68：海洋環境中的行為和歸宿。	251
表 69：包裝貨物應變的方法和應用。	255
表 70：圍堵設備。	261
表 71：機械設備。	264
表 72：手動工具。	265

# 1.簡介

## 1.1 適用範圍

海運通常被描述為“全球化貿易和製造業供應鏈的支柱”，因全球貿易超過 80%的數量是通過海運所進行。

部分在海運中的貨物被定義為有害有毒物質(Hazardous and Noxious Substances, HNS)，在海運過程中可能由於非法排放或諸如擱淺、碰撞等海事事故，造成 HNS 釋出至海洋中；雖然涉及 HNS 洩漏的重大事故較稀少，但 HNS 洩漏事故往往複雜而難以處理，且對於人體健康、環境和社會經濟資源產生嚴重影響。特別與 HNS 事故應變相關挑戰是 HNS 物質的差異性，包含呈現各類危害(舉例物理危害，如火災和爆炸；健康危害，如毒性和環境危害)和不同物質特性展現(氣體/蒸發、漂浮、溶解、沉降)。

本海洋 HNS 應變手冊目的為提供當下位於海上及港口發生 HNS 事故的人員和決策者操作指南。本手冊並未涵蓋 HNS 事故相關的全部層面，但介紹了海上和陸上 HNS 洩漏相關的應變技術(但不包括搜索和救援、海上救助、醫療等主題)。HNS 海洋應變手冊由三部分組成：

1. 介紹 HNS 應變策略的概念相關背景訊息於本手冊的七個章節中；
2. 操作概要說明書和決策流程圖；
3. 如附件 I、II 和 III 包含區域特性(海運資訊、易受影響資源)針對於波羅的海(赫爾辛基委員會(HELCOM))、北海(波昂協定)和地中海(區域海洋污染地中海應急應變中心(REMPEC))。

## 1.2 HNS 定義

HNS 依據兩個不同的關鍵定義：2000 OPRC-HNS 協議和 2010 HNS 公約。根據 2000 年 OPRC-HNS 協議(IMO, 2002)，HNS 被定義為“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”。

另一方面，HNS 公約(IMO, 2010)定義中包含石油，並提供了各種國際海事組織(IMO)公約和規範所定義的 HNS 種類的詳細列表：

- a) “於船上作為貨物載運的任何物質、材料和物品，參考下文(i)至(vii)中：
  - (i) 依據附件一第 1 條 1973 年《國際防止船舶造成污染公約, International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL》所定義，經 1978 年相關議定書修訂之散裝運輸的油類，；

- (ii) 依據附件二第 1.10 條 1973 年《國際防止船舶造成污染公約》所定義，經 1978 年議定書修訂之運輸散裝有毒液態物質，以及根據附件二第 6.3 條符合污染物種類 X、Y 或 Z 的物質和混合物；
- (iii) 依據《國際運輸散裝危險化學品船舶構造和設備規則, Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk》，經修訂，第 17 章所列之散裝運輸的危險液態物質，及根據規則第 1.1.6 段已初步符合主管機關和港務管理局之運輸條件的危險品；
- (iv) 依據《國際海運危險貨物規則, International Maritime Dangerous Goods Code, IMDG Code》，經修訂，涵蓋具危險性和有害性之物質、材料和經包裝物品；
- (v) 依據《國際運輸散裝液化氣體船舶構造和設備規則, Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk》，經修訂，第 19 章所列之液化氣體，
- (vi) 散裝運輸液體物質的閃火點不超過 60°C ( 通過閉杯閃火點測試 )
- (vii) 散裝具有化學危險性的固態材料涵蓋於《國際海運送散裝固態貨物規則, International Maritime Solid Bulk Cargoes Code, IMSBC Code》，經修訂，在一定程度上，這些物質於運輸時也受規範於 1996 年生效的《國際海運危險貨物規則》；

b) 先前運輸散裝物質的殘留物適用於上述(a) (i)至(iii)和(v)至(vii)。”

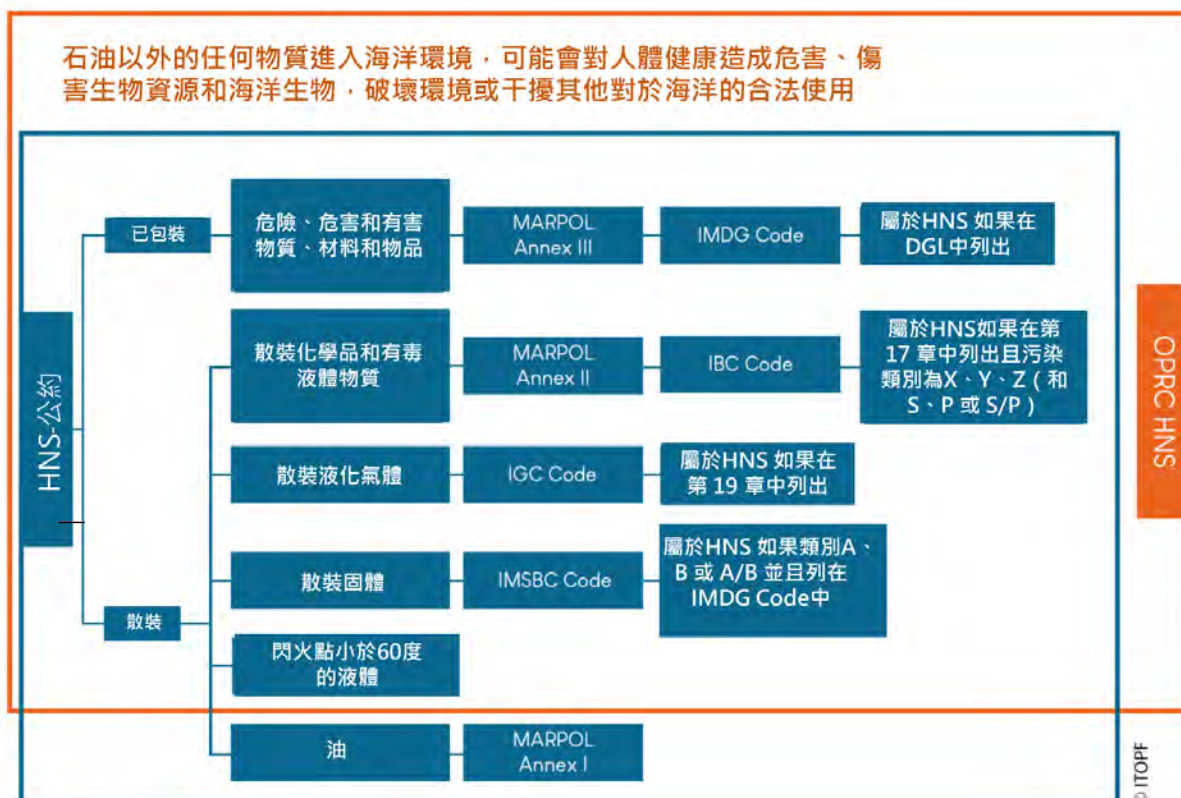


圖 1：根據 HNS 公約和 OPRC HNS 協議對 HNS 的定義。

## 2. IMO 公約、協議和規則

國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) 為聯合國所屬專門機構，是國際航運安全、防護和環境保護績效的標準制定機構。它的主要角色是為航運業打造一個能普遍適用且有效的管理制度，為實現這一目標，IMO 使用五項重要文書：公約、議定書、修正案、建議書（包括守則和指南）和決議。國際海事組織(IMO)批准這些文書，而目前 174 個成員國的國家政府負責實施。迄今為止，IMO 已經通過了 50 多項國際公約和協議(IMO，2021)，以及大量的議定書和修正案。

IMO 關於商船安全和預防船舶污染海洋環境的兩個主要公約分別為：國際海上生命安全公約 ( Convention for the Safety of Life at Sea SOLAS 74 ) 和國際預防船舶污染公約 ( International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL 73/78) 。

SOLAS ( IMO，2020b ) 和 MARPOL ( IMO，2017 ) 指的是依據 HNS 公約的各種與 HNS 運輸相關 IMO 公約：

- IMDG 規則, (International Maritime Dangerous Goods Code, 國際海運危險貨物規則 ) ;
- IBC 規則 ( International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk, 國際海運散裝危險化學品之船舶構造和設備規則 ) ;
- IGC 規則 ( International Gas Carrier Code, 國際氣體運輸規則 ) ;
- IMSBC 規則 ( International Maritime Solid Bulk Cargoes Code, 國際海運散裝固態貨物規則 ) 。

公約一旦獲得批准並在國家法律中實施，就對締約方/成員國具有強制性。

另一方面，IMO 規則 ( 如 IMDG 規則 ) 通常是一種建議。

除了公約，2010 HNS 協議還討論責任和賠償相關主題，而 OPRC-HNS 協議則側重於應變計畫和準備。

議定書為補充立法，以增加或補足現有公約或條約。原公約的締約方可個別同意加入其議定書。



圖 2：海事組織與海上 HNS 運輸有關的公約、議定書和守則。

## 2.1 與 HNS 運輸相關的 IMO 公約

SOLAS 1974 規定了船舶建造、設備和運營符合安全的最低標準。公約第七章專門針對經包裝的危險貨物、散裝固態危險貨物、危險散裝液態化學品和散裝液化氣體的運輸。

MARPOL 73/78 為主要的國際公約，涵蓋防止船舶因操作或意外原因造成海洋環境污染，並涉及規範防止油類污染( 附件 I )、散裝有毒液態物質( 附件 II )、海運經包裝的有害物質( 附件 III )、污水 ( 附件 IV )、垃圾 ( 附件 V ) 和空氣污染 ( 附件 VI )。MARPOL 附件 II 和 IBC 規則將有毒液態物質分為四類：

- 第 X 類：對海洋資源或人類健康構成重大危害的物質，因此禁止排放到海洋環境中 ( 例如磷、白磷或黃磷 )；
- 第 Y 類：危害海洋資源或人類健康或對海洋環境或其他合法海洋用途造成傷害的物質，因此限制排放到海洋環境中的質量和數量 ( 例如苯乙烯 ) ；
- 第 Z 類：對海洋資源和/或人類健康造成輕微危害的物質，因此對排放到海洋環境中的質量和數量實行較不嚴格的限制 ( 例如，丙酮 )；
- OS 類：其他非有害，且不受 MAR POL 附件 II 限制物質 ( 例如糖蜜 )

MARPOL 附件 III 規定防止有害物質污染的包裝形式，包含包裝、標記、標籤、紀錄、裝載量、總量限制、特例情況和防止有害物質污染通報的詳細標準。

## 2.2 與 HNS 運輸相關的 IMO 協議

《關於對有害有毒物質污染事件的整備、應變和合作的議定書, The Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to Pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances》( OPRC-HNS · 2000 ) 旨在為國際合作建立一個全球性體系, 並迫使各國做好準備, 應對載有 HNS 船舶可能造成的重大海洋污染事件或威脅。此議定書遵循了《國際油污防護、應對和合作公約, International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation》( OPRC · 1990 ) 的原則。

《國際海上運輸有害有毒物質的損害責任和賠償公約》( HNS 公約 · 1996 ) 於 1996 年採用, 此公約旨在確保受影響人員的人身傷害或財產損害能夠進行賠償, 公約以《國際油污損害民事責任公約》( CLC 公約 ) 和《設立國際油污損害賠償基金國際公約》( 基金公約 · 1992 ) 為藍本, 涵蓋來自油輪之具持續性油類所造成的污染損害。然而直到 2009 年, 1996 年所採用的 HNS 公約仍未生效( 由於批准數量不足 ), 因此制定並通過了 HNS 公約議定書( HNS 議定書 · 2010 ), 於 2010 年採用之 HNS 議定書, 旨在解決阻擋部分國家去批准最初 HNS 公約的實際問題 ( IOPC 基金 · 2019 )。然而至 2010 年 HNS 議定書仍未生效, 因此 HNS 事故的賠償依舊遵循各國家法規( 6.1.1 立法-對於賠償的法律依據 )。 ”

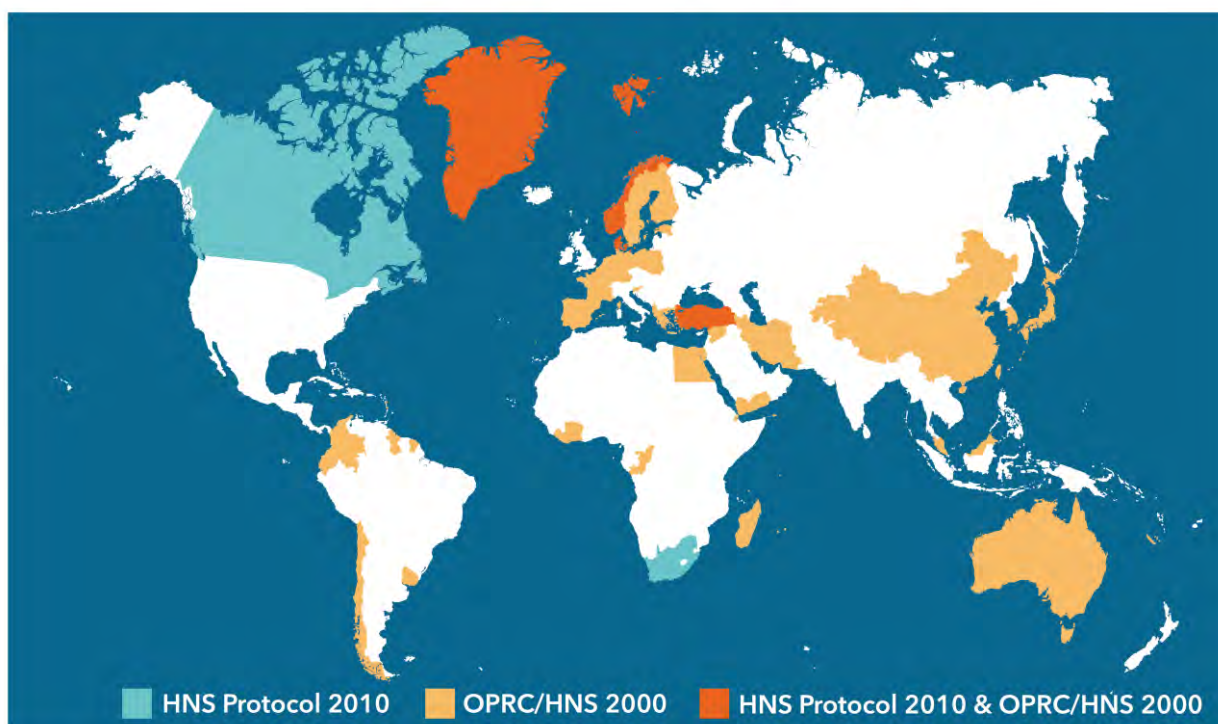


圖 3 : 有通過 2010 HNS Protocol 與/或 2000 OPRC-HNS 的國家, 更新資料可於下網址找到 [www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/StatusOf-Conventions.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/StatusOf-Conventions.aspx) 。

## 2.3 與 HNS 運輸相關的 IMO 規則

許多不同 IMO 規則都提及 HNS 和穀物的安全運輸，這些規則於相關段落裡進行了更詳細的解釋，且都會進行定期修改。值得注意的是 IBC、IGC 和 IMSBC 規則中有包含對於非危險貨物的規定，而 IMDG 規則僅涉及 HNS。國際散裝穀物安全運輸規則（國際穀物規則）涵蓋了小麥、玉米（玉蜀黍）、燕麥、黑麥、大麥、稻米、豆類、種子及其加工形式的明確運輸注意事項。由於該規則的內容並未提及與此類物質洩漏相關的物理或環境危害，因此未進一步詳細說明。”

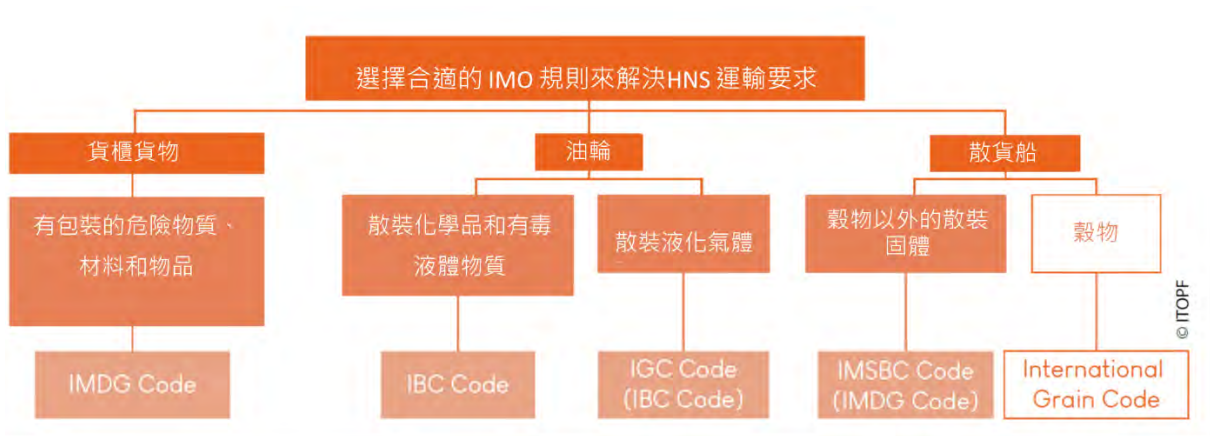


圖 4：IMO 規則概覽。

### 2.3.1 國際運輸散裝液化氣體船舶構造與設備規則（IGC 規則）

“IGC 規則”（國際運輸散裝液化氣體船舶構造和設備規則）規定了海上散裝液化氣體安全運輸的國際標準，該規範定義了船舶設計和建造標準以及設備要求，旨在將船舶、船員和環境所面臨的風險降至最低（IMO，2016）。而 IGF 規則（使用氣體或其他低閃火點燃料的船舶安全國際規則）中提供對於了使用氣體或低閃火點液體（例如燃料）的船舶額外標準。

三種不同類型氣態貨物可被區分為 LNG（液化天然氣）、LPG（液化石油氣）涵蓋丁烷和丙烷（或兩者的混合物）和多種化學氣體（如氨）。

根據貨物的性質，可能使用液化天然氣運輸船、冷藏船、乙烯運輸船、半加壓船或加壓船運輸。依據 IGC 規則所載貨物的潛在危險性，所有受 IGC 規則約束的船舶被劃分為四種類型（1G、2G、2PG、3G）：

- 1G 型船舶運用於運輸總體危險程度最大的產品（例如氯氣、環氧乙烷）。
- 2G/2PG 型設計用於運載危險程度較低的產品（例如氨、丙烷）
- 3G 型運載危險性最低的產品（例如氮氣、二氧化碳）。

根據船舶的類型，產品可以單獨存放於儲槽中：

- A 型（盒形或棱柱形）
- B 型（球形或棱柱形）
- C 型（球形或圓柱形）、薄膜式儲槽(membrane tank)、整體式儲槽(integral tank)或半



透膜式儲槽 ( semi-membrane tank )

規則中提及的所有液化氣體均列於 IGC 規則第 19 章；所有帶星號的產品名稱也包含在 IBC 規則中。



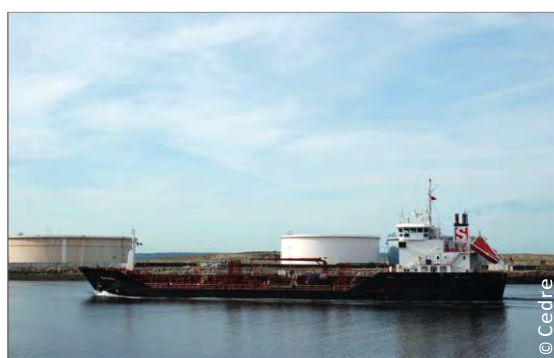
乙烯船珊瑚葉(Coral Leaf)

### 2.3.2 國際運輸散裝危險化學品船舶構造與設備規則 ( IBC 規則 )

1986 年 7 月 1 日之後建造的化學品油輪必須遵守 IBC 規則，該規則制定了海上散裝危險化學品和有毒液態物質安全運輸的國際標準，也規定了運輸散裝液態化學品的船舶的設計和建造標準，並確認需運輸的設備，以盡量減少船舶、船員和環境對於產品性質方面的風險 ( IMO, 2016a )。IBC 規則 ( 與 MARPOL 附件 II 一致 ) 將有毒液態物質分為四個污染類別。

除了這些污染類別，該規範還指示了物質在火災、健康、反應性和海洋污染危害方面是否屬於安全 ( “S” ) 和/或污染 ( “P” ) 危害。

IBC 規則中第 17 章包含化學品清單，按產品名稱 ( a 列 )、污染類別 ( c 列 ) 和危害 ( d 列 )，依船舶/儲槽類型和最低設備要求的列排。



化學輪

a	c	d	e	f
鹽酸	Z	S/P	3	1G

表 1：根據 IBC 規則的鹽酸條目示。

例(a)產品名稱：鹽酸，(c)污染類別：Z，對海洋資源和/或人類構成輕微危害的物質健康排放，但被認為是 (d) 危害：安全/污染，(f)儲槽類型：1G，獨立重力儲槽

(a)	(c)	(d)	(e)	(f)
產品名稱	污染類別	危害	船型	罐型
鹽酸	Z	S/P	3	1G
	對海洋資源和/或人類健康造成輕微危害的物質，因此有理由對排放到海洋環境中的質量和數量施加較不嚴格的限制	安全/污染危害	用於運輸具有足夠嚴重環境和安全危害的產品的化學品船，這些產品需要中等程度的圍護以提高在損壞條件下的生存能力	獨立重力儲槽

表 2：鹽酸的部分 IBC 代碼條目示例。

IBC 規則中列出的所有運輸散裝的有毒液態物質 ( MARPOL 附件 II ) 的危害是由海洋環境保護科學方面聯合專家群 ( GESAMP ) 所評估而成。GESAMP 是一個於 1969 年所成立的諮詢機構，以海洋環境保護的科學方面向聯合國 (UN) 機構提供建議 2.1 GESAMP 危害概況。

### 2.3.3 國際海運散裝固態貨物規則 ( IMSBC Code )

IMSBC 規則 ( 國際海運散裝固態貨物規則 ) 透過提供與其運輸貨物相關危險性的資訊來滿足散裝固態貨物安全積載和運輸的特定要求 ( IMO · 2020c )。IMSBC 規則將貨物分為三類：

- A 組：可能液化的貨物 ( 例如魚、煤漿 ) ；
- B 組：具有化學危險的貨物 ( 根據 IMDG 規則的危險標準 ( 例如硝酸鎂 ) 或 IMSBC 規則的 “ 僅散裝危險材料 ” ( MHB ) 標準 ( 例如石灰 ) ) ；
- C 組：既不是易於液化也不具有化學危險性貨物 ( 例如鐵礦石、鵝卵石 ) 。



靈便型 La Briantais

IMSBC 規則的附錄 1 列出了該規則適用的每種物質的物理特性、其危害性、設備和運輸要求以及應急程序。

硝酸鎂 UN 1474			
描述： 白色結晶，易溶於水。吸濕性。			
特徵			
物理特性			
尺寸	休止角	散裝密度 ( kg/m <sup>3</sup> )	積載係數 ( m <sup>3</sup> /t )
不適用	不適用		
危害分類			
級別	次要危害	MHB	組別
5.1	不適用		B
緊急程序			
需要攜帶的特殊應急設備	緊急程序	發生火災時的緊急行動	醫療急救
防護服 ( 手套、靴子、防護罩和頭盔 )。自給式呼吸器。噴嘴。	穿戴防護服和自給式呼吸器	使用大量的水，最好以噴霧的形式使用，以避免干擾材料的表面。該材料可能會熔化或融化，在這種情況下，水的應用可能會導致熔化材料的廣泛散佈。排除空氣或使用二氧化碳將無法控制火勢。應適當考慮積水對船舶穩性的影響。	請參閱經修訂的醫療急救指南(MFAG)

圖 5：IMSBC 代碼輸入示例 - 硝酸鎂 UN 1474。

### 2.3.4 國際海運危險品規則 ( IMDG Code )

IMDG 規則 ( 國際海運危險貨物規則 ) 規定了海上安全運輸有害有毒物質、材料和經包裝的物品 ( IMO · 2020a )。IMDG 規則基於聯合國危險貨物運輸的建議書，也稱為聯合國示範條例 ( 3.2 GHS vs UN DG )，此規則為所有運輸方式 ( 空運、公路、鐵路和海運 ) 提供架構規範如何安全運輸危險貨物。



集裝箱船/滾裝船

“危險貨物”一詞在本文中是指 IMDG 規則涵蓋的物質、材料和物品。危險物質 ( dangerous substance ) 具有立即性的物理或化學作用，而危害性物質 ( hazardous substance ) 則會對人類健康構成威脅。有害物質 ( harmful substance ) 是指在 IMDG 規則中被定義為海洋污染物的物質。”

在海上，包裝好的貨物通常使用“貨物運輸單元”(CTU)運輸，例如貨櫃船或車輛運輸船上的貨櫃。聯運 ( intermodal ) 貨櫃有多種類型，例如乾貨貨櫃、油槽櫃、平板貨櫃和溫控貨櫃，其中最常見的標準尺寸是 20 英尺和 40 英尺 ( 體積不同，並非最大總重量不同 )。一個 20 英尺的貨櫃等於一個 TEU ( 二十英尺當量單位 )。在貨櫃內，已包裝好的貨物將放置於內裝 ( 如圓桶、箱子、袋子 ) 中，最常見的是固定在木製棧板上。IMDG 規則規定了內裝種類和不同 HNS 適用的 CTU。

IMDG 規則每年出版兩次，其包含兩冊和一份附錄：

- 第 1 冊涉及一般規定/定義/訓練、分類、包裝和槽罐規定、托運程序、容器測試要求和運輸操作要求。
- 第 2 冊涵蓋危險品清單 (DGL)、特殊規定和例外情況，其中物質按指定的聯合國編號和正確的運輸名稱列出。
- 附錄包含《運輸危險貨物船舶緊急應變程序》( EmS 指南 ) 和《涉及危險品的事務醫療急救指南》( MFAG )，MFAG 為世界衛生組織 ( WHO ) 所出版的《國際船舶醫療指南》的補充。EmS 指南和 MFAG 中包含的訊息主要提供船舶上使用，但在涉及碼頭內貨櫃的事故時可能對岸上人員應變有助益。

IMDG 規則中列出的所有貨物根據它們主要危險性分配至九個“類別”(不包括子類別)。更多細節請參見第 3 章。

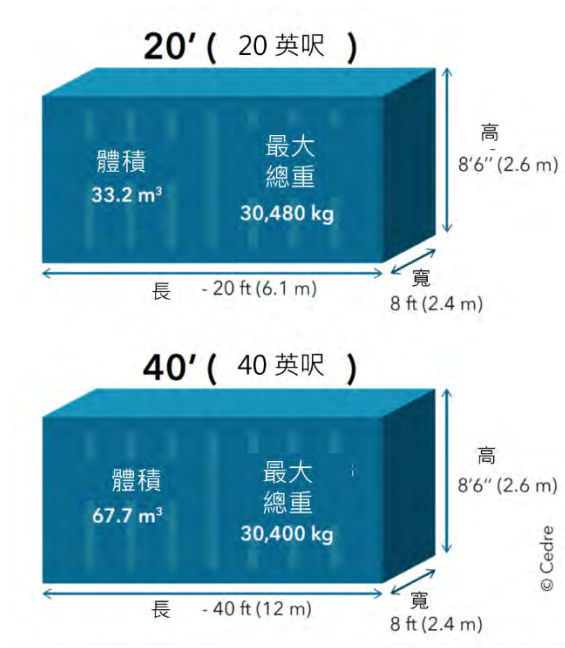


圖 6：兩種最常見的聯運乾貨貨櫃(集裝箱)尺寸。



圖 7：IMDG 規則的分類圖示。

聯合國編號是一個四位數字，根據其在國際運輸中的危險概況和成分，對所有危險 (dangerous)、有危害 (hazardous) 和有害 (harmful) 物質、材料和物品進行識別和分組。此為四種不同類型的聯合國編號登記項目：

- 明確定義的物質或物品的單一登記項目 (例如 UN 1194 亞硝酸乙酯溶液)
- 明確定義的物質或物品組合的通用項目 (例如 UN 1130 香水產品)
- 特定登記項目並未另行規定 (NOS) (例如 UN 1987 醇類 · NOS)
- 通用登記項目並未另行規定 (NOS) (例如 UN 1993 易燃液體 · NOS)

若化學品的危險特性有顯著差異，則處於固態的化學品可能會獲得與液態不同的聯合國編號。同理來說，具有不同純度(或溶液濃度)的物質也可能獲得不同的聯合國編號。UN 編號不同於 CAS 編號，CAS 編號由化學文摘社(CAS)個別分配給每種化合物，與其物理狀態無關，截至 2020 年，化學物質登記多達 1.59 億項。

例子：UN 1823 氫氧化鈉，固體

UN 1824 氫氧化鈉溶液

但 CAS 氫氧化鈉登記為 1310-73-2

對於每個聯合國編號，都具有基於物質的危險性分類的包裝、標籤、標記、積載和隔離的編碼說明，包含它們呈現的危險程度的三個包裝組之一：

- I 類包裝：高危險
- II 類包裝：中度危險
- III 類包裝：低度危險

UN No.	適當的包裝名稱 (PSN)	分類或分組	次要危害	包裝組別	特別規定	限制與排除量的規定		包裝		IBC	
						限制量 (7a)	排除量 (7b)	指引 (8)	規定 (9)	指引 (10)	規定 (11)
(1)	(2) 3.1.2	(3) 2.0	(4) 2.0	(5) 2.0.1.3	(6) 3.3	(7a) 3.4	(7b) 3.5	(8) 4.1.4	(9) 4.1.4	(10) 4.1.4	(11) 4.1.4
1001	乙炔·溶解	2.1	-	-	-	0	E0	P200	-	-	-
1002	空氣·壓縮	2.2	-	-	-	120 mL	E1	P200	-	-	-
1003	空氣·冷凍液體	2.2	5.1	-	-	0	E0	P203	-	-	-
1005	氨·無水	2.3	8 P	-	23 379	0	E0	P200	-	-	-

(12)	可攜式桶與散裝容器		EmS	積載和搬運	隔離	性質與觀察	UN No.
	儲槽指引 (13) 4.2.5 4.3	規定 (14) 4.2.5	(15) 5.4.3.2 7.8	(16a) 7.1 7.3-7.7	(16b) 7.2-7.7	(17)	(18)
-	-	-	F-D, S-U	Category D SW1 SW2	SG46	可燃性氣體，有些微味道。爆炸界限2.1%到80%，比空氣輕(0.907)，應避免粗糙的運作與暴露到局部加熱，以免發生延遲爆炸。搬運空容器也應該要與滿的容器相同小心。	1001
-	-	-	F-C, S-V	Category A	-	非可燃性氣體	1002
-	T75	2.2	F-C, S-W	Category D	-	液化、非可燃性氣體，強氧化劑。液態空氣與可燃性物質或油混合可能爆炸。可引燃有機物質。	1003
-	T50	-	F-C, S-U	Category D SW2	SGG18 SG35 SG46	液化、非可燃性氣體、毒性與腐蝕性氣體。比空氣輕(0.6)。低濃度就能導致窒息，即使這物質有可燃性危害，但只有在局限區域、有火的極端條件下才會發生。與酸激烈反應。對皮膚、眼睛與黏膜極度刺激。	1005

圖 8：IMDG 規則頁條目示例。

危險貨物清單 (DGL) 規定了何種物質在少量運輸時可作為限制量或排除數量進行運輸。這些物質不受某些運輸法規的約束 (因少量運輸可認為較安全)。限制量定義為“作為限量運輸的危險品於每個內包裝或物品中的最大量”。排除量定義為“作為排除量運輸的危險品每個內包裝和外包裝的最大數量”。此外，IMDG Code 規定包裝的危險品必須附有適當的運送文件或已簽署聲明 (多式聯運危險貨物表格，圖 9)，說明托運貨物已妥善包裝、標記、標籤並且處於適合運輸的狀態。該文件必須包含運輸相關的資訊 (發件人/收件人、船名等)，且需包含物品本身的詳細訊息，例如聯合國編號、正確的運輸名稱、危險等級、包裝組別 (如指定) 以及物品是否為海洋污染物 (第 2.6.1 章對環境有害 (生態毒性))。

1. 托運人/發貨人/寄件人		2. 運輸單號		3. 第 1 頁		4. 托運人參考		5. 貨代參考	
6. 收貨人		7. 承運人 (由承運人填寫)							
		托運人聲明: 本人特此聲明，本托運貨物的內容已在下文 中以正確的運輸名稱進行了完整和準確的描 述，並且已根據適用的國際和國家政府法規。							
8. 此貨件在規定的限制範圍內：(刪 適用的)		9 附加處理資訊							
客運和貨運飛機		僅限貨運飛 機							
10. 船號/航班號及日期		11. 裝貨港/地							
12. 卸貨港/地		13. 目的地							
14. 裝運標誌 包裝件數和種類；商品描述 毛重(kg) 淨重(kg) 立方體(m3)									
15. 集裝箱識別 號/車輛登記號		16. 密封 編號		17. 集裝箱/ 車輛尺寸和 類型		18. 比重 (kg)		19. 總毛 重包 括皮重) (kg)	
集裝箱/車輛包裝證明本人特此聲明， 上述貨物已按照適用規定包裝/裝載 到上述指定的集裝箱/車輛中。必須 由負責包裝/裝載的人員填寫並簽署 所有集裝箱/車輛負載				21. 接收組織收據收到上述數量的包裹/集裝箱/拖 車，表面狀況良好，除非在此註明：接收組織備註					
20. 公司名稱				拖曳者的名字				22. 公司名 稱 (準備本 票據的托運 人)	
申報人姓名/身份				車輛登記號碼				申報人姓 名/身份	
地點和時間				簽名和日期				地點和時間	
聲明人簽名				司機簽名				聲明人簽名	

圖 9：IMDG Code 提供之多式聯運危險貨物表格。

### 3.HNS 危害和行為分類

在涉及 HNS 的海洋事故中，獲取洩漏物質的化學及物理特性、相關危害性以及海上洩漏時可能發生情況的資訊至關重要，此資訊是制定應變策略的關鍵。事故第一時間採取的行動決定主要依據與 HNS 的潛在危害性驅動，例如爆炸、易燃性、氧化、腐蝕性、反應性、毒性和生態毒性。然而，根據造成危害時間長短，長期應變策略將傾向由化學性行為驅動（如標準歐洲行為分類 (SEBC)）。

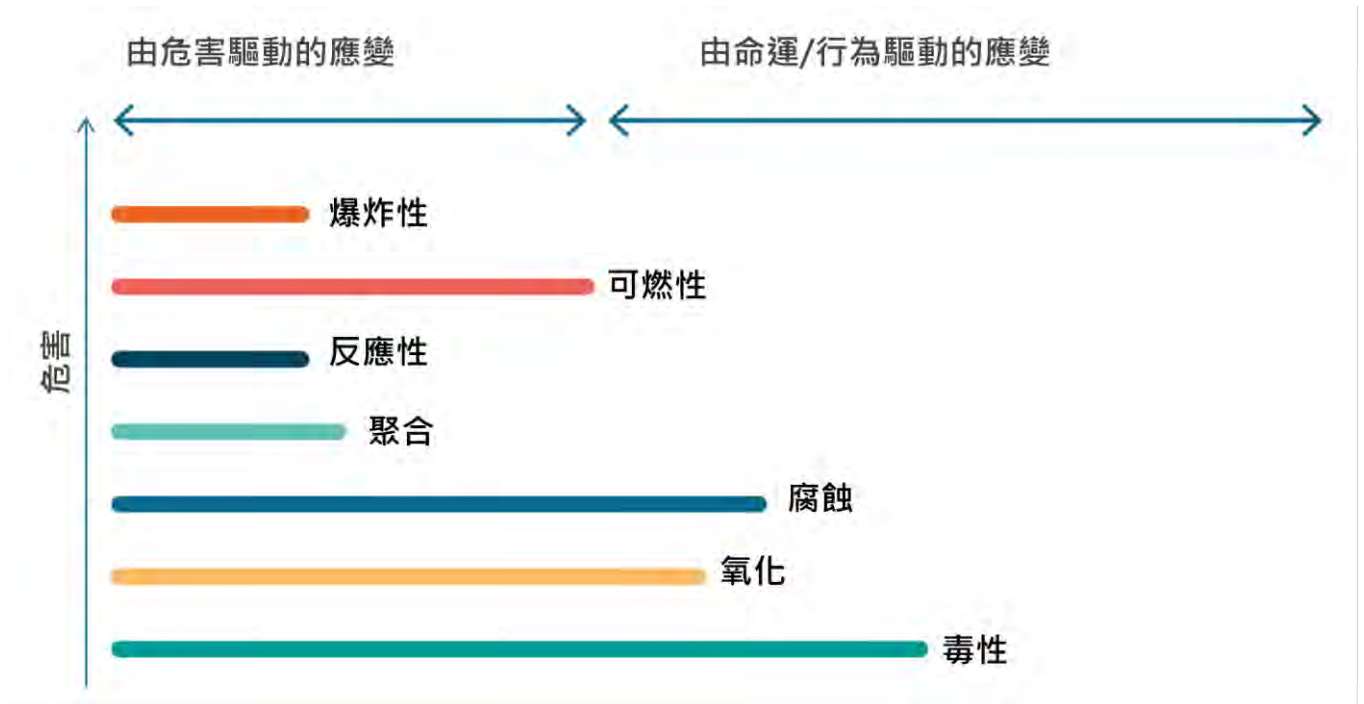


圖 10：最初由危害驅動、後來由歸宿和行為驅動的應變行動如何隨時間變化。

有關危險和歸宿/行為的操作建議，請參閱第 5 章。

#### 3.1 HNS 在海上洩漏時的物理歸宿和行為

標準歐洲行為分類 (SEBC) 根據物質的物理和化學性質理論上確定物質可能的行為，並將其分為五種主要類別之一：氣體 (G)、蒸發物 (E)、漂浮物 (F)、溶解物 (D)、沉降物 (S)。然而於整個洩漏過程中，物質可能不僅呈現出單一行為階段 (behavioral phase)，而是呈現出多個行為階段- 取決於產品的特性及其對環境的暴露程度；這解釋了為何進一步開發了七個子類別 (圖 11)。

與預測物質行為相關的四種物理/化學性質分別是溶解度、密度、蒸氣壓和黏度。這些性質多紀錄於標準溫度，通常為 20°C，常用於 3.1 安全資料表內容。然而大氣溫度會影響這些性質的數值，可能需進行調整。



安全資料表 (SDS) 是一份提供化學品資訊的文件，可用於幫助用戶進行情況評估。所有化學品供應商都強制提供 SDS，並應可於網路上獲取。該文件包括有關物品化學特性和危害的資訊，並提供處理、儲存和發生事故時的應急措施的資訊

- 溶解度 (S) 為物質 (溶質) 溶解到液體 (溶劑) 之能力；通常以 mg/L (或 ppm) 或百分比 (其中 1% 是 100 mL 溶劑中的 1 g 溶質) 來測量，因此 500 mg/L 的溶解度等於 0.05%。如果沒有指定，水通常視為溶劑。

若  $S_{\text{物質}} > 5\%$ ，則物質視為可溶。

- 物質的相對密度 (d) (或比重) 定義為其每單位體積的質量或其“密實度 (compactness)”。它通常以  $\text{g/cm}^3$  或  $\text{kg/m}^3$  為單位測量，用於確定物質相比於參考物 (通常是空氣或水) 較重還是輕。

若  $d_{\text{液體}} < d_{\text{海水}}$ ，液體會漂浮於海上 (20°C 時為  $1,025 \text{ kg/m}^3$ )

- 蒸氣壓 (Vp) 是一個指標描述液體轉變為氣態的趨勢。蒸氣壓以帕斯卡 (Pa) 為單位測量，標準大氣壓為 101.3 kPa。

如果  $Vp > 3 \text{ kPa}$ ，則物質為蒸發物 (evaporator)。

- 黏度是阻礙液體流動的量度，單位為 cSt 千分之斯托克 (centistoke) ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )。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。

若 20°C 下  $\nu > 10 \text{ cSt}$  且密度  $d < d_{\text{海水}}$ ， $Vp \leq 0.3 \text{ kPa}$ ， $S \leq 0.1\%$  (對於液體)、 $S \leq 10\%$  (對於固體)，則物質將形成持久性浮油 (persistent slick)。

值得注意的是 SEBC 並不將黏度做為考量之一。

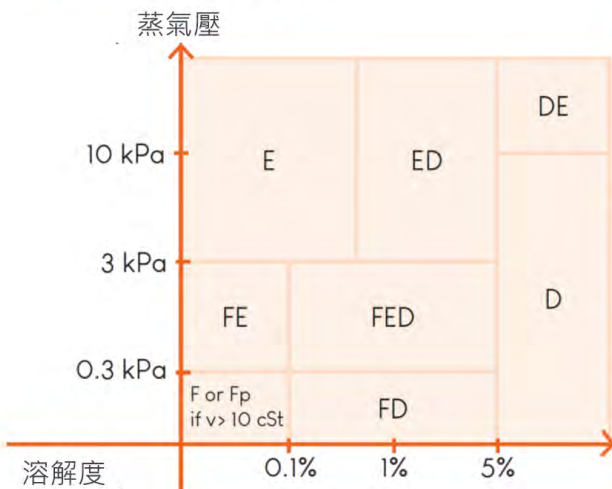
氣體 ( 20°C 時蒸氣壓 > 101.3kPa )

	G	GD
溶解度	10%	

下沉固體 ( 密度 > 海水 )

	S	SD	D or DE <small>if VP &gt; 10kPa</small>
溶解度	0.1%	5%	

漂浮液體 ( 密度 < 海水 )



漂浮固體 ( 密度 < 海水 )

	F or Fp <small>if v &gt; 10 cSt</small>	FD	D
溶解度	10%	100%	

下沉固體 ( 密度 > 海水 )

	S	SD	D
溶解度	10%	100%	

包裝

	PF	PI	PS
重量/體積比	dsw+0.01		

圖 11：使用溶解度、蒸氣壓和密度來確定物質在海水中的行為。

分類根據於受控制環境下實驗室中進行的實驗。因此於事故中觀察到的物質行為可能與預測有很大差異。

若物質以包裝形式運輸，則單位重量/體積 ( w/v ) 比率將指示包裝為漂浮、浸沒還是下沉。下方列出的公式僅供參考，因為該公式未考慮包裝是否氣密。

$$\text{若 } w/v > d_{\text{海水}} + 0.01, \text{ 包裹會下沉。}$$

### 3.2 危害 ( Hazard )

物質的化學和物理特性不僅僅決定了它的行為，也決定了它的危害。一般而言，危險被定義為可能對人和環境造成傷害的事物，而風險是如果暴露於危險中使其受到傷害的可能性。為了瞭解 HNS 洩漏對於人體健康、環境和其他資源的潛在影響和風險，則易燃性、爆炸性和毒性是至關重要的危險評估。

兩個主要的指南文件管理和協調所有關於物質危害的溝通：

1. 《聯合國橙皮書》或《聯合國關於危險貨物運輸的建議—規章範本》( UNECE, 2015 年 )，構成了《IMDG 規則》和《IATA》等大多數運輸法規的基礎。
2. 《聯合國紫皮書》或《化學品全球分類及標示調和制度(GHS)》( 聯合歐洲經濟委員會, 2019 年 )，定義了物品對於人體、健康和環境的化學危害，統一了分類標準，並對標準化其內容、

化學標籤表和安全資料表。

兩者之間的主要區別於 3.2 GHS 與 UN TDG 中進行解釋。根據《聯合國示範條例》提及九項危險類別 (第 2 章)。以下分為小章節介紹其危險性背後的概念：爆炸性、易燃性、氧化性、腐蝕、毒性、生態毒性和反應性，並將它們與相應的聯合國危險等級聯繫起來。傳染性物質 (第 6.2 類) 和放射性物質 (第 7 類) 並不在本手冊的範圍內，將不再進一步討論。

危險物質 (dangerous substances) 具有直接的物理或化學作用，而危害物質 (hazardous substance) 為對人體健康構成威脅。有害 (harmful) / 環境危害物質 (environmentally hazardous) 對水生環境有害。

### 3.2.1 危害：爆炸性

爆炸是一種在短時間內以極快的速度產生氣體的反應。爆炸可以是爆轟 (由於快速分解和高壓下，例如 TNT) 或爆燃 (由於快速燃燒和低壓下，例如黑色火藥和無菸火藥)。在密閉環境中，爆燃爆炸物會逐步累積壓力，從而導致爆轟 (detonation)。釋放過程中產生的能量以沖擊波的形式消散，而衝擊波可能造成重大傷害。

#### 聯合國示(UN)範條例

爆炸性物質是 “一種固體或液體物質 (或物質的混合物)，它本身能夠通過化學反應在一定的溫度和壓力下以足以對周圍環境造成破壞的速度產生氣體。

聯合國第 1 類：爆炸物包括六個子類別：



大規模爆炸危險  
(例如八元炸藥)



投射危險  
(例如火箭)



火災危險和輕微爆炸和/  
或輕微投射危險



輕微爆炸危險  
(例如煙火)



非常不敏感  
但有大規模爆炸危險



極度不敏感；  
無大規模爆炸危險

## 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸

在海上緊急應變領域，了解沸騰液體膨脹蒸氣爆炸 ( BLEVE ) 的概念非常重要，尤其是在涉及液化氣油輪的情況下。如圖 12 所示，當船上裝有加壓液體的儲槽 ( tank ) 被加熱時，儲槽內的壓力會增加 ( a )，這將啟動洩壓閥-依《IGC 規則》要求-可以暫時降低儲槽 ( b ) 中的過量壓力。如果液體溫度超過其沸點並且超過洩壓閥的容量，儲槽可能不再能夠承受壓力 ( c )，從而導致機械故障引起爆炸 ( d )。BLEVE 並不會系統地引起火災 ( systematically involve a fire )，但如果物質為易燃性，它很可能會點燃並形成“火球”或蒸汽雲爆炸。

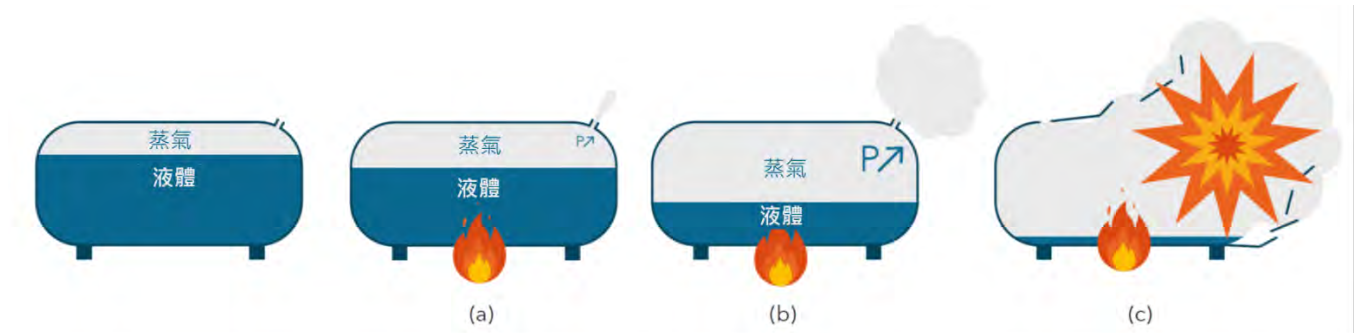


圖 12：沸騰液體膨脹蒸氣爆炸 ( BLEVE ) 順序。

### 3.2.2 危害：易燃性

#### 聯合國示範條例

- 聯合國第 2.1 類：於 20°C、標準壓力為 101.3 kPa 的易燃性氣體 ( 例如丙烷 )
- 聯合國第 3 類：閃燃點不超過 60°C 的易燃性液體 ( 例如柴油/汽油 )
- 聯合國第 4.1 類：容易燃燒或可能通過摩擦引起或助長火災的易燃性固體 ( 例如鎂 )



物質的易燃性定義為可燃物質被點燃、引起火災或爆炸的難易程度。要點燃火焰需要三個要素：燃燒源、點火源和易燃源，通常被稱為火災三角或燃燒三角以說明可通過移除三要素之一來撲滅或防止火災。

易燃性的定義性質是透過閃燃點、自燃溫度和易燃/爆炸下限/上限：

- 閃燃點是物質蒸氣暴露於點火源時可以點燃的最低溫度。  
*物質閃燃點溫度越低，越容易點燃。例如苯：-11.1°C ( 在封閉的膠囊中 )*
- 自燃溫度是物質蒸氣可以自燃的最低溫度 ( 沒有火源 )。

物質的自燃溫度越低，越容易自燃。例如苯：538°C

- 易燃/爆炸下限(LFL/LEL) 和易燃/爆炸上限(UFL/UEL) 表示空氣中可燃物質和氧氣可以燃燒的濃度範圍 ( 易燃範圍 )。

如果在事故中釋出易燃物質，其在空氣中的濃度可能會發生變化 - 當大氣濃度低於該 UEL 時大氣可能從高濃度非易燃物質，轉變為易燃物質混和物 ( 可燃物質/空氣混合物)。當它低於 LEL 時，大氣將從易燃轉變為不易燃的稀薄混合物 ( 物質/空氣混合物)。



圖 13：燃燒三角形。

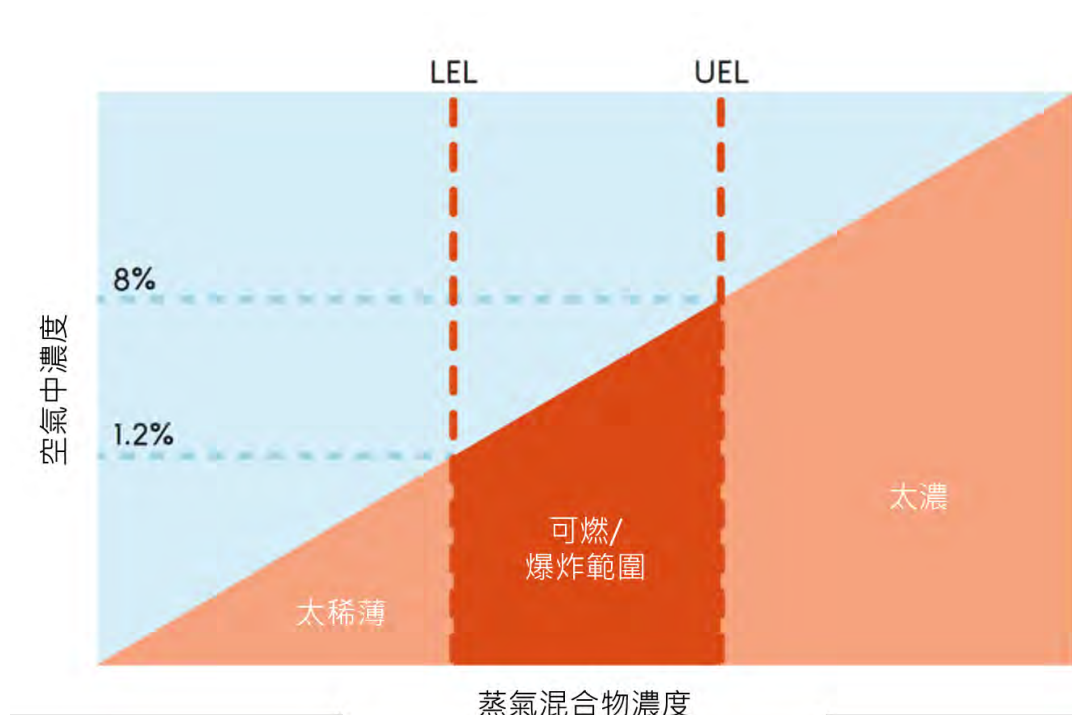


圖 14：苯的可燃範圍。苯 1.2%或 12,000 ppm LFL/LEL，和 8%或 80,000 ppm UFL/UEL。

### 3.2.3 危害：氧化

#### 聯合國示範條例

- 聯合國第 5.1 類：氧化性物質包括“雖然不一定可燃，但通常通過釋放氧氣可能導致或促成其他材料燃燒的物質”（例如過氧化氫）
- 聯合國第 5.2 類：有機過氧化物“是熱不穩定物質，可能會發生放熱自身加速分解反應”。此外，它們可能容易與其他物質發生爆炸或起火併”（例如過過氧化苯甲醯）



氧化性物質具有分解和釋放氧氣或氧化性物質的能力。發生火災時，它們可以通過提供氧氣使火勢擴大。氧化性材料也可能導致可燃材料在沒有點火源的情況下點燃。

### 3.2.4 危害：腐蝕

#### 聯合國示範條例

聯合國第 8 類腐蝕性物質（液體和固體）是“通過化學反應，會對皮膚造成不可逆的傷害，或者在洩漏的情況下會實質上損害其他貨物或運輸工具，甚至毀壞”的物質”。



腐蝕性材料被定義為一種高反應性物質，它會通過化學反應對另一種材料造成損害或破壞。腐蝕惡化過程可能幾乎是瞬時的（例如皮膚上的鹽酸）或進展緩慢（例如通過氧化使金屬生鏽）。腐蝕性物質可能導致生物體死亡或嚴重的組織損傷，腐蝕性物質在低濃度下仍可稱為刺激物。腐蝕性指標為物質的 pH 值，呈現溶液的酸鹼性。純水的 pH 值為 7 呈現中性，既不是酸性也不是鹼性，而海水的 pH 值落在 7.5 和 8.4 之間變化。在缺少額外資訊補充下，pH < 2 或 > 11.5 的物質被 GHS 歸類為皮膚腐蝕物。

#### 腐蝕性物質與人體健康

- 腐蝕性液體（如硫酸）直接接觸會對眼睛和皮膚造成嚴重危害；
- 腐蝕性氣體（如氨）對人體的所有部位都有其傷害性，但呼吸道等部位對於腐蝕性氣體特別敏感；
- 腐蝕性固體（如氫氧化鈉顆粒）可造成皮膚嚴重灼傷，若吸入腐蝕性固體粉塵也可能影響呼吸道

### 3.2.5 危險：反應性

#### 聯合國示範條例

- 聯合國第 4.1 類：易燃固體/自身反應物質為易燃物質 ( readily combustible )，或可能通過摩擦引起或助長火災；“熱不穩定物質即使在沒有氧氣參與的情況下，也容易發生強烈的放熱分解” ( 例如火柴 )
- 聯合國第 4.2 類：自燃性固體屬於自燃性物質 “少量也會在與空氣接觸後五分鐘內點燃” ，或屬於自熱性物質，與空氣接觸後容易發生自身加熱反應。( 例如白磷 )
- 聯合國第 4.3 類：潮濕後產生危險性之物質 “其中與水相互作用後，容易發生自燃或放出易燃氣體” ( 例如鈉 )



除了物質的個體歸宿( individual fate )、行為和危害之外，應變人員還需要考慮其與水、空氣、其他產品和/或自身 ( 例如聚合 ) 的反應性，可能將產生熱和/或易燃/爆炸性氣體。

反應物質可以是氣態、液態或固態。它們不屬於同種化學分類，且表現出截然不同的特性和行為。因此這些物質的危險分類是以反應類型和相關副產品作為區分。

物質與自身、彼此或與環境產生反應通常伴隨釋出熱量( 放熱反應 )或產生易燃氣體或爆炸性、腐蝕性或毒性物質，對於人體健康和環境造成嚴重後果。在涉及多種 HNS 的事故 ( 例如貨櫃船事故 ) 中，物質反應性和相關的爆炸/火災風險通常難以預測，這增加了應變作業(response operation) 的困難度。

▶5.6 應變注意事項 ( response consideration )：易燃、易爆物質

▶5.7 應變注意事項 ( response consideration )：毒性物質

▶5.8 應變注意事項 ( response consideration )：腐蝕性物質

▶5.9 應變注意事項 ( response consideration )：反應性物質

#### 自身反應物質示例

單體 ( 例如醋酸乙烯酯、苯乙烯 ) 有強烈發生自身反應 ( 聚合 ) 傾性，因此它們通常與以下任何一種一起運輸：

- 抑製劑 ( 如醃類 ) 幾乎可完全抑制聚合反應。聚合反應必須待到抑製劑完全消耗殆盡才能繼續進行；
- 延遲劑，可降低聚合反應速率，因此反應速率會隨著延遲劑的消耗而穩定增加。

如果沒有抑製劑或延遲劑 ( 或它們的濃度並不正確 )，貨物可能會發生自我反應，引發聚合反應進行，從而導致貨物發熱和膨脹，進而影響貨輪的結構完整性。

## 物質與水反應的示例

碳化鈣是一種下沉性的固體，會與水反應生成乙炔，乙炔為一種高易燃性和爆炸性氣體。鋰、鈉和鉀為非常活潑的金屬，它們投入水中後將漂浮並與水產生劇烈反應，且與空氣形成易燃的氫氣混合物。反應所放出的熱量通常會導致氫氣著火和爆炸。

## 混合物質反應性

物質洩漏時會產生相互的劇烈反應。為避免在運輸過程中發生此類物質反應是第 2 章所列《IMO 規則》中的關鍵組成之一，其中包括散裝貨物和包裝貨物的詳細儲存和隔離計劃。但是如果發生 HNS 事故，物質可能會混合在一起，而預測多種物質的行為及其相互作用在事故中顯得極具挑戰性。一些應變軟體或相容性圖表包含對反應性的預測。然而重要的是去注意到那些很少考慮的個別物質，而不是那些通常會在空氣/水和/或包裝中存在的物質組（例如酒精、酮等）的濃度。

### 3.2.6 對環境和人體健康的危害

#### 3.2.6.1 對環境的危害（生態毒性）

##### 海洋污染物

“海上運輸經包裝的有害物質（harmful substance）”（《MARPOL》附件三）、“海洋污染物”（IMDG 規則）和“對環境有害的物質(hazardous substance)（水生環境）”（GHS）可以互換使用，並基於相同的《GHS》、聯合國示範條例和 GMSAMP 標準。▶[2.1GMSAMP](#)

##### hazard 簡介

海洋污染物是指對海洋環境有害的具財產性貨物（例如危害水生生物（海洋植物群和動物），污染其他海鮮，或在水生生物中積累危害）。



毒性是定義為一種物質可傷害細胞、器官或整個生物體的程度。毒理學數據通常表示為劑量描述，且確認了化學品的特定影響與其發生劑量之間的關係，這些劑量描述通常以 mg/L 或 ppm 表示，因此可用於描述對人類健康或環境無影響的閾值。

它們源自毒理學和生態毒理學研究，用於評估物質危害概況，通常包括：

- 未觀察到效應濃度(NOEC)：低於該濃度，不太可能觀察到無法接受的效應；
- 最低觀察到的效應濃度(LOEC)：未觀察到效應的最低測試濃度；



- 中位有效濃度( $EC_{50}$ )：預期在 50%的測試物種中產生一定效果的物質濃度。通常以 mg/L 或 ppm 表示；
- 中位致死濃度( $LC_{50}$ )：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。

評估物質的毒性時需要考慮短期和長期影響，因此區分急性毒性和慢性毒性。

**急性毒性**是指某種物質在短時間內（通常小於 24 小時）單次暴露或多次暴露而對特定測試物種產生的不利影響。它以  $EC_{50}$  和  $LC_{50}$  來測量。

*特定化學物質的  $LC_{50}$  或  $EC_{50}$  越高，急性毒性越低。*

慢性毒性描述了由於每天重複服用或長時間接觸某種物質（取決於測試物種的壽命）而發生的對測試物種的不利影響。它通常表示為 NOEC 或 LOEC—均在指定的暴露時間內。

*所關注化學品的  $LC_{50}$  或  $EC_{50}$  越高，其急性毒性越低。*

急性和慢性毒性都會產生短期和長期影響（表 3）

	短期影響	長期影響
急性暴露	由於急性接觸苛性鈉的稀釋溶液引起的短期皮膚刺激	由於短期接觸高濃度氯氣而引起持續性的呼吸問題
慢性暴露	由於長期接觸某種物質引起的短期皮膚刺激，例如在實驗室使用丙酮和皮膚炎	與長期接觸氯乙烯有關的癌症

表 3：短期和長期接觸及影響-示例。

毒性側重於單個生物體甚至單個細胞，而生態毒性結合了生態學和毒性，並著重於物質影響特定生物群落或整個生態系統的可能性。

下列參數決定了一種物質是否被認定為對水生環境有害：

- 急性和慢性的水生毒性；
- 生物累積性潛力；
- 持續性；
- 可降解性（生物或非生物）。
- **生物累積性**是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。在安全資料表中，生物累積性潛力通常以 Log Kow 值的形式表示，也稱為 Log Pow，表示辛醇/水分配係數。Log Kow 值介於 -3 和 7 之間，通常 Log Kow 值 >4.5 的物質表示很可能發生生物累積性。對於具有 Log Pow 值  $\geq 4$  的有機化學品需要測量生物濃縮係數 (BCF)，以提供有關物質在穩態條件下生物累積潛力的確定訊息。生物濃縮係數定義為穩定狀態下生物群

中化學物質濃度與周圍水中化學物質濃度之間的比率（以濕重為基礎，標準化為魚含 5% 的脂肪量）(GESAMP, 2020)。

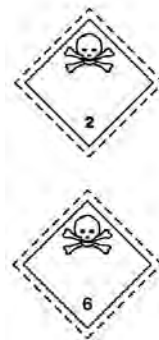
- **可降解性**是指物質通過化學、物理或生物過程（例如氧化、水解、生物降解）在環境中降解的可能性。可降解性數據很少，特別是對於海洋環境，因此它並非總是包含於 SDS 中。可降解性數據可以作為半衰期，這是指某種物質的量通過降解減少一半所需的時間。半衰期延長的物質被認為具有持續性。如果一種有機物質通過相應的實驗室測試，則被認為是“易於生物降解的”，這表明該化學品有望在環境中進行快速和最終的生物降解。
- **持續性**是指化學品抵抗降解的特性；因此，無法直接測量持續性，只有在環境中持續可測量某種化學物質的存在，或在實驗室條件下有系統性的抵抗降解才能表明其持續性。

雖然與人類健康和安全相關的毒性數據相對容易獲得，但以水生物種為重點的生態毒理學數據可能更難獲得和解釋（►5.3 訊息資源）。在 HNS 事故的情況下，可能有必要通過額外的採樣/監測來補充現有數據，以協助危害評估和指導應變。已發布數據和實驗室的生態毒性數據之間也可能存在差異，而實驗室收集的資訊和現場觀察的資訊之間如是。這可能是由於 a) 不同的物種被測試或 b) 在開放的海洋中有稀釋作用，這是考慮有害影響時的一個重要因素。必須仔細考慮基於實驗室的研究對現實生活事件的適用性和可轉移性

### 3.2.6.2 危害人體健康

#### 聯合國示範條例

- 聯合國第 2.3 類：已知有毒氣體或腐蝕性氣體的毒性或腐蝕性足以對人類健康造成危害，或者“被認為對人類有毒或有腐蝕性，因為它們的  $LC_{50}$  值等於或小於超過 5 000 毫升/立方米 (ppm)”。
- 聯合國第 6.1 類：毒性物質是“如果吞嚥、吸入或皮膚接觸，可能導致死亡或嚴重傷害或危害人體健康的物質”。



世界上許多不同的組織都發布了職業暴露限值，並可能使用不同的限值和術語。對於職業健康和 safety，通常會針對各種接觸途徑規定接觸限值，例如吸入、皮膚接觸、不同暴露時間的攝入。化學品防護行動標準(PAC) 數據對每種化學品使用單一組值 (single set of value) (PAC-1、PAC-2 和 PAC-3)，但這些值的來源可能會因數據可用性而異。

在緊急應變期間，PAC 可用於評估事故的嚴重性、確認可能產生的結果，以及決定應採取何種保護措施。每個閾值代表：

- PAC-1：輕微、短暫的健康影響。
- PAC-2：不可逆或其他嚴重的健康影響，可能會削弱採取保護措施的能力。
- PAC-3：危及生命的健康影響。

PAC 數據集使用各種職業暴露限值，如下所述。

化學物質的國際術語容忍限值(TLV) ( 相當於歐盟職業接觸限值, EU OEL )是指工人每週 5 天、每天 8 小時可以安全接觸的程度，而不會產生不良影響。TLV 通常分為三類：

- 閾限值：日常生活中暴露的時間加權平均值 (TLV-TWA)；
- 閾限值：15 分鐘內最大量暴露的短期暴露限值(TLV-STEL)；
- 閾限值：在任意時間的最大曝露上限(TLV-C)。

為了預測人類化學暴露的嚴重程度，緊急應變計劃者和應變者使用公共暴露指南，例如急性暴露指南指標 ( acute exposure guideline level, AEGL)。AEGL 為在“罕見/一生僅一次”接觸後可能對健康產生影響的空氣中化學物質的濃度。它們是針對五種暴露時間段 ( 10 分鐘、30 分鐘、1 小時、4 小時、和 8 小時 )，濃度分為三個“級別”

- AEGL 1 級：預測人群會出現明顯不適的濃度。停止接觸後這些影響不會導致失能，並且是效果為短暫的。
- AEGL 2 級：預測預期的濃度對人群造成不可逆轉的、嚴重的、長期的健康影響或影響逃生能力受損。
- AEGL 3 級：預測會造成人群危及其生命的健康影響或死亡的濃度。

	10 min	30 min	60 min	4 hr
AEGL-1	30 ppm	30 ppm	30 ppm	30 ppm
AEGL-2	220 ppm	220 ppm	160 ppm	110 ppm
AEGL-3	2,700 ppm	1,600 ppm	1,100 ppm	550 ppm

表 4：AEGL 示例 - 氨 ( 來源：EPA )。

在美國，如果沒有 AEGL 數據，則可以使用緊急應變計劃指南(ERPG) 或臨時緊急暴露限值 (TEEL)。

- ERPG 估計如果大多數人接觸有害空氣傳播的化學物質 1 小時，物質將開始對人體健康產生影響的濃度。它也有三個級別，對於應變人員，最有用的是 ERPG-2，它對應於物質空氣中的最大濃度，而低於該濃度，幾乎所有個人都可以暴露長達 1 小時而不會產生不可逆轉或其他嚴重的健康影響。
- TEEL 可以在 AEGL 和 ERPG 沒有數據時使用。這些限值是通過公式方法制定的，使用有關所涉及物質的 LD<sub>50</sub> 值、職業接觸限值等的可用數據。TEEL 分為四個級別，定義為暴

露 1 小時。

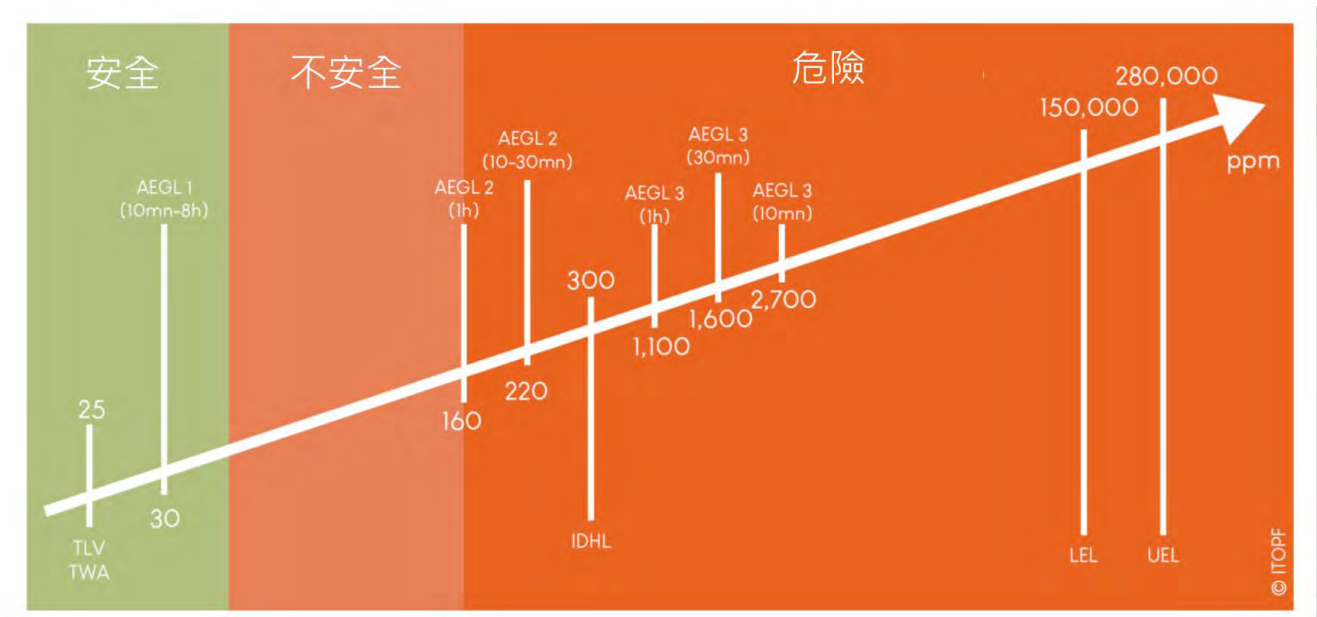


圖 15：對應變人員氨的易燃性和吸入危害的表示。

應變人員可能遇到 IDLH 值 ( 危害生命或健康之濃度 )，這是一個人可以在 30 分鐘內逃脫而不會產生不可逆轉的不利影響的最大濃度。實際上，如果空氣中的濃度高於 IDLH，則必須佩戴 空氣呼吸器 ( SCBA )。對於給定的化學品，可能有多個值和限值可用，將這些值用於應變人員的角度來看是有用的。在圖 15 的示例中，易燃範圍高過於 AEGL 3 和 IDLH。一些大氣模擬軟件可以估計化學釋放產生的有毒雲霧如何傳播和擴散( [▶5.11 HNS 洩漏模擬](#) )。此類模擬結果通常包括“威脅區”的可視化，即預測危險 ( 例如毒性、易燃性、熱輻射或破壞性超壓 ) 超過特定值的區域。這些可以幫助指導 ( [▶5.18 初步行動 \( 應變人員 \)](#) )

## 4. 整備

### 4.1 簡介

由於化學品的各種表現、特性和歸宿 (fates of chemicals) , HNS 洩漏可能不僅需要民間和政府機構的專業知識，還需要私人企業單位和產業的專業知識。整備工作對 HNS 洩漏更為關鍵，尤其是健康和安全方面。因此，個人防護裝備 (PPE)、除污和監測相關的方面必須全面規劃。一旦明確定義了範圍和目標，整個整備過程將遵循不同的步驟，這些步驟如下圖所示並在本章中詳述。

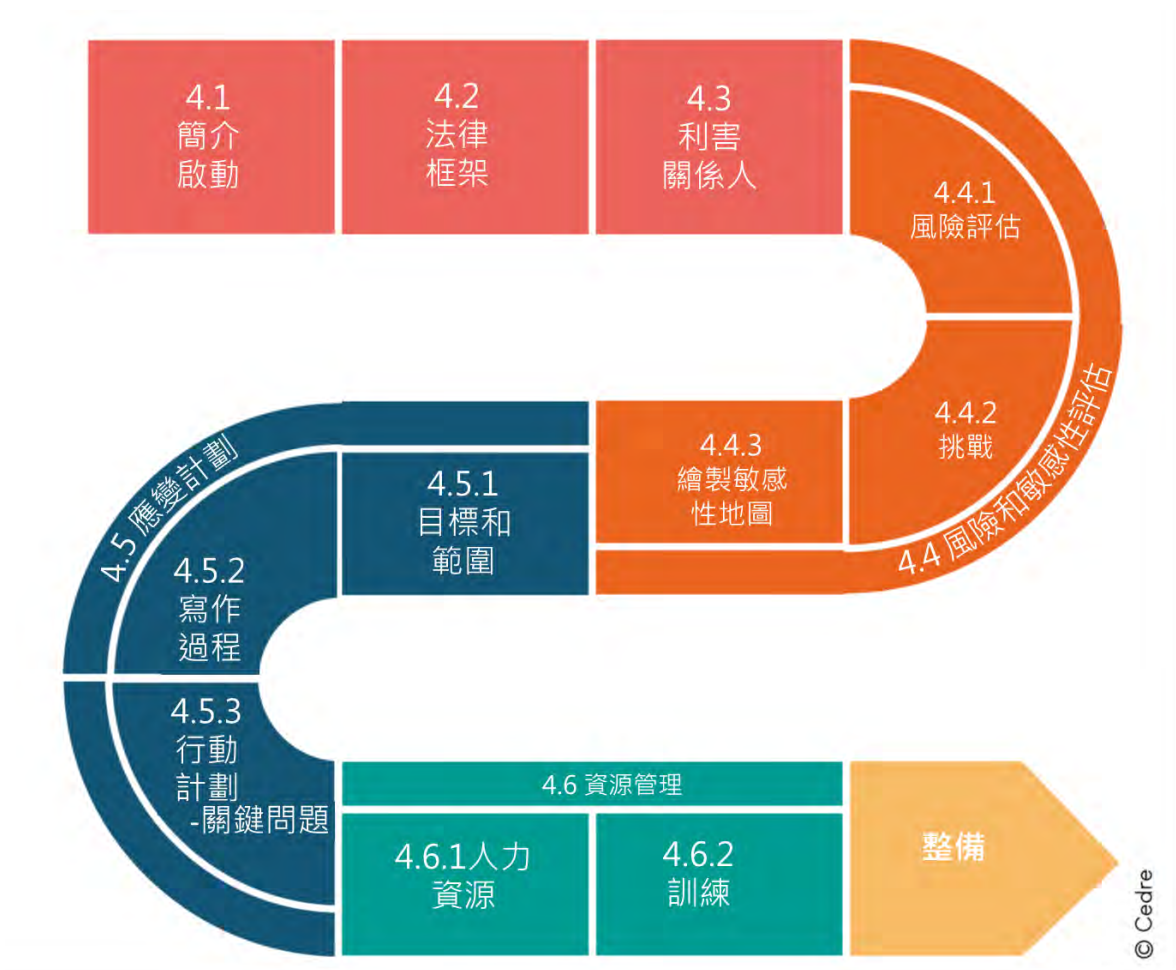


圖 16：整備過程的主要步驟。

### 4.2 法律架構

2000 年 OPRC-HNS 協議強調了通過應變計劃和協議第 4 條定義的國家系統進行整備的重

要性；它促使締約國制定 HNS 洩漏應變計劃的綜合架構，從 HNS 的單個運作設施擴展到國家或國際範圍內的重重大事件。這些安排旨在提供通過一系列相互關聯和相容的計劃來提高對事故的應變能力。因此，制定應變計劃的當局需要綜合考慮國際、國家、地區和當地的法規和協議與其他應變計畫（港口、工業區等）確保架構銜接無縫。

專門的政府間組織（HELCOM、波昂協定(Bonn)和 REMPEC）在波羅的海、北海和地中海已成立，以提供支持並確保預防、整備和應變措施的區域協調



赫爾辛基委公約

波昂恩協定

巴塞隆納公約

圖 17：MOPoCo 西部地區的區域協調。

根據 MARPOL 附件 I、附件 II 和 2000 年 OPRC-HNS 議定書第 3 條，船舶被要求需攜帶經批准的船載海洋污染應變計畫 (SMPEP)。該計畫規定了報告要求、為控制排放而採取的步驟以及國家和地方聯絡點（國家運營聯絡點列表）。▶[5.17 初步行動（事故船）](#)

### 4.3 利害關係人

利害關係人是關注或對應變整備感興趣，並可能被諮詢或參與洩漏應變的團體或組織。利害關係人的參與是成功的擬定應變計劃和應變的關鍵。

在整個應變計劃擬定過程中及早辨識利害關係人並始持續參與，方能夠在非緊急情況下進行有意義的討論並解決利益衝突和意見衝突。它還為規劃者提供機會來確定重要的環境資源和社會經濟特徵及其對社區的價值，這些都是擬定應變計劃前的重點。下圖顯示了整備過程和 HNS 洩漏應變的主要利害關係人。

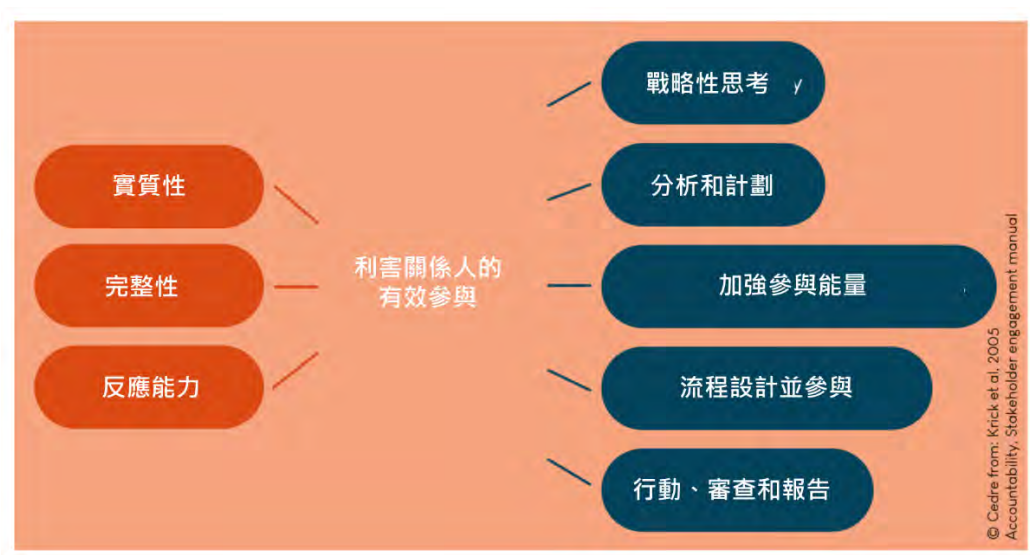


圖 18：參與洩漏應變的有效利害關係人的屬性和主要任務。

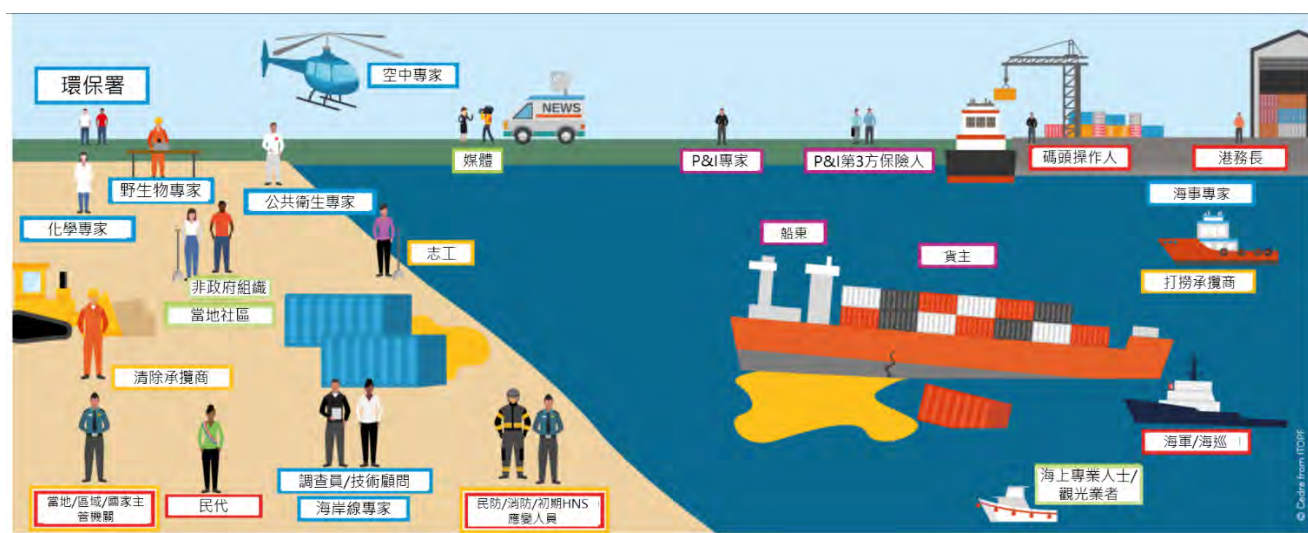


圖 19：參與海洋 HNS 事故後實施應變的潛在利害關係人的主要作用和相關性。

## 主管機關

### 海軍/海岸巡防隊 - R、I

通常根據事故的規模領導或監督應變，與其他政府機構聯絡，特別是當預計會對陸地造成潛在影響時。

### 民防/消防隊/初期 HNS 應變人員 - R、I

通常領導初步行動並與救助人員合作，在船上或岸上採取第一措施。

### 當地/地區/國家主管機關 - R、T、I、DP

與海上應變人員聯絡，如果洩漏可能影響海岸，則主要參與其中。

### 民代 - D、R、T、I、DP

港務長 - D、R、T、I、DP

碼頭操作員 - D、R、T、DP

### 專業知識

下面列出的機構可能屬於主管機關

航空/海事/海岸線/野生生物家、公共衛生專家、R、I、DP

環境保護署 - R、I、DP

於應變操作和損害評估專業知識領域提供特定資訊和建議

化學專家 R、I、DP

MAR-ICE 網絡、CEFIC、化學工業、製造商等提供有用的物質資訊、行為以及如何處理洩漏。

調查員/技術顧問 R、I、DP

由政府、部門、機構或獨立技術專家進行調查，就他們的專業領域提出建議。評估並提出策略、技術。

### 相關方

海洋專業人士、旅遊業 - D、R、T、I

可能遭受經濟損失（由於活動中斷或洩漏）、可能參與應變（後勤或運營），或可根據國家或國際立法要求賠償。

當地社區 - D、T、I、DP

可能因接觸洩漏的物質而遭受健康危害（生命損失、受傷）和經濟損失（休閒空間的損失、因封鎖導致的活動損失）。

非政府組織（NGO）- T, DP

媒體 - T, I, DP

### 責任方

船東 - D、R、T、I、DP

負責執行當局監督下的應變，直到他們承擔全部責任。可能由當地航運代理人（DPA，岸上指定人員）、檢查員或律師代表在現場。



### 貨主 - D、R、T、I、DP

通過提供有關貨物的準確訊息來支持應變工作。如果他們有必要的可用資源，可以參與清理或廢棄物處理。

### P&I - 第 3 方保險公司 - R、T、I、DP

協助船東處理事故、提供法律諮詢、尋找合適的顧問/承包商、批准索賠。以當地記者為現場呈現。

### P&I 專家 (ITOPF) - I, DP

由 P&I 俱樂部動員起來，並就其專業領域提出建議。

## 應變人員

### 打撈承攬商 - R、T、DP

通常由船東互保協會 ( P&I club )、船東或當局指定。帶頭打撈船舶，減少船舶或其貨物在源頭造成的環境破壞。可以任命額外的專家 ( 例如海洋化學家 )。

### 清理承攬商 - D、R、I

由船東、船東互保協會 ( P&I club ) 或當局簽約。為應變活動提供設備和勞動力。

公家應變人員 - D、R、I 急救人員 ( 消防員、民防等 ) 或行政、當地社區、港口的成員。

### 志願者 - D、T、DP

D = 依賴性 ( Dependency )，那些直接或間接依賴於該組織或該組織運營所依賴的人；

R = 責任，組織對那些人負有或將來可能負有法律、運營、商業或道德/倫理責任的人；

T = 壓力 ( Tension )，在金融、更廣泛的經濟、社會或環境問題方面需要立即關注的壓力、團體或個人；

I = 影響 ( Influence )，能夠對戰略或運營決策產生影響的人；

DP = 不同觀點 ( Diverse perspectives )，那些不同的觀點，可以導致對情況的新理解和辨識別不可預見的機會

## 4.4 風險和敏感性評估

### 4.4.1 風險評估

什麼是風險評估？

根據國際標準組織 ( ISO ) 的風險管理指南 ( ISO 31000:2018 )：

“風險管理過程包含將系統地應用政策、程序和實踐於溝通和諮詢活動，建立背景以及評估、處理、監測、審查、記錄和報告風險。”

有許多各種國際標準或風險評估範例，可用於啟動評估。

了解和評估運輸化學品所帶來的風險是編寫應變計劃的重要起點。進行風險評估是一項多部門的工作，通過對當地或區域性運輸的化學品量進行模擬和分析，可以呈現出風險，這也須與發生洩漏的可能性結合，並決定對勞工和民眾的健康和安全可能造成的後果，同時確定可能受到影響的環境和經濟資源，再將當地海洋/陸地敏感性數據以及天氣狀況納入評估，可以進一步改善風險評估，所有數據都是由可能發生洩漏的情景來推算（圖 20）。

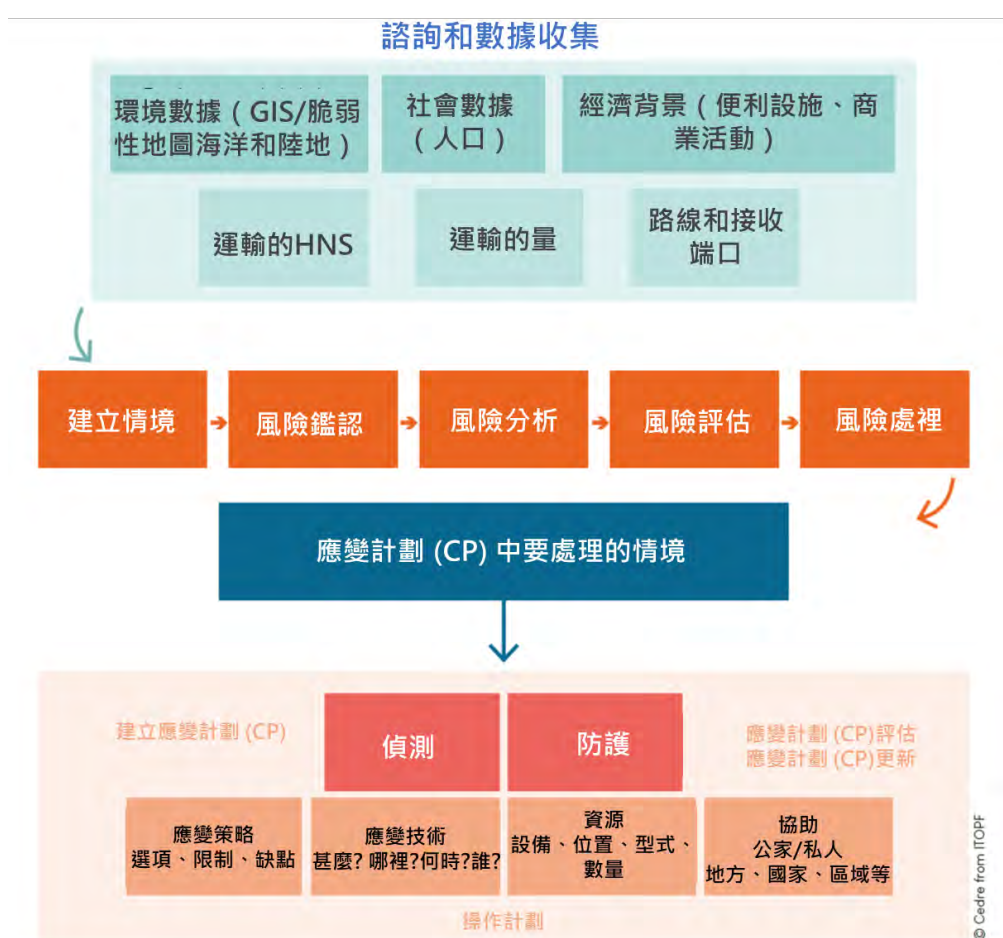


圖 20：制定應變計劃(CP)的風險評估流程和下游步驟。

#### 4.4.2 挑戰

部分挑戰與事故發生的地點（在海上或港口）特別有關，並且可能非常多樣化。因此，必需根據每個地點或每種情況的實際風險來調整風險評估。

		港口	海上
評估	偵測	可以是固定的和計算機化的 否則由專門的專業團隊領導	派遣配備專用設備的專業團隊 ( 後勤計劃 ) 應考慮空中探測
	資源	總部設在海港區的專業團隊	在船上立即採取行動 ( 專業船員 ) 派遣外部專業團隊上船 在岸上外部總部提供支持和決策
	信息獲取	關於污染程度的信息相對容易獲得	可能難以評估
	受影響區域	異質	均質的
危害	模擬	由於缺乏可靠的數據和附近的微氣象現象，通常很困難	靠近海岸的地區和避風區更加複雜，海洋測深和海流數據將被整合到模式中
	導航	浮沉容器	漂浮或沉沒的容器
	便利設施	附近且非常暴露	偏遠且不太暴露 ( 陸風除外 )
	其他合法用途	航行等	商業、旅遊、漁業活動 需注意的進水口/排水口
必要時疏散	全體人員	相對簡單	依條件，可能具挑戰性
	普羅大眾	例如，在有毒氣體雲的情況下可能是必要的	不太可能發生
應變	人員、船隻和設備的可用性	可能非常接近	不易獲得
	策略和技術	可能具可行性並建議控制和管理洩漏情形	可能難以遏制和管理 監測作為計劃

表 5：不同環境中 HNS 洩漏後要實施的行動應對挑戰。

一些港口會對每一個經常裝卸的 HNS 進行了詳細的風險評估。這些，再加上訓練有素的應變人員在事故發生期間快速地獲得訊息，是有效應變的關鍵。

#### 4.4.3 繪製敏感性地圖 ( sensitivity mapping )

一旦規劃人員確定了可能發生的事故、污染物可能去向以及它在環境中的行為和天氣情況，就必須：

- 確定哪些環境、地貌和社會經濟資源可能受到影響；
- 確定這些資源對 HNS 洩漏的敏感程度。

所有洩漏情境的組合模擬結果定義了潛在洩漏影響的區域，由此可勾勒出其敏感性的地理區域。該區域內的潛在脆弱地點應先辨識和了解其特性，以及 HNS 洩漏衝擊這些地點的可能性亦須納入考慮中。敏感性資料可用於風險評估過程中，以分析洩漏情境的潛在後果和可能的影響。評估結果將為規劃人員提供有關高風險區域和資源位置的資訊，以支援他們對防護或應變的優先排序。

除了標準化敏感性地圖外，還應發展策略性的敏感性地圖，此類地圖還可以擴充、包含更廣泛的運營規劃資訊，例如物流數據、優先保護區的站點特定策略、軌跡模型、設備庫存、集結區、緊急醫療設施、潛在的指揮中心等。此類地圖可向規劃者、決策者以及負責設備部署的現場應變人員提供重要訊息。

繪製敏感性地圖可以為簡易紙本地圖，並以表格列出詳細資源，或者整合到能夠包含大量資料的地理資訊系統（通常稱為 GIS）中，基於 GIS 的敏感性地圖也可以彙整到電子緊急管理系統，並鏈接到其他資料庫，以加強指揮和控制以及描述應變的活動、資源和狀態。



圖 21：繪製敏感性地圖範例，其中顏色編碼區域對應於不同的敏感度級別。

## 4.5 應變計畫

### 4.5.1 目標和範圍

基於風險評估，有效的應變計畫是一份操作性的文件，正式提供了在發生事故時應採取的行動和程序，及減少不可預見事故的發生。因此，完整制定的應變計畫不僅僅是一份書面文件，而是包含了立即有效應變所需的所有實務要求。為此，應變計畫須包括所有可預先完成的行動，以確保在緊急情況下做出迅速和適當的反應，以減輕對下面的影響：

- 人口；
- 環境；

- 財產和社會經濟活動。

#### 為什麼要有計劃？

- 遵守法律架構和內部政策
- 提供應變架構
  - ☑ 建立警報和溝通程序以及立即採取的行動；
  - ☑ 定義角色和職責
- 在沒有壓力的非緊急情況下制定複雜的應對措施；
  - ☑ 確認優先保護的地區；
  - ☑ 指定應變策略和技術；
  - ☑ 確定並分配要調動的資源

## 4.5.2 撰寫過程

### 4.5.2.1 團隊和資源

首先，必須召集一個負責制定應變計劃的小組。無論要創建的檔案的範圍如何，計畫團隊都必須了解上下文，更具體地說，了解計劃適用的監管架構。起草的工作可委託給專家組織，專家組織將提交每項可交付成果，以供管理團隊驗證。此外，對於計畫的每個特定部分，可以動用補充資源和專業知識，特別是：

- 指定的主管機關接管運營監督或管理時的期望；
- 測繪專家和環境專家製作敏感性地圖和地圖集；
- 研究產品最終行為（fate behavior）的模擬專家；
- 制定策略、技術和設備的污染專家；
- 保險公司或 P&I 代表對記錄保存和賠償程序等部分提出意見。
- 應變計劃的起草應像任何標準項目一樣進行管理，因此需要：
  - 制定行動計劃和時程表；
  - 制定開展此類行動的全球預算以及監測相關支出的方法；
  - 定期召開會議，檢查工作進度並找出障礙；
  - 採購合適的工具（GIS，漂流模型，歸宿和行為模式等）或此類工具和專業知識的外包/分包；
- 由具有適當專業的專家建立審查程序；

- 合法組織對驗證程序的定義。

#### 4.5.2.2 考慮的步驟

一般來說，應變計畫著重於五個關鍵點：

- 辨識運作或運輸物質相關的風險；
- 確定潛在利害關係人及其責任；
- 設備清單和整備（防護設備、應變設備）；
- 發生洩漏時應採取的行動；
- 對可能參與應變的人員進行訓練。

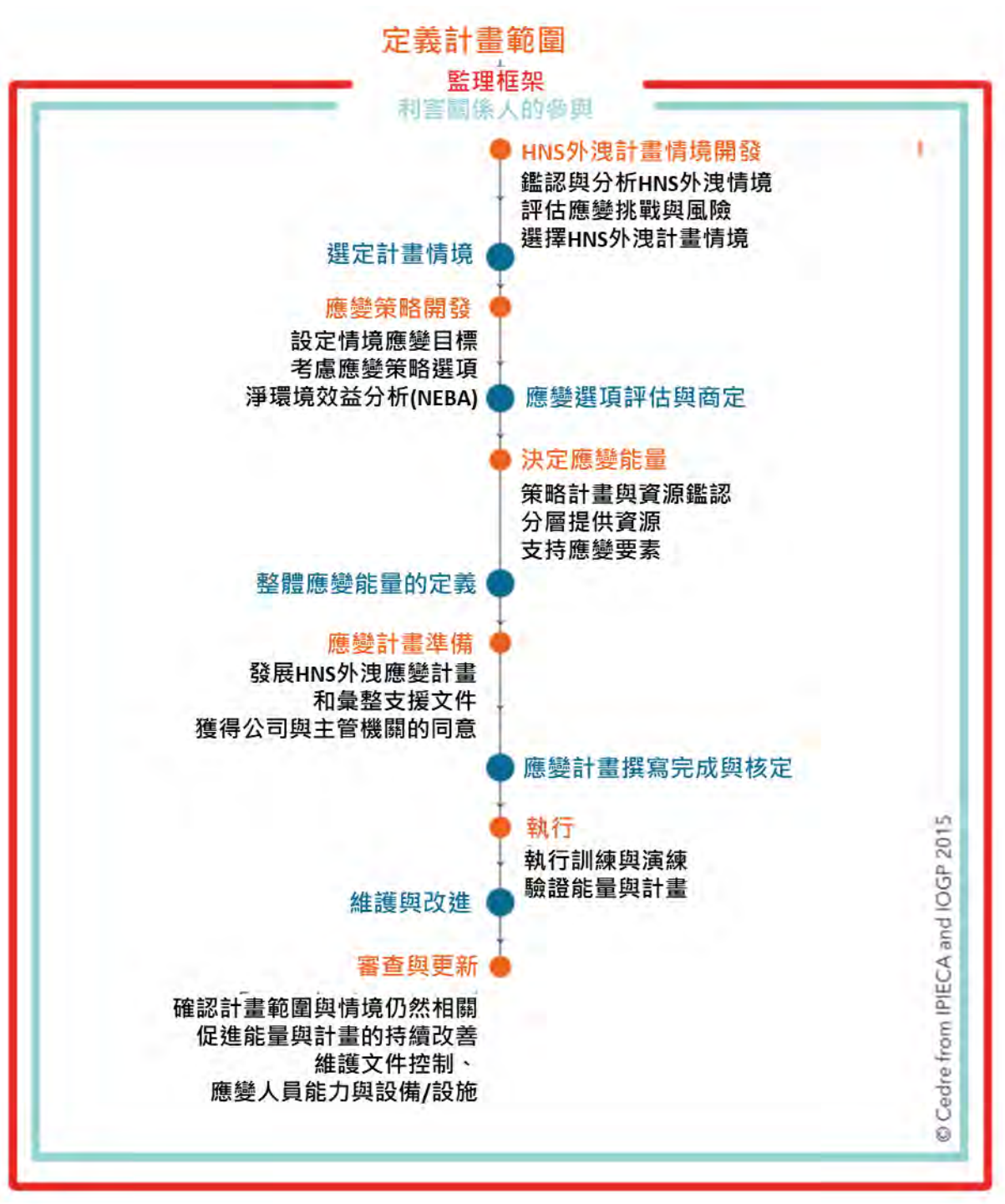


圖 22：工業應變計畫規劃的整體流程。

#### 4.5.2.3 結構

應變計畫是準備應對策略和策略，以最大限度減少污染事故造成的不利影響，以及將外洩作業、環境政策和監管合規性的許多方面結合在一起的練習。提供有效指引現場初期應變和過渡到專案管理應變是洩漏應變計畫成功的基礎。

在撰寫過程中可能產生大量的材料，使得導向到核心程序變得困難。運用簡單的技巧，例如使用標籤、將頁面分成多個部分以及建立良好組織的目錄，將幫助引導使用者注意到計畫中的關鍵訊息，也能簡化計畫更新程序。此外，一些材料可以作為附錄或作為單獨的檔案，例如：模擬結果、行動卡、表格、敏感性地圖集 ( sensitivity atlases )、戰術地圖或需要經常更新和重新分發的材料，例如聯絡人資訊和資源目錄，在規劃工作過程中彙整的背景資訊和能力證明可單獨的放在支持文件內。

有許多指南和範例可用於國家的內容應變計畫 (NCP)，包括“填空”模板。IMO 油類污染手冊第 II 部分 - 應變計劃列出了國家漏油應變計畫 ( NOSCP ) 的以下基本內容。

雖然有各種專用於油料洩漏的 NCP 模板，但可用於 HNS 洩漏的範例較少。可以說兩者非常相似，但更加注重健康和 safety 以及與專家的合作。另一方面，如同於油料，這些應變計畫的形式應可依具體範圍而有所不同，並且是可擴展的。

Arpel (2005)。如何制定國家漏油應變計劃。可在：

<https://arpel.org/library/publication/195/>

IMO (2005)。油污染手冊。第 IV 節：防止漏油。倫敦：IMO，212 頁。

IMO ( 2018 年 )。油污染手冊。第二部分：應變計劃。倫敦：IMO，103 頁。

IMO ( 2020 年 )。OPRC 公約和 OPRC-HNS 協議實施指南。可在以下網址獲取：

[wwwcdn.imo.org/localresources/en/publications/Documents/NewslettersandFlyers/Flyers/I559E.pdf](http://wwwcdn.imo.org/localresources/en/publications/Documents/NewslettersandFlyers/Flyers/I559E.pdf)

Ipieca 和 IOGP ( 2015 年 )。水上漏油應變計劃。可在：

[www.ipieca.org/resources/good-practice/contingency-planning-for-oil-spills-on-water](http://www.ipieca.org/resources/good-practice/contingency-planning-for-oil-spills-on-water)

圖 23：草擬應變計畫的工具與文獻。

下表提供一個基本結構作為範例。



行動計畫		附錄或支持文件	
介紹	<ul style="list-style-type: none"> <li>目錄</li> <li>文件控制 (分發、審查、更新和記錄、保密級別)</li> <li>範圍和周界</li> <li>總體應對重點和目標</li> <li>與其他現有計畫的介面</li> </ul>	背景資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>監管背景</li> <li>背景描述 (要考慮的框架/活動/地點)</li> <li>基礎環境和社會經濟信息</li> <li>氣象和水動力信息 (包括普遍和限制/極端條件)</li> <li>環境</li> </ul>
	初期行動		<ul style="list-style-type: none"> <li>警報和通報 (警報流程圖、評估、通報)</li> <li>層級評估和升級</li> <li>健康和安全管理問題和初步行動</li> <li>啟動應變計畫 (CP) 和響應管理團隊</li> </ul>
管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>啟動和定位</li> <li>組織 (定位、功能、組成)</li> <li>角色和責任/分配表</li> <li>確保污染後續行動的流程和程序</li> <li>溝通 (內部/外部)</li> <li>財務管理 警報和通報 (警報流程圖)</li> </ul>	潛在污染物	<ul style="list-style-type: none"> <li>漏出時的行為</li> <li>風險和安全問題</li> <li>戰略和戰術地圖</li> </ul>
	應對策略	<p><b>情境評估 (NEBA/SIMA)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現場健康、安全和保安評估</li> <li>漏油監測方法 (空中監測、跟踪浮標等)</li> <li>漏油軌跡模擬</li> <li>脆弱和敏感資源的識別策略</li> </ul> <p><b>策略：決策支援流程圖、應變程序</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>首先行動</li> <li>保護</li> <li>監測</li> <li>應變</li> </ul> <p><b>廢物管理</b></p> <p><b>物質資源</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>可用於部署的設備和資源清單</li> <li>專業知識和後備資源</li> </ul>	應變
終止	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備和人員復員</li> <li>危機結束</li> <li>文件歸檔</li> <li>索賠和賠償</li> <li>反饋和匯報</li> <li>CP 審查</li> <li>設備更新和維護</li> </ul>	行動卡	<ul style="list-style-type: none"> <li>每個利害關係人、合作夥伴、技術專家或潛在分包商的聯繫方式</li> </ul>
			目錄
		野生物	<ul style="list-style-type: none"> <li>處理受影響或瀕危野生動物的專門管理計畫或程序</li> </ul>
		計畫驗證	<ul style="list-style-type: none"> <li>風險評估和情景規劃</li> <li>洩漏預防和檢測</li> <li>訓練和演習計畫</li> <li>計畫和設備審查和審計時間表</li> </ul>

表 7：附錄或支持文件。

表 6：應變計畫的基本架構範例。

#### 4.5.2.4 驗證

應變計畫必須通過演習進行測試，以確保為相關聯的，並且可能被動員來執行該計畫的人員需完全熟悉它，通過訓練和演練，應變計畫可實際實施、驗證和改進 ▶ [4.6.1 章](#)。

#### 4.5.2.5 修訂和更新

從本質上講，應變計畫為一份動態文件，所有相關人員都有責任確保它保持其相關性，且該計畫須定期更新，特別是在發生事故或組織變更之後，或者當新的保護或應變措施成為可用的時候。

HNS 運輸活動、人口或鄰近工業活動程度的任何重大變化都需要重新修訂風險分析，因此需要修訂應變計畫。

當應變計畫被法律採納時，更新它可能變得很困難，因此從一開始就必須在立法過程中定義應變計畫部分或支持文件(也有待定義)需進行定期更新。2000 年 OPRC-HNS 協議和 IMO 化學污染手冊定義了應變計畫的動態文件。

### 4.5.3 行動計劃 - 關鍵問題

#### 4.5.3.1 初步行動

##### 警報和通報

初始反應資訊對於指導應變人員渡過事故發生的頭幾個小時或幾天為至關重要。在警報階段獲得的最初資訊對於：

- 評估事故和減輕危害是必要的；
- 啟動知情、即時的應變；
- 發出必要的通報；
- 根據需要活化額外的應變資源，包括事故管理團隊。

及時通知關鍵的內部和外部人員和組織有助於做出有效的反應。通報程序、職責和監管要求(包括表格、時間表和說明)應連同聯絡資訊目錄一起提供。流程圖和圖表通常為顯示通報流程的有效方式。

提供查核表和日誌將有助於及時報告和警報所需的文件和證據，重要的是指定好管理者，負責去確保能滿足通報和報告的要求 (IPIECA 和 IOGP, 2015)。

##### 應變級別

分層整備和應變是穩健架構的基礎，這樣才能建立了一種可升級和串聯至現場的能力，這也避免了出現不切實際的擴增大量應變資源庫存，且仍然可以通過整合地方、區域和國際能力來提供適當和可靠的應變。

已建立的三層結構允許應變計畫人員描述如何對任何洩漏提供有效的應變，即從小的操作中洩漏到海上或陸地上最嚴重可發生的洩漏情況。

層級分類系統有助於定義處理潛在洩漏情境所需的資源，大致的考量如下

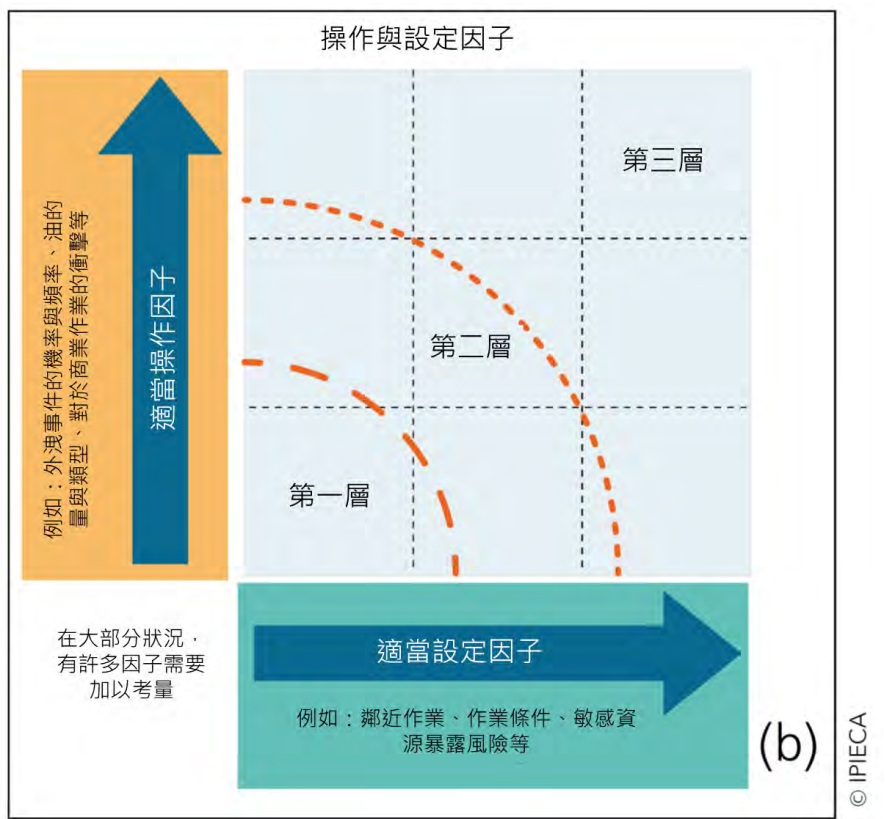
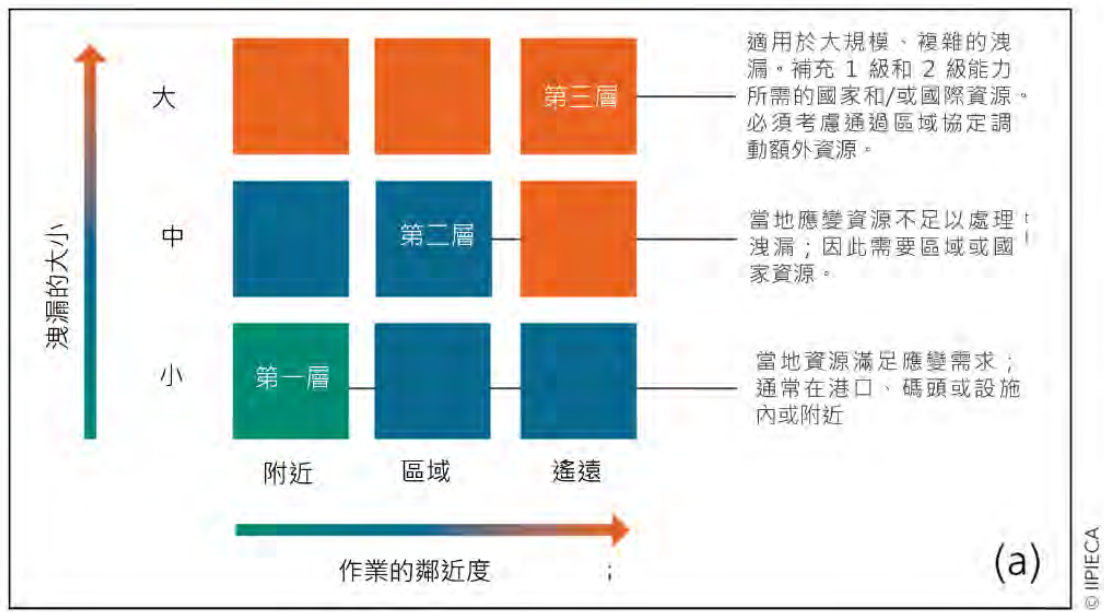


圖 24：分級整備與應變計畫的傳統定義 ( a ) 與同心圓的方式來定義分級應變的能量 ( b )。

### 4.5.3.2 管理

#### 組織

應變計畫提供了管理應變行動的架構，應由負責參與應變且對其背景知識有了解的機構、組織和利害關係人制定和更新。

一個有組織的結構或事故管理系統 (Incident Management System, IMS) 為應變各階段要做出艱難決策和妥協時中發揮領導作用的關鍵。組織結構因國家而異，有許多可用的範例，其中大部分是根據國家偏好、以往的經驗和由事故和演習而吸取來的教訓。通用功能和基於團隊的結構之間的主要差異在於部門、指揮的位置以及特定活動的管理。

- 事故指揮系統 ( Incident Command System, ICS )，這是美國和石油與天然氣行業普遍採用系統，ICS 是一種標準化的、基於功能的組織結構。ICS 專門設計用於在短時間內將來自不同組織和機構的人員聚集在一起，作為單一結構的成員工作，在該結構中，他們的角色和職責得到了很好的確立和理解。熟悉這結構可提供一實用的方法，可以在很短的時間內建立一個連貫的、可轉移的和可複制的應變組織。ICS 需要大量的預先投資和資源，其規模在許多其他國家通常無法獲得。
- 以團隊為基礎的結構是已成功用於世界各地的事務應變的替代方案，應用了相同的原則，但結構不那麼嚴格，團隊也沒有分成單獨的功能部門；相反的，設立部門是為了完成應變的不同面向，最常見的是在海上和陸上，並有每個部門的支援服務。這具有促進獨立單位的優勢，這些單位可以在其職權範圍內專注於應變的特定要素，並且可以隨時滿足應變和相關組織的要求。

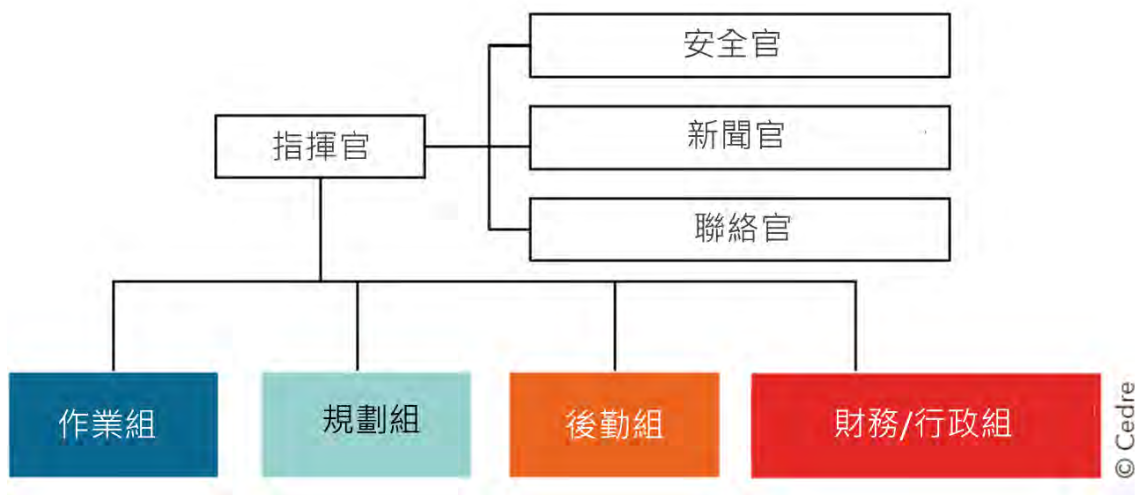


圖 25：典型事故指揮系統的結構。

## 溝通

各級的合作為有效與協調應變成功的關鍵因素。需要建立兩種截然不同的溝通策略：

- 內部，強調參與應變的各個團隊如何相互溝通；
- 外部，涉及如何使用各種媒體與普羅大眾共享資訊。

### ► 4.1 對外溝通

### ► 4.2 記者招待會

### ► 4.3 內部溝通

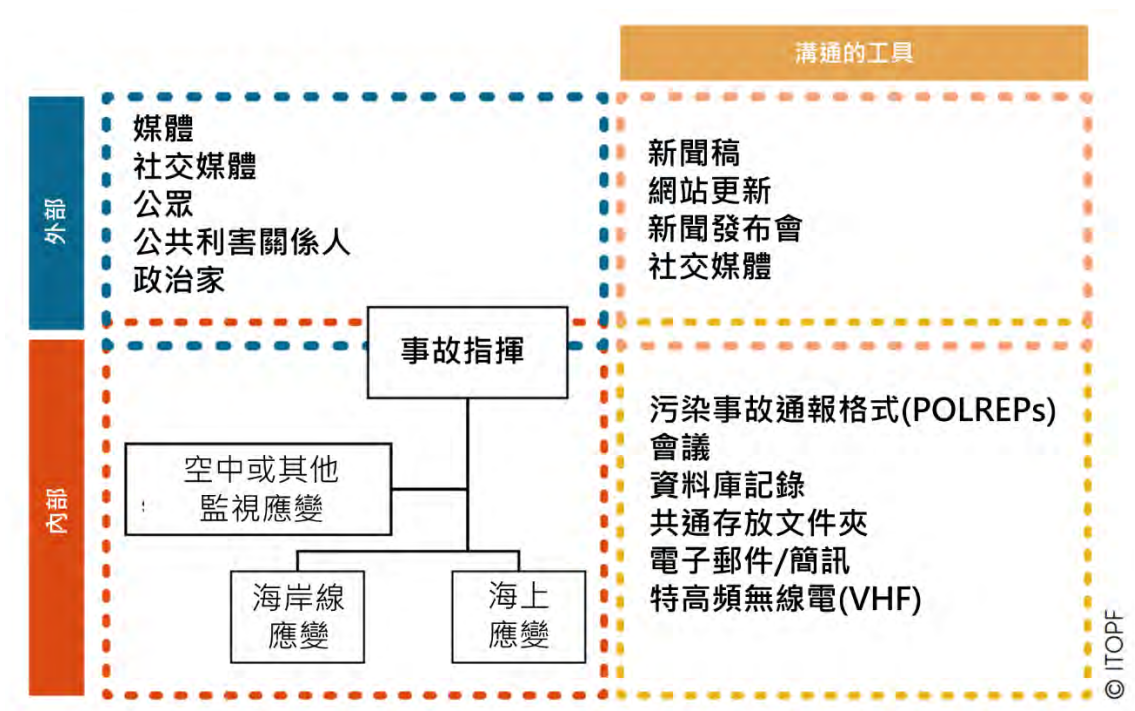


圖 26：以功能為主的結構中，典型通訊結構的流程圖。

### 4.5.3.3 應變策略

#### 情境

準備有效的操作應變需要定義和分析各種事故情境，並檢驗其結果。為了使這些情境盡可能貼近現實，情境設置應該基於過去的事故、近期涉及 HNS 活動的環境和風險分析。情境必須適應應變計劃中的各種應變層級。該計劃應包括有限數量的情境以及相關的初始操作應變策略。為了盡可能準確地設定污染情境，模擬是極為有用且可用於：

- 預測污染物歸宿和行為。
- 確定潛在受影響的區域；
- 定義應變時間範圍。

為此有許多不同類型的模型：包括預測模型和隨機模型。

#### ► 5.11 HNS 洩漏模擬

此資訊也可用於為實際參與運輸過程中處理 HNS 的人員，以及發生事故時的應變人員制定訓練活動和演習。對於每種情境，衝擊評估必須切合實際，並且必須考慮鄰近區域，特別是人口、環境和工業活動。

#### 評估

一旦選擇了一系列漏油計劃情境，重點將轉向到制定適當的應變策略，該策略包括可用且可行的應變技術，以充分減輕每種情景所帶來的影響和後果。

規劃者應考慮隨著時間推移，對給定情境的應變可能會如何發展，以及隨著洩漏事故的發展將需要如何調整策略。規劃者需充分了解實際情況以及技術和設備的局限性。應變策略的選擇主要取決於應變計畫中概述的三個標準：

- 事故區域 ( 近海、海岸、港區 )；
- 產品的位置 ( 在容器中或已釋放 )；
- 產品漏出的行為。

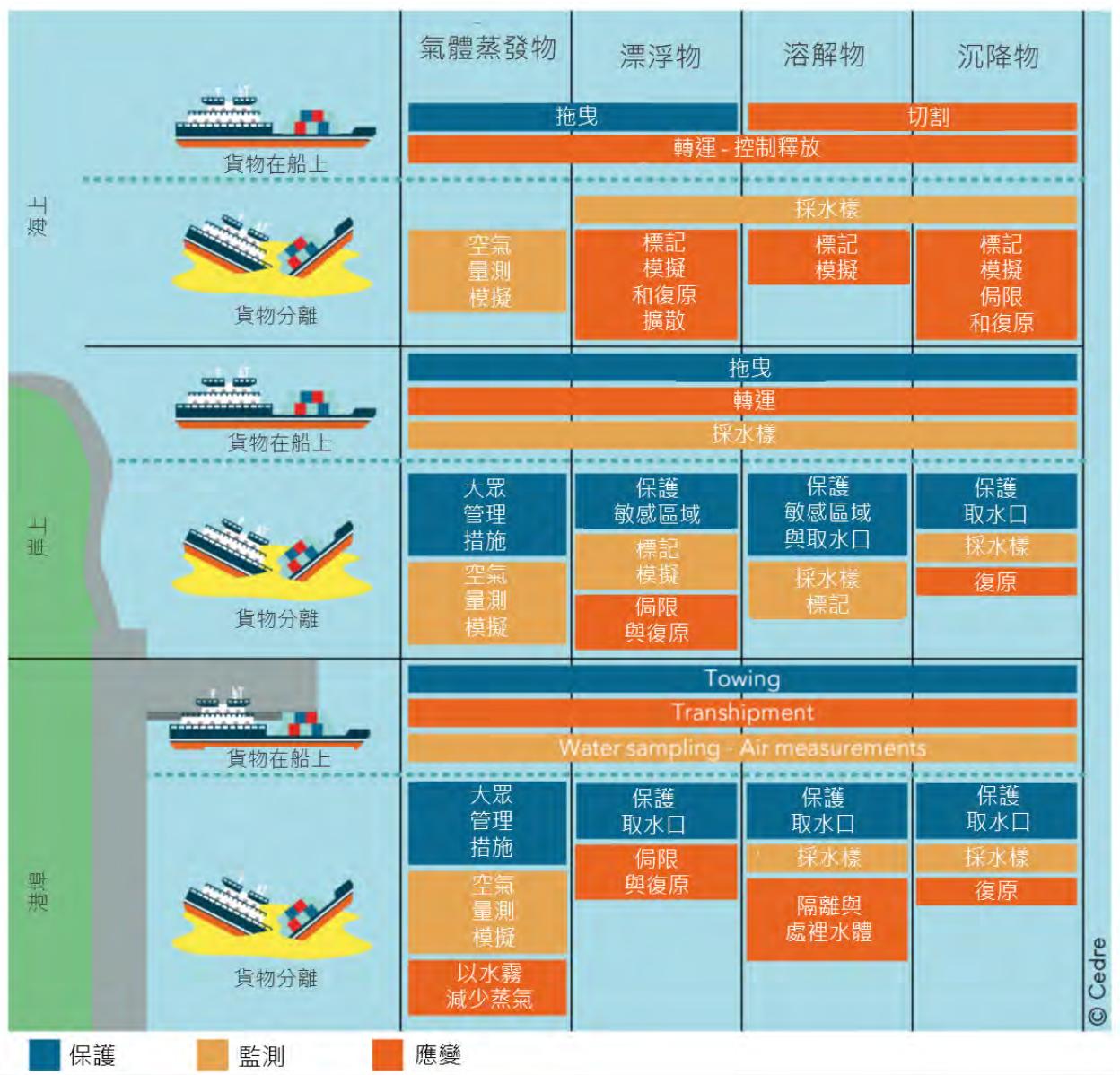


圖 27：根據主要行為和事故地點對散裝 HNS 貨物洩漏做出應變的決策支援。

對於每種策略，請參閱第 5 章中的專用應變表。由於情況可能會變化非常迅速，因此必須根據現場實際情況調整所選策略。選擇合適的應變技術可能會受到各種因素的嚴重影響和限制：極端天氣條件、HNS 洩漏的危害、地區偏遠以及靠近高度敏感區域。策略應側重於明確、可實現的目

標，並將下列因素納入考慮：

- 應變人員和民眾的健康、安全和保全問題；
- 關於使用特定策略的監管要求和限制（例如擴散或就地燃燒）；
- 設備可用性和可調動的時間表；
- 潛在受影響區域內的敏感地點。

所有應變技術都有各自優缺點，因此應變策略通常由多種技術組合而成，針對小型情境的適當策略可能包含一至兩種技術，而更複雜的情境需要在不同層級、位置或針對不同的季節性做各種技術的組合。無論如何，制定戰略時應與利害關係人協商，並考慮到最大的淨環境效益。淨環境效益分析（NEBA）流程提供了一個有效的架構，可以在洩漏發生前、遠離洩漏時和洩漏發生當下氣氛緊張時，達成以科學為基礎的規劃和與利害關係人的共識。NEBA 權衡或妥協可用技術的優缺點，以便制定有效的應對措施以實現環境的最大整體效益。

### NEBA/SIMA

NEBA（淨環境效益分析）是描述如何選擇最合適應變選項的指引，以最大程度的減少洩漏對人類、環境和其他共享資源的淨影響的過程。考慮到在實踐中選擇適當的應變行動可能會受到其他考慮因素引導，石油和天然氣行業試圖去轉變出一個也能反映過程、目標和決策架構的術語。2016 年新引入的漏油影響消減評估（Spill Impact Mitigation Assessment, SIMA）一詞，以涵蓋生態、社會經濟和文化方面的考慮，這個新術語也消除了對“益處（benefit）”一詞的錯誤認知。

無論術語如何，有效實施 NEBA/SIMA 流程都需要借助稱職且知識淵博的專家來了解特定事故條件和當地資源，並權衡以做出合理的應變決策（IPIECA 和 IOGP，2015 年）

### 策略

預防措施、評估和監測污染擴散和/或清理行動可能需要不同程度的應變。

上述每一項的決策樹通常納在應變計畫中，以協助決策者進行選擇。對於現場應變人員，每項要實施的技術也將在具體的作業行動卡中詳細說明（通常附在附錄中）。



圖 28：透過作業行動卡制定策略的主要步驟。

下列的每個步驟都會在第五章詳述。

## 廢棄物管理

在 HNS 洩漏後實施的回收、打撈或除污作業中收集到的有 HNS 污染的液體和固體需視為“廢棄物”。根據 2008 年 11 月 19 日關於廢棄物的指令 2008/98/EC (廢棄物架構指令, Waste Framework Directive (WFD))，“廢棄物”定義為“所有人已丟棄、打算丟棄或被要求丟棄的任何物質或物體”。

如果發生涉及 HNS (以散裝或包裝形式運輸) 的海上污染事故，回收作業會產生各種有害 (以及非有害) 廢棄物，具有各種不同的危害程度、毒性或生態毒性，有時可能的廢棄物數量會非常多。廢棄物分類為非有害或有害廢棄物由 WFD 規定。WFD 附件 III 將有害廢棄物定義為具有一種或多種危害特性 (Hazardous properties, HP) HP1 至 HP15 的廢棄物：它針對大多數危害特性是直接引用“分類、標籤和包裝規則 (Classification, Labelling and Packaging Regulation, CLP Regulation)”中的危害說明代碼 (hazard statement codes, HSC) 對具有危害特性的化學物質或混合物的規定。

應變計畫的目標之一是預測並詳細說明在需要時實施廢棄物管理的全球流程。

上游階段應在作業開始時同時進行。包括：

- **臨時存儲場**，位於現場附近，並配合該場的作業時間。
- **中間儲存場**，提供給幾個主要儲存場的暫存，設置在距離清理地點幾百公尺甚至幾公里的地方 (一旦清理地點的操作完成，這些中間儲存場就會關閉)；
- **最終存儲區**，所有來自同一地區分離出來的污染廢棄物被轉移後的最終目的地。根據下游處裡段的運作性能，這些站點可能會運行一年以上；
- 存儲地點之間的運輸。



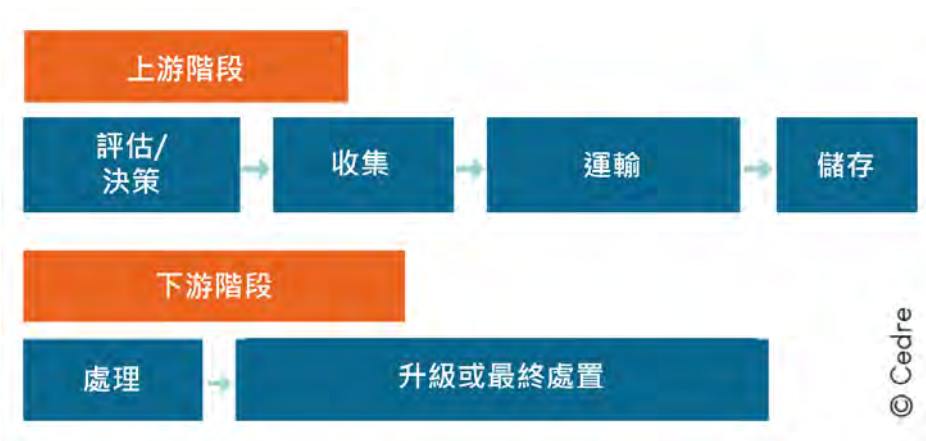


圖 29：全球廢棄物管理流程。

下游階段的執行可以延後，這一階段包括：

- 處理過程，針對不同的廢棄物類型採用不同的程序。
- 處置處理過的廢棄物；
- 於中間或最終儲存場地的復原。

處理任何來源的廢棄物流時，可運用“廢棄物層級”的模式。這個概念使用廢棄物減量、再利用和回收的原則，以盡量減少最終產生的廢棄物量，從而降低環境和經濟成本，並確保滿足監管和法律的要求。此模式可用於建構廢棄物管理策略和所有作業。過去大多數洩漏都涉及原油或精煉產品，因此下圖以油為基礎。



圖 30：“廢棄物層級”或廢棄物管理步驟。

規劃人員不應忽視預先規劃廢棄物管理的必要性，若缺乏適當的廢棄物處理、儲存、運輸和處置，或者其中一個環節薄弱，都會降低整個過程的應變能力，並可能導致違反監管要求的行為。實施廢棄物管理策略和回收、處理或處置安排的詳細資訊和指引應包含在應變計畫中，或作為單獨的

廢棄物管理計劃。這些應該事先明確標示：

- 職責；
- 所需設施的類型和容量；
- 收運方式和規則。

#### ▶4.4 廢棄物管理

## 4.6 資源管理

HNS 洩漏的有效應變關鍵在決相關團體和個人的準備情況。HNS 洩漏應變會影響很多人和組織，需要非常迅速的做出各種決策，這只有在負責應變的團隊達到下列目標才能實現：

- 充分準備好了解現場即時情況；
- 可以做出重要決定；
- 可以毫不延遲安全的調動適當資源。

這些技能依賴於資源整備；對於應變人員和管理人員而言，它都依賴於訓練和演習。

### 4.6.1 人力資源

穩健的準備工作應包括定期的訓練和演習，目標在：

- 提供應變人員如何減少生態系統中 HNS 洩漏對人體健康和環境造成的影響的知識；
- 使利害關係人熟悉應變方法以盡量減少化學污染影響，以及熟知回收或中和化學物質的技術；
- 利害關係人之間相互交流專業知識、經驗和意見；
- 加強負責主管海上緊急情況機構的能力，因海上 HNS 事故較特殊，不同於其他事故；
- 定期檢視 HNS 應變計畫的適用性，並進行必要的改進；
- 提高整體應對能力。

### 4.6.2 訓練

提供應變小組的訓練和組織演練是提高整體應變能力的最佳方式。所有可能參與處理危害物質的人員都必須掌握專門的知識和技能，特別是必須熟悉下列幾點：

- 各種物質的危害本質，特別是參考聯合國危險貨物運輸的建議書( UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, TDG )，並了解它們的歸宿和行為 ( fate and

behavior )；

### ▶3.2 GHS 與 UN TDG

- 所有相關資訊來源，例如安全資料表 ( Safety Data Sheets, SDS )、危險品申報單、運送文件以及所有其他相關文件；
- 防護設備和衣服；
- 化學偵測工具組；
- 緊急程序，初期實施的行動；
- 專門的應對策略、技術和設備；
- 按照溝通計劃進行清晰溝通的方法和程序

## 4.6.3 演練

定期和實際的演練對於驗證應變計畫和應變能力非常重要，並使所有相關單位能夠：

- 維持和提升在訓練期間獲得的理論和技術知識；
- 角色和職責明確化；
- 優化事故管理系統 ( IMS ) 內的溝通；
- 讓參與應變的相關人員會面和交流 ( 通常來自不同部門，否則互動很少 )；
- 整合應變計畫中規定的程序，並進行驗證或更新；
- 驗證應變能力；
- 為了有效整備第一線應變人員，應將各種類型的演習整合到演習計畫的一部分。

演練的頻率應根據準備和實施的複雜程度進行調整，但也將根據可用的人力、物力和財力資源進行調整。例如，如果每六個月進行一次桌上推演，大規模演練則可以每三年進行一次。

	研討會	討論會	桌上推演 ALPHA	功能性 BRAVO	設備部署 CHARLIE	大規模 DELTA
目標	概述漏油應變計畫及其相關政策。	構建或實現一個成果。如制定新的或修訂的計畫、程序、相助合作協議等。	測試合作程序。學習和測試與組織、溝通和後勤等相關的應變事項的架構。	測試已商定的通報程序和通訊。測試請求與提供協助。了解締約方當前的應變準備狀況。	測試和學習特定設備的使用。	測試國家或多國的反應能力和裝備。測試和訓練複雜的合作能力，或幾個不同參與者、單位和設備的協調。
對象	公共或私人運營商。地方、地區、國家當局。	運營商和主管機關。與研討會相比，互動程度會提高。	決策者	不同層次的決策者	應變人員	所有各層級污染應變任務的人員。
類型	非正式的定向活動。	非正式的定向活動。	論文格式。沒有部署設備。遠端測試或在一定點。	練習情境，以更新事件驅動活動的方式。	現場部署。	幾個危機管理小組，在不同的位置上，在海上和海岸線上。
相關單位	正在製定或對現有計畫或程序進行重大修改的組織。	正在製定或對現有計畫或程序進行重大修改的組織。	正在製定或對現有計畫或程序進行重大修改的組織。	人員和設備的移動通常是用模擬的。		公共或私人運營商。地方、區域、國家和國際主管機關。
時機	需要時可召開，沒有限制。	每個標題項目一次。	每季一次。	每半年一次。	每半年一次。	每年一次。

© Cedre

圖 31：不同類型演習項目的漸進發展。

## 4.6.4 材料和設備

### 4.6.4.1 應變設備

我們需要應變設備來應對涉及 HNS 的事故。有許多種污染應變設備需要基本存貨 ( 類型/數量/產地 ):

- 堵漏和密封裝置 ( 例如充氣止漏塞、下水道井蓋的密封板 );
- 消防水帶瞄子;
- 中和劑 ( 如石灰、醋、檸檬酸 );
- 分散劑;
- 吸附劑 ( 吸附條、墊等 );

- 圍堵裝置 ( 例如浮油柵 ) ;
- 幫浦和汲油器 ( skimmer ) ;
- 廢棄物儲存和回收系統 ( 例如防漏桶或防漏容器 ) 。



設備儲藏室

#### 4.6.4.2 庫存和儲存

應變設備通常在緊急情況下才部署，因此我們須選擇和安排存儲的位置和方式，以便快速應變和輕鬆部署，最好靠近高風險地點。故需提前確定設備的位置，以確保部署時有最高的效率；此類放置位置應在應變計畫中具體說明，或位於戰略/戰術地圖上註明。

在庫存中，建議將特定技術所需的所有設備收集在同一個地方、架子或包裝（容器、拖車等）中。例如，汲油器（skimmer）將裝有幫浦、動力裝置、軟管套組、繩索等。圍堵裝置將儲放在一起，依此類推。

設備應保護避免受陽光、霜凍和惡劣天氣（海浪、風、雨.....）的影響。在氣候寒冷、炎熱或潮濕的地區，必須特別小心存放位置和方法。通風可預防發霉和加速變質，也必須預防嚙齒動物破壞設備。

### 4.6.4.3 維護保養

制定詳細且定期更新的可用設備清單（數量、類型、數量、狀態）是整備過程的一部分，並將清單與技術數據表以及執行與維護保養協定相關結。

#### ▶4.6 取得與維護

## 5. 應變

### 5.1 簡介

對於涉及海上 HNS 的事故，並沒有通用的應變和干預技術：每次處理海上洩漏和消滅潛在影響的應變都是獨特的，並且取決於許多變數：

- 可能涉及洩漏的 HNS 物質列表很長，且他們的行為難以預測；
- 事故地點、環境條件、可能的化學品混合、反應性等的特殊性增加了複雜性；
- 整備程度以及有無合適的設備和訓練的層級是影響有效應變的關鍵。

本手冊旨在指導相關人員（決策者、應變人員）了解不同階段的海洋 HNS 緊急情況，並協助應變，而可靠且完善的應變計畫至關重要。應變階段不一定是連續的，它們可以同時進行，需記得優先目標是拯救處於危險中的生命，並保護應變人員的健康。下列各階段是按時間順序列出：

#### 事故通報

- 觀察員（受傷的船長、污染的觀察系統、一般民眾）通報事故

##### [▶5.1 事故通報](#)

#### 資訊收集

- 數據收集：研究相關物質（物理、化學和生物資料）和/或容器的特性及其行為、天氣和海上的狀況與預報、生態和經濟特徵。

##### [▶5.2 事故數據收集](#)

#### 決策制定

- 選擇消除或減少污染（或其威脅）的策略基於：
  - 危害：對釋出物質產生的危害評估；
  - 行為：他們的行為，作為鑑認受污染影響的空間（空氣、表面、水層、海床）；
  - 模擬：預測洩漏污染物的軌跡、歸宿（fate）和行為。

##### [▶5.11 HNS 洩漏模擬](#)

#### 初步行動

- 通常由相關船舶的應變人員和船員採取初步應變措施

##### [▶5.5 情況評估](#)

##### [▶5.18 初步行動（應變人員）](#)

##### [▶5.19 安全區](#)

## 現場應變

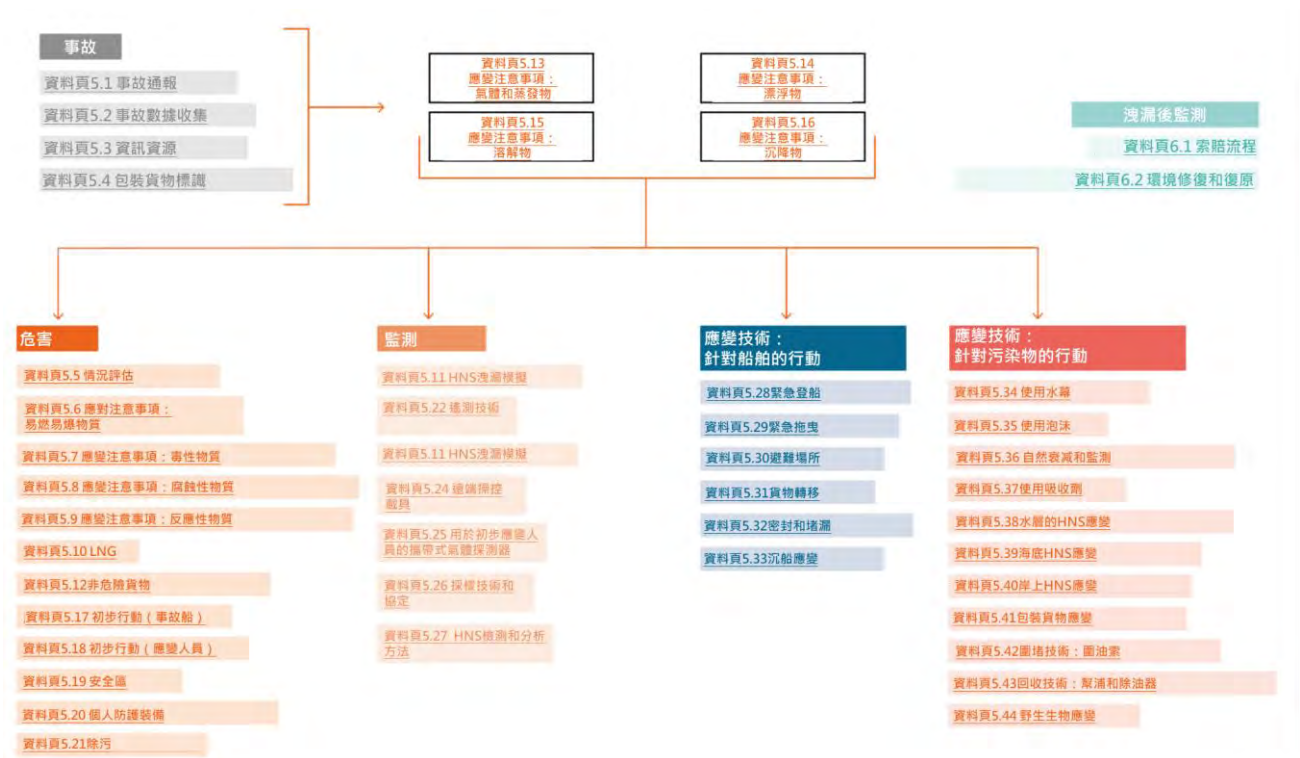
- 一旦應變策略制定，可採取多項行動：
  - 保護：辨識必要的個人防護裝備
    - ▶[5.20 個人防護裝備](#)
    - ▶[5.21 除污](#)
  - 監測：根據事故的特點，可以進行不同類型的監測：遙測（盡可能使用），使用攜帶式偵測器，以及水、沉積物和生物群的採樣供實驗室的分析。
    - ▶[5.22 遙測技術 \( remote sensing technologies \)](#)
    - ▶[5.23 物質標記](#)
    - ▶[5.24 遠端操控載具](#)
    - ▶[5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體探測器](#)
    - ▶[5.26 採樣技術和協定](#)
    - ▶[5.27 HNS 檢測和分析方法](#)
  - 應變技術：與監測相結合，可區分為兩種干預類型：
    - 針對船舶的行動 - 對船舶進行直接干預，例如：
      - ▶[5.28 緊急登船](#)
      - ▶[5.29 緊急拖曳](#)
      - ▶[5.30 避難所](#)
      - ▶[5.31 貨物轉移](#)
      - ▶[5.32 密封和堵塞](#)
      - ▶[5.33 沉船應變](#)
    - 針對污染物的行動 - 在船舶或環境中遏制 ( contain )、處理和/或回收污染物的操作：
      - ▶[5.34 使用水幕](#)
      - ▶[5.35 使用泡沫](#)
      - ▶[5.37 使用吸附劑](#)
      - ▶[5.38 水層中的 HNS 應變](#)
      - ▶[5.39 海床上的 HNS 應變](#)
      - ▶[5.40 岸上 HNS 應變](#)
      - ▶[5.42 圍堵技術：攔油索](#)
      - ▶[5.43 回收技術：幫浦和汲油器 \( skimmers \)](#)
  - 後勤組織：選擇合適地區建立除污區；制定廢棄物管理策略。
    - ▶[4.4 廢棄物管理](#)



## 洩漏後管理

- 必須考慮以下議題：
  - 文件和記錄保存：從應變一開始建立文件和紀錄就很重要，這在理賠過程中尤其關鍵。
    - ▶ [6.1 理賠流程](#)
  - 洩漏後監測：必須進行環境損害評估和決定環境復原措施。
    - ▶ [6.2 環境修復和復原](#)
  - 事故檢討和經驗傳承：確認應變的優點與弱點，再修正應變計畫。
    - ▶ [5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物](#)
    - ▶ [5.14 應變注意事項：漂浮物](#)
    - ▶ [5.15 應變注意事項：溶解物](#)
    - ▶ [5.16 應變注意事項：沉降物](#)

## 5.2 可能應變方案的概述



## 5.3 通報和資訊收集

### 5.3.1 通報

包含 HNS 的事故之通報可通過下列方式接收：

- 由事故船長的船舶通報系統或由應變船舶、經過船舶的船舶報告系統；
- 沿海國家的污染報告 (Pollution Report, POLREP) 作為其政府間污染通報系統之一。

#### ▶5.1 事故通報

- 由有訓練的空中觀察員製作的污染觀察報告/檢測日誌

#### ▶5.1 事故通報

- 自動洩漏應變通報 ( 衛星為主的監視 )；
- 來自民眾的非官方書面/口頭報告 ( 例如，目視觀察到的港口污染報告 )。

初期報告的詳細程度將取決於觀察到的污染與污染者之間是有直接關聯：如果觀察到的污染沒有可歸因的來源，則無法立即獲得洩漏貨物的相關類型資訊，而需要由現場應變人員進行監測和採樣收集 ( [第 5.6 章](#) )。

### 5.3.2 數據收集

一旦收到初步事故通報，決策者和應變人員就必須收集有關事故案件的客觀資訊以支援第一時間的應變行動 [▶5.18 初步行動 \( 應變人員 \)](#)。事故最初的數據可能很少且難以驗證。然而隨著時間的推移和與各種新增的資訊來源，對整體情況的了解將逐步增加。新增的資訊通常不易驗證、確認優先順序和過濾。

所有訊息都應匯集並轉發給指揮中心，指揮中心負責分析訊息並將其傳遞給應變人員 [▶4.3 內部溝通](#)和相關利害關係人 [▶4.1 外部溝通](#)。

有兩種類型的數據可收集：

**當事故資訊無法提前獲知：**

應變人員應盡快獲取有關事故位置以及船舶、燃料和貨物的狀態，以及現場氣象數據。

#### ▶5.2 事故數據收集

第一個收到的訊息可能來自船長和船員，因為他們會遵循船上海洋污染應變計畫 (Shipboard Marine Pollution Emergency Plan, SMPEP) 中列出的程序，其中包括通報要求、應變協議/程序和國家與當地聯絡點。

### ►5.17 初步行動 ( 事故船 )

運送文件 ( 如貨物證書/托運人聲明/危險品聲明和適當的 SDS 等 ) 為具體物質資訊的初期最佳資訊來源。

### ►5.4 包裝貨物標識

#### 訊息資源：

可能需要收集事故發生前的一些額外資訊，以補充直接由事故現場取得的報告，來幫助應變策略的設計和實施►5.3 訊息資源。HNS 應變計畫 ( 第 4 章 ) 應包括人體健康和環境議題的訊息資源目錄►5.20 個人防護裝備和環境資源 ( 環境敏感性指數地圖 )，也應提及作業應變指南。

為了協助預測洩漏物質的歸宿/行為和軌跡，整個應變過程中可以使用模擬軟體►5.11 HNS 洩漏模擬。模擬結果可對初步行動和緊急應變措施的決策過程增加有用資訊。►5.19 安全區。但模擬結果需在現場進行驗證，一般通則顯示模擬結果的正確性最多只能與其原始模式開發時使用的數據相當的。

## 5.4 決策

### 5.4.1 誰負責決策？

事故指揮官制定了策略來阻止洩漏和減輕其影響，因此他們負責發布命令與當下優先排序，並批准**事故行動計劃**，此外事故指揮官還負責下令人員的解散。他們也是決定透過新聞官發布何種資訊的關鍵。

事故行動計劃 ( Incident Action Plan, IAP ) 是為了將總體戰略、目標和目的轉化為戰術，IAP 代表了指導行動執行的規劃藍圖。正如狀況應定期重新評估一樣，IAP 也應定期更新。

### 5.4.2 事故管理團隊內部的決策動態

決策過程不應即興發揮 ( 第 4 章 )，結構、組織、資源 ( 人力和物力 ) 和程序須事盡可能先準備好，並將其包含在應變計畫中的參考文件。預先組織過的演習須能夠評估實際上面對 HNS 洩漏情境的應變能力，但每起事故都是獨一無二的，事故管理團隊須於潛在的高壓環境下做出重要決定，尤其是面對來自媒體或政治領導人的壓力下，就算團隊處於對情況了解不夠完整時，也必須迅速做出關鍵的決定。事故管理團隊必須能夠根據情況和污染程度 ( 第 1、2 或 3 級 ) 做出合理的決定。

### 5.4.2.1 事故升級

透過通報獲得資訊 ▶ [5.1 事故通報](#) 和數據收集 ▶ [5.2 事故數據收集](#) 對於支援狀況評估至關重要 ▶ [5.5 情況評估](#)。在事故發生的最初時刻，狀況評估可能會受限，但又可以提供機會來啟動可以大幅減輕 HNS 洩漏影響的初步行動。事實上某些臨時措施，主要是基於實際的風險或情勢可能惡化的前提下，可以先實施，特別是先前已在應變計畫中確認過的狀況。

風險可能由運輸的 HNS 產生，也可能由燃料產生，重點是要注意目前使用的推進燃料可能具有不同的性質，因此必須考慮這些物品的風險和行為，以及可能與 HNS 貨物混合或產生反應、或與環境發生相關的相互作用（例如氣體與附近火源之間的接觸）。考慮到這一點，我們提供了一份廣泛使用的推進燃料的表格：▶ [5.10 LNG](#)。

考慮到這些方面，首要行動主要是針對保護民眾、環境或設施。應變的初步行動範例如阻止 HNS 洩漏或減輕洩漏的程度或影響。下圖基於危害的決策樹，可以觸發初步行動 ▶ [5.17 初步行動（事故）](#)。

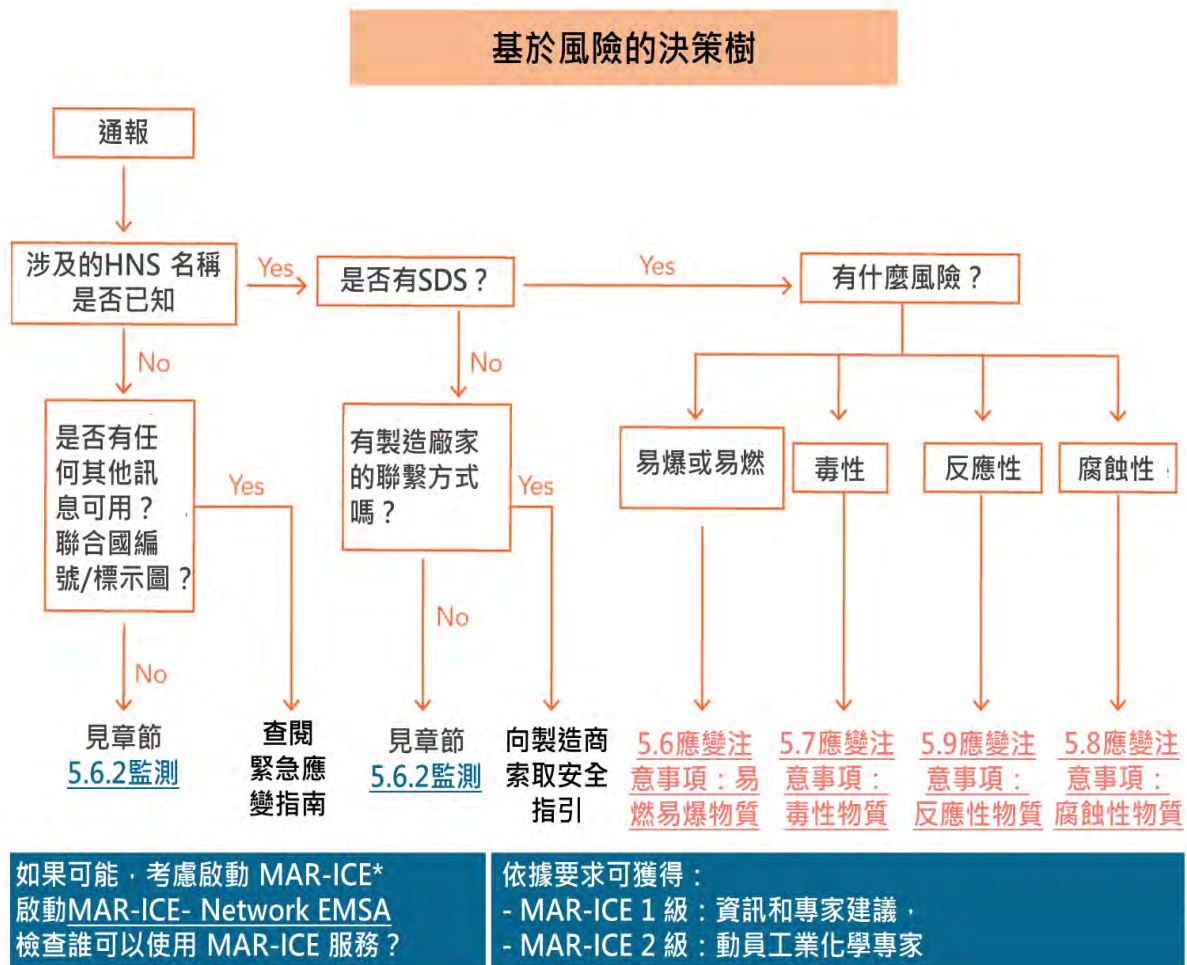


圖 32：基於危害的決策樹。

\*MAR-ICE 在有海上緊急狀況下提供 24/7 化學品遠距資訊服務，在收到請求後 1 小時內先提供產品和事故相關資訊，以及有關化學產品及其風險的建議，此後持續提供更詳細的資訊。

模擬是一種決策支援工具，可以為決策過程提供相關訊息，尤其是當需要更詳細地評估民眾或環境的風險時的高度優先進行事項。

#### ►5.11 HNS 洩漏模擬

當未被歸類為危險品的 HNS 發生事故時，它們在水中的釋放或在不當條件下的儲存仍可能會給應變人員或民眾帶來風險。這些物質也應該被考慮。

#### ►5.12 非危險貨物

### 5.4.2.2 基於危害和應變的決策反饋迴路

在 HNS 事件的整個管理過程中，決策過程應整合對風險和行為的持續評估。

由狀況本身（例如天氣狀況）或實施的行動（例如止漏）所產出新的或相關的結果都可以放入收集的資訊，因此狀況評估應定期進行或由現場的特定事件引發，並可能導致新的決策。

對化學品危害和行為的了解是驅動最適當應變方法的決定性資訊。事實上，應變策略主要基於化學品的行為，而且須非常謹慎地考慮危害，以便繼續在安全條件下進行應變。以下流程圖是建立用以幫助決策者選擇可能的技術來應對船舶或污染物（[第 5.2 章](#)）。

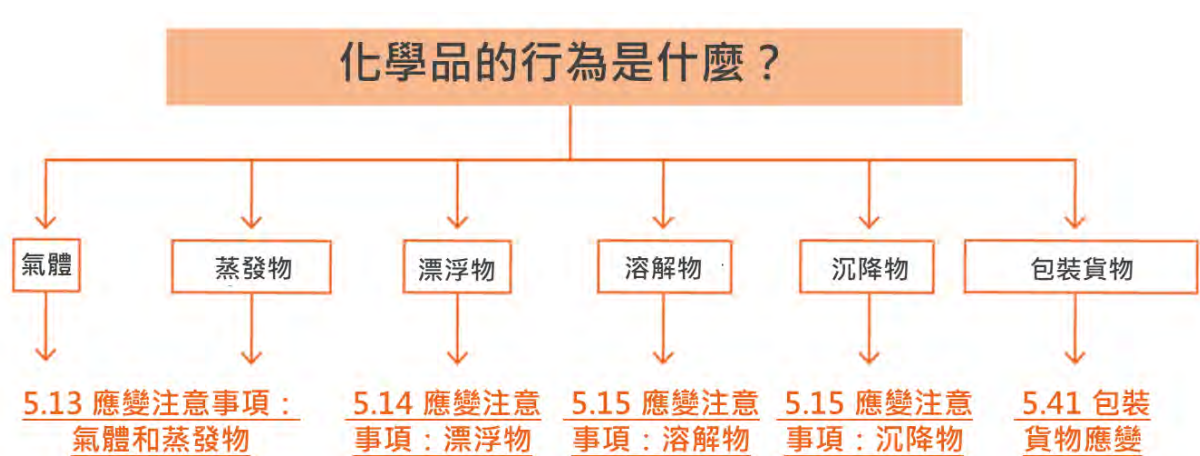


圖 33：以行為為基礎的決策樹流程圖。

應變期間所有部署的努力都在希望最終能將現場恢復至正常或緊急狀況前的狀態；此外，所使用的應變策略和技術對環境的危害不應超過污染物本身。事故行動計畫所定義的指引應盡可能達到利害關係人的期望，並通過合作方式尋求他們的同意。然而，達成一致意見可能會導致決策制定出現重大延遲，例如當利害關係人眾多時。若有分歧，由事故指揮官負責決定最佳處置方式。

雖然策略代表了指導方針，但應變行動是基於指定的戰術，現場指揮官負責戰術行動的管理，包括行動監督、資源管理、加強臨近超負荷部門的整合以及協調同步的行動，整個目標應符合 SMART 標準：

Specific	具體的	指令以及對活動和後勤的描述需清楚，這些必須包含對應操作期間（小時、天等）的一組時段，並在應變及其演變過程中定期更新。
Measurable	可量測的	
Action oriented	以行動為導向的	
Realistic	務實的	
Timely	及時的	

## 5.5 初步行動

初步行動是在收到 HNS 事故通報後的早期階段，就應儘早實施的所有行動，只要是確認其必要性並於安全條件下進行，主要目的是在現場部署一個應變小組，以即時減輕對人員生命、環境和民生設施的潛在影響。

### ▶5.17 初步行動(事故船)

### ▶5.18 初步行動(應變人員)

### ▶5.19 安全區

## 5.6 現場應變

### 5.6.1 防護

制定決策須考慮哪些設備適合用於 HNS 洩漏應變，考慮到許多物質具有不同的危害性質，在 HNS 洩漏期間，需更加注意選擇合適的個人防護裝備 ( Personal protective equipment, PPE )，以保護應變人員。此外，設備的選擇需要考慮與涉及物質的化學相容性。

應變計畫( [第 4 章](#) )應預先考慮到如何獲得適當的 PPE、相關庫存以及參與人員需接受使用訓練。必須特別注意設備的維護，因為這通常是精密設備，如有必要須立即準備好使用。

### ▶4.6 採購和維護

到一定程度，應任命一名負責 PPE 管理的人員和一名健康與安全官，並將其納入應變計畫 ( [第 4 章](#) )，以確保能夠正確使用設備，尤其是 PPE。

### ▶5.20 個人防護裝備

每次使用設備時，都應考慮後續的除污階段以及廢棄物管理。

### ▶5.21 除污

### ▶4.4 廢棄物管理

除污階段的主要目標是去除或中和積累在人員和設備上的污染物，以降低應變人員個人防護裝備上存在有毒物質的風險。除污使用的方法包括中和已存在化學物質的毒性，並用水或清潔劑清洗設備。除污操作必須由經過訓練的人員管理和執行。

## 5.6.2 監測

評估受影響環境分區的範圍和嚴重性是基於監測方法的三個組成部分（圖 34），這些監測系統是互補的，在應變期間可能都需要被視為紅色。事實上，遙測（remote sensing）數據需用現場數據進行驗證，而模型則依賴於現場測量和遙測。建議在事故管理團隊中整合或諮詢環境監測專家，目標是提供資訊幫助決策者，以便在發生 HNS 事件時做出快速應變。

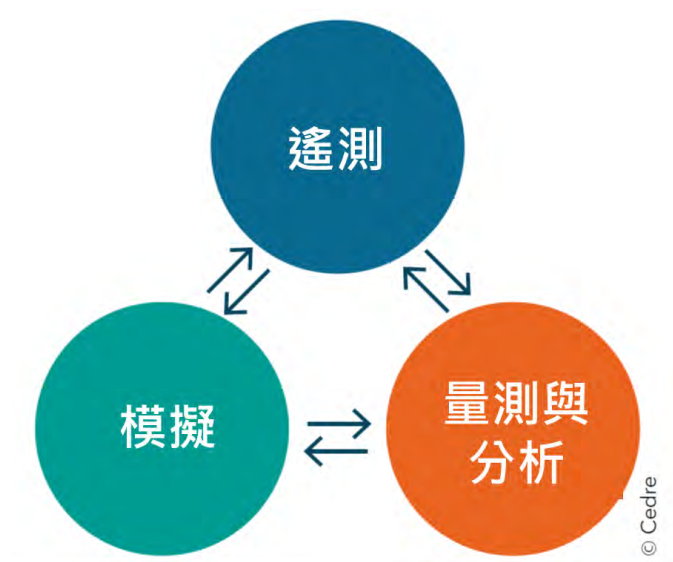


圖 34：調查和監測的三個主要組成部分。

### 5.6.2.1 模擬

根據電腦運算出的 HNS 歸宿（fate）、行為和軌跡可用於預測和準備應對潛在影響。然而，相關的程度和可靠性一方面取決於模擬軟體的能力和可靠程度，另一方面也取決於收集的資料作為模擬的輸入（[第 5.3 章](#)）。為了驗證模擬的輸出，須要通過遙測或現場測量或採樣分析所獲取量化的現場數據。

### ▶5.11 HNS 洩漏模擬

## 5.6.2.2 遙測

用於檢測和繪製漏油範圍地圖的現有遙測感測器 ( remote sensor ) 也可能可用於檢測漂浮的 HNS 或包裝貨物。對於具有其他行為類型的 HNS，遙測仍然具有挑戰性，例如蒸氣雲動力學上散佈速度太快，無法輕易通過衛星檢測到。然而新興技術，例如將自主偵測器整合於遙控飛機系統 ( Remotely Piloted Aircraft Systems, RPAS ) 上，可能有望改善 HNS 檢測。創新和微型化偵測器的開發能提供識別更廣範圍 HNS 的機會，並且將其結合 RPAS 上將提高檢測 HNS 的能力，避免應變人員直接暴露於現場，特別處於易爆、易燃或有毒羽狀煙柱流 ( plume ) 中。在水生方面，可以使用主動聲納進行遙測檢測海底的沉降物 HNS 或包裝，或一些漂浮的 HNS。

### ▶5.22 遙測技術

### ▶5.23 物質標記

### ▶5.24 遠端操控載具

## 5.6.2.3 測量和分析

現場分析和實驗室分析 ( 依下文描述 ) 有時可用於獲取不同級別的資訊或用於不同的目的。例如現場進行的粗略或定性分析可能有助於獲得初步作業資訊，而若要獲得更準確的資訊則需要實驗室進行進一步採樣和分析。重複作業應盡可能可避免，整備也應先預見避免 ( [見第 4 章](#) )。

- 現場分析

在滿足一定要求的情況下可以進行現場分析，且偵測器的性能必須足以達到預期的測量結果 ( 例如偵測極限或準確度 )，偵測器還必須能夠在惡劣條件下操作，且於一定的時間內完成。

### ▶5.27 HNS 檢測和分析方法

最近幾十年攜帶式或微型偵測器的使用有很大的進展，預計在未來幾年也會不斷改進，為應變人員提供更強的應變能力，並為事故管理團隊提供更多的反應能力。

確保事故期間所有應變人員的健康和安全是應變的第一考量，涉及 HNS 的事故可能經常出現氣態物質，增加進行搜救行動、密閉空間或在洩漏點附近工作的風險。因此，任何對事故的應變人員，尤其是最先到達現場的，都應該得到充分保護 ▶5.20 [個人防護裝備](#)。攜帶式氣體偵測器是評估防護等級的關鍵設備之一。

### ▶5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器

- 實驗室分析

基於各種原因，可能需要或希望採樣以進行後續實驗室的分析，其中原因如下：

- 由於技術原因 ( 例如缺少攜帶式設備，分析、時間限制、現場的危險或惡劣條件 ) 導致現場分析難以進行；



- 責任的調查之監管鏈 ( chain of custody ) 可能需要特定程序，不包括現場分析；
- 感興趣的化學物質為未知；

### ► 5.26 採樣技術和協定

### ► 5.27 HNS 檢測和分析方法

## 5.6.2.4 實施監測

### 5.6.2.4.1 為什麼監測？

監測應在收到通報後儘快實施，並且可能在整個緊急應變階段和洩漏後期監測期間持續進行。下圖顯示了在事故管理的不同階段進行監測的原因。



圖 35：不同階段應變監測的目標。

### 5.6.2.4.2 誰負責監測？

前述的監測目標必須優先考慮並整合到協調的監測計畫，以避免工作重複，並避免錯失重要測量的機會。該策略必須由監測協調員帶領，並應根據專家與第三方諮詢意見的協力合作來製定。須了解的是這些策略在應變階段後仍可能持續進行，並將包含長期清理或環境追蹤。環境監測協調員應於整個期間持續行動，包括洩漏結束後，目標是在一段時間內從多個來源或不同地點收集可能的資訊，以獲得更好/更準確的狀況回顧。

為實施監測策略，環境監測協調員有不同的職責，其中包括：

- 制定工作文件計畫並引入“監管鏈 ( chain of custody ) ” ；
- 若可能發生健康風險，安排適當的監測；
- 確保洩漏、受污染物或可疑來源的範圍、嚴重性和準確性有採取必要的措施；
- 判斷是否需要對洩漏進行特殊檢查，以幫助採取洩漏應變措施；
- 判斷是否可能產生短期和/或長期的環境影響。如果是，請聯繫對應的機構；
- 判斷在提供一般和特定資訊需求時，是否需要進行特殊檢查和分析；
- 聯繫負責運輸和處置的機構，檢查在這種情況下需要哪些特殊資訊並安排相關的分析。

### 5.6.2.4.3 應該在哪裡進行監測？

如第 3 章所述，HNS 可以表現出一種或多種行為，導致它們分佈到不同的環境空間，例如大氣、水面、水層、海床或海岸線。除了化學品的行為及其毒理學數據外，事故發生的地點和生態系統也會具體影響生物群（植物群或動物群）。

根據事故發生地點、化學品的短期行為（short-term behaviour of the chemical, SEBC）、預測模擬輸出或預期歸宿等，可以建立採樣策略。採樣策略將詳細說明進行分析的數量和位置、監測的每個參數（化學、溫度等），從而可以比較數值、解釋和達成既定目標。採樣策略允許繪製等濃度線（等斜線），以顯示污染物在空間和時間上的波動。



圖 36：環境空間與對應的量測目標。

#### 5.6.2.4.4 監測策略的準備

選擇適當的採樣或分析方法根據目的和化學品的行為。

監測可以在事故管理的不同階段中進行，從 HNS 洩漏後的一開始到洩漏結束後階段，並且可以通過多種方式實施。選擇測量類型很重要：必須選擇監測什麼物質，又需使用什麼類型的檢測設備？對象物質應是洩漏的化學品，若非洩漏的化學品則可能為其他更相關物質，如可反映污染程度的化學或生物指標。使用的分析方法應反映污染物的存在，且須對結果進行批判性分析，以確定它們是否準確地反映了現況。例如，干擾物質或參數可能會導致輸出發生變化，現場數據收集可以通過現場分析或採樣後於實驗室進行分析。在應變階段，對外洩的物質進行測量以評估情況，並決定適當的對策為第一要務。

事前應在應變計畫內或至少在規劃階段須確定能執行分析的程序和資源，例如採樣協議、指引或專家建議。有三種主要類型的策略（可能合併一起）可用於在 HNS 洩漏後建立影響評估：

- 事故後數據與事故前數據的比較；
- 將受影響地點的數據與參考地點的數據進行比較；
- 分析一段時間內監測到的事故後數據，以描述復原過程。

一旦確定了監測策略、在確定後續要測量的參數之前，應盡快進行採樣以保存樣本（例如通過冷凍）。

#### 檢測類型的選擇

##### [▶5.22 遙測技術](#)

##### [▶5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體檢測器](#)

##### [▶5.26 採樣技術和協定](#)

##### [▶5.27 HNS 檢測和分析方法](#)

### 5.6.3 應變技術

若可以進行干預行動，則可根據釋放物質的行為和危害使用不同的應變技術。採取的污染反制措施範圍取決於污染物的類型和特性、運輸方式以及總體情況（船舶狀況、天氣條件、環境敏感性）。然而，污染反制措施的主要目標往往都是盡量減少事故造成的風險，保護人員、環境和人類活動，並將受影響的區域盡可能恢復到緊急情況前的狀態。

#### [▶6.2 環境修復和復原](#)

如果操作人員的風險很高，則必須考慮將污染物留在環境中的選項，如果安全的話，可以製定監測計劃（見 5.6.2 監測）。

#### [▶5.36 環境維護和監測](#)

如果認為干預可行，應變技術可分為兩類：

- 針對船舶的行動，即對受災船舶的干預
- 針對污染物的行動，控制分散，蔓延/擴散和回收污染物。

### 5.6.3.1 針對船舶的行動

這通常是優先考慮的行動，建議的技術通常都可用的，無論涉及物質的行為如何。船舶的狀況、物質的危害、環境和天氣條件以及可採取措施和必要設備的可用性是這一階段的關鍵考慮因素。

#### ▶ 5.28 緊急登船

#### ▶ 5.29 緊急拖曳

#### ▶ 5.30 避難場所

#### ▶ 5.31 貨物轉移

#### ▶ 5.32 密封和堵漏

#### ▶ 5.33 沉船應變

### 5.6.3.2 污染物導向行動

控制污染物其分散、傳播和擴散的技術將取決於事故發生的地點：外海、港口或沿海地區。控制下釋放（Controlled release）污染物通常可用於於遠離人口稠密區或敏感區域的外海，且不論所涉及物質的行為如何都可以適用。減少和控制蒸氣的技術（水幕和使用泡沫）可應用於港口區域和沿海區域，特別是為了保護附近的人口，外海也可用來保護應變團隊去進行干預行動。

#### ▶ 5.34 使用水簾

#### ▶ 5.35 使用泡沫

#### ▶ 5.36 環境維護和監測

圍堵（contain）和回收海洋環境中的洩漏污染物的行動，很大程度上是取決於所涉物質的行為和危害。一般而言，當物質的主要行為以漂浮或下沉時，圍堵和回收是有可效的，尤其是如果該物質會在海上停留好幾天，則圍堵和回收可能是有效的，否則考慮到攜帶設備到達該區域所需的時間，則規劃此類作業計畫毫無用處。

#### ▶ 5.37 使用吸附劑

#### ▶ 5.38 水層中的 HNS 應變

#### ▶ 5.39 海床上的 HNS 應變

#### ▶ 5.40 岸上 HNS 應變

#### ▶ 5.41 包裝貨物應變

#### ▶5.42 圍堵技術：攔油索

#### ▶5.43 回收技術：幫浦和汲油器

最重要的是，回收船上或海上洩漏產品的應變行動將決定有無產生廢棄物，廢棄物管理必須在使用應變技術前就先考慮。將廢棄物管理列入應變計畫也十分重要，並需考慮廢棄物循環的各階段：廢棄物的回收、儲存、運輸、處理和處置。

#### ▶4.4 廢棄物管理

對海洋野生生物的干預行動也應考慮在內，海洋野生生物會受到 HNS 洩漏的影響，干預方案與漏油緊急狀況下遵循的方案有許多相似之處。

#### ▶5.44 野生生物應變

## 6. 洩漏後管理

### 6.1 船肇 HNS 事故期間的文件、記錄和費用回收

涉及 HNS 的海上洩漏會對各種組織和個人造成重大損失或損害：HNS 可能對人體健康、環境造成危害、損害財產並導致經濟損失。儘管相關人員盡了最大努力，但清理工作可能會耗時耗力且成本高昂。那些因 HNS 洩漏而處於經濟不利地位的人可以有資格獲得賠償。

#### 6.1.1 立法 - 賠償的法律依據

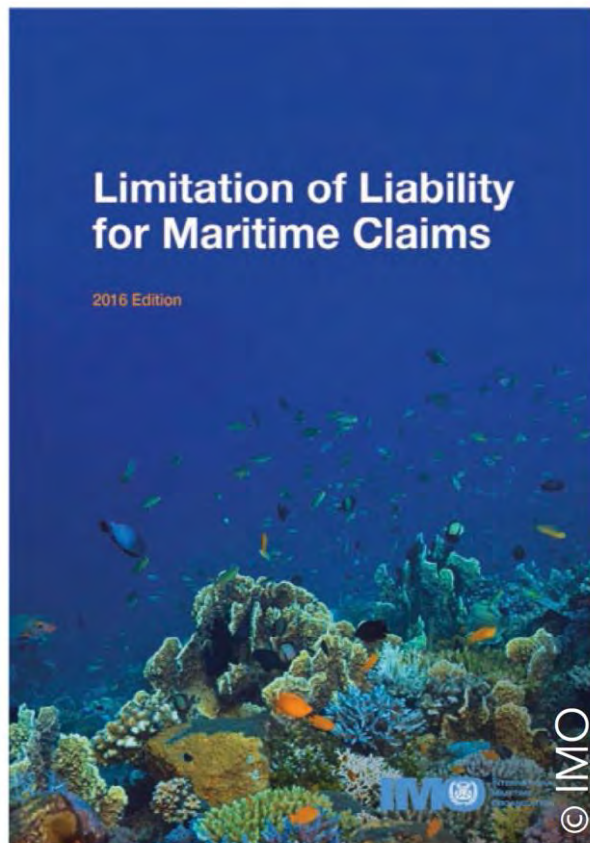
##### 國際立法

目前尚未有強制海洋 HNS 洩漏賠償的國際公約 ( HNS 公約旨在彌補這一缺口，見下文 )。因此，在發生事故的情況下，賠償將取決於各國家法律，但可能會因《海事索賠責任限制公約》( LLMC ) 而受制於全球限制制度 ( global limitation regime )，因此國家應變計畫必須明確說明可用補償的來源和適用的法律，且讓所有人都知道。

##### 國家立法

海上運輸有害有毒物質造成損失或損害的責任和賠償目前取決於各國家立法和適用的國際公約。因此責任和賠償可能存在很大的差異。

這也就意味著在沒有具體立法或嚴格義務的情況下，索賠人可能需要證明船東的過錯，並且得到的賠償將僅限於從船東處追回的損害賠償。船東可能有權根據適用的國家或國際制度限制責任，例如《海事索賠責任限制公約》( Convention on Limitation of Liability for Maritime Claims, LLMC )( IMO，1996 年 )。經修正的 1996 年議定書在 61 個國家生效，而更早的 1976 年公約僅在另外 20 個國家生效。



LLMC 封面。

LLMC 公約允許海船的船東或救助人對範圍廣泛的海事索賠設定限制，包括由 HNS 事故引起的狀況，例如（但某些情況除外）：

- 死亡和人身傷害之索賠；
- 財產損失或損壞之索賠；
- 對沉沒、失事、擱淺或被遺棄的船舶（包括該船上或曾經在該船上的任何物品）進行打撈、移走、銷毀或使其無害之索賠；
- 關於船舶貨物的移除、銷毀或使其無害之索賠（可能包括散裝或包裝形式的 HNS 貨物）；
- 為避免或減少損失所採取的措施而引發的清理費用，和這些措施所造成的進一步損失之索賠

該公約對與以下相關的索賠規定了兩個分別的限制：

1. 生命損失或人身傷害
2. 其他索賠（例如財產索賠、經濟損失）

責任的金額取決於船舶的大小。

經修訂的 LLMC 1996 協議	船東責任限額 (美元大約金額)	五種船舶尺寸的責任限額 (美元大約金額)
財產	對於不超過 2,000 總噸的船舶，財產索賠的責任限額即不包括生命損失和人身傷害為 151 萬特別提款權 (SRD) (210 萬美元)。 對於較大的船舶，以下額外金額用於計算限制金額： • 2,001 至 30,000 噸，每噸 604 SDR (845 美元) • 30,001 至 70,000 噸，每噸 453 SDR (630 美元) • 超過 70,000 噸，每噸 302 SDR (420 美元)。	2,000GT = 210 萬美元 10,000GT = 880 萬美元 50,000GT = 3840 萬美元 100,000GT = 6380 萬美元 200,000GT = 1.06 億美元
	不超過 2,000 總噸的船舶的人身傷亡索賠的單獨責任限額為 302 萬特別提款權 (410 萬美元) 對於較大的船舶，以下額外金額用於計算限制金額： • 對於 2,001 至 30,000 噸的每噸，1,208 SDR (1,662 美元) • 對於 30,001 至 70,000 噸的每噸，906 SDR (1,246 美元) • 每噸超過 70,000，604 SDR (831 美元)	2,000GT = 410 萬美元 10,000GT = 1,730 萬美元 50,000GT = 7,550 萬美元 100,000GT = 1.254 億美元 200,000GT = 2.916 億美元
生命損失/ 人身傷害		

表 8：LLMC 1996 協議修正案規定的船東責任限額 (SDR：Special Drawing Rights、特別提款權)。SDR 的每日兌換率可在國際貨幣基金組織 (IMF) 上找到。

如果發生 HNS 事件，適用之法律將提供解決責任和賠償的條款，可能包括有關提出索賠的時間範圍。如果船東依法有責任向遭受損失或損害的人提供賠償，第三方索賠通常會由船舶的 P&I 保險人來負擔。

### 6.1.2 船東互保協會 (P&I Club) / 保險公司

索賠應首先向船東或船舶第三方責任的保險人提出，通常是船東互保協會 (Protection & Indemnity Club, P&I Club)。船東的船東互保協會將會為船舶造成的污染損害提供保險，並相對應的處理和評估任何污染損害之索賠，最高限額為相關國際公約規定的金額 (若是這種情況，通常保險公司/船東互保協會會直接承擔責任) 或各國家立法金額。

作為國際船東互保協會集團 (International Group of P&I Clubs, IG) 的 12 個船東互保協會成員承保了約全球 90% 的海洋運輸載重量。這些協會代表其船東、租船人，提供和船舶操作相關的第三方責任保險，包括：

- 船員、乘客和船上其他人的生命損失和人身傷害；
- 貨物丟失和損壞；
- 石油和其他有害物質造成的污染；
- 船舶殘骸移除、碰撞和財產損失。

船東互保協會還為其會員提供有關索賠、法律問題和損失預防的多種服務，並且經常在事故船的管理擔任主導角色。船東互保協會是非營利性互助 (即合作) 保險協會，使船東能夠分擔風險和



支付索賠。

許多商船僅在國內市場運營，由其他通常較小的 P&I 供應商以互保或固定保費的方式提供第三方責任保險。軍用船舶和其他政府船舶，包括軍艦和其他執行軍事任務或包租的船舶，通常在既定的 P&I 和其他商業保險之外運營。

如果發生大型事故其索賠總額超過船東可獲得的賠償，理賠可能按比例分配至最大的可用金額。船舶保險公司可以從其他來源提供補充資金進行賠償，包括國際和國內資金。

由船東和 P&I 保險公司提供賠償的 HNS 事件的例子：Ievoli Sun，2000 年在法國發生的化學輪事故。



沉末中的 Ievoli Sun。

### 6.1.2.1 HNS 公約及其 2010 年議定書

在撰寫本文時，HNS 公約（它的 2010 年議定書）尚未生效。生效後，除船東保險公司提供的潛在資金外，HNS 基金還將成為各批准國額外補償的潛在來源（IMO，2010）。

2010 年 HNS 公約將涵蓋 HNS 在公約生效國家的專屬經濟區（Economic Exclusion Zone, EEZ）內造成的損害，以及由已註冊或有權懸掛簽署國國旗的船舶上因攜帶的 HNS 而造成任何主權國家（區域）領土外的傷害。對於污染損害和其他風險造成的損害，例如火災和爆炸、對載運 HNS 的船上或船外的生命損失或人身傷害、船外財產損失、環境污染造成的損害、漁業、旅遊業和其他經濟部門的收入損失，以及預防措施的成本等將可獲得賠償。

如果散裝 HNS 造成損害，船東通常能夠將其財務責任限制在 1000 萬至 1 億 SDR（約合 1500 萬至 1.5 億美元）之間，具體取決於船舶的總噸位。如果損壞是由已包裝的 HNS 造成的，船東的最大責任為 1.15 億 SDR（約 1.75 億美元），也取決於船舶的總噸位。HNS 基金將提供最高 2.5 億 SDR（約 3.8 億美元）的額外賠償，包括船東及其保險公司支付的任何金額。

一旦 HNS 公約生效，根據公約提出的索賠應在損害發生後三年內或事故發生之日起十年內提

交，以較早者為準。

### 6.1.2.2 歐盟-環境責任指令

**2004 年環境責任指令**( Environmental Liability Directive, ELD )建立了一個責任和賠償架構，僅針對歐盟和歐洲經濟區成員國內的商業運營造成的環境損害( 不包括人身傷害、財產損失或經濟損失索賠 )建立了責任和賠償框架( 因此並非僅限於海洋 HNS 事件 )。營運商有責任承擔營運商或成員國主管當局為防止或補救環境損害而產生的費用。補救跟水體、受保護物種或自然棲息地有關的環境損害是透過原始性、戶補性和補償性的修復方式將其恢復到原本基線的條件。

該指令在 2010 年於整個歐盟實施完成，ELD 隨後進行了三次修訂，以擴大嚴格的責任和海洋水域損害之適用範圍，ELD 不適用於已生效國際公約所涵蓋的事故。因此當 HNS 公約生效時，受其約束的事件將明確排除在 ELD 的範圍之外。但是在未簽署公約或公約未生效的歐盟成員國中，ELD 仍能適用。ELD 不侵害營運商依據 LLMC 去限制責任的權利。

適用事件的例子：尚未有與任何海事相關事故。

### 6.1.3 索賠的類型

由 HNS 事故引起的一般索賠主要有四類：

- **清理和預防措施**

部署資源以防止/減少污染損害、保護敏感區域和展開清理應變將會產生費用，空中觀察、海上應變和海岸線清理等活動以及從事這項工作的人員都屬於這一類。

- **財產損失**

財產損失可能因清理、修理或更換被化學品損壞的物品，亦或是由於清理活動而產生( 例如，工人通行的道路受損 )。

- **經濟損失( 純經濟損失、間接經濟損失 )**

洩漏事故可能藉由不同方式來影響公司、個人或組織：在沒有發生財產損失時的純經濟損失( 例如因應變行動而阻塞海灘通道、業務中斷 )或在洩漏事故直接損壞資產時的間接經濟損失( 例如漁網 )。

- **環境監測、損害和恢復**

這些賠償與監測、影響評估和可能的恢復作業有關。



漁網。

#### 6.1.4 索賠程序

任何因事故而遭受損失或損害的人，只要可以確定因果關係，都有權提出索賠。索賠人可以提出個人索賠，也可以透過一個團體（市政機關或聯合政府索賠）提交給相關支付方，最終，索賠人有責任去證明他們的損失。

有關準備和提交索賠的詳細資訊，可參閱多本索賠手冊（例如 [EMSA 2019](#)、MCA）。雖然 IOPC 基金的索賠手冊（[IOPC 基金，2019 年](#)）是專門針對油輪的持久性洩油造成的油污損害而量身定製的，但此手冊為其他範圍的事故提供了有用的指引（IOPC 基金，2019 年）。資料頁 [▶6.1 索賠流程](#) 中可找到好的做法建議。賠償單位可以派代表到場，並可以聘請專家於提交索賠過程為當事人員提供理賠建議。如果事故可能會產生大量理賠案件，保險公司可在當地設立理賠辦公室，以幫助、收集和指導提交理賠。

在事故發生前和發生期間，應遵循關鍵步驟以確保所有必要的成本回收文件有記錄並及時提交（[ITOPF，2014](#)）。

在起草和更新國家應變計畫時，應有明確的指引說明成本回收、持續記錄衍生的成本和證明文件的重要性，以及負責這方面的部門。

在事故發生期間，建議保留並記錄所有活動、損害和採取行動的記錄，連同與賠償機構的早期接觸，這些都是確保索賠提交過程能順利進行，以及雙方對事故中理所當然出現的問題達成共識的關鍵。

索賠提交和評估是雙方之間的一個反覆過程，直到達成和解的方案為止。



圖 37：從事故到理賠和解：索賠流程。

### 6.1.5 總結

- 所有費用都應在產生時得到充分辨識、記錄和支持，因最終索賠人有責任證明他們的損失。
- 應確定補償來源並儘早與其代表進行接觸。
- 了解適用制度下可接受的費用類型是提交索賠的關鍵。
- 儘早與補償機構接觸將有助於評估並可能加快結算過程。
- 索賠的彙整及其提交給付款方須迅速完成。
- 導向和解的過程是反覆的並且可能耗時很長。

## 6.2 洩漏後監測

洩漏後監測是一項用非常有用的活動，用於評估：

- HNS 洩漏的環境後果以及在空間和時間上影響範圍；

- 環境的自然恢復，包含任何恢復和復原活動的有效性，和評估這些活動何時可視為完成。

## ►6.2 環境恢復與修復

這是一個非常複雜的問題，因此可以在應變計畫中的洩漏後監測指引中加以考慮，以確定要實現的目標以及沉積物樣本、水和海洋生物的採樣、運送和分析策略（IMO 和 UNEP，2009 年；Kirby 和 Law，2010 年；Kirby 等人，2018 年；Kirby、Gioia、Law，2014 年；Neuparth 等人，2012 年）。

污染物的大量洩漏，以及有海洋環境中的持久性物質和/或具有長期影響的產品（例如致突變性和致癌性影響）等情況尤為重要。

為了進行優良的洩漏後監測，在緊急階段獲取的數據品質非常重要，對於了解相關物質的行為及其在海洋環境中的最終歸宿尤其有用。這使最相關的生物群（海底、海岸線、水層生態系統）能夠辨識、並集中調查這些生物群。因此，現地活動之前必須制定詳細的洩漏後監測計畫。

監測通常將獲得的數據與基線數據（如果有）或與參考地點的測量數據進行比較來進行，參考地點以與受影響區域有相似環境和形態特徵為主，但須未受到污染物洩漏的影響。

選擇參考地點是一個具有挑戰性的過程，因為很難確認與受影響區域具有相似特徵的區域，且該區域並未受到其他影響而改變特徵。針對化學、生物、生態毒理學和生態狀況分析而獲得的結果進行統計比較，可以了解受影響地區的負面影響程度。

監測策略必須優先調查可代表需評估環境之基質。出於這個原因，海洋沉積物的分析比水和空氣為優先，因水和空氣會在海流和風的推動下持續移動。選擇要採樣的生物體也必須採用相同的方法：採樣與底部密切接觸的樣本（居住範圍小的定居物種），而不是行為漂泊的物種（例如遠洋魚類）。

洩漏後監測使用跨領域方法來獲取證據；為評估影響而監測的共同要素可包括生態群落結構（豐富度、多樣性等）、影響不同物種的未達致死量之生物標記（例如酵素濃度、繁殖和行為參數）、商業物種的污染和/或玷污、受污染水/沉積物的生態毒理學評估，以及受影響地區的復原和補充測量。歐洲水和海洋策略架構指令（European Water and Marine Strategy Framework Directives）目前正在發展生態和化學狀況的指標，負責事故後影響評估的人可參考。

洩漏後監測期間可考慮的調查包括：

- 樣品的化學分析，主要是沉積物，可能還有空氣和水。
- 沉積物和水樣的生物分析；
- 定居性海洋生物樣品的生態毒理學；
- 評估該地區特徵種群的生態狀況。

可用於沉積物、水和生物群進行採樣的設備在資料頁 [►6.2 環境恢復與修復](#) 中進行說明。

## 化學分析

如前所述，化學分析主要針對沉積物進行，這些沉積物代表了海洋環境長期污染的部分。進行的調查可以是通用的，也可針對所涉污染物的特定調查：粒徑、酸鹼值與氧化還原電位( pH 和 Eh )、總有機碳量 ( TOC )、污染物及其降解產物的濃度。

粒度 ( 顆粒大小 ) 為重要數據，因為較小的顆粒更能夠“保留” 污染物，因此細小顆粒沉積物是尋找洩漏物質存在的較佳基質。

總有機碳量(TOC)表示有機物質的數量，有機物質能“保留” 親油性和疏水性的污染物。

最新的科學研究建議使用被動採樣器裝置作為沈積物和水分析的替代方法，這是一種放置在海中的囊狀儀器，含有對應的樹脂，能濃縮水層或沉積物中不同的污染物。

## 生物分析

生物分析 ( 或生物檢定 ) 是一種分析方法，通過物質對活體動物 ( 體內 ) 或組織/細胞培養系統 ( 體外 ) 的影響來確定物質的濃度或效力 ( [Cunha et al. , 2017](#) )。實際上，將水或沉積物樣本與活的海洋生物或細胞或組織接觸，觀察特定的變化，例如：組織中是否存在污染物；酵素活性的改變、死亡率的變化、幼蟲發育的變化等。與在參考區域採集到的類似樣本所獲得的結果進行比較，可以呈現污染物存在的影響。

同樣的情況下，建議優先選擇使用沉積物基質或所謂の間隙水 ( 沉積物顆粒之間的水 )。舉例，一些可用的生物分析的例子是：

- 對沉積物或孔隙水進行的一組三個的生物測試可透過代表三種不同的營養程度的物種：費氏弧菌 ( *Vibrio fischeri* bacterium, Microtox® ) ( 生物發光變化 )；杜氏藻屬 ( *alga Dunaliella tertiolecta* ) ( 其發育 )；虎斑猛水蚤屬 ( crustacean *Tigriopus fulvus* ) ( 其幼蟲發育)。應用一組測試的提供了食物鏈中不同層級有急性污染的跡象。
- 海膽 ( *Paracentrotus lividus*, sea urchin ) 樣品的精子毒性和幼蟲發育試驗。測試是在孔隙水上進行的，它還提供了嚴重污染存在的跡象。
- 環節動物沙蠶 ( *Hediste diversicolor* ) 的生物累積性；測試是通過將沙蠶樣本放在沉積物中約 10、15 天來進行的，提供了化學物質積累的跡象。

## 生態毒理學

許多透過生物測定的分析可用於受影響區域和參考區域採集的海洋生物樣本，此時，研究人員可套用生態毒理學。如前所述，使用定居性物種很重要，因為它們的健康狀況可以作為所研究環境狀況的指標。定居生物的例子：魚，如石斑魚、獅子魚、星鰻或海鰻；海膽、淡菜。

下面是一些生態毒理學分析的例子：

- 污染物及其降解產物在目標組織中的生物累積效應；
- 細胞損傷分析，例如：溶體穩定性；脂質過氧化；解毒和氧化壓力過程 ( 酵素改變 ) 的生物

- 標記；組織病理學；
- 精子毒性和幼蟲發育；
- 健康評估指數 ( Health Assessment Index, HAI ) · 對樣本生物體及其內部組織狀態的宏觀評估。

### 受影響地區生態狀況評估

最後，透過對該地區存在的一些特徵生物群集 ( 生物群落 ) 的生態狀況的評估，可評定生態系統層級所受的影響。每個生物群集的一些特徵參數的分析，這些參數優先以物種的豐富度和多樣性為基礎，其值可用於建立定性評估、呈現生態狀況的特定指數，例如：優良、良好、充足、不足、差。

生態狀況評估可以在水體、海床的典型種群或海岸上進行。例如在地中海，可以通過評估波西多尼雅海草 ( *Posidonia oceanica* ) 的族群狀況來評估沿海地區的生態狀態，波西多尼雅海草是一種地方性的海草 ( 常見於地中海盆地 ) 在深度 5 至 50 公尺處形成草地。在國際層面，已經為這些海草定義了幾個具體指標，用於判斷其生態狀況 ( 優良、良好、充足、不足、差 )。如果波西多尼雅海草草地遭受 HNS 洩漏損壞，一旦損壞源被消除，就可以評估其生態狀況，將其與參考區域的生態狀況進行比較，評估其自然恢復完成的時間。▶[6.2 環境恢復與修復](#)

## 6.3 事故檢討

每一項危機管理和事故應變，無論其規模或性質如何都將受到檢討。這種檢討有助於從過去的事故中吸取教訓，並改進對未來作業的應變。

事件檢討的主要目標是：

- 吸取主要有利於當地利害關係人的經驗；
- 追蹤事件；
- 確認取得進展的途徑；
- 在應變過程中加強不同利害關係人之間的溝通和協調

因此，事故檢討可以透過以下項目得到證實，具體取決於事件的規模：統計數據、簡報/報告，甚至有助理解的事務描述和分析。

最重要的是，事故檢討和經驗傳承必須用於提高意識和更新應變計畫 ( [第 4 章](#) )。指導方針或政策應該包含事故檢討，或者至少應於附件中紀錄，相關資訊中也應包括進行或不進行事故檢討的啟動標準。標準可以基於目前事故破壞程度、學習潛力，以及應變和/或危機管理的主要變化。

事件檢討是兩個步驟的過程，由非正式評估和正式審查組成，如下表所述：

評估類型	非正式評估	正式審查
什麼時候舉行？	事故發生後第一時間，緊急人員和單位仍在現場（立即的報告）。	不超過事件結束後的幾個月。
應該評估什麼？	<p>應涵蓋洩漏管理的所有方面（技術、決策過程、內部/外部溝通等）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 對於小事件：特定策略的效果如何以及哪些變化可能帶來更好的結果。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 對大規模和其他復雜或具有戰術挑戰性的行動進行詳細分析和審查。</li> <li>- 事故的每個方面都經過仔細審查（包括遵守標準操作程序(SOP)）並進行分析，以確定問題的根本原因。</li> </ul>
誰應該參與？	<p>在現場和危機管理團隊內部進行應變的戰術應變團隊。</p> <p>危機管理團隊中受過專門訓練的成員將收集有關事件處理方式的所有資訊和感受。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 代表/應變負責人、政府/承包商/部門負責人/非政府組織/船東。</li> <li>- 有些的參與可能是間接的（例如船東）。</li> </ul>
應該如何評估？	<p>在任何情況下，應指派一位計畫經理來進行事件審查，並履行此職責直到提交最終事故報告。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 根據事件的不同，這可以口頭進行或通過簡短問卷調查進行。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 針對事件的詳細問卷調查。</li> </ul>
優勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 收集所有印象和事實，減少遺忘的風險。</li> <li>- 所採取的行動在人們的腦海中仍然記憶猶新。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 分配了足夠的時間來研究應變的具體細節。</li> <li>- 可能在應變計畫中提出建議或更改SOP。</li> </ul>
局限性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 確保非正式評估將不要公開讓那些對錯誤負責的人難堪。</li> <li>- 可能沒有分配時間來完成審查。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 並非所有事故都具有相同程度的重要性或頻率。因此，必須調整事故檢討的評估程度。</li> </ul>

表 9：建立事件審查的非正式評估和正式審查的主要特徵。

計畫經理必須擁有可靠的結構組織、溝通和訓練有素的人員。執行事故檢討需要所有利害關係人（負責人、反對者、應變人員等）之間進行誠實的對話，並討論過程中支持而非不尊重分歧意見。參與事故管理的每個人，無論其層級或地位如何，都應參與檢討。

下圖總結了進行事件審查的時間表：





圖 38：進行事件審查流程的主要步驟。

理想情況下，此過程由計畫經理（通常是運營經理和/或外部調解人）帶領，他們盡可能在事故管理領域有經驗。計畫經理的角色是：

- 確保事故和相關監控紀錄有適當的反饋；
- 維護通聯人員網絡、反饋資訊來源；
- 根據當地情況確定應該參與或會為反饋帶來加值的組織；
- 改進收集反饋的程序或管道；
- 確保向負責收集反饋的人員提供訓練；
- 選擇受過訓練的人來質詢事故管理人員。

整個過程的目的是製作一份經管理層批准的行動計劃，以解決於批評中的經驗學習所引發出的問題。

行動後的報告須滿足以下關鍵功能的需求：

- 應變活動的文件來源；
- 確認緊急行動期間的失敗和成功；
- 分析各參與成分的有效性；
- 經驗學習的敘述和定義；
- 提供一實施預防、改進和縮小差距的行動計劃；
- 在應變計畫中應執行的建議。

## 7. 案例研究

案例的研究非常重要，因為它們可以幫助決策者在類似案例或類似條件下找出哪些策略、戰術或技術有用與有效，與那些無效。有許多已建立並定期更新的資料庫，MIDSIS-TROCS 工具也包含許多以往化學品的事故彙整資訊。

例如，本手冊針對不同類型的運送或行為提供了以下案例研究：

運輸類型/行為	事故名稱
散裝/蒸發物	<a href="#"><u>7.1 弓鷹 ( Bow Eagle )</u></a>
散裝/溶解物	<a href="#"><u>7.2 伊施 ( Ece )</u></a>
散裝/浮式	<a href="#"><u>7.3 阿萊娜·梅爾坎 ( Aleyna Mercan )</u></a>
散裝/下沉式	<a href="#"><u>7.4 歐洲貨物威尼斯 ( Eurocargo Venezia )</u></a>
包裝貨物/-	<a href="#"><u>7.5 MSC 弗拉米尼亞 ( MSC Flaminia )</u></a>

## 8. 資料頁

### 資料頁列表

國際海事組織 ( IMO ) 公約、議定書和守則 .....	84
2.1 GESAMP 危險簡介 .....	84
HNS 行為和危害 .....	87
3.1 安全資料表內容 .....	87
3.2 GHS 與 UN TDG .....	89
應變計畫 .....	91
4.1 外部溝通 .....	91
4.2 記者招待會 .....	93
4.3 內部溝通 .....	95
4.4 廢棄物管理 .....	97
4.5 應變船舶 .....	101
4.6 取得和維護 .....	105
應變 .....	108
5.1 事故通報 .....	108
5.2 事故數據收集 .....	110
5.3 資訊資源 .....	112
5.4 包裝貨物標識 .....	115
5.5 情況評估 .....	120
5.6 應變注意事項：易燃易爆物質 .....	123
5.7 應變注意事項：毒性物質 .....	126
5.8 應變注意事項：腐蝕性物質 .....	129
5.9 應變注意事項：反應性物質 .....	133
5.10 液化天然氣 .....	138
5.11 HNS 洩漏模擬 .....	143

5.12 非危險貨物.....	147
5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物.....	149
5.14 應變注意事項：漂浮物.....	154
5.15 應變注意事項：溶解物.....	160
5.16 應變注意事項：沉降物.....	165
5.17 初步行動（事故船）.....	170
5.18 初步行動（應變人員）.....	172
5.19 安全區.....	174
5.20 個人防護裝備.....	176
5.21 除污.....	182
5.22 遙測技術.....	187
5.23 物質標記.....	189
5.24 遠端操控載具.....	191
5.25 用於初期應變人員的可攜式氣體偵測器.....	195
5.26 採樣技術和協定.....	198
5.27 HNS 檢測和分析方法.....	202
5.28 緊急登船.....	205
5.29 緊急拖曳.....	208
5.30 避難場所.....	212
5.31 貨物轉移.....	214
5.32 密封和堵塞.....	217
5.33 沉船應變.....	220
5.34 使用水幕.....	224
5.35 使用泡沫.....	227
5.36 自然衰減和監測.....	231
5.37 使用吸收劑.....	234
5.38 水層的 HNS 應變.....	238

5.39 海底 HNS 應變.....	242
5.40 岸上 HNS 應變.....	247
5.41 包裝貨物應變.....	251
5.42 圍堵技術：攔油索.....	259
5.43 回收技術：幫浦和汲油器.....	263
5.44 野生生物應變.....	267
洩漏後管理.....	270
6.1 索賠流程.....	270
6.2 環境修復和恢復.....	274
案例研究.....	277
7.1 Bow Eagle.....	277
7.2 Ece.....	280
7.3 Aleyna Mercan.....	283
7.4 Eurocargo Venezia.....	286
7.5 MSC Flaminia.....	289

### 2.1 GESAMP 危險簡介

#### 資料頁 2.1

國際海事組織 ( IMO ) 公約、議定書和守則

#### GESAMP 危險簡介

[返回](#)

海洋環境保護科學方面聯合專家群 (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, GESAMP) 是一個成立於 1969 年的諮詢機構，就海洋環境保護的科學方面向聯合國機構提供建議。

GESAMP 評估有害物質的環境危害 (Environmental Hazards of Harmful Substances, EHS) 旨在：

- 根據 IBC 規則，提供人類健康和 safety 標準，以協助指派每種物質的運輸要求；
- 致力於保護海洋環境免受船舶作業排放或意外洩漏的影響；
- 建立危害終點，以協助於 IMO 規範散裝化學品運輸。

為達成這一目標，IBC 規則中列出的物質都有一個“危害概況”，涉及 14 種對於人類健康或環境的影響 (表 10)。GESAMP 危害評估程序專為散裝液體化學品的海上運輸而製定，但它符合化學品全球分類及標示調和制度 (GHS)。

危害標準	備註
<b>A- 生物蓄積和生物降解</b>	
A1 生物累積性	測量物質在水生生物中生物積累的趨勢。
A2 生物降解性	用於識別具有生物降解特性的物質 ( 易生物降解 ( RN ) 和不易生物降解 ( NR ) )
<b>B- 水生毒性</b>	
B1 急性水生毒性	對魚類、甲殼類動物和微藻類的毒性，通常在適當的實驗室測試中測得。
B2 慢性水生毒性	對魚類、甲殼類動物和微藻的慢性水生毒性的可靠數據。
<b>C- 哺乳動物急性毒性</b>	
通過以下途徑區分暴露造成的致命毒性	
C1 口服毒性	根據人類經驗或其他可靠證據，通過適當的實驗室動物試驗測得。
C2 皮膚毒性 ( 皮膚接觸 )	
C3 吸入毒性	
<b>D- 刺激、腐蝕和對哺乳動物健康的長期影響</b>	
D1 皮膚刺激/腐蝕	在實驗室動物的適當測試中測量，基於人類經驗或其他可靠證據。
D2 眼睛刺激	
D3 長期健康影響	致癌性 (C)、致突變性 (M)、生殖毒性 (R)、皮膚對皮膚的致敏性 (Ss)/呼吸致敏系統 (Sr)、吸入危害 (A)、特定器官毒性 (T)、神經毒性 (N) 和免疫毒性 (I)。
<b>E- 干擾海洋的其他用途</b>	
E1 易燃性	根據測得的閃火點和隨後的易燃性風險進行分級。
E2 在海洋環境中的化學品行為和對野生生物、海底的物理影響	海水中的行為，即形成浮油或覆蓋海床的趨勢，根據溶解度、熔點、行為以及蒸氣壓、比重和粘度進行評估。

表 10：GESAMP 危害評估程序中使用的危害標準/終點 ( 來源：IMO，2020 )。

每種物質的屬性都列在類別的定量等級表上，並且通常以一個數字顯示。等級範圍從 0 ( “實際上沒有危險” 或 “可忽略的危險” ) 到最大值 3 到 6，表示危險越來越嚴重。

“GESAMP 綜合清單” ( [GESAMP，2019](#) ) 每年發布一次。所有物質均按照 IBC 規則的指定 EHS 名稱 ( 和編號 ) 依字母順序列出，還提供了運輸參考名稱和編號 (Transport Reference Name and Number, TRN)，以及 CAS 編號 ( 如果有的話 )。有關分級標準的詳細資訊以及解讀 GESAMP 綜合列表中縮寫所需的資訊，請參見 “GESAMP 船舶運載化學品的危害評估程序 ( GESAMP Hazard Evaluation Procedure for Chemicals carried by Ships ) ” ( GESAMP，2020 年 )。

EHS Name	EHS TRN	A1a	A1b	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3
Hydrochloric acid 鹽酸	864	Inorg	0	0	Inorg	1	NI	1	1	3	3C	3			DE	3

A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3
0	N	0	0	0	0	0	0	0	C	0	Fp	0
1	NR	1	1	1	1	1	1	1	M	1	Fp	1
2	無機 inorganic	2	2	2	2	2	2	2	R	2	S	2
3		3	3	3	3	3	3	3	Ss	3	G	3
4		4	4	4	4	4			Sr	4	E	
5		5							A		D	
		6							T			
									N			

圖 39：鹽酸 ( CAS 編號 7647-01-0 ) 的 GESAMP 危險簡介圖示。

鹽酸 ( CAS 編號 7647-01-0 ) 為一種無機物質 (A2)，很可能於海水中進行溶解和蒸發 ( E2 = D 和 E )，但並不具有生物累積性 ( A1 = 0 ) 且 “幾乎沒有急性水生毒性” ( B1 = 1 )，因此沒有列出關於慢性水生毒性的訊息 ( B2 = NI )。鹽酸具有輕微的口服 ( C1 = 1 ) 和皮膚 ( C2 = 1 ) 毒性，但吸入毒性較高 ( C3 = 3 )。它會導致皮膚腐蝕 ( D1 = 3C ( “暴露 3 分鐘後全層皮膚壞死” ) )，且嚴重刺激眼睛造成不可逆的角膜損傷 ( D2 = 3 )。鹽酸極有可能干擾沿海設施 ( E3 = 3 )。



# HNS 行為和危害

## 3.1 安全資料表內容

### 資料頁 3.1

HNS 行為和危害

### 安全資料表內容

[返回](#)

安全資料表 ( Safety Data Sheet, SDS ) 是由化學品供應商發布的必要性文件，提供有關化學品的資訊，確保其安全供應、運作和使用。 SDS 需要遵循 16 項的表格，並包括每種化學品的性質等資訊；物理毒性和生態毒性、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的風險評估。

章節	標題	描述
第一節	物質/混合物和公司/企業的識別	<ol style="list-style-type: none"><li>1. GHS 產品辨識名稱</li><li>2. 其他辨識方式</li><li>3. 化學品的推薦用途和使用限制</li><li>4. 供應商的詳細資訊 ( 名稱、地址、電話號碼等 )</li><li>5. 緊急電話號碼</li></ol>
第二節	危害辨識	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 物質/混合物的GHS分類和任何國家或地區資訊</li><li>2. GHS 標示要素，包括防範說明。危險符號可以用黑白符號圖形或符號名稱 ( 例如 “火焰”、“骷髏和交叉骨” ) 呈現</li><li>3. 不屬於分類的其他危險 ( 例如 “粉塵爆炸” 危害 ) 或不在 GHS 範圍內</li></ol>
第三節	組成/成分資訊	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 物質</li><li>2. 化學特性</li><li>3. 通用名稱、同義詞等</li><li>4. CAS編號、EC編號和其他特殊辨識名稱</li><li>5. 本身已分類並有助於物質分類的雜質和安定添加劑</li><li>6. 混合物</li><li>7. 所有含有GHS危險定義的成分和化學特性和濃度或濃度範圍，這些成分的含量高於其危害臨界值。</li><li>8. 生殖毒性、致癌性和第1類致突變性的危害臨界值是<math>\geq 0.1\%</math></li><li>9. 所有其他危險類別的危害臨界值<math>\geq 1\%</math></li></ol>
第四節	急救措施	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 根據不同的接觸途徑 ( 即吸入、皮膚和眼睛接觸以及食入 ) 細分來描述必要的措施</li><li>2. 最重要的症狀/影響，包括急性和延遲性</li><li>3. 立即就醫和必要的特殊治療</li></ol>
第五節	消防措施	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 合適的 ( 和不合適的 ) 滅火劑</li><li>2. 化學品引起的特殊危害 ( 例如任何危性的燃燒產物 )</li><li>3. 消防員的特殊防護設備和預防措施</li></ol>
第六節	意外洩漏措施	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 個人注意事項、防護裝備和應變程序</li><li>2. 環境注意事項</li><li>3. 圍堵和清理的方法和材料</li></ol>
第七節	處理和儲存	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 安全操作注意事項</li><li>2. 安全儲存條件，包括任何不相容性物質</li></ol>
第八節	暴露控制/個人防護	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 控制參數 ( 例如職業暴露限值或生物限值 )</li><li>2. 適當的工程控制</li><li>3. 個人保護措施，例如個人防護裝備</li></ol>

章節	標題	描述
第九節	物理和化學性質	<ol style="list-style-type: none"> <li>外觀（物理狀態、顏色等）</li> <li>氣味</li> <li>氣味閾值</li> <li>pH值</li> <li>熔點/凝固點</li> <li>初始沸點和沸點範圍</li> <li>閃火點</li> <li>蒸發速率</li> <li>可燃性（固體，氣體）</li> <li>燃燒或爆炸上限/下限</li> <li>蒸氣壓</li> <li>蒸氣密度</li> <li>相對密度</li> <li>溶解度</li> <li>分配係數：正辛醇/水</li> <li>自燃溫度</li> <li>分解溫度</li> </ol>
第十節	穩定性和反應性	<ol style="list-style-type: none"> <li>化學穩定性</li> <li>可能的危險反應</li> <li>應避免的條件（例如靜電放電、衝擊或振動）</li> <li>不相容的物質</li> <li>危險的分解產物</li> </ol>
第十一節	毒理資訊	<ol style="list-style-type: none"> <li>化學穩定性</li> <li>危險反應的可能性</li> <li>應避免的條件（例如靜電放電、衝擊或震動）</li> <li>不相容的材料</li> <li>危險的分解產物</li> </ol>
第十二節	生態資訊	<ol style="list-style-type: none"> <li>生態毒性（水生和陸生）</li> <li>持續性和降解性</li> <li>生物累積性潛能</li> <li>在土壤中的移動性</li> <li>其他不利影響</li> </ol>
第十三節	處置注意事項	描述廢棄殘留物及其安全處理和處置方法的資訊，包括任何受污染包裝的處置
第十四節	運送資訊	<ol style="list-style-type: none"> <li>UN 編號</li> <li>UN 正確運輸名稱</li> <li>運輸危險類別</li> <li>包裝類別，如果適用</li> <li>環境危害（例如海洋污染物（是/否））</li> <li>散裝運輸</li> <li>用戶需了解或遵守的特殊事項，與包含/不包含上述的運輸或運輸工具有關的規定</li> </ol>
第十五節	管理資訊	針對該產品的安全、健康和環境法規
第十六節	其他資訊	包括有關SDS製作和修訂的資訊

表 11：使用物質的風險評估

## 3.2 GHS 與 UN TDG

### 資料頁 3.2

HNS 行為和危害

### GHS 與 UN TDG

[返回](#)

化學品全球分類及標示調和制度 ( Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS ) 和聯合國關於危險貨物運輸的建議書 - 示範條例 ( UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model Regulations, TDG ) 是有關化學品危險運送的最重要的指導文件。這兩個文件在任何國家都不具有法律約束力。

聯合國 GHS 紫皮書是關於化學品全球分類及標示調和制度的指導文件。它定義了化學品的物理、健康和環境危害，統一了分類標準，並標準化了化學品標示和安全資料表的內容和格式。

聯合國橙皮書是聯合國關於危險貨物運輸的建議書 - 示範條例，是一份為標準化危險貨物運輸法規而製定的指導文件。它構成了如 IMDG 規則和 IATA 等大多數危險品法規的基礎。



圖 40 : GHS 圖示。



圖 41：根據聯合國的建議書對危險品的分類。

### 危害性化學物質與危險品

- 危害性化學物質 ( Hazardous chemicals ) 是指符合全球調和制度分類標準 ( GHS ) 的化學品；
- 危險品 ( Dangerous goods ) 是指危險品清單上或符合危險品分類標準 ( TDG ) 的化學物質和物品。

大多數被列為危險品的化學物質通常也是符合 GHS 分類 ( 因此是危害性化學物質 )，但並非所有危險品都是化學物質或符合 GHS 分類的 ( 例如電池或安全氣囊 )。

	危險貨物運輸示範條例	化學品全球分類及標示調和制度
其他名稱	聯合國橙皮書	聯合國紫皮書
目的	安全運輸	向勞工或接收者傳達化學品危害 ( 職業健康和安全 )
範圍	危險、危害性和有害的物質、材料和物品	化學物質和混合物
分級	9 個危險等級	27 個危險等級
危害溝通	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 危害標示</li> <li>• 標記</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 圖示</li> <li>• 警示語</li> <li>• 危害和預防說明</li> </ul>
多層包裝/標籤放置處	外包裝/貨物運輸單位	內包裝
證明文件	危險品證明/聲明，安全資料表 ( SDS )	安全資料表 ( SDS )

表 12：危害性化學物質與危險品。

# 應變計畫

## 4.1 外部溝通

整備

### 資料頁 4.1

### 外部溝通

返回

資訊管理對於讓外部利害關係人和民眾了解和更新應變進展和相關事項至關重要。溝通團隊應該意識到，不同類型的媒體資訊會傳達給不同的觀眾，重點是要檢視每種媒體類型能在每次的溝通中都有最佳的傳遞效果。這包括網站更新、官方新聞聲明稿和社群媒體狀態與照片的更新。

在事故發生前先製定適當的溝通計畫可以提高溝通團隊的傳播和應變品質，準備一套交手原則和預先準備好的聲明範本也很重要。因此，應變計畫應包括一份外部管道清單，例如當地政府、記者、環保組織等。該清單應由溝通團隊隨時更新，在危機發生前就在社群媒體上保持穩定的上線狀態有助於在事故期間成功地共享資訊。



© ITOPE

圖 42：溝通計畫。



### 委任發言人

溝通計畫應指定一個人作為應變期間的發言人。理想情況下，此人應在事故發生前已接受過媒體訓練，並具有公開演講經驗。

所有官方詢問均應直接向發言人提出。



### 儘早並經常溝通

在缺乏及時與準確的資訊下，謠言或假新聞會迅速傳播。因此，儘早做出回應可以減少錯誤資訊的傳播。讓所有外部利害關係人和民眾了解應變的最新進展將會影響人們對應變工作的看法。



### 保持簡潔

資訊必須簡明扼要，這在社群媒體時代尤其重要，因為資訊的簡短的說明才會受到青睞。事實上，大多數社群媒體平台都提倡簡潔，限制聲明的長度或只允許播放小短片。訊息的重點在於盡可能以易於理解的非專業語言傳達。



### 堅持事實

僅分享真實且經過驗證的資訊。然而，重要的是要當可用資訊是有限的，溝通就是必要的，以告知民眾目前已採取的行動。片面經過驗證的來源或不完整資訊有時仍比沒有資訊更佳。然而未經核實的訊息絕不能發布。

圖 43：與外部溝通相關的關鍵問題 - © ITOFF

## ► 4.2 記者招待會

### 媒體與應變工作之間的關係

不同類型及不同來源的媒體能影響應變的許多面向，無論是否制定了明確或糟糕的媒體策略，媒體都能在整個事故中產生巨大衝擊、影響應變。在應變剛開始階段，衝擊對策略和作業方面是立即和直接，媒體有責任傳達事實並突顯社會問題。此外，增加參與應變的利害關係人的責任將對應變的有效性產生重要正面的影響。隨著應變進入計畫管理階段，媒體的興趣通常就開始下降。然而報導洩漏事故對人類健康、環境和社會經濟資源的潛在負面影響就意味著，要抵消某些可能導致虛假索賠的損害認知往往太遲了。

要達種平衡很難，溝通團隊需要經過良好訓練才能在出現此類問題時加以解決。

## 4.2 記者招待會

### 資料頁 4.2

整備

### 記者招待會

返回

#### 起草新聞稿並舉辦記者招待會

舉辦記者招待會的目的：向目標觀眾傳遞清晰且有條理的訊息。

#### 新聞稿

新聞稿是一種須包含在應變計畫中的工具；新聞稿可將預先確定好的簡明資訊傳遞給廣範圍的媒體管道，以求快速且有效的傳播資訊。與所有外部溝通一樣，任何新聞稿都應獲得現場指揮官（On-Scene Commander, OSC）和溝通團隊的核准。

#### ▶4.1 外部溝通

起草新聞稿時要考慮的事項：

- 回答與事件相關的問題：誰（who）？什麼（what）？在哪裡（where）？如何進行（how）？
- 簡明扼要，堅持事實；
- 使用簡單、直白和非專業的語言；
- 使用讓關心民眾放心的語氣；
- 提供所有媒體和民眾詢問的詳細聯繫資訊，以便您的組織可有效的管理收到的訊息。

不要忘記：新聞稿發布的時間、日期和參考編號。

#### 記者招待會

記者招待會應在 OSC 的批准下由溝通團隊組織。

- 需要邀請媒體機構，並應提前準備簡報或聲明，以提供最新情況和最多的事實，以便清楚地了解情況。
- 應指派一名受過充分媒體訓練的發言人主持記者招待會。但可能的提問最好由專家/專業人員來回答，因此他們也應是發言人小組的一部分，如果是這種情況，則這小組應指派一位主持人。
- 對於外部溝通，必須向各方簡單介紹重點，和經核實後對外發布的事實真相。
- 保持與民眾和媒體的溝通管道暢通，但引導他們使用已核准的管道，以確保您的組織能掌控詢問的優先排序。

- 盡量定期舉行記者招待會，提供整個應變過程的最新訊息，並為民眾和媒體提供提問的平台。

#### ▶4.1 外部溝通

準備記者招待會時應考慮的事項：

- 準備一份清晰且有計畫的開場白，總結關鍵的事實真相；
- 簡明扼要；
- 將任何需要專業知識的問題轉介給小組中的適當人員；
- 允許固定數量的問題或為問題設定特定時間範圍（例如 5 個問題/20 分鐘）；
- 準備好迎接媒體提出的挑戰性問題，並盡量真實的回答；
- 預測問題並準備答案；
- 不要猜測或回答超出你能力範圍的問題；
- 將整個會議限制在一個小時/一個半小時以內，以確保關鍵訊息不會迷失。

會議前需要考慮的問題：

發生什麼事了？	有沒有人受傷？	事件的起因是什麼？	誰該為事件負責？
有什麼受到了影響？	誰將會為應變來付費？	正在採取什麼措施來解決這種情況？	當地居民面臨哪些風險？
環境/社會經濟因素的風險是什麼？	洩漏物質的長期風險是什麼？	事故本可以避免嗎？	誰有參與其中？

#### 社群媒體

社群媒體會增加官方媒體的壓力，特別是提供資訊和跟上網路上的資訊。在社群媒體世界中積極主動，並在事件期間充當可信賴且前後一致的資訊來源非常重要。關於記者招待會，溝通團隊應使用社群媒體宣傳記者招待會的細節，並以清晰簡潔的方式發布記者招待會的亮點，以鼓勵民眾從官方而非其他來源尋求訊息。



## 4.3 內部溝通

### 資料頁 4.3

整備

### 內部溝通

返回

在危機的緊急階段，內部和外部溝通會非常有挑戰性。以下是一些的常見問題，以及減少對內部溝通衝擊的方法

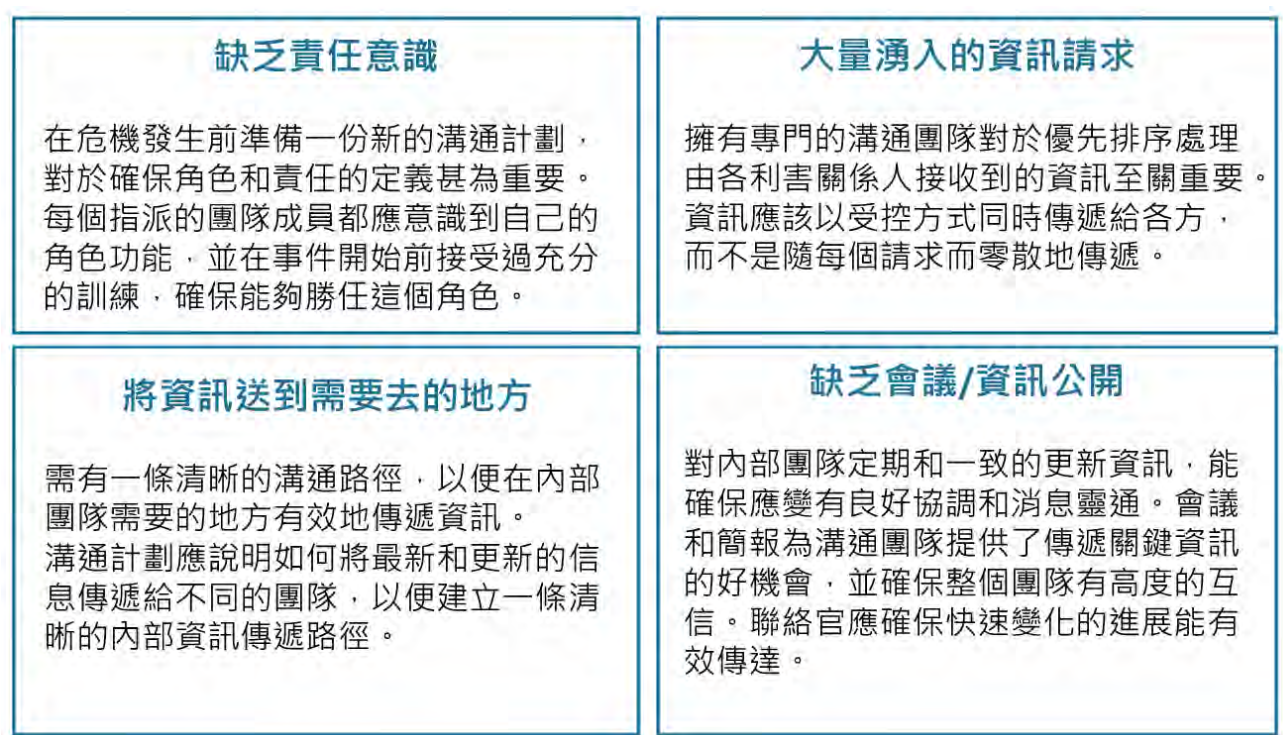


圖 44：與內部溝通相關的主要問題。

### 現場溝通

應變人員之間以及跟現場指揮官( OSC )的資訊傳輸須納入考慮和準備。在應變的各個步驟中，溝通在現場安全問題扮演關鍵作用。

當然訊息的傳遞需要清晰明確，尤其是在 HNS 的狀況中，化學物質名稱中的單一個字母不同就可以改變一切。建議使用國際字母來傳輸關鍵字，並要求接收者重複訊息以確保正確接收。

在應變期間，應變人員應該能夠與團隊成員進行溝通。例如，可能具配備藍牙通信的 1A 型防護服或使用特定的手勢。



2017 年 SCOPE 演練的現場溝通。

## 事故管理團隊的溝通

事故指揮官負責實施溝通計劃，讓所有利害關係人了解情況。所有資訊都需要由一個專門負責溝通的小組在應變團隊中進行優先級排序和過濾，確保及時、清晰地向所有相關方提供經過調整、標準化和真實的訊息。這種溝通可以使用多種方式和工具，包括高頻 (VHF) 無線電、電子郵件、電話、簡訊或任何其他適用的方法。它還包括污染報告 (POLREP)，以傳達有關觀察到的污染的最新訊息。

### ► 5.1 事故通報

這些程序需要適用於辦公室環境中的團隊成員，以及於飛機、船舶或偏遠地區的團隊成員。因此，合適的方法是依特定團隊量身制定。

內部溝通旨在：

- 告知所有利害關係人當前的情況和溝通管道的過程；
- 概述應變中每個團隊的角色和職責，以及對他們的期望；
- 指導，經由提供有關如何在不同情況下進行溝通。

## 溝通計畫

在危機期間，對於決策者來說資訊可能會壓倒性的多；需能明確的方法去篩選、組織和回應資訊。要讓溝通計畫有助於有效控制資訊流，需要：

- 委任發言人，
- 核定通訊程序，
- 預定的訊息格式，
- 核定的媒體機構，
- 所有溝通的目標。

## 4.4 廢棄物管理

### 資料頁 4.4

整備

### 廢棄物管理

返回

#### 目標

廢棄物管理策略必須在應變開始時便制定。所有與有害廢棄物管理的規定，主要目標是在廢棄物管理的不同階段保護人類健康和環境免受有害影響：

- 回收；
- 儲存；
- 運輸；
- 處理；
- 升級或廢棄物處置。

#### 適用性

在回收、疏浚或除污操作過程中可能會產生廢棄物。HNS 洩漏本身會殺死/污染動植物，並產生 - 有時是大量的 - 受污染的生物廢棄物（動物屍體、死亡的藻類.....）。

應變策略	產生的廢棄物類型
幫浦、汲油和動態回收	回收的HNS 受污染的水 水在HNS中或HNS在水乳化 受污染的廢料
使用吸附劑回收	受污染的吸附劑
海床上的圍堵和回收	回收HNS 受污染的底泥
人員和設備的除污	受污染的水 受污染的材料/PPE 難以除污的設備
消防	消防用水 貨物殘留物 燒毀的貨櫃
回收損壞的HNS容器/儲槽	碎片 危險和非危險貨物 包裝不當的HNS 包裝不當的HNS
在海岸線上進行人工或機械回收	受污染的底泥 受污染的碎片 受污染的吸附劑 受污染的水 回收與底泥混和的HNS

表 13：海上 HNS 洩漏可能產生的廢棄物類型。

## 回收/儲存

廢棄物最小化是應變作業期間的永久目標。

應變區域須儘早進行廢棄物分類，如果廢棄物被一種化學物質/產品污染，請參閱 [▶3.1 安全資料表內容](#) 的第 7 節 (處理和儲存)。如果是混合的化學品，則需要工業有害廢棄物專家的專業知識。

受污染的材料可分為以下幾類：

- 液體；
- 固體；
- 不可生物降解 (受污染的塑料、受污染的清潔設備.....)；
- 可生物降解 (受污染的海藻、動物群)。

在廢棄物儲存方面，可以根據位置、要回收的廢棄物量、化學性質、廢棄物的狀態 (液態、固態) 和危險程度作不同的選擇。

在規劃海上回收時，需要考慮所用船舶的廢棄物儲存能力。如果需要，輔助儲槽或貨櫃可以安裝在甲板上。在其他情況下，可以拖曳浮動儲槽。 [▶4.5 應變船舶](#)



甲板上的儲存容器。

廢棄物隨後被轉移到岸上、處理單元或臨時陸上儲存地點。

在岸邊，臨時存放地點需要鄰近清理場地，以方便將產生的/收集的廢棄物轉移到處理單元或中間存儲地點之前先存放它們。這些場地應配置可容納洩漏和雨水的設施。

在應變開始時，建立的臨時存放地點應可通過公路到達，並應盡可能遠離住宅、環境敏感區和水道。

無論考慮哪種存儲類型，設備都應該：

- 耐用；
- 使用的材料組成與回收的化學品相容；
- 不透水並配有密封裝置；
- 配備液位監測裝置（或夠透明以容許目視監測）以防止洩漏並提前更換容器；
- 配備有底閥以方便排空；
- 可收起、可吊裝和可轉移。

## 運輸

在廢棄物運輸方面，有必要：

- 考慮廢棄物的特性和危害程度；
- 確保遵守危險品和廢棄物運輸法規（用於公路的 ADR、用於火車的 RID 等）；
- 將合約發給具有適當設備和經過訓練的司機之合格廢棄物清運公司。

## 廢棄物處理和處置

處理和處置過程包括對化學品和受化學污染的廢棄物進行再利用、去除或處置的方法，這些通常在應變階段之後才進行。這些技術是在危險物質運輸後，於特別許可的設施中執行的。

主要的廢棄物處理方案概述如下：

### 工業用途：

- 如果在應變期間回收的貨物未損壞，在經過相關法律程序後，可以運往有關工業公司正常使用。

### 再利用/廢棄升級：

- 廢棄物升級的可能性取決於三個因素：廢棄物的類型、污染程度和是否有合適的升級解決方案。有許多種方案，例如溶劑的蒸餾和精煉、某些易燃廢棄物能用於生產能源，以及金屬的回收。

### 生物處理：

- 使用微生物來分解某些化學產品，例如含氯化合物或硝基化合物、酒精或有機酸。

### 熱處理：

- 收集的廢棄物可送往專門的工業廢棄物焚化廠，除了能量回收之外，該選項還有兩個優勢：它減少了廢棄物的體積並降低了所涉及物質的危險性；
- 此方法產生的氣態和液態排放物會經過不同的處理，並在釋放到環境前受到嚴格控制。同

時，底泥、爐渣等焚化殘渣則送往專門的垃圾掩埋場。

#### **物理化學處理：**

- 廢棄物經中和來安定化，通常初步的解決方案包括將其與石灰、水泥、粘土或活性炭等礦物質混合。透過這個過程，廢棄物形成大小不一的團塊。這種處理方式具有成本效益，但缺點是會增加廢棄物量；
- 另有一種稱為玻璃化的替代方法，廢棄物在高溫下（按不同製程，在 1,200°C 和 4,000°C 之間）熔化以形成玻璃基質。然後將其鑄模成錠狀或顆粒。該技術需要大量設備投資，並且消耗難以忽略的能源。然而，它可大大減少廢棄物體積。穩定的廢棄物通常可進行掩埋。

#### **掩埋：**

- 在適當的儲存中心（垃圾掩埋場）。垃圾掩埋受到越來越嚴格的監管。

## 4.5 應變船舶

### 資料頁 4.5

整備

### 應變船舶

返回

#### 目標

提供派往事故地區的應變船舶的能力和特徵的建議，須考慮到它們在事故地區必須完成的目的（監測、搜救、清理）。

#### 一般性

應仔細選擇用於 HNS 洩漏應變的船舶類型，並參考應變計畫中的策略；取決於意願，重點的是這些專用船舶在建造和維護方面都相當昂貴，但在 HNS 事故中具有很高的價值。

需考慮很多方面，包括：

- 船舶可以航行的海況；特別是預計在外海或港口使用；
- 航行的最小深度（吃水）（淺水或深水）；
- 最少需要的船員；
- 工作所需乾舷的寬度；
- 船舶到達相關區域的動員時間和可用度；
- 船舶能進行的應變活動，尤其是：
  - 搜索和救援，
  - 偵測和監測，
  - 拖航，
  - 圍堵和回收；
- 因此，船上需要設備。

由於 HNS 應變船舶的高成本，它們通常是多用途的。

#### 應變船舶的特徵

如果船舶要位於具有潛在毒性和危險的大氣區域航行，其上層建築必須為氣密且為正壓狀態，最重要的是必須有過濾系統以提供乾淨的空氣，以便於作業期間容納船員。

可以使用具有不同設計的不同種類的船舶：

- **拖船**：繫纜拖力是最重要的指標；尺寸和功率必須足以拖曳。港口拖船和遠洋拖船，分別用於將船舶拖出港口或將其拖至避難區 [▶5.30 避難場所](#)。拖船的一個特別例子是緊急拖船（Emergency Tow Vessel, ETV），這是一種多用途船，國家主管當局用來在外海拖曳失能的

船舶；

### ►5.29 緊急拖曳

- **專門建造的海上應變船**（帶有清掃臂、分散劑噴灑臂、汲油器、幫浦、儲槽等）：一些此類船舶具有相當的拖曳能力；
- **海域供應船**：專門設計用於供應海上活動的船舶（主要是石油和天然氣平台）；
- **機會之船 (vessels of opportunity, VOO)**：通常做為其他目的（捕魚、包租等）的船舶，但在石油或 HNS 緊急情況下借用。一般而言，VOO 被定義為“在事故船舶附近的任何船舶，這些船舶可能可提供援助，但不是當局官方應變計畫的正式成份”。



專門建造的海上應變船具有油或 HNS 應變能力。



配備有 EMSA 跟油的應變設備。

HNS 應變船的特徵將取決於它必須執行的活動。船舶可能需要配備以下設備：

- 提供醫療服務；
- 偵測和監測污染物，見第 5.6.2 章；
- 撲滅各種類型的火災（水/霧/泡沫）；

### ►5.34 使用水幕

### ►5.35 使用泡沫

- 使用圍油欄和汲油器（booms and skimmers）以及合適的儲槽來容納和回收漂浮污的染物，可能帶有加熱（或冷卻）系統；

### ►5.42 圍堵技術：攔油索

### ►5.43 回收技術：幫浦和汲油器

### ►5.37 使用吸附劑

- 回收在海上丟失的貨櫃和其他貨物（使用起重機、吊籃等），並為此類殘骸提供足夠的甲板存儲空間。

### ►5.41 包裝貨物應變

- 在化學品或貨櫃沉沒的情況下使用潛水員或 ROV 進行水下操作。

### ►5.39 海床上的 HNS 應變

- 在操作結束時對人員和設備進行除污



### ►5.21 除污

- 儲存清理作業和除污後產生的大量固體/液體廢棄物

### ►4.4 廢棄物管理

- 啟動小型船舶讓人員進出/入事故船

歐洲海事安全局 ( European Maritime Safety Agency, EMSA ) 進行了一項研究，旨在建議不同情境中的船舶設計和設備要求，以便為應變人員和涉及 HNS 事故船舶的船員提供安全平台。此研究提出了在發生 HNS 事故時採用不同船舶類型的標準。

安全應變 HNS 事故船舶所需的設計要求程度是根據化學物質的潛在危害和後續的情境，以及船舶所要航行的安全區域來定的 ( H=高風險；M= 中等風險；L= 低風險 )。►5.19 安全區。考慮到的危害是：

- 可燃性/爆炸性的洩漏；
- 火災；
- 健康危害/毒性；
- 冷凍/加壓氣體；
- 腐蝕性。

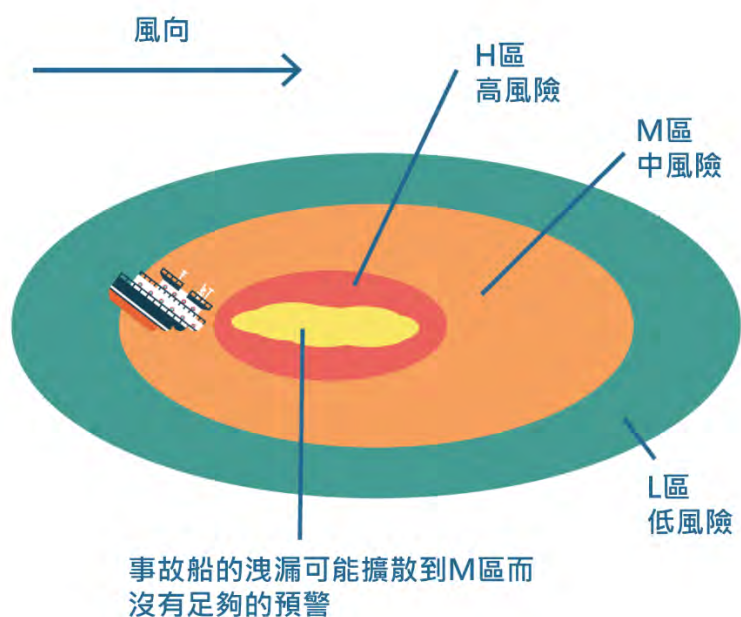


圖 45：事故區域的劃分。

船舶應變區域			區域適用性
類型	說明	需求	
1	船舶靠近（不進入區域M或H）。主要功能：監測狀況和現場控制	船舶不需要保護或專業設備，與危害保持安全距離	L（低風險）
2	船舶靠近並將派遣小船到M區（不進入H區），以運送和回收應變小組和救援船員。	船舶需要有一定程度的除污和醫療設施	L&M（低/中風險）
3	船舶進入危害環境，運送應變小組和救援船員	船舶將配有有限的額外保護，以允許其在M區運行，在特殊情況下也可以在H區運行	M及有限的H（中/高風險）
4	船舶進入危害環境，派遣應變小組和救援船員並回收危險物質	船舶將具有最高級別的保護，可以在高風險區域H中長期運行。船舶應專門為此目的而設計	H（高風險）

表 14：根據劃定區域的船舶應變（來源 EMSA，2012）。

## 4.6 取得和維護

### 資料頁 4.6

整備

### 取得和維護

返回

#### 目標

為污染應變設備的取得和維護提供指引。

#### 確定採購設備的風險

污染控制設備的任何採購過程都必須先確認具體的污染風險：可能發生什麼類型的污染？潛在的污染熱點在哪裡，什麼情況下可能導致此類污染事件發生？這種類型的風險評估構成了 HNS 應變計畫的基礎。所購買的污染應變設備應該是已識別風險的消減措施的一部分。

選擇污染應變設備時，應確保設備適用於預期的環境條件，符合化學相容性標準並滿足特定的使用條件（例如爆炸性環境）。參考過往經驗去考慮欲購買使用的特定設備是蠻有用的，並檢查製造商進行的測試是否在接近真實的條件下進行。

#### 使用條件

選擇設備時，一般而言，必須適合使用在應變計畫中所提出的特定條件下。然後評估設備可以使用的位置很重要：

- **暴露區域**（外海）：適用於惡劣天氣條件（海浪、風）並能夠收集和儲存大量污染物的重型設備；
- **庇護區**（沿海、港口）：中型設備；
- **海岸線**：攜帶式設備。

#### 適應污染類型

- **火災/爆炸危害**：如果產品的閃火點接近環境溫度，建議使用不會引燃物質的設備（ATEX 或防爆認證）；
- **材料相容性**：污染應變設備必須與洩漏/回收物質相容；
- **污染物的行為**：設備必須適合污染物的預期行為：
  - 氣體或蒸發物：蒸汽減少設備；
    - ▶ [5.34 使用水幕](#)
    - ▶ [5.35 使用泡沫](#)
  - 漂浮物：圍堵、汲油、轉移、儲存設備；
    - ▶ [5.37 使用吸附劑](#)

#### ▶5.42 圍堵技術：攔油索

#### ▶5.43 回收技術：幫浦和汲油器

- 溶解物：幫浦打水和就地處理裝理單元或設備（在非常狹窄的環境中）；

#### ▶5.38 水層中的 HNS 應變

- 下沉物：底部圍堵、底部幫浦；

#### ▶5.31 貨物轉運

#### ▶5.33 沉船應變

#### ▶5.39 海床上的 HNS 應變

- 採樣和偵測器：根據污染物的化學和物理特性以及要收集的環境基質進行選擇。

#### ▶5.25 用於初期應變的攜帶式氣體探測器

#### ▶5.26 採樣技術和協定

### 間接成本

除了設備的購買成本外，還必須考慮以下間接成本：

- 設備的使用：所有必要工具的完整清單（例如將其放入水中的吊車；其拖曳系統等）；
- 人員的訓練以確保安全有效地使用設備；
- 定期操作維護（合格人員、耗材和更換零件、預防性/修復性維修等）；
- 適當的儲存設施；
- 將設備運送到現場並在現場部署（在事故期間或演習期間）；
- 受污染材料的處置 [▶4.4 廢棄物管理](#)。

### 設備共享

鑑於污染應變設備的直接和間接成本很高，可以考慮通過合作儲存、應變公司或設備存儲中心，以快速提供全部或部分必要設備的協議來共享資產。

當庫存被放置在多個地區/國家可以進入的戰略位置時，為了達成共同使用，需確保：

- 區域/雙邊/多邊協議已經就位；
- 設備的轉移/運輸已預先安排好（清關等）；
- 設備已完成維護、人員已完成訓練。

### 設備維護

HNS 洩漏的應變設備非常精密且昂貴，並且在需要時必須隨時可用。設備維護經常被忽略但卻很重要，原因有二：

- 它保證在極少需要的情況下做好操作準備；

- 它透過延長昂貴設備的使用壽命來務實節約。

此類設備的使用可能是不定時的，並可以長期存放在倉庫中。因此建議規劃由合格人員進行的定期運行維護，其中包括實施測試。設備應按照製造商的建議存放在合適的地方。

保持更新應變設備維護日誌非常重要，該日誌應包括設備的使用訊息（原因、日期、使用小時數等）及其維護資訊（維護操作的日期、更換零件的參考資訊等）。

## 5.1 事故通報

資料頁 5.1

應變

事故通報

返回

### 船舶報告系統與要求 ( 船舶到最近的沿海國家 )

根據經修訂的 MARPOL 73/78，船長 ( 或船東 ) 有責任向最近的沿海國家報告涉及排放或可能排放油類和/或 HNS 的事故。事故報告也可以由應變或經過的船舶發出。經 MEPC.138(53) ( 2005 ) 決議修訂的 IMO 決議 A.851(20) ( 1997 ) 中描述了標準報告格式，其中區分了：

- 對石油和有毒散裝液體物質洩漏的有害物質報告 ( HS )
- 包裝危險品報告 ( DG )
- 海洋污染物報告 ( MP )

此類報告應包括有關船舶的資訊 ( 名稱、位置等 )，還應包括船上/排放/丟失的油類或 HNS 的正確技術名稱、聯合國編號/IMO 危害等級、污染類別、包裝類型、已知的製造商名稱、船上/丟失的數量、物質是漂浮還是沉沒、損失原因、洩漏表面積的估計、船東和代表的姓名和電話、迄今所採取的措施。

### 沿海國家之間的國際報告

締約方之間可能會使用預先商定好的緊急通信管道 ( 例如歐洲的 SafeSeaNet 和 CECIS Marine Pollution (EC, 2020) )，當發生海上污染事故或存在此類威脅時，來提醒和向其他國家/地區請求援助 ( 另請參見 REMPEC ( 2018 年 ) )。用於此目的的標準 POLREP 分為三個部分：

- 第 I 部分或 POLWARN ( POLLution WARNing，污染警示)：給出污染或威脅的第一資訊或警告；
- 第 II 部分或 POLINF ( POLLution INFormation，污染訊息)：提供詳細的補充訊息和情況報告；
- 第 III 部分或 POLFAC ( POLLution FACIlities，污染設施)：用於請求其他締約方的援助，以及定義與援助相關的操作事項。

### 污染觀察報告

如果污染報告指出污染並非來自污染船舶，而是例如來自監視飛機，消息格式須符合該國的國家或地區空中監視報告標準 ( 例如 [波昂協議 \( 2017 \)](#) 用於石油 )。此類觀察報告不太可能包含有關洩漏物質的類型和數量 ( 例如聯合國編號 ) 和/或船舶/貨主的確切訊息，因此需要進一步調

查以完成 [▶5.5 情況評估](#)。污染觀察報告在收集污染的照片證據（如果可能的話）和更好地了解污染物的歸宿/行為、範圍和軌跡方面可發揮重要角色；因此，由訓練有素且經驗豐富的觀察員進行空中監視至關重要。

## 5.2 事故數據收集

應變

資料頁 5.2

事故數據收集

返回

須盡快獲得以下資訊以評估情況。

資訊	來源
<b>基本資訊</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 船名、國際海事組織編號 ( IMO Number )、海事移動服務標識 ( Maritime Mobile Service Identity )、總噸位 ( Gross Tonnage, GT )、載重噸位 ( Dead Weight Tonnage, DWT )、船東</li> <li>✓ 事件發生的日期和時間 ( LT/UTC )</li> <li>✓ 位置 ( 緯度/經度 )</li> <li>✓ 船員人數 ( 包括健康狀況 )</li> <li>✓ 事故原因 ( 如碰撞、擱淺、爆炸、火災等 )</li> <li>✓ 損壞的本質</li> <li>✓ 船舶和應變作業的狀態，以及迄今為止採取的行動</li> <li>✓ 船上貨物和污染或危險貨物落水/洩漏的描述</li> </ul>	<p>船長、海巡、海事救援協調中心 ( Maritime Rescue Coordination Centre, MRCC )、海軍、打撈船、港務長辦公室</p>
<b>貨物 - HNS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 貨物證書/托運人聲明/危險貨物聲明，安全資料表 <a href="#">▶ 3.1 安全資料表內容</a></li> <li>✓ UN 或 CAS 編號，化學物質狀態：固態、液態、氣態、散裝、包裝</li> </ul>	<p>船東、貨主、船東互保協會 ( P&amp;I Club ) 和聯絡人、製造商、前一停靠港的主管機關</p>
<b>燃料艙</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 加油證書 ( bunkering certificate )</li> <li>✓ 主要特性：密度、粘度、流動點、蒸餾特性、蠟和瀝青質含量和體積</li> <li>✓ 使用船舶的總佈置圖貨物/燃料/相對於損壞位置的分佈</li> </ul>	<p>船東、貨主、船東互保協會 ( P&amp;I Club ) 和聯絡人、製造商</p>
<b>污染觀測報告</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 污染觀察：船舶的污染事故報告、當局/民眾污染觀察報告</li> </ul>	<p><a href="#">▶ 5.1 事故通報</a></p>

表 15：資訊收集。

在 HNS 事件期間，獲取驗證後洩漏物質的正確名稱及其特性的詳細資料至很重要。貨物證書/托運人聲明/提單/危險品聲明和適當的安全資料表 ( SDS ) 等運送文件是物質相關資料的最佳初期來源，但仍可能需要其他資源來補充已有的官方文件 [▶ 5.3 資訊資源](#)。此類文件可從船舶/船東/貨物方獲得，並取決於貨物本身及運輸方式相關的法律文件要求。

有一項特別需要找的資訊是製造商的詳細聯繫資訊，以獲取最近或最新的 SDS ( 或其他物質



特定資訊)。

貨物的可用資訊取決於運輸貨物的船舶類型(第 2 章)。下面的圖 46 特別強調了每種船舶類型的每種關鍵資訊的來源。



圖 46：各貨物類型的可用資訊來源。

提貨單是一種法律文件，作為接收船上貨物的證明、運輸協議的證明和所有權的證明，它由承運人簽發給托運人，載明被運輸貨物的原始和具體貨物名稱、類型、數量和目的地。

## 5.3 資訊資源

應變

### 資料頁 5.3

### 資訊來源

返回

貨物證書/托運人聲明/危險貨物聲明等運送文件以及適當的 SDS 和 IMO 代碼是獲取特定物質資訊的最佳初始來源。但容可能需要其他資源來補充可用的官方文件。下面列出了一些資訊來源。

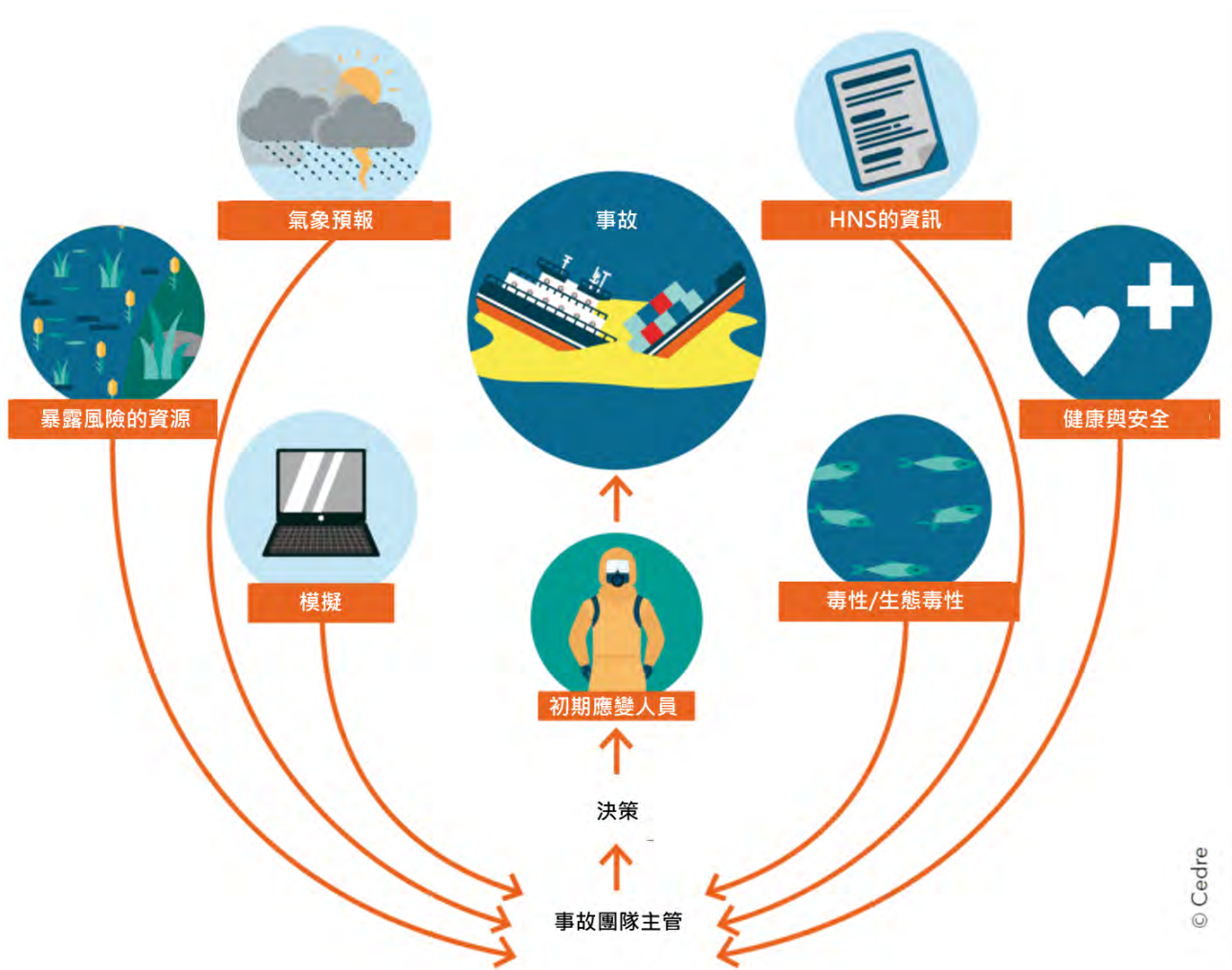


圖 47：資訊來源。

### 有關 HNS 的詳細資訊

- eChemPortal 提供有關化學品、殺菌劑和殺蟲劑特性的資訊，包括連接到為國家、區域和國際層級的政府化學品計畫所準備的資訊（包括 [ECHA 2020](#)）（[OECOD 2020](#)）；
- HNS-MS 是一個網路版的決策支持工具，由 HNS 數據庫、脆弱性地圖和 3D 模型組成，用於預測 HNS 造成的急性海洋污染之漂移、歸宿和行為（[DG ECHO, 2017](#)）；

- 海洋化學資訊頁 ( MARine Chemical Information Sheets, MAR-CIS ) 提供特定物質和海事相關的化學品訊息，旨在協助主管當局在面臨涉及特定物質的海事事故的應變初期階段，歐盟成員國可登錄進入查詢。
- 化學反應性工作表 ( Chemical Reactivity Worksheet, CRW ) 是美國環保署 ( EPA ) 和美國國家海洋和大氣署 ( NOAA ) 共同開發的軟體，用於標示化學物質混合的可能危害 ( [CCPS, 2019](#) )。

#### 網路版的應變指南

- MIDSIS TROCS 由 [REMPEC \( 2020 \)](#) 開發；
- CAMEO 化學物質由 [NOAA \( 2018 \)](#) 開發。

#### 模擬 ▶ 5.11 HNS 洩漏模擬

- CHEMMAP：歸宿和行為模擬 ( 水和大氣環境 ) ( [RPS, 2020](#) )；
- ALOHA：由 [NOAA \( 2020 \)](#) 所開發的大氣擴散模式。

#### 職業健康與安全 ▶ 5.20 個人防護裝備

- 國際化學安全卡 ( International Chemical Safety Cards, ICSCs ) 提供了有關化學品的基本安全和健康資訊 ( 國際勞工組織 ( ILO )，2020 )
- GESTIS 是德國社會事故保險的危險物質資訊系統，重點著重於個人防護裝備 ( IFA，2020 )

#### 毒性/生態毒理學 ▶ 5.7 應變注意事項：毒性物質

- 海洋環境保護科學方面聯合專家群 ( GESAMP ) 提供了一份《MAPROL 公約》附件二所規定的散裝運輸物質的危害概況清單；
- PubChem 是一個免費的化學資訊的大集合，包括化學和物理特性、毒性和生態毒性、健康和安全、專利以及進一步的文獻引用 ( NIH，2020 )；
- 化學水生生物歸宿和影響資料庫 ( Chemical Aquatic Fate and Effects database CAFE ) 總結了化學品、油類和分散劑的歸宿和影響，旨在協助評估對水生物種的環境影響 ( 由 NOAA 所發展 )；
- Cedre 化學反應指南 ( [Cedre, 2020](#) )。

#### 初期應變人員

- 消防隊·民防；
- CEFIC 緊急應變干預卡 ( ERICards 或 ERIC' s ) 提供消防人員行動指南，以協助消防人員在手上沒有適當和可靠的特定產品緊急資訊下，首次到達化學運輸事故現場時的初步應變

( [CEFIC · 2020](#) );

- PHMSA 的緊急應變指南 ( Emergency Response Guidebook, ERG ) 為初步應變人員提供了隨身手冊，以幫助在最初 30 分鐘處理危險品運輸事故 ( [USDOT · 2020](#) )。

### 面臨風險的資源

- 應變計畫、ESI 地圖；
- 環境資源：
  - 保護工具，例如：
    - 受保護的地球 ( Protected Planet )，有關保護區的最新且完整的資料來源，每月更新一次。它由聯合國環境世界保護監測中心 ( United Nations Environment World Conservation Monitoring Centre ) 管理，並得到 IUCN 及其世界保護區委員會的支持 ( [Protected Planet · 2020](#) )。
    - 世界自然保護聯盟瀕危物种紅色名錄 ( [IUCN Red List, 2020a](#) )
    - 世界自然保護聯盟生態系統紅色名錄 ( [IUCN Red List of Ecosystems, 2020b](#) )
  - 保護區數位觀測站，可用於評估、監測、報告和預測多重尺度的保護區狀態以及保護區的壓力 ( [聯合研究中心 · 2020](#) )；
- 社會經濟資源 ( 水產養殖、便利設施等 )。

### 天氣預報

- 國家氣象服務、國家水利辦公室；
- 當前和預測的天氣和海況、風速和風向、水溫和氣溫。

### 國際援助

- 透過 HELCOM、REMPEC、波昂協定和 CECIS 海洋污染請求援助；
- EMSA ( 由成員國的海事管理機構啟動 )
  - MAR-ICE 網絡 ( 在發生化學品洩漏時為成員國提供遠端和現場建議 )；
- 國際海事組織 “關於應變海洋油類污染事故的國際提供援助的指引 ( Guidelines on International Offers of Assistance in Response to a Marine Oil Pollution Incident ) ”，針對超出國家漏油應變能力的事務所開發的，可用作非約束性補充現有雙邊和多邊支援協議 ( [IMO · 2016](#) )；
- 地中海應變海洋污染事件合作與互助指引 ( [REMPEC · 2018](#) )；

## 5.4 包裝貨物標識

應變

### 資料頁 5.4

### 包裝貨物標識

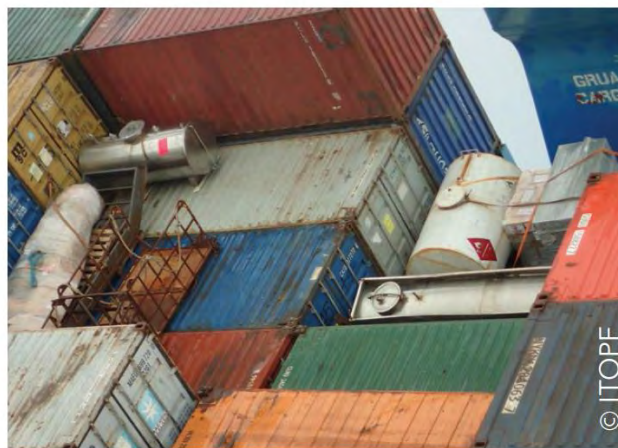
返回

包裝好的貨物可能會意外地落水、在緊急情況下被拋棄或隨著船舶一同沉沒或擱淺，貨物可能會在水流、風或潮汐的作用下被帶到很遠的地方。

為幫助識別危險，所有危險貨物的包裝及其貨物運輸單元在運輸前必須正確的標記( 正確的運輸名稱、UN 編號和 MP 標記 ) 和標籤 ( 主要和次要危險標籤 )( 根據 IMDG 規則 ( 第 2 章 ))。然而，當貨物包裝在海洋環境中停留一段時間後，其標記和標籤可能不再清晰可辨 ( 例如被海洋動植物覆蓋、標籤部分損壞、墨水被洗掉 )。



在運輸事故後危險貨物貨櫃被沖上岸。



甲板上的危險貨物貨櫃。

### 運送貨櫃的標識

雖然最常見的運送貨櫃類型是 20 英尺或 40 英尺的乾式儲存貨櫃，但也有平板櫃 ( 側面和頂部開口 )、頂部開口、冷藏、儲槽式和許多其他類型的貨櫃。根據 IMDG 規則，所有裝載危險品

的貨櫃必須呈現以下內容 ( 參見圖 48 中的示例 ):

- 貨櫃內所有危險貨物的主要和次要危險告示牌 (250 x 250 mm) ;
- 如果危險貨物總重量超過 4,000 公斤，則為聯合國編號 ( 單獨的 300 x 120 釐米告示牌或與主要危險告示牌一起 )。

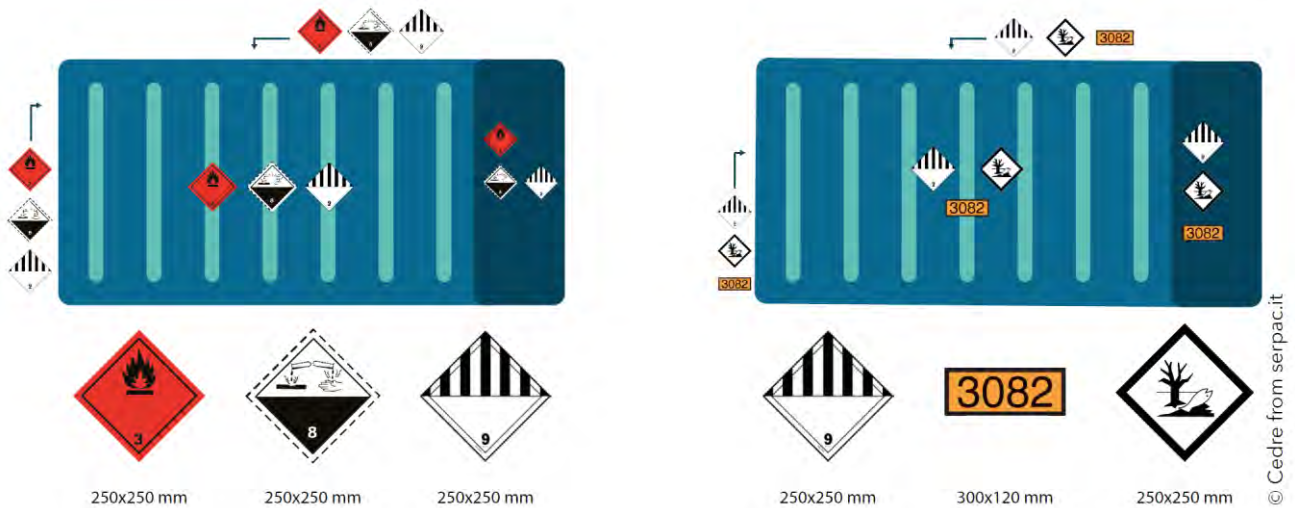


圖 48：貨櫃內有不同聯合國編號的危險貨物或一個危險貨物有次要的危險 ( 左 )；貨櫃內有聯合國編號 3082 的危險貨物超過 4000 公斤總重 ( 右 )。

### 包裝標識

在貨櫃內，貨物可以“鬆散”運輸 ( 例如魚、紙捲、汽車等 ) 或裝在各種容器中 ( 表 16 )。

類型	材質	圖片
桶	鋁、膠合板、纖維、塑膠、其他金屬	
可攜式油桶	鋼、鋁、塑膠	
箱子	鋼、鋁、天然木材、膠合板、再生木材、纖維板、塑料、其他金屬	
袋子	塑膠編織袋、塑膠膜、紡織袋、紙	
複合包裝	塑膠/玻璃/瓷器/滾筒內的陶器容器/箱子/其他包裝	
中型散裝容器 (IBC)	金屬 (鋼、鋁、其他)、彈性材料 (塑膠、紡織品、紙張、硬質塑膠、複合材料、纖維板)、木材 (天然、膠合板、再生木材)	

表 16：依據 IMDG 規則第 6 章的包裝類型與材質。

所有包裝或外包装 (如果是複合包裝) 應顯示以下內容 (圖 49)：

- 主要和次要危險標籤 (第 2.3.4 節)；
- PSN 和聯合國編號 (第 2 章)；
- 聯合國包裝標記 (見下文)；
- 方向標籤 (可選)

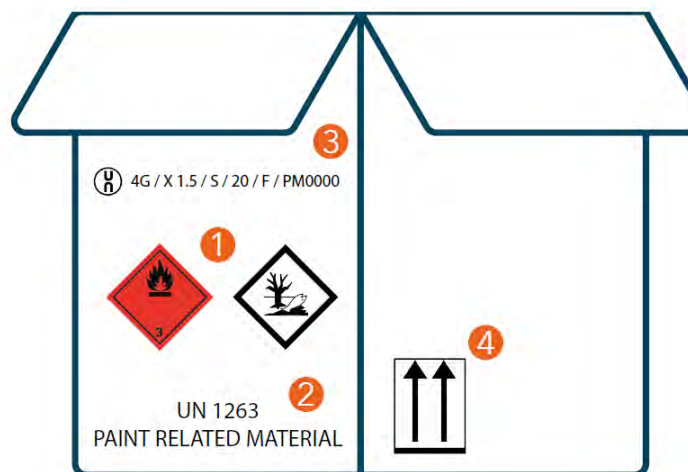


圖 49：箱子標識的範例。

內容物：UN 1263；油漆；危害：可燃性液體，海洋污染物；包裝：UN 認可的纖維板箱子，經 PG X 測試，最大總重 15 公斤，2020 年法國 PM0000 製造。

所有包裝標記都應清晰可見，顯示在有對比色背景的包裝外表面上，並且不應與可能會大大降低其有效性的其他包裝標記放在一起。此外，在海中浸泡至少三個月後，包裹上的訊息應該仍是可識別的。

### 聯合國包裝標記

外包装的包裝規格是標準化的（包含在 IMDG 規則，第 1 冊第 6 章：建造和測試包裝）。包裝標記僅描述包裝本身的規格，而不是其攜帶的物品；因此，經認證可承載最高危險性危險品的包裹仍可能承載無害的物質。

1. 聯合國標誌表示包裝已根據聯合國標準進行測試和認證。
2. 包裝識別碼規定了容器的類型、使用的材料和包裝箱蓋或箱壁材料類型。
3. 字母 X（I 類包裝—最高危險程度）、Y（II 類包裝—中等危險程度）或 Z（III 級包裝—最低危險程度）表明包裹是針對哪個包裝類別進行測試的。
4. 固體的總重表示包裝允許攜帶的最大總重量（公斤）（包裝包括內容物）。液體的比重表示該包裝允許的最大比重。
5. 對於固體“S”；對於液體，標記表示以 kPa 為單位測試容器的最大靜水壓力。
6. 製造年份的最後兩位數字。
7. 製造國簡寫。
8. 識別批准機構或製造商的代碼、名稱和地址或符號。

然而在應變過程操作上，直接看到包裹/包裹/盒子通常比了解所有代碼更有用。



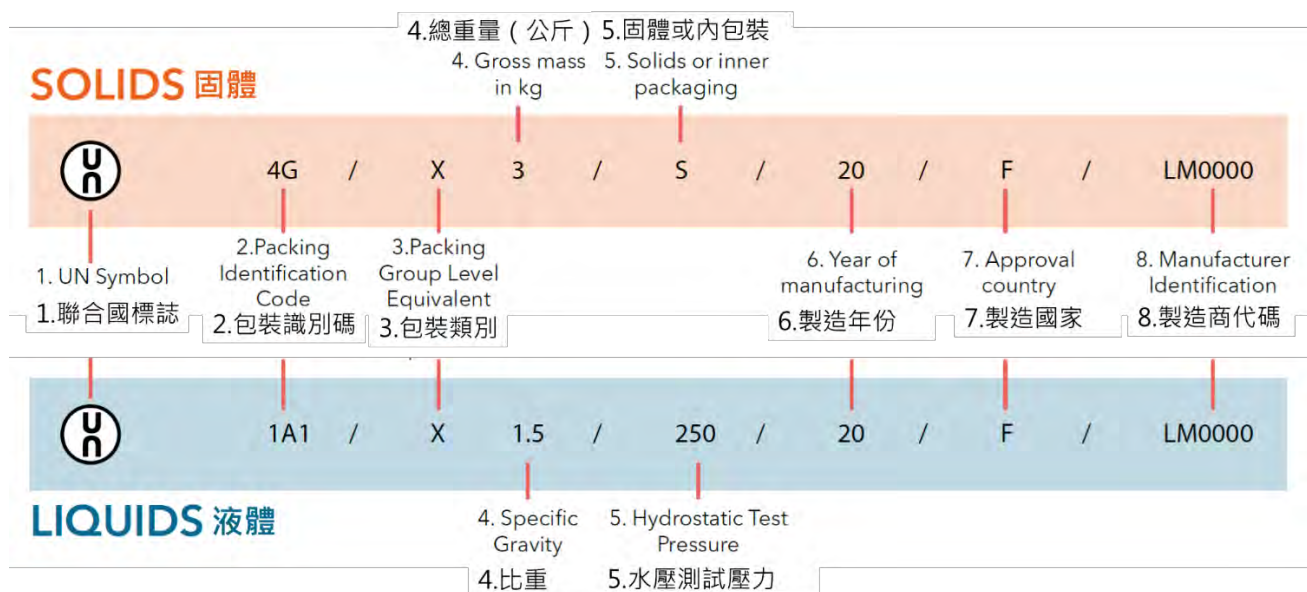


圖 50：聯合國液體和固體包裝標識。

固體示例：UN 認證的纖維板箱，能夠承載 I 類包裝（最高危險程度）的固體貨物，最大總重量為 3 公斤。該箱子由 LM0000 於 2020 年在法國製造。

液體示例：聯合國認證的鋼桶，帶有不可拆卸的頭部，能夠承載 I 類包裝（最高危險程度）的液體，最大比重為 1.5。滾筒測試的最大靜水壓力為 250 kPa。該桶由 LM0000 於 2020 年在法國製造。

## 5.5 情況評估

### 資料頁 5.5

應變

### 情況評估

返回

#### 目標

事故通報後，情況評估是決策過程的起點，應有助於製定保護民眾、環境和/或設施的策略。因此，情況評估應考慮與事故情況直接相關的現有或潛在風險。當策略定義後，它可以轉化為要在現場部署的戰術和技術，這是一個持續進行的過程，應定期更新。

#### 適用性

任何干預措施都需要進行情況評估。根據事故的規模和情況，風險評估可能會有所不同，應變計畫中應詳細說明風險評估程序（參見第 4 章）：

- 對於小洩漏，受過化學危害訓練的熟練人員可以評估情況，並根據緊急計畫中指明的程序，可以實施初步措施來中止或消滅 HNS 的釋放。
- 對於涉及 HNS 的更複雜情況，例如大量洩漏、潛在影響大、危害程度高、打撈或應變操作困難，在應變實施之前需要對情況進行更穩健的評估。在這種情況下，可根據結構化組織的規畫部分進行情況評估。

#### 方法描述

情況評估過程使用從事故中收集的訊息 ▶ [5.2 事故數據收集](#)，尤其是識別與所涉 HNS 的危害。由於應變計畫中所包含的資訊（見第 4 章）是在準備階段收集的，因此可以將其與已識別的危害交互聯結，以估計風險和脆弱性。

風險可以通過結合危害發生的機率和潛在的後果規模，例如傷害、損害或損失（社會經濟、環境等）來估算。

發生事故時的風險評估方法，不同於準備階段所製定應變計畫。在前面的情況，應收集與危害相關的具體資訊（▶ [5.2 事故數據收集](#)），了解所涉及的 HNS 和事故的確切情況，評估風險及其發生的可能性，以預測潛在惡化的情形。在後面的情況，風險及其概率是根據船舶交通、HNS 運輸的統計數字以及所考慮區域過去事件的頻率和類型來考慮。

從風險發生的頻率，可以評估潛在的後果，並對應到惡化的情況。例如，當有爆炸性或易燃化學品的情況下，應評估蒸氣雲被點燃的風險。

# 情況評估



圖 51：情況評估的 3 個主要步驟。

可能影響：	危害辨識	風險和脆弱性的估計。 需要參考類似的過去事件（類似的條件或危害）	後果評估
人類	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HNS 的物理危害：危險等級、次等級危害</li> <li>- 毒理學的級別</li> <li>- 與船舶相關的危害</li> <li>- 環境條件</li> </ul>	民眾接觸 HNS 的機率	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 已證實或可能受傷的人數</li> <li>- 對民眾、應變人員的健康影響</li> </ul>
環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 考慮 HNS 對環境的危害</li> <li>- 生態毒理學效應</li> <li>- 環境條件</li> </ul>	污染物到達應變計畫中確定的環境敏感區的機率	已證實或潛在的環境影響（價值、結構、功能或生態系統）
社會經濟活動和便利設施	區域或實體的危害，例如：水產養殖、進水口、旅遊業等	污染物到達應變計畫中確定的社會經濟敏感區域的機率	損失：已證實或潛在的成本、活動損失等。

表 17：情況評估的三個主要步驟之說明。

評估危害、風險/脆弱性以及後果的相關數據盡可能為定量的。隨後可以將所有數據收集在一個表中，註明日期並儲存記錄以供進一步歸檔。

為了預測現場情況可能發生的變化，應考量一些輸入數據會惡化或變得越來越有利。例如：

- 環境條件（天氣變化、潮汐等）；
- 敏感期（即將到來的高峰期，例如假期、政治選舉等）或地點（偏遠地區、交通不便等）。

## 涉及貨櫃事故的特殊注意

面對數百甚至數千個貨櫃，在貨物艙單中查找訊息非常耗時。此任務應通過協作並由熟

悉 ( 或至少充分了解 ) IMDG 規則與貨櫃相關的資訊的人來執行。

提示：使用從專家組織獲得的試算表來識別貨櫃、危險等級、聯合國編號等，對有問題的貨櫃進行排序和標示重點將很有用。如果情況發生變化，這便可允許應變團隊修改排序( 例如，起火船舶的初始排名將會在在沉船的情況下修改 )。

### 所需人員/設備

事故小組的人員應包括：

- 不同領域的專家：海軍軍官、化學工程師、環境工程師 ( 生物學家、生態學家等 )；
- 受影響的敏感地區的在地專家。

### 考慮事項

- 情況評估可能因為缺乏可用數據 ( 關於 HNS、船舶、應變計畫 ) 而變得很耗時。
- 如果是化學物質混合物：應考慮混合化學物質可能造成的危害，並應諮詢醫學專家以評估多重暴露多種化學物質可能產生的影響。
- 情況評估的可靠度與從事故中收集的資訊數量和可靠性有直接的關聯。

## ► 5.2 事故數據收集

## 5.6 應變注意事項：易燃易爆物質

### 資料頁 5.6

應變

### 應變注意事項：易燃易爆物質

返回

#### 相關 GHS 圖形和聯合國法規



#### 相關事故案例：

- Cason · 1987 年於西班牙加利西亞 ( Galicia ) 的芬尼斯特雷角 ( Cape Finisterre )；有鈉金屬 ( 1,400 桶 ) 和其他危險化學品 ( 5,000 種不同包裝形式的易燃/有毒/腐蝕性產品；運輸和洩漏 1,100 噸 )。洩漏原因：船上起火 ( 鈉與海水反應 ) 和隨後擱淺。
- Val Rosandra · 1990 年於義大利布林迪西港 ( Brindisi )；丙烯 ( 散裝 1,800 噸，控制下燃燒，洩漏量：0 )。起因：火災。
- Alessandro Primo · 1991 年，距離義大利亞得里亞海 ( Adriatic Sea ) 莫爾費塔 ( Molfetta ) 30 公里。丙烯腈 ( 594 桶裝 549 噸 ) 和二氯乙烷 ( 3,013 噸 )；從沉沒的殘骸中回收。成因：暴風雨造成的結構性損壞。
- Igloo Moon · 1996 年於美國佛羅里達州南部比斯坎灣 ( Key Biscayn ) 外；丁二烯 ( 6,589 噸，貨物回收，洩漏數量：0 )。原因：擱淺。
- MF Ytterøyningen · 2019 年於挪威；乙二醇 ( 冷卻液成份 ) 洩漏。原因：火災和隨後的爆炸 ( 通信故障與 EMX - 能源管理系統 - 和電池組之間的故障 )。

#### 發生潛在洩漏時的警報和通報：

根據事件發生的地點，必須向海事救援協調中心 ( MRCC )、現場緊急服務和公共緊急服務發出警報。還必須警告船舶 ( 船員 ) 和下風 ( 蒸汽雲 )、下游 ( 洩漏 ) 的人群，以防止出現複雜化的狀況。

#### 適用性和主要風險：

有關物質易燃性和易爆性的更多資訊和描述，請參閱第 3 章有關有害物質的內容。

適用性 <sup>1</sup>	對人類/應變人員的風險	環境風險	便利設施的風險
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 海岸的氣體洩漏 (海底管路)</li> <li>- 液化氣洩漏</li> <li>- 反應性化學物質相混合生成氣體</li> <li>- 浮油蒸發</li> <li>- 化學物質反應後形成的氣雲</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 火災或爆炸造成的直接傷害</li> <li>- 缺氧、窒息，尤其是在密閉空間內</li> <li>- 取決於化學品：毒性或腐蝕性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 預計不會產生重大的長期影響</li> <li>- 可能的間接影響 (例如火災殘留物)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 窗戶破碎的爆炸，</li> <li>- 建築物的破壞</li> </ul>

表 18：易燃易爆物質：適用性和主要風險。

<sup>1</sup> 導致易燃性和易爆性狀況的事件。

## 風險評估

- 必須通過監測爆炸下限/燃燒下限 (LEL/LFL) 和爆炸上限/燃燒上限 (UEL/UFL) 值以及濃度隨時間的變化來評估易燃或爆炸風險。

### ► 5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器

### ► 5.26 採樣技術和協定

- 請求專家氣雲漂移的預測。
- 如果適用 (關於化學品的特性和情況)，應對毒性風險和腐蝕性進行評估。

### ► 5.7 應變注意事項：毒性物質

### ► 5.8 應變注意事項：腐蝕性物質

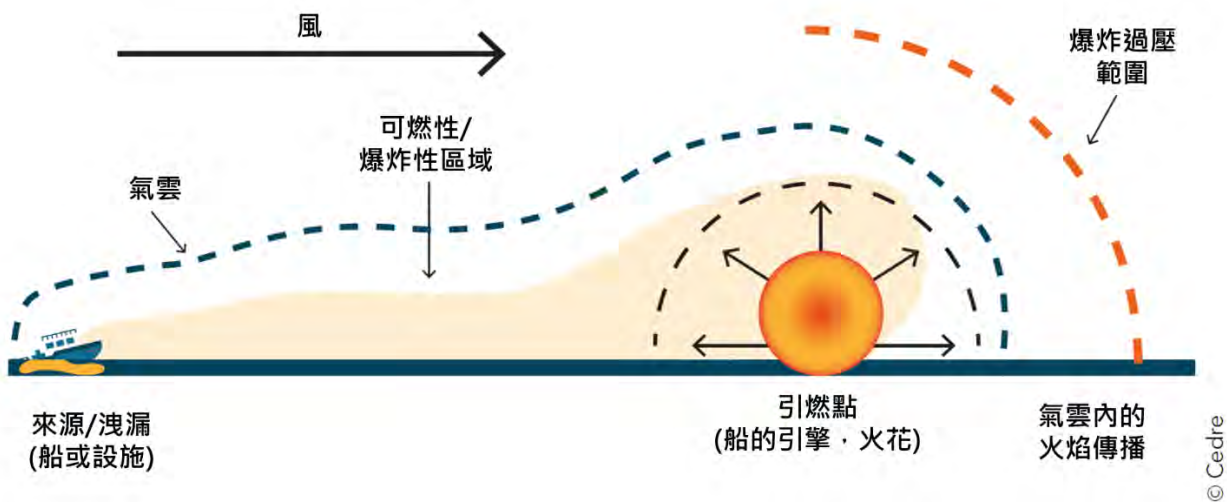


圖 52：風險評估。

- 考慮干預的區域：
- 考慮 (和控制) 惡化因素：
  - 發生火災時，冷卻有接觸熱輻射的儲槽，來避免 BLEVE 風險；產生有毒氣體的風險。

## 保護措施 (人體健康、環境和便利設施)

- 疏散：
  - 遇險船員：直升機/救援船必須從上風處接近；
  - 民眾：應進行模擬以確定要疏散的具體區域或要實施的圍堵措施。
- 保護：
  - 爆炸性大氣可透過通風以降低 LEL/LFL；
  - 啟動現有的消防系統；
  - 應防止氣體或蒸氣雲進入侷限或密閉區域，必須移除障礙物 (如果可行) 以減少亂流；
  - 保護應變人員免於吸入蒸氣或煙霧。

### ▶5.20 個人防護裝備

提醒：當火焰前緣的速度超過每秒幾公尺 (因 HNS 性質、大氣亂流和障礙物) 或在密閉空間中時，易燃氣雲可能會變成爆炸。在整個應變過程中需繼續監測 LEL/LFL。

## 應變措施

- 停止洩漏；
  - ▶5.32 密封和堵塞
- 消除火源。
  - 行為：
    - ▶5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物
    - ▶5.14 應變注意事項：漂浮物
  - 技術：
    - ▶5.34 使用水幕
    - ▶5.35 使用泡沫
    - ▶5.36 自然衰減和監測

## 5.7 應變注意事項：毒性物質

### 資料頁 5.7

應變

### 應變注意事項：毒性物質

返回

#### 相關 GHS 圖形和聯合國法規



#### 相關事故案例：

- Cavtat，1974 年，義大利南部，四乙基鉛和四甲基鉛；
- Burgenstein，1977 年，德國不來梅港，氰化鈉、氰化鉀；
- Sindbad，1979 年，北海，氯氣；
- Testbank，1980 年，美國路易斯安那州，溴化氫
- Rio Neuquen，1984 年，美國休士頓港，磷化鋁；
- Santa Claira，1991 年，美國新澤西州，三氧化二砷

#### 發生潛在洩漏時的警報和通報：

根據事故地點，必須向海事救援協調中心 (MRCC)、現場緊急服務和公共緊急服務發出警報。船舶 (船員) 和人口於下風處 (蒸氣雲) 和下游處 (洩漏) 必須予以警告，以防止出現複雜化的狀況。

#### 適用性和主要風險：

有關毒性物質的更多資訊和描述，請參閱第 3 章有害物質

適用性 <sup>1</sup>	對人類/應變人員的風險	環境風險
<ul style="list-style-type: none"><li>- 桶或儲槽中有毒氣體的洩漏</li><li>- 有毒化學品的洩漏</li><li>- 反應性化學品混合產生的氣體</li><li>- 浮油的蒸發</li><li>- 化學品反應後形成的氣體雲</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 直接接觸物質造成的傷害 (皮膚/黏膜接觸、攝入、吸入)</li><li>- 致癌問題</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 對動物和環境的直接影響</li><li>- 慢性影響</li><li>- 可能的間接影響 (例如消防水、水幕中溶解物)</li></ul>

<sup>1</sup>可能導致有毒大氣的事件。

表 19：毒性物質：適用性和主要風險。



## 風險評估

- 通過收集有關物質的數據來評估大氣和海洋毒性的風險。
- 考慮毒性接觸限值（見第 3 章）以評估對人群的風險；
- 模擬有毒氣雲的行為和移動；
- 評估環境部分（大氣、水層...）容易受到毒性物質或情境中可生成的副產物之影響；
- 評估毒性物質的進入途徑（皮膚接觸、攝入、吸入...）；
- 考慮（並控制）惡化因素：
  - 天氣條件：風、水流、溫度、雨和霧、大氣穩定性等。
  - 化學物質之間的反應、溫度升高引起的反應、接觸時間...

## 保護措施（人類健康、環境和便利設施）

保護措施須根據所涉物質的滲透過程及其特性而量身定制。毒性不僅與空氣中的物質有關；人群和應變人員也可能通過接觸、食入等方式受到影響。

► **5.20 個人防護裝備**（例如用於有毒氣體時的自給式空氣呼吸器，SBCA，用於皮膚風險的特殊防護服...）。

► **5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體探測器**

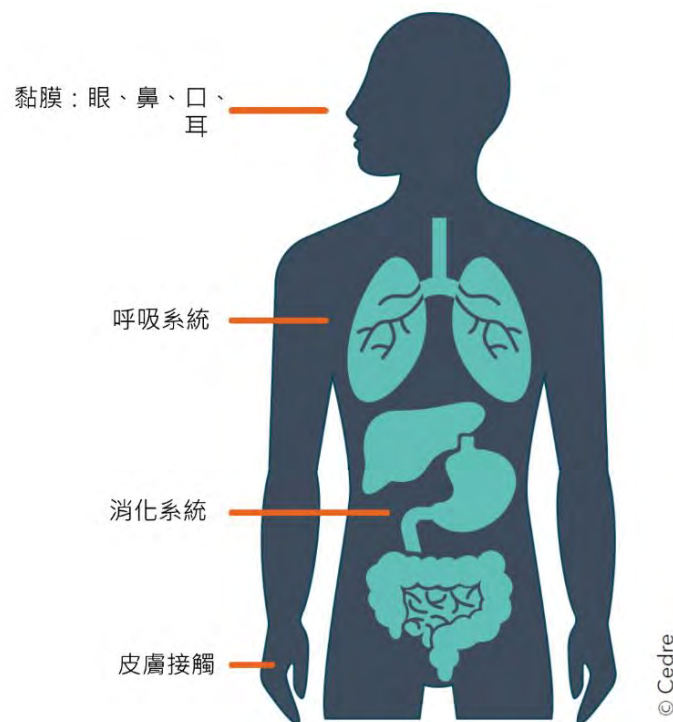


圖 53：對人類健康的毒性。

- 疏散：
  - 遇險船舶的船員：直升機/救援船必須從上風處接近，以防有毒氣雲；
  - 民眾：使用模擬來確定要疏散的特定區域或要實施的就地避難措施（在有毒雲的情況下）。
- 保護：
  - 當有海洋有毒物質，應評估可能受到影響的資源（例如漁業、取水口...）以及必要時的保護措施；
    - ▶ [5.40 HNS 岸上應變](#)
  - 透過圍堵和回收因事故應變而產生的副產物（水幕技術中的殘留水、消防水...），避免造成的額外污染。

### 應變措施

- 須隔離洩漏源（儲槽或儲存桶）以便於應變；
- 應使用防護行動標準（PAC，見第 3 章專門部分）進行干預與選擇合適的 PPE；
- 取決於物質：
  - 行為：
    - ▶ [5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物](#)
    - ▶ [5.14 應變注意事項：漂浮物](#)
    - ▶ [5.15 應變注意事項：溶解物](#)
    - ▶ [5.16 應變注意事項：沉降物](#)
  - 技術：
    - ▶ [5.34 使用水幕](#)
    - ▶ [5.35 使用泡沫](#)
    - ▶ [5.36 自然衰減和監測](#)

## 5.8 應變注意事項：腐蝕性物質

### 資料頁 5.8

應變

### 應變注意事項：腐蝕性物質

返回

#### 相關 GHS 圖形和聯合國法規



#### 相關事故案例：

- 未知遺失的包裹，1975 年，瑞典西海岸，瑞典哥德堡以北約 100 公里。丙酸（大約 30 桶在海上丟失）。原因：可能丟失了甲板貨物。
- Puerto Rican，1984 年，美國加利福尼亞州舊金山灣金門大橋以西 8 英里處。燒鹼溶液，50%（洩漏量 400-500 立方米）。洩漏原因：爆炸（燒鹼與環氧樹脂塗層反應）。
- Julie A，1989 年，丹麥奧爾胡斯港。鹽酸（洩漏量：1 至 5 噸 HCl 31%；運輸量：300 噸）。洩漏原因：內部儲槽塗層的結構損壞（鹽酸與鐵皮反應，形成氫氣）。
- Kenos Athena，2012，在中國廣東省南部的汕尾市附近的水域。硫酸（船上裝載 7,000 噸和 140 噸剩餘的燃料油；從沉船中清除化學品和燃料油）。成因：海難，大約一個月後沉沒。

#### 發生潛在洩漏時的警報和通報：

根據事故地點，必須向海事救援協調中心（MRCC）、現場緊急服務和公共緊急服務發出警報。還必須警告船舶（船員）和下風處（腐蝕性氣體）和下游處（洩漏）的人群，以防止出現複雜化的狀況。

#### 適用性和主要風險：

有關腐蝕性物質的更多資訊和描述，請參閱第 3 章的危害性物質。

適用性 <sup>1</sup>	對人類/應變人員的風險	環境風險	便利設施的風險
<ul style="list-style-type: none"><li>- 桶或儲槽中腐蝕性液體或氣體的洩漏</li><li>- 反應性化學物質相混合生成腐蝕性氣體或化合物</li><li>- 浮油蒸發</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 直接接觸物質造成的傷害（皮膚壞死、吸入、攝入）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 對動物和環境的直接影響</li><li>- 急性和慢性影響</li><li>- 可能的間接影響（例如消防水、水幕中的溶解物）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 化學腐蝕桶或儲槽，導致污染洩漏</li><li>- 金屬腐蝕（船甲板、起重機等）（限制/干擾海洋/便利設施的合法使用）</li></ul>

<sup>1</sup>可能導致有毒大氣的事件。

表 20：腐蝕性物質：適用性和主要風險。

## 風險評估

對於腐蝕性物質的一般考慮，應變人員應關注：

- 透過收集物質數據來評估大氣和海洋毒性的風險；
- 根據腐蝕性物質的物理狀態和行為來評估暴露於腐蝕性物質的風險，如適用則監測其 pH 值；
- 評估相關危害（如果存在）並評估應變的優先順序；腐蝕性物質通常與其他危險有關，例如易燃性和/或爆炸性和/或毒性；
  - ▶5.6 應變注意事項：易燃易爆物質
  - ▶5.7 應變注意事項：毒性物質
  - ▶5.9 應變注意事項：反應性物質
- 分析天氣數據和偵測器的測量；
- 對腐蝕性氣體/蒸氣/煙柱氣雲的行為和移動進行模擬（如果適用）。如果可以，考慮對洩漏到水中的腐蝕性漂浮物/溶解物/沉降物進行模擬；
- 評估保護敏感區域（環境、生態、社會、工業場所）和設施的措施，包括通過預防性關閉，確定情境中任何生成產物造成的危害，並評估相關的危害程度（火災煙霧，與環境的反應等）；
  - ▶5.2 事故數據收集
- 評估設施和設備的位置以便快速應變。

考慮干預的範圍：

- 評估/模擬水中和/或大氣中腐蝕性物質危險濃度所影響的區域範圍，以限制對海洋和便利設施的合法使用。
  - ▶5.19 安全區

考慮（並控制）惡化因素：

- 酸和鹼之間的反應、溫度升高而引起的反應、暴露時間；
- 當某些酸或鹼洩漏至水中時可能發生強烈放熱反應；
- 須採取最高度的預防措施，尤其是在船上（密閉空間）進行現場應變的情況下；
- 高黏度值在海上會減緩稀釋和分散過程。

保護措施（人體健康、環境和便利設施）

由於腐蝕性物質包含了一大類化學物質，因此保護措施必須符合風險評估的結論：

- 腐蝕性液體（礦物酸、鹼性溶液和部分氧化劑）：眼睛和皮膚對於此類物質飛濺特別脆弱，並通常對細胞組織的影響非常快；
- 腐蝕性氣體和蒸氣：影響通常與物質在體液中的溶解度有關。氨或鹽酸等高溶解性氣體會引起

嚴重的鼻子和喉嚨刺激，而溶解度較低的蒸氣（光氣、二氧化硫等）會深入傷害肺部；

- 腐蝕性固體：直接接觸會導致皮膚灼傷（酚、氫氧化鈉...），粉塵會影響呼吸系統。許多腐蝕性固體在溶於水時會產生強烈的放熱反應；
- 如果是會與水產生反應的產品，必須封裝好防止該物質接觸到水面和洩漏（建造防護堤、沙堤...）。

▶ [5.20 個人防護裝備](#)

▶ [5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

在船上：

- 應注意避免與皮膚直接接觸，並防止吸入蒸氣或煙霧。進入密閉空間前檢查大氣；不要在沒有自給式呼吸器的情況下作業；

▶ [5.20 個人防護裝備](#)

▶ [5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

- 必須立即進行下風處的疏散（氣體/蒸發物/煙霧）；
- 注意防護服的除污：用水沖洗乾淨後再脫除。

民眾和便利設施：

- 進行模擬以確定具體區域，以決定實施疏散或就地避難措施（在腐蝕性氣雲或海洋環境污染的情況下）；
- 應在受影響地區的下風處實施疏（以防出現危險蒸氣、氣雲、煙霧）；
- 分區規劃：洩漏的下游區域（污染流出、液體和固體洩漏的目標）並評估對海洋和便利設施使用的限制。

應變措施：

在船上：

- 如果可能，將其他化學物質或有機產品與洩漏物質隔離，直到評估其反應性潛勢；
- 如果該物質不與水反應，則可以通過稀釋過程，透過與酸或鹼進行中和以降低濃度（如果可能，用水噴流射向船舷外間接清洗）。在將稀釋後的混合物排放到環境中之前，應測量其 pH 值；

▶ [5.34 使用水幕](#)

▶ [5.36 自然衰減和監測](#)

- 會與水反應的物質可利用相容的吸附劑或惰性材料處理；

▶ [5.37 使用吸附劑](#)

- 在船上洩漏的情況下，應根據所涉及的物質和情境使用適當的圍堵、回收方法和技術（緊急

程序 (EmS) · [IMO · 2020](#) )。

在環境中：

參考洩漏 ( 或外洩 ) 物質的特性、行為和歸宿，針對腐蝕性風險採取特定的預防措施。

行為：

▶ [5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物](#)

▶ [5.14 應變注意事項：漂浮物](#)

▶ [5.15 應變注意事項：溶解物](#)

▶ [5.16 應變注意事項：沉降物](#)

▶ [5.41 包裝貨物應變](#)

技術：

見第 [5.6.3 章](#)。

## 5.9 應變注意事項：反應性物質

應變

### 資料頁 5.9

### 應變注意事項：反應性物質

返回

#### 相關危害圖形（直接和間接危險）

<p>易燃/易爆：</p> <p>GHS</p> 	<p>GHS</p> 	<p>氧化/過氧化：</p> <p>GHS</p> 	<p>UN Regulation</p> 
<p>未另行分類的物理危害（請參閱安全資料表）</p> 			

#### 相關事故案例：

反應性	主要風險和危害 - 相關案例研究	物質示例
與氧（空氣）	<p>著火，爆炸。</p> <p><b>Ocean Liberty</b>，1947年，法國布雷斯特港；硝酸銨（3,160噸）+ 石油（300噸）。洩漏原因：火災和隨後的爆炸</p>	<p>鹼金屬（如鉀、鈉、鈣）、金屬氫化物（如氫化鈉、氫化鈣）、磷、氧化劑（如乙醛、乙醚、異丙醚）、自燃液體（三丁基磷、三甲基鋁）</p>
與水（水解、水合、氧化；也考慮與空氣中的水分可能發生的反應）	<p>爆炸或形成危險產品（腐蝕性、有毒或易燃）。</p> <p><b>Adamandas</b>，2003年，留尼汪島；脫氧鐵礦石球（21,000噸）和柴油（470噸），產生氫氣的風險。</p> <p>洩漏原因：結構損壞</p>	<p>鹼金屬、磷化鈉或磷化鉀、鹼金屬氫化物鹽、氯化鋁、碳化鈣、氫化物鹽</p>
聚合	<p>單體自我反應引起的激烈放熱反應（有時會劇烈爆炸）；</p> <p><b>Stolt Groenland</b>，2019，韓國蔚山；苯乙烯單體（5,200噸）。</p> <p>洩漏原因：爆炸，過壓與引燃苯乙烯導致火災。</p>	<p>丙烯酸；環戊二烯、氫氰酸；甲基丙烯酸；丙烯酸甲酯；醋酸乙烯酯</p>
與其他物質	<p>火災、爆炸或有毒蒸氣的釋出取決於量和周圍條件；</p> <p><b>Burgenstein</b>，1977，德國不來梅港；過氧化鈉和其他危險品，包括氫化物。</p> <p>洩漏原因：過氧化鈉桶的結構損壞。</p>	<p>不相容的群組：易燃和有毒的產品；易燃產品和氧化劑；酸和鹼；氧化劑和還原劑。</p> <p>請參閱化學反應性工作表 (CRW)</p>
自反應物質	<p>自反應物質是指即使在沒有氧氣（空氣）參與下，自身也容易發生激烈放熱分解的熱不安定液體或固體物質。此定義不包括在 GHS 下歸類為爆炸性有機過氧化物或氧化劑的物質或混合物 (GHS，2019)。</p> <p>光誘導的、爆炸反應</p> <p>機械衝擊</p> <p><b>M/V Sinbad</b>，1979年，荷蘭 Ijmuiden以西20海哩，阿姆斯特丹近海；機硝酸鹽和許多過氧化物</p> <p>本質上不穩定的</p> <p>氯氣（51個鋼瓶/51噸）。甲板貨物在丟失在深度30m海中。</p> <p>洩漏原因：結構損壞（惡劣天氣）在特定壓力和溫度條件下可能引爆。</p>	<p>氫氣和氯氣。</p> <p>乙炔化合物、氧化物、有機</p> <p>乙炔。</p>

表 21：涉及反應性物質的事故之相關案例研究。

**發生潛在洩漏時的警報和通報：**

根據事故地點，必須向海事救援協調中心 ( MRCC )、現場緊急服務和公共緊急服務發出警報。還必須警告船舶 ( 船員 ) 和下風處 ( 腐蝕性氣體 ) 和下游處 ( 洩漏 ) 的人群，以防止出現複雜化的狀況。

**適用性和主要風險：**

反應性物質包含廣泛的潛在後果，很大程度上取決於物質的化學特性 ( 見上表 ) 有關反應性物質的更多資訊和描述，請參閱 [3.2.5 危害：反應性](#)。

另請注意：

- 如果火災/洩漏涉及自反應物質，非與水反應物質但易燃物質、聚合物質：
  - ▶ [5.6 應變注意事項：易燃易爆物質](#)
- 在火災/化學品洩漏的情況下，通過與其他材料或洩漏物產生反應，而形成有毒或腐蝕性產品
  - ▶ [5.7 應變注意事項：毒性物質](#)
  - ▶ [5.9 應變注意事項：反應性物質](#)

適用性 <sup>1</sup>	對人類/應變人員的風險	環境風險	便利設施的風險
反應性物質洩漏引起著火/爆炸	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 因火災或爆炸或強烈放熱反應 ( 劇烈爆炸 ) 造成的直接傷害</li> <li>- 氧化性物質可能點燃可燃材料或破壞材料 ( 例如應變設備 )</li> <li>- 缺氧、窒息，尤其是在密閉空間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 預計不會產生重大的長期影響</li> <li>- 可能的間接影響 ( 例如火災殘留物 )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 對船舶、建築物和其他海上基礎設施的直接和間接損害 ( 或破壞 ) ( 在某些情況下，甚至在距事故發生地相當遠的地方 )。</li> </ul>
形成腐蝕性產物的反應性物質洩漏	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 直接接觸物質造成的傷害 ( 皮膚壞死、吸入、食入 )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 對動物和環境的直接影響</li> <li>- 慢性影響</li> <li>- 可能的間接影響 ( 例如消防水、水幕中的溶解物 )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 化學腐蝕桶或儲槽，導致污染洩漏</li> <li>- 金屬腐蝕 ( 船甲板、起重機等 ) ( 限制/干擾海洋/便利設施的合法使用 )</li> </ul>
形成有毒產物的反應性物質洩漏	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 直接接觸物質造成的傷害 ( 皮膚/黏膜接觸、吸入、吸入 )</li> <li>- 致癌問題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 對動物和環境的直接影響</li> <li>- 急性和慢性影響</li> <li>- 可能的間接影響 ( 例如消防水、水幕中的溶解物 )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 具有持續毒性的產品對海洋環境的污染可能導致對海洋合法用途的關閉/限制/干擾</li> </ul>

<sup>1</sup> 可能導致腐蝕性洩漏或大氣的事件。

表 22：反應性物質。

**風險評估**

對於腐蝕性物質的一般考慮，應變人員應考慮：



- 透過收集有關物質的數據來評估大氣和海洋毒性的風險；
- 根據腐蝕性物質的物理狀態和行為評估接觸腐蝕性物質的風險，如果適用則監測其 pH 值；
- 評估相關危害（如果存在）並評估應變的優先順序；腐蝕性物質通常與其他危險有關，例如可燃性和/或爆炸性和/或毒性；
- ▶ **5.6 應變注意事項：易燃易爆物質**
- ▶ **5.7 應變注意事項：毒性物質**
- ▶ **5.9 應變注意事項：反應性物質**
- 分析天氣數據和偵測器測量；
- 對腐蝕性氣體/蒸氣/煙柱氣雲的行為和移動進行模擬（如果適用）。如果適用，當物質洩漏至水中時，考慮對腐蝕性漂浮物/溶解物/沉降物進行模擬；
- 評估保護敏感區域（環境、生態、社會、工業場所）和設施的措施，包括通過預防性關閉，確定情境中可能生成產物造成的危害，並評估相關的危害程度（火災煙霧，與環境的反應等）；
- ▶ **5.2 事故數據收集**
- 評估設施和設備的位置以便快速應變。

#### 考慮干預的區域：

- 評估/模擬水中和/或大氣中腐蝕性物質危險濃度影響的區域範圍，以限制對海洋和便利設施的合法使用。▶ **5.19 安全區**

#### 考慮（並控制）惡化因素：

- 酸鹼之間的反應、溫度升高引起的反應、接觸時間；
- 當某些酸或鹼洩漏至水中時可能發生強烈放熱反應；
- 必須採取最大限度的預防措施，尤其是在船上（密閉空間）進行現場應變；
- 高黏度值在海上會減緩稀釋和分散過程。

#### 保護措施（人體健康、環境和便利設施）

由於腐蝕性物質聚集了大量化學物質，因此保護措施必須符合風險評估的結論：

由於腐蝕性物質包含了一大類化學物質，因此保護措施必須符合風險評估的結論：

- 腐蝕性液體（礦物酸、鹼性溶液和部分氧化劑）：眼睛和皮膚對於此類物質飛濺特別脆弱，並通常對細胞組織的影響非常快；
- 腐蝕性氣體和蒸氣：影響通常與物質在體液中的溶解度有關。氨或鹽酸等高溶解性氣體會引起嚴重的鼻子和喉嚨刺激，而溶解度較低的蒸氣（光氣、二氧化硫等）會深入傷害肺部；
- 腐蝕性固體：直接接觸會導致皮膚灼傷（酚、氫氧化鈉...），粉塵會影響呼吸系統。許多腐蝕性固體在溶於水時會產生強烈的放熱反應；

- 如果是會與水產生反應的產品，必須封裝好防止該物質接觸到水面和洩漏（建造防護堤、沙堤...）。

▶ [5.20 個人防護裝備](#)

▶ [5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

**在船上：**

- 應注意避免與皮膚直接接觸，並防止吸入蒸氣或煙霧。進入密閉空間前檢查大氣；不要在沒有自給式呼吸器的情況下作業；

▶ [5.20 個人防護裝備](#)

▶ [5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

- 必須立即進行下風處的疏散（氣體/蒸發物/煙霧）；
- 注意防護服的除污：用水沖洗乾淨後再脫除。

**民眾和便利設施：**

- 進行模擬以確定具體區域，以決定實施疏散或就地避難措施（在腐蝕性氣雲或海洋環境污染的情況下）；
- 應在受影響地區的下風處實施疏（以防出現危險蒸氣、氣雲、煙霧）；
- 分區規劃：洩漏的下游區域（污染流出、液體和固體洩漏的目標）並評估對海洋和便利設施使用的限制。

**應變措施：**

**在船上：**

- 如果可能，將其他化學物質或有機產品與洩漏物質隔離，直到評估其反應性潛勢；
- 如果該物質不與水反應，則可以通過稀釋過程，透過與酸或鹼進行中和以降低濃度（如果可能，用水噴流射向船舷外間接清洗）。在將稀釋後的混合物排放到環境中之前，應測量其 pH 值；

▶ [5.34 使用水幕](#)

▶ [5.36 自然衰減和監測](#)

- 會與水反應的物質可利用相容的吸附劑或惰性材料處理；

▶ [5.37 使用吸附劑](#)

- 在船上洩漏的情況下，應根據所涉及的物質和情境使用適當的圍堵、回收方法和技術（緊急程序 (EmS) · [IMO · 2020](#)）。

**在環境中：**

參考洩漏（或外洩）物質的特性、行為和歸宿，針對腐蝕性風險採取特定的預防措施。

行為：

▶ [5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物](#)

▶ [5.14 應變注意事項：漂浮物](#)

▶ [5.15 應變注意事項：溶解物](#)

▶ [5.16 應變注意事項：沉降物](#)

▶ [5.41 包裝貨物應變](#)

技術：

見第 [5.6.3 章](#)。



現代財富(Hyundai Fortune)海上事故，2006 年 3 月，亞丁灣，葉門以南約 100 公里；船上發生爆炸和火災後，60 至 90 個貨櫃在海上遺失。

## 5.10 液化天然氣

### 資料頁 5.10

應變

### 應變注意事項：液化天然氣(LNG)

返回

#### 相關 GHS 圖形和聯合國法規

UN number: 1972  
SEBC: G



#### 目標

提供運輸液化天然氣(LNG)的特色，其性質和運送，並提供有關洩漏事件中潛在風險的資訊。

#### 與液化天然氣相關的一般特徵

液化天然氣越來越常用作能源，因為它的主要優點是碳排和污染物排放量明顯減少，包括氮氧化物、硫氧化物和粒狀污染物。在海運領域，液化天然氣既可以作為貨物運輸，也可以用作燃料。對於後者，液化天然氣可以單獨使用，也可以與雙燃料發動機一起使用。

液化天然氣類型	儲槽容積	儲槽類型
貨物	每個儲槽10,000 - 45,000 立方公尺	
	Q-max 船舶的最大載貨量為 266,000 立方公尺	
燃料	20,000 m <sup>3</sup>	絕熱槽，壓力低於0.7 bar
	500 - 10,000 m <sup>3</sup>	C型槽，壓力低於 4 bar
	40 m <sup>3</sup>	溫度範圍：-162°C 至 -121°C ISO貨櫃槽 (IMDG 合規)，壓力低於 10 bar

表 23：液化天然氣類型。



貨物



LNG海運的儲槽



2006年以色列轟炸後的傑伊赫(Jiyeh)電廠



ISO貨櫃槽 (IMDG 合規)

## 物理和化學性質

液化天然氣的主要物理和化學性質總結如下表

沸點	-162°C	LFL-UFL	5-15%
閃火點	-188°C	液化天然氣密度	0.4
自燃溫度	595°C	甲烷密度	0.6

表 24：液化天然氣的物理和化學性質。

## 危害與行為

液化天然氣主要由甲烷 ( $\text{CH}_4$ , CAS 編號 74-82-8) 組成, 約佔 90%, 還有少量其他烷類 (如乙烷、丙烷和丁烷), 總濃度小於 10%。液化天然氣作為貨物或燃料都是**無味**的。若無添加劑加入無法透過氣味特徵檢測其釋出。液化天然氣在-162°C 下液化時為無色液體。在此溫度下可預期出現**低溫效應**。與液化天然氣接觸的水會結冰並堵塞安全裝置。

釋出 1 立方公尺的液化天然氣將代表有 600 立方公尺液化天然氣蒸發到大氣中。**缺氧或窒息**的危險也可能很高, 尤其是在密閉區域。當釋出至水表面上, 液化天然氣可以形成一個液池, 當與空氣混合時會迅速蒸發並形成易燃氣雲, 隨後再由於空氣中的水分凝結而形成白色氣雲。如果蒸氣被點燃, 它會產生噴流(jet) (加壓氣體釋放) 或池火 (pool fire)、閃火甚至蒸氣雲爆炸, 對周圍環境產生過壓和爆炸破壞。對於壓力儲槽, 發生火災時也可能發生 BLEVE。參見第 3 章。

甲烷不會與船舶上經常使用或運輸的產品發生劇烈反應。但它與液態氧產生劇烈反應。下表總結了對人、環境和便利設施可能產生的影響。

事故類型	影響		
	人員	環境	便利設施
釋放低溫液體	因冷灼傷或在快速相變化的情況下拋射噴濺而造成嚴重傷害	能在水中結冰。在沒有火的情況下，不會對水生生物造成損害，因為液化天然氣不溶於水，且會迅速蒸發到大氣中。	鋼結構的脆性斷裂損傷
甲烷蒸發到大氣中	缺氧/窒息	在水中的溶解度極低	無
液化天然氣浮油點燃	受傷或死亡	預計不會造成重大損失	火災、溫度
點燃蒸氣雲	受傷或死亡	無重大損壞	火災、溫度
密閉空間內的氣體爆炸 (例如輪機房)	受傷或死亡	在水中的溶解度極低	- 玻璃爆炸 - 建築物毀壞
裝有液化天然氣的儲槽在壓力下發生火災，伴隨 BLEVE	受傷或死亡	爆炸可能造成物理損壞	- 玻璃爆炸 - 建築物毀壞

表 25：涉及液化天然氣的事故，依據事故的起因而產生對人、環境和便利設施的影響。

## 情況評估

如同氣態產品，液化天然氣具有快速移動的動力學特性。重要的是運用所有可用工具去正確的評估情況，以有效保護民眾和利害關係人，同時啟動實地應變：

- ▶ [5.5 情況評估](#)
- ▶ [5.6 應變注意事項：易燃易爆物質](#)
- ▶ [5.11 HNS 洩漏模擬](#)
- ▶ [5.22 遙測技術](#)
- ▶ [5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

視情況，尤其是釋出類型以及液化天然氣是加壓存放還是僅置於冷藏，以下決策樹可以幫助風險評估。

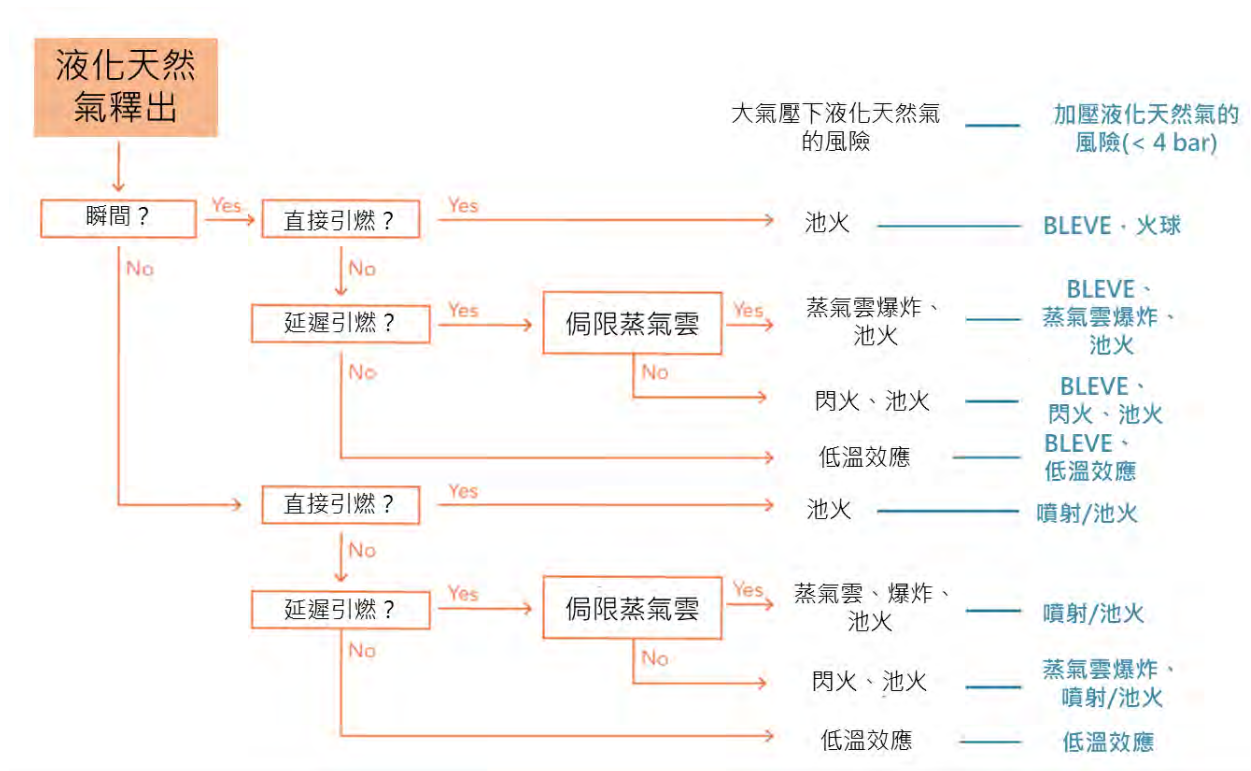


圖 54：液化天然氣外洩的決策樹。

## 與液化天然氣相關的操作特徵

### 應變

#### 保護措施 (人體健康、環境和便利設施)：

- 應建立分區 ( ▶ [5.19 安全區](#) ) 並持續進行監測以評估易燃性風險。如果要從遇難船舶上撤離船員，直升機/救援船必須從上風處接近；
  - ▶ [5.20 個人防護裝備](#)
  - ▶ [5.11 HNS 檢測和分析方法](#)
- 應移除易燃的點火源。在應變人員計劃進入密閉空間之前，可以進行通風以將濃度降低到 LEL 以下。

#### 液化天然氣洩漏後應變：

- 應消除所有引火源；
- 任何人不得踩踏或接觸洩漏的液化天然氣；
- 如果液化天然氣可能發生洩漏，可在船體上噴水，以防止鋼結構因低溫效應而發生脆性斷裂。
- 不應將水直接噴灑到液化天然氣上 ( 勿噴灑或流過 )，以避免發生快速相變或 RPT ( Rapid Phase Transition )；

- 應使用水幕，尤其要濃度降低到 LEL 以下；

#### ▶5.34 使用水幕

- 如果無法阻止洩漏，物質應優先以氣態而非低溫液體形式釋出；
- 水在與液化天然氣接觸時會結冰，這代表可以暫時堵住洩漏。

#### 發生火災時的應變：

- 永遠不要撲滅洩漏中燃燒的氣體，除非可以止漏；
- 應使用水幕，尤其是為了減少輻射影響；
- 應從最遠距離滅火或使用水砲滅火；
- 小火（例如燃料艙）：化學乾粉或二氧化碳；
- 重大火災：噴水或水霧；
- 如有可能，應將可燃產品從著火的液化天然氣中移開。



## 5.11 HNS 洩漏模擬

應變

### 資料頁 5.11

### HNS 洩漏模擬

返回

在 HNS 洩漏期間，根據電腦模式是非常有用的工具。通常這些模式是由電腦程式，旨在模擬某情況下可能發生的事情（預測）或已經發生的事情（追算/回溯）。它們可以建立來模擬幾乎任何情境，然而從頭開始製作模式需要專業知識和大量測試以確保模式可正常工作。許多組織和研究機構開發了模式來模擬不同形勢的 HNS 洩漏。

具體模式功能包括：

#### 預測污染物的歸宿

歸宿模型預測污染物釋放到環境中時，如何發生物理和化學變化。使用此類模型幫助了解污染物的預期特徵和行為，並為有效應變做好準備（圖 55）。

儘管歸宿模型可以是獨立的，但它們通常建立在軌跡模型中，因為物理和化學變化可以改變污染物的行為，進而改變其軌跡。

歸宿模型需要污染物的詳細規格，例如物理和化學特性，以及環境數據，例如溫度和風速。

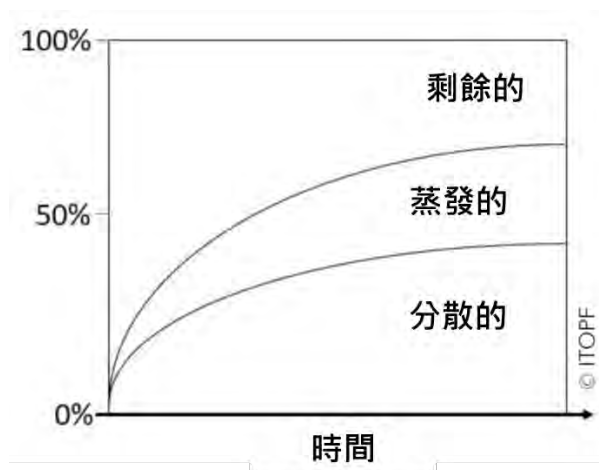


圖 55：歸宿模式的輸出。

#### 預測水中的污染物軌跡

軌跡模型可以使用風、水流和波浪資訊等環境數據以及物質的物理特性來模擬污染物在水中的移動。模擬可以是前瞻性的或回溯性的。前瞻性模型可以幫助預測污染物可能沿著海岸線擱淺的位置，或者在污染物正朝向敏感區域前進時提供警告。同樣，通過使用模型回溯情況，它可以用來計算出污染物可能來自何處。這些模型可以是 2D（僅水面運動）或 3D（整個水層內的運

動)(圖 56)



圖 56：海面上污染物的軌跡。

### 預測空氣中的污染物軌跡

由 HNS 事故引起的有害氣雲的軌跡可以使用大氣擴散模型進行模擬。一般來說這些模型可以估計化學物質將以多快的速度釋放到大氣中，以及它將如何往下風傳播 (圖 57)。

除了污染物的物理和化學特性外，模式還需要與風和溫度相關的環境數據。然後模式結果可指示出可能對人類生命造成重大威脅的地方。



圖 57：空氣中污染物的軌跡。

### 分析應變方法

模式也可用於分析不同的應變方法，但作為幫助資源管理的參考，這在資源有限的大型事故中特別有用（圖 58）。

歸宿模式通常與應變模式結合使用，因為污染物可能會隨著時間發生物理和化學變化，而可能導致不同的回收總量。然而歸宿模式也可以與軌跡模式結合使用，從而可以全面預測事故將如何演變和管理。

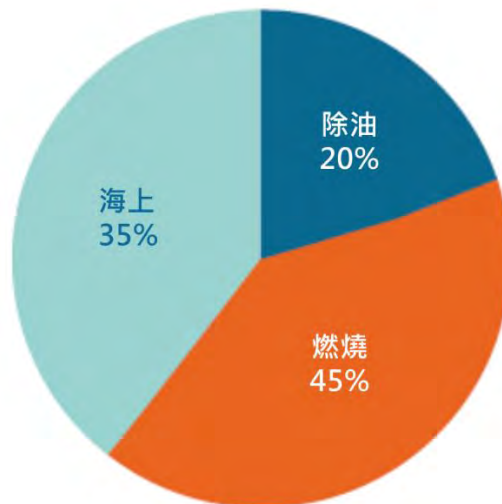


圖 58：應變模式的輸出。

### 模式的限制

要發揮作用，模式需要有關事件、污染物和環境條件的資訊，例如事件時間和地點、污染物特性、大氣和水溫以及風速和風向。然而要使模式產生可靠的結果，輸入數據需要盡可能準確。有許多原因導致無法獲得準確的數據。首先，在要求的區域或時間範圍內可能沒有任何**可用的環境數據**、有關事故的資訊可能缺失，或者污染物特性可能未知。

其次，環境數據集中的空間和時間解析度可能太大而無法呈現某些物理過程。例如，在海岸線和河流中普遍存在的紊亂渦流可能太小，而無法用當前數據表示。除了輸入數據不準確之外，在建構模式的過程中，不可避免須作近似和假設，因此沒有任何模式是完全準確的。此外模式無法考慮多種物質和其反應性。考慮到這些要點，重要的是不應完全依賴模型，而應**僅將其用作指引**，並在盡可能通過現場觀測來驗證結果。

### 可用模式

建議進行專業訓練，學習如何使用 HNS 事故模式並了解其局限性。或者是許多模擬供應者或開發人員可以根據委託合約，進行模擬並提供對結果的解釋。通常除了化學和 SDS 數據庫之外，模擬供應商還可以使用模式所需的環境數據，例如風速和風向、海水溫度、波浪高度。下表列出了一些（但不是全部）已創立用於 HNS 事故的模式。油的洩漏模式也加入，因為它們可能適合預測植物油等物質的歸宿和行為。

模型	開發商/供應商	能力
ADIOS ( 開放資源 )	美國國家海洋和大氣局 ( NOAA )	油類歸宿
AIRMAP	RPS ASA	空氣中化學軌跡和歸宿
ALOHA ( 開放資源 )	美國國家海洋和大氣局 ( NOAA )	空氣中化學軌跡和歸宿
CALPUFF	TetraTech	化學歸宿
CHEMMAP	RPS ASA	化學品空中和海上軌跡和歸宿
GNOME ( 開放資源 )	美國國家海洋和大氣局 ( NOAA )	2D海上油類軌跡和歸宿
MOHID Water	MOHID	3D 海上和大氣化學軌跡
MOTHY	Mete-法國	2D海上油類和漂浮物 ( 如貨櫃 ) 軌跡
OILMAP	RPS ASA	3D海上油類軌跡、歸宿和應變分析
OpenDrift/OpenOil ( 開放資源 )	MET挪威	化學品/物品海上和空中的軌跡和歸宿
OSCAR	SINTEF	3D 海上油類軌跡和歸宿
SPILLCALC	TetraTech	3D 海上油類軌跡
ROC ( 開放資源 )	美國國家海洋和大氣局 (NOAA)	油類應變方法分析

表 26 : 可用模式。

## 5.12 非危險貨物

### 資料頁 5.12

應變

### 非危險品貨物

返回

#### 目標

提請決策者和作業者注意未被國際分類嚴格歸類為危險品，但可能會給應變人員帶來風險或可能對環境有害的產品。提供了某些類別的產品有關方法或應變的第一要素的建議。

#### 適用性

本手冊的所有資料頁和結構均基於根據國際法規確定和分類的危害，並符合 2010 年 HNS 公約和相應規則 ( IGC、IBC、IMSBC、IMDG )。有許多非危險品也有運送，但過去的事故顯示一些非危險品可能有害並對人類或環境產生相當大的影響。事故地點非常重要，因為它可能會放大人類所面臨的風險或環境敏感性，可造成嚴重破壞並改變或損害環境的自然恢復力。

#### 方法描述

非危險品引起的問題在某些情況下可能與環境中釋出的數量有關。與區域面積相比，釋放相對大量的產品可能會導致問題，並且可能因物理、化學或生物效應而產生不同影響。物理損壞首先可能透過遮蔽/窒息發生於海床上，灰塵可能會影響濁度。另外一個水中所含的化學成分改變可能會改變生物程序。例如，不尋常且大量的有機物供應可能會導致氧氣耗盡，從而導致魚類缺氧而死亡。有機物的分解會導致放熱反應，為硫酸鹽還原菌群的發展創造有利條件，這種微生物群會降解現場的有機物，大量產生對人類來說是劇毒的硫化氫 (H<sub>2</sub>S)。

基於些原因，應制定有效的事後監測計畫來評估影響，尤其是對具有自然保護重要性的物種/棲息地的影響 ( 例如，關於歐盟鳥類和棲息地指令，OSPAR )、商業的魚類和貝類種群、更廣泛的生態系統及其功能、人類食物鏈，以及支援後續的賠償要求。

下表概述了經常大量海運且在海上洩漏時可能出現問題的主要產品類別。

產品性質	運輸方式	示例	潛在影響	應變
有機的	液體散裝包裝貨物 (如桶、儲槽、液袋櫃)	葡萄糖溶液、卵磷脂、柳橙汁、植物蛋白溶液。	在低更新率的淺水域，氧氣耗盡的風險 (低生化需氧量) 導致動植物死亡	取決於確切的條件：氧化作用，利用機械攪拌，或者當物質的數量與環境相比過高時，產生水流來更新水資源。
	事故：管線	2013 年；美國夏威夷港。貨物：糖蜜		
塑料顆粒	固體散裝包裝貨物 (例如袋子)	穀物 (小麥、油菜籽...)、米籽餅 (豆粕/顆粒、油副產品...)。	發酵和產生氣體以及可能有有害的副產品 <b>沉降物</b> ：由於細菌增加而導致含氧量降低；導致窒息	移除物質 (通過 ROV、疏浚或潛水員) ▶5.39 海底HNS應變 ▶5.24 遠端操控載具
	事故：費內斯	1996 年；法國科西嘉島附近的拉韋齊群島。貨物：小麥		
礦物質和煤炭	固體散裝包裝貨物 (例如袋子)	切碎的橡膠和絕緣塑膠、顆粒狀輪胎橡膠、粗略切碎的輪胎、再生塑膠樹脂/顆粒、塑膠顆粒。	取決於顆粒的大小： - 漂浮物：鳥類和魚類攝入的風險； - 懸浮物：濁度增加影響呼吸/消化系統的物種； - 沉降物：扼殺海底生命。	在海面/海床/海岸線上回收 ▶5.43 回收技術：幫浦和汲油器 移除物質 (通過 ROV、疏浚或潛水員) ▶5.39 海床上的 HNS 應變 ▶5.24 遠端操控載具 在海岸線上手動回收顆粒 ▶5.38 水中HNS應變
	事故：MSC Susanna	2018 年；南非。貨物：25 公斤袋裝塑膠塑膠袋。		
水泥	固體散裝包裝貨物 (例如袋子)	熟泥、綠泥石、石灰石、菱鎂礦黏土、礦石、煤炭。	取決於顆粒大小： - 懸浮物：濁度增加，影響呼吸/消化系統的物種； - 扼殺海底生命 (沉降物)。	若可能洩漏產品的數量與環境相比過高，則盡可能應更新水或抽取和過濾污水 ▶5.38 水中的HNS應變 移除物質 (潛水員、疏浚) ▶5.39 海床上的 HNS 應變
	事故：M/V Eurobilker IV	2001 年；意大利撒丁島。貨物：17,000 噸煤散佈在海底，導致周圍的 Posidonia oceanica 草地窒息		
	固體散裝包裝貨物 (例如袋子)	水泥、水泥熟料	懸浮物：濁度增加，影響物種呼吸/消化系統；在海底沉積或凝固	如果物質的數量與環境相比過高，則稀釋或過濾 ▶5.38 水中的HNS應變 必要時移除下沉的固化部分 ▶5.39 海床上的 HNS 應變

表 27：依據產品性質和運輸類型，可能發生的事件、潛在影響和應變選項示例。

## 5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物

應變

### 資料頁 5.13

### 應變注意事項：氣體和蒸發物

返回

(適用於所有以“G”和“E”為SEBC行為的群組)



物理狀態	氣體		固體	
	SEBC代碼	GD	E	ED
20 °C的密度	G			
20 °C的蒸氣壓 ( kPa )				
溶解度 ( % )				

表 28：氣體和蒸發物的行為。

註：對於 SEBC 子組“GD”和“ED”，另請參見 [5.15 應變注意事項：溶解物](#)。

應變策略需要考慮釋放物質的行為和歸宿的影響因素，同時考慮到在海上時洩漏氣體和蒸發物，因其物理狀態（對於 G）或高揮發性（對於 E）而只會經歷短時間的過程。

物理狀態		影響氣體和蒸發物行為和歸宿的過程和因素			
		氣態		液態	
SEBC規則		G	GD	E	ED
行為和歸宿	海上洩漏處理過程	立即蒸發/大氣分配		快速蒸發	
	影響過程強度的環境因素	海況/風力強度/空氣和水溫/濕度（船上時）/太陽輻照度/海岸線形態			
	HNS的漂移和擴散	大氣擴散，可能產生危險的空氣混合物。與煙霧/氣體/氣溶膠產生的潛在劇烈反應，可能有毒。非持久性。			
	其他相關的HNS特性和危害	閃火點、爆炸範圍、反應性、毒性、腐蝕性、氣體/蒸汽密度			
	對海洋環境的影響	氣體/蒸發物質往往很容易離開水中，首先在海水表層然後往大氣層中分配；對遠洋生態系統的時間和空間影響有限（通常很低）；對於鳥類和更敏感的浮游生物來說，風險可能更大。			

對於危害和風險，另請參見 [3.2 危害](#)

表 29：影響氣體和蒸發物行為和歸宿的過程和因素。

## 注意

- 安全和/或人類健康的主要風險（船員；民眾，如果源和靠近海岸的雲）
  - ▶ [5.6 應變注意事項：易燃易爆物質](#)
  - ▶ [5.7 應變注意事項：毒性物質](#)
- 對海洋環境較小風險（非持久性物質）
- 應變行動在船上進行

## 情況評估和初步行動

### 資訊收集：

- 立即參考安全資料表或化學資料庫。在未知物質的情況下，按照最大風險的情況採取行動；
  - ▶ [3.1 安全資料表內容](#)
- 立即參考與事故地點相關的數據和其他相關資訊；
- 考慮海況和天氣預報。
  - ▶ [5.1 事故通報](#)
  - ▶ [5.2 事故數據收集](#)
  - ▶ [5.3 資訊資源](#)

### 情況評估：

- 根據收集到的事故資訊和應變計畫中所識別到的風險，考慮進行：
- 危害辨識；
  - ▶ [5.6 應變注意事項：易燃易爆物質](#)
  - ▶ [5.7 應變注意事項：毒性物質](#)
  - ▶ [5.8 應變注意事項：腐蝕性物質](#)
  - ▶ [5.9 應變注意事項：反應性物質](#)
- 風險和脆弱性評估；
- 後果評估。
  - ▶ [5.5 情況評估](#)

### 初步行動：

- 首要行動需考慮危害辨識和降低爆炸、火災、暴露於有毒氣雲等危險來確保應變人員的安全條件，然後再阻止或減少 HNS 洩漏；
  - ▶ [5.17 初步行動（事故船）](#)
  - ▶ [5.18 初步行動（應變人員）](#)



- 考慮公共安全；
  - ▶ [5.19 安全區](#)
- 設備/物流；
  - ▶ [5.20 個人防護裝備](#)
  - ▶ [5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

## 監測

### 模擬：

- 空氣中氣雲的模擬；需要考慮輸入：物質的化學和物理參數、天氣狀況和預報、洩漏源類型。
  - ▶ [5.11 HNS 洩漏模擬](#)

### 使用遠程測量儀器和搜索技術進行監測：

- 空中監視：飛機和直升機（不是在爆炸或未知氣體的情況下）；無人機；
  - ▶ [5.22 遙測技術](#)
- 出於安全和作業原因，使用標記物（不是在爆炸或未知氣體的情況下）。
  - ▶ [5.23 物質標記](#)

### 使用現場測量儀器和搜索技術進行監測：

#### 空氣採樣

- 微量氣體感測器：用於檢測爆炸或火災風險的測爆儀和氣體偵測器；毒性物質偵測器（船上和環境中）；
- 缺氧：電化學氧氣感測器。
  - ▶ [5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

#### 水採樣

- 利用“niskin 採水瓶”進行水樣採樣，並儲存樣品用於實驗室分析（對於非表層洩漏）/表層水利用水瓶採樣（對於物質“DE”和“ED”）。對於 GD 物質（特別是關於 VOC 和半 VOC）。
  - ▶ [5.26 採樣技術和協定](#)
  - ▶ [5.27 HNS 檢測和分析方法](#)

## 應變選項

### 針對船舶的行動：▶ [5.28 緊急登船](#)

- 標出船上的風險區域；
- 由源頭停止釋出物質；

### ▶5.32 密封和堵塞

- 盡可能通風（例如使用抽風機）以降低濃度，但如果大氣濃度非常高(> UEL) 時要小心。在這種情況下，通風可以將濃度降低到 UEL 以下；

### ▶5.6 應變注意事項：易燃易爆物質

- 對於少量洩漏，考慮使用預防/控制化學品的引燃或蒸發的技術；

### ▶5.35 使用泡沫

- 殘餘物的回收工作；

### ▶5.31 貨物轉移

- 拖船和登船；

### ▶5.29 緊急拖曳

### ▶5.30 避難所

#### 針對污染物的行動：

- 高壓噴水；

### ▶5.34 使用水幕

- 液化氣體洩漏的再冷凝成液體：用於小量洩漏；
- 控制釋放技術；

### ▶5.36 自然衰減和監測

- 野生生物的應變側重於對鳥類或海洋哺乳動物的毒性影響（吸入危害）。

### ▶5.44 野生生物應變

圍堵和復原：無。僅監測。

#### 自然衰減和監測：

- 在以下情況下評估非干預策略：對人類健康具高風險；氣雲無經對流至海岸的風險。設置禁區/管制區，直到透過自然過程降低污染物濃度。

### ▶5.36 自然衰減和監測

#### 洩漏後

##### 環境調查：

- 對於氣態和高揮發性物質，通常是**不必要的**。但在氣體/蒸發物釋出後造成損壞的情況下要考慮（例如火災和/或爆炸）；
- 對於可溶性物質（GD）：檢測水中的濃度並評估對敏感生物的影響；
- 受污染的水樣進行化學和生態毒理學分析；

- 以定居物種做為生物標記進行的化學分析和研究；
- 必須在做為參考的區域進行相同的調查。爆炸性 HNS 不適用。

►5.27 HNS 檢測和分析方法

- 方法見第 6.2 洩漏後監測
- ►6.2 環境修復和復原

影響海洋環境的氣態/蒸發性化學品示例		
SEBC群組	主要特徵和對海洋環境的影響	GHS 圖形
氯乙烯 (G)	<p>高度易燃，具有長期毒性（致癌物），熱分解會形成有毒/腐蝕性煙霧。</p> <p>事故：Brigitta Montanari，1984 年；克羅地亞海岸外。</p> <p>貨物：散裝（1300噸氯乙烯單體）</p> <p>事故：平底油駁船Pampero，2020 年；在法國羅納河 Sablons 的船閘處。貨物：散裝（2,200 噸）</p>	
無水氨(GD) 以液態運輸	<p>具有腐蝕性。因與水形成強腐蝕性溶液，而對水生生物有劇毒。</p> <p>事故：Rene' 16，1976 年；瑞典蘭斯克魯納港。</p> <p>貨物：散裝（533噸無水氨）</p>	
苯 (E)	<p>對人類和環境有毒的液體。在水層中不具持續性，在大氣中趨於分離性。根據釋放條件，它可能對海洋生物有毒，特別是對浮游生物，因為苯具漂浮傾向。對海洋哺乳動物和鳥類的吸入有危險。苯的蒸氣比空氣重。</p> <p>事故：駁船，1997 年；美國密西西比河。</p> <p>貨物：散裝（裂解汽油含苯41.0%）</p>	
甲基第三丁基醚 (ED)	<p>對海洋物種的急性和慢性毒性較低，但在高濃度下對草蝦和海蚌有急性影響。它限制了海洋的使用。蒸氣比空氣重。</p> <p>事故：Carla Maersk，2015 年；休斯頓船舶航道，美國。</p> <p>貨物：散裝 5,600 噸 MTBE。</p>	

表 30：影響海洋環境的氣態/蒸發物化學物質示例。

## 5.14 應變注意事項：漂浮物

應變

### 資料頁 5.14

### 應變注意事項：漂浮物

返回

(適用於所有以“F”為SEBC行為的群組)



物理狀態	液體				固體	
	SEBC代碼	F	FD	FED	FE	F
20 °C的密度	<海水密度					
20 °C的蒸氣壓 (kPa)	<0.3		0.3 - 3		-	
溶解度 (%)	≤ 0.1	0.1-5		< 0.1	≤ 10	10-100

表 31：漂浮物的行為。

註：對於 SEBC 子組“FD”和“FED”，另請參見 [►5.15 應變注意事項：溶解物](#)。

SEBC 子組“FED”參見 [►5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物](#)

應變策略需要考慮影響釋出物質行為和歸宿的因素，和於海上洩漏時短期和長期過程。

影響海上事故中漂浮物行為和歸宿的過程和因素							
物理狀態	氣體				固體		
	SEBC規則	F	FD	FED	FE	F	FD
海上洩漏處理過程	蔓延		蒸發		溶解		
影響過程強度的環境因素	海況/風力強度/空氣和水溫						
行為和歸宿	浮油在海面上的漂移 (時間連續性和持久性是可變的)。可能影響海岸線。					海面漂流	
	可能的乳化作用，產生可能下沉或影響海岸線的聚集體 (高黏度物質)		分散、稀釋		在危險化學品的情況下，可能產生危險空氣混合物的人氣擴散		潛在影響海岸線
其他相關的HNS特性和危害	黏度		蒸氣密度		浮力		黏度
對海洋環境的影響	持久性				持久性		
漂浮物主要影響表面、遠洋和浮游生物生態系統，它們的浮油 (F液體) 可以改變大氣/海面氣體交換，特別是如果物質是持續性的 (F(p))。漂浮的化學品洩漏也會影響海岸線生態系統。FE 和 FED 物質會產生潛在危險的蒸氣；主要的社會影響與航行安全和對海洋合法使用的嚴格限制有關。							
對於危害和風險，另請參見 <a href="#">3.2 危害</a>							

表 32：影響海上事故中漂浮物行為和歸宿的過程和因素。

## 注意

- 油類洩漏應變技術可用於漂浮物洩漏。
- 對於漂浮物-溶解物質，圍堵和回收作業可能非常有限。通常，唯一的應變選擇是讓自然過程（例如分散、稀釋）來處理洩漏，並在可能的情況下加速過程。
- 應變技術的選擇與天氣條件密切相關

## 情況評估和初步行動

### 資訊收集：

- 立即參考安全資料表或化學資料庫。在未知物質的情況下，按照最大風險的情況採取行動；
  - ▶ [3.1 安全資料表內容](#)
- 立即參考與事故地點相關的數據和其他相關資訊；
- 考慮海況和天氣預報。
  - ▶ [5.1 事故通報](#)
  - ▶ [5.2 事故數據收集](#)
  - ▶ [5.3 資訊資源](#)

### 情況評估：

- 根據收集到的事故資訊和應變計畫中所識別到的風險，考慮進行：
- 危害辨識；
  - ▶ [5.6 應變注意事項：易燃易爆物質](#)
  - ▶ [5.7 應變注意事項：毒性物質](#)
  - ▶ [5.8 應變注意事項：腐蝕性物質](#)
  - ▶ [5.9 應變注意事項：反應性物質](#)
- 風險和脆弱性評估；
- 後果評估。
  - ▶ [5.5 情況評估](#)

### 初步行動：

- 首要行動需考慮危害辨識和降低爆炸、火災、暴露於有毒氣雲等危險來確保應變人員的安全條件，然後再阻止或減少 HNS 洩漏；
  - ▶ [5.17 初步行動（事故船）](#)
  - ▶ [5.18 初步行動（應變人員）](#)
- 考慮公共安全；

### ▶5.19 安全區

- 設備/物流；

### ▶5.20 個人防護裝備

### ▶5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器

## 監測

### 模擬：

- 海面漂浮物（固體和浮油）模擬。需要考慮的輸入：物質的化學和物理參數（例如黏度）、當前海況和天氣狀況以及天氣預報、洩漏源類型；

### ▶5.11 HNS 洩漏模擬

- 空氣中氣雲的模擬（針對 FE 物質）。

### ▶5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物

### 使用遠程測量儀器和搜索技術進行監測：

- 空中監視：飛機和直升機（不是在爆炸或未知氣體的情況下）；無人機；
- 使用標記物使物質在海面上可以透過視覺檢測到：（不是在爆炸或未知氣體的情況下）。

### ▶5.23 物質標記

### ▶5.24 遠端操控載具

### ▶5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器

### 使用現場測量儀器和搜索技術進行監測：

- 微量氣體感測器/測爆器和氣體檢測（在具爆炸或火災風險或有毒蒸汽/氣溶膠形成或未知物質的情況下）；
- 通過多種參數探針獲取表層水的物理化學參數（溫度、螢光、pH、導電度等）；可能需要專門人員操作。

### ▶5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器

### ▶5.26 採樣技術和協定

## 水採樣

- 使用特定方法對海面（表層水和/或海面微層）進行採樣，盡可能獲得不含海洋環境基質的洩漏漂浮物樣品（例如，聚乙烯錐形筒、PFTE 墊、BSH 直升機採樣裝置）；在現場和/或實驗室：物理化學性質的測定和/或分析（例如 GC-MS、GC-FID、GC-PD、IR 等）。可能需要專業人員操作，特別是對於高黏度流體；
- 通過“niskin 採水瓶”（或其他方法）採集水樣並儲存樣品，用於實驗室分析或現場測量。

當發生深層或水面下洩漏的情況，考慮使用多參數探頭來定位水中的物質（可能需要專業人員操作）；

- 對水體表層和水面下層的固態漂浮物進行採樣（例如使用特定的網、ROV、潛水員）。

▶[5.24 遠端操控載具](#)

▶[5.26 採樣技術和協定](#)

▶[5.27 HNS 檢測和分析方法](#)

## 空氣採樣

- 微量氣體感測器：用於檢測爆炸或火災風險的測爆儀和氣體偵測器；毒性物質偵測器（船上和環境中）；
- 缺氧：電化學氧氣感測器。

▶[5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

## 應變選項

針對船舶的行動：▶[5.28 緊急登船](#)

- 標出船上的風險區域；
- 由源頭停止釋出物質；
- ▶[5.32 密封和堵塞](#)
- 殘餘物的回收工作；
- ▶[5.31 貨物轉移](#)
- 在船上：在可行的情況下收集洩漏物，如果適用，使用吸附材料進行安全處置；
- ▶[5.37 使用吸附劑](#)
- 拖船和登船；
- ▶[5.29 緊急拖曳](#)
- ▶[5.30 避難所](#)
- 撤離下風區並評估是否需要禁止航行或其他海洋資源開發（FE、FED）；
- 防止危險蒸氣的形成（大氣中注入惰性氣體、通風和/或除濕）。
- ▶[5.6 應變注意事項：易燃易爆物質](#)
- ▶[5.7 應變注意事項：毒性物質](#)
- ▶[5.8 應變注意事項：腐蝕性物質](#)
- ▶[5.9 應變注意事項：反應性物質](#)

對污染物的行動：

- 具有物理屏障的圍堵技術（特別是對於不溶性/低溶解性液體）

- 在淺水區使用為固體和液體所開發的特殊屏障；
- 漏油攔油索；通常與吸附劑（浮油或漂浮固體）結合；
  - ▶[5.42 圍堵技術：攔油索](#)
  - ▶[5.43 回收技術：幫浦和汲油器](#)
- 在存在蒸氣或煙霧的情況下透過防水屏障遏制；適用 FE/FED；
  - ▶[5.34 使用水幕](#)
- 回收技術：
  - 吸附劑（攔油索、吸油片、吸油條...）；
  - 透過幫浦抽取作業進行各種類型的汲油；
  - 用船拖曳的拖網或網袋；適用於高黏度化學品或小的漂浮固體。
    - ▶[5.42 圍堵技術：攔油索](#)
    - ▶[5.43 回收技術：幫浦和汲油器](#)
- 清潔技術：
  - 化學分散劑；僅針對“可分散”F 物質（根據運動黏度值進行評估），並且僅在非常有限的情境中使用。
    - ▶[5.38 水層的 HNS 應變](#)
- 漏油影響的野生生物（鳥類、海洋哺乳動物、海洋爬行動物）的標準干預技術，依據物理化學特徵和行為，可應用在一些漂浮物洩漏的情況下。
  - ▶[5.44 野生生物應變](#)

#### 控制釋放技術：

- 仍儲存在船上的物質在控制下釋放（非明智選擇 – 只評估離岸，僅在嚴格評估後實施）。

#### 自然衰減和監測：

- 評估非干預性策略（非明智選擇 – 只估離岸，僅在嚴格評估後實施）。

#### ▶[5.36 自然衰減和監測](#)

#### 洩漏後

- 海表層和/或未稀釋物質的化學和生態毒理學分析；
- 對涉及的動物群進行化學分析（例如生物累積性）和生物分析（例如生物標記物）以評估毒性影響（甚至在海岸，若有涉及的話，）。

#### ▶[6.2 環境修復和復原](#)



造成健康和/或海洋環境危害的漂浮物示例

SEBC群組	主要特徵	GHS 圖形
植物油和動物油 ( F(p) - 液體 )	<p>生成持續性可生物降解表膜、溶氧量消耗和氣體交換的改變。有些油可能聚合。它們會進行風化過程（乳化）。限制海洋的使用。</p> <p><b>事故：</b>Kimya，1987 年；威爾斯安格爾西海岸外。貨物：散裝液體</p> <p><b>事故：</b>Allegra，1997 年；在英吉利海峽根西島海岸附近。貨物：15,000 噸棕櫚油（固體）</p>	無分類：數據確鑿但不足以進行分類
苯胺油 ( FD-液體 )	<p>劇毒液體；加熱時，蒸氣可能與空氣形成爆炸性混合物；有危險聚合的風險。對水生生物非常有害（高急性毒性和長期持續性影響）。</p> <p><b>事故：</b>Herald of Free Enterprise，1987 年；比利時澤布呂赫。貨物：包裝形式</p>	
丙烯酸丁酯 ( FED-液體 )	<p>高度易燃和可聚合性；蒸氣（比空氣重）與空氣形成爆炸性混合物。對水生生物有輕微的急性毒性。它會經歷進行過程（乳化）。影響海岸的風險。</p> <p><b>事故：</b>Sam Houston，1982 年；美國新奧爾良附近。貨物：包裝形式</p>	
二甲苯 ( FE - 液體 )	<p>高度易燃液體，易爆，非生物降解性。對水生生物有毒，具有中度生物累積潛力。</p> <p><b>事故：</b>Ariadne，1985；摩加迪休，索馬里亞。貨物：包裝形式</p>	
石蠟 ( F(p) - 固體 )	<p>在海面上呈黃白色聚集體。影響海岸的風險非常高，也會影響野生生物。石蠟會進行風化過程；當有沉沒的乳化產品的情況下，底棲生境也可能受到影響（窒息、進食抑制和其他非特異性毒性作用）。限制海洋的使用。</p> <p><b>事故：</b>來源不明，第勒尼安海，2018 年。</p>	無分類：數據確鑿但不足以進行分類

表 33：對健康和/或海洋環境造成危害的漂浮物示例。

## 5.15 應變注意事項：溶解物

應變

### 資料頁 5.15

### 應變注意事項：溶解物

返回

( 溶解度 > 5% ( 適用於所有以 “D” 為 SEBC 行為的群組 )



物理狀態	氣體	Liquids			Solids	
		漂浮物	沉降物	漂浮物	沉降物	
SEBC代碼	GD	D DE	DE D	D	D	
20 °C的密度	-	<海水密度	>海水密度	<海水密度	>海水密度	
20 °C的蒸氣壓 ( kPa )	> 101.3	< 10	10	< 10	-	
20 °C的溶解度 ( % )	> 10	> 5			100	

表 34：溶解物的行為。

註：對於 SEBC 子組 “GD” 、 “DE” 、 “ED” ，另請參見 [5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物](#)。對於漂浮物和沈降物，另請分別參見 [5.14 應變注意事項：漂浮物](#) [5.16 應變注意事項：沈降物](#)。

應變策略需要考慮影響釋放物質行為和歸宿的因素，以及在海上洩漏時的短期和長期過程。

影響海上事故中溶解器行為和歸宿的過程和因素						
物理狀態	氣體	液體			固體	
SEBC代碼		漂浮物	沉澱物		漂浮物	沉澱物
	CD	D DE	DE D		D	D
海上洩漏處理	溶解、分散、擴散稀釋、潛在的劇烈反應。					
	立即蒸發	部分蒸發				
影響過程強度的環境因素	海況、空氣/水溫、水層湍流/濕度 ( 如果在船上 )					
			海底洋流、海底形態、水深測量			海底洋流、海底形態、水深測量
行為和歸宿	產生水層中羽狀柱流；分散，擴散，稀釋					
	大氣擴散	浮油直至完全溶解。涉及海表層。	溶解沈沒的浮動羽狀柱流。殘留物會積聚在海底。		漂浮在海面上直至完全溶解。涉及海表層	固體及其溶解羽狀柱流沉入水層。可能涉及海底。
	大氣擴散					
HNS的漂移和擴散	評估與煙霧/氣體/氣溶膠產生的劇烈反應的風險，可能有毒 ( 例如強酸和強鹼的放熱反應 )。評估易燃性/爆炸性的風險。					
其他相關的HNS屬性	毒性；反應性；易燃；爆炸性；酸鹼度					
	黏度					
	$\Delta d ( d_{sw} - d_{liquid} )$ ：影響下沉速度和浮力					
對海洋環境的影響	主要風險以遠洋生態系統為主。就溶解物質和沈降物質而言，底棲生態系統也可能受到影響。可能嚴重干擾和限制沿海設施。					
對於危害和風險，另請參見 3.2 危害						

表 35：影響溶解物在海上事故中的行為和歸宿的過程和因素。

## 注意

- 海上應變的時間窗口非常狹窄
- 在溶解物質的情況下，遏制和回收操作非常有限。通常唯一的應變選擇是讓分散和稀釋等自然過程來處理洩漏，並儘可能加速這些過程。

## 情況評估和初步行動

### 資訊收集：

- 立即參考安全資料表或化學資料庫。在未知物質的情況下，按照最大風險的情況採取行動；
  - ▶ [3.1 安全資料表內容](#)
- 立即參考與事故地點相關的數據和其他相關資訊；
- 考慮海況和天氣預報。
  - ▶ [5.1 事故通報](#)
  - ▶ [5.2 事故數據收集](#)
  - ▶ [5.3 資訊資源](#)

### 情況評估：

- 根據收集到的事故資訊和應變計畫中所識別到的風險，考慮進行：
- 危害辨識；
  - ▶ [5.6 應變注意事項：易燃易爆物質](#)
  - ▶ [5.7 應變注意事項：毒性物質](#)
  - ▶ [5.8 應變注意事項：腐蝕性物質](#)
  - ▶ [5.9 應變注意事項：反應性物質](#)
- 風險和脆弱性評估；
- 後果評估。
  - ▶ [5.5 情況評估](#)

### 初步行動：

- 首要行動需考慮危害辨識和降低爆炸、火災、暴露於有毒氣雲等危險來確保應變人員的安全條件，然後再阻止或減少 HNS 洩漏；
  - ▶ [5.17 初步行動（事故船）](#)
  - ▶ [5.18 初步行動（應變人員）](#)
- 辨識主要危害
  - ▶ [5.6 應變注意事項：易燃易爆物質](#)
  - ▶ [5.7 應變注意事項：毒性物質](#)

▶[5.8 應變注意事項：腐蝕性物質](#)

▶[5.9 應變注意事項：反應性物質](#)

- 考慮公共安全；

▶[5.19 安全區](#)

- 設備/物流；

▶[5.20 個人防護裝備](#)

▶[5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

## 監測

### 模擬：

- 模擬水層中的溶解羽狀柱流。要考慮的輸入：物質的化學和物理參數、天氣狀況和預報、洩漏源類型；

▶[5.11 HNS 洩漏模擬](#)

### 使用遠程測量儀器和搜索技術進行監測：

- 空中監視：飛機和直升機（不是在爆炸或未知氣體的情況下）；無人機；

▶[5.22 遙測技術](#)

- 使用標記物使物質在水層中可以透過視覺檢測到，可藉由 ROV 或特定感測器（例如螢光計）：不適用於爆炸性或未知溶解劑的情況。：（不是在爆炸或未知氣體的情況下）。

▶[5.23 物質標記](#)

▶[5.24 遠端操控載具](#)

▶[5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

### 使用現場測量儀器和搜索技術進行監測：

- 通過多參數探頭獲取水層中的化學和物理參數，並使用現場儀器（如 GC-MS、GC-FID、GC-PD、IR 等）進行分析測定
- 微量氣體感測器/測爆器和氣體檢測（在具爆炸或火災風險或有毒蒸汽/氣溶膠形成或未知物質的情況下）；

▶[5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

▶[5.26 採樣技術和協定](#)

## 水採樣

- 通過“niskin 採水瓶”（或其他方法）採集水樣並儲存樣品，用於實驗室分析或現場測量。當發生深層或水面下洩漏的情況，考慮使用多參數探頭來定位水中的物質（可能需要專業人

員操作)；

- 用特定的網等在表層和深層海水中對固體物質（如果沒有完全溶解）進行採樣。僅有非常狹窄的時間窗口。

▶[5.26 採樣技術和協定](#)

▶[5.27 HNS 檢測和分析方法](#)

## 空氣採樣

- 微量氣體感測器：毒性物質檢測器（船上和環境中）；用於檢測爆炸或火災風險的測爆儀和氣體檢測；
- 缺氧：電化學氧氣感測器。

▶[5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

## 應變選項

### 針對船舶的行動：▶[5.28 緊急登船](#)

- 標出船上的風險區域；
- 由源頭停止釋出物質；
- ▶[5.32 密封和堵塞](#)
- 殘餘物的回收工作；
- ▶[5.31 貨物轉移](#)
- 在船上：在可行的情況下收集洩漏物，如果適用，使用吸附材料進行安全處置；
- ▶[5.37 使用吸附劑](#)
- 拖船和登船；
- ▶[5.29 緊急拖曳](#)
- ▶[5.30 避難所](#)

### 針對污染物的行動：▶[5.38 水層的 HNS 應變](#)

- 中和劑：在有引起強烈 pH 值變化的物質的事故情況下。僅適用於少量洩漏、限制區域和無洋流，需考慮溶解動力學；
- 污染水的抽吸和適當的淨化處理（例如活性碳吸附；凝聚劑）。僅適用於淺水和平靜水域；
- 使用阻止或減緩污染物擴散的物理屏障。在存在蒸氣或煙霧的情況下，使用泡沫屏障進行控制。適用於少量洩漏和平靜的天氣條件；
- 過濾水流以保護進水口
- 回收懸浮在水中的固體；

▶[5.38 水層的 HNS 應變](#)

- 野生生物應變將集中在暴露於有毒或腐蝕性物質的鳥類和海洋哺乳動物。

▶5.44 野生生物應變

控制釋放技術：

- 仍儲存在船上的物質在控制下釋放（非明智選擇 – 只評估離岸，僅在嚴格評估後實施）。

自然衰減和監測：

- 評估非干預性策略（非明智選擇 - 只估離岸，僅在嚴格評估後實施）。

▶5.36 自然衰減和監測

洩漏後

- 受污染海水和/或未稀釋物質的化學和生態毒理學分析。
- 海洋生物（如生物標記物）和相關野生生物的化學和生物分析

▶5.27 HNS 檢測和分析方法

▶6.2 環境修復和復原



造成健康和/或海洋環境危害的溶解物示例		
SEBC 群組	主要特徵	GHS 圖形
甲胺水溶液， <42% (DE) (L-液體)	對人體有刺激性和毒性。對海洋生物有輕微急性毒性。限制海洋的使用	
金屬鈉 (D-固體)	高活性金屬，可在空氣中自燃。與水劇烈反應生成氫氧化鈉和氫氣並自燃。在水中產生高度可溶鹽。對海洋環境影響的時間與空間有限。其高黏度減緩了稀釋和分散速度。 事故：Carson，1987 年；離開西班牙北部；貨物：包裝形式	
氫氧化鈉 苛性鈉 (D-固體)	腐蝕性和刺激性物質。主要風險是針對干預團隊、船上人員、社會和經濟影響。對海洋生物的急性毒性一般較低，但由於具有腐蝕性和刺激性，因此具有較高的危險性。高黏度會減緩稀釋和分散速度。當 pH 值 > 8.5-9 或 < 3-5 時對水生生物非常危險。 事故：Puerto Rican，1984 年；美國舊金山灣；貨物：散裝	

表 36：對健康和/或海洋環境造成危害的溶解物示例。

## 5.16 應變注意事項：沉降物

應變

### 資料頁 5.16

### 應變注意事項：沉降物

返回

(適用於所有以“S”為SEBC行為的群組)



物理狀態 SEBC代碼	液體		固體	
	S	SD	S	SD
20 °C的密度	>海水密度			
20 °C的蒸氣壓 (kPa)	-			
20 °C的溶解度 (%)	≤ 0.1	≤ 10	0.1-5	>10

表 37：沉降物的行為。

註：對於 SEBC 子組“SD”請參見 [5.15 應變注意事項：溶解物](#)。

應變策略需要考慮影響釋放物質的行為和歸宿的因素，以及海上洩漏時的短期和長期過程。

影響海上事故中沉船者行為和歸宿的過程和因素				
物理狀態	液體	固體	液體	固體
SEBC代碼	S		SD	
影響過程強度的環境因素	水層/海底水流、水溫；底部形態、水深測量			
HNS的漂 移和擴散	漂移、分散、漂浮在沉積前的水層中；在海底漂流		下沉時：在水中溶解、稀釋和分散（潛在的淹沒漂浮羽狀柱流）。殘渣堆積在海底。	
	在海底的積累/可能穿透到底泥中			
其他相關 的HNS屬 性	$\Delta d$ (密度) ( $d_{sw} - d_{solid}$ )：影響下沉速度			
	Log Kow/log Koc		液體或溶解部分的黏度	
對海洋環境的影響	反應性、毒性、持久性 對海洋環境的影響主要與底棲生態系統有關；水中也可能受到影響。一些沉降物可能會發生微生物降解（例如穀物分解形成硫化氫）。一些不溶性沉降物在海洋環境中持久存在。			

對於危害和風險，另請參見 [3.2 危害](#)

表 38：影響沉船在海上事故中的行為和歸宿的過程和因素。

### 注意

- 研究和回收活動的高成本；
- 在船上發生緊急情況時，應考慮避免與所涉物質危害相關的危險情況。

## 情況評估和初步行動

### 資訊收集：

- 立即參考安全資料表或化學資料庫。在未知物質的情況下，按照最大風險的情況採取行動；
  - ▶[3.1 安全資料表內容](#)
- 立即參考與事故地點相關的數據和其他相關資訊；
- 考慮海況和天氣預報。
  - ▶[5.1 事故通報](#)
  - ▶[5.2 事故數據收集](#)
  - ▶[5.3 資訊資源](#)

### 情況評估：

- 根據收集到的事故資訊和應變計畫中所識別到的風險，考慮進行：
- 危害辨識；
  - ▶[5.6 應變注意事項：易燃易爆物質](#)
  - ▶[5.7 應變注意事項：毒性物質](#)
  - ▶[5.8 應變注意事項：腐蝕性物質](#)
  - ▶[5.9 應變注意事項：反應性物質](#)
- 風險和脆弱性評估；
- 後果評估。
  - ▶[5.5 情況評估](#)

### 初步行動：

- 初步行動需考慮通過辨識和減少爆炸、火災、暴露於有毒氣雲等的危險來確保應變人員安全，然後再阻止或減少 HNS 洩漏；
  - ▶[5.17 初步行動（事故船）](#)
  - ▶[5.18 初步行動（應變人員）](#)
- 考慮公共安全；
  - ▶[5.19 安全區](#)
- 設備/物流；
  - ▶[5.20 個人防護裝備](#)
  - ▶[5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

## 監測



### 模擬：

- 洩漏模擬：軌跡，在海床上漂流；
- 對於沉降物，要考慮：釋出類型、事故期間的環境條件；評估當時的天氣和海況，以確定化學物質在海底的分佈方式。

#### [▶5.11 HNS 洩漏模擬](#)

### 使用現場測量儀器和搜索技術進行監測：

- 沿海底拖曳挖泥船（用於固體物質）或吸收材料（用於某些液體物質）；
- 聲納系統：側掃聲納（固體）和多波束測深儀（海底凹陷或堆積、底部的下沉液體池）、ROV 調查。

#### [▶5.22 遙測技術](#)

#### [▶5.24 遠端操控載具](#)

### 底泥採樣：

- 採樣：箱式採樣器，使用 ROV 和/或專業潛水員的抓取/拍攝影片

### 水採樣

- 通過多參數探頭採集（深）水中的化學物理參數，並使用現場儀器進行分析測定（例如 GC-MS、GC-FID、GC-PD、IR 等）。僅適用於 SD 或溶解的反應物。

#### [3.2.5 危害：反應性](#)

### 船上空氣採樣：

- 一些沉降物，如電石，與水會發生劇烈反應，幾乎在所有環境溫度條件下都可能被點燃，而其他沉降物，如萘，則會與空氣反應並易燃；
- 用於爆炸或火災風險的微量氣體感測器：測爆儀和氣體偵測器；
- 缺氧：電化學氧氣感測器。

#### [▶5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)

#### [▶5.26 採樣技術和協定](#)

#### [▶5.27 HNS 檢測和分析方法](#)

### 應變選項

#### 針對船舶的行動：[▶5.28 緊急登船](#)

- 由源頭停止釋出物質；

#### [▶5.32 密封和堵塞](#)

- 轉移貨物或將船舶拖到避難所；
  - ▶[5.29 緊急拖曳](#)
  - ▶[5.30 避難所](#)
  - ▶[5.31 貨物轉移](#)
- 將全部或部分污染物留在船上，避免流到海洋環境。

#### 針對污染物的行動：▶[5.39 海底 HNS 應變](#)

- 圍堵和回收：疏浚（機械、氣動或液壓）固體沉降物；用於液體沉降物的幫浦系統（也可與 ROV 或水下操作員一起操作，具體取決於物質的危險程度和海床的深度）；
- 野生生物的應變重點放在海底，以盡量減少對海底生態系統的影響。

#### ▶[5.44 野生生物應變](#)

#### 控制釋放技術：

- 仍儲存在船上的物質在控制下釋放（例如，在惡劣天氣導致船舶穩定性喪失的情況下；非明智選擇 – 只評估離岸，僅在嚴格評估後實施）。

#### 自然衰減和監測：

- 評估非干預性策略：通常不可能回收沉沒的物質。

#### ▶[5.36 自然衰減和監測](#)

#### 洩漏後

- 對浮游生物和底棲生物的化學和生物分析（例如生物標誌物）；
- 海底和水中的化學分析（針對持久性物質）。

#### ▶[5.27 HNS 檢測和分析方法](#)

見第 [6.2 章洩漏後監測](#)

#### ▶[6.2 環境修復和復原](#)

對健康和/或海洋環境造成危害的沉降化學品示例

SEBC 群組	主要特徵	GHS 圖形
氯化甲基 苯 (S-液體)	<p>遇熱或明火時，具易燃和中度爆炸性。</p> <p>受熱分解時，將放出有毒、腐蝕性的煙霧。對人體健康有害。與水反應迅速。</p> <p>中度急性水生毒性。干擾和限制海洋和沿海結構的合法使用（發出警告導致設施關閉）。</p>	
二氯乙烷 (SD-液體)	<p>高度易燃液體和蒸氣（有毒）。燃燒時，生成有毒和腐蝕性煙霧。與氧化劑發生反應。對海洋生物有輕微的急性毒性。</p> <p>會影響野生生物和海底棲息地（海床窒息）。不易生物降解。</p> <p><b>事故：</b> Alessandro I，1991 年；距意大利亞得里亞海莫爾費塔 30 公里；貨物：散裝（二氯乙烷和丙烯腈）</p>	
碳化鈣 (SD-固體)	<p>與水劇烈反應生成高度易燃易爆氣體（乙炔），幾乎在所有環境溫度條件下都能被點燃。對人體有害。對海洋環境影響小。</p> <p><b>事故：</b> Stanislaw Dubois，1981 年；荷蘭特塞爾島外。貨物：包裝形式（857 噸電石、955 噸燒鹼（固體氫氧化鈉）、5.4 噸易燃有機過氧化物和 5.6 噸炸藥。）</p>	
萘 (S-固體)	<p>對人體健康有害。</p> <p>對海洋環境存在危害和風險：高度急毒性、長期影響、中等生物累積性和生物濃縮性。在海洋環境中持久存在。</p> <p>熔融態萘也是易燃的。</p>	

表 39：對健康和/或海洋環境造成危害的沉降化學品示例。

## 5.17 初步行動 ( 事故船 )

### 資料頁 5.17

應變

### 初步行動 ( 事故船 )

返回

#### 誰是誰？

一艘船的船員可以分為四個主要部門：甲板、引擎、招待和其他。**船長** ( Captain 或 Master ) 是船上最高級別的官員，是船東的代表。在商船上，**大副** ( Chief Mate 或 First Officer ) 是“二把手”，負責所有貨物操作、船舶的安全和保全，他/她領導甲板部門。**總工程師** ( Chief Engineer ) 是引擎部門的負責人，負責所有機械 ( 包括引擎、推進、電力供應等 )。

聯絡船上船員和陸上船東/承租人的主要聯繫人員是岸上指定人員 ( Designated Person Ashore · DPA )。位於辦公室的 DPA 應該可直通最高管理層。

#### 船上應變計畫

根據 MARPOL 附件 I， $\geq 150$  GT 的油輪和所有  $\geq 400$  GT 的船舶需要攜帶經批准的**船上油類污染應變計畫** ( Shipboard Oil Pollution Emergency Plan · SOPEP )，並且根據 MARPOL 附件 II， $\geq 150$ GT 的船舶運載散貨有毒液體物質需要攜帶**船載海洋污染應變計畫** ( Shipboard Marine Pollution Emergency Plan · SMPEP )。如果一艘船需要攜帶這兩個計畫，它們將合併為一個 SMPEP。船上應變計畫是根據特定的 MEPC 指引 ( 決議 MEPC.54 (32) 和 MEPC.85 (44) ) 制定的。

這些計畫規定了船長和船員在海洋污染事故應該採取的行動；它們包括通報的要求、應變協議/程序以及國家和地方聯絡點。

如果發生涉及危險貨物的事故，**運輸危險貨物船舶的緊急應變程序** ( Emergency Response Procedures for Ships Carrying Dangerous Goods · EmS ) 指引和涉及危險貨物事故的**醫療急救指南** ( Medical First Aid Guide for Use in Accidents Involving Dangerous Goods · MFAG ) ( 兩者都是 IMDG 規則的一部分 ) 是對指導船員的行動尤為重要。

#### 設備

根據其類型、規模和貿易/運營區域，船舶配備了各種形式的救生設備和消防設備，這些設備符合適用的 IMO 規則和特定船旗國要求的規定。

船上的所有設備 ( 類型和位置 ) 都在**消防控制和安全計畫** ( Fire Control and Safety Plan ) 中指明。該計畫的副本需永久放置於整個船舶的顯眼位置。它還應永久保存在上層建築外的風雨密閉容器中，以便在船舶停靠港口時方便其進行岸邊支援。

## 通訊設備

船上設置有大量的通訊設備。幾乎所有船舶都攜帶固定和/或攜帶式 VHF 無線電，用於船內通訊、船對船和船對岸通訊。根據船舶的運營貿易區域，可能需要安裝符合**全球海上遇險和安全系統 (Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS)** 的特殊緊急通訊系統。GMDSS 是由衛星電話、高頻和中頻無線電話、數位選擇性呼叫、**NAVTEX** (automated system for the distribution of maritime safety information, 海上安全資訊分發自動化系統)、**EPIRB** (Emergency Position Indicating Radio Beacon, 緊急位置指示無線電信標) 和 **SART** (Search and Rescue Radar Transponders, 搜索和救援雷達轉發器) 所組成。

## 救生設備

為保護海上人員生命安全，船舶必須攜帶救生設備 (根據 SOLAS)，其中可能包括救生艇、救助艇、救生筏、各類救生圈、潛水服、救生衣、發訊號設備 (照明彈和煙霧信號) 和拋線裝置。國際救生設備 (Life-Saving Appliance, LSA) 規範中列出了應具備的技術規格。

## 消防

消防設備的要求因船舶類型/尺寸而異。規範在消防安全系統 (Fire Safety Systems, FSS) 中列出，除了結構防火措施 (防火艙壁、防火門、阻尼器) 和偵測系統 (熱/煙霧探測器)，大多數船舶將會配備攜帶式和固定式消防系統，例如：

- 一系列消防栓 (連同水帶和瞄子) 遍布船舶各處 (在上層建築內和甲板上)，其中裝有通過指定的消防幫浦抽取海水。如果在港口的船舶上發生火災，並且船舶的消防幫浦系統無法運行，則可以使用**國際通岸接頭 (International Shore Connection)** 將岸上水連接到船舶系統；
- 灑水頭/細水霧滅火系統；
- 固定式二氧化碳系統可用於覆蓋船舶的特定封閉空間中 (機艙、貨艙)；
- 各種類型的攜帶式滅火器 (乾粉、二氧化碳、泡沫)。

船員至少配備了兩套消防衣與裝備，包括自給式呼吸器。

與陸地上的消防不同，船內過量的水可能非常危險，因為它可能導致船舶嚴重傾斜或縱傾、乾舷減少或最終導致船舶沉沒。另一個考慮因素是反應性，即船舶的貨物可能與消防水發生反應，並釋放出有害氣體或引起進一步的火災和/或爆炸。

### ► 5.9 應變注意事項：反應性物質

## 漏油應變設備

根據 SOPEP 中的規範，船舶可能會攜帶 SOPEP 洩漏套組，其中可能包括吸油片/捲/墊子/條、個人防護裝備 (工作服、面罩、護目鏡、手套)、手動幫浦、水桶、無火花鏟和拋棄式袋子。套組僅設計用於應對甲板上的輕微漏油，但其中一些設備可能有助於限制 HNS 洩漏的蔓延。

## 5.18 初步行動 ( 應變人員 )

### 資料頁 5.18

應變

### 初步行動 ( 應變人員 )

返回

#### 目標

為使應變人員在安全條件下採取立即行動，以減輕潛在的洩漏影響。首要任務必須先關注保護人員、環境，最後是設施。這些行動是補充或接續針船員或船長已經發起的行動。

#### ▶ [5.17 初步行動 \( 事故船 \)](#)

#### 誰可以實施初步行動？

這些行動必須由緊急應變計畫中確認過的合格訓練應變人員執行，他們必須熟悉所涉及的 HNS、其行為和相關危害。

#### ▶ [5.6 應變注意事項：易燃易爆物質](#)

#### ▶ [5.7 應變注意事項：毒性物質](#)

#### ▶ [5.8 應變注意事項：腐蝕性物質](#)

#### ▶ [5.9 應變注意事項：反應性物質](#)

這些人員可能來自海事或港口當局，可能是消防員、海岸警衛隊或港口設施安全人員。

#### 原則

首先採取行動防止情況惡化，特別是減少爆炸、火災、與其他物質 ( 如水、空氣 ) 反應、釋放有毒氣雲等的危險，並中止或減少 HNS 洩漏的來源。

下面描述的所有初始作業都必須在安全條件下進行，便於應變人員根據識別出的危險，以選擇適當的個人防護裝備和攜帶式偵測器。

#### 監測

應立即以不同級別來進行監測，實施分區、評估情況並提供結果給資訊收集程序。必須在早期請求外部援助以執行遠程偵測。請參閱 [5.6.2 監測](#)

#### 救生

考慮搜索和救援\* (Search and Rescue, SAR) 行動和民眾保護。

#### ▶ [5.19 安全區](#)

#### 立即採取行動對該物質作出應變

行動	說明
在源頭	<p>隔離洩漏源</p> <p>評估拖曳的意願/可能性</p> <p>▶5.29 緊急拖曳</p> <p>▶5.30 避難所</p>
在流動	<p>調動和啟動集體防護裝備。</p> <p>標記危險物質以使其煙霧和/或浮油可見，請參閱行為和物質標記資料頁。</p> <p>近海或海岸線上：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 警告航海員並盡可能禁止在事故區域航運以及任何合法使用海洋；</li> <li>▶5.19 安全區</li> <li>- 監控野生生物；</li> <li>▶5.44 野生生物應變</li> </ul>
事發地點周邊地區	<p>在海岸線或港口：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 關閉取水口；</li> <li>- 通知工業（核電站、海水淡化廠）、水產養殖活動（魚塘、魚缸等）和社會經濟活動（海水浴、休閒捕魚等），並可能盡停止這些活動；</li> <li>- 警告地方當局和民眾。</li> </ul>

表 40：對該物質作出反應的立即行動。



隔離外洩源。

## 5.19 安全區

應變

### 資料頁 5.19

### 安全區

返回

#### 目標

安全區應在涉及危險貨物的事故發生後立即建立，以防止任何進一步的損害。即使沒有危險產品釋放也可以使用此方法，使應變團隊能有時間進行情況評估，並以有組織和安全的方式做出應變。每個區域都定義好了與危險級別和可作業類型的限制，僅限有授權和有保護的人員進入。只有在通過全面的情況評估，包括根據專家建議和現場測量驗證的剩餘風險評估後，才能宣布安全區執行結束。

有三種類型的區域，安全距離的定義是考慮因化學物質出現而造成的危險程度，也要考慮其他潛在的危險，尤其是在船舶遇險的狀況中。

應定義安全區域中某一點為入口點，以便：

- 保持在危險區域的上風處；
- 考慮天氣預報；
- 確保進入高風險或中等風險區域的應變船或應變小組能夠在立即除污之前安全逃生。

► [5.21 除污](#)。只有具備在危險大氣中執行救援行動能力的船舶才能進入安全區。 ► [4.5 應變船舶](#)。

下表列出了不同類型的區域，以及相應的危險級別、潛在影響和每種危險類型要考慮的限制。

區域類型	定義	危害考慮的潛在影響和限制		
		爆炸性	易燃性	毒性
排除區/高*風險區	風險最高的地區	過壓造成的傷害最大。	接觸易燃蒸氣或煙霧的可能性最高。	接觸有毒蒸氣的可能性最高。
污染減少/中等*風險區	高風險區與低風險區的過渡帶	除SAR外無存取權限	除SAR外無存取權限	除SAR外無存取權限
支援/低*風險區	用於支援應變作業的工作人員	僅由配備相應風險個人防護裝備的授權應變人員進入。任何進入均應記錄。與正常工作區域相關的危險。監視入口點和周邊以防止任何未經授權的進入。		

\*在一些文件中可以找到其他術語：熱/暖/冷或紅色/橙色/綠色區域，分別對應高/中/低風險區域。

表 41：不同類型的區域和潛在影響，以及根據危害考慮的限制。

#### 定義安全區

當有爆炸風險時，安全區是以遇險船舶 (distressed vessel, DV) 周圍紅色為中心的半球。



在可能出現大氣羽狀柱流的情況下，安全區可以是半錐形：與釋放或火災或有毒氣雲成 30 度角（高風險區）和 60 度角（中等風險區）的三角形。

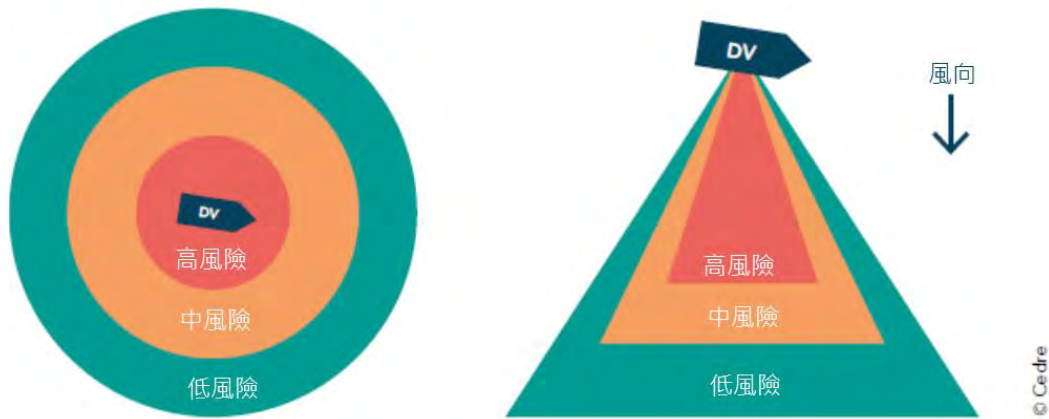


圖 59：安全區。

### 程序

步驟	可能的資訊來源 ▶ 5.3 資訊資源 見第 5.3 章
1) 建立立即危險區，包括導航（海上和空中）和可能的民眾（疏散或就地避難所）	- 指南或安全資料表中包含的直接安全距離 - 無資訊：距離 DV 至少半徑 2 NM
2) 安全區的定義	- 專家 - 監測
3) 安全區的實施	- 預報模型 - 資料庫 - 國家和地方警報（應變計畫）
4) 實施與安全區相關的航行警告	- 高、中、低風險區域 - 入口點
5) 監測和監督	無

表 42：建立安全區的程序。

## 5.20 個人防護裝備

### 資料頁 5.20

應變

### 個人防護裝備(PPE)

[返回](#)

#### 目標

確定如何選擇防護等級以及如何穿戴個人防護裝備 ( PPE )。

#### 簡介

PPE 是指保護個人免受化學品危害特性所必需的服裝和呼吸設備。應選擇與洩漏的化學品所對應的特定危害的防護裝備。

應考慮以下因素：

- 化學品洩漏 ( 濃度、接觸時間 )；
- PPE 材料 ( 耐用、耐熱 )；
- 所需的呼吸防護等級；
- 應變人員承擔特定工作任務的能力。

額外一般注意事項：所有 PPE 都需要經過認證，並且可能具有有效期限。遵循製造商的說明，妥善存放，並對人員進行穿脫訓練。

在任何情況下，都應考慮具通訊系統。

#### 歐盟類別

在歐洲，2016 年 3 月 9 日發布關於個人防護裝備的法規 ( EU ) 2016/425 ( PPE 法規 ) 涵蓋了個人防護裝備的設計、製造和行銷。它規定了三個類別 I、II 和 III，其中 III 類涉及所有“可能導致非常嚴重的後果，例如死亡或對健康造成不可逆的損害”的風險：

- 類別 I：結構簡單的產品，用於低風險環境。使用者能夠獨立評估個人防護裝備的防護效果；
- 類別 II：防止可能因危害造成傷害的的產品。受傷的危害定為“不是很低，也不是很高”；
- 類別 III：結構複雜的產品，在可能影響使用者生命和健康的嚴重或永久性危害情況下提供保護。

化學防護服分為六種類型 ( 表 43 )。

如果尚未確定洩漏的化學品，應變人員應假設最壞的情況並穿戴最高級別的防護。重要的是，應變人員在使用 PPE 方面需接受過全面訓練，以最大程度地降低傷害風險。

## 美國認證體系

許多政府機構，包括美國職業安全與健康管理署 (OSHA)，根據所需的保護級別 (A、B、C 和 D 級) 設計了四類 PPE。通常與歐盟水準相比，化學品的數量和測試條件更高。大多數應變組織都認可這四個級別：

- **A 級**提供最高級別的呼吸、皮膚、眼睛和黏膜保護；
- **B 級**提供最高級別的呼吸保護，但較低級別的皮膚和眼睛保護。B 級是當產品的性質和相對危險尚未確定，也因此在任何監測、採樣和所有相關分析之前的最低保護級別；
- **C 級**防護選擇條件為當已知空氣傳播物質的類型已知、濃度已測量、使用空氣淨化呼吸器的標準已滿足，並且不太可能接觸皮膚和眼睛時。帶有合適過濾器的全面罩可能就足夠了；
- **D 級**類似於工作服，只有在確定人員不會暴露於有害程級的 HNS 時才應穿著。

表 43 比較了兩個分類系統：

歐洲等級	類型1 類別III	類型2 類別III	類型3 類別III	類型4 類別III	類型5 類別II	類型6 類別I
防護等級	防止液態和氣態化學品 (氣密)	防止液態和氣態化學品 (非氣密)	在有限的時間內防止液體化學品 (液體密閉)	防止氣溶膠化學品 (噴霧密閉)	在有限的時間內防止氣溶膠化學物質	保護身體部位免受液體化學物質的侵害
呼吸設備	自給式呼吸器	自給式呼吸器	自給式呼吸器或空氣淨化面罩	空氣淨化面罩	空氣淨化面罩	空氣淨化面罩
相當於美國級別	A級	B級		C級		D級

表 43：歐盟和美國 PPE 分類系統。

下面的流程圖旨在幫助在發生 HNS 事件時選擇最合適的 PPE。

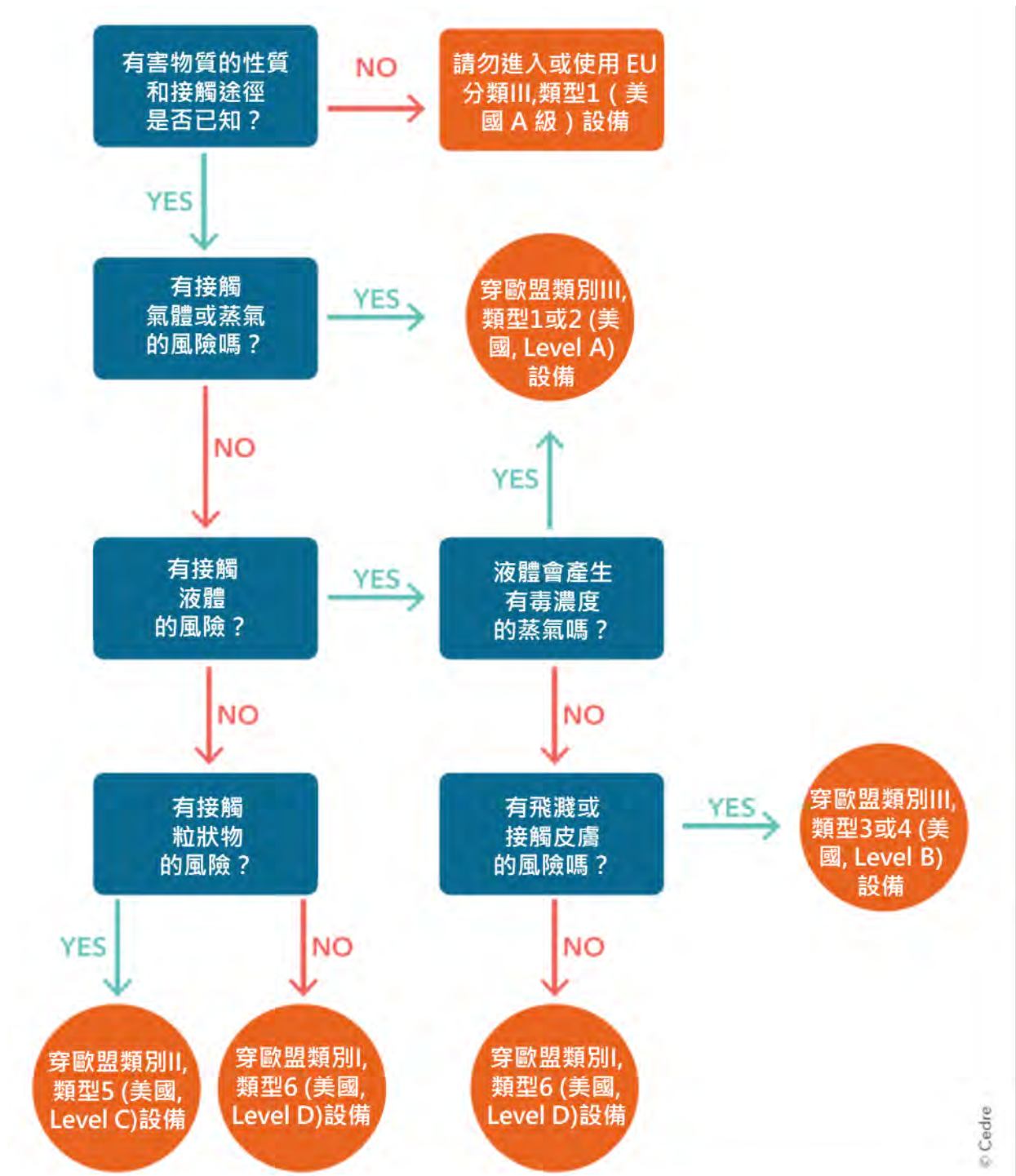


圖 60：關於防護等級的 PPE 清單。

以下是根據所需保護級別（歐洲類別）列出的 PPE 清單：

<p><b>類型 1 類別 III</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SCBA (自給式空氣呼吸器) ;</li> <li>• 全覆蓋式防護服 (氣密) ;</li> <li>• 內層耐化學腐蝕手套 ;</li> <li>• 外層耐化學腐蝕手套 ;</li> <li>• 帶鋼頭的耐化學腐蝕的靴子 ;</li> <li>• 長袖棉質襯衫 (防護服內) ;</li> <li>• 頭盔 (防護服內) ;</li> <li>• 工作服 (在防護服下) ;</li> <li>• 無線電通訊系統 (防護服內)</li> </ul>	<p><b>類型 2 類別 III</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SCBA (自給式空氣呼吸器) ;</li> <li>• 全覆蓋防護服 (非氣密) ;</li> <li>• 內層耐化學腐蝕手套 ;</li> <li>• 外層耐化學腐蝕手套 ;</li> <li>• 帶鋼頭的耐化學腐蝕的靴子 ;</li> <li>• 拋棄式靴套 ;</li> <li>• 無線電通訊系統 ;</li> <li>• 頭盔 (可選) ;</li> <li>• 外部防護面罩 (可選) 。</li> </ul>
<p><b>類型 3 類別 III</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SCBA (自給式空氣呼吸器) 或空氣淨化呼吸器 ;</li> <li>• 全覆蓋臨時防護服 (防水) ;</li> <li>• 內層耐化學腐蝕手套 ;</li> <li>• 外層耐化學腐蝕手套 ;</li> <li>• 帶鋼頭的耐化學腐蝕的靴子 ;</li> <li>• 拋棄式靴套 ;</li> <li>• 工作服 (在拋棄式工作服下) ;</li> <li>• 無線電通信系統 ;</li> <li>• 頭盔 (可選) ;</li> <li>• 外部防護面罩 。</li> </ul>	<p><b>類型 4 類別 III</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 帶過濾器的全覆蓋面罩 ;</li> <li>• 拋棄式化學防護工作服 (防噴) ;</li> <li>• 內層耐化學腐蝕手套 ;</li> <li>• 外層耐化學腐蝕手套 ;</li> <li>• 帶鋼製鞋頭和腿部的耐化學腐蝕的靴子 ;</li> <li>• 拋棄式靴套 ;</li> <li>• 工作服 (在拋棄式工作服下) ;</li> <li>• 無線電通訊系統 ;</li> <li>• 頭盔 (可選) ;</li> <li>• 外部防護面罩 (可選) ;</li> <li>• 逃生面罩 (可選)</li> </ul>
<p><b>類型 5 類別 II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 空氣淨化呼吸器 ;</li> <li>• 拋棄式化學防護工作服 (防噴) ;</li> <li>• 耐化學腐蝕手套 ;</li> <li>• 帶鋼製鞋頭和腿部的耐化學腐蝕的靴子 ;</li> <li>• 拋棄式靴套 ;</li> <li>• 無線電通訊系統 ;</li> <li>• 頭盔 (可選) 。</li> </ul>	<p><b>類型 6 類別 I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 非危險化學品制服</li> <li>• 工作服 ;</li> <li>• 安全鞋或靴子 。</li> </ul> <p>應根據具體需要而考慮其他防護裝置 (如空氣淨化呼吸器) 。必須證明沒有呼吸道風險和其他可能的潛在風險</p>

表 44：根據所需保護級別的 PPE 清單 (歐洲類別)。



類別 III 類型 1



類別 III 類型 3  
前景



類別 I 類型 6 PPE

## 提高或降低防護等級

提高防護等級的考慮標準：

- 確認或懷疑有通過皮膚接觸風險的存在；
- 潛在或極有可能排放氣體或蒸氣；
- 任務的改變增加了與危險物質的（潛在）接觸程度；
- 應變人員的報告描述了比預期更糟糕的情況；
- 遇到未知物質的風險。

降低保護級別的考慮標準：

- 資訊顯示存在的風險低於最初預期的；
- 由於干預的有效性而減少了危害；
- 因任務變化而減少與危險物質的接觸或潛在接觸的程度。

## PPE 的穿戴

穿戴：

穿戴防護服可能很困難。因此最好由其他人協助。主管應監督這項任務。  
順序可能因個人防護裝備而異。

對於類別 III 防護服：

- 取下首飾和任何有潛在危險的個人物品：筆、手機、皮帶等；
- 將防護服放在乾淨、平坦的地面上；
- 打開氣瓶，檢查可用空氣量（調壓閥壓力），然後將設備背上。
- 完全打開拉鍊；
- 穿上防護服；
- 小心關閉防護服的鎖定系統；
- 戴上手套和靴子並繫緊；
- 檢查釋壓閥是否正常工作。

脫除：

- 在脫下 PPE 服之前進行除污；▶[5.21 除污](#)
- 脫下 PPE 服時，注意避免接觸任何物質可能的痕跡。

## 潛水員的個人防護裝備

安全措施的主要目標是盡量減少皮膚接觸和吸入污染物的可能性，污染物可以穿透潛水服材料和潛水員的皮膚。因此，為操作員配備合適的潛水支援系統（包括呼吸和身體保護）是首要考慮的問題（IMO，2017）。

待命潛水員必須配備至少同等級別的保護。

## 面罩：

全面式面罩可以合理保護眼睛、鼻子和嘴巴的黏膜。全面式面罩可調整為使用 SCUBA 氣瓶的壓縮空氣，這是一種為潛水員提供行動自由並提供合適保護的裝置。大多數全面式面罩還可以配置為使用水表面供應的壓縮氣體進行操作，與 SCUBA 相比，這提供了更大的耐用性但限制了活動性。此外，帶有正壓調節器的全面式面罩將有助於防止水進入口腔。然而全面式面罩無法保護潛水員的頭部、頸部或耳朵，這些都是暴露於由水傳播危害的潛在部位。

對於呼吸器的第一階段，所謂的“環境組件”通常為選配；它可以防止進水，即使它被設計用於潛入冰冷的水中，它也可以密封該裝置使得潛水員免受污染水的影響。

硬質頭盔與硫化乾式潛水衣相連；它將潛水員與受污染的水隔離。在這種情況下，潛水員的保護級別最高。使用頭盔的主要問題與消耗的空氣量有關，這需要一艘裝有空氣壓縮機的補給船，但這會導致操作員的行動受限。此外在嚴重污染的水中，頭盔的一些乳膠部件極易裂化，需要經常更換（美國海軍，2008 年）。



潛水員穿著硬質頭盔與硫化乾式潛水衣。

## 潛水服和手套：

在具一定程度污染的水中潛水時，濕式潛水服幾乎無法提供任何保護。皮膚直接暴露在外，而氯丁橡膠泡棉會吸收大量受污染的水，使除污變得困難。

儘管乾式潛水衣會裂化，但硫化乾式潛水衣可在高度污染的水域中提供實質性保護。

在受污染的水中潛水時，應使用耐化學腐蝕的防水手套。手套應套在乾式潛水衣袖口上的袖口環上。如果潛水員容易遇到體積大、具黏附性污染物，則可以使用一次性潛水服（例 TYVEX<sup>®</sup>）。潛水員配備了整套裝備後，這種一次性危險防護服可以保護好潛水員。（[美國環境保護署，2010 年](#)）。

## 5.21 除污

應變

### 資料頁 5.21

### 除污

返回

#### 目標

除污旨在去除或中和積累在人員和設備上的污染物。它對有害廢棄物場地的健康和 safety 也至關重要。根據化學品的性質和行為可使用不同的方法，方法可以是物理的、化學的或兩者的結合。將除污計畫與廢棄物管理相連結是必要的步驟，應在準備應變措施之前準備好。



操作員除污應變人員。  
(SCOPE 2017 演練)

#### 適用性

除污工作應妥善組織，並且除污過程應由一名負責實施和監督的人員負責去領導訓練有素的作業團隊。根據要除污的對象，應確定方法以及在規定的除污區域實施這些方法的程序。下圖突顯了製定除污計畫時需要考慮的要點。除污對象、除污方法和佈局詳述如下。



## 除污的對象



圖 61：建立除污計畫的要點。

應針對三個可能的主題進行除污：

- 意外暴露人員的除污：人員可能在洩漏後或交叉污染後立即接觸。在這些情況下，請參閱 [▶3.1 安全資料表內容](#) 的第 4 節並聯繫醫生。
- 實行干預後對應變人員進行除污：即使未發現暴露，每個應變人員也應進行除污。應考慮表面污染，和考慮滲透和接觸時間、濃度、溫度和物理狀態的影響造成的污染。
- 設備（包括應變輪船）的除污也應該全面考慮，因為根據污染物的不同，它可能是耗時的並且昂貴的。

## 除污方法和配置

應根據不同的標準（包括化學品的危害和特性以及要達到的除污水平）選擇合適的除污方法。主要方法如下表所示。

方法類型	方法名稱	說明	約束或限制
物理上	吸收	用海綿、吸附墊、毛巾或一次性抹布等擦拭設備，包括 PPE	吸收材料應該是惰性的或沒有活性的
	吸附	污染物傾向附著在另一種材料的表面	在某些情況下，吸附會產生熱量並會引起自燃
	刷洗或擦洗	不論除污溶液的存在與否皆可使用。	應檢查化學相容性
	稀釋/洗滌	用於沖洗PPE 和設備中的有害物質。適當的化學性質可以提高效率：酸/鹼（弱酸、碳酸鹽、非常稀釋的苛性鹼、弱鹼等）、介面活性劑（肥皂）或溶劑	應檢查化學相容性
	冷凍	用於將流動或黏稠的液體凝固成固體，以便將其刮掉或剝落	在緊急情況下有限使用
	加熱	高溫蒸汽與高壓水射流結合使用，以加熱並吹走污染物	僅適用於設備。絕不能使用加熱技術對 PPE 進行除污
	通風	可用於吹除設備和結構上難以到達的地方的灰塵和液體	絕不能使用通風技術來除污PPE。具形成化學品氣溶膠的風險
	抽真空	用於除污結構和設備	洗滌劑不應與化學品發生反應。物理洗滌不應具有磨蝕性
化學上	化學降解	通過使用第二種化學品或材料改變污染物的化學結構。例如：次氯酸鈣漂白劑、次氯酸鈉漂白劑、氫氧化鈉（家用排水管清潔劑）、碳酸鈉漿（洗滌鹼）、氧化鈣漿（石灰）	除污區應儲存、運輸和處理足量的中和化學品
	中和	用於腐蝕劑上使最終溶液的 pH 值更接近中性，合理地在pH 5 到 pH 9 之間的某個點	可能很貴
	凝固	污染物以物理或化學方式與另一物體結合或被其包裹	可能產生大量廢棄物

表 45：除污方法和配置。

可以通過物理方法去除黏附或附著的化學品以達到粗略除污，也可使用一些物理或化學方法來實現更徹底的除污。檢測有效性，例如在酸或鹼的情況下使用 pH 試紙，可以確認適當的除污方法。

可根據安全區設置不同的除污區 ▶ **5.19 安全區**，如離開高風險區時進行大面積除污，離開中等風險區時進行完全除污。考慮到往返時間增加了除污時長，除污區應離應變地點足夠近，以便為應變人員留出足夠的時間來完成他們的任務（救援、觀察、採樣、行動實施）。

## 操作方面

除污區應始終分為“乾淨”區和“骯髒”區，並在它們之間劃定一條“熱線”，以盡量減少交叉污染。此外，還可以指定更衣和更衣區域。下圖舉例說明如何組織除污區的配置。

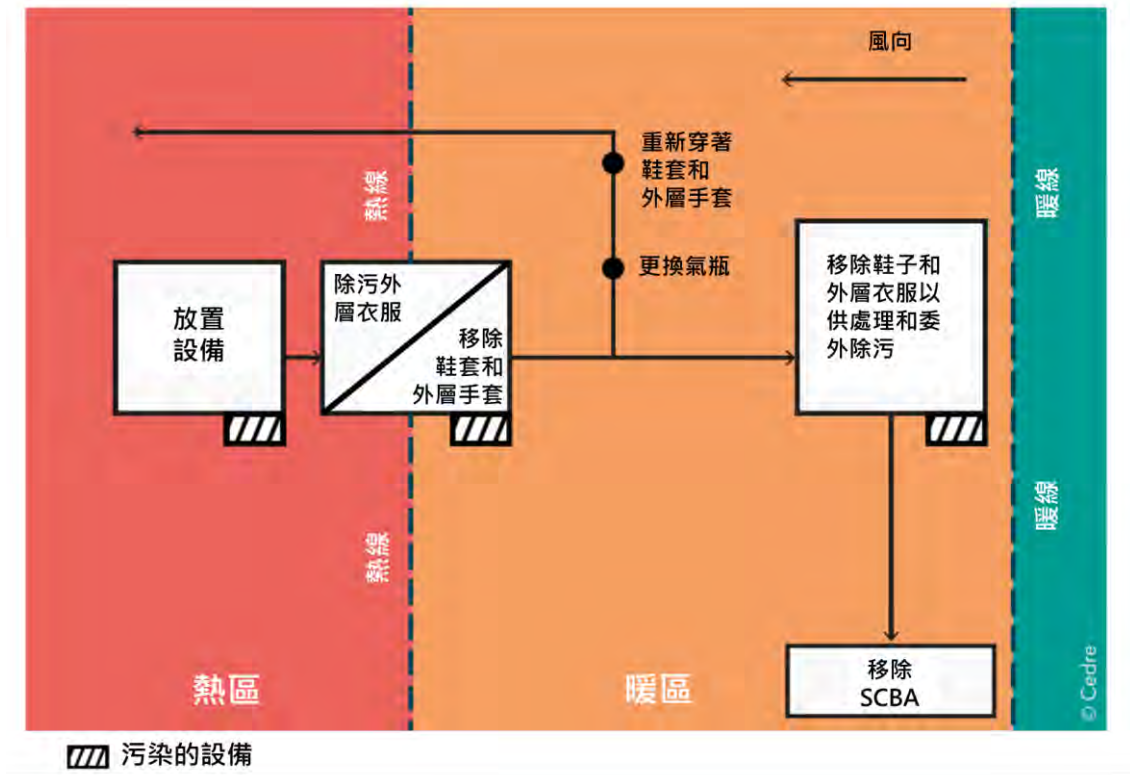


圖 62：除污區配置。

## 方法描述

除污程序：

- 定位除污區（參見上文了解要考慮的標準）。事故區域內的移動必須基於單向系統進行組織；
- 向除污區的應變人員簡要介紹：危險、避免污染、通往除污區的安全路徑（受污染的緊急應變人員在任何時候都不得與未受污染的緊急應變人員有交叉路徑，反之亦然），解釋除污方法；
- 劃定除污區；
- 丟棄工具：放置於一個合適的可密封容器或袋子來收集工具；
- 去除或減少污染：開始前，檢查個人防護裝備有破損及人員暴露。對於除污的多重步驟，首先去除大量污染物，洗清，洗滌，擦洗。擦拭化學防護服拉鍊、個人防護裝備接頭和呼吸防護設備密封圈。操作員應在除污過程中與應變人員交談以檢查身體狀況；
- 檢查暴露情況：使用反應性試劑/工具檢查污染；
- 安全脫衣；
- 洗手、洗臉和任何暴露部位；
- 換衣服並確保身體狀況（welfare）（尤其是補水）；

- 記錄任何暴露；
- 管理受污染的個人防護裝備和設備；
- 進行二次除污；
- 考慮廢棄物處置和處理 ▶ [4.4 廢棄物管理](#)。

### 注意事項

- 在應變期間，對於佩戴可能笨重設備的應變人員來說，除污過程似乎很漫長。由於應變壓力，身體疲勞可能與精神疲勞相結合。這種疲勞可能會因困難的條件（火、熱、運動等）而加劇。
- 避免或減輕除污過程的最佳方法是將污染保持在最低限度：
  - 應變作業應盡可能在上風處和上坡進行；
  - 應變是易口渴的工作：必須嚴格控制與補水相關的衛生；
  - 應優先考慮盡量減少與有害物質接觸的工作實務或程序；
  - 注意不要步行穿過污染區；
  - 應採取適當措施防止滑倒、絆倒和跌倒；
  - 應盡可能減少防護設備的暴露時間。
  - 在除污過程中應盡可能長時間佩戴呼吸/呼吸道防護裝備。



潛水員的除污。

## 5.22 遙測技術

應變

### 資料頁 5.22

### 遙測技術

返回

#### 目標

概述現有用於 HNS 檢測的遙測技術。

#### 方法描述

遙測被定義為在不與其進行物理接觸的情況下獲取有關物件 ( 或本例中的事故 ) 的資訊。在發生污染事故的情況下，遙測數據可能有助於即時預估洩漏的空間和時間範圍。遙測技術可以安裝在衛星、飛機、直升機和無人機上。這些平台的操作優勢和局限性在表 46 中進行了比較，而感測器的局限性在表 47 中進行總結。

#### 適用性

與大多數精煉石油產品相比，大多數化學物質不容易使用遠程感測器檢測和識別。在五個主要的 HNS 行為類別中，只有氣體、蒸發物和漂浮物可以被遠程偵測器檢測到。檢測範圍將取決於多種因素的組合，例如：洩漏物質的化學和物理特性 ( 能見度、熱的性質 ) 及其濃度、偵測器能力和規格 ( 主動/被動、載體類型 )、環境/大氣條件。

平台	優勢	限制
使用各種感測器的衛星	定期通過 大面積覆蓋 多種偵測器	通過的頻率、覆蓋範圍和軌跡方面是固定的 數據處理和解釋可能很複雜且耗時 洩漏偵測能力可能取決於天氣
有人駕駛飛機 飛機 使用各種偵測器和訓練有素的觀察員	使用多種類型的偵測器 可以相對快速地部署 人員可以直接觀察 距離比直升機更遠	不能在爆炸性環境中運行 不能以最低速度和高度運行 覆蓋面積小於衛星
直升機 使用各種偵測器和訓練有素的觀察員	人員可以直接觀察 機動性 有執行定點飛行的能力	感測器數量有限 (FLIR) 不能在爆炸性環境中運行 觀察員數量有限 範圍有限
無人機 使用各種感測器	價格範圍/低成本 遠程操控 可在易爆環境中採用 整合小型偵測器	需要無人機跑道 (用於無人機) 飛行時間有限 受天氣條件限制 受限於輕型偵測器 操作無人機的法規越來越嚴格
自動船舶		有限的航行時間 受海面狀況限制 受限於輕型偵測器
船舶 ROV	觀察底棲生物 平台部署無人機或 ROV ▶5.24 遠端操控載具	到偏遠地區會延遲

表 46：遙測平台的操作優勢和局限性。

現有偵測器的主要類型和主要特性											
偵測器名稱	合成孔徑雷達(SAR)	側視機載雷達(SLAR)	微波輻射計(MWR)	雷射螢光感測器(LFS)	聲納·單波束或多波束	(可見光 + 紅外線)	多光譜光學和熱(可見光和紅外線)	拉曼光譜	紫外線(UV)	攝影和照相	人員觀察
使用特點											
檢測方法	反向散射	反向散射	微波發射	紫外誘導的螢光 主動	迴聲測深儀	無	反射率	無	反射率	反射率	反射率
感測器類型	主動	主動	被動	主動	主動	無	被動	主動	被動	被動	被動
衛星/飛機/ RPAS/船舶	衛星	飛機	飛機/ RPAS		船舶/ ROV	無	飛機/ RPAS / 船舶	RPAS	飛機/ RPAS	衛星/飛機/ RPAS	飛機
環境條件											
一天中的時間	全部	全部	全部	全部	全部	IR: 24h	可見光: 僅日間; TIR: 24 h	全部	僅限日間	僅限日間	僅限日間
大氣限制	無	無	只有晴朗的天空	只有晴朗的天空	無	無	只有晴朗的天空	只有晴朗的天空	無	只有晴朗的天空	只有晴朗的天空
海面 (以蒲福氏風級, Bft)	1 < Bft < 6	1 < Bft < 6	1 < Bft < 6	0-3 Bft <	無	無	0-3 Bft <	無	0-3 Bft <	0-3 Bft <	0-3 Bft <
可偵測性											
偵測到的 HNS 的位置	海面	海面	海面	海面	海底	無	大氣 (IR: 5-12 μm)、海面 (若在可見光譜中)	海面	海面	海面 (若在可見光譜中)	大氣、海面 (若在可見光譜中)
例子	二甲苯	植物油	無	苯	無	無	無	無	苯乙烯、二甲苯		
局限性											
操作	誤報, 相似	誤報, 相似	需要比較資料庫中記錄的光譜。在某些情況下, 可能只需要物質穿透資料庫	與被研究物質類型相關的光譜資料庫。在某些情況下, 可能只需要物質穿透資料庫	對不確定位置的掃描有長時間延遲	在某些情況下, 可能只需要物質穿透資料庫	誤報, 相似與被研究物質類型相關的光譜數據庫。在某些情況下, 可能只需要物質穿透資料庫	與被研究物質類型相關的光譜數據庫。在某些情況下, 可能只需要物質穿透資料庫	無	誤報、相似	安全衛生環保(HSE)限制、疲勞、解釋差異、誤報
確定厚度	沒有測定厚度的認證方法	沒有測定厚度的認證方法	如果厚度 < 50 μm, 則無法測量	如果 0.1 < 厚度 < 10 μm 可以識別	無	僅檢測最低厚度值	~ 10 μm	無	~ 0.1 μm	沒有測定厚度的認證方法	沒有測定厚度的認證方法

表 47：現有探測器的主要類型和關鍵特性。

## 5.23 物質標記

### 資料頁 5.23

應變

### 物質標記

返回

#### 目標

物質標記旨在通過標示污染物或風險的位置來防止任何其他事故或支援污染物的回收。

#### 適用性

基於安全或作業的原因，視事故的具體情況，應標記海上洩漏的 HNS。標記可以在洩漏管理的早期階段進行，也可以在後期階段進行，例如在環境中受控制下釋放的情況。在兩種主要情況下可能需要標記污染：

- **出於安全原因：**幫助識別有毒或爆炸性氣雲。這能幫助應變人員和民眾識別一團預計通過有住人區域的氣雲。關於漂浮的包裝貨物，對海員構成威脅；
- **出於操作原因：**標記污染可能是值得的，以便在稍後階段使用 GPS 設備或目測發現它。這可能適用於包裝貨物或不溶性化學品，或具有緩慢溶解過程的化學品，例如浮油或一些沉降物。

標記物的類型	標記物的好處	物質的行為	標記物的應用	優勢/局限性和操作考慮
臭味添加劑	使物質可被嗅覺察覺，特別是爆炸性雲或有毒雲。	氣體/蒸發物	在蒸發前或蒸發後通過混合添加到物質中。	用於分配某些氣體的成熟技術，在事故期間可能無法或難以實施
發螢光的染料	使物質可見	漂浮或溶解物	通過混合添加到物質中。塗抹技術可以用黃原膠或黏土球進行，但仍有待改進。	親脂性染料已顯示出對植物油著色的效果，尤其是在野外練習或實驗中。然而，染料的噴灑及均勻化在浮油中可能很困難。最常用的染料是螢光素（黃色）和羅丹明WT（粉色），後者的螢光特性更穩定。對於溶解物質，可見時間範圍與稀釋時間直接相關。
煙霧彈	使物質洩漏的位置可目視偵測	所有行為	從飛機、直升機或無人機上釋放	<p>螢光素（黃色）和羅丹明的實場測試。在意外洩漏後的有限時間內有用，可以使用煙霧彈，但應事先確認污染物的閃火點是否被點燃。可以通過產生煙霧來檢測風向。</p> 
浮標	使該物質可被視覺檢測到。	漂浮物或漂浮包裝的貨物	從直升機或船上釋放。對於包裝好的貨物，浮標可以連接到漂流包裝上：例如通過磁鐵或掛鉤	<p>漂浮物必須：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 在尺寸上與飛機 兼容，</li> <li>- 與飛機的發射室 或發射管兼容，</li> <li>- 與水接觸時抗衝擊，其漂移與要 標記的物品相當。</li> </ul> 
聲波發射器	促進物質在海底的定位	可能下沉的沉降物或包裝貨物	從直升機、船舶或ROV釋放。任何被尋找的包裝貨物都應使用聲波發射器進行標記，以防它們沉沒。	與高頻（40 kHz）相比，低頻（10 kHz）傳輸的距離更遠，但更難準確定位。由於遮蔽效應限制了傳輸範圍，聲波發射器不應離包裝貨物太近。一條大約二十米長的浮繩有助於減少這種影響。當連接要尋找的或漂浮的包裝貨物上時，聲波發射器的浮力也應該是正的，以避免它在與海床接觸時劣化。

表 48：標記。



## 5.24 遠端操控載具

應變

### 資料頁 5.24

### 遠端操控載具

返回

#### 目標

概述在 HNS 事件期間為何以及何時使用遠端操作設備。

#### 一般評論

當事故環境太危險或太偏遠以至於應變人員無法接近時，遠端操作設備可能是獲取洩漏資訊和/或應變洩漏的替代方法。此外，它可以比人類更快地執行任務，或是一種更具成本效益的選擇。

遠程操作設備可用於檢查和繪製受影響區域的地圖，用於採樣，並可能用於進行圍堵和回收操作。下面概述了海面下、海面和航空技術。

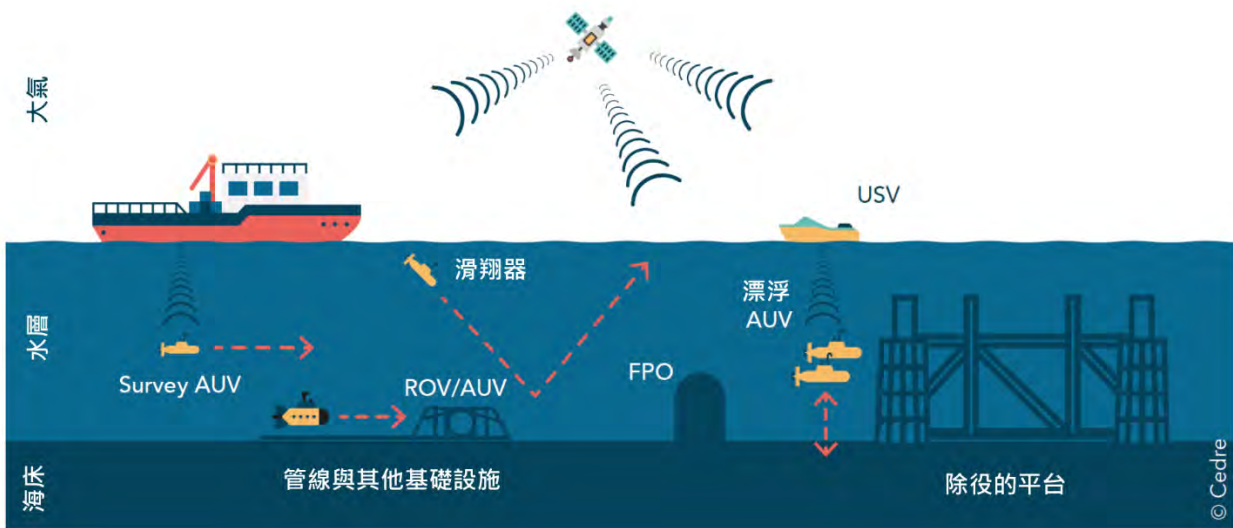


圖 63：顯示水下、水面和空中技術的圖表：遠端操控載具 (ROV)；自主式潛水器 (Autonomous Underwater Vehicle, AUV)、滑翔器 (glider)、自主航行船舶 (Autonomous Surface Vehicle, ASV)、無人水面艇 (Unmanned Surface Vessel, USV)、固定翼無人機 (fixed-wing Unmanned Aerial Vehicle, UAV)、旋翼無人機 (rotary wing UAV)、衛星。

用於遠程操作設備	水下 遠端操控載具 (ROV) 、 自主式潛水器 ( AUV ) 、 滑翔器	表面自主水面航行器 ( ASV )	空中無人機、衛星
測量海底	X	X ( 淺水區 )	無
收集樣品	X (ROV)	無	無
偵測物質 ( 海 )	X	X	無
偵測物質 ( 空氣 )	X	X	無
測量海洋特性 ( 即洋流、 鹽度、溫度 )	X	X	X ( 衛星 )
製圖	X	X	X

表 49：遠程操作設備的用途。

## 水下

### 水下遠端操控載具 (ROV)

ROV 是一種從遠程位置駕駛的水下航行器，可以是位在船舶或港口碼頭等固定位置。ROV 可以配備稱為 LARS ( Launch And Recovery System，發射和回收系統 ) 的發射和回收系統以及用於管理連接水下航行器和操作員的電纜的 TMS ( Tether Management System，繫繩管理系統 )。ROV 可以配備操縱工具，例如鉗子或扳手 ( 例如打開圓桶 ) 或採樣系統和攝影機以進行觀察。

等級	規模	最大深度	深度感測器	用途/目的
I	5-20 kg	300 m	相機和燈	對有限區域進行目視觀察 ( 最大 2 節 )
II	60 – 200 kg	400 – 500 m	相機、聚光 燈和液壓操 縱器	檢查海底的特定結構 ( 例如管線、沉船 ) 以及使用容量約為 100 毫升的特定採樣 器採集水和沈積物樣本
III	“工作級” > 200 kg	10,000 m	多種的	回收污染物和容器，以及進行其他操作

表 50：ROV 等級。

### 自主式潛水器 ( Autonomous Underwater Vehicles, AUV )

AUV 是一種不受束縛的潛水器，可用於檢查和測繪水下環境。它是一種不需要相連纜繩的交通工具，可以在船上或港口進行編寫程式，然後按照預先制定的路線放入水中。AUV 可以配備攝影機和/或特定的感測器、探頭或儀器來進行測繪 ( 例如側掃聲納 )。

AUV 的主要用途是：

- ✓ 遙測；
- ✓ 海底測繪；
- ✓ 檢測海底物體 ( 沉船、集裝箱 )。



架在等級 II ROV的  
抓取取樣器



等級 II ROV



AUV的範例 (滑翔器)

## 滑翔器

滑翔器控制浮力在水中推進自己。它們被海洋學界和學術界用作測量海洋特性關係的工具，例如洋流、鹽度和溫度。這些特性的數據有助於模擬污染物的歸宿和軌跡。與 ROV 相比，滑翔器的設計是為了以較低機動性進行長距離航行。

## 海面

### 自主航行船舶 ( Autonomous Surface Vehicles, ASV )

目前有許多不同的 ASV 平台，它們可以由馬達、風或波浪推動，包括導航系統、數據收集和傳輸系統。這些平台可以配備許多不同的偵測器來檢測有毒氣雲或溶解在海中的物質，和採集樣品的設備。在鑽油平台深水地平線 ( Deepwater Horizon ) 事件 ( 2010 年，美國墨西哥灣 ) 期間，ASV 被用於監測海洋生物的出現，例如海豚 ([www.asvglobal.com/asv-globals-c-worker-5-participates-marine-mammal-monitoring-expedition-gulf-mexico/](http://www.asvglobal.com/asv-globals-c-worker-5-participates-marine-mammal-monitoring-expedition-gulf-mexico/))。



ASV - 自主航行船舶

## 空中

### 無人飛行器 ( Unmanned Aerial Vehicles, UAVs ) 或遠端操作飛機系統 ( Remotely Piloted Aircraft Systems, RPAS )

#### ► 5.22 遙測技術

無人飛行器 ( UAVs ) 可用於在短時間內獲取大面積的俯瞰圖。這些設備可以配備不同類型的感測器，具體取決於無人飛行機的有效載荷能力。無人機通常是固定翼或旋翼。一般來說，固定翼無人機的航程更遠，可以攜帶更重的有效載荷，但需要訓練有素的人員，以及更多的起飛和降落地面支援。固定翼無人機可以在視線之外運行，但是在大多數國家/地區，這要有特殊許可。

旋翼無人機在許多國家也需要許可證。由於電池容量的原因，與固定翼無人機相比，旋翼無人機通常航程更短和更輕的有效載荷。然而他們用途更廣，能夠懸停在特定區域並靠近表面。一些旋翼無人機可以繫繩 ( tethered ) 連結以延長飛行時間並提供更大的時間覆蓋範圍。



旋翼無人機

## 人造衛星

衛星上的衛星感測器可以測量許多海洋特性，例如溫度和洋流。如果事故範圍足夠大，衛星上的攝影機和感測器可能有助於繪製污染物圖，特別是漂浮和蒸發的產品。

#### ► 5.22 遙測技術

## 5.25 用於初期應變人員的可攜式氣體偵測器

應變

### 資料頁 5.25

### 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器

返回

#### 目標

介紹幾個使用的偵測器例例。特別注意獲取或使用攜帶式偵測器時要考慮的關鍵參數，以及提醒在測量到某些閾值時該如何繼續進行。

#### 內容

攜帶式氣體偵測器可讀取數據，並評估當下實施應變作業的安全性。

- 在處理 HNS 事件時辨識危害可能非常困難，因此，應使用任何有助於識別和降低危害風險的措施。攜帶式氣體偵測器是任何初期應變人員的重要設備；
- 不同的攜帶式氣體偵測器測量不同的氣體，因此必須檢查事故中涉及的物質和偵測器的手冊，以確保偵測器能夠準確測量存在的氣體。





偵測器型式	照片	偵測器型式	照片
手持式檢知管		熱傳導度感測器/溶解度計 (常用的五用偵測器)	
觸媒燃燒式感測器 (測爆儀)		光離子偵測器 (PID)	

表 51：常用的攜帶式偵測器。

## 應該使用何種攜帶式偵測器？

用於偵測危害的攜帶式偵測器 ( 尤其是氣體 ) 有驚人的全球市場。有幾項進行偵測器測試的研究，結論是沒有任何偵測器可以完全滿足初期應變人員的需求，這凸顯了接受訓練和了解其自身檢測設備的必要性。

最重要的是，不同的偵測技術具有優點和其局限性 ▶ [5.27 HNS 檢測和分析方法](#) 以及偵測器製造商開發的設備，其採用的通常是考慮過其他特性之間的折衷結果，包括：可穿戴 ( 尺寸和重量 )、單次/多次測量、抗跌性、成本和其他可能的相關選項，例如通訊功能。

## 量測內容

下表簡要描述了不同的變數、參考措施和應對措施，並僅限於與氣體相關的常見問題。應向所有初期應變人員提供這些變數和適當應變行動的進一步訓練，包括氣體偵測器的使用和密閉空間訓練。

要檢測的措施	環境程度	要採取的措施
氧氣	< 19.5%	監測佩戴 SCBA。 注意：可燃氣體讀數在氧氣含量 <19.5% 的大氣中無效。
	19.5% - 22%	繼續謹慎調查。不需要 SCBA，僅根據氧氣含量。
	> 22.0%	停止檢查；有火災危害潛勢，諮詢專家。
二氧化碳		一經發現立即撤離。只須佩戴 SCBA 監測。
硫化氫	5 ppm	監測要佩戴 SCBA。
	0.4-0.8% (10-20% LEL)	繼續現場監測，但要格外小心可能會遇到更濃度。
	> 0.8% (>20% LEL)	有爆炸危險；立即撤離該區。
有機和無機蒸氣/氣體	取決於化學品。	查閱毒理學參考值。
<b>濃度</b>		
爆炸下限 (LEL) (為了最大的安全準備，壬烷通常用於測試未知的易燃物質)	< 10% LEL	繼續調查。
	10% - 20% of LEL	繼續現場監測，但要格外小心可能會遇到更濃度。
	> 20% LEL	有爆炸危險；立即撤離該區。
輻射	< 25 μSv/h - 30 μSv/h	繼續調查。如果檢測到輻射高於背景水平，則表明存在可能的輻射源；在這個層級上，可進行徹底的監測。諮詢保健物理師。
	> 100 μSv/h	潛在的輻射危害；疏散現場。僅在保健物理師或醫務人員的建議下繼續監測。

表 52：與氣體有關的不同變量、參考措施和應變行動。

## 攜帶式檢測器的局限性

某些因素可能導致讀數不準確：

**讀數低於實際濃度**，可能是由於：

- 氣體或蒸氣的燃燒熱；例如二硫化碳
- 用於校正的物質不適當，例如，如果觸媒催化偵測器以非常敏感的氣體做校正，則它顯示的讀數將低於該物質的實際濃度；
- 會生成聚合物的化學物質會累積在感測器上（具聚合性的化學物質例如苯乙烯、丙烯腈）。對於某些液體化學品可以預見到這個問題，因為這些化學品帶有抑制劑添加物。

**讀數無效**由於以下原因：

- 氧氣濃度 < 19.5%；
- 單位換算問題：1 Vol.-% = 10,000 ppm ( $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$ ) = 10,000,000 ppb

**偵測器故障**可能由以下原因：

- 洩漏的化學品（例如鹵化碳氫化合物、硫化氫）導致感測器腐蝕或催化功能喪失；
- 超過有效期限，例如，如果試劑（例如檢知管）的保存期已過。

## 5.26 採樣技術和協定

應變

### 資料頁 5.26

### 採樣技術和協定

返回

#### 目標

就現場洩漏物質的採樣技術和協定提供建議。

#### 採樣簡介

在現場採集洩漏物質樣本的兩個目標是：

- 作為作業需求（例如應變方案、漁業禁令）或未來科學研究的參考；
- 辨識和鑑定污染物，為任何未來的索賠提供做為證據參考，並有助於製定應變策略。採樣的協議和方法應由進行採樣的總體目標來決定，進行採樣的人員應接受適合方法的訓練。

#### 追蹤進度

為了追蹤採樣過程的進度，應使用**監管鏈表格**，該表格應有放在應急應變計畫中，並且應針對不同情況和化學品概述適當採樣協議，包括認可的實驗室。應急應變計畫還應指定一名**採樣協調員**，負責將樣品傳送到指定的實驗室。

監管鏈表格應包括幾個要素，這些要素應適用於不同組別的化學品。



圖 64：監管鏈表格。



## 關鍵點

- **目標**：採集樣本的最終目標會驅策採集過程，這應該是能夠適應不預期的情況，包括惡劣環境（天氣、潮汐、水流）、設備故障和現場採樣的其他典型問題。
- **嚴謹的方法**：應嚴格遵守協議，以降低污染和後續使結果無效的風險。這確保在採樣時使用未受污和乾淨的設備，並確保樣品在儲存和運輸過程中不受污染。
- **PPE**：應選擇能夠在安全條件下採樣和輕鬆處理採樣設備的個人防護裝備 (PPE)。
- **採樣套件維護**：採樣套件應定期維護，每次活動後應更換物品，以保持套件運行。
- **採樣套件材料**：採樣設備的材料應適合所採樣的物質。這通常由玻璃、聚乙烯、聚丙烯或氟化聚合物（例如 PTFE）組成，這些材料已知不與分析參數相互作用。▶[3.1 安全資料表內容](#)第 7 節應在採樣前先查閱以確認相容性。
- **樣品要求**：分析所需樣品的體積或重量應該仔細檢查。所需樣本的大小可能因物質類型、分析類型和所選實驗室而異。

## 採樣方法

應使用適當的設備和技術進行採樣，以確保採樣物質的完整性和隨後分析結果的可靠性。

根據所選的偵測類型，一些平台（例如 ROV）可能很容易配備現場的直讀式偵測器。其他類型的偵測可能需先採樣在進一步分析。採樣技術應根據要求的標準和劣化情況正確執行。例如，有機化合物可以吸附到塑料容器，導致樣品的濃度降低，或者 PAH 等物質對紫外線 (UV) 輻射很敏感的而降解，需要用琥珀色玻璃器皿或用箔紙包裹樣品。

### ▶[4.5 應變船舶](#)

### ▶[5.24 遠端操控載具](#)

### ▶[5.27 HNS 檢測和分析方法](#)

頻率和數量可能會有所不同，具體取決於：

	大氣	水	沉積物	生物群
採樣技術	 <p><b>空氣取樣器</b></p> <p>現場偵測優於採樣，特別是由於潛在的爆炸/易燃/有毒危害、高空間性/時間動態性。採樣袋應由相容的化學品製成，採樣後緊密封，並快速分析污染物。空氣採樣也可以使用活性炭吸附器進行，然後脫附在進入 GC-MS 等分析設備中分析。</p>	 <p><b>海面下取水瓶</b></p> <p>在大於50 米的深度，可以使用取水樣瓶進行水樣採集，可能帶有 PTFE 內襯。</p>	 <p><b>沉積物取樣</b></p> <p>沉積物樣本可以使用抓或鑽取土樣的裝置，或通過從水面船舶部署和控制的 ROV 來收集。抓的選擇可能會受到要採樣的沉積物類型的影響。鑽取器通常用於從海床中取出岩心，以確定污染物隨時間的變化。如果樣本取自穩定的沉積物區域，則沉積物深度的增加（從沉積物表面向下到核心）表示自沉積物沉積以來的時間增加。</p>	 <p><b>生物群取樣</b></p> <p>用於對生物群進行採樣的方法，將依據感興趣的物種及其相關的棲息地而有所不同。</p>
	注意事項	<p>如果遇到爆炸/易燃程度（LEL 的 10%-20%），則需要格外小心地進行現場監測。如果濃度高於 LEL 的 20%，則有爆炸危險，應變人員必須立即撤離該區域。</p>	<p>了解大型水體垂直分層和流動水流混合效應的重要性。</p>	<p>兩個主要目的：評估污染物是否進入沉積物，研究海底群落的變化並確定對海床的影響。在潮間帶地區，可以手工採集沉積物樣本。</p>

表 53：採樣技術和注意事項。

### 樣品保存方法

為確保可提出高品質的樣品進行分析，有幾種方法可以幫助保存樣品並延緩物質的降解。下表列出了這些方法，其中可能包括預濃縮技術。

樣品處理	說明
固相微萃取(SPME)或攪拌棒吸附萃取(SBSE)	無溶劑取樣法，使用暴露在纖維上或塗有萃取材料（聚合物或吸附劑）的磁力攪拌棒上。
冷凍	減少可能通過生物降解改變物質濃度的微生物作用
冷卻	減少可能通過生物降解改變物質濃度的微生物作用。
酸化	降低 pH 值 ( pH < 2 )，從而保留大部分微量金屬並減少沉澱、微生物活性和容器壁的吸附損失。
試劑添加	高品質試劑可以化學上保存物質的分析參數。
溶劑萃取	根據樣品優先溶解在選定溶劑中的能力從樣品基質中提取。也可用於濃縮待分析的分子。
過濾	有機和無機污染物可以吸附水中的懸浮物。過濾可以測定溶解的污染物程度或與懸浮物質相關的污染物。

表 54：樣品儲存方法。

有關常見化學品的採樣、保存和保存時間的更多資訊，請參考：

[www.epa.vic.gov.au/about-epa/publications/iwrg701](http://www.epa.vic.gov.au/about-epa/publications/iwrg701)

## 5.27 HNS 檢測和分析方法

### 資料頁 5.27

應變

### HNS 檢測和分析方法

返回

#### 目標

如何選擇最適合 HNS 檢測分析的方法。

#### 注意事項

- ✓ 考慮購買、使用和維護必要設備的成本。
- ✓ 每個設備都需要有訓練的操作員。
- ✓ 分析數據時要批判性地思考，並注意與儀器相關的錯誤。
- ✓ 沒有一種分析方法適用於所有化學品。

#### HNS 檢測方法選擇標準

在決定使用哪種感測器進行 HNS 偵測時，需要考慮幾個標準 ( 表 55 )。

標準	解釋
校正	根據已知濃度驗證偵測器的輸出，以確保測量可信度的方法
靈敏度	偵測器有反應的最低物質濃度。靈敏度限值是無法偵測到低於該濃度的閾值。
選擇性	在存在其他物質的情況下，偵測相關物質的能力。
干涉	其他可能導致偽陰性/偽陽性的物質/環境參數。
偵測時間	達到反映現實情況的測量值所需時間。通常，指在接觸物質後達到90%信號反應的時間。
恢復時間	一旦不再暴露於被測物質，返回到背景水準所需的時間。
運行時間	偵測器不再輸出足夠可靠和準確結果的時間，具體取決於應用
漂移	在缺少被測物質的情況下，由於儀器誤差，感測器基線在較長時間範圍內發生系統性變化。
耗電量	尤其是在現場需要考慮

表 55：分析設備特徵參數的定義。

下表列出了主要的偵測設備及其工作原理的描述，包括它們的目標物種、原理的簡短描述以及相應的優點和局限性。

檢測類型	原理
攜帶式檢知管 (PCT)	將氣體或蒸氣注入裝有敏感試劑的玻璃管中，該試劑可與氣體發生反應，通常會引起顏色變化，從而識別特定化學物質的存在，並允許對濃度進行定性評估。也可以在晶片上進行小型化。
觸媒燃燒感測器 (測爆計)	當帶有內嵌鉑線圈的催化劑塗層陶瓷珠暴露於易燃氣體時，珠表面與氧氣發生氧化反應，導致鉑線電阻發生可測量的變化。該信號表示空氣中氣體的濃度。
熱傳導度感測器 / 溶解度計	使用電極系統兩端的變化電壓檢測參考載體氣體和被測氣體之間的熱傳導率差異。
火焰離子偵測器 (FID)	氣體樣品在電陰極中的氫火焰因感應電流而離子化、在電極系統中被吸引和測量。
表面聲波 (SAW)	SAW感測器利用聲波與壓電系統上特定材料塗層的相互作用來檢測空氣中的化學蒸氣。選擇合適材料來偵測特定的化學物質。材料上吸收的不同化學物質會在壓電系統中產生由聲波調幅引起的不同電信號。
紅外 (IR) 感測器	根據特定分子吸收紅外光的檢測，這些分子通過光束路徑上穿透率的減少來偵測。與非分散性紅外光譜相比，使用傅立葉轉換紅外光 (FTIR) 偵測器可以提高選擇性。
氣相層析法 (GC) 或 高效液相層析法 (HPLC)	樣品被注入層析管柱的流動相中。色柱上流動相和固定相之間發生分離流動。可以控制層析管柱的溫度以改善化學品的分離。不同類型的偵測器可用於測量或識別管柱出口處所分離的化學物質。
質譜儀 (MS)	離子化的化學物質被加速，然後根據它們的質荷比 ( $m/z$ ) 在磁場中偏移，從而在檢測器屏幕上分離離子。MS 通常與色譜等分離技術結合使用
離子移動能譜儀 (IMS)	離子化的分子在通過電場時於緩衝氣體載體中分離。根據離子化分子漂移所需的時間來識別化合物。這種分離技術通常與另一種檢測器類型或質譜聯用。
感應耦合電漿光譜儀 (ICP)	使用極熱電漿的離子化技術，通常由氬氣製成。一種“硬”離子化技術，因為大多數分子都被原子化了。這是一種以檢測液體樣品中微量金屬和非金屬的能力而聞名的方法。常與質譜和其他光譜學結合使用。
拉曼光譜	該物質被紅外 (IR) 照射，從而與分子中的化學鍵相互作用並導致紅外線被反射。反射的紅外線信號代表該分子的特徵光譜，可以與參考光譜進行比較。
X射線螢光 (XRF)	分子中的原子被 X 射線撞擊激發，隨後釋出能量，包括螢光和具有某些元素特有的特定波長的 X 射線。也可用作具有雷射誘導性螢光的遙測器。
金屬氧化物半導體	半導體晶片上的耐化學腐蝕層，可還原目標物質，從而引起導電率或電阻的變化，可以測量這些變化以指示該目標物質的濃度或特性。使用不同的化學電阻的陣列中稱為“電子鼻”。
電析檢測	這些技術使用帶有鹽橋的電極系統，並且可以使用不同的電解特性來測量溶解在溶液中的分析物濃度。電極上的不同反應會產生不同的電信號，可以測量這些電信號以確定目標物質的濃度。技術包括電位法、電導法、伏安法和電流法。
pH計	可以使用 pH 計或 pH 試紙監測酸或鹼。在後者紙上浸有指示劑，該指示劑在與水樣接觸時會改變顏色。將所得顏色與 pH 值刻度進行比較。

表 56：主要檢測設備 - © Cedre。

## 操作注意事項

檢測類型	使用於	優勢	局限性
攜帶式檢知管 (PCT)	選定的氣態化學品	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 簡單的存在/不存在測試</li> <li>- 便宜、直觀和快速</li> <li>- 可在難以接近的地方或惡劣環境中使用的小型版本</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 保存期</li> <li>- 可能出現的干擾 (例如水)</li> <li>- 通常不提供定量測量</li> </ul>
觸媒燃燒感測器 (測爆計)	氫, 甲烷, 可燃氣體	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 低成本且堅固耐用</li> <li>- 易於校正</li> <li>- 體積小且易於操作</li> <li>- 提供定量測量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 氧氣濃度低於 12% 可能會影響檢測</li> <li>- 聚合物質 (例如氯化或氟化碳氫化合物物質、矽、混合或含硫化物) 會降低檢測效果</li> <li>- 需要進行基線校正</li> <li>- 選擇性低</li> <li>- 靈敏度低</li> <li>- 沒有選擇性</li> </ul>
熱傳導度感測器/溶解度計	有機或無機氣態物種	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 高精準度</li> <li>- 檢測範圍廣泛的物種</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 對導熱係數接近空氣的氣體 (氮、一氧化碳、一氧化氮) 準確度較低</li> </ul>
光離子偵測器 (PID)	揮發性有機化合物 (VOC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 可檢測低濃度</li> <li>- 可用於爆炸性環境</li> <li>- 價格低廉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 需要使用異丁烯進行校正</li> <li>- 使用此方法無法離子化某些氣體, 因此無法測量</li> </ul>
火焰離子偵測器 (FID)	有機或無機氣態物種	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 常用於色譜法</li> <li>- 可檢測低濃度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 非選擇性</li> <li>- 不能用於爆炸性環境</li> <li>- 對硫化氫、四氯化碳、氨和一些其他氣體的檢測非常低</li> <li>- 無法檢測一氧化碳或二氧化碳</li> </ul>
表面聲波 (SAW)	選定的氣態化學品	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 可以檢測非常低的濃度</li> <li>- 可能測量的種類範圍很廣</li> <li>- 可以小型化以方便攜帶</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 濕度、溫度或其他化學物質可能導致偽陽性、偽陰性</li> <li>- 許多感測器仍處於開發階段</li> </ul>
紅外 (IR) 感測器	碳氫化合物氣體和蒸氣、NH <sub>3</sub> , CO, CS <sub>2</sub> , HF, HCN, H <sub>2</sub> S	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 感測器不易受污染或中毒</li> <li>- 無需校正</li> <li>- 不依賴於氧氣濃度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 一些化學物質無法測量</li> <li>- 昂貴的儀器</li> <li>- 耗能高</li> </ul>
氣相層析法 (GC) 或高效液相層析法 (HPLC)	廣泛的化合物	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 靈活、可定制、高分辨率和敏感度</li> <li>- GC: 可測量範圍廣泛的物種</li> <li>- HPLC: 許多攜帶式儀器能夠進行多重分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 必須選擇和校正合適的檢測器</li> <li>- 檢測時間慢</li> <li>- GC 受目標物種揮發性的限制</li> <li>- HPLC 不適合現場條件</li> </ul>
質譜儀 (MS)	廣泛的化合物	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 現有的攜帶式質譜儀</li> <li>- 高度提供化學結構訊息</li> <li>- 高度靈敏</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 昂貴的設備</li> <li>- 通常不適合現場條件</li> <li>- 檢測時間慢</li> </ul>
離子移動能譜儀 (IMS)	可離子化的分子	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 低成本</li> <li>- 高敏感度</li> <li>- 快速反應時間</li> <li>- 攜帶式</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 一些探測器 (不是全部) 可能使用低能量放射源, 需要核安全部門的授權</li> <li>- 有限的選擇性</li> </ul>
感應耦合電漿光譜儀 (ICP)	廣泛的化合物	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 一些技術可以分析液體樣品- 通常與原子發射光譜 (ICP-AES) 一起使用, 具有高精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 在 ICP-AES 中, 樣品必須溶解在強酸中: 王水一種鹽酸和硝酸的混和物</li> </ul>
拉曼光譜	碳氫化合物氣體和蒸氣、H <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , CO, CS <sub>2</sub> , HCN, HF, H <sub>2</sub> S	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 適合現場使用的堅固儀器</li> <li>- 可以透過塑膠、玻璃或水進行檢測</li> <li>- 高特異性</li> <li>- 反應時間短</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 螢光或生物物質的干擾</li> <li>- 僅適用於較高濃度</li> </ul>
X射線螢光 (XRF)	廣泛的化合物	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 相對便宜</li> <li>- 多元素分析</li> <li>- 低污染風險</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 僅適用於較大的原子</li> <li>- 來自其他原子的信號干擾</li> <li>- 僅適用於實驗室研究的複雜設備</li> </ul>
金屬氧化物半導體	氧化性氣體	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 快速反應時間</li> <li>- 便宜且可靠</li> <li>- 結構緊湊, 低能量需求</li> <li>- 適用於液體樣品的技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 選擇性低, 除非在陣列中用作“電子鼻”</li> <li>- 僅適用於有限量的氧化性氣體</li> </ul>
電分析檢測	廣泛的化合物	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 現場檢測</li> <li>- 測量範圍廣泛的可能物種</li> <li>- 高精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 敏感度可能取決於使用的電極材料會有所不同</li> <li>- 其他化學物質的可能干擾</li> </ul>
pH計	酸與鹼	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 直觀的視覺結果</li> <li>- 非常簡單和便宜的設備</li> <li>- 清晰的結果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 過於簡單</li> <li>- 紙張指標不是定量測量</li> </ul>

表 57 : 與檢測相關的操作注意事項 - © Cedre。

## 5.28 緊急登船

應變

### 資料頁 5.28

#### 緊急登船

返回

#### 方法與應用

在事故期間，救援和應變團隊可能需要登上遇險船舶以執行疏散(MEDEVAC)、建立拖曳連接 (►5.29 緊急拖曳) 或進行其他應變或打撈作業。登船可以通過附近較大應變船發射的小船或直升機完成。

表 58 總結了通過直升機和船舶登機的優勢和挑戰。

	優勢	挑戰/劣勢
	<ul style="list-style-type: none"><li>發射小型登艇艇的應變船可作為工作平台</li><li>設備可用性</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>應變時間較慢</li><li>登船可能非常具有挑戰性，尤其是在佩戴 PPE 時</li><li>取決於海況</li><li>需要船員協助</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>快速應變</li><li>更容易部署應變人員</li><li>獨立於船員</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>飛行時間和航程有限</li><li>人員和設備的負載能力有限</li><li>可用性取決於天氣</li><li>如果危險天氣則有限制</li></ul>

表 58：登船的優缺點。

應與傷員的船長和其他關鍵人員(例如 HNS 專家、相關當局和登船團隊)協商討論登船選項。當通過應變艇登上事故船時，最實用的方法將取決於船舶的具體佈局；從船長或船東處獲取最新的總安排(General Arrangement, GA)，將提供製定登船計畫所需的詳細資訊。此外，船舶的消防和安全計畫、與船員溝通以提供特定於船舶的知識，對於規劃登船操作時的指導決策過程特別有用。

讓船員參與登船活動對於定位和操作甲板機械方面有優勢，例如恢復船舶動力或建立拖曳。

從另一艘船登船的選項可能包括引水梯、救生艇梯、舷梯或船尾坡道。在考慮通過直升機登上事故船時，重要的是要記住很可能無法降落在事故船上，而是必須確認合適的絞盤位置

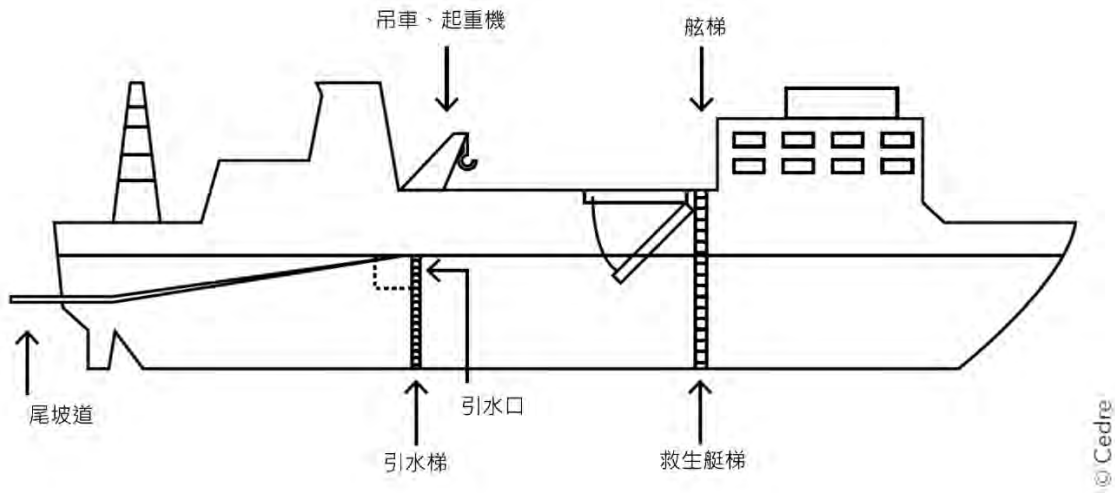


圖 65：登船位置示例。

### 程序

在任何團隊登上事故船之前，必須進行 [►5.5 情況評估](#)，並且必須將行動計畫、相關任務告知所涉及的單位/團隊（例如登船團隊、後備團隊和除污團隊），並給予簡要介紹登船團隊在船上可能遇到的情況。需要明確定義角色和職責，團隊成員並需了解退出策略和 [►5.21 除污](#)（理想情況下，應在船舶上進行初步除污，如果可行，則在下船後進行二次除污）。

在涉及危險蒸氣/氣雲的化學事故的情況下 [►5.13 應變注意事項：氣體和蒸發物](#)，務必牢記所有登船和事故應變必須從氣雲的相反方向進行（圖 65）。爆炸/火災的風險可能更要注意，在接近事故船之前就需先行考慮。至於進一步的安全預防措施，登船緊急應變人員應配備適當的 PPE [►5.20 個人防護裝備](#)，適用於情境的監測設備 [►5.25 用於初期應變人員的攜帶式氣體偵測器](#)，以及安全（救生設備、通訊）和應變設備（消防等）。

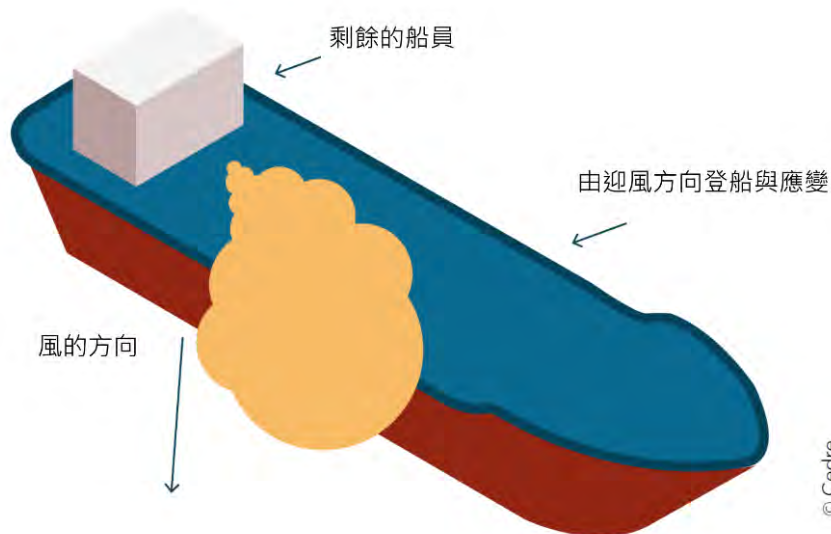


圖 66：最適合的登船位置辨識。



一旦登上事故船，重要的是要建立一個安全的返回空間，以防需要從事故船上迅速撤離。安全後備小組應隨時待命（包括備用船），並準備在有必要撤離時協助應變小組。

## 5.29 緊急拖曳

### 資料頁 5.29

應變

### 緊急拖曳

返回

#### 目標

緊急拖曳是指由緊急拖曳船 ( Emergency Towing Vessel, ETV ) 使用拖曳設備來改變遇險船舶的航向和/或航程。作為 ETV 船舶的技術要求可能有很大差異，但至少需要足夠的馬力、拖曳設備，並且在發生 HNS 事故時，保護船員免受潛在有毒蒸氣的傷害( [▶4.5 應變船舶](#)，[EMSA\( 2016 年\)](#) )。

緊急拖曳可由負責應變、有能量的**國家主管當局**、與船舶簽約的救助公司或附近提供援助的任何合適船舶來啟動和執行。通常 ETV 位於戰略港口，靠近高風險/高交通區域，例如，如果天氣條件惡化，可以預先部署在交通區域和海上。



拖曳中的化學輪。

#### 目的

在以下情況下可以實施緊急拖曳：

- 為了保護船員或救援人員免受直接蒸氣或氣體的傷害，方法是轉移事故船，使宿舍區或繫泊站位於來源的上風處；
- 將事故船拖出海 ( 以減少 HNS 洩漏的潛在影響 )、避難區或避難所，以便船員安全疏散、貨物

轉移 ( ▶5.31 貨物轉移 ) 和/或其他應變/救援作業能在更安全的環境中進行。

如果船舶擱淺，打撈作業可能涉及駁運減重和脫淺船舶，之後可能會被拖到碼頭或造船廠，或者在沉沒的情況下拖到深水區。但是，這不被視為緊急拖曳，因為這是長期救難策略的一部分。

### 方法說明

SOLAS 第 II-1 章第 3-4 條要求所有船舶都應配備**緊急拖曳手冊** (Emergency Towing Booklet, ETB) ( IMO, 2008 )。該文件針對特定船舶，詳細說明了關鍵的拖曳資訊，例如船舶是否配備了緊急拖曳裝置、進行拖曳操作應遵循的程序以及與繫泊相關的計畫。船上應至少放置三份副本 ( 在駕駛台、船首樓和船舶辦公室或貨物控制室 )。船舶所有者或經營者也應擁有一份 ETB。

一般拖曳作業的最佳做法在救難或船級協會 ( Classification Societies ) 製作的文件都會有詳細介紹 ( 範例包括：DL Noble Denton, 2016 年 )。

### 規劃

在開始操作之前，應進行完整的狀態認知評估，並且應清楚緊急拖曳的目的，因為這會影響拖曳安排。

特別是提出和回答以下問題：船上有什麼類型的 HNS，與物質相關的危險是什麼，船員是否仍在船上/他們是否可以協助以及需要什麼類型的 PPE ( ▶5.20 個人防護裝備 )。一切根據 ETB 或依 ETB 改編的緊急拖曳程序應與船長和其他相關關鍵人員 ( 例如搜救/救助隊、船員和當局 ) 討論 ( 芬蘭邊防衛隊, 2019 )。至少，規畫應考慮海洋氣象條件、船舶設計、索具和應急安排。

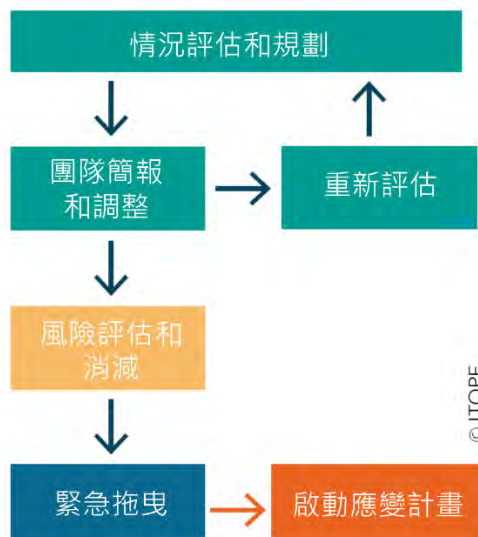


圖 67：應急拖曳計畫的建議步驟。

如果拖曳裝置 ( 圖 68 ) 或緊急拖曳裝置已經安裝好並準備就緒，則應進行檢查以確保其適合使用。如果骨幹船員留在船上，他們應該按照 ETB 中的詳細說明準備拖曳裝置。如果可行，在棄船之前，船員應放下預先安裝好的浮標，以便緊急拖船，且利於回收工作進行。因此，打撈團隊可

能沒有必要登船 ▶ 5.28 緊急登船。

在緊急情況下，往往需要使用現場可用的設備和資源，因此拖曳作業的成功與否很大程度取決於船員的程度和經驗。

HN 專家應審查 HNS 事故期間使用的緊急拖曳操作的檢核表和程序，以預測和減輕應變人員的潛在風險。表 59 詳述了主要的總體風險。

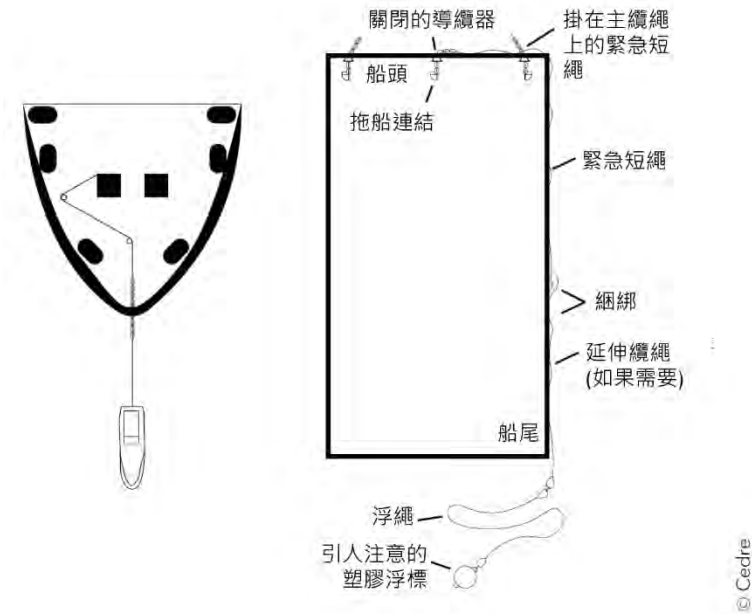


圖 68：化學輪 Ruby-T 號船頭的拖曳繩佈置範例和緊急拖曳裝置配置範例。

	風險	行動
HNS 雲形成的風險	應追蹤和預測風力和軌跡	
	爆炸性氣雲的風險	- ETV 和飛機應該能夠遠離熱區 ( ▶ 5.19 安全區 )
	有毒氣雲	- 船舶應朝上行行駛以防止有毒濃度累積。
	液化氣體釋放 ( 和其他 HNS )	- 注意由於白霧 ( 大氣中自然存在的水蒸氣冷凝 ) 導致的能見度降低。其他 HNS 也可能會大大降低能見度。
條件惡化到人員無法以安全方式操作和處理設備的程度	穿著防護服 ( 1 型 ) 和自給式呼吸器 (SCBA)	- 考慮應變人員的額外壓力和疲勞以及空氣消耗。
	設備相容性	- 檢查與 HNS 相關的設備兼容性 ( 絞車、工具、鏈條、電纜、卸扣、制動器、拋線裝置和無線電通訊設備 ) - 注意：化學污染通常會使索具認證失效。
情況惡化	突然的 HNS 釋出	- 確保在 HNS 釋出的情況下可以安全地執行緊急斷開程序

表 59：HNS 特定風險和相關行動。

## 注意事項

- 在外海拖曳最危險和最具挑戰性的部分往往是在建立初始連接，例如回收緊急拖曳線或信使線；這在惡劣天氣下可能會容易挫敗的。
- 拖曳裝置的所有部件（例如絞車、短繩、轉環）都應達到足夠強度的額定值（具有適當的安全係數）並具有有效的認證。
- 應向所有各方詳細介紹包括應變頻道在內的通訊計劃。
- 如果需要登船並且登船方要建立一條緊急拖纜，設備位置以及索具圖和庫存是必不可少的。船員的參與對於特定船舶的知識至關重要。
- 建議使用帶遙控拖曳絞盤的拖船，以便根據環境條件、水深、其他交通和航行區域的寬度靈活調整拖纜的長度。
- 從前方位置拖曳可能會給船員帶來風險，因為 HNS 氣雲可能會衝向上層建築。

## 5.30 避難場所

### 資料頁 5.30

應變

### 避難所

返回

#### 定義

船舶事故後，為防止對船舶或環境造成進一步損害而需要進行的一些操作，例如貨物減重或船舶修理，可能無法在外海條件下進行。避難所是可以安全進行此類操作的地點，與初期地點相比，對航行、人類生命和環境的風險有所降低。避難所可以是港口、海岸附近的避難所、入海口、背風岸、小海灣、峽灣或海灣，或海岸的任何部分。

#### 避難地點決策過程

##### 收集資訊

在認為安全且時間允許的情況下，檢查組應登船收集評估數據以支援決策過程。要收集的關鍵數據：

- 船舶和船員（名稱、類型、船上人數、傷亡人數、位置、出發地和目的地等）；
- 事故（性質、損壞、下錨能力、其他危害等）；
- 環境條件（天氣、海況、潮汐和結冰情況等）；
- 潛在污染（船用燃料、貨物、HNS 的類型和數量、實際或潛在污染等）；
- 環境和公共衛生（敏感性、人口接近度、威脅等）；
- 船東/保險公司（名稱、詳細資訊、船級協會、代理人等）；
- 初步應變（已採取的措施、所需援助的性質等）；
- 船長/救難者的初步風險評估（船長對船舶繼續航行或到達避難地點的評估等）；
- 未來的意圖。

##### 準備分析：建構先前收集的數據

目的是列出事故船的最佳處理選項來協助決策過程，並同時開始尋找合適的避難地點：

- 根據威脅對關鍵資訊進行優先排序；
- 評估現實的最壞情況和潛在的消滅措施；
- 確定哪些避難場所的所有人能接受請求；
- 評估所有現實選項的成本，包括可用的機制和資金來負擔它。

##### 庇護船舶或將其停放在公海上

是否尋求避難所的決定必須通過評估船舶留在海上所涉及的風險以及對避難地及其環境造成

的風險，特別是在以下方面：

- 緊急拖曳的必要性和可行性 ( ▶5.29 緊急拖曳 );
- 受損船舶上的船員和人員的安全；
- 緊鄰地點的民眾生活/工作的安全避難所 ( 火災、爆炸、毒性... );
- 船舶在途中受損所增加的風險；
- 外海、避難地和轉移過程中的污染風險；
- 附近的海洋自然資源；
- 航行受阻和正常活動 ( 經濟活動 ) 中斷對避難區的影響；
- 對於任何擬定的避難地點，船舶能否及時到達？

請記住，在公海上維修船舶本身並不是目的，目標仍然是消除船舶引起的危險。

### 指定的避難地點

一旦完成尋求避難區的技術性的決定，包括港務長或地方當局、MRCC 和國家當局在內的業主之間的討論就可以得到解決。當特定避難地滿足了所有標準並得到有關各方同意後，船舶負責單位正式確認該船舶適合轉移，有關當局便會給予許可。避難場所必須已在 NCP 中標住，以便在 HNS 事故發生之前完成其檢測過程。

## 5.31 貨物轉移

### 資料頁 5.31

應變

### 貨物轉移

返回

#### 目標

駁運減重 (Lightering) 是將貨物或油料，甚至在某些情況下的壓艙物從一艘船轉移到另一艘船的過程。如果出現以下情況，在 HNS 事故中駁運減重可能是必要的：

- a) 船舶擱淺且無法安全移走，或
- b) 船舶需要被拖到較淺的水域中，並且有必要減少吃水。

除了能夠進行進一步的打撈作業外，駁運減重還可以防止貨物進一步損失至環境中。

#### 適用性

此應變技術適用於所有類型的行為（氣體/蒸發物、漂浮物、溶解物、沉降物）和所有運輸形式（散裝或包裝）。

#### 方法說明

這種技術通常在正常操作期間使用，稱為船對船 (Ship-to-Ship, STS) 轉移。接收船稱為子船，交付船稱為待駁船 (Ship to be Lightered, STBL)。STS 轉移可能實施出於燃料、商業原因或在船舶進港前減輕船舶重量。

船對船 (STS) 轉移需要良好的協調、合適的設備、有利的天氣條件和當局的核准。STS 轉移主要遵循的標準操作程序是受 SOLAS 和 MARPOL 管轄。MEPC 186 (59) 號決議修訂了 MARPOL 78/73 附件 I，並提供通過 STS 轉移操作，進行油類轉運期間的防污染說明（不適用於化學品）。

兩艘船的船長各自負責整個作業期間的轉移、他們的船舶和船員。

貨物轉移也可以在沉船上進行，使用特定設備、專業潛水員和/或 ROV [▶5.33 沉船應變](#)。

#### 應採取的行動；

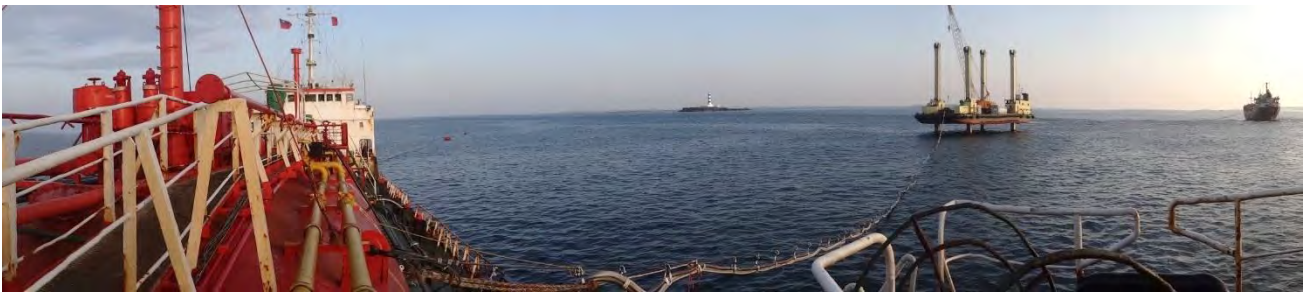
- ✓ 制定貨物轉移發生操作故障，和貨物釋放到環境中的應變計畫；
- ✓ 在 STS 轉移過程期間，將洩漏設備置於待命狀態；
- ✓ 在開始之前和直到操作結束，監測安全參數，包括海事的以及因化學品的存在所產生的爆炸性/易燃性和毒性；
- ✓ 設備必須在操作開始前準備好並進行測試；



- ✓ 確認設備與所涉物質化學特性的相容性；
- ✓ 準備參與轉移作業和設備運輸的船舶（包括轉移系統的橫濱式充氣橡膠碰墊護舷（Yokohama fender）和惰性氣體槽和管線）；
- ✓ 靠近要轉移的船。可以在拖曳船的協助下接近；
- ✓ 轉移物質；
- ✓ 在整個作業過程中持續監控船舶安全、火災和污染控制狀況。



用於允許兩艘船之間接近的橫濱式充氣橡膠碰墊。



2012 年澎湖外海擱淺的歐貝隆號的船貨丁烯進行海上船對船轉移（高科大毒災中心提供）。

### 所需設備

- ✓ 接收船，包括護舷（橫濱式）；
- ✓ 輸送設備例如：幫浦、抓斗、軟管等，主要取決於物質的物理狀態（固體、液體、氣體）；
- ✓ 惰化設備：用惰性氣體（氮氣、二氧化碳或氬氣）代替活性大氣（氧化、易燃、易爆）；
- ✓ 通訊設備

### 注意事項

應儘早考慮此選項，以防止情況惡化。主要考慮點是：

- ✓ 環境條件（天氣預報、海況等）是否有利？
- ✓ 機會窗口是否與事故船的狀態和惡化速度相符？
- ✓ 能否在該時間範圍內提供合適的設備（關於貨物）和貨物接收船？
- ✓ 在可接受的風險條件下操作是否可行？
- ✓ 控制釋放或留在自然環境中會更好嗎？

#### ►5.36 自然衰減和監測

## 5.32 密封和堵塞

應變

### 資料頁 5.32

### 密封和堵漏

返回

#### 目標

洩漏可能發生在各種各樣的情況和不同的條件下。由於未檢測到船舶甲板上的腐蝕，管路有時會洩漏。損壞也可能發生在甲板或裝載卸管線上，特別是由於處理不當或壓力過大。由桶或容器中可能釋放 HNS 的量可能有限，但包裝貨物在海上丟失、擱淺在海岸線上或港口時，情況可能會大不相同。最後，當船體因碰撞或沉船而出現裂紋時，大量 HNS 可能會洩漏到海上。密封和堵漏技術，一般是用於暫時等待進一步的維修前，應該盡快使用，最好是在安全允許的情況下作為第一步來停止或減少洩漏的行動。下面描述的所有技術應只由經過訓練的應變人員執行。

#### 安全考慮

- 應考慮應變人員的 PPE ▶ [5.20 個人防護裝備](#)；
- 如果是易爆或易燃化學品，必須抑制所有火源；
- 必須檢查設備和污染物的化學相容性；
- 壓力槽對應變人員就是風險；
- 撲滅可燃氣體洩漏可能導致氣體累積和爆炸：如果可能，在滅火前切斷氣體供應；
- 只有在不會導致其他後果（例如壓力增加）的情況下才應關閉閥門

#### 技術和設備

##### 地面洩漏（碼頭或船舶甲板）



應在排液下方放置一個保留裝置（儲槽、罐等）或小防水布，以在堵漏操作期間回收污染物。這可能會限制在海上洩漏量或稍後回收（吸附劑等）的體積。收集槽的材料必須具有耐化學性，並且其容積必須足夠大。

##### 桶狀或小包裝洩漏



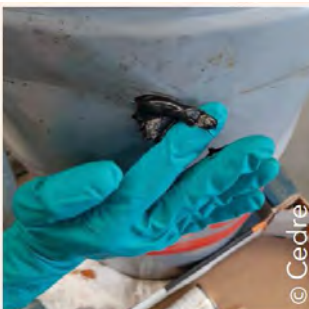
必須使用化學相容的外包裝（可能由用於腐蝕性化學品的特殊鋼材或高密度聚乙烯製成）。

## 管道或存儲容量 ( 儲槽、桶等 ) 洩漏



將錐形/楔形物引入裂口，用錘子敲入。

- 可以通過使用氣帶、充氣塞，甚至是大孔的氣囊來提高密封性。
- 如果洩漏沒有向外突出的角度，也可以將蝴蝶螺釘插入破孔中以旋緊止漏。



如果化學相容且槽內壓力有限，則可以使用止漏膏 ( putty )。



可以使用密封墊並用帶子束緊。軟管用於回收產品。

- 可以通過使用充氣止漏墊來改善密封。



在儲槽翻倒的情況下，例如在港口的甲板上，可能可以用浮力袋來阻止洩漏。

## 管道的其他方法



可以在管道周圍應用自黏繃帶或自黏膠帶。  
不應有銳角。



可以在管子周圍的套上硬套或包裹物，並用管夾固定住。如果使用充氣套管，密封效果會更好。  
如果管道是有彈性的或可延展的 ( 鉛、銅、PVC 等 )，可以用液壓管夾將其勒住。如果液化氣體的膨脹將洩漏區域冷卻到  $0^{\circ}\text{C}$  以下，可以將水塗在布上製成冰塞。應保持小心，因為冷度可能會減弱管路。

## 對於靠近閥門的洩漏



如果洩漏在下游，則必須關閉閥門；如果洩漏來自閥門本身，則可以安裝閥的出口蓋。應注意不要產生其他後果（例如壓力增加）。

### 對於法蘭洩漏



旋緊法蘭螺栓或安裝法蘭蓋。不要旋得過緊，以免損壞或折斷螺母。

### 用於船體洩漏



在考慮化學相容性和支撐力後，可以使用磁力貼片：

- 在吃水線以上：可以通過壓艙調整船的吃水程度，使洩漏點超過吃水線；
- 在吃水線以下：潛水員或 ROV/AUV 可以在水下操作固定貼片。

該設備還可以與其他應用共同使用，例如在回收前需要容納漂浮化學品時固定攔油索。

表 60：密封和堵塞的技術和設備。

## 5.33 沉船應變

### 資料頁 5.33

應變

### 沉船應變

返回

請考慮“關於清除沉船的奈洛比國際公約 ( Nairobi International Convention )” ( IMO , 2007 )。

#### 目標

當事故導致船舶沉沒時，需要組織應變，以定位、檢查和減少主要由仍留在船上的污染物質( 貨物和燃料 ) 所產生的負面後果。應變時間會比浮船長得多，數月甚至數年。

#### 適用性

所提供的技術通常適用於沉船上的所有污染物，包括散裝和包裝形式。對沉船的干預首先受到深度的限制，但也受到其他環境困難的限制 ( 水流、該地區的暴露情況、天氣狀況等 )。

#### 方法描述

在浮船上實施的一些作業也可適用於沉船，但由於水下條件會增加難度。

▶ [5.32 密封和堵塞](#)

▶ [5.36 自然衰減和監測](#)

▶ [5.39 海底 HNS 應變](#)

▶ [5.41 包裝貨物應變](#)

沉船應變主要包括四個步驟：

1. 定位與偵測；
2. 殘骸檢查；
3. 風險評估；
4. 污染物的處理和/或回收。

#### 1. 定位與偵測

確定沉船的確切位置及其對應於海底的位置非常重要，使用幾種可能的水下航行器 ( ROV、AUV、拖曳器 )，可以在其上安裝不同的檢測工具 ( 側掃聲納、多波束、相機 )。主要限制是由於水深和與使用複雜工具相關的挑戰。▶ [5.24 遠端操控載具](#)

## 沉船檢查

仔細目視檢查是有效評估損壞情況 ( 破裂、洩漏等狀態 ) 和計劃可能的污染物清除或處理的唯一方法。檢查可由水下航行器 ( ROV 和 AUV ) 或專業潛水員在水深不到 100 米、配備所有必要的 PPE 的情況下進行。▶[5.20 個人防護裝備](#)

## 污染物回收

如果可以回收，可以使用各種類型的設備：

	昇高沉船	幫浦駁運	受控釋放
<b>原則</b>	用它的裝載物昇高殘骸。昇高方法：氣球、有吊車或剪式起重機的金屬上升浮筒。	使用幫浦回收污染物，可採用多種方法：船舶幫浦艙配有海底對水面升流管，如果污染物密度小於水，則向油槽底部注水；使用專門的 ROV。	在沉船結構中製造特定開口，使污染物在受控制下釋放。
<b>用於何種物質</b>	任何污染物	可幫浦輸送的污染物。如有必要，建議採用較低黏度的“熱開孔”技術。	任何漂浮物、蒸發物和溶解污染物。漂浮物質可以回收。
<b>優勢</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>回收所有污染物</li> <li>消除海底障礙物</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>消除海洋環境中的污染物</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>避免未來在不可預測的時刻釋放污染物</li> <li>相對低成本的操作</li> </ul>
<b>深度限制</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>成本隨深度增加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>深度高於 100 米，僅能使用水下航行器</li> <li>成本隨深度增加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>深度高於 100 米，僅能使用水下航行器</li> <li>成本隨深度增加</li> </ul>
<b>限制</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高成本操作</li> <li>風險操作，必須先進行可行性研究</li> <li>操作過程中可能發生污染物洩漏</li> <li>專用船舶的可用性</li> <li>監測活動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中/高成本操作</li> <li>操作過程中可能發生污染物洩漏</li> <li>通常不是 100% 回收，有部分物質困在儲槽/貨艙中的風險</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>污染物將釋放到環境中</li> <li>對野生生物的風險</li> <li>對操作員的風險</li> <li>建立監測計劃</li> </ul>

## 過往案例

Irving Whale，1970 年 9 月在加拿大愛德華島王子島北角附近拍攝。

## • 監測活動

Prestige，2002 年在西班牙加利西亞拍攝。回收運輸貨物的燃料油。

levoli Sun，2001 年在法國布列塔尼。甲基乙基酮(MEK)和異丙醇(IPA)的控釋。

## 相片



回收 Tricolor 號沈船



美國海軍 Mississinewa 號的船體熱開孔的定位



回收 Peter Sif 號沈船的  
油

表 61：污染物回收設備類型。

## 物質的就地處理（沉船封蓋）

如果不可能回收物質，可行的處理辦法為就地處理，以作為限制其洩漏的臨時措施、作為在移除前減少其危害的措施，或作為最後的處置選擇。此策略有益於應變操作和應變人員的安全，同時對環境的影響最小，如果認為污染物的回收不可行，則會考慮該策略。如果需要注入添加劑然後進行均質化，則需要進行深入的技術研究以注入處理的物質。

根據物質的反應性，就地處理選項可以是：

- ✓ 惰性材料（如沙子、粘土）；
- ✓ 可中和或降低物質毒性的化學活性劑（如石灰石、活性炭）；
- ✓ 密封劑（例如水泥）。

引入額外的材料可能會對底棲生物群落和當地生態系統造成進一步破壞。

另一種可能性是用上述處理材料覆蓋整個殘骸，這種操作稱為封蓋（capping）。

## 自然衰減和監測 - 留在環境中

如果成本/收益評估顯示最好不要干預，即可以考慮將污染物留在環境中，同時考慮到沉船的金屬結構將受到海洋中腐蝕的影響，從而導致洩漏的風險。▶ [5.36 自然衰減和監測](#)

## 鑿沉

鑿沉是使船舶故意沉沒；多項國際公約（即倫敦傾倒公約，1972 年及其 1986 年議定書）；1976 年巴塞隆那公約傾倒議定書）禁止這種操作，除非在考慮了其他清理方案後，它是唯一可用



的程序。如果將不穩定的船舶帶入港會帶來對民眾的風險和/或進一步破壞環境的風險，則可以選擇此法。

當海洋中腐蝕導致化學物質洩漏時，鑿沉通常會將環境污染推遲數十年。

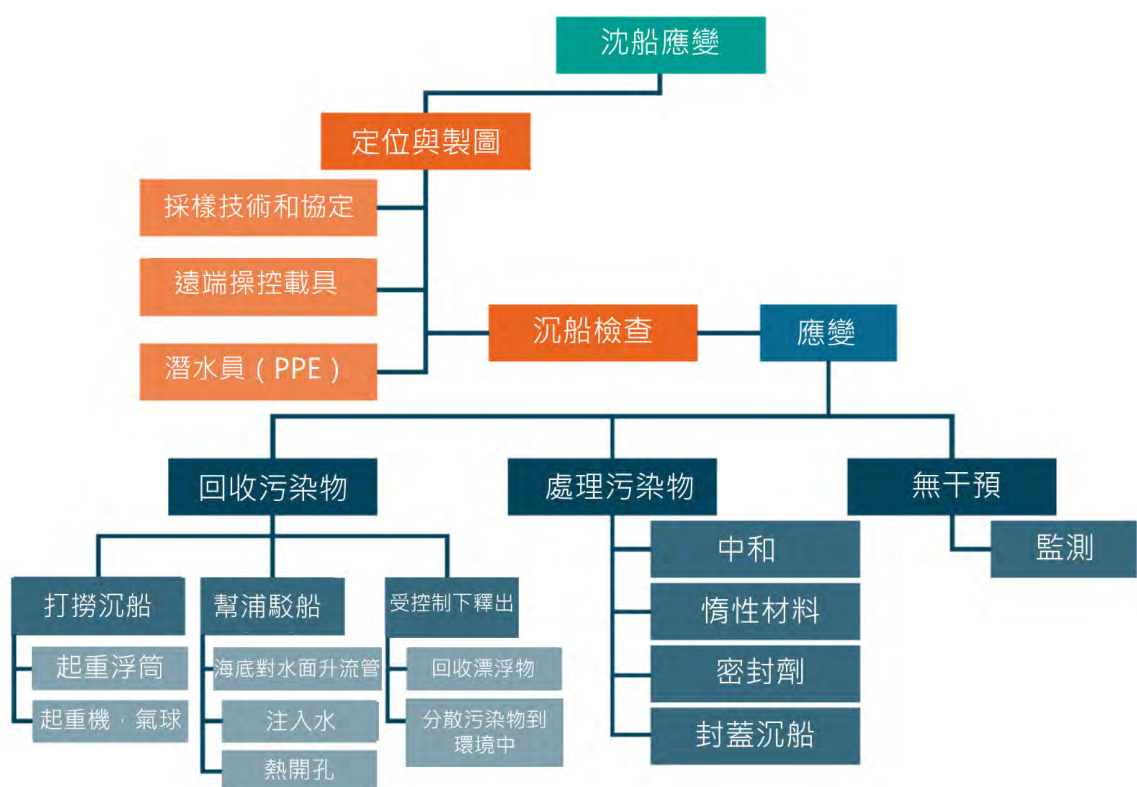


圖 69：沉船應變決策樹。

### 注意事項

主動干預的局限性通常來自於沉沒深度和與運輸貨物相關的危險。即使作業行動在技術上是可行的，但費用往往也是一個制約因素。

建議盡可能為積極干預。海洋腐蝕是一個非常緩慢的過程，甚至在沉沒數十年後仍可能導致污染物釋放。

無論如何，有必要在所有應變階段提供監測計畫。

應變設備必須與被處理的物質化學相容，以避免洩漏、永久損壞和整體效率降低的風險。

## 5.34 使用水幕

### 資料頁 5.34

應變

### 使用水幕

返回

#### 目標

通過製造水幕/水霧來阻擋其路徑，從而在發生火災時保護人員或設備免受有毒蒸氣雲或輻射的傷害。主要目標是通過在大氣中稀釋或將其擊落到地面來限制蒸氣的移動（在源頭進行預防，或保護特定目標）。

#### 適用性

這種應變技術適用於蒸發物和氣態物質。物質與水接觸不應產生額外的風險 [▶3.1 安全資料表內容](#)。依據氣體的特性：

- 氨氣等水溶性氣體可被“擊落”到地面；
- 甲烷和丙烷等非水溶性氣體可以在低風速下被引導、推動和分散。

最後，水幕的使用僅適用於小型或有限的氣體雲。

#### 方法描述

水幕的原理 - 當水滴直徑非常小時稱為霧 - 是產生上升或下降流動的小水滴，以形成一道屏障，防止有毒或氣態雲接觸處於風險中的人或設備。

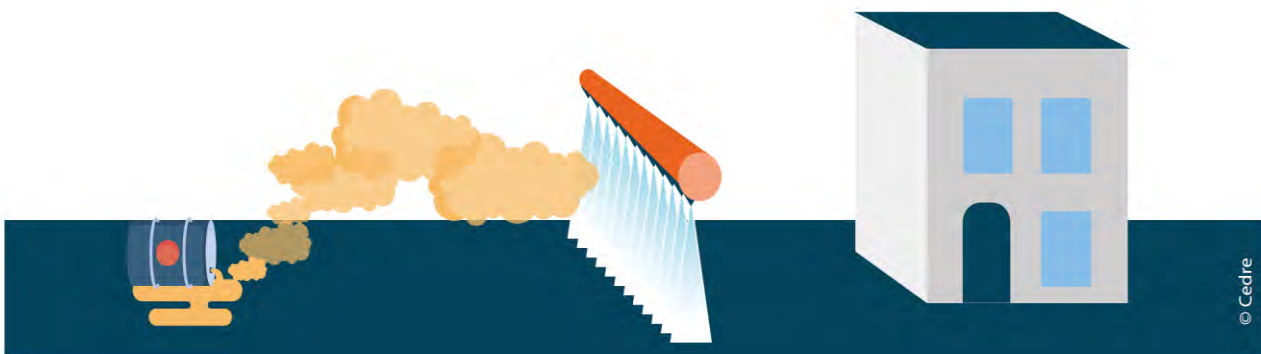


圖 70：水幕。

水幕依據所涉及物質的物理和化學特性而適用於不同參數。它的有效性依賴於互補或相互競爭的程序：吸收、稀釋和熱傳遞。

## 吸收

當洩漏的物質是水溶性時，水幕中的水滴會吸收氣雲顆粒。主要考慮因素：

- 吸收率在很大程度上取決於每個液滴的飽和度；必須預先準備充分更新的水，以確保不會達到飽和，並且始終有乾淨的水滴來吸收氣體。
- 水幕必須盡可能靠近外洩源。氣體雲越集中，吸收越有效。
- 液滴直徑是吸收的關鍵參數。液滴越小，由於接觸面積增加，吸收越快，但水幕受風的影響也會更大。
- 某些物質的溶解度會隨著溫度升高而降低（氨水、鹽酸），低水溫效率較佳。
- 由此產生的水與物質的混合物可能有高度污染，必須從環境中回收（在船的甲板上或內陸）。

## 稀釋

水幕下降或上升的流動會導致氣雲被稀釋。由水幕的水滴引起的空氣運動將朝氣體雲內注入新鮮空氣並有助於稀釋它。通過使用下降流，蒸氣將被擊落到地面。主要考慮因素：

- 稀釋作用降低水幕附近洩漏物質的濃度；
  - 稀釋作用可以影響氣雲的易燃/易爆區域 - LFL (LEL) 和 UFL (UEL)；
- ▶5.6 應變注意事項：易燃易爆物質
- 稀釋需要液滴直徑大到足以引起空氣移動，因此不建議使用霧化系統。

## 熱傳導

氣體雲和水滴之間的溫差會引起氣體雲和水滴的熱傳導。水幕可用作防護的火災熱輻射。關鍵考慮因素：

- 在低溫氣雲（洩漏的儲氣槽）的情況下，水幕將加熱此氣雲，因此雲可能變得比空氣輕，有助於其垂直擴散。
- 在氣雲已被加熱的情況下，水將有助於降低其溫度和相關風險。

**吸收是最有效的過程**，應優先考慮。然而吸收與物質的水溶性有很大關係，因此稀釋和熱傳遞也有助於降低氣體雲帶來的風險。根據洩漏的 HNS，只有一個過程可能有效。在這種情況下，水幕系統應順應洩漏的 HNS 做調整，以確保更好的處理效率（液滴大小、水溫...）。

強制的 SCBA，以及依據情況和物質的性質，穿上消防衣或防護衣（歐洲 類型 1 或北美 A 級）；

### ▶5.20 個人防護裝備

根據洩漏的物質和推進的過程，生產水幕所需的設備是相當標準的，可以從專業經銷商購買。

## 產生水幕

從船上：船上的消防水帶，在結構上內建或通過增加整流裝置 ( deflector ) 如扇形瞄子。

下降式：在管線上安裝瞄子，重力有助於簾幕形成。

上升式：高壓供水至整流裝置 ( deflector ) 上。

產生水幕的效率取決於不同的參數，包括：

- 用於產生水幕的系統 ( 例如滅火系統或瞄子 )，影響水滴的大小；
- 環境條件：主要是風力，低值將確保水幕的最佳效率，以及風向的恆定性將避免須調整設備；
- 水幕的位置：水幕必須在安全條件下設立，並儘可能靠近洩漏源。

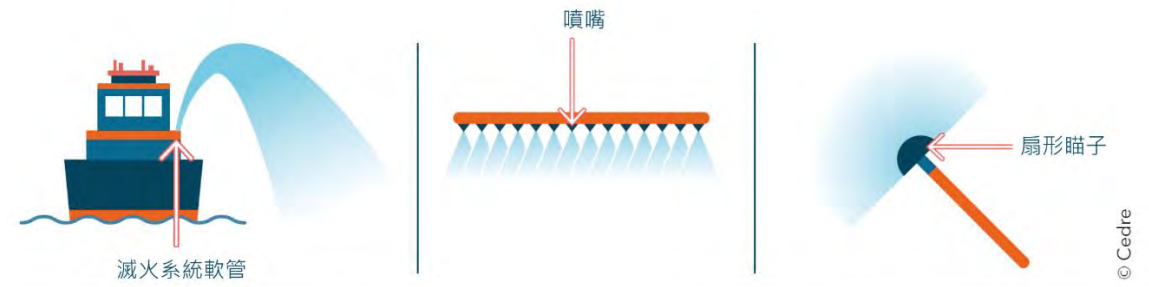


圖 71：產生水幕。



滅火系統水帶/噴嘴/扇形瞄子



水幕/水霧



水霧

## 5.35 使用泡沫

應變

### 資料頁 5.35

### 使用泡沫

返回

#### 目標

泡沫可用於兩種主要情況：

- 避免 - 在甲板、碼頭或漂浮的化學品上 - 化學浮油著火或蒸發：泡沫毯將阻止或限制從浮油層到大氣的質量傳遞，從而限制爆炸性、易燃性或有毒環境的風險。此外，泡沫毯將限制來自外部源的熱傳遞，例如來自外部周圍的火或太陽輻射；
- 在燃燒的浮油上，泡沫毯的主要作用是熄滅火勢，但也有冷卻火勢和限制易燃蒸氣排放的作用。熄滅依賴於各種參數：阻斷新鮮空氣供應、防止易燃蒸氣的排放以及將火焰與可燃物質隔離。

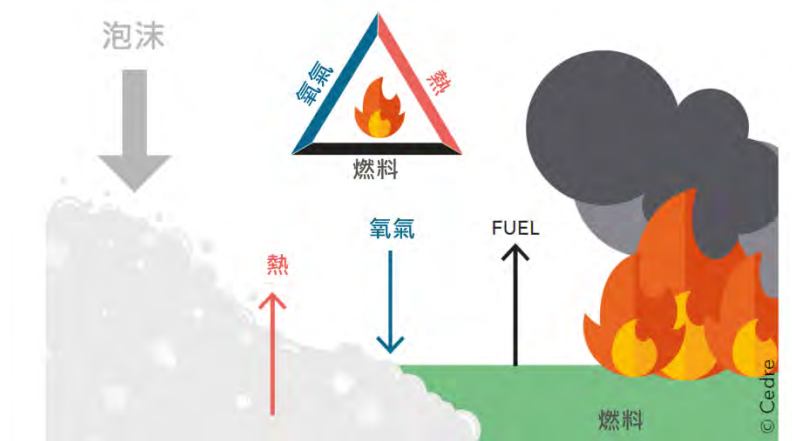


圖 72：燃燒浮油上的泡沫毯。

#### 適用性

泡沫由界面活性劑、水和空氣組成。當水不能單獨使用或水的使用效率低下時，應以泡沫作為一種應變技術。

泡沫可以噴灑在受限的情況，例如：

- 表面積小或有限的化學浮油；
- 沒有或非常有限的表面海流和低海況；
- 有限的風速。

## 泡沫的基本資訊

### 如何製成泡沫？

泡沫的形成是一個多步驟過程：

- 泡沫原液 ( Foam concentrate ) 是使用的第一個成分，它一種含有發泡劑、界面活性劑和各種添加劑的濃縮水溶液。
- 將水加入到泡沫原液中以製備預混合溶液。下面所述的膨脹倍率 ( Expansion Ratio ) 決定了要添加的水的體積。
- 噴灑設備 ( projection equipment ) 會產生泡沫。

泡沫的特點是膨脹倍率，對應於生產的成品泡沫體積與供應的預混溶液體積之比。

$$\text{膨脹倍率} = \frac{\text{泡沫體積}}{(\text{水} + \text{泡沫濃縮液}) \text{體積}}$$



泡沫噴灑設備。

### 如何選擇合適的膨脹倍率？

必須根據操作條件選擇膨脹倍率 ( ER )：

膨脹倍率	預測距離	用途	優勢/局限性
低 ER < 20	> 30 公尺 穩定狀態泡沫	<ul style="list-style-type: none"><li>- 通過隔離層限制蒸發和冷卻。</li><li>- 極性物質用水性成膜泡沫 (AFFF) 或成膜氟蛋白 (FFFP)。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 可有效減少液池、開口槽罐等的蒸發。</li><li>- 可使用泡沫瞄子 (或泡沫炮) 在拖船、消防船等上遠距離噴射。</li></ul>
中 20 < ER < 200	對惡劣天氣敏感 ~10 m	<ul style="list-style-type: none"><li>- 可侷限洩漏</li><li>- 在部分或完全侷限的位置洩漏有毒氣體或物質</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 化學品儲存貨櫃</li></ul>
高 ER > 200	< 1 公尺輕質泡沫	<ul style="list-style-type: none"><li>- 可充填大體積區域</li><li>- 有限的耐火性</li><li>- 可能分散</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 對惡劣天氣非常敏感</li></ul>

表 62：膨脹倍率取決於操作條件。

## 應該如何選擇泡沫？

可考慮不同的標準來選擇最合適的泡沫，如：

- **濃縮原液**的百分比：對應於界面活性劑的濃度，通常油用 3%，極性物質用 6%。
- 與已購買設備的兼容性：比例混和器的特性（黏度、濃度）、水流/氣流、腐蝕風險以及水帶或瞄子的類型。
- 不同**類型**的泡沫具有下表中的對應特徵

泡沫類型	成膜					
	蛋白質	氟蛋白	合成	水成膜泡沫 (AFFF)	成膜氟蛋白 (FFFP)	耐酒精
<b>組成</b>	含有額外穩定劑的動物蛋白	含有額外含氟化學界面活性劑的濃縮蛋白	含有額外穩定劑的合成發泡劑混合物	含有額外含氟界面活性劑的合成發泡劑	蛋白質和氟化界面活性劑和穩定劑	水解蛋白 (P)、氟蛋白 (FP)、添加聚合物的合成穩定劑
<b>主要特點</b>	- 便宜 - 非常穩定 - 低抗化性	- 密封能力強 - 低抗化性 - 較難與油品混合	- 良好的膨脹倍率 - 可與燃料混合	能夠在燃料表面形成透明薄膜		燃料不溶性膜
<b>滅火效率</b>	- 直接對抗火焰能力良好 - 低抗化性	- 比蛋白質更有效和更少的再燃性， - 比蛋白質更快的擊倒滅火	- 幾乎沒有抗復燃性 - 所有膨脹倍率	- 良好的抗復燃性 - 良好的擊倒滅火效果，類似於氟化泡沫		大量不同的配方
<b>流動能力</b>	高剪應力下流動緩慢	比蛋白質更好	比蛋白質流動更自由	良好的排水率		流動迅速

表 63：泡沫類型。

## 整備注意事項

- 對環境的影響：根據泡沫對環境可能產生的影響，應變計畫應包括使用建議，例如不要在生態敏感區域噴灑泡沫；
- 應考慮用海水來混合泡沫原液的兼容性和效率。
- 應通過定期測試來確認泡沫原液的使用壽命。
- 不建議將受老化的泡沫原液與新的泡沫原液混合填充原液槽，這會加速新泡沫原液的老化作用。切勿混合蛋白質和合成泡沫原液；
- 泡沫原液有效性的抽樣測試和控制：如果可能，將儲槽或儲槽頂部和底部的樣品均質化。評估發泡溶液，應使用現場或應變期間使用的水。5 年貯存期後，在真實的小型火盤上進行試驗，驗證其效能；

- 泡沫原液應儲存在  $T < 50^{\circ}\text{C}$  並與空氣隔絕的適當容器中，以避免氧化和蒸發。一些泡沫原液對霜凍極敏感。

## 操作注意事項

### 如何噴灑泡沫？

- 不應將泡沫直接噴灑到物質上，尤其是在著火的情況下，而是通過間接噴射在傾斜表面上，使泡沫滑到目標上。
- 應噴射足量的泡沫原液和水，以快速鋪滿整個表面並保持覆蓋。使用第二種控制方法； [▶5.34 使用水幕](#)
- 應考慮現場限制：泡沫產生器的機動性、體積以及泡沫產生率、電力/水壓電源的可用性等。

### 所需的人員/設備

可以使用手動、熱或水力產生器等來製造泡沫。根據設備（篩網或網孔），氣泡的大小可能不同。

泡沫可以手動噴灑（手持或帶移動輪）或從固定裝置噴灑，例如泡沫噴嘴系統或泡沫灌注系統（用於高膨脹比泡沫）。

### 如果可能回收，請特別注意

- 噴灑泡沫會減少漂浮性洩漏物的表面張力，這將使它更難用汲油器回收。



## 5.36 自然衰減和監測

### 資料頁 5.36

應變

### 自然衰減和監測

返回

#### 目標

貨物在環境中的釋放可能發生在多種情況下，HNS 可以在事故發生後立即非自願地釋放部分或全部，例如在碰撞、沉船等之後。在其他情況下，HNS 可以在適當的決策過程，並徵得大多數利害關係人和專家同意後自願性釋放。在所有情況下，都應實施監測。

#### 適用性

當 HNS 洩漏（如 OPRC HNS 協議中所述）可能對人類健康造成危害、損害生物資源和海洋生物、破壞便利設施或干擾海洋的其他合法用途時，干預措施是合理與必要的。然而，必須滿足一些基本條件：

- 干預措施不應造成比洩漏本身更大的傷害，
  - 尤其對應變人員而言，風險應受到監控，並在使用適當設備時有適當考慮職業健康和安全。
- 在某些情況下，可能因各種原因而無法直接實施干預。例如，假設和自願決定不直接實施干預（監測除外）可能因：
- 與當前情況相關，或可能立即發生、或不穩定且不可預測的狀況演變而出現的重大風險，應變人員如果去現場可能會威脅到他們的生命；
  - 可支持需干預的風險本質和/或程度：與洩漏化學品相關的直接或間接危害足夠低，不需要任何干預。
  - 應變時間不足，原因是：
    - 質量傳輸動力學的時間與應變時間相比太短。例如某些化學品的快速蒸發或溶解過程；
    - 應變手段的部署或實施將花費太長時間。

#### 方法描述

在所有情況下，應記錄所有支持決策的相關和客觀資訊。此外，如果可以部署攜帶式或固定偵測器在安全條件下監測，應盡快繪製受影響區域的濃度分佈圖。根據上述條件和決策過程，可能會有以下兩種不同的情況。

### 如果無法進行干預：

- 應盡可能在安全條件下進行遠端監測或觀察（目視或錄影記錄），例如繪製大氣中有毒/爆炸性氣雲的濃度或水中溶解化學物質的急性毒性濃度圖。在所有情況下都應進行監測和模擬，並始終考慮對人類和其他生物體的直接和間接影響。此類資訊可用於事故檢討，甚至是為賠償記錄提供證據，和證明無法進行直接干預所必需的；
- 應立即進行監測以評估立即的影響並考慮可能需要就地避難或疏散。

**控制下釋放**如果被認為是最好的選項或至少是破壞最小，應該通過一個嚴謹的過程來執行，包括：

- 由專家委員會評估釋放時對民眾、環境和便利設施的潛在影響。評估應基於不同情境的模型輸出；
- 技術可行性的預先研究，包括在貼近現場的條件下進行實驗，以評估行為和歸宿；
- 技術可行性的研究應由公認的專家進行。根據作業的不同，可以通過協作方式進行，例如由打撈公司或與打撈公司一起進行海上作業；
- 制定監測計畫和應變計畫以防止情況惡化



研究化學品（或油）在水柱中上升或下沉時的行為的實驗水柱。

技術和程序的使用很大程度上取決於貨物的位置和 HNS 的行為。應根據情況使用專用設備，在受控和安全條件下釋出貨物：

- 在沉船事故，ROV 或潛水員可使用炸藥或機械切割來刺穿船體。植物油等漂浮污染物可被

釋出並上升到水表面，再被圍堵和泵送。可以在儲槽中建立水迴路以抽空更大量的產品。溶解性化學品可以釋出以快速和完全溶解，而不會對環境產生重大影響；

- 在氣體的情況下：可以用炸藥進行遠端中和作用（鑿沉）。  
過去使用受控釋放的事例：Ece (2006)、Ievoli Sun (2000)。

#### 注意事項

- 在所有情況下，都應考慮化學品的行為和歸宿以及環境條件。
- 對於受控釋放，應考慮幾個關鍵點：附近是否存在水流、攪動、水深和附近的敏感介質。

## 5.37 使用吸收劑

### 資料頁 5.37

應變

### 使用吸附劑

返回

#### 目標

在事故導致以下物質釋出後提供主要指引，以保護海岸線和特定結構，以及回收污染物：

- 固體表面（例如海岸線、船舶甲板、碼頭等）上的產品；
- 海面上的漂浮物。

#### 適用性

建議的技術通常適用於洩漏到固體表面（海岸線、碼頭）或漂浮並具有低蒸氣壓和溶解度（持久性漂浮物 (Fp)）的物質。通常，使用吸附劑是：

- 不適用於大量洩漏；
- 不適用於開放海域，因為浸有污染物的吸附劑可能會擴散並留在海洋環境中（二次污染）；
- 與其他應變技術的部署結合可能很有用；
  - ▶ [5.42 圍堵技術：攔油索](#)
  - ▶ [5.43 回收技術：幫浦和汲油器](#)
- 在良好的天氣和海況下有用；
- 昂貴的，考慮到回收的污染物數量/吸附劑數量比率以及廢棄物管理成本。

#### 方法描述

吸附劑可用於：

- ✓ 保護難以清潔的區域；
  - ▶ [5.40 岸上 HNS 應變](#)
- ✓ 過濾水流，作為訂製屏障的主要材料，具有吸附污染物的特性；
  - ▶ [5.38 水層的 HNS 應變](#)
- ✓ 從海洋或固體表面回收污染物。

吸附劑有不同類型：

- ✓ **通用吸附劑**能夠吸附親水（極性）和疏水（非極性）物質；它們可以是植物性的（例如木屑）或礦物性的（例如沸石）。由於它們也會吸水，因此會下沉，故只能用於固體表面。
- ✓ **疏水吸附劑**只吸附非極性污染物；它們通常是合成產品（有機聚合物，例如聚丙烯和聚氨酯）。它們傾向於漂浮，因此可以在海上使用。

根據它們的形狀和包裝，可以考慮使用以下吸附劑：攔油索 ( booms )、片/卷/枕 ( sheets/rolls/pillows )、絨球、散裝吸附劑 ( 粉末、顆粒 )。



與吸附片或鬆散吸附劑結合使用時，攔油索主要用於圍堵海面上的產品。



吸附片用於回收低/中黏度漂浮液體污染物。



吸附絨球用於回收中/高黏度的漂浮液體污染物。



散裝吸附劑用於 ( 在侷限區域 ) 增加海面液體的厚度和黏度或干預固體污染的表面。

用於吸附和回收的設備必須與欲處理的物質化學相容，以避免洩漏、永久性損壞和整體效率降低的風險。此外，選擇特定的設備也很重要。

吸附材料可以通過兩種方式使用：

- 用小船手動分配；
- 如果風力不大，散裝吸附劑可以藉助鼓風機散開。

使用過的吸附劑可以手動收集 ( 攔油索、片、枕、絨球 ) ( booms, sheets, pillows, pompoms )，使用手動工具 ( 上陸網、叉子 )，或使用網眼比吸附劑的顆粒尺寸更細的網 ( 尤其是散裝吸附劑 )。

	吸附索	吸附片/卷/枕/絨球	散裝疏水性吸附劑	散裝通用吸附劑
<b>原則</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在水中與圍堵索結合使用以回收污染物。</li> <li>有時訂製屏障的主要材料具有吸附特性。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在岸上使用以保護表面。</li> <li>結合圍堵索在水中使用以回收污染物。</li> <li>有時訂製屏障的主要材料具有吸附特性。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在岸上使用以回收污染物，結合高壓清洗機將吸附的化學物質送至收集池。</li> <li>在水中與圍堵索結合使用以回收污染物。</li> <li>用於填充過濾材料的訂製屏障</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在岸上使用以回收污染物，結合高壓清洗機將吸附的化學物質送至收集池。</li> <li>用於填充過濾材料的訂製屏障</li> </ul>
<b>用於</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>過濾</li> <li>回收</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>保護</li> <li>過濾</li> <li>回收</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>過濾</li> <li>回收</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>過濾</li> <li>回收</li> </ul>
<b>何處使用</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有遮蔽的海域或港口</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>固體表面</li> <li>有遮蔽的海域或港口</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>固體表面</li> <li>有遮蔽的海域或港口</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>固體表面</li> </ul>
<b>優點</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特別適用於低黏度產品</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特別適用於低黏度產品</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特別適用於高黏度產品</li> <li>高接觸面</li> <li>防止污染物擴散，促進回收</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高接觸面</li> <li>可以吸收所有物質</li> </ul>
<b>限制</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高廢液量</li> <li>對高黏度產品無效</li> <li>容易破損</li> <li>幾天後會吸飽水</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低接觸面</li> <li>需要吸附劑或圍堵索圍住</li> <li>對高黏度產品無效</li> <li>不建議在開放海域使用，因為薄片/卷等會下沉和散開</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>需要用圍欄圍住</li> <li>對親水性污染物無效</li> <li>不推薦在開放海域使用，因為吸附劑材料會下沉和擴散</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在海上無用（可能下沉和分散）</li> <li>吸附過程效率不高</li> </ul>

表 64：吸附劑的使用。

## 注意事項

依據其的蒸氣壓，漂浮物質可能會迅速蒸發並導致空氣中的氣體濃度很高。在處理漂浮在水面上的化學品洩漏時，首重的是監測空氣濃度，以評估火災和爆炸風險以及對健康的危害。

一旦被吸附/吸收，蒸發物仍然可以從一些吸附劑中蒸發，因此受污染的吸附劑儲存處仍可能有蒸氣累積的風險。在使用吸附劑之前，應評估它們與污染物的相容性。

一些國家對吸附材料的分類和使用有具體的立法。需永遠考慮廢棄物管理，最重要的是可能會產生大量有害廢棄物。



吸附索。

## 5.38 水層的 HNS 應變

### 資料頁 5.38

應變

### 水層的 HNS 應變

返回

#### 目標

在事故導致以下物質釋放到水層後，提供干預實施的主要指引。由於溶解或懸浮的產品往往會很快分散，因此應儘早進行干預。

#### 適用性

干預發生在溶解物的釋出、固態物質或不溶液體懸浮在水層中的狀況。

建議的應變技術通常只是理論上的，因為可應用的理想條件不太可能同時出現，即：

- 庇護區；
- 深度較淺；
- 平靜的海況。

因此，干預只能在港口或避難區進行。在某些情況下，建議的處理方法可以直接應用於沉船的儲槽。

只有當認為整體影響比將物質留在環境中為更佳時，才會在水層中進行主動應變。

#### ► 5.36 自然衰減和監測

#### 方法描述

有兩個主要的應變選項可以應用：

- 水中處理；
- 過濾流入大海的水（河流、潟湖、沼澤、工業排放）或保護取水口（水產養殖、發電廠）。

應變技術考慮了：

- 污染物的擴散預測；
- 監測；
- 防止不利影響（禁止捕魚和其他海洋用途、保護養魚場等）。

通常特別是在開放海域，應變僅限於上述行動。這些類型的應變技術仍屬特例。

#### 水中處理

在淺水區或港口，可以就地或於船、碼頭或卡車上的移動裝置上處理水層中的問題。

可以使用幾種處理劑來減少對海洋環境的有害影響。處理劑可包括：



- 用於酸或鹼釋放的中和劑來進行干預。可以使用兩種中和劑來避免 pH 值變化：酸性物質洩漏使用碳酸氫鈉( $\text{NaHCO}_3$ )，鹼性物質洩漏時則使用磷酸二氫鈉 ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ )；
- 可與污染物形成沉澱物的凝聚劑或凝結劑，特別適用於不溶性物質於水中懸浮或乳化的情況；
- 可降低污染物毒性的氧化劑或還原劑；
- 活性碳和其他離子交換劑，可以固定水中所含有的污染物離子。

無論如何，在應用此方法之前，必須制定策略計畫並應考慮：

- 處理劑的類型；
- 在水中噴灑/引入處理劑所需的設備（例如配備有泡沫抽吸管的消防水帶瞄子）；
- 根據物質體積所需的處理劑體積；
- 何時停止操作。

在所有情況下，專家建議都是必不可少的。如果可能可使用氣泡幕屏障來圍堵溶解或懸浮的化學品洩漏物。

#### ►5.42 圍堵技術：攔油索

通過泵送污染水進入移動裝置處理是更佳的選擇；它通常使用與上面列出的處理劑進行處置。這種方法適用於：

- 需要處理的水量有限且沒有海流；
- 所用設備（幫浦、處理程序）的能力在處理流量和體積方面與污染物的性質和程度相應。

專門從事水處理的公營和私營公司可以使用多種不同程序。

#### 過濾水流和保護進水口

可以使用訂製的屏障或吸附劑材料進行進水口的過濾和保護。

#### ►5.37 使用吸附劑



用於過濾漂浮污染物的路堤和傾斜管線。

這些系統將完全或部分阻擋水流、過濾水體、控制/轉移水表面的洩漏物。屏障可以用鐵絲網和稻草、堤防和傾斜的管線、捕集網等製成。

訂製的屏障和吸附材料可用於漂浮、分散和下沉的物質，並有效過濾有限的水流（例如管線）。

過濾通常不能 100% 有效，而且其建造可能難以實施。用於過濾和保護的設備必須與被處理的物質化學相容，以避免洩漏、永久性損壞和整體效率降低的風險。

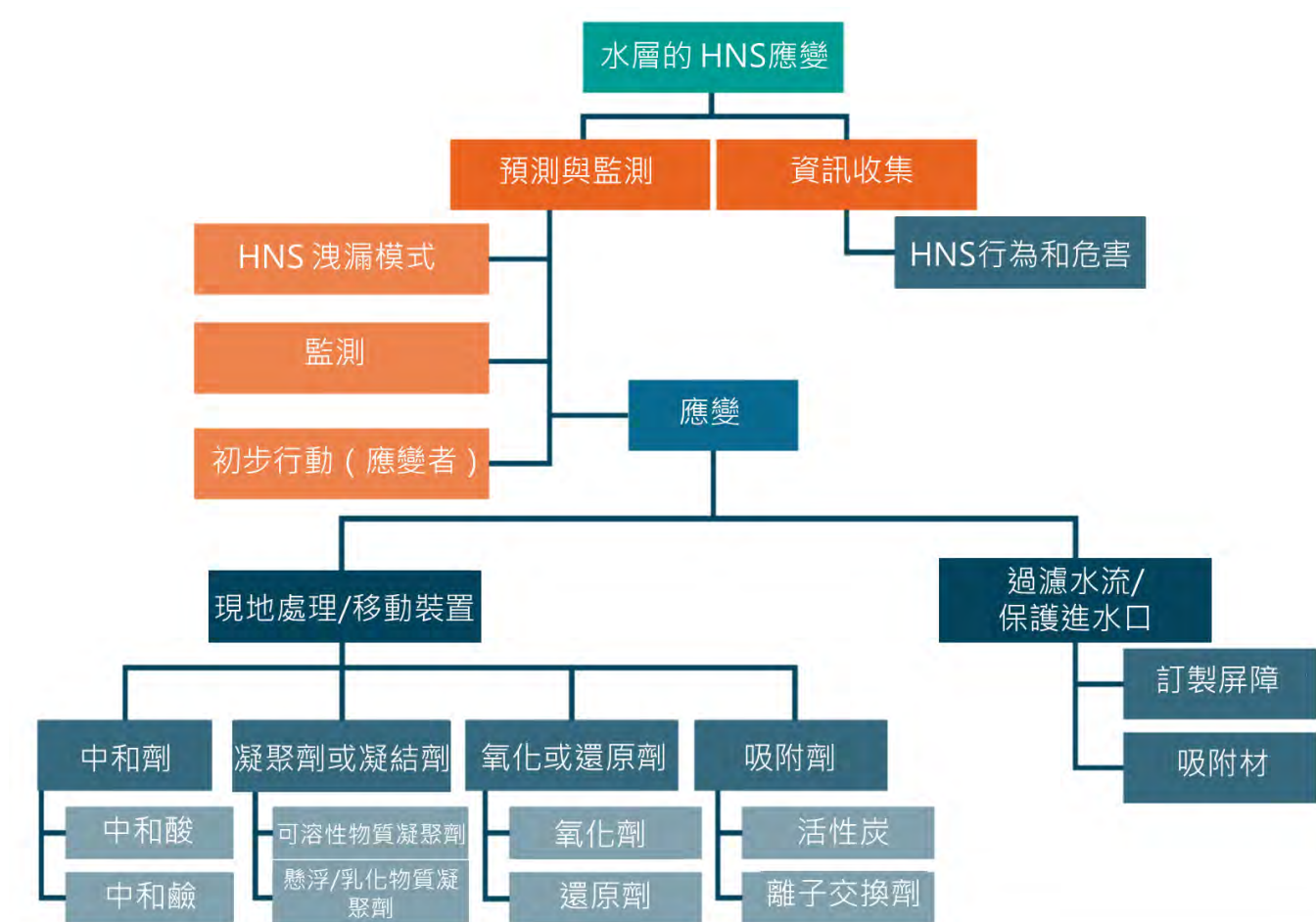


圖 73：水中 HNS 應變的決策樹。

### 注意事項

只有在適當評估以下條件時，才可能合理地將回收策略應用於水體：

- 所選程序已證實有效，並且操作員熟悉/有能力有效地應用它；
- 水量有限，水流很低或沒有水流；
- 設備和材料可在現場獲得或可以很快運送至現場

## 5.39 海底 HNS 應變

### 資料頁 5.39

應變

### 海底 HNS 應變

返回

#### 目標

提出繪製、侷限、現地處理並可能回收海底物質的策略。

#### 適用性

該技術可用於沉降物(S)和沈降物/溶解物(SD)，包括液體和固體。

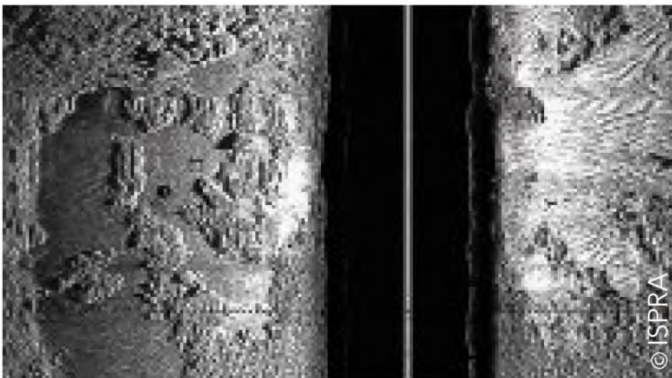
#### 方法描述

液池或固體散裝物質會悶住海底使之缺氧，並產生可危害底棲生態系統的厭氧條件。在涉及沉降物的洩漏情況下，該物質很可能會擴散到整個海底；它的分佈將特別取決於地形和海流。海底 HNS 應變的啟動由定位物質並繪製其範圍開始，檢測到該物質後，可以將其侷限、在現地進行處理、回收或留在環境中並進行監測。

#### 繪製洩漏圖

可以通過結合兩種策略來確定散布範圍：

1. 如果能見度好，使用電聲儀器和/或安裝在 ROV 上或由專業潛水員攜帶的水下攝像機進行直接觀察；
2. 對水體、間隙水、沉積物和底棲生物進行採樣，然後對某些有需要的物質進行化學分析。



側掃聲納影像顯示部分被煤炭覆蓋的Posidonia草地。



專業潛水員拍攝的同一海底照片。

根據物質的危害和洩漏的環境條件(例如深度、水流、能見度),可以使用不同的工具和設備:

- ✓ 遠端操控載具 - ROV/AUV, 如果出於安全原因可用, 首選解決方案。▶[5.24 遠端操控載具](#)
- ✓ 專業潛水員專門在污染水域潛水並配備適當的化學防護潛水服: 會受限於危害(毒性和腐蝕性)和當地環境。他們也經常需要作為操作設備的支援。▶[5.20 個人防護裝備](#)
- ✓ 採樣設備: 可以在海底以採樣桿、挖泥船(用於固體)或吸收劑的材料(用於液體)拖曳採樣, 箱式取芯器(用於了解沉積物的厚度)。▶[5.26 採樣技術和協定](#)
- ✓ 電聲儀器: 例如聲納(側掃聲納和多波束), 可用於識別固體(通常在海床釋出)和液體物質(在池底聚集)。▶[5.24 遠端操控載具](#)

雖然這些技術都可用於淺水區, 但深度增加的製圖方法限制在電子儀器和遠端操作車輛上。

物質的位置需要用 GPS 記錄。如果可能的話在淺水區水域, 物質在海面上的位置可以用物理標記(例如, 標記浮標、伸出水面的桿)。如果物質因海底水流而漂移, 則可能需要多次重複此作業。

### 侷限該物質

在淺水區, 有兩種方法可以限制物質在海床上的散佈:

- ✓ 使用挖掘機/抓斗/水下真空抽吸系統挖溝。為了提高這種方法的有效性, 可以使用挖掘出的材料來建造屏障。
- ✓ 在沒有水流的淺水域(深度 < 10 m), 可以使用沙袋或其他材料建造水下屏障。

### 回收物質

如果可以回收, 可以使用各種類型的設備:

挖泥船 ( <a href="http://www.european-dredging.eu/Mechanical_dredger">www.european-dredging.eu/Mechanical_dredger</a> )					簡單的抽吸系統	手動工具/ 挖掘機
	機械挖泥船	液壓挖泥船	氣動挖泥船 (空運)			
原則	使用抓斗或鏟斗鬆開材料並將其升高到表面。	通過連接到離心幫浦的管路系統，鬆散的材料（可以通過機械鬆散或噴射水流來輔助）從現場懸浮的狀態升高。	沉水氣動幫浦。該裝置通常懸掛在陸地吊臂或小型浮筒或駁船上。	物質被幫浦吸入（例如外圍噴射器噴射抽吸幫浦，PIJESP）		手動或機械輔助去除基質。
用於物質	固體或半固體	鬆散，不溶	不溶或微溶於水	不溶（液體和固體）		固體
選擇性	低	中	中	中到高		中
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用簡單/隨時可用</li> <li>使用疏浚監控軟體記錄操作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在操作期間限制洩漏的擴散</li> <li>使用疏浚監控軟體記錄操作</li> </ul>	使用疏浚監控軟體記錄作業	適用於分散的洩漏物		使用簡單/隨時可用
深度限制	淺水區	淺到深水區	淺到中等深度水域	淺到中等深度水域（由ROV導引）		淺水區
限制	造成過多的紊流並冒著將洩漏物擴散到更大區域的風險		<ul style="list-style-type: none"> <li>由潛水員操作，故增加了使用限制</li> <li>疏浚行動是間歇性的</li> <li>僅適用於易流動的物質</li> </ul>	由潛水員在淺水區操作，因此增加了使用限制		
過往案例	Amalie Essburger 1973，瑞典哥德堡港。400噸酚		Testbank 1980，美國密西西比河。16噸五氯酚 (PCP)	Eurobulker IV 2001，意大利撒丁尼亞島。煤炭回收		
照片						

表 65：回收設備。

高選擇性的方法優先選用。

### 物質的就地處理（封蓋）

如果無法回收物質，則可以將其就地處理，以作為限制擴散的臨時措施，或作為移除前降低物質危害的措施，或作為最終措施處理。

根據物質的反應性，就地處理選項可以是：

- ✓ 惰性材料 ( 例如沙子、粘土 ) ;
- ✓ 可中和或降低物質毒性的化學活性劑 ( 如石灰石、活性炭 ) ；
- ✓ 密封劑 ( 如水泥 )

在海床上添加額外的材料可能會對底棲生物群落和當地生態系統造成進一步破壞。

作業的成功取決於覆蓋材料的抗侵蝕能力及其在當地生態系統中的整合 ( 例如對懸浮餵食者的吸引力 )。

### 留在環境中

如果物質不能被侷限 ▶ [5.36 自然衰減和監測](#)



在深海底使用 ROV 進行沉積物採樣。

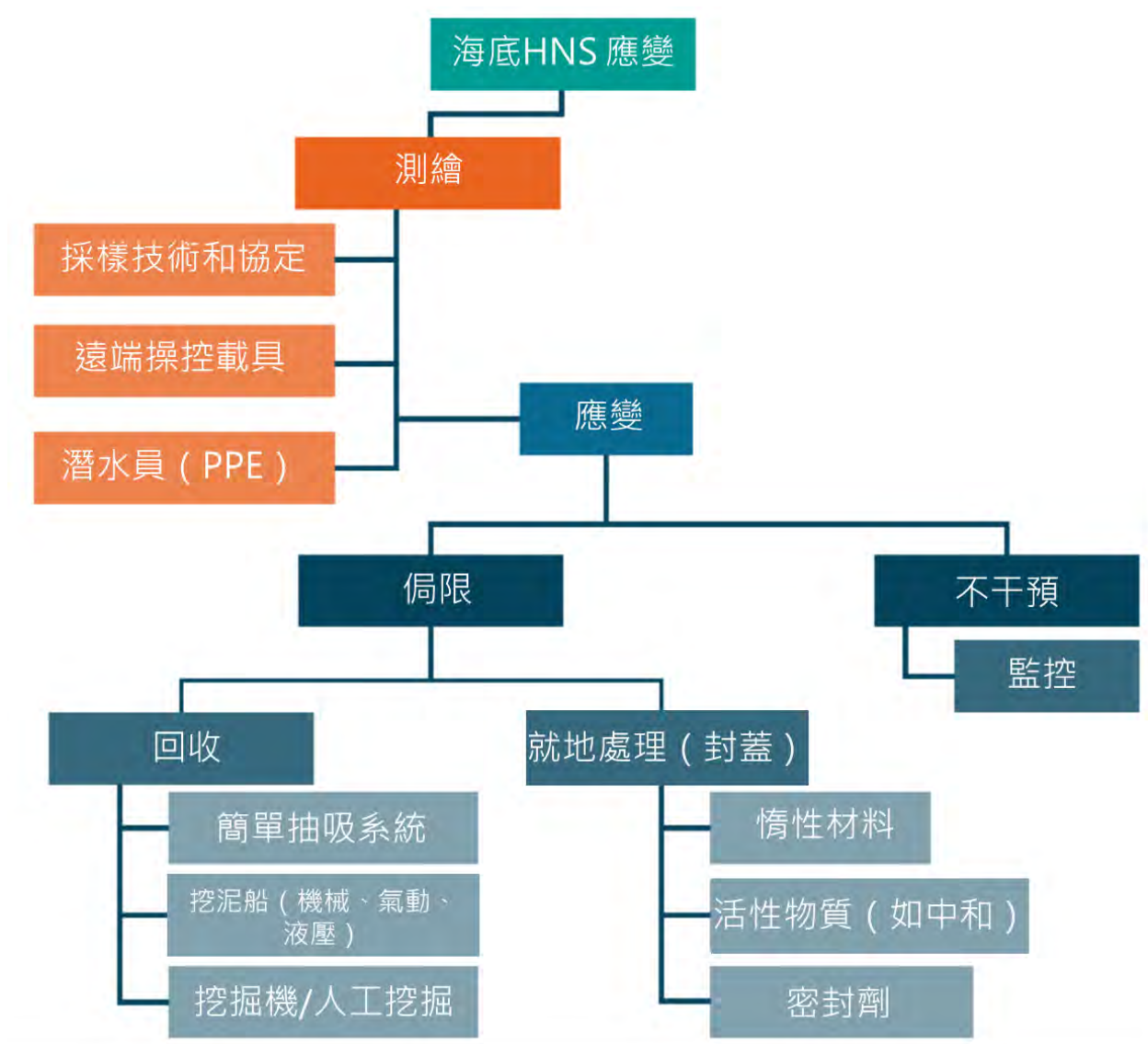


圖 74：海底 HNS 應變的決策樹。

### 注意事項

海底 HNS 應變的一般注意事項如下：

- 海底污染物測繪的難度隨著深度和擴散範圍的增加而增加。
- 隨著深度的增加，復原變得越來越具有挑戰性並且是一項非常昂貴的操作。
- 即使回收在技術上是可行的，費用也常常是一個限制因素。
- 盡可能避免回收未受污染的沉積物，以減少廢棄物產生（▶4.4 廢棄物管理）並儘量減少對環境的影響；應變措施不應比“零行動”對環境造成更大的破壞。
- 需要製定廢棄物處理策略（考慮到潛在需要運輸、處理和儲存的大量廢棄物）。
- 物質會部分溶解，即使根據 SEBC 化學物質屬於 S。



## 5.40 岸上 HNS 應變

### 資料頁 5.40

應變

### 岸上的 HNS 應變

返回

#### 目標

概述通常用於處理影響海岸的 HNS 洩漏的主要應變技術。

#### 適用性

固態和液態的化學品，蒸發率低，可能會到達海岸線從而需要做出應變。包裝形式的化學品的回收在 [▶5.41 包裝貨物應變](#) 中討論。

如果應變需要，若可以使用適當的 PPE 來減輕物質危險性的風險，則可以進行圍堵和回收作業。 [▶5.20 個人防護裝備](#)

#### 方法說明

首先，是要考慮對民眾的潛在危害；例如，通常需要禁止民眾進入受影響的海岸線。此外，有必要保護工業廠房（海水淡化廠、熱電廠、沿海工業設施）和水產養殖的取水口，防止進一步受到損害。 [▶5.18 初步行動（應變人員）](#)

建議盡快實施海岸線清理評估技術（Shoreline Cleanup Assessment Technique, AT）（Cedre，2013a）。

到達海岸線的化學品通常可以使用既有的油類回收技術進行回收。瀝青或重質燃料油的回收方法可用來回收固體和高黏性液體物質；低黏度液體物質可以用中質/輕質原油或柴油的回收技術進行回收（Cedre，2013 年）。

後勤方面的考慮也與油類清理活動相同：工作現場的組織；臨時存放設備的區域；用於人員和設備除污；用於存儲材料（ISPRA，2013）。很多時候還需要進行空氣監測。

#### 岩岸

	手動清理	幫浦抽吸	吸附劑 ▶5.37 使用 吸附劑	沖洗或洗滌	高壓洗滌
原理	污染物和碎片用手或手動工具清除	抽吸池中累積的污染物	沖洗或加壓沖洗處理後在海上回收污染物	去除表層厚厚的污染物累積，然後可以在海上回收或留下稀釋	用高壓清洗機清洗以去除薄層污染物，然後可以在海上回收或留下稀釋
用於物質	固體和高粘度液體	中低黏度液體	液體污染物	固體和液體污染物	固體和液體污染物
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>高效率</li> <li>廢棄物量最小化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>收集率高</li> <li>廢棄物量最小化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>對地面少量污染物洩漏（港口洩漏）的應變</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>清除行動效率高</li> <li>收集率高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>清除行動效率高</li> <li>收集率高</li> </ul>
限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>工人會直接接觸污染物</li> <li>收集率低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>僅收集厚度 &gt; 1cm 的污染物</li> <li>難以在難到達區域操作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大量廢棄物</li> <li>僅對少量洩漏有效</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>難以在難到達區域操作</li> <li>潛在危險廢水會噴射到操作員</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>難以在難到達區域操作</li> <li>可能對岩棲動物造成損害</li> <li>潛在危險廢水對操作員/更廣泛區域的影響</li> </ul>
過往案例	煤炭洩漏（Finacia 32，印尼）				

表 66：岩岸。

## 沙岸

	手動清理	機械回收	吸附劑 ▶ 5.37 使用 吸附劑	沖洗或淹沒	機械篩選
原理	污染物和碎屑用手工或手動工具移除	污染嚴重時用推土設備回收	沖洗或壓力沖洗處理后在海上回收污染物	低壓噴水（淹沒、沖洗），用於沉浸粗糙沉積物、石塊和圓石使液體污染物從沉積物中流出並到達海上在海上它們可被回收或留下被稀釋。	使用海灘清潔機將污染物與沈積物分離
用於物質	固體和高黏性液體	固體和高黏性液體	液體污染物	低密度固體和液體污染物	固體和高黏性液體
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高效</li> <li>• 廢棄物量最小化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 清除行動效率高</li> <li>• 工人與污染物的接觸少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在海上人工回收污染物</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 清除行動效率高</li> <li>• 收集率高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 沉積物/污染物分離效果好</li> <li>• 廢棄物量最小化</li> </ul>
限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工人會直接接觸污染物</li> <li>• 低收集率</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 僅在可接近的區域</li> <li>• 大量廢棄物</li> <li>• 增加污染物/沉積物</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大量廢棄物</li> <li>• 僅對小量洩漏有效</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 侵蝕海岸線</li> <li>• 難以於難靠近區域操作</li> <li>• 潛在危險廢水會噴射到操作員</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 僅在沙灘上</li> <li>• 僅在可進入區域</li> <li>• 中/低收集率</li> </ul>

表 67：沙岸。

### 注意事項

與石油一樣，優先選擇在污染物回收方面具有更高選擇性優勢的技術，最大限度地減少沉積物和水的收集，從而減少產生的廢棄物量和進行後續處理的需要養份。▶ 4.4 廢棄物管理

然而，永遠都要考慮使用設備與所涉及污染物的相容性。



使用吸附片保護工作區域。



海岸線上的聚二苯基甲烷二異氰酸酯(PMDI)。



海岸線上的石蠟。



廢棄物管理。

## 5.41 包裝貨物應變

應變

資料頁 5.41

包裝貨物應變

返回



貨櫃船上受損的貨櫃。

### 目標

評估包裝貨物的行為和歸宿，並對它們進行定位、繪圖、辨識和回收。這些貨物可以是整個貨櫃，也可以是單個包裝，可能漂浮、下沉或擱淺。▶[5.4 包裝貨物標識](#)

### 方法說明

#### 海上包裹的歸宿和行為

#### 海洋環境中影響行為和歸宿的主要環境因素和包裝特徵

	SEBC包裝組	行為	相關環境條件
1	$PF W/V < dsw - 0.01$	飄浮	海水和風力條件；表面海流
2	$PI W/V = dsw - 0.01$	浸入	海水和風力條件；表面海流
3	$PS W/V > dsw - 0.01$	下沉	表層下和底層海流，底部形態

$W$ =包裝貨物的總重 (kg)  $V$ =包裝總體積 (l)  $dsw$ =海水密度

表 68：海洋環境中的行為和歸宿。

包裹的漂浮性決定了貨物被淹沒的部分。這也決定水流和/或風對其漂移的影響，以及它的能見度。

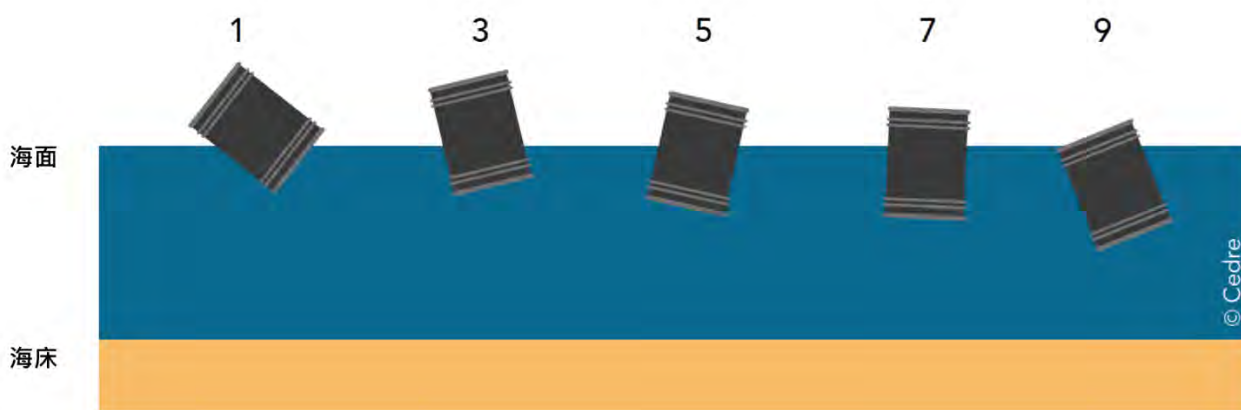


圖 75：包裹的漂浮性。觀察到的行為從 1 (完全漂浮在海面) 到 9 (淹沒在海面以下)。

貨櫃通常漂浮在海上，這取決於貨櫃內部有多少空間和內容物的密度。浮力還取決於容器落水時包裝是否損壞；每種包裹都是如此。即使貨運貨櫃不是水密的，在某些情況下也有觀察到它們漂浮於海上；另一方面，液體容器是防水的。



漂浮在港口的液體桶。

### 定位和測繪/標記

包裝好的貨物可能會意外丟失、在緊急情況下被丟棄或包含在沉沒或擱淺的船舶中。它們可能會在水流、風或潮汐的作用下被帶到很遠的地方。根據包裹的浮力，它們可能：

- 漂浮在水面並最終擱淺在海岸線和海灘上；
- 在水中漂流；

- 沉入海底。



漂浮和擱淺的貨櫃。

在所有情況下，除了與儲槽內容相關的危險之外，儲槽還可能造成航行危險。

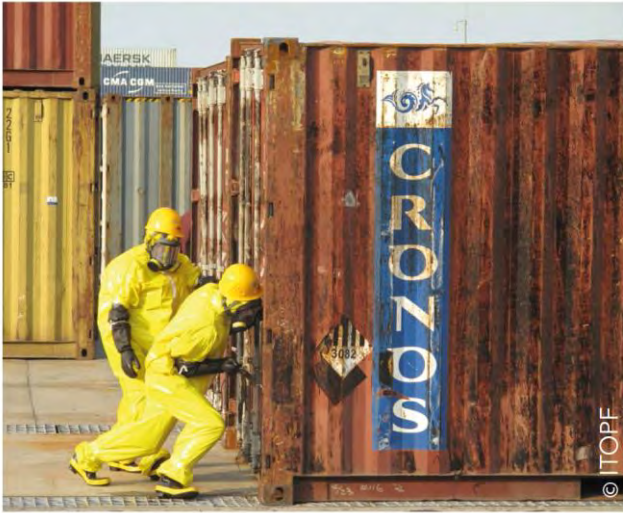
漂流包裹可以通過使用 IR/UV、SLAR 系統進行空中監視來定位。辨識沉沒的包裹可能非常耗時，並且需要更複雜的設備，例如聲納和/或 ROV/AUV ▶[5.24 遠端操控載具](#)。建議使用聲納（多波束和側掃聲納）在底部進行搜索，通常與磁力計結合使用；辨識出的貨櫃/貨物隨後由專業潛水員或 ROV 檢查，特別是在深水中或者如果直接檢查不安全，則確認它就是丟失的貨櫃/貨物並檢查它以確認保存狀態和回收的可能性。如果懷疑污染物存在，建議採集沉積物和水樣。

找到儲槽或單個包裹後，初步調查會概述找到的儲槽/單個包裹的數量、內容物（基於標記和標籤）及其狀況（洩漏、密封）。貨物應用聲音騷擾裝置（pingers）或浮力袋做標記。

### ▶[5.23 物質標記](#)

## 回收

內容未知且其包裝面上沒有可解釋資訊的包裹必須被假定為高度危險的，因此對應變人員應實施最高級別的保護。



檢查貨櫃。

在開始回收海上丟失的包裹之前，需要了解：

- 它們的主要特徵：尺寸和類型；
- 他們在海上的行為和歸宿（漂浮、沉沒、淹沒）；
- 由風和水流而定的漂移；
- 攜帶物質的危害概況，以規劃相關人員的風險評估和防護裝備；
- 事故中發生的完整性或機械的損壞（洩漏、密封）



	收集網	用起重機吊裝	打撈桶或專用架子	受控釋放	拖曳
方法	使用收集網回收桶或小包裹	起重機使用吊索鉤住貨櫃四個角，吊起漂浮的貨櫃。	將貨物放入特定的打撈桶或專用貨架中，以便安全運輸 ▶5.32 密封和堵塞	可以通過貨物鑽孔來釋放包裝中的物質	使用拖纜將貨櫃拖到安全區域
應用	浮動和沉沒的圓桶或小包裹	漂浮和下沉儲槽	沉沒並沖刷上岸的圓桶	漂浮貨櫃和沈沒貨櫃	浮動儲槽
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>操作員與桶的接觸有限</li> <li>回收小包裝的技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>回收整個儲槽而不損壞它們</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>避免污染物從損壞的桶中釋放</li> <li>降低操作員的風險</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不需要複雜的設備</li> <li>當回收太危險和/或將污染物與水混合可減少危害</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不需要精密設備</li> <li>減少對航行和環境的危害</li> </ul>
深度限制	適用於沉沒的貨物，專業潛水員可以在深水中操作或使用 ROV 的地方	適用於專業潛水員可以在深水中操作或使用 ROV 的地方	適用於專業潛水員可以在深水中操作或使用 ROV 的地方	適用於專業潛水員可以在深水中操作或使用 ROV 的地方 (適用於沉沒的貨櫃)	無
限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>包裝在操作過程中可能會損壞</li> <li>取決於海況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>只能在良好的天氣條件下進行操作</li> <li>使用具有起重能力的起重機，由於內部水或泥漿的重量而有破裂的風險。儲槽可能需要排水。</li> <li>在海上用起重機很難吊起漂浮的貨櫃，通常使用特殊的箱子。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業過程有損壞桶的危險</li> <li>操作員和設備有受污染的風險</li> <li>操作只能在天氣好的時候進行條件 (用於沉沒的圓桶)</li> <li>打撈桶的構造材料必須與內包裝中的物質相容</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不得在死水中</li> <li>操作員和設備有受污染的風險</li> <li>海洋生物群和保護區有受到污染的風險</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>拖航期間貨櫃丟失。</li> <li>為貨櫃配備大型浮標和聲音騷擾裝置/轉發器</li> <li>拖航過程中污染物的損失</li> <li>取決於海況</li> <li>不適用於可能洩漏危害性內容物的貨櫃</li> </ul>
過往案例	Eurocargo 威尼斯 (意大利, 2012 年)				

表 69：包裝貨物應變的方法和應用。

沉沒包裹的回收作業在深水中或直接接觸為不安全時可由 ROV 執行。在這些情況下，作業成本可能會明顯增加。



用收集網吊升桶子。



用起重機吊起桶子。



回收倒塌的貨櫃。



用在海底收集桶子的專門架子和打撈桶。

## 注意事項

海上包裝貨物應變的一般注意事項：

- 水深和海底地形將極大地影響搜索作業的複雜性。影響搜索的其他重要因素包括包裹類型、大小和形狀、包裝材料以及海流和海況；
- 僅當水很深且貨物散落在大面積區域時，不應變的選項才能是唯一合理選擇。

### ► 5.36 自然衰減和監測

- 鑿破包裝好的化學品有時可適用於可透過與水混合來降低危害的物質，以及回收可能更危險的時候。需考慮對敏感生物群可能產生的負面影響。

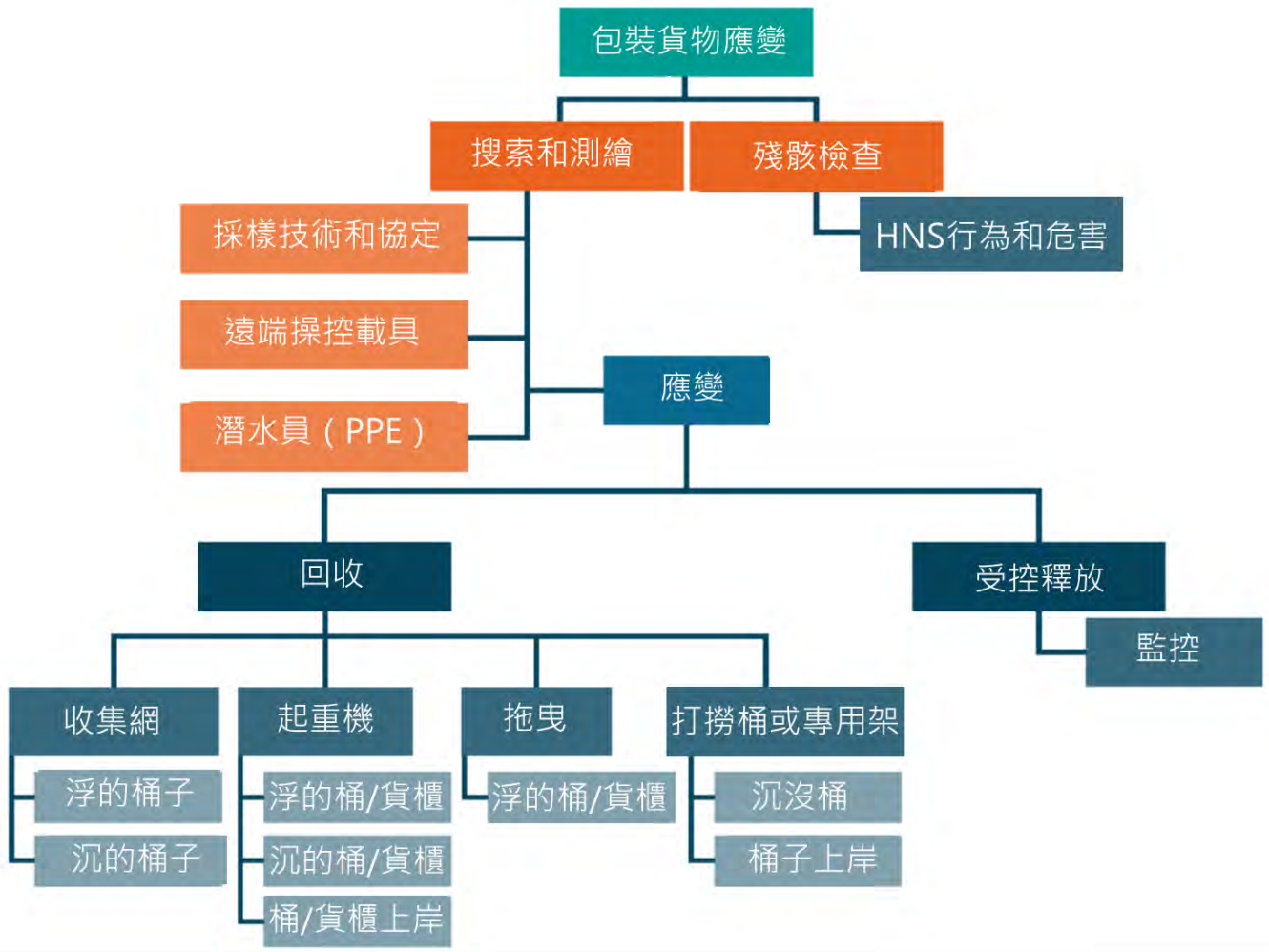


圖 76：包裝貨物應變決策樹。

## 5.42 圍堵技術：攔油索

### 資料頁 5.42

應變

### 圍堵技術：攔油索

返回

#### 目標

在 HNS 事件中，如果在安全情況下處理或回收洩漏的物質之前，可能有必要在作業上侷限污染物並將其集中。圍堵系統使回收操作更加有效。▶[5.43 回收技術：幫浦和汲油器](#)



圖 77：HNS 事故後的第一步。

#### 適用性

圍堵作業可適用於以下物質洩漏的情況：

- 漂浮液體，例如植物油。它們可以在海洋環境中具相當的持久性（行為分類組 Fp – 持久性漂浮物）。脂肪油是屬於 Fp 組化學品中的一個例子。F 組中的某些物質有時可能因為黏度低而難以控制；其中一些可能會非常迅速地擴散到水面，形成極薄層並分散在水中；
- 具有低蒸氣壓和低溶解度的漂浮固態化學品，例如硬質棕櫚油。

#### 方法說明

攔油索是用來圍堵漏油的裝置。可以根據條件（天氣、海況、公海/港口）和涉及的海面面積使用各種類型的攔油索，在 HNS 洩漏的情況下使用。用於侷限的所有設備必須與被處理的物質化學相容，以防止洩漏、永久性損壞和整體效率降低的風險。

圍堵系統受到幾個因素的限制：

- 天氣和海況，尤其是海況。根據圍欄的類型，在強流（> 2 節）和大浪（> 1 米）中可能會失效；
- 拖船的可用性；
- 船舶之間必要的協調；
- 化學相容性。



強烈水流導致攔油索故障。

可以在海面使用以下方法侷限物質：

- 靜態攔油索：使洩漏保持在靠近源頭的位置（例如在洩漏的船舶周圍）或保護進水口。回收區可以安裝在堆積區中。靜態攔油索可以是訂製的，可使用與洩漏化學品相容的不同材料（例如乾草）；
- 氣泡圍幕（bubble curtain）：在港口區域保持洩漏鄰近源頭；
- 動態攔油索：在浮油已經擴散時收集散佈在海面上的物質，並集中收集污染物以便於回收。

空中和海上觀察對於導引侷限和回收行動是必要的。它們有助於協調污染應變船舶並實時監控情況。

		圍堵設備		
		氣泡圍幕	靜態攔油索	動態攔油索
原則		將壓縮空氣泵入放置在海底的穿孔軟管，在漂浮污染物周圍形成氣泡屏障	在洩漏源周圍部署攔油索和/或促進回收過程，通過錨定在海底或船舶或岸上來固定。可使用訂製的攔油索	由一艘或多艘具有不同配置的船舶拖曳充氣式攔油索以收集擴散的污染物。一些攔油索專門設計僅作為動態使用（例如海流剋星）
用於物質		漂浮或分散在淺水或港口的污染物	漂浮污染物	漂浮污染物
優點		<ul style="list-style-type: none"> <li>在靜水中具有良好的圍堵效率</li> <li>人員與污染物的接觸有限</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在源頭侷限物質</li> <li>能夠將產品集中到適合回收的厚度</li> <li>在有利的天氣條件下具有良好的圍堵效率</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>侷限並集中物質</li> <li>收集分散物質</li> </ul>
深度限制		深度小於 20米	淺水區，如果錨定在海床或海岸上	沒有深度限制
限制		<ul style="list-style-type: none"> <li>海面面積有限</li> <li>港區和淺水區</li> <li>與回收活動的協調</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不適用於惡劣的海況拖船的可用性</li> <li>與回收活動的協調</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>部署困難</li> <li>拖船的可用性</li> <li>船舶之間的協調</li> <li>與污染物位置和回收活動的協調</li> </ul>
過往案例			事故：Allegra，1997年；在英吉利海峽根西島海岸附近。貨物：15,000 噸棕櫚油（固體）	

表 70：圍堵設備。



由網子和吸附劑製成的訂製攔油索，用於處理硬質棕櫚油洩漏。



用乾草製成的訂製攔油索。



植物油洩漏。



海流剋星進行動態圍堵。



採用「U」型配置的傳統充氣欄油索進行動態圍堵。

### 注意事項

- 由於漂浮產品往往會迅速擴散和分散，因此應迅速進行干預以最適化作業。
- 根據蒸氣壓，漂浮物質可能會迅速蒸發並導致空氣中的氣體濃度升高。因此，在應變漂浮在水面上化學品的洩漏時，重要的是監測空氣濃度，以評估火災和爆炸風險以及對健康的危害。
- 需要一艘或多艘應變船來部署設備和儲存廢棄物。



## 5.43 回收技術：幫浦和汲油器

應變

### 資料頁 5.43

### 回收技術：幫浦和汲油器

返回

#### 目標

在 HNS 洩漏中，一旦物質或產品被隔離或控制，其中一種選項是從海洋環境中回收。回收只能在圍堵有效後進行 ▶ [5.42 圍堵技術：攔油索](#)。



圖 78：HNS 事故後的第二步。

#### 適用性

適用於回收的物質類似於適用圍堵的物質 ▶ [5.42 圍堵技術：攔油索](#)：

- 漂浮液體，例如植物油。
- 具有低蒸氣壓和低溶解度的漂浮固體化學品。

#### 方法描述

從海面回收物質可以透過使用：

- 機械設備，例如幫浦和汲油器。可用於一定數量的海面漂浮液態污染物(黏度 < 100,000 cSt)；
- 手動工具，可通過過濾而回收物質，例如勺子、籃子、拖網。用於漂浮固體物質或高黏度液體(黏度 > 100,000 cSt)。

空中和海上觀察對於指導遏制和回收行動是必要的。需要一艘或多艘污染應變船進行設備部署和廢棄物儲存。

	幫浦	皮帶式汲油器	機械設備 繩拖把和刷式汲油器	壩式汲油器	清掃臂
原理	使用位於海面的幫浦回收持續積累的漂浮污染物	污染物通過傳送帶從海中運到船上的收集點	通過附著旋轉刷來回收漂浮污染物，將污染物從海中升起	海面上的污染物落入收集器中，收集器的邊緣保持在水面以下	漂浮污染物被放置在船舶側面的手臂攔截；通過位於海面以下的隔膜，污染物與水分離
用於物質	中低黏度漂浮液體物質	漂浮固體和中/高黏性液體物質	可黏附在刷子上的漂浮液體物質	具有低/中黏度的漂浮液體物質	漂浮液體
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>回收速度快</li> <li>設備隨時可用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>污染物與水良好分離</li> <li>人員與污染物的接觸有限</li> <li>中等收集速度</li> <li>污染物與水的適度分離</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在中等/惡劣海況下工作（&lt;道格拉斯海標 4）</li> <li>人員與污染物的接觸有限</li> <li>中等收集速度</li> <li>污染物與水的中度分離</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>良好的污染物/水分離</li> <li>可用小船部署</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高回收速度</li> <li>在中等/惡劣的海況下工作</li> <li>圍堵和回收相結合</li> <li>對黏度沒有限制</li> </ul>
限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>不適用於厚度小於 1 公分的污染物</li> <li>僅在良好的天氣條件下</li> <li>產生大量廢棄物和污染物/水混合物</li> <li>與圍堵活動協調</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不適用於低黏度污染物</li> <li>不適用於惡劣海域條件</li> <li>與圍堵活動協調</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不適用於不黏附在刷子上的液體</li> <li>與圍堵活動協調</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不適用於高黏度液體</li> <li>僅在良好的天氣條件和風平浪靜的海面條下</li> <li>低回收率</li> <li>與圍堵活動協調</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>產生大量廢棄物和污染物/水混合物</li> <li>需要專門的應變船</li> </ul>
過往案例		事故：芥花油洩漏，2000 年；溫哥華港。20 噸洩漏			

表 71：機械設備。



繩拖把



Norden 清掃臂

		手動工具		
		勺子	籃	拖網
原則		一旦污染物集中在航行期間在船側的攔油索中，手動鏟勺就可以回收污染物	帶有特定過濾網的剛性籃子放置在船上。污染物在航行過程中被收集	使用帶有充氣攔油索的網或特定類型的拖網/網袋（例如用於重油的拖網）
用於物質		漂浮物和高黏性液體物質（塊狀物）	漂浮物和高黏性液體物質（塊狀物）	漂浮物和高黏性液體物質（塊狀物）
優點		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用小船</li> <li>• 通常可用於收集沿港口碼頭集中的污染物</li> <li>• 簡單的設備</li> <li>• 高選擇性</li> <li>• 良好的污染物/水分離</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用小船</li> <li>• 簡單的設備</li> <li>• 良好的污染物/水分離</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高回收速度</li> <li>• 簡單的設備</li> <li>• 可用小船部署</li> <li>• 不與圍堵活動協調</li> <li>• 良好的污染物/水分離</li> </ul>
限制		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 低回收率</li> <li>• 與圍堵活動協調</li> <li>• 不適用於低黏度液體</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中/低回收率</li> <li>• 與圍堵活動協調</li> <li>• 不適用於低黏度液體</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不適用於低黏度液體</li> <li>• 不適用於較差的液體天氣</li> </ul>
過往案例			一艘身份不明的船舶洩漏石蠟（2017年6月，意大利托斯卡納）	2018年，法國科西嘉島石蠟洩漏

表 72：手動工具。



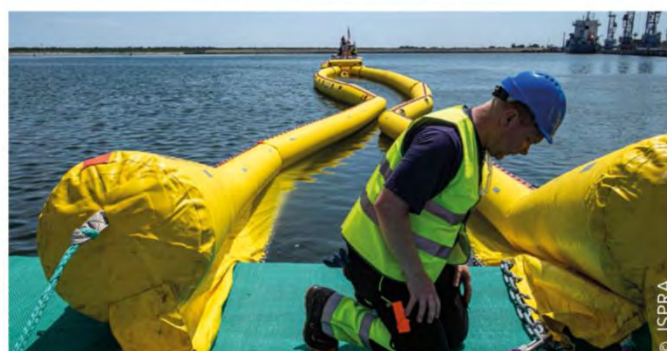
拖網



用特殊的籃子回收石蠟



用網狀勺子回收硬質棕櫚油



油拖網

## 注意事項

依據其蒸氣壓，漂浮物質可能會迅速蒸發並導致空氣中的氣體濃度很高。因此，在進行漂浮在水面上的化學品洩漏應變時，須優先監測空氣濃度以評估火災和爆炸風險以及對健康的危害。

用於回收的設備必須與被處理的物質化學相容，以避免洩漏、永久性損壞和整體效率降低的風險。

永遠需考慮廢棄物管理。如果可能，在不同技術之間進行選擇時，最好選擇產生較少廢棄物的技術。在規劃回收活動時，重要的是要考慮所用船舶的廢棄物儲存能力。▶[4.4 廢棄物管理](#)

## 5.44 野生生物應變

### 資料頁 5.44

應變

### 野生生物應變措施

返回

#### 野生生物應變

有意或無意間釋放到海洋環境中的物質（歸類為 HNS）可能會直接或間接影響海洋動物群。影響可分為：

- 內部：吞嚥、吸入、皮膚吸收導致的毒性影響；
- 外部：羽毛或毛皮的損壞狀態和功能、皮膚灼傷、眼睛損傷、全身虛弱使動物無法表現出臨界行為（critical behavior）；
- 生態：對關鍵食物來源的影響、食物鏈效應、棲息地破壞。

HNS 事故發生後，當總體的應變措施（圍堵和回收、海岸線保護和清理）不足以保護或減少對某些動物群體- 通常是鳥類、哺乳動物和爬蟲動物的影響，則須考慮野生生物應變。

在 HNS 洩漏的情況下，野生生物應變可以用與石油洩漏大致相似的方式去組織，包括監測/影響評估、預防污染（例如逼迫和威懾生物遷移）、搜索和捕獲/收集、穩定、除污（清洗）、康復或安樂死和釋放。但是，存在一些重要差異：

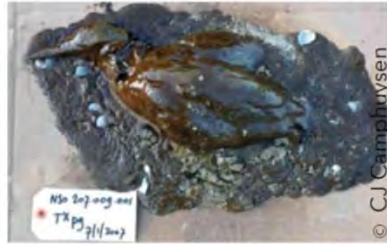
- 石油對野生生物的影響已有深入的研究和說明，對沾染石油的野生生物的標準治療是基於已知影響的可逆性。對 HNS 的狀況，其衝擊和影響差異很大，其中有許多是未知的，因為可能不知道物質的確切物理化學特性、行為和影響。儘管可以應用捕獲、運輸和穩定、解毒、除污（清洗）和恢復的標準技術，但這些作業的成功率（在恢復和存活方面）可能難以預測。
- 物質對動物的影響也可能適用於人類。必須在海灘和設施等易出現動物的區域中，應有嚴格的預防和保護措施（例如使用 [▶5.20 個人防護裝備](#)）。在某些情況下，出於健康和安全方面的考慮，可能會選擇非康復導向的措施。野外安樂死（在嚴格的安全條件下）可認為是對受影響動物最好的處理方法。

如果含有未知物質的 HNS 事故導致許多動物漂上岸，基於健康和安全的目的，當地緊急作業應不要鼓勵民眾自行前往營救動物。一旦對物質進行評估後，應由訓練過的團隊來支援這些作業和/或提供如何進行收集動物的指引。

油類野生生物應變計畫目標在安全和協調良好的執行專業應變行動，可以透過包含如何應變 HNS 事故的通用指引來延伸到野生生物應變。



Razorbill *Alca torda* · 被聚異丁烯 (PIB) 覆蓋 · 特塞爾 · 1998 年 12 月



普通Guillemot *Uria aalge* · 被一種不明綠色物質窒息 · 特塞爾 · 2007 年 1 月



普通Guillemot *Uria aalge* · 被一種不明綠色物質窒息 · 特塞爾 · 2007 年 1 月

## 作業指引

採取措施防止釋出的 HNS 影響野生生物：

- 收集重要數據：
  - 物質釋放後的預期行為是什麼（漂浮、下沉、化學變化為另一種物質或物理狀態等），以及它會去哪裡？
  - 目前該區域有哪些動物可能會與該物質發生物理或化學交互作用？
  - 該物質與動物的身體完整性（皮膚、羽毛、毛皮的健康或功能）、動物的行為（潛水、呼吸、獵物選擇）、食物來源（毒害獵物）或它們的棲息地發生物理或化學變化。
- 實施預防措施：
  - 在 HNS 到達動物或其動物棲息地前將其從環境中去除；
  - 考慮將嚇跑受威脅的動物，或將它們從污染物會移動經過的區域移走（先發制人捕獲）。

採取措施減輕釋放的 HNS 對動物和應變人員的影響：

- 快速識別和傳達污染物的化學特徵，並主動與野生生物應變分享此資訊；
- 對應變人員採取嚴格的保護措施。HNS 可能包含對動物有毒的物質。如果是，它們通常也會對人類有毒。在尚未確定確切污染物情況下都應先假定這一點；

- 在涉及 HNS 的污染事故發生後，在確認人類健康風險並就給予正確使用 PPE 建議之前，不應開始進行野生生物應變；
- 市民和未經訓練的團體應遠離預計、發現或即將抵達的受污染動物的區域。有毒的 HNS 可能是看不見的，或者在動物身上看起來無害，即使是訓練有素的應變人員也可能低估了與這種受污染動物進行身體接觸的健康風險。

採取措施，建立對岸上受影響動物的專業應變作業：

- 應採取安全、專業的應變措施，以照顧抵達海岸線上的受污染動物，無論動物還有無生命。
- 在確切的污染物質未知但明顯有毒，或野生生物康復後顯然無法與其他動物安全互動的情況下，都應考慮對動物實施安樂死。
- 安樂死只有在可以安全進行時才適用；若非此情形，則不應與動物進行任何互動，觀察和監測其影響規模是唯一適用的應變行動。
- 康復只有下列狀況考慮：
  - 如果應變人員可以安全地執行這些操作，而不會損害他們的個人健康，並且
  - 如果他們有方法可以成功逆轉動物的健康影響。
  - 如果大多數動物對所應用的方法沒有反應，安樂死應被視為最適合的替代方法。

採取措施檢測洩漏的 HNS 對動物的效應，並進行影響評估：

- 應優先對死去的受污染動物進行獸醫的驗屍，尋找污染物對動物的各種影響跡象，並找尋有效的方法，透過康復治療來逆轉對活體動物的影響，例如透過諮詢專業的野生生物康復團體；
- 收集所有受影響、死亡和康復後動物的數據，包括驗屍結果，以評估 HNS 事故對野生生物的整體影響以及對野生生物群的潛在影響。

### 6.1 索賠流程

#### 資料頁 6.1

應變

#### 索賠流程

[返回](#)

在事故發生前和期間，應遵循關鍵步驟以確保所有必要成本回收的文件有記錄，並可及時提交。

在應變計畫階段，建議：

- 確定適用的補償地區；
- 在相關應變計畫中，整合納入充分且適當的成本回收指引，並確認要調動的人員或團隊來記錄成本和彙整索賠；
- 說明人員和自有資源的僱用費率；
- 確定負責成本回收的人員、團隊或部門；
- 將成本回收納入整體應變結構；
- 將成本回收作為常規計畫演練的一部分。

當事故發生時，建議：

- 從事故一開始就啟動成本回收程序；
- 調動人員或團隊負責在產生費用時記錄支出；
- 記錄污染事故和應變的所有階段。記錄所有會議、做出的決定和進行的活動；
- 建立人員申報和紀錄支出費用的程序（數位、紙質或兩者兼有之）；
- 收集用於輔助支出的文件，包括：採購訂單、發票、租用協議、合約、送貨單、收據、收入、相關人員的時間表、臨時人員的工作合約等；
- 確保所有承包商都清楚記錄成本和活動的必要性；
- 確保支出與活動和工作地點相關；
- 獲取船舶和飛機日誌的副本，以證明其參與；
- 每天記錄所有工地活動、人員參與、使用的消耗品等；
- 包括樣本分析結果和相關的協議；
- 記錄廢棄物量、處置方法、地點和費率；
- 每天對所有的部署資源和完成的工作拍照；
- 確保有足夠的人員在整個應變過程中維護成本回收過程。





圖 79：從事件到解決：理賠流程。



手工清潔工具



工地設備範例



當地魚市場範例

## 與賠償機構的接觸

- 確定事故船舶的 P&I 保險公司和當地 P&I 通訊員或代表的詳細聯絡方式：
  - 通知提出索賠的意向；
  - 確定提交索賠的流程 - 當地是否設立了理賠辦公室？提交索賠的時限是多少？索賠可以分階段提交嗎？
  - 讓保險公司了解持續的支出總額和未來工作的意圖。



對疑似受損的漁網進行聯合評估。

- 定期與 P&I 保險公司的專家接洽：
  - 讓保險公司的專家參與所有決策過程；
  - 向專家尋求有關活動合理和費用的建議；
  - 促進與保險公司專家的聯合調查，以加快未來的理賠流程。
- 根據保賠保險公司代表和/或專家的建議，確定哪些類型的費用是可以接受的。

## 提交索賠

- 編輯索賠：
  - 確保所有成本得到充分支援，以解釋索賠的來源或活動在應變中的作用 - 做了什麼，在哪裡完成等；
  - 產生一個主試算表，其中包含隨時間變化的所有索賠項目和索賠總額；
  - 附上所有證明文件；
  - 包括對應變的敘述作為索賠的背景 - 對索賠人在應變或事故中所作扮演之角色，以及對所做工作或造成損害的總結。
- 提交索賠：
  - 在規定的時間範圍內（如果有）提交索賠；
  - 透過聯絡 P&I 保險公司的代表定期追蹤評估的進展；
  - 如果在提交索賠後需要再實行進一步的應變工作，請通知 P&I 保險公司；
  - 確保有人員可以解決評估過程中提出的問題。
- 和解索賠：
  - 接受財務協議；
  - 可能不會立即賠償，因為收集完整文件和評估過程可能很漫長。如果事故可能會產生大量的索賠或昂貴的索賠，索賠的總花費可能會超過可用的補償金額。因此，在各方都提交索賠之前，和解程序不太可能開始。在這種情況下，一旦所有索賠都記錄完成，每個索賠人將按比例收到已結算金額；
  - 如果對提議的和解方案仍存在未解決之爭議，當事方可以尋求仲裁或法院訴訟。

## 6.2 環境修復和恢復

### 資料頁 6.2

應變

### 環境修復和復原

返回

#### 定義

環境復原：海洋環境在 HNS 事故引起的嚴重擾動（自然現象、人為污染）後回復其特性的能力。

環境修復：人為干預旨在支援和加速 HNS 事故後自然恢復的過程。

為了促進環境的自然復原或在開始環境修復活動之前，必須盡可能多回收污染物，特別是如果污染物是持久性的，以及盡量回收應變階段所有使用的設備和結構。尤其是當干預活動是於水下進行時需先安裝設備，例如用於回收殘骸或沉沒的物質。

#### 環境復原

污染事件發生後，當洩漏源已被消除或減少時，生態系統往往會復原並達到與事故前的狀態相似的新平衡。復原速度主要取決於兩個因素：

1. 受損生態系統的特徵；
2. 洩漏污染物的存在，特別是如果它們在海洋環境中具有很高的持久性。

以具有長繁殖週期的物種為特徵的生態系統恢復時間將特別漫長，因其產生新幼體所需時間已延長。許多與海底密切接觸的生態系統（底棲生物群落）就是這種情況；由於與海床相連，如果洩漏物到達海底，將遭受最大損害，因為底棲生物群落無法逃脫。相反，在整個水層中發展的生態系統（例如浮游生態系統）的特點是恢復時間更快。

棲息地指令 92/43/EEC（關於自然棲息地和野生動植物的保護）清單中的許多海洋生態系統的特點是對有害事件非常敏感且恢復時間長。在地中海區域中，該指令包含的兩個特別敏感的棲息地可能會受到 HNS 洩漏的嚴重負面影響是：珊瑚（以海綿、刺絲胞動物，尤其是柳珊瑚、珊瑚藻、苔蘚蟲等固著和群居為特徵）和大洋海棠（*Posidonia oceanica meadow*）（一種有莖、根和葉的海洋植物）為地中海盆地的特有種。

如果考慮恢復到初始生物多樣性和生產力所需的時間，環境復原可能需要數年時間，即使對於特別複雜的生態系統也是如此；可能需要數十年才能實現與原始結構相似的結構。事實上，在頭幾年物種群體的特徵主要是幼體；生態系統還沒有達到正確的平衡，仍然很脆弱。

人類可以通過減少一些通常會造成這些生態系統的壓力因素來促進環境恢復，方法是：

- 禁止或減少捕魚活動；
  - 禁止拋錨和潛水活動；
  - 對該地區的持續監視；
  - 保護附近的自然繁殖棲息地，為受損地區的重新繁殖提供一個水池。
- 環境復原應總要伴隨著環境監測活動。

## 環境修復

顯然，清理活動被認為是環境修復的重要部分。

海洋環境復原並非一定可行，事實上，大多數時候是不可行或不推薦進行的；評估修復活動實際能給予自然環境的真正支援總是較合適的。

以下活動屬於海洋環境修復的範疇：

- 如果已經清除了沉積物以回收沉沒的污染物或沉船，須修復海床的形態和地質特徵，以及海岸線；
- 重新種植或引入特定受損生態系統的特徵物種；它們代表了生態系統部分賴以發展的基本結構。一旦進行了重新種植或引入操作，就會發展出其他形式的生物生命。

在海洋環境中，修復行動通常是有限的；主要的限制因素通常是深度。此外，有必要考慮採取標本以進行重新種植或引進。強烈建議不要從保存完好的自然環境中採集標本；此操作可能會損壞原本良好的環境狀況。

在引進魚類的情況下，可以評估使用養殖的物種。對於植物或固著的無脊椎動物，建議使用於海中隨波浪和錨定作用而移動的樣本。這是海洋環境界的趨勢；在地中海環境中，重新植入大洋海棠和柳珊瑚便是遵循此程序。同樣的，修復活動應伴隨環境監測。



重新種植 *Posidonia oceanica*



使用特殊膠水重新種植柳珊瑚

## 案例研究

### 7.1 Bow Eagle

#### 資料頁 7.1

應變

#### Bow Eagle

返回

#### Bow Eagle 船舶資訊

- 建於 1984 年，15,829 總噸，24,725 載重噸
- 挪威國旗

#### 化學物質資訊

- 乙酸乙酯 (CAS 141-78-6) · SEBC DE。  
用途：用途廣泛，例如作為硝化纖維素和其他纖維素衍生物、防護塗料和塑料中的各種樹脂的溶劑。
- 環己烷 (CAS 110-82-7) · SEBC E。  
用途：製造尼龍中間物、己二酸、己內酰胺和六亞甲基二胺。

#### 日期和地點

2002 年 8 月 26 日，法國菲尼斯泰爾省 Sein 島海岸外

#### 危害辨識

乙酸乙酯

- 聯合國編號：1173
- GHS 圖形：



- 危險類別：3 易燃液體
  - MARPOL 類別：C
- 環己烷

- 聯合國編號：1145
- GHS 圖形：



- 危害類別：3 易燃液體
- MARPOL 類別：C

### 事故摘要

2002 年 8 月 26 日星期一下午，從巴西前往鹿特丹途中的化學輪 Bow Eagle 通報了 CROSS Jobourg 的 MRCC (海上救援協調中心)，左舷發生破裂事故導致洩漏，因此損失了 200 噸乙酸乙酯。

法國海峽及北海海事當局 (The French Maritime Authority for the Channel and North Sea) 下令由空中和海上資源進行干預。它還徵求了法國海軍分析實驗室 (French Navy Analysis laboratory, LASEM) 和 Cedre 關於污染風險的建議。

與此同時，法國大西洋海事局 (French Maritime Authority for the Atlantic) 正在尋找為擊沉拖網漁船 Cistude 負責的船舶，並將兩起事故連結在一起。不幸的是，此事故後來演變成為一場悲劇。調查顯示，8 月 26 日星期一凌晨 2 點，化學輪 Bow Eagle 左舷船頭凸出處和拖網漁船 Cistude 發生碰撞，Bow Eagle 的船員並未提供幫助，而四名來自 Cistude 的漁民死亡。對此事故的描述將集中在化學輪上 HNS 造成的污染風險上。

海事長官決定攔下該船，並由海岸警衛隊巡邏艇護送前往敦刻爾克。她於 8 月 28 日早上下錨，因當時港口並未裝備好能安全條件下處理貨物。評估組和執法人員登船。兩名船員承認知道碰撞，船東的代表承認責任。下午 Bow Eagle 獲准離開港口前往目的地鹿特丹。

### 貨物

- 散裝  包裝
- 數量：
- 510 公噸大豆卵磷脂 (MARPOL D 類)；
- 1,652 公噸葵花籽油 (MARPOL D 類)；
- 1,050 公噸甲基乙基酮 (MARPOL III 類)；
- 4,750 公噸環己烷 (MARPOL C 類)；
- 3,108 公噸甲苯 (MARPOL C 類)；
- 500 公噸植物油 FA201 (MARPOL D 類)；



- 2,100 公噸乙酸乙酯 ( MARPOL D 類 );
- 4,725 公噸苯 ( MARPOL C 類 );
- 5,250 公噸乙醇 ( MARPOL III 類 )

## 風險評估

乙酸乙酯評估顯示為一種無色的揮發性溶劑，具有可感知的氣味，在空氣中易揮發，中等溶解度。乙酸乙酯是一種高度易燃的液體，其蒸氣在某些條件下可能與空氣形成爆炸性混合物，而水會使此類型火災蔓延。

然而，乙酸乙酯幾乎沒有造成海洋污染的風險，這是 GESAMP 的數據庫所證實的事實。

該資訊立即發送給法國海峽和北海海事局，並包含提及 Bow Eagle 可能捲入 Cistude 的悲劇，促使海事長官決定阻止該船進入法國港口。

法國海事局拜訪了 Cedre 的化學專家。

環己烷是一種高度蒸發性的產品，其蒸氣密度是空氣的三倍。環己烷不溶於海水。因此洩漏會產生易燃和刺激性氣體雲，這些氣體可能會被風吹到水面上。該物質在大量洩漏時可能對水生生物有害。船上的化學混合物如此之多，以至於若發生意外擱淺絕對是災難性的傷害( 見 Cason 案例 )。

## 惡化參數

由於乙酸乙酯和環己烷的危害，評估小組需採取某些基本預防措施，因為沒有可在安全條件下處理貨物的設備。

## 有利參數

這艘化學輪屬於一家享有盛譽的公司 Odfjell，該公司是挪威第二大國際化學品運輸公司，由世界級的船東互保協會 Gard 投保。

## 應變

8 月 27 日星期二，獲得了有關污染風險情況的進一步訊息。通過將產品轉移到另一個儲槽並進行密封工作，乙酸乙酯儲槽洩漏已獲得控制。然而，該船運輸了九種不同的產品，其中兩種是重污染物 ( 苯和甲苯 )。在含有環己烷和乙酸乙酯的儲槽洩漏的隔壁儲槽中也有一個裂口。化學輪運輸許多不同種類的產品，這些產品的混合物會對環境造成嚴重威脅。此外，漁船與商船之間的碰撞往往導致人員傷亡，也可能成為水污染的來源。

## 洩漏後

由於洩漏的物質是蒸發物 ( 環己烷 )，因此無需實施特定修復。

## 7.2 Ece

### 資料頁 7.2

應變

### Ece

返回

#### 船舶資訊

- 建於 1988 年，23,409 總噸，38,498 載重噸
- 馬爾他國旗

#### 化學品資訊

- 磷酸 (CAS 7664-38-2) · SEBC D ·  
用途：製造肥料 (過磷酸鹽)、保護金屬、製藥工業、水處理、清潔、油漆和某些食品。

#### 日期和地點

2006 年 1 月 31 日，瑟堡 (Cherbourg) 以西 50 海哩 (90 公里)，靠近國際水域的 Casquet 分道航行制 (Traffic Separation Scheme)。

#### 危害辨識

- 磷酸
- UN 編號：1805
- GHS 圖形：



- 危害類別：8 腐蝕物
- 海洋污染物：是  否

#### 事故摘要

2006 年 1 月 30 日至 31 日夜間，從摩洛哥薩菲向波蘭波利采運送 26,000 噸磷酸鹽的馬耳他散貨船 General Grot Rowecki 在從卡薩布蘭卡出發的途中，與由摩洛哥要到比利時根特的馬紹爾群島化學輪 Ece 相撞。

運送 10,000 噸磷酸的 Ece 發生洩漏並出現重大事故。

CROSS-Jobourg 區域 MRCC 與英國海事和海岸警衛隊機構 (British Maritime and Coastguard Agency) 合作，協調船員救援行動。22 名船員被安全疏散到根西島。拖船 Abeille

Liberté 被派往事故現場。

法國海峽和北海海事局隨後在法國海軍污染應變實用技術中心 ( French Navy Centre of Practical Expertise in Pollution Response, CEPOL ) 和 Cedre 的支持下進行了污染風險分析。鈍型船首 ( bluff bow ) 受到輕微損壞的 General Grot Rowecki 得以繼續旅程。

拖船 Abeille Liberté 於 1 月 31 日早上 7 點到達現場。評估小組沒有注意到任何污染，並登上了兩艘受損的船。Ece 顯示向左舷 25° 穩定傾斜並且不再運行。評估完成後，該船於下午 3:30 左右被拖船 Abeille Liberté 拖走，開往勒阿弗爾港。在拖曳過程中，Ece 於 2 月 1 日凌晨 3 點 37 分在拉阿格點以西 50 海哩處沉沒於 70 公尺深處。沉船位於英國大陸棚的國際水域，位於法國專屬經濟區和法國污染應變區。法國和英國的救援和污染的雙邊互助協議曼奇計劃 ( Manche Plan ) 於 2 月 1 日啟動。

### 貨物

- 散裝☒ 包裝□
- 數量：
  - 10,000 公噸磷酸 ( MARPOL 類別 Z )；
  - 70 公噸推進燃料 ( IFO 180 )；
  - 20 公噸船用柴油；
  - 20 公噸潤滑油。

### 風險評估

水面有油光澤，沉船勘探證實了磷酸可能通過船體、管道或油箱通風口的裂縫滲出的假設。洩漏量可能達到 25 立方公尺/小時。因此沒有重大污染風險，但有逐步洩漏的風險。

對人類的主要風險基本上與接觸皮膚或黏膜有關，如果長時間接觸較濃縮溶液，會引起刺激甚至灼傷。同樣的風險也適用於海洋動物。從沉船中洩漏的磷酸會與水混合並酸化周圍環境。一旦洩漏停止，海水的中和能力會迅速將受影響區域的 pH 值恢復到其原始值 ( 約 8 )。環境影響將是極為暫時和局部而無法量化。

GESAMP 分級污染程度為 0，在 0 到 5 的範圍內，在環境中的持久性為 1，在 0 到 6 的範圍內，急性水生毒性為 3，在 0 到 4 的範圍內，透過接觸或食入對水生哺乳動物的毒性。

### 惡化參數

磷酸是一種無色或接近無色的化學物質，其折射率接近於水。因此，通過錄影觀察很難檢測到洩漏。媒體突顯有重金屬的存在。

### 有利參數

磷酸是非揮發性的，不會產生蒸氣。它的密度高於海水，因此洩漏時會下沉。它完全溶於水中不會在食物鏈中積累。

## 應變

因此磷酸沒有直接的重大污染風險。然而，與所有沉船一樣，問題為是否要清除困在沉船中的潛在污染物（酸和燃料）。

為了幫助決定應該進行哪些觀察作業以及應該採取什麼行動，Cedre 的實驗室使用有色磷酸和水的酸度測量進行了一系列稀釋測試。第一個結果顯示，酸在底部擴散開來，然後在沒有任何水流的情況下在幾分鐘內被稀釋。當模擬強水流時，酸一接觸水就會迅速稀釋。它逐漸分解為氫離子 (H<sup>+</sup>) (導致 pH 值降低) 和磷酸根離子 (PO<sub>4</sub><sup>--</sup>)。

Cedre 被問及磷酸根離子可能造成的優氧化作用，這可能導致發生重大洩漏時綠藻的胡亂發展。這個問題是法國海洋開發研究院 (Ifremer) 的領域。然而，此情況下並未涉及重大洩漏的污染，磷酸根離子的可用性在寒冷的二月份並不是導致綠藻生長的關鍵因素。

法國和英國當局之間的協商，和另一方面是船東和保險公司之間的談判於 2006 年 6 月 16 日達成協議，確定清除沉船上殘留的油類（約 40 噸），並按照計畫在控制下透過使用遠端機器人打開通往六個儲槽的通道來釋放磷酸。該作業在當局的控制下由船東於夏季進行。行動於 9 月 15 日完成。直到今天，沉船附近仍禁止捕魚。掛旗的國家被要求表明立場。

## 洩漏後

沒有實施具體的修復或監測調查。

## 7.3 Aleyna Mercan

### 資料頁 7.3

應變

### Aleyna Mercan

返回

#### 船舶資訊

- 建於 2005 年，2,897 總噸，4,037 載重噸
- 馬耳他國旗

#### 化學品資訊

- 身份：石蠟 ( Paraffin wax ) · CAS 編號：8002-74-2
- SEBC Fp
- 用途：潤滑、電氣絕緣、蠟燭

#### 日期和地點

2017 年 6 月 15~23 日北第勒尼安海，托斯卡納群島

#### 危害辨識

- 聯合國編號：1993
- 危害類別：3 類



- 海洋污染物：是 否  
( Y 類 · 有毒物質 · MARPOL 附則 II )

#### 事件摘要

- 起因：在熱那亞港卸下石蠟後，儲槽清洗過程中在航行期間非法排放。該操作違反了 MARPOL 公約附件 II 和 IBC 規則。特別是，卸載產品的溫度在貨物記錄簿上被手動修改。
- 無通報；當產品到達海岸線並且環境部啟動了污染應變系統時，意大利海岸防衛隊通報了非法排放。
- 環境條件：據觀察，石蠟在釋放到海中後呈固態，漂浮並持續存在海洋環境 ( 漂浮物 Fp )。因此海面和海岸線是主要涉及的環境。它的低溶解度和蒸發率導致了對海洋生態系統沒有明顯影響的假設。

- 地點的特殊性：洩漏發生的夏季導致海灘和一些洗浴設施暫時關閉。

#### **貨物：**

- 散裝 囗 包裝 囗
- 數量：估計有好幾噸

#### **風險評估：**

- 船員並沒有進行緊急應變；
- 無救助行動；
- 監測：目視觀察( 從船舶或沿海岸線 )和部分空中觀察( 產品由於波浪運動而移動到海面以下，因此僅部分可見 )。使用模擬來定位回溯可能的污染源頭。
- 初步行動：無
- 通訊：意大利海岸警衛隊在產品到達海岸線時通報非法排放。

#### **惡化參數**

- 夏季，沿海地區遊客的存在。

#### **有利參數**

- 良好的天氣條件；
- 洩漏的數量相對有限；
- 機構之間的良好合作，以確定應對非法排放負責方。

#### **應變**

- 沿海岸手動回收洩漏產品，並使用安裝在防污船上的特殊籃子；
- 通過對產品特性的實驗室分析和調查在洩漏前幾天在北第勒尼安海水域運輸該產品的船舶進行了污染源識別；
- 吸取教訓：機構間合作查明非法排放肇事者的相關性，特別有助於避免未來新事故發生。

#### **洩漏後**

- 修復：由於對海洋生態系統沒有明顯的負面影響，因此沒有進行修復活動；
- 環境監測：無；
- 賠償：意大利司法機構對非法傾倒污染物的調查。



海岸上的石蠟。



用特殊籃子收集石蠟。

## 7.4 Eurocargo Venezia

資料頁 7.4

應變

Eurocargo Venezia

返回

### 船舶資訊

- 建於 2011 年，32,841 總噸，10,765 載重噸
- 意大利國旗

### 化學品的資訊：

- 身份：氧化鉬，CAS 編號 1313-27-5
- 氧化鎳，CAS 編號 1313-99-1
- SEBC S。產品顆粒狀，直徑幾毫米，密度比水大，不溶於水
- 用途：原油精煉過程中脫硫作用的催化劑

### 日期和地點

2011 年 12 月 17 日，北第勒尼安海，托斯卡納群島，戈爾戈納島附近

### 危害辨識

- 聯合國編號：3191
- 危害類別：4.2 級



- 海洋污染物：是  否

### 事故摘要：

- 原因：夜間，滾裝貨船 Eurocargo Venezia 號從卡塔尼亞港駛往熱那亞港，兩輛半聯結車掉入海中，載有 224 個裝有用盡的鎳和氧化鉬催化劑的圓桶。在船尾區域仍然發現了 26 個圓桶。事故是由於在惡劣天氣條件下為避免與另一艘貨船相撞而突然改變航線造成的；
- 通報：發現事故後，船長在日出時通報了丟失圓桶。回溯重建狀況顯示，事故區域很可能是戈爾戈納島附近的托斯卡納群島；
- 環境條件：圓桶沉入約 400 公尺 (410-450 公尺) 的深度，在由深海典型生態系統組成的泥濘海底；



- 地點的特殊性：拖網捕魚活動是在這些海底區域進行的。

#### 貨物：

- 散裝口 包裝箱
- 數量：每個桶裝 170/180 公斤產品，存放在高厚度 PET 塑膠袋中。因此共有 33-34,000 公斤的產品在海上丟失。

#### 風險評估：

- 船員的緊急應變：固定仍在船上的圓桶；
- 無救助行動；
- 監測：沒有在船上進行空氣和水的監測，只有沉積物監測作為環境監測的一部分
- 溝通：丟失通報引起了意大利海岸防衛隊和環境部的干預行動，後者在 ISPRA 的支援下制定了圓桶的搜索和回收策略。污染者負責提出並資助調查和回收活動以及環境監測。

#### 惡化參數

- 事故發生於夜間這導致通報延遲，因此可能需要對延伸的海域進行沉沒圓桶的搜索活動；
- 圓筒沉入很深的地方（約 400 公尺），使搜索和回收操作更加困難和昂貴。

#### 有利參數

- 鎳/鉛氧化物裝入高厚度 PET 塑膠袋內，減少了物質在海床上的擴散。

#### 應變

2012 年 2 月，使用側掃聲納 (SSS) 和遠端操控載具 (ROV) 對主要釋放區域進行了調查。在 400-550 公尺深、總面積 9 海哩區域進行了調查，結果發現了兩輛聯結車和許多圓桶（約 130 個）集中在 0.8 平方公里寬的區域。材料處於不同的保存狀態：無桶的封閉袋、封閉桶、有袋的開口桶。2012 年 6 月使用機器人系統回收了這些圓桶。工作級 ROV 將找到的圓桶放置在海床上特製的架子。這些架子隨後被回收到補給船上，並運到岸上進行處置。大約有 70 個圓桶及其內容物分散在 400-600 公尺深的海底，由於深度大且分佈廣泛，公共機構認為繼續尋找未回收的圓桶是不可行且不合理的。

經驗學習：必須避免在惡劣天氣條件下運輸 HNS。

#### 洩漏後

- 修復：無修復活動。附近禁止捕魚和其他被認為是未回收圓桶所在區域使用海床。已向漁民提出具體建議，說明污染物行為以及如果他們不小心將圓桶收集到漁網中應採取的程序
- 環境監測：已開展三年一次的環境監測計劃，以評估相關底棲生態系統的環境狀況，包括沉積

物和生物樣本的污染物、底泥與生物樣品的化學和生態毒理學分析。生物鑑定分析證實了污染物對海洋生物群的負面影響；化學和生態毒理學分析顯示，三年後，沒有證據顯示殘留污染物所在的海底有產生不利的影響。據推測未來用盡的催化劑將以幾毫米的顆粒大小之固態形式分散於海底。當物質被具有以下幾種攝食行為的底棲生物攝入時，可能會對環境產生負面影響：食腐動物、非選擇性底棲捕食者、濾食動物、懸浮捕食動物；

- 補償：污染者支付了尋找和回收圓桶的費用以及與環境監測活動有關的費用。



桶蓋打開，裡面有袋子。



工作級 ROV 將回收的桶子放置在海底的特製的架子。

## 7.5 MSC Flaminia

資料頁 7.5

應變

MSC Flaminia

返回

### 船舶資訊

- 貨櫃船 (6,732 TEU) 建於 2001 年 · 載重噸 75,590
- 德國國旗

### 化學品的資訊 ( DG 級 )

- 2.1 氣體 ( 易燃 ) ( 船上總共 2 個貨櫃/1 個貨櫃損壞 )
- 2.2 氣體 ( 不可燃 ) (14/13)
- 3 易燃液體 (33/16)
- 4.1 易燃固體 (1/1)
- 4.2 易自燃物質 (3/2)
- 4.3 遇水放出易燃氣體的物質 (1/1)
- 6.1 毒性物質 (18/5)
- 8 腐蝕性物質 (35/22)
- 9 多種危險物質 (44/35)

### 日期和地點

2012 年 7 月 14 日 · 08:04 UTC ( 爆炸 ) ·  
大西洋 ·  $\phi$  48°13,8'N  $\lambda$  027°57,9'W

### 危害辨識

- 除 1 類和 7 類外的所有危險類別
- 海洋污染物：是  否

### 事故摘要：

- MSC Flaminia 號從新奧爾良橫渡大西洋到安特衛普時，在 4 號貨艙內檢測到煙霧。煙霧原來是二乙烯基苯 ( Divinylbenzene, DVB · UN 3082 ) 貨物的蒸氣，該貨物已經開始失控的自我聚合過程；
- 船上嘗試撲滅被認為是火災的區域，隨後發生爆炸和火災，對船舶及其貨物造成廣泛損壞，並導致三人喪生；

- 船舶被遺棄。打撈團隊後來重新為該船配備人員，並盡可能將火撲滅，該船最後被拖往歐洲。德國 Wilhelmshaven 設立避難所，讓船得以在高度保護（環境和人員）下卸貨。2013 年 3 月 15 日，該船從德國駛往羅馬尼亞進行維修。

#### 貨物：

- 散裝口 包裝箱
- 數量：151 個危險品貨櫃

#### 風險評估：

- 在設立避難所之前，德國政府進行了兩次非常詳細的風險評估，第一次在大西洋，第二次在德國灣；
- 船舶被船員棄船後，首次打撈活動（滅火）由專業打撈公司進行；
- 監測：在海上和港口對船舶進行了非常密切的監測。化學家採集了多個樣本，並使用不同的設備（例如 GC-MS）對水和空氣品質進行了持續性監測。根據日常工作場所的安全規定，對港口的卸載進行了監測。

#### 惡化參數：

爆炸和持續的火災嚴重損壞了貨艙 3-7，產生大量受污染的廢棄物和水

#### 有利參數：

無，對世界遺產瓦登海沒有影響，或對工作人員並未造成任何傷害船，除了船上船員外。

#### 應變：

- 在受損環境中的滅火具有挑戰性，並產生大量消防水；
- 卸載操作也具有挑戰性，因為大多數貨櫃至少出現部分損壞，而無法使用正常設備。

#### 洩漏後：

啟動了監測程序。

## 9 附件

附件 1-一般資訊 .....	292
附件 2- 關於區域特殊性的資訊 - Bonn Agreement 《波昂協定》 .....	294
附件 3 - 關於區域特殊性的資訊 - HELCOM.....	296
附件 4 - 區域特殊性資訊 - REMPEC.....	297

## 附件 1-一般資訊

### 國際層級

HNS 公約秘書處：[www.hnsconvention.org](http://www.hnsconvention.org)

### IMO

- 公約清單：[www.imo.org/fr/About/conventions/ListOfConventions](http://www.imo.org/fr/About/conventions/ListOfConventions)
- 化學應變：[www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionResponse](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionResponse)
- 全球綜合航運資訊系統：[gisis.imo.org](http://gisis.imo.org)
- IMO OPRC-HNS 相關指南和手冊清單：  
[www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/List-of-IMO-OPRC-HNS-related-guidance-and-manuals.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/List-of-IMO-OPRC-HNS-related-guidance-and-manuals.aspx)

EQUASIS：[www.equasis.org](http://www.equasis.org)

UNECE：[www.UNECE.org](http://www.UNECE.org)

### 歐洲層級

#### 歐盟委員會

- 交通資料中心：<https://ec.europa.eu/jrc/en/scientific-tool/european-union-system-evaluation-substances>
- 歐洲共同系統評估物質：<https://ec.europa.eu/jrc/en/scientific-tool/european-union-system-evaluation-substances>

#### EMSA

- MAR-ICE：  
[www.emsa.europa.eu/we-do/sustainability/pollution-response-services/123-hns-pollution/1613-mar-ice-network-marine-chemical-emergency-information-service.html](http://www.emsa.europa.eu/we-do/sustainability/pollution-response-services/123-hns-pollution/1613-mar-ice-network-marine-chemical-emergency-information-service.html)
- 歐盟水域船舶交通監測 ( SafeSeaNet )：[www.emsa.europa.eu](http://www.emsa.europa.eu)
- 清潔海洋網：[www.emsa.europa.eu](http://www.emsa.europa.eu)
- 港口國管制檢查資料庫-THETIS：[www.emsa.europa.eu](http://www.emsa.europa.eu)

INTERSPILL 會議和展覽：[www.interspillevent.com](http://www.interspillevent.com)

### 有用的工具或手冊

SAR：<https://blogit.utu.fi/chemsar/material/>

緊急應變指南：[c.canada.ca/en/dangerous-goods](http://c.canada.ca/en/dangerous-goods)

- 化學應變指南：[www.cedre.fr](http://www.cedre.fr)
- 決策支援工具：[www.hns-ms.eu](http://www.hns-ms.eu)

- MIDSIS-TROCS: [www.rempc.org](http://www.rempc.org)  
與 HNS 相關項目的知識工具：[knowledgetool.mariner-project.eu/](http://knowledgetool.mariner-project.eu/)

## 附件 2- 關於區域特殊性的資訊 - Bonn Agreement 《波昂協定》



### 整備

海上交通 ( 海上線路 · HNS 運輸 )

- [ais.bonagreement.org](http://ais.bonagreement.org)
- [www.bonagreement.org/site/assets/files/129/be-aware\\_technolical\\_sub\\_report\\_9\\_hns.pdf](http://www.bonagreement.org/site/assets/files/129/be-aware_technolical_sub_report_9_hns.pdf)
- [www.bonagreement.org/site/assets/files/129/beaware\\_technolical\\_sub\\_report\\_1\\_ship\\_traffic-1.pdf](http://www.bonagreement.org/site/assets/files/129/beaware_technolical_sub_report_1_ship_traffic-1.pdf)

### 區域計畫

- 波昂協定 [www.bonagreement.org](http://www.bonagreement.org)
- DenGerNeth ( 丹麥、荷蘭和德國應變區 )  
[www.vliz.be/imisdocs/publications/103736.pdf](http://www.vliz.be/imisdocs/publications/103736.pdf)
- Manche 計畫 ( 法國和英國之間的海峽水域 )  
[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/338795/130715\\_International\\_Assistance\\_and\\_Co-operation.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/338795/130715_International_Assistance_and_Co-operation.pdf)
- NorBrit 計畫 ( 英國和挪威之間的海上區域 )  
[www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/norbritpalan\\_revised\\_july\\_20\\_2012x.pdf](http://www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/norbritpalan_revised_july_20_2012x.pdf)

### 訓練課程

[www.cedre.fr](http://www.cedre.fr)  
[www.nhlstenden.com/en/miwb/about-maritime-institute-willem-barentsz](http://www.nhlstenden.com/en/miwb/about-maritime-institute-willem-barentsz)  
[www.centrojovellanos.es](http://www.centrojovellanos.es)  
[www.msb.se/en/training--exercises](http://www.msb.se/en/training--exercises)

### 演練

[www.bonagreement.org/activities/counter-pollution-exercises](http://www.bonagreement.org/activities/counter-pollution-exercises)  
[www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/1\\_1\\_11\\_national\\_chapters.pdf](http://www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/1_1_11_national_chapters.pdf)



## 作業考量

SAR: [www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/1\\_1\\_11\\_national\\_chapters.pdf](http://www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/1_1_11_national_chapters.pdf)

HNS 的緊急應變 : [www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/1\\_1\\_11\\_national\\_chapters.pdf](http://www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/1_1_11_national_chapters.pdf)

環境敏感指數 : [www.bonagreement.org/activities/projects/ii/final-report](http://www.bonagreement.org/activities/projects/ii/final-report)  
[www.hns-ms.eu/tools/vulnerability\\_maps](http://www.hns-ms.eu/tools/vulnerability_maps)

設備清單 : [www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/1\\_1\\_11\\_national\\_chapters.pdf](http://www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/1_1_11_national_chapters.pdf)

分散劑 : [www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/2\\_5-Dispersants.pdf](http://www.bonagreement.org/site/assets/files/25745/2_5-Dispersants.pdf)

## 附件 3 - 關於區域特殊性的資訊 - HELCOM



### 整備

#### 海上交通 ( HNS 運輸 · 海上線路 )

- [maps.helcom.fi/website/mapservice/?datasetID=95c5098e-3a38-48ee-ab16-b80a99f50fef](https://maps.helcom.fi/website/mapservice/?datasetID=95c5098e-3a38-48ee-ab16-b80a99f50fef)
- [maps.helcom.fi/website/aisexplorer](https://maps.helcom.fi/website/aisexplorer)
- [www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/BSEP152-1.pdf](https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/BSEP152-1.pdf)

#### 區域計畫 ( 訓練課程、演習 )

- [helcom.fi](https://helcom.fi)
- [portal.helcom.fi/meetings/EWG%20OWR%207-2017-407/MeetingDocuments/4-1%20Trai-ning%20and%20exercise%20packages%20on%20OWR.pdf](https://portal.helcom.fi/meetings/EWG%20OWR%207-2017-407/MeetingDocuments/4-1%20Trai-ning%20and%20exercise%20packages%20on%20OWR.pdf)
- [helcom.fi/action-areas/response-to-spills/helcom-balex-delta-and-other-exercises](https://helcom.fi/action-areas/response-to-spills/helcom-balex-delta-and-other-exercises)

### 作業考量

SAR : 見 HELCOM 應變手冊第 1 章 : [helcom.fi/action-areas/response-to-spills/manuals-and-guidelines](https://helcom.fi/action-areas/response-to-spills/manuals-and-guidelines)

HNS 的緊急應變 : 見 HELCOM 應變手冊第 1 章 : [helcom.fi/action-areas/response-to-spills/manuals-and-guidelines](https://helcom.fi/action-areas/response-to-spills/manuals-and-guidelines)

環境敏感指數 : [state-of-balticsea.helcom.fi](https://state-of-balticsea.helcom.fi)

設備清單 : [helcom.fi/wp-content/uploads/2020/11/HELCOM\\_Response\\_Equipment.xlsx](https://helcom.fi/wp-content/uploads/2020/11/HELCOM_Response_Equipment.xlsx)

## 附件 4 - 區域特殊性資訊 - REMPEC



### 整備

#### 海上交通 ( 海上線路-HNS 運輸 )

- 船舶、活動和海上交通對海洋污染的趨勢和展望研究以及地中海的海上活動 ( REMPEC 2020 ) : [www.dropbox.com/s/31lv9o\\_g39q50sl/2021014\\_Final\\_Study.pdf?dl=0](http://www.dropbox.com/s/31lv9o_g39q50sl/2021014_Final_Study.pdf?dl=0)
- AIS 科技報告 ( 2014 年 4 月 MEDESS-4MS ) : [www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/ais-technical-report-april-2014-medess-4ms](http://www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/ais-technical-report-april-2014-medess-4ms)

### 區域計畫

- 聯合國環境規劃署-地中海行動計畫 ( UNEP/MAP ) : [www.unenvironment.org/unepmap](http://www.unenvironment.org/unepmap)
- UNEP/MAP · 結構 : [www.unenvironment.org/unepmap/who-we-are/institutional-set](http://www.unenvironment.org/unepmap/who-we-are/institutional-set)
- 《巴塞羅那公約》( 1995 年 ) : [wedocs.unep.org/bitstream/id/00dfd941-5c92-426b-8ec5-65f175572d40/BarcelonaConvention\\_Consolidated\\_eng.pdf](http://wedocs.unep.org/bitstream/id/00dfd941-5c92-426b-8ec5-65f175572d40/BarcelonaConvention_Consolidated_eng.pdf)
- 《預防和緊急情況議定書》( 2002 年 ) : [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/2912/02ig14\\_final\\_act\\_alllangs\\_emergprotocol\\_eng.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/2912/02ig14_final_act_alllangs_emergprotocol_eng.pdf)
- 《離岸協議》( 1995 年 ) : [wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/2961/94ig4\\_4\\_protocol\\_eng.pdf](http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/2961/94ig4_4_protocol_eng.pdf)
- 地中海區域海洋污染緊急應變中心 ( REM-PEC ) : [www.rempec.org/en/about-us/mandate](http://www.rempec.org/en/about-us/mandate)
- 地中海專業知識 :
  - 地中海科技工作組 ( MTWG ) : [www.rempec.org/en/about-us/regional-cooperation/technical-groups-1/the-mediterranean-technical-working-group-mtwg](http://www.rempec.org/en/about-us/regional-cooperation/technical-groups-1/the-mediterranean-technical-working-group-mtwg)
  - 地中海援助單位 ( MAU ) : [www.rempec.org/en/about-us/regional-cooperation/technical-groups-1/mediterranean-assistance-unit-mau](http://www.rempec.org/en/about-us/regional-cooperation/technical-groups-1/mediterranean-assistance-unit-mau)
  - 地中海與《MARPOL》有關的執法官方網絡，於《巴塞隆那公約》架構內：

[www.rempec.org/en/about-us/regional-cooperation/technical-groups-1/meneas](http://www.rempec.org/en/about-us/regional-cooperation/technical-groups-1/meneas)

- 地中海次區域協定和應急計畫：

- 法國、義大利和摩納哥之間的拉蒙奇
- 法國和西班牙之間的萊恩
- 賽普勒斯、埃及和以色列之間的地中海東南部
- 阿爾及利亞、摩洛哥和突尼斯之間的地中海西南部
- 克羅地亞、義大利和斯洛文尼亞之間的亞得里亞海
- 賽普勒斯、希臘和以色列之間的地中海東南部：

[www.rempec.org/en/our-work/pollion-preparedness-and-response/preparedness/](http://www.rempec.org/en/our-work/pollion-preparedness-and-response/preparedness/)

### 訓練課程

2002 年至 2018 年的訓練和研討會 ( 正在更新 ):

<https://www.rempec.org/en/knowledge-centre/activity-reports/oprc-hns-technical-trainings>

### 演練

通過網絡連結瞭解上次演練的日期和聯絡方式：

[www.rempec.org/en/knowledge-centre/activity-reports/exercise](http://www.rempec.org/en/knowledge-centre/activity-reports/exercise)

### 作業考量

#### SAR

緊急情況連絡人

存在特殊救援隊 ( 例如 MIRG )

#### HNS 緊急應變

國家概況：[www.rempec.org/en/knowledge-centre/Country-profiles](http://www.rempec.org/en/knowledge-centre/Country-profiles)

緊急溝程式：[www.rempec.org/en/our-work/pollution-preparedness-and-response/emergency-response/emergency-response/contact-rempec-in-case-of-emergency](http://www.rempec.org/en/our-work/pollution-preparedness-and-response/emergency-response/emergency-response/contact-rempec-in-case-of-emergency)

地中海援助組織 ( MAU )：[www.rempec.org/en/our-work/pollution-preparedness-and-response/emergency-response/request-assistance-1/experts-of-the-mau](http://www.rempec.org/en/our-work/pollution-preparedness-and-response/emergency-response/request-assistance-1/experts-of-the-mau)

MAU 成員：[www.rempec.org/en/about-us/regional-cooperation/partners](http://www.rempec.org/en/about-us/regional-cooperation/partners)

環境敏感指數

梅吉馬爾：[medgismar.rempec.org](http://medgismar.rempec.org)

設備清單：

MEGISMAR：[medgismar.rempec.org](http://medgismar.rempec.org)

《國家應急設備動員機制手冊》範本以及緊急情況下的專家：

[www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/webinar-medexpol-2020-wg-47-5-2.pdf](http://www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/webinar-medexpol-2020-wg-47-5-2.pdf)

## 縮寫詞

B/L	提貨單
BLEVE	沸騰液體膨脹蒸汽爆炸
CAS	編號。僅用於一個物質的唯一數位識別字碼
CLP	分類、標籤和包裝
DGL	危險貨物清單
EEZ	專屬經濟區
ELD	環境責任指令
EMSA	歐洲海事安全局
ERPG	緊急應變規畫指引。如果大多數人暴露於空氣中的危險化學品 1 小時，將會產生健康影響之濃度
ESI	環境敏感性指數
GESAMP	海洋環境科學方面專家組保護聯合國諮詢小組
GHS	全球調和制度
HELCOM	波羅的海海洋環境保護委員會
HNS	有害和有毒物質
HSC	危險聲明程式規則
IAP	事故行動計畫
IBCcode	國際散裝化學品規則。國際散裝運輸危險化學品船舶構造和設備規範
ICS	事故指揮系統
IMDG code	國際海運危險貨物規則。以包裝形式運輸危險貨物，以加強協調危險貨物的安全運輸，防止對環境的污染。
IMS	事故管理系統
IMSBC code	國際海運固體散裝貨物規則。這樣做的目的規範是為了方便固體散裝貨物的安全存放和運輸
IGC code	國際氣體運輸規則。散裝運輸液化氣體的船舶和設備規範。
IMO	國際海事組織
IOPC Funds	國際油污賠償基金
IUCN	國際自然保護聯盟
LEL	爆炸下限。氣體或蒸氣會在空氣中燃燒的最低濃度
LFL	燃燒下限。空氣中燃料蒸氣的最低濃度，低於該濃度，就算有存在引火源也不會燃燒
LLMC	海事賠償責任限制公約

MARPOL	國際防止船舶污染公約
MT	公噸
NCT	國家應急計畫
NEBA	淨環境效益分析
NOSCP	國家石油洩漏應急計畫
OSC	現場指揮官
OSPAR OSPAR	15 個國家政府和歐盟合作保護東北大西洋海洋環境的機制
OPRC	國際油污防備、應變和合作公約
OPRC HNS	有害有毒物質污染事件的準備、應變和合作協定
PG	國際海運危險貨物規則中的包裝類別
pH	氫電位的縮寫，用於確定的參數介質是酸性還是鹼性
POLREP	污染報告
PPE	個人防護裝備
PSN	正確的運輸名稱
P&I Club	船東互保協會，船舶協力廠商責任的保險公司
REMPEC	地中海區域海洋污染緊急應變中心
ROV	遠端操控載具
RPAS	遠端操作飛機系統
SDS	安全資料表。提供化學品資訊的檔案幫助用戶進行情況評估的產品
SDR	特別提款權
SEBC	歐洲標準行為分類根據物質的物理和化學性質確定物質的理論行為內容，並將其分為五大類之一：氣體、蒸發物、飄浮物、溶解物、沉降物
SIMA	洩漏影響緩解評估
SMPEP	船舶海洋污染緊急預案
SOLAS	國際海上人命安全公約
SOPEP	船舶油污應急預案
TDG	危險貨物運輸
UAV	無人機
UFL	燃燒上限。空氣中燃料蒸氣的最大濃度，在該濃度以上，即使存在點火源也不會點燃
UN number	聯合國編號。以危險品的 4 位數字識別號運輸受到管制的貨物
WFD	廢棄物架構指令

## 術語彙編

飛行器	能够飛行的設備（飛機、直升機、氣球）
自燃	自燃可能是由自身加熱引起的，或者在無人點火的情況下因外部加熱，只要外部來源不包括明火（或自燃或自燃）。
回燃	空氣突然進入含有未完全燃燒的熱產物的密閉缺氧空間所引起的快速燃燒。
生物累積作用	一種物質在生物體內的累積達到一定濃度且遠高於環境中濃度。
生物可利用性	活生物體的元素被吸收和穿過細胞膜的能力
生物降解性	鑒定可被生物體分解的物質
租船人	貨主或為特定目的租用船舶的其他人/公司航程或一段時間
煙囪效應	對流引起的高溫火災排氣向上移動，被限制在基本上為垂直的外殼內
圍堵	為將洩漏物質保持在屏障內或排水區
交叉污染	當已經被污染的人與未被污染的人或物體，傳播污染
挖泥船	用於從海底清除泥漿和固體的機器
漂移	漂移（針對洩漏）根據環境，洩漏所採取的軌跡因素（例如風或水流）
生態毒性	它結合了生態學和毒性，並解決了一種物質影響特定生物群落或整個生態系統的可能性
閃火點	燃料必須加熱到的最低溫度，所釋放的蒸氣，在火焰存在的情況下可以瞬間點燃
閃燃	在侷限空間中可燃物火災中轉變為全表面參與的狀態。（發現的其他可能的術語：通風引起的 <b>閃燃</b> 、翻滾、重影火焰）
沖洗	清理技術，用於清除殘留的污染物，或清洗和沖洗岩石和卵石
點火溫度	如果燃料的蒸氣是用熱源，燃料的燃燒反應變得能夠自我維持的最小溫度
持久性	指化學品對降解的抵抗力；因此，持久性不能直接量測，只能持續量測環境中存在某種化學物質，或在實驗室條件下對降解的抗性可以表明其持久性
熱解	物質在熱作用下的化學分解，常用指燃燒開始前的一個階段
自燃的物質	與空氣接觸時能够自燃的物質
鑿沉	故意擊沉船舶
船東	擁有商業或運營控制權的船東、經理或操作員



利害關係人	對應變感興趣或關注的團體或組織，為其潛在的諮詢或參與洩漏應變做好準備
積載	將貨物放置在船上以確保船舶的安全和穩定

## 參考文獻

### 1. 簡介

#### 1.2 HNS 定義

IMO (2002). OPRC-HNS Protocol. Protocol on preparedness, response and co-operation to pollution incidents by hazardous and noxious substances, 2000. Including the final act of the OPRC-HNS conference, 2000, and the resolutions of the conference. London: IMO, 31 p.

IMO (2010). International convention on liability and compensation for damage in connection with the carriage of hazardous and noxious substances by sea, 2010 (2010 HNS convention).

Available at: [www.hnsconvention.org/wp-content/uploads/2019/05/2010-HNS-Convention-English.pdf](http://www.hnsconvention.org/wp-content/uploads/2019/05/2010-HNS-Convention-English.pdf)

IMO (2021). Status of conventions. Available at:

[www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/StatusOfConventions.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/StatusOfConventions.aspx)

### 2. IMO 公約、協定和規則

IMO (2016). IGC code. International code for the construction and equipment of ships carrying liquefied gases in bulk. Available at:

[www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/IGCCode.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/IGCCode.aspx)

IMO (2016a). International code for the construction and equipment of ships carrying dangerous chemicals in bulk (IBC Code). Available at:

[www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/IBCCode.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/IBCCode.aspx)

IMO (2017). International convention for the prevention of pollution from ships (MARPOL). Adoption: 1973 (Convention), 1978 (1978 Protocol), 1997 (Protocol - Annex VI); Entry into force: 2 October 1983 (Annexes I and II). Available at:

[www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

IMO (2020a). IMDG code. International Maritime Dangerous Goods code. 2020 edition. Incorporating amendment 40-20. Available at: [www.imo.org/en/publications/Pages/IMDG%20Code.aspx](http://www.imo.org/en/publications/Pages/IMDG%20Code.aspx)

IMO (2020b). International convention for the Safety Of Life At Sea (SOLAS), 1974. Adoption: 1 November 1974; Entry into force: 25 May 1980. Available at:

[www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)

IMO (2020c). International Maritime Solid Bulk (IMSBC) code. Available at:

[www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/CargoesInBulk-default.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/CargoesInBulk-default.aspx)

IOPC Funds (2019). Claims manual. Available at: [https://iopcfunds.org/wp-content/uploads/2018/12/2019-Claims-Manual\\_e-1.pdf](https://iopcfunds.org/wp-content/uploads/2018/12/2019-Claims-Manual_e-1.pdf)

## 2.1 GESAMP 危險簡介

GESAMP (2019). GESAMP composite list 2019. Issued May/June 2019 as annexes 5 and 6 to PPR.1/Circ.6. Replaces all previous versions. Available at:

<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/GESAMP%20Composite%20List%20of%20hazard%20profiles-2019.pdf>

IMO (2020). Hazard evaluation procedure for chemicals carried by ships. Report of the fifty-seventh session of the GESAMP Working Group on the evaluation of the hazards of harmful substances carried by ships. Available at:

[wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/GESAMP%20Composite%20list%202020.pdf](http://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/GESAMP%20Composite%20list%202020.pdf)

## 3. HNS 危害和行為分類

UNECE. GHS (Rev.8) (2019). Globally Harmonized System of classification and labelling of chemicals (GHS). Eighth revised edition. Available at: <https://unece.org/ghs-rev8-2019>

UNECE. Rev.19 (2015) UN Recommendations on the transport of dangerous goods.

Model regulations. Nineteenth revised edition. Available at: <https://unece.org/rev-19-2015>

## 4. 整備

Bonn Agreement (2014). BE-AWARE I. Available at: [www.bonnagreement.org/activities/projects/i](http://www.bonnagreement.org/activities/projects/i)

Bonn Agreement (2015). BE-AWARE II. Available at: [www.bonnagreement.org/activities/projects/ii](http://www.bonnagreement.org/activities/projects/ii)

Bonn Agreement (2020). Counter pollution manual. Available at: [www.bonnagreement.org/publications](http://www.bonnagreement.org/publications)

EMSA (2007). Action plan for HNS pollution preparedness and response. HNS action plan. Available at: [www.emsa.europa.eu/publications/reports/item/260-action-plan-for-hns-pollution-preparedness-and-response.html](http://www.emsa.europa.eu/publications/reports/item/260-action-plan-for-hns-pollution-preparedness-and-response.html)

EMSA (2012). Technical report. Safe platform study. Development of vessel design requirements to enter & operate in dangerous atmospheres. Available at: [www.emsa.europa.eu/publications/item/1428-technical-report-safe-platform-study-development-of-vessel-design-requirements-to-enter-a-operate-in-dangerous-atmospheres.html](http://www.emsa.europa.eu/publications/item/1428-technical-report-safe-platform-study-development-of-vessel-design-requirements-to-enter-a-operate-in-dangerous-atmospheres.html)

Gaillard M., Giraud W., Lamoureux J., Philippe B. and Rousseau C. (2020). Accidental water pollution by hazardous and noxious substances. Operational guide. Available at: [wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/HNS-Accidental-Water-Pollution](http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/HNS-Accidental-Water-Pollution)

HELCOM (2012). BRISK. Sub-regional risk of spill of oil and hazardous substances in the Baltic Sea (BRISK) , 2009-2012. Available at: <https://helcom.fi/helcom-at-ork/projects/brisk/>

HELCOM (2018). OPENRISK. Available at: [www.helcom.fi/helcom-at-work/projects/completed-projects/openrisk](http://www.helcom.fi/helcom-at-work/projects/completed-projects/openrisk)

HELCOM. Manuals and guidelines. Available at: <https://helcom.fi/helcom-at-work/publications/manuals-and-guidelines/>

IMO. Shipboard Oil Pollution Emergency Plans (SOPEP). Resolution MEPC.54(32), as amended by resolution MEPC.86(44). Available at: [www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Shipboard-Marine-Pollution-Emergency-Plans.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Shipboard-Marine-Pollution-Emergency-Plans.aspx)

IMO. Shipboard Oil Pollution Emergency Plans (SOPEP). Resolution MEPC.85(44), as amended by resolution MEPC.137(53). Available at: [www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Shipboard-Marine-Pollution-Emergency-Plans.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Shipboard-Marine-Pollution-Emergency-Plans.aspx)

Ipieca (2014). Oil spill exercises. Available at: [www.ipieca.org/resources/good-practice/oilspill-exercises/](http://www.ipieca.org/resources/good-practice/oilspill-exercises/)

Ipieca (2018). Guidelines on implementing Spill Impact Mitigation Assessment (SIMA). Available at: [www.ipieca.org/resources/awareness-briefing/guidelines-on-implementing-spill-impact-mitigation-assessment-sima/](http://www.ipieca.org/resources/awareness-briefing/guidelines-on-implementing-spill-impact-mitigation-assessment-sima/)

Ipieca and IOGP (2014). Incident management system for the oil and gas industry. Available at: [www.ipieca.org/resources/good-practice/incident-management-system-ims/](http://www.ipieca.org/resources/good-practice/incident-management-system-ims/)

Ipieca and IOGP (2015). Contingency planning for oil spills on water. Available at: [www.ipieca.org/resources/good-practice/contingency-planning-for-oil-spills-on-water/](http://www.ipieca.org/resources/good-practice/contingency-planning-for-oil-spills-on-water/)

Ipieca and IOGP (2019). Oil spill preparedness and response: an introduction. Guidance document for the oil and gas industry. Available at: [www.ipieca.org/resources/good-](http://www.ipieca.org/resources/good-)

practice/oil-spill-preparedness-and-response-an-introduction-2019/

ISO (International Organization for Standardization) (2018). ISO 31000:2018. Risk management Guidelines. Available at: [www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:en](http://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:en)

IТОPF (2011). Contingency planning for marine oil spills. Technical information paper. TIP 16. Available at: [www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-16-contingency-planning-for-marine-oil-spills/](http://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-16-contingency-planning-for-marine-oil-spills/)

NHL University of applied sciences (2014). Chemical spill response manual. Risk, response, detection, organization, rules & regulations. Available at:

[www.researchgate.net/publication/281278036\\_Chemical\\_Spill\\_Response\\_Manual](http://www.researchgate.net/publication/281278036_Chemical_Spill_Response_Manual)

MEDESS-4MS (2015). Mediterranean decision support system for marine safety. Decision support system access. Available at: [www.medess4ms.eu/](http://www.medess4ms.eu/)

NOWPAP MERRAC (2011). Manual for HNS training. MERRAC technical report n°8.

Available at:

[http://merrac.nowpap.org/down/HNS\\_Training\\_Manual.pdf/1/HNS\\_Training\\_Manual.pdf/2/dataFile/board/data/tech\\_1/](http://merrac.nowpap.org/down/HNS_Training_Manual.pdf/1/HNS_Training_Manual.pdf/2/dataFile/board/data/tech_1/)

The Finnish Border Guard (2019). ChemSAR. Handbook for maritime SAR in HNS incidents.

Available at: <https://blogit.utu.fi/chemsar/material/>

Walker A.H., Boyd J., McPeck M. et al (2013). Community engagement guidance for oil and HNS Incidents. This guide was prepared under the Atlantic Region's COastal POLLution Response (ARCOPOL Plus) A5 activities project. Available at:

[www.arcopol.eu/?/=section/resources/search/1/resource/147](http://www.arcopol.eu/?/=section/resources/search/1/resource/147)

Yliskylä-Peuralahti Y. (2017). Preparedness to maritime chemical accidents in the Baltic Sea region. Available at: <https://blogit.utu.fi/chemsar/2017/04/18/preparedness-to-maritime-chemical-accidents-in-the-baltic-sea-region/>

#### 4.4 廢棄物管理

Braemar Howells Limited (2011). Salvage of the MSC Napoli. Review of waste management operations and lessons learned. Available at:

[www.yumpu.com/en/document/read/29631508/msc-napoli-waste-management-operations-report-arcopoleu](http://www.yumpu.com/en/document/read/29631508/msc-napoli-waste-management-operations-report-arcopoleu)

Cedre (2011). Guidance on waste management during a shoreline pollution incident.

Operational guidelines. Available at: [wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/Waste-Management](http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/Waste-Management)

IMO and UNEP (2011). Mediterranean oil spill waste management guidelines. Available at:

[www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/mediterranean-oil-spill-waste-management-guidelines](http://www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/mediterranean-oil-spill-waste-management-guidelines)

Norden (2016). Hazardous waste classification. Amendments to the european waste classification regulation – what do they mean and what are the consequences? Available at: [www.norden.org/en/publication/hazardous-waste-classification](http://www.norden.org/en/publication/hazardous-waste-classification)

#### 4.5 應變船舶

EMSA (2012). Technical report. Safe platform study. Development of vessel design requirements to enter & operate in dangerous atmospheres. Available at : [www.emsa.europa.eu/publications/reports/item/1428-technical-report-safe-platform-study-development-of-vessel-design-requirements-to-enter-a-operate-in-dangerous-atmospheres.html](http://www.emsa.europa.eu/publications/reports/item/1428-technical-report-safe-platform-study-development-of-vessel-design-requirements-to-enter-a-operate-in-dangerous-atmospheres.html)

### 5. 應變

Cedre and Transport Canada (2012). Understanding chemical pollution at sea. Available at: [www.chemical-pollution.com](http://www.chemical-pollution.com)

Cedre. Spills. Database of spill incidents and threats in waters around the world. Available at: [wwz.cedre.fr/en/Resources/Spills](http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Spills)

ECHA (European Chemicals Agency) (2020). Guidance on CLP. Guidance on harmonized information relating to emergency health response - Annex VIII to CLP. Available at: <https://echa.europa.eu/guidance-documents/guidance-on-clp>

ECHA (European Chemicals Agency) (2020b). Guidance on labelling and packaging in accordance with regulation (EC) 1272/2008. Available at: <https://echa.europa.eu/guidance-documents/guidance-on-clp>

European Commission (2017). Response to harmful substances spilt at sea. Project HASREP. Available at: [https://ec.europa.eu/echo/funding-evaluations/financing-civil-protection-europe/selected-projects/response-harmful-substances\\_en](https://ec.europa.eu/echo/funding-evaluations/financing-civil-protection-europe/selected-projects/response-harmful-substances_en)

Gaillard M., Giraud W., Lamoureux J., Philippe B. and Rousseau C. (2020). Accidental water pollution by hazardous and noxious substances. Operational guide. Available at: [wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/HNS-Accidental-Water-Pollution](http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/HNS-Accidental-Water-Pollution)

GESAMP (2019). GESAMP Composite List 2019. Issued May/June 2019 as annexes 5 and 6 to PPR.1/Circ.6. Replaces all previous versions. Available at: [wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/GESAMP%20Com](http://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/GESAMP%20Com)

[posite%20List%20of%20hazard%20profiles-2019.pdf](#)

GESAMP (2020). GESAMP hazard evaluation procedure for chemicals carried by ships 2019. Available at: [www.gesamp.org/publications/gesamp-hazard-evaluation-procedure-for-chemicals-carried-by-ships-2019](http://www.gesamp.org/publications/gesamp-hazard-evaluation-procedure-for-chemicals-carried-by-ships-2019)

HELCOM (2002). Manual on co-operation in response to marine pollution within the framework of the convention on the protection of the marine environment of the Baltic Sea area (Helsinki convention), Volume 2, 1 December 2002. Response to accidents at sea involving spills of hazardous substances and loss of packaged dangerous goods. Available at: <https://helcom.fi/media/publications/HELCOM-Manual-on-Co-operation-in-Response-to-Marine-Pollution-Volume-2.pdf>

IMO (2016). Operational guidelines on sunken oil, assessment and removal techniques. London: IMO, 84 p.

ISPRA (2014). Strategie di intervento per la difesa del marre e delle zone costiere dagli inquinamenti accidentali da idrocarburi e da altre sostanze nocive. Quaderni delle emergenze ambientali in mare. Quaderno n.3 L' inquinamento chimico da HNS (Hazardous Noxious Substances) in mare. Available at:

[www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ricerca-marina/quaderni-delle-emergenze-ambientali-in-mare](http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ricerca-marina/quaderni-delle-emergenze-ambientali-in-mare)

Le Guerroué (2020). Utilisation des produits absorbants sur pollutions accidentelles par hydrocarbures ou produits chimiques. Guide opérationnel. Available at:

[wwz.cedre.fr/Ressources/Publications/Guides-operationnels/Absorbants](http://wwz.cedre.fr/Ressources/Publications/Guides-operationnels/Absorbants)

POSOW (2013). Oil spill volunteer management manual. Available at: [www.posow.org/documentation/manual](http://www.posow.org/documentation/manual)

POSOW (2013a). Oiled shoreline assessment manual. Available at: [www.posow.org/documentation/manual](http://www.posow.org/documentation/manual)

POSOW (2013b). Oiled shoreline cleanup manual. Available at: [www.posow.org/documentation/manual](http://www.posow.org/documentation/manual)

POSOW (2013c). Oiled wildlife response manual. Available at: [www.posow.org/documentation/manual](http://www.posow.org/documentation/manual)

POSOW (2013d). Oil spill waste management manual. Available at: [www.posow.org/documentation/manual](http://www.posow.org/documentation/manual)

Purnell K. (2010). Are HNS spills more dangerous than oil spills? A white paper for the Interspill 2009 conference and the 4th IMO R&D forum Marseille, France, May 2009.

Available at: [www.hnsconvention.org/wp-content/uploads/2018/08/whitepaper.pdf](http://www.hnsconvention.org/wp-content/uploads/2018/08/whitepaper.pdf)

UNECE. GHS (Rev.8) (2019). Globally Harmonized System of classification and labelling of chemicals (GHS). Eighth revised edition. Available at: <https://unece.org/ghs-rev8-2019>

US Environmental Protection Agency (2016). Diving safety manual (Revision 1.3). Available at: [www.epa.gov/sites/production/files/2016-04/documents/epa-diving-safety-manual-2016.pdf](http://www.epa.gov/sites/production/files/2016-04/documents/epa-diving-safety-manual-2016.pdf)

US Navy (2008). Guidance for diving in contaminated waters. Revision 1. Available at: [www.navsea.navy.mil/Portals/103/Documents/SUPSALV/Diving/Contaminated%20Water%20Div%20Man.pdf?ver=2016-02-10-112554-370](http://www.navsea.navy.mil/Portals/103/Documents/SUPSALV/Diving/Contaminated%20Water%20Div%20Man.pdf?ver=2016-02-10-112554-370)

#### 5.4 決策

Gaillard M., Giraud W., Lamoureux J., Philippe B. and Rousseau C. (2020). Accidental water pollution by hazardous and noxious substances. Operational guide. Available at: [wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/HNS-Accidental-Water-Pollution](http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/HNS-Accidental-Water-Pollution)

ECHA (European Chemicals Agency) (2020). Guidance on CLP. Guidance on harmonized information relating to emergency health response - Annex VIII to CLP. Available at: <https://echa.europa.eu/guidance-documents/guidance-on-clp>

European Commission (2017). Response to harmful substances spilt at sea. Project HASREP. Available at: [https://ec.europa.eu/echo/funding-evaluations/financing-civil-protection-europe/selected-projects/response-harmful-substances\\_en](https://ec.europa.eu/echo/funding-evaluations/financing-civil-protection-europe/selected-projects/response-harmful-substances_en)

GESAMP (2019). GESAMP composite list 2019. Issued May/June 2019 as annexes 5 and 6 to PPR.1/Circ.6. Replaces all previous versions. Available at: [wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/GESAMP%20Composite%20List%20of%20hazard%20profiles-2019.pdf](http://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/GESAMP%20Composite%20List%20of%20hazard%20profiles-2019.pdf)

GESAMP (2019b). Publications. GESAMP hazard evaluation procedure for chemicals carried by ship. Available at: [www.gesamp.org/publications/gesamp-hazard-evaluation-procedurefor-chemicals-carried-by-ships-2019](http://www.gesamp.org/publications/gesamp-hazard-evaluation-procedurefor-chemicals-carried-by-ships-2019)

HELCOM (2002). Manual on co-operation in response to marine pollution within the framework of the convention on the protection of the marine environment of the Baltic Sea area (Helsinki convention), Volume 2, 1 December 2002. Available at: <https://helcom.fi/media/publications/HELCOM-Manual-on-Co-operation-in-Response-to-Marine-Pollution-Volume-2.pdf>

ISPRA (2014). Strategie di intervento per la difesa del marre e delle zone costiere dagli inquinamenti accidentali da idrocarburi e da altre sostanze nocive. Quaderni delle



emergenze ambientali in mare. Quaderno n.3 L' inquinamento chimico da HNS (Hazardous Noxious Substances) in mare. Available at:

[www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ricerca-marina/quaderni-delle-emergenze-ambientali-in-mare](http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ricerca-marina/quaderni-delle-emergenze-ambientali-in-mare)

POSOW (2013). Oiled wildlife response manual. Available at:

[www.posow.org/documentation/](http://www.posow.org/documentation/)

manual

Purnell K. (2010). Are HNS spills more dangerous than oil spills? A white paper for the Interspill 2009 conference and the 4th IMO R&D forum Marseille, France, May 2009.

Available at:

[www.hnsconvention.org/wp-content/uploads/2018/08/whitepaper.pdf](http://www.hnsconvention.org/wp-content/uploads/2018/08/whitepaper.pdf)

UNECE. GHS (Rev.8) (2019). Globally Harmonized System of classification and labelling of chemicals (GHS). Eighth revised edition. Available at: <https://unece.org/ghs-rev8-2019>

## 5.1 事故通報

Bonn Agreement (2017). Bonn agreement aerial operations handbook. Available at:

[www.bonnagreement.org/publications](http://www.bonnagreement.org/publications)

REMPEC (2018). Mediterranean guide on cooperation and mutual assistance in responding to marine pollution incidents. Available at: [www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/mediterranean-guide-on-cooperation-and-mutual-assistance-in-responding-to-marine-pollution-incident](http://www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/mediterranean-guide-on-cooperation-and-mutual-assistance-in-responding-to-marine-pollution-incident)

IMO (1997). Resolution A.851(20) adopted on 27 November 1997. General principles for ship reporting systems and ship reporting requirements, including guidelines for reporting incidents involving dangerous goods, harmful substances and/or marine pollutants.

Available at:

[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.851\(20\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.851(20).pdf)

IMO (2005). Resolution MEPC.138(53), adopted on 22 July 2005. Amendments to the general principles for ship reporting systems and ship reporting requirements, including guidelines for reporting incidents involving dangerous goods, harmful substances and/or marine pollutants (resolution A.851(20)). Available at:

[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.138\(53\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.138(53).pdf)

### 5.3 資訊資源

CCPS (Center for Chemical Process Society) (2019). Chemical reactivity worksheet. Available at: [www.aisc.org/ccps/resources/chemical-reactivity-worksheet](http://www.aisc.org/ccps/resources/chemical-reactivity-worksheet)

Cedre (2020). Chemical response guides. Available at: [www.cedre.fr/en/Resources/Publications/Chemical-Response-Guides](http://www.cedre.fr/en/Resources/Publications/Chemical-Response-Guides)

CEFIC (2020). The CEFIC emergency response intervention cards. Available at: <http://www.ericards.net/>

DG ECHO (2017). Improving member states preparedness to face an HNS pollution of the Marine System (HNS-MS). Available at: [www.hns-ms.eu/](http://www.hns-ms.eu/)

ECHA (European Chemical Agency) (2020). Search for chemicals. Available at: <https://echa.europa.eu/>

Joint Research Centre (2020). Digital Observatory for Protected Areas (DOPA) explorer 4. Available at: <http://dopa-explorer.jrc.ec.europa.eu>

IFA (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung) (2020). GESTIS-Stoffdatenbank. Available at: <https://gestis.dguv.de/?f=templates&fn=default.htm&vid=gestiseng%3Asdbeng>

ILO (International Labour Organization) 2020. International Chemical Safety Cards (ICSCs). Available at: [www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS\\_113134/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_113134/lang--en/index.htm)

IMO (2016). Guidelines on international offers of assistance in response to a marine oil pollution incident. London: IMO, 2016, 70 p.

IUCN Red List (2020a). The IUCN Red List of threatened species. Available at: [www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/)

IUCN Red List of Ecosystems (2020b). Available at: <https://iucnrle.org/>

NIH (National Library of medicine) (2020). PubChem. Explore chemistry. Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

NOAA (2018). CAMEO Chemicals. Database of hazardous materials. Available at: <https://cameochemicals.noaa.gov/>

NOAA (Office of Response and Restoration) (2020). ALOHA. Available at: <https://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/aloha>

OECD (2020). eChemPortal. Available at: [www.echemportal.org/echemportal/substance-search](http://www.echemportal.org/echemportal/substance-search)

Search Protected Planet (2020). Discover the world's protected areas. Available at: [www.protectedplanet.net/en](http://www.protectedplanet.net/en)

REMPEC (2018). Mediterranean guide on cooperation and mutual assistance in responding to marine pollution incidents. Available at: [www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-](http://www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-)

[catalogue/mediterranean-guide-on-cooperation-and-mutual-assistance-in-responding-to-marine-pollution-incidents](#)

REMPEC (2020). Maritime Integrated Decision support Information System on TRanspOrt of Chemical Substances. About Midsis Trocs. Available at:

<https://midsis.rempec.org/en/home>

RPS (2020). CHEMMAP. Available at: [www.rpsgroup.com/services/oceans-and-coastal/modelling/products/chemmap/](http://www.rpsgroup.com/services/oceans-and-coastal/modelling/products/chemmap/)

US Department of Transportation (USDOT) (2020). Emergency response guidebook (ERG). Available at: [www.phmsa.dot.gov/hazmat/erg/emergency-response-guidebook-erg](http://www.phmsa.dot.gov/hazmat/erg/emergency-response-guidebook-erg)

### 5.8 應變注意事項：腐蝕性物質

IMO (2020). IMDG code. International Maritime Dangerous Goods code. 2020 edition. Incorporating amendment 40-20. Available at:

[www.imo.org/en/publications/Pages/IMDG%20Code.aspx](http://www.imo.org/en/publications/Pages/IMDG%20Code.aspx)

### 5.9 應變注意事項：反應性物質

IMO (2020). IMDG code. International Maritime Dangerous Goods code. 2020 edition. Incorporating amendment 40-20. Available at:

[www.imo.org/en/publications/Pages/IMDG%20Code.aspx](http://www.imo.org/en/publications/Pages/IMDG%20Code.aspx)

### 5.21 除污

GOV.UK (Department for communities & local government, CFRA) (2012). Hazardous materials: operational guidance for the fire and rescue service. Available at:

[www.gov.uk/government/publications/hazardous-materials-operational-guidance-for-the-fire-and-rescue-service](http://www.gov.uk/government/publications/hazardous-materials-operational-guidance-for-the-fire-and-rescue-service)

United States department of Labor (2020). Occupational safety and health administration. Hazardous waste. Available at: [www.osha.gov/SLTC/hazardouswaste/training/decon.html](http://www.osha.gov/SLTC/hazardouswaste/training/decon.html)

### 5.20 個人防護裝備

US Environmental Protection Agency (2016). Diving safety manual (Revision 1.3). Available at: [www.epa.gov/sites/production/files/2016-04/documents/epa-diving-safetymanual-2016.pdf](http://www.epa.gov/sites/production/files/2016-04/documents/epa-diving-safetymanual-2016.pdf)

### 5.28 緊急登船

HELCOM (2002). Manual on co-operation in response to marine pollution within the framework of the convention on the protection of the marine environment of the Baltic Sea area (Helsinki convention), Volume 2, 1 December 2002. Response to accidents at sea involving spills of hazardous substances and loss of packaged dangerous goods. Available at: <https://helcom.fi/media/publications/HELCOM-Manual-on-Co-operation-in-Response-to-Marine-Pollution-Volume-2.pdf>

ICS (International Chamber of Shipping) (2013). Shipping Industry guidance on pilot transfer arrangements ensuring compliance with SOLAS. Available at: [www.steamshipmutual.com/Downloads/Loss-Prevention/PilotTransferGuide.pdf](http://www.steamshipmutual.com/Downloads/Loss-Prevention/PilotTransferGuide.pdf)

ICS (International Chamber of Shipping) (2021). Guide to helicopter/ship operations. Fifth edition. Available at: <https://publications.ics-shipping.org/single-product.php?id=54>

IMPA (International Maritime Pilots' Association) (2012). Guidance for naval architects and shipyards on the provision of pilot boarding arrangements. Available at: [www.impahq.org/admin/resources/guidancefornavalarchitects.pdf](http://www.impahq.org/admin/resources/guidancefornavalarchitects.pdf)

The Finnish Border Guard (2019). ChemSAR. Handbook for maritime SAR in HNS incidents. Available at: <https://blogit.utu.fi/chemsar/material/>

### 5.29 緊急拖曳

EMSA (2016). Inventory of EU member states oil pollution response vessels 2016. Available at: [www.emsa.europa.eu/opr-documents/opr-inventories/item/2777-inventory-of-eumember-states-oil-pollution-response-vessels-2016.html](http://www.emsa.europa.eu/opr-documents/opr-inventories/item/2777-inventory-of-eumember-states-oil-pollution-response-vessels-2016.html)

GL Noble Denton (2016). Guidelines for marine transportations. Available at: <http://rules.dnvgl.com/docs/pdf/gl/nobledenton/0030-nd%20rev%206.1%2028-jun-16%20guidelines%20for%20marine%20transportations.pdf>

HELMPEPA and Tsavliris Salvage International Ltd. (1998). A guide for the emergency towing arrangements. Available at: [www.helmepa.gr/en/ekdoseis/naftiliakes-ekdoseis/texnikes-ekdoseis](http://www.helmepa.gr/en/ekdoseis/naftiliakes-ekdoseis/texnikes-ekdoseis)

IMO (2008). Guidelines for owners/operators on preparing emergency towing procedures. MSC.1/Circ.1255. Available at: <https://fddocuments.in/document/imo-msc1-circ1255-guideline-on-emergency-towing.html>

The Finnish Border Guard (2019). ChemSAR. Handbook for maritime SAR in HNS incidents. Available at: <https://blogit.utu.fi/chemsar/material/>

### 5.30 避難場所

EMSA (2018). VTMIS. Places of refuge. EU operational guideline. Version 5 - Final 1 February 2018. Available at: <http://www.emsa.europa.eu/we-do/safety/places-of-refuge/item/2646-places-of-refuge-eu-operational-guidelines.html>

### 5.33 沉船應變

IMO (2007). The Nairobi international convention on the removal of wrecks. Adoption: 18 May, 2007; entry into force: 14 April 2015. Available at: [www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Nairobi-International-Convention-on-the-Removal-of-Wrecks.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Nairobi-International-Convention-on-the-Removal-of-Wrecks.aspx)

### 5.35 使用泡沫

REMPEC (2012). Theory and proactive of foams in chemical spill response. Available at: [www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/theory-and-practice-of-foams-inchemical-spill-response-1992](http://www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/theory-and-practice-of-foams-inchemical-spill-response-1992)

### 5.36 自然衰減和監測

Gaillard M., Giraud W., Lamoureux J., Philippe B. and Rousseau C. (2020). Accidental water pollution by hazardous and noxious substances. Operational guide. Available at: [wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/HNS-Accidental-Water-Pollution](http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/HNS-Accidental-Water-Pollution)

### 5.40 岸上 HNS 應變

Cedre (2017). Skimmers. Available at: [wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/Skimmers](http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/Skimmers)

### 5.41 包裝貨物應變

Cabioc' F. (2001). Containers and packages lost at sea. Available at: [wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/Containers](http://wwz.cedre.fr/en/Resources/Publications/Operational-Guides/Containers)

HELCOM (2002). Manual on co-operation in response to marine pollution within the framework of the convention on the protection of the marine environment of the Baltic Sea area (Helsinki convention), Volume 2, 1 December 2002. Response to accidents at sea involving spills of hazardous substances and loss of packaged dangerous goods. Available at: <https://helcom.fi/media/publications/HELCOM-Manual-on-Co-operation-in-Response-to-Marine-Pollution-Volume-2.pdf>

IMO (2007). Manual on chemical pollution. Section 2: Search and recovery of packaged goods lost at sea. London: IMO, 47 p.

## 6. 洩漏後管理

### 6.1 船肇 HNS 事故期間的文件、記錄和費用回收

EMSA (2019). EU states claims management guidelines. Claims arising due to maritime pollution incidents. Available at: [www.emsa.europa.eu/publications/inventories/item/720-eu-states-claims-management-guidelines-claims-arising-due-to-maritime-pollution-incident.html](http://www.emsa.europa.eu/publications/inventories/item/720-eu-states-claims-management-guidelines-claims-arising-due-to-maritime-pollution-incident.html)

IMO (1996). Convention on Limitation of Liability for Maritime Claims (LLMC) 1976, Protocol of 1996. Adoption: 19 November 1976; Entry into force: 1 December 1986; Protocol of 1996: Adoption: 2 May 1996; Entry into force: 13 May 2004. Available at: [www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Convention-on-Limitation-of-Liability-for-Maritime-Claims-\(LLMC\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Convention-on-Limitation-of-Liability-for-Maritime-Claims-(LLMC).aspx)

IMO (2010). International convention on liability and compensation for damage in connection with the carriage of hazardous and noxious substances by sea, 2010 (2010 HNS convention). Available at: [www.hnsconvention.org/wp-content/uploads/2019/05/2010-HNS-Convention-English.pdf](http://www.hnsconvention.org/wp-content/uploads/2019/05/2010-HNS-Convention-English.pdf)

IMO and UNEP (2009). IMO/UNEP Guidance manual on the assessment and restoration of environmental damage following marine oil spills. Available at : [wwwcdn.imo.org/localresources/en/publications/Documents/Newsletters%20and%20Flyers/Flyers/i580e.pdf](http://wwwcdn.imo.org/localresources/en/publications/Documents/Newsletters%20and%20Flyers/Flyers/i580e.pdf)

IOPC Funds (2019). Claims manual. Available at: [https://iopcfunds.org/wp-content/uploads/2018/12/2019-Claims-Manual\\_e-1.pdf](https://iopcfunds.org/wp-content/uploads/2018/12/2019-Claims-Manual_e-1.pdf)

ITOPF (2014). TIP 15: Preparation and submission of claims from oil pollution. Available at: [www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-15-preparation-and-submission-of-claims-from-oil-pollution/](http://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-15-preparation-and-submission-of-claims-from-oil-pollution/)

### 6.2 洩漏後監測

Cunha I., Torres T., Oliveira H. et al (2017). Using early life stages of marine animals to screen the toxicity of priority hazardous and noxious substances. Environ. Sci. Pollut. Res., 24, pp. 10510-10518. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8663-8>

IMO and UNEP (2009). IMO/UNEP Guidance manual on the assessment and restoration of environmental damage following marine oil spills. Available at :

[wwwcdn.imo.org/localresources/en/publications/Documents/Newsletters%20and%20Flyers/Flyers/i580e.pdf](http://wwwcdn.imo.org/localresources/en/publications/Documents/Newsletters%20and%20Flyers/Flyers/i580e.pdf)

Kirby M.F. and Law R.J. (2010). Accidental spills at sea – Risk, impact, mitigation and the need for co-ordinated post-incident monitoring. Marine Pollution Bulletin, 60 (6), pp. 797-803. Available at: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X10001050](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X10001050)

Kirby M.F., Brant J., Moore J. and Lincoln S. (2018). PREMIAM Pollution Response in Emergencies. Marine Impact Assessment and Monitoring. Post-incident monitoring guidelines. Second edition. Available at:

[www.cefas.co.uk/premium/guidelines.aspx?RedirectMessage=-true](http://www.cefas.co.uk/premium/guidelines.aspx?RedirectMessage=-true)

Kirby M.F., Gioia R. and Law R.J. (2014). The principles of effective post-spill environmental monitoring in marine environments and their application to preparedness assessment. Marine Pollution Bulletin, 82, pp.11-18. Available at:

[www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X14000393](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X14000393)

Neuparth T., Moreira S.M., Santos M. M. and Reis-Henriques M. A. (2012). Review of oil and HNS accidental spills in Europe: Identifying major environmental monitoring gaps and drawing priorities. Marine Pollution Bulletin, 64 (6), pp.1085-1095. Available at:

[www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X12001361](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X12001361)

### 6.3 事故檢討

Ministère de l' Intérieur et de l' Aménagement du Territoire (2006). Guide méthodologique « La conduite du retour d' expérience, éléments techniques et opérationnels. Available at : [www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/07/guide\\_methodo\\_REX.pdf](http://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/07/guide_methodo_REX.pdf)

U.S. Fire Administration (2015). Operational lessons learned in disaster response. Available at:

[www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/operational\\_lessons\\_learned\\_in\\_disaster\\_response.pdf](http://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/operational_lessons_learned_in_disaster_response.pdf)

## 7.案例研究

Atlantica SpA di Navigazione e Castalia (2012). Indagini geofisiche, geognostiche e ambientali a profondità di circa 450 metri per l' individuazione di fusti contenenti

sostanze tossico nocive caduti in mare da nave traghetto. Final report 13 July 2012. 29 p.  
ISPRA (2016). Incidente Eurocargo Venezia: monitoraggio delle possibili interazioni dei metalli contenuti nel catalizzatore esausto con la rete trofica dell' area interessata dalla presenza dei fusti. Final report May 2016. Rome: ISPRA, 20 p.

ISPRA (2017). Sversamento materiale paraffinico nel Tirreno settentrionale. Giugno 2017. Relazione finale. Available at:

[www.isprambiente.gov.it/files/temi/SversamentomaterialeparaffinicoTirrenosettentrionale\\_giugno2017\\_Relazionefinale.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files/temi/SversamentomaterialeparaffinicoTirrenosettentrionale_giugno2017_Relazionefinale.pdf)

Italian Coast Guard (2017). Investigazione ambientale sullo sversamento di materiale paraffinico

nel Mar Ligure e Mar Tirreno nel mese di giugno 2017. Rome: Italian Coast Guard, 22 p.

Macchia S., Sartori D., Giuliani S. et al (2015). Eurocargo Venezia ro-ro cargo ship incident: evaluation of environmental adverse effect of wasted catalyzer with bioassays and bioaccumulation test. Available at:

[www.researchgate.net/publication/306518976\\_Eurocargo\\_Venezia\\_Ro-Ro\\_Cargo\\_Ship\\_incident\\_evaluation\\_of\\_environmental\\_adverse\\_effect\\_of\\_wasted\\_catalyzer\\_with\\_bioassays\\_and\\_bioaccumulation\\_test](http://www.researchgate.net/publication/306518976_Eurocargo_Venezia_Ro-Ro_Cargo_Ship_incident_evaluation_of_environmental_adverse_effect_of_wasted_catalyzer_with_bioassays_and_bioaccumulation_test)

## 7.1 Bow Eagle

BEAmer (2003). Abordage survenu au large de l'île de Sein le 26 août 2002 entre le chalutier français Cistude (quatre victimes) et le navire-citerne (chimiquier) norvégien Bow Eagle. Rapport d'enquête technique (partie principale). Available at: [www.beamer.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/RET\\_CISTUDE\\_-\\_BOW\\_EAGLE\\_Site.pdf](http://www.beamer.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/RET_CISTUDE_-_BOW_EAGLE_Site.pdf)

Cedre (2007). Bow Eagle. Available at: [www.cedre.fr/en/Resources/Spills/Spills/Bow-Eagle](http://www.cedre.fr/en/Resources/Spills/Spills/Bow-Eagle)

## 7.2 Ece

Cedre (2006). Ece/General Grot Rowecki. Available at:

[www.cedre.fr/en/Resources/Spills/Spills/Ece-General-Grot-Rowecki](http://www.cedre.fr/en/Resources/Spills/Spills/Ece-General-Grot-Rowecki)

Cedre (2008). Phosphoric acid. Available at:

[www.cedre.fr/en/Resources/Publications/Chemical-Response-Guides/Phosphoric-acid](http://www.cedre.fr/en/Resources/Publications/Chemical-Response-Guides/Phosphoric-acid)

## 7.5 MSC Flaminia

BSU (Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung) (2014). Investigation report 255/12. Fire and



explosion on board the MSC Flaminia on 14 July 2012 in the Atlantic and the ensuing events. Available at: [https://www.bsu-bund.de/SharedDocs/pdf/EN/Investigation\\_Report/2014/Investigation\\_Report\\_255\\_12.html](https://www.bsu-bund.de/SharedDocs/pdf/EN/Investigation_Report/2014/Investigation_Report_255_12.html)

Coordinator of West MOPoCo



**PREMIER  
MINISTRE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**Secrétariat général  
de la mer**

Contact: [sgmer@pm.gouv.fr](mailto:sgmer@pm.gouv.fr)



European Union  
Civil Protection



**Mediterranean  
Marine Oil & HNS  
Pollution  
Cooperation**