

Marine Salvage 記事 50：MV X-Press Pearl (2015.05.20)

陳彥宏*



一、事故發生背景與初期處理

* 陳彥宏 Solomon CHEN，英國威爾斯大學海洋事務與國際運輸學博士，台灣海事安全與保安研究會理事長，新台灣國策智庫諮詢委員，國家運輸安全調查委員會諮詢委員，海洋委員會海巡艦隊分署海損評議審查會委員，海事仲裁人。曾任教於臺灣海洋大學、澳大利亞海事學院國家港埠與航運中心、高雄海洋科技大學。曾客座於上海交通大學凱原法學院國際海事研究中心、廈門大學南海研究、澳大利亞海事學院。EMAIL: solomonyhchen@gmail.com。

- 2021 年中國舟山長宏國際造船廠建 Super Eco 2700 級，新加坡旗貨櫃船 MV X-Press Pearl，長度約 186 公尺、船寬約 34.8 公尺、縱深約 17.9 公尺、滿載時吃水約 11 公尺、總噸位約 31,629 噸、貨櫃容量約 2,743 TEU，由新加坡的 EOS RO Private Limited 公司擁有，日本的 Three Eyes Capital Company Limited 公司為實益擁有者及商業營運商，並由 X-Press Feeders 營運。
- 洩漏與港口拒絕卸載：
 - 2021 年 5 月 10 日，貨輪在阿拉伯聯合大公國的傑貝阿里港裝載貨物。
 - MV X-Press Pearl 載有 1,486 個貨櫃，其中有 81 個被列為危險品。其貨物清單包括：25 噸硝酸、1,040 噸燒鹼、210 噸甲醇、9,700 噸環氧樹脂、1,680 噸塑膠顆粒(微塑膠)、以及船用燃料油(約 348 噸)和重金屬(如銅和鉛)等。
 - 5 月 11 日凌晨，當船隻抵達卡達哈馬德港(Hamad Port)時，船員首次發現一個編號為 FSCU7712264 的貨櫃洩漏硝酸。該貨櫃內裝有約 29 公噸硝酸，外觀無明顯損壞，但甲板艙口蓋的油漆因洩漏的硝酸而冒泡和剝落，並散發出強烈的化學氣味。(三副報告後，大副以鋸屑吸附並以海水沖洗。TSIB(新加坡運安調查)指出，硝酸屬氧化性物質，鋸屑屬有機物，依 EmS 指南可能促燃，應改用惰性吸附材；此處也記錄到甲板漆膜被黃綠色液體腐蝕起泡，且未即時提醒個人防護。)
 - 船長立即聯繫船公司，要求在哈馬德港卸下該洩漏貨櫃，但因齋戒月假期、時間不足、港口不具備處理危險品洩漏貨櫃的能力，以及該港非目的港等因素，遭到拒絕。在前往印度哈吉拉港(Hazira Port)的航程中，船員嘗試用海水沖洗洩漏的硝酸，並將船體傾斜約兩度，使污水排入海中。
 - 5 月 15 日當船隻於抵達哈吉拉港時，港口再次以無法處理洩漏貨櫃為由，拒絕卸載。
- 火災爆發與棄船：
 - 5 月 19 日貨輪於晚間抵達斯里蘭卡可倫坡(Colombo Port)港外錨地，錨泊於距離碼頭約 9.5 海里處，等待泊位。此時，船長報告貨櫃再次洩漏，並觀察到橙色煙霧，表明化學反應持續進行，有火災風險，但未宣告緊急狀況。

- 5 月 20 日上午，貨艙區域偵測到煙霧，火警系統啟動。船長向可倫坡港務管制中心報告貨櫃洩漏和甲板火警，尋求緊急靠泊。
- 船員隨即啟動船上的固定式二氧化碳滅火系統，向二號貨艙釋放了 174 瓶二氧化碳。然而，由於對貨艙裝載情況的判斷失誤，釋放的二氧化碳量遠超實際所需，導致整個系統一次性耗盡，影響了後續的滅火能力。儘管船員努力控制火勢並進行邊界冷卻，火勢仍在貨艙#2 內部惡化，並有黑煙冒出並冒出黑煙。
- 斯里蘭卡海軍和港口消防拖船「Posh Teal」和「Posh Vayu」於 5 月 20 日下午抵達，並派出消防員登船評估情況。但由於貨艙內有化學煙霧和二氧化碳，消防員決定返回港口討論後續行動。斯里蘭卡啟動國家溢油計畫(NOSCOPI)。UNEP 把本案定義為斯里蘭卡「最嚴重海事災難」，污染組成包含油＋危險化學品＋塑膠且貨載資訊不完全明確。
- 5/21：船東依 Lloyd's Open Form(LOF)簽約緊急救助(含 SCOPIC)；同日的斯里蘭卡 MEPA 建議拖離領海。
- 5/23：救難隊 12 人登船接管消防協調。
- 5 月 24 日，天氣惡化，風力增強，導致船隻拖錨並向岸邊漂移。船員和救撈隊多次嘗試調整船頭方向以減少火勢蔓延，但因天氣惡劣和缺乏有效拖曳能力而失敗。
- 5 月 25 日凌晨火勢迅速蔓延至生活區和機艙，並發生接連爆炸、貨櫃落海。船長在徵得救撈隊同意後，宣布棄船。所有 25 名船員和 12 名救撈人員使用繫泊纜繩從船尾滑到拖船上撤離，其中兩人受傷。工業級塑膠粒(nurdles)與碎屑自 5/27 起大量上岸。
- 2021 年 6 月 2 日，連接拖帶鋼纜準備外拖時，船艏吃水觸底，拖帶失敗；船體沉沒於原錨地附近。
- 環境影響非常嚴重：硝酸 25t、燃油 348t、環氧樹脂 9,700t、塑膠粒 1,680t、苛性鈉 1,040t、甲醇 210t，形成史上最大海灘塑膠原料顆粒(nurdles)溢灘事件與高度複雜的化學混合污染。聯合國稱這是「有史以來最大的塑膠洩漏事件」。初期觀察到有 307 隻海洋動物死亡，包括 258 隻海龜、43 隻海豚和 6 隻鯨魚。

這些動物的屍體上還出現「燒傷」或「漂白」的痕跡，可能與硝酸和燒鹼的腐蝕性有關。

- 初期應變評估：船員的初期應變迅速且符合程序，但火勢超出了船隻本身的滅火能力。更關鍵的是，缺乏避難港口(place of refuge)的支援，使得船隻無法及時處理危險貨物，最終導致災難性的後果。

二、救撈決策與爭議

- 決策爭議：事故的核心爭議在於船隻在發現硝酸洩漏後，未能獲得停靠港口以卸下危險貨櫃的許可。如果當時能及時處理，或許可以避免後續的災難。哈瑪德稱無設施、哈齊拉不願承作，而在斯里蘭卡方面，至 5/29–5/31 才就漢班托塔作為 POR 展開討論，未有結果。
- 避難港口爭議：國際海事組織(IMO)的指南明確指出，當船隻面臨緊急情況時，沿海國家應盡可能提供避難港口，以避免更大的環境災害。然而，在事故初期，MV X-Press Pearl 的船長曾多次向可倫坡港務管制中心請求緊急靠泊，但未獲回應或建議。當船隻火勢失控並開始拖錨向岸邊漂移時，船長再次請求進入港內避難，但同樣未獲允許。新加坡海事及港務局(TSIB)的調查報告指出，未能確定可倫坡港是否有能力滿足 MV X-Press Pearl 的緊急靠泊請求。而可倫坡港當局發出的指示，是將船隻拖離港口，理由是避免船隻在港口附近沉沒造成的污染風險。這與救撈隊將船隻移至港口附近、在更受保護的水域進行有效滅火的意圖相悖，官方記錄顯示兩邊立場與風險認知不同。這些決策的合法性和道德性在國際海事界引發了廣泛的討論。
- 救撈合約與初期行動：船公司與 SMIT Salvage 簽訂了勞伊氏合約(Lloyd's Open Form, LOF)進行救撈作業。國際油污應變有限公司(OSRL)也被啟動以應對大規模環境污染。救撈隊於 5 月 23 日登船，並接管了滅火的指揮權。
- 決策衝突與協調不足：這場事故凸顯了各利益相關者之間協調不足的問題。儘管斯里蘭卡當局(如 MEPA)啟動了國家油污應變計畫(NOSCOP)，但初期滅火拖船的能力有限，且需頻繁返回港口執行其他任務，導致滅火行動缺乏連續性。救撈隊也面臨缺乏斯里蘭卡當地可用的合適救撈泵、後勤操作因 COVID-19 協議而困難等挑戰。此外，斯里蘭卡政府代表和檢察總長辦公室曾考慮在新加坡提起民事訴訟以獲取賠償，但委員會認為斯里蘭卡才是主要訴訟地點，因為大多數證人都居住在斯里蘭卡，且在新加坡委託律師事務所的費用高昂(初步費用約 450 萬美元)。這顯示了在法律策略和管轄權選擇上的內部爭議。

- 賠償與法律爭議：斯里蘭卡政府在事故後，向新加坡船主和營運商提出了鉅額索賠，最初索賠金額高達 65 億美元，但最終獲得的賠償遠低於此。這凸顯了國際海事法律的漏洞。斯里蘭卡不是《危險與有害物質公約》(HNS Convention)的簽署國，這使得其在求償過程中缺乏強有力的法律依據，只能依賴傳統的賠償機制，而這通常只涵蓋了直接的清理費用，難以量化長期的生態損害。

三、救撈與善後

- 海上滅火：在火災初期，斯里蘭卡海軍、印度海軍和印度海岸警衛隊都派出了船隻協助滅火。由於船艙內溫度極高，滅火工作面臨巨大挑戰。
- 應變方法與成果：OSRL 採用了多種應變方法，包括利用無人機和地理資訊系統(GIS)繪圖工具監測塑膠顆粒擴散、開發並部署篩網、滾筒和客製化真空系統從沙子和碎屑中回收塑膠顆粒。在紅樹林和其他敏感區域則採用人工收集，並使用可生物降解的屏障防止進一步擴散。OSRL 還為 200 多名當地應變人員提供了培訓，並與廢物處理設施合作，確保收集到的塑膠顆粒和其他廢物得到環保處置。截至 2021 年 8 月，OSRL 已從受影響的海岸線回收了超過 1,000 公噸的塑膠顆粒和碎片。
- 複合式污染挑戰：不同於單純的漏油事件，MV X-Press Pearl 事故是燃油、化學品、和塑膠顆粒的「混合式」災難。
 - 燃油與化學品：在火勢延燒和船隻沉沒過程中，大量的船用燃油和有毒化學物質流入海洋。救助隊伍需要部署攔油索，並使用專門的吸油材料來處理這些污染物，同時避免與化學品產生二次反應。
 - 塑膠顆粒：這是本次事件最獨特的挑戰。數十億顆名為「nurdles」的塑膠小顆粒，隨著貨櫃落海而漂散。它們體積小、數量多，難以用傳統方式救撈，迅速覆蓋了斯里蘭卡西部和南部的海岸線。
- 清理工作：
 - 動員：斯里蘭卡政府、海軍、海岸警衛隊、環境保護部門，甚至上千名志工和漁民都參與到這場清理行動中。他們用網子、耙子，甚至徒手撿拾海灘上的塑膠顆粒。

- 難點：塑膠顆粒不僅污染了沙灘，還滲入沙子中，難以完全清除。同時，這些顆粒在陽光和海水的作用下會釋放出有毒物質，並吸附海水中的其他污染物，對海洋生物造成長期危害。
- 清理技術：
 - 機械回收：開發並部署了篩網、滾筒和客製化真空系統，從沙子和碎屑中回收塑膠顆粒。
 - 海岸線清理：在紅樹林和其他敏感區域採用人工收集，並使用可生物降解的屏障防止進一步擴散。
 - 創新解決方案：試驗了水力分離槽和浮選技術，將塑膠顆粒從有機碎屑中分離出來。
 - 培訓與能力建設：為 200 多名當地應變人員提供了實務培訓，提升他們處理塑膠顆粒污染的技術技能。
 - 廢物管理：與廢物處理設施合作，確保收集到的塑膠顆粒和其他廢物得到環保處置。
- 救撈合約與初期行動：船公司與 SMIT Salvage 簽訂了勞伊氏合約(Lloyd's Open Form, LOF)以進行救撈作業。OSRL(Oil Spill Response Limited)也被啟動以應對大規模的環境污染。救撈隊面臨多重挑戰，包括污染物複雜性(塑膠顆粒不會溶解或蒸發，需要機械回收)、廣泛分散、多方利益關係人協調(斯里蘭卡當局、國際油輪船東污染聯合會(ITOPF)、聯合國、法國海洋油污染文獻研究中心(CEDRE)等)、環境敏感性以及 COVID-19 疫情帶來的旅行限制。
- 救撈殘骸：火勢持續燃燒 12 天後，船隻於 2021 年 6 月 2 日在拖曳至深水區時沉沒。儘管多次嘗試將船隻移至更安全的港口(如可倫坡或漢班托塔)，但均未獲准。沉船殘骸構成航行危險，對可倫坡港周圍的密集航運和水下生態系統造成威脅。解決海洋公司(Resolve Marine Company)隨後進行落海貨櫃/碎片清除，從 2021 年 10 月到 2022 年 2 月，共識別了 348 個地點。船東隨後與上海救撈局簽訂主體殘骸切割吊離清除合約。截至 2023 年 2 月，部分殘骸已被救撈上岸並運往斯里蘭卡境外處理。然而，斯里蘭卡專家委員會表示，在救撈過程中，他們未能接近殘骸進行調查，限制了對實際損害程度的評估。

- 漁業禁令：事故後，斯里蘭卡政府對受影響地區的漁業活動實施了禁令。這項措施對當地漁民的生計造成了毀滅性的打擊。
- 清理成果與挑戰：截至 2021 年 8 月，OSRL 已從受影響的海岸線回收了超過 1,000 公噸的塑膠顆粒和碎片。斯里蘭卡環境保護局(MEPA)報告稱，截至 2023 年 3 月 18 日，共進行了 4,922 次清理作業，累計 113,543 個人日，收集了約 1,762 公噸廢物。這些廢物被暫時儲存在倉庫中，部分液體廢物也得到處理。然而，清理工作仍面臨巨大挑戰。
- 長期影響與清理：事故發生四年後，斯里蘭卡海岸線仍每天發現數公斤的塑膠顆粒。這些塑膠顆粒會隨著時間吸收環境中的污染物，變得更具毒性。研究也發現，塑膠顆粒和燃燒後的塑膠塊釋放出的浸出物，對海洋浮游生物(包括浮游植物、浮游動物)具有毒性，特別是對橈足類幼蟲的孵化成功率和存活率造成顯著影響。這對海洋食物網的基礎產生了潛在危害，可能導致長期生態後果。

四、殘骸拆解

- 沉沒過程：船隻在火勢撲滅後，由於船體結構嚴重受損，船尾部分開始沉沒，船頭則依然浮在水面上。在救援人員試圖將其拖往外海的過程中，船體最終於 2021 年 6 月 2 日完全沉沒於可倫坡港外水深約 21 公尺處的海床上。
- 移除計畫：由於沉船位於重要的航運通道和生態敏感區，斯里蘭卡政府要求完整清除，但工程進度因海況與法律爭議延宕。救撈與拆解作業由美國 Resolve Marine 公司進行了水下殘骸清理作業，這是一個分階段的過程：
 - 船體評估：使用水下無人載具(ROV)對沉船進行全面掃描，評估船體的穩定性和內部剩餘貨物狀況。從 2021 年 10 月到 2022 年 2 月，他們利用側掃聲納識別了 348 個水下碎片點，並回收了部分沉船殘骸。
 - 污染物移除：在切割船體前，需要先將船內殘餘的燃油和化學品抽離，以防在拆解過程中造成二次洩漏。
 - 分段切割：使用重型起重船和水下切割技術，將船體切割成數段，然後分批運回港口進行報廢處理。

- 進度與挑戰：因斯里蘭卡季風與大浪，工程多次中斷。危險品貨櫃仍在殘骸中，給潛水員帶來極高風險，增加拆解難度。到 2023 年底，僅完成部分上層結構的移除，主船體依舊留在原地。
- 殘骸移除與爭議：船東隨後與中國的上海救撈局簽訂了殘骸清除合約，並於 2022 年 11 月開始作業。然而，殘骸拆解過程的透明度受到質疑。斯里蘭卡的專家委員會表示，在救撈過程中，他們未能接近殘骸進行調查，限制了對實際損害程度的評估。例如，部分殘骸已於 2023 年 2 月被救撈上岸，並運往斯里蘭卡境外處理。檢察總長辦公室允許移除這些殘骸，但專家委員會未獲機會對其進行調查，這被認為讓關鍵證據流失。

五、關鍵技術與挑戰

- 滅火技術的侷限：針對化學品火災，傳統的水冷滅火方式效果有限，甚至可能與特定化學品產生反應。
- 海況限制：季風與近岸淺水讓圍油欄、靠泊卸貨與外拖皆困難；是典型「救難窗口(weather window)」短、環境風險快速上岸的案例。
- 污染物複雜性與新挑戰 MV X-Press Pearl 事故的獨特之處在於其多重污染物的混合，包括燃油、危險化學品、塑膠顆粒、環氧樹脂和重金屬。這使得應變和風險評估比傳統油污洩漏更為複雜。
 - 塑膠顆粒：這些微小的塑膠顆粒(nurdles)不會溶解或蒸發。它們廣泛分散，有些被埋在沙灘下，有些則隨著洋流漂浮數千公里，預計將在環境中持續數十年。它們還會隨著時間吸收環境中的污染物，變得更具毒性。
 - 化學品與重金屬：研究發現，這些塑膠顆粒和燃燒後的塑膠塊釋放出的浸出物，對海洋浮游生物(包括浮游植物、浮游動物和海膽幼蟲)具有毒性，特別是對橈足類幼蟲的孵化成功率和存活率造成顯著影響，並導致海膽幼蟲異常發育和生長受阻。燒毀的塑膠殘塊被發現含有高濃度的有毒金屬和多環芳香烴(PAHs)，其中多環芳香烴的濃度比兒童產品的安全限值高出數倍，甚至高於沉積物的最大允許濃度。
 - 環氧樹脂與甲醇：船上載有大量環氧樹脂(9,700 噸)，其浸出物含有雙酚 A(BPA)，這是一種已知的內分泌干擾物，對水生生物具有發育和生殖毒性。甲醇(210 噸)洩漏會形成有毒蒸氣雲，影響浮游海洋生物。

- 環境監測：事故後，需要對海洋生態系統進行長期監測，尤其是檢測塑膠顆粒中滲出的有毒化學物質對浮游生物、魚類和珊瑚礁的影響。科學家需要開發新的監測技術，以追蹤這些微小的塑膠顆粒在海洋中的移動路徑，並評估它們對不同層次海洋生物(從浮游生物到大型魚類)的毒性影響。
- 應急響應與溝通挑戰新加坡交通安全調查局(TSIB)的報告揭示了事故應變中的多項不足：
 - 船員能力與溝通障礙：MV X-Press Pearl 的船員來自多個國家(俄羅斯、中國、印度、菲律賓)，導致英語溝通障礙。儘管船上有針對緊急情況的演習要求，但船員對危險品貨物性質的認識不足，且對船上固定二氧化碳滅火系統的操作也不熟悉，導致在緊急情況下釋放了過量的二氧化碳，一次性耗盡了所有滅火劑。此外，應變過程中人力資源分配不當，例如經驗豐富的下船船員未被充分利用。
 - 岸上支援不足：可倫坡港務局未能提供連續的消防支援，派遣的拖船能力有限，且被調回港口執行其他任務。當局拒絕緊急靠泊和避難港的要求，也加劇了火勢蔓延。此外，調查團隊未能獲得航程數據記錄器(VDR)的數據，限制了對岸上與船隻間通訊的全面了解。
- 法律與國際合作：事故處理的另一大挑戰是法律層面。由於斯里蘭卡尚未批准《危險與有害物質公約》(HNS Convention)，其在尋求國際賠償時面臨法律上的困難。
- 法律追溯與求償：這場事故也暴露了國際海事法規在應對此類「複合式」污染上的空白。斯里蘭卡方面需要證明船東在處理貨櫃洩漏上的疏失，同時也要證明這場災難對國家造成的長期經濟和環境損失。

六、成果與影響

- 環境災難
 - 塑膠污染：MV X-Press Pearl 事故被聯合國稱為「有史以來最大的塑膠洩漏事件」。數十億個塑膠顆粒(微塑膠)洩漏到印度洋，並隨著洋流遠播至印尼、馬來西亞、索馬利亞和泰國等地區。這些塑膠顆粒在環境中長期存在，預計將持續數十年。

- 生態毒性：研究證實，從船隻殘骸和塑膠顆粒中滲出的化學物質對海洋浮游生物(如浮游植物、橈足類和海膽幼蟲)具有毒性，影響其生長、發育、孵化和存活率。燒毀的塑膠塊被發現含有高濃度的有毒金屬(如鋅、銅、鎳)和多環芳香烴(PAHs)，它們會持續釋放到環境中，對海洋食物網造成潛在危害。
- 海洋生物死亡：事故發生後，有大量海洋動物屍體被發現，包括至少 258 隻海龜、43 隻海豚和 6 隻鯨魚。這些動物屍體上還出現「燒傷」或「漂白」痕跡，可能與硝酸和燒鹼的腐蝕性有關。一些死亡動物的口中還發現了塑膠顆粒。
- 社會經濟影響
 - 漁業與生計：斯里蘭卡政府實施了禁漁區，導致當地漁民收入大幅下降，許多人失去生計或設備受損。社區居民因擔心海鮮受到污染而不敢食用或購買。
 - 旅遊業：受污染海灘影響，遊客數量減少，對當地旅遊業造成打擊。
 - 清理成本：船東聲稱已花費超過 1.5 億美元用於殘骸清除、清理和賠償。斯里蘭卡政府為清理工作投入了大量資金和人力。
- 法律與政策成果
 - 賠償與訴訟：斯里蘭卡最高法院已裁定船東 X-Press Feeders 須支付 10 億美元賠償。斯里蘭卡政府正透過國內法向船東尋求高達約 64.8 億美元的賠償。檢察總長辦公室已獲得內閣批准，計畫在新加坡提起民事訴訟。然而，斯里蘭卡的法律專家認為應在斯里蘭卡提起訴訟，並質疑委託新加坡律師事務所的高額費用。
 - 2025/7/24 斯里蘭卡最高法院裁定船東、營運商與本地代理須先行支付 10 億美元環境與經濟損害賠償；船公司與 P&I 俱樂部公開表示異議並擬進一步法律行動。
 - 事故後亦見反訴/抗訴與司法管轄爭議(如英國法院 2024 年反對在斯里蘭卡訴訟的禁訴令爭點)，凸顯跨境海事爭端的法域競合。。

- 國際法規呼籲：斯里蘭卡呼籲國際海事組織(IMO)將塑膠顆粒歸類為危險物質。IMO 已同意將「船舶遺失貨櫃」列為新的工作項目，以提高貨物透明度和應急響應能力。
 - 國內法規修訂：斯里蘭卡正在考慮批准更多國際海事公約，並修訂《海洋污染防治法》(MPPA)，以加強應急準備和責任追究。
 - 安全建議：新加坡交通安全調查局(TSIB)的最終報告向船公司、營運商、托運人和可倫坡港務局提出了多項安全建議，包括：審查危險品貨物預訂流程、加強船員培訓和溝通能力、確保拖船適用於消防、以及向船旗國提供 VDR 數據。
- **MV X-Press Pearl** 事故是一場多層次的複合型災難，不僅對斯里蘭卡的海洋生態和沿海社區造成了毀滅性影響，也為全球海事行業在危險品運輸、應急響應和國際合作方面提供了深刻教訓。