

理事長開講：散裝貨船安全

~ 2025.08.14 與正德海運的午後對談

陳彥宏*

楔子

曾是巨輪破浪行，九零風雨悲歌鳴。鋼軀不敵驚濤起，七百餘命葬海冥。
痛定思危終覺醒，公約齊修鑄法城。結構加強防進水，液化規範護安寧。
今朝航運新顏展，沉災頻率漸收繩。疏失潛藏如暗礁，隱患微茫未盡清。
萬里航程多險阻，戒懼常存莫自輕。細節之中藏禍機，防微杜漸不容停。

一、二十二年過，再省斯炎涼

話說 2003 年 10 月我在海運學報與研究生張家榕共同發表「散裝貨輪安全研究(一)散裝貨輪全損海難風險分析」、2003 年 12 月在海運研究學刊發表「散裝貨輪安全研究(二)散裝貨輪安全評估模式之研究」。想不到事隔 22 年，我還要來以「散裝貨船安全 Bulk Carrier Safety」為題再來開講一篇。

前一次的研究資料是以 1992-2002 的資料為基礎，這次的資料用國際散裝貨船東協會(INTERCARGO)提交給 IMO(III Session 11, 2025.07.21-15)的散裝貨船事故報告(Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports - Identified issues relating to the implementation of IMO instruments from the analysis of data 從海事安全調查報告分析中得出的經驗教訓和發現的安全問題 - 從數據分析中發現與實施國際海事組織文書有關的問題)(Bulk Carrier Casualty Report 2015-2024)為素材來做簡單分析。事故資料涵蓋了不同時間段內的散裝貨船全損統計數據。這份 INTERCARGO 的報

* 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、澳大利亞海運學院。EMAIL: solomonyhchen@gmail.com。

告分析了船舶全損數量、船員生命損失、事故原因(如液化、擱淺、結構性故障等)以及受損船舶的船齡和尺寸等趨勢，當然也包含了很多的 lesson learned。

無庸置疑的，科技在進步、社會在進步，在過去幾十年中，散裝貨船事故及其相關的人員傷亡呈現出顯著的改善趨勢，這主要歸功於航運業在安全協議、船舶設計、船員培訓和監管合規性方面的持續努力。換言之，都已經這麼往安全的路子上走了，這一題似乎也可以不用開講了。不過既然應要求來開講，咱們就多少繼續談下去，畢竟，某些類型的事故和船舶仍存在持續的風險。

二、夜黑風蕭瑟，星殞海茫茫

從時間序來看，1980 年代和 1990 年代被廣泛認為是散裝貨船海事安全的「非常不安全時期」也有人稱「黑暗時代」，當時船舶全損頻率驚人，並伴隨著悲慘的生命損失。僅在 1990 年至 1997 年間，就有 99 艘散裝貨船被報告全損，導致超過 650 名海員喪生。這些損失的規模在 1990 年代初期尤為明顯。

1990 年有 20 艘散裝貨船沉沒，造成 94 名船員死亡；1991 年則有 24 艘沉沒，導致 154 人死亡。從更廣泛的時間範圍來看，1990 年至 1998 年間，共有 131 艘散裝貨船全損，731 人喪生，這表明問題的嚴重性在最初的峰值年份之後仍持續存在。國際乾散貨船船東協會(INTERCARGO)的報告也指出，1990 年至 2000 年間，每年散裝貨船全損數量在 5 至 26 艘之間，每年死亡人數在 23 至 186 人之間。這些事故的一個顯著特點是它們的發生往往是突然且迅速的，船員通常沒有足夠的時間逃生。

	1990	1991	1992	1993	1994	1994	1996	1997	1990-1997	1990-1998
全損數量	20	24	16	9	18	18	4	3	99	131
死亡人數	94	154	28	74	148	148	50	45	674	731

此時期出現一些值得注意的散裝貨船全損事故，這些事件不僅造成了人員和財產損失，也對後續的海事安全法規制定產生了深遠影響。例如：

船名	事故年	事故型態	主要特點
Derbyshire	1980.09.09	結構性故障/沉沒	油散礦船，在颱風中損失，其報告促使後續安全審查
Leros Strength	1997.02.8	沉沒/結構性脆弱	在挪威海岸失蹤，船上人員全部喪生(20 人死亡)，儘管通過了加強檢驗計畫
Albion Two	1997.02.18	沉沒	25 人死亡
Anna Spiratou	1996.02	碰撞	26 人死亡

船名	事故年	事故型態	主要特點
Charlie	1990.01.20	失蹤	在惡劣天氣中失蹤，載有穀物
Corazon	1990.08.02	沉沒	在颶風「伯莎」期間因進水而在惡劣海況中沉沒
Azalea	1990.03.22	沉沒/傾覆	因壓載水艙裂縫導致傾覆並沉沒
Tao Yuan Hai	1990.05.26	推定沉沒	在惡劣天氣中因船體損壞和貨艙進水而推定沉沒
Regent Kapuas	1990.04.20	碰撞	與貨櫃船碰撞後沉沒
Sifnos Star	1989.07.17	火災/爆炸	機艙火災後被棄船，後被拆解
Walter Leonhardt	1990.02.18	沉沒	船體受損，2 號貨艙進水後沉沒
Alexandre P	1990.03.14	沉沒	失蹤，最後報告位置在西澳附近
Algarrobo	1990.09.18	失蹤	失蹤，最後報告位置在智利附近
Pasithea	1990.08.04	失蹤	在颶風「弗農」期間失蹤

事故類型與特點歸納如下：

事故類型	全損數量	死亡人數	主要特點
沉沒/結構性故障(進水/板材失效)	n.a.	227 (來自非惡劣天氣沉沒)	通常由於進水和板材失效，特別是艙部貨艙；漸進式淹沒
突然失蹤(原因不明)	n.a.	150	原因無法確定；通常暗示迅速、災難性故障
貨物相關問題(如不當裝載、早期液化問題)	n.a.	n.a.	懷疑裝卸操作不當；部分沉沒事故可能由液化引起
航行事故(碰撞、擱淺、觸礁/擱淺)	高(例如，1990 年所有船舶中 72 艘沉沒，44 艘觸礁/擱淺，21 艘碰撞，其中散裝貨船佔大部分)	顯著，但 1998 年後在死亡人數方面不如沉沒/液化事件突出	包括碰撞、擱淺和觸礁
火災/爆炸	顯著(例如，1990 年所有船舶中 32 艘)	顯著，但 1998 年後在死亡人數方面不如沉沒/液化事件突出	通常發生在機艙

這些經典海事案例中，如：

- MV Derbyshire，儘管這艘油散礦船在 1990-1997 年之前損失(1980.09.09)，但其 1998 年發布的沉沒報告極大地影響了隨後對散裝貨船安全的審查和制式化安全評估(Formal Safety Assessment(FSA))研究的啟動。它的損失凸顯了大型散裝貨船在惡劣天氣下結構性故障的脆弱性。
- 又如 1997 年 2 月 8 日沉沒的 MV Leros Strength，該船在通過加強檢驗計畫後仍在挪威海岸失蹤，船上人員全部喪生。這起事件強調，即使有了新的檢驗計畫，脆弱性仍然存在，特別是對於老舊船舶。

- 如 1997 年 2 月 18 日沉沒的 MV Albion Two 導致 25 人死亡。
- 如 1996 年 6 月 17 日因與希臘籍散裝貨船 Polydefkis P 碰撞導致塞普勒斯籍 MV Anna Spiratou 沉沒造成 26 人死亡案例。
- 其他包括在惡劣天氣中失蹤的 Charlie、在颶風「伯莎」期間因進水而沉沒的 Corazon、因壓載水艙裂縫導致傾覆並沉沒的 Azalea、因惡劣天氣損壞和洩漏而沉沒的 Orient Pioneer、因船體損壞和貨艙進水而推定沉沒的 Tao Yuan Hai、與貨櫃船碰撞後沉沒的 Regent Kapuas、因船體損壞和貨艙進水而沉沒的 Walter Leonhardt，以及失蹤的 Algarrobo 和 Pasithea 等。

這些事件中，特定貿易航路或貨物類型反覆出現的損失，例如在澳大利亞港口裝載礦石後沉沒的船隻，或後來確認東南亞鎳礦石是主要的液化風險，表明某些操作環境或貨物類型存在固有的、可能未被充分認識的風險。這意味著安全解決方案不僅需要針對船舶類型進行調整，還需考慮操作背景。這種情況凸顯了制定針對特定貨物的法規(如 IMSBC Code)以及加強船岸介面和貨物裝卸程序的重要性，認識到安全不僅是船舶設計的問題，還與操作環境和貨物特性密切相關。

如此大量的船舶全損以及「突然而迅速」的事故性質，指向了當時存在的系統性問題，而非孤立事件。迫使包括船級社和監管機構在內的國際社會，對船舶設計、建造標準和檢驗程序進行了嚴格審查。這一時期對於理解現代散裝貨船安全法規的演變至關重要。這強烈表明，1990 年代之前普遍存在的法規和行業慣例要麼不足，要麼執行不力，或者未能預見某些失效模式。

這些早期預警系統或結構彈性的缺乏，後來成為《海上人命安全國際公約》(SOLAS)第 XII 章關注的焦點，顯示出當時監管的明顯滯後。這個「黑暗時代」為海事安全提供了慘痛的歷史教訓，突顯了自滿情緒可能導致的嚴重後果，並表明海事領域的重大安全改進往往是「亡羊補牢」式的對災難性事故的反應。

此外，研究明確指出，大多數沉船事故涉及船齡超過 20 年的船舶。由於 1980 年代國際貿易增長被高估導致船舶供過於求，航運公司在成本壓力下不得不繼續使用老舊船舶，而非進行更新。這在惡劣的經濟條件與安全標準受損之間建立了直接的因果關係。這潛藏了一個系統性問題，也就是短期財務考量，例如延遲船隊更新和推遲必要的維護，被優先於長期的安全和船員福祉。這種模式揭示了行業所面臨的關鍵倫理和營運困境，表明如果沒有強有力的監督和承諾，經濟週期會嚴重影響安全表現。

三、雞犬寂無聲，曙光破寒霜

自「黑暗時期」以來，散裝貨船安全有了顯著的進展。INTERCARGO 發布的報告顯示，在過去「每個十年」中，散裝貨船的全損數量和生命損失數量呈現出明顯且穩定的下降趨勢。

年份(Year)	散裝貨船全損數量 (Number of Total Bulk Carrier Losses)	海員死亡人數(Number of Seafarer Fatalities)	每起事故平均生命損失 (Average Fatalities per Casualty)
2005-2015 (11y)	71	255	3.592
2007-2016	59	209	3.542
2008-2017	53	202	3.811
2009-2018	48	188	3.917
2010-2019	39	173	4.436
2011-2020	34	128	3.765
2012-2021	27	92	3.407
2013-2022	26	104	4.000
2014-2023	21	89	4.238
2015-2024	20	89	4.450

在每起船舶事故的平均生命損失方面，儘管在這些短期的十年期數據中存在小幅波動，但從更長期的歷史趨勢來看，例如從 1978-1998 年到 2011-2024 年，散裝貨船的嚴重事故頻率、致命事故頻率(Fatal Accident Frequency, FAF)和潛在生命損失(Potential Loss of Life, PLL)都呈現出顯著的下降趨勢，整體安全水平也算有大幅提升。

事故減少主要歸因於「船舶營運商持續實施的安全改進，與行業內強化的立法相結合」，以及「採用新技術來改善船舶設計」。INTERCARGO 強調其在「立法發展中發揮了重要作用」，並認可「INTERCARGO 與其他行業利益相關者共同努力」對改善安全表現的貢獻。

將 1990 年代 (7 年內 99 艘船舶全損，650 多條生命喪失) 與 2015-2024 年期間 (10 年內 20 艘船舶全損，89 條生命喪失) 進行直接比較，可以發現散裝貨船安全狀況發生了顯著且積極的轉變。這種改善明確歸因於「持續的安全改進」、「強化的立法」和「新技術」。這強烈表明了「黑暗時期」之後採取的應對措施，例如《海上人命安全國際公約》(SOLAS)第 XII 章和《國際海運固體散貨規則》(IMSBC Code)的實施，在很大程度上是成功的。每起事故平均生命損失的持續下降進一步證實了這些全面安全舉措的有效性，表明即使事故發生，其對生命的代價也在降低。

根據法國、德國和 IACS 的最新分析，散裝貨船的總體嚴重事故頻率呈現顯著下降趨勢。從 1978-1998 年的 2.77×10^{-2} 嚴重事故/船年，下降到 1998-2010 年的 2.52×10^{-2} 嚴重事故/船年，並進一步下降至 2011-2024 年的 1.11×10^{-2} 嚴重事故/船年。這表明在過去幾十年中，散裝貨船的整體安全水平有了顯著提升。

致命事故頻率也呈現類似的下降趨勢。從 1978-1998 年的 1.51×10^{-3} 致命事故/船年，下降到 1998-2010 年的 8.99×10^{-4} 致命事故/船年，並進一步下降至 2011-2024 年的 2.13×10^{-4} 致命事故/船年。每起致命事故的平均死亡人數也從 1978-1998 年的 11.1 人下降到 1998-2010 年的 7.3 人，並進一步下降至 2011-2024 年的 4.9 人。潛在生命損失(PLL)總體呈下降趨勢，從 1978-1998 年的 1.69×10^{-2} 死亡/船年，下降到 1998-2010 年的 6.59×10^{-3} 死亡/船年，並進一步下降至 2011-2024 年的 1.04×10^{-3} 死亡/船年。

這些積極的趨勢歸因於多項 IMO 措施，包括 SOLAS 修正案、IMSBC Code 的實施、STCW1978/2010 修正案、III Code 以及 IMO 成員國稽核計畫(IMSAS)。這些法規和標準的實施，提升了船舶設計、建造、營運和船員培訓的整體水平。此外，鎳礦石出口禁令的實施也顯著減少了致命液化事故的發生。與 1990 年代相比，散裝貨船船員因海事事務造成的風險已大幅降低，目前僅與第三產業(包含所有職業風險)的風險相當。這是一個巨大的進步，顯示了行業在保障海員生命安全方面的巨大努力和成效。

儘管整體趨勢無疑是積極的，但過去十年中仍有 20 至 27 艘散裝貨船和 89 至 104 條生命喪失，這表明該行業尚未實現「零損失」的目標，重大風險依然存在。2020 年發生的兩起大型船舶高知名度損失，即「Wakashio」和「Stellar Banner」，進一步強調了即使在安全表現整體提升的背景下，災難性事故仍可能發生，這促使人們重新關注特定領域(例如大型散裝貨船)的脆弱性，也突顯了在取得進展的同時，仍需持續保持警惕並採取有針對性的安全干預措施。

如果根據載重噸位(dwt)進行分析，倒是可以看出散裝貨船隊中存在某些特定的脆弱性。在 2015 年至 2024 年期間，50,000-59,999 載重噸範圍的船舶導致了最顯著的生命損失，共有 55 名海員喪生，佔總死亡人數 89 人的 61.8%。

在船舶全損方面，在 2015 年至 2024 年期間，10,000-34,999 載重噸和 80,000+載重噸的範圍各損失了 5 艘船舶，合計佔總共 20 起事故的 25.0%。這些事故導致 80,000+載重噸範圍內 22 人死亡(佔總數的 24.7%)，以及 10,000-34,999 載重噸範圍內 12 人死亡(佔 13.5%)。相對地，35,000-49,999 載重噸和 60,000-79,999 載重噸範圍的事故數量最少(三起)，佔總船舶全損的 15.0%，且沒有造成任何人員死亡。2020 年，一艘 Capesize 型和一艘 VLCC 型船舶(「Wakashio」和「Stellar Banner」)的損失，特別「引起了對大型散裝貨船安全的關注」。

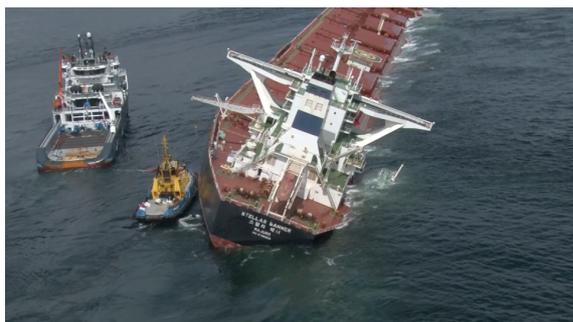
儘管大型和小型船舶都導致了總船舶全損和人員傷亡，但數據顯示，50,000-59,999 載重噸範圍的船舶對生命安全構成不成比例的關鍵風險，佔總死亡人數的 61.8%，儘管其船舶全損數量並非最高。這表明，當此特定載重噸位區間發生事故時，其在人員影響方面往往更具災難性，這可能與其通常運輸的貨物類型(例如易液化貨物，這是導致死亡的主要原因)或特定的設計/操作特性有關，這些特性使得緊急逃生更具挑戰性。這一發現值得對此特定載重噸位類別進行有針對性的安全研究和干預。

按載重噸位劃分的散裝貨船事故與生命損失分佈(2014-2024)				
載重噸位範圍 (DWT Range)	船舶全損數量 (Number of Ship Losses)	佔總船舶全損百分比 (%) (Percentage of Total Ship Losses)	死亡人數 (Number of Fatalities)	佔總死亡人數百分比 (%) (Percentage of Total Fatalities)
10,000-34,999	5	25.0%	12	13.5%
35,000-49,999	3	15.0%	0	0%
50,000-59,999	N/A	N/A	55	61.8%
60,000-79,999	3	15.0%	0	0%
80,000+	5	25.0%	22	24.7%
總計	20	100%	89	100%

註：數據主要來自 INTERCARGO 2025 年報告，涵蓋 2015-2024 年期間。部分 DWT 範圍的船舶全損數量未在提供的資料中明確列出，但總體統計和死亡人數分佈清晰。

Wakashio (Capesize 型)和 Stellar Banner (VLOC 型)在 2020 年的全損事件，明確「引起了對大型散裝貨船安全的關注」。這突顯了海事安全中的一個重要動態：高知名度的事故，特別是涉及大型或標誌性船舶的事故，即使其在統計上並非該載重噸位範圍內死亡人數最高的，也能夠強烈地促使行業和監管機構重新審視安全問題。這也強調了重大災難在推動特定安全舉措和資源分配方面所產生的心理、媒體和政治影響，其影響往往超出單純的統計數字所能顯示的。





如果從挪威船級社(DNV)發布的《2014-2024 年海事安全趨勢報告》(Maritime Safety Trends 2014–2024: Preparing for Future Risks)來看，海事安全事故總體數量有所增加，2018 年至 2024 年間增長了 42%，而同期全球船隊僅增長了 10%。這種總體趨勢主要由船隊老齡化和所有類型船舶的機械損壞/故障所驅動。

然而，在這一廣泛背景下，DNV 的報告也強調了特定事故類型的積極趨勢：與 2014 年相比，碰撞、擱淺和沉沒造成的事故減少了 26%。具體到散裝貨船，DNV 觀察到「2024 年事故增長溫和(2%)」，其中機械問題顯著減少了 13%。然而，這一發展被散裝貨船領域「火災、船體和海盜事件的增加」所抵消。安聯商業保險(Allianz Commercial)的數據進一步證實了全損的趨勢，報告顯示截至 2024 年底，全損(100 總噸以上船舶)降至創紀錄的 27 艘，在過去十年中下降了 75%(2015 年為 105 艘)。

這些數據資料呈現出 DNV 報告了海事事故的「總體增加」，但也提到了碰撞、擱淺和沉沒等特定事故類型的「積極趨勢」。同時，INTERCARGO 和安聯商業保險針對散裝貨船的數據則明確顯示全損呈「下降趨勢」。這種看似矛盾的現象表明，儘管整個海事行業可能因船隊老齡化和機械故障等因素導致事故總數上升，但散裝貨船由於自 1990 年代以來有針對性的監管和行業努力，在減少全損和傳統事故類型方面取得了顯著進步。然而，散裝貨船仍然容易受到火災、船體問題和海盜等「新興」或「重新出現」的威脅，這凸顯了動態和適應性安全方法的必要性。

不同報告(INTERCARGO 與 DNV)在範圍上的細微差異，突顯了數據資料和報告具體範圍的關鍵重要性。INTERCARGO 僅關注散裝貨船的報告提供了對其安全性能的直接且更準確的衡量，顯示出明確的改善。而 DNV 的報告涵蓋整個全球船隊，可能因為其他船型(例如客船/渡輪、雜貨船、滾裝船/汽車運輸船)推高了總體數字，從而掩蓋了散裝貨船在某些事故類別中取得的積極進展。這意味著，真正全面的分析需要同時審視宏觀(整個船隊)和微觀(特定船型)數據，以避免得出誤導性結論，並精確識別成功領域和持續關注的問題。

四、探源兼究理，剖析見真章

事故因素探討 - 貨物液化：最主要的生命損失原因

在散裝貨船事故中，貨物液化長期以來是導致海員死亡的首要原因之一。根據 INTERCARGO(2023)報告指出，自 1998 年至 2024 年間，共發生 12 起與貨物液化有關的事故，造成至少 155 人喪生。其中多數事故與鎳礦石(Nickel Ore)運輸相關，另有事故涉及鋁土礦(Bauxite)與鐵礦石(Iron Ore)等含水性高的礦物。

統計數據與重大事故

- 2010 年，包括 Jian Fu Star (2010.11.27)、Nasco Diamond (2010.11.10)和 Hong Wei (2010.10.27)三艘船在內的事故造成共 44 人死亡，皆與運載來自印尼的鎳礦石有關。
- 2011 年 12 月 25 日，Vinalines Queen 載運鎳礦石於菲律賓海域沉沒，造成 22 人罹難，被廣泛認為是液化事故。
- 根據 INTERCARGO (2017)統計，2007 至 2016 年間，9 艘船舶因貨物液化或移位發生事故，導致 101 名海員死亡。
- 在 2012 至 2021 年間的十年內，發生 5 起液化事故，其中 4 起為鎳礦石，1 起為鋁土礦，共計造成 70 名海員罹難，佔同期海員死亡總數的 76.1%。
- 最新資料顯示，2014 至 2023 年液化事故造成的死亡數為 55 人，佔同期散裝貨船死亡總數的 61.8% (INTERCARGO, 2024)。
- 2019 年 8 月 20 日，印尼籍散貨船 NUR ALLYA (52,378 DWT)疑因液化沉沒，船上 27 名船員全數罹難，為近年最嚴重的液化事故之一。

液化事故集中於東南亞地區港口，特別是在雨季期間，礦石在裝運前未經妥善乾燥或封存，使含水量超標，顯著增加液化風險。鎳礦石因其高孔隙率與極不穩定的含水特性，至今仍被視為最具風險的散裝貨物之一(IMO, 2021)。

貨物液化的特徵是其突發性與不可逆性。從船員察覺貨物異常至船舶失穩、翻覆的時間可能僅有幾分鐘，幾乎沒有充足時間進行補救或撤離，這也解釋了為何液化事故的死亡率遠高於其他類型事故。

為應對此風險，國際海事組織(IMO)於 2008 年通過《國際海運固體散貨規則》(IMSBC Code)，並於 2011 年生效，規定所有可能液化的貨物在裝船前須經含水量測試與「流動點」(Flow Moisture Point, FMP)比對。

然而，液化事故在 IMSBC Code 生效後的十年間仍造成超過 60%散貨船事故死亡人數(INTERCARGO, 2024)，顯示制度本身雖已建立，實施端仍存嚴重落差。這些落差包括：

- 港口對貨物含水量檢測能力不足或缺失；
- 托運人誤報、隱匿貨物性質的現象依然存在；
- 商業壓力導致船方在未核實檢驗報告的情況下接受貨物。

液化事故的持續發生，也凸顯出人為與制度文化的缺口。包括船員、裝船商、貨主與港務單位在內的整體「貨運鏈」中，缺乏對安全的共同承擔責任與風險意識。這不只是技術或法規問題，而是整體商業運作文化中安全優先次序的錯位。

為進一步提升安全，IMSBC Code 的 06-21 修正案於 2023 年 12 月 1 日正式生效，首次將「動態分離(Dynamic Separation)」納入術語，以解釋非典型液化(如鋁土礦)在航行過程中因振動產生的貨物失穩情形。

(動態分離 (dynamic separation) 指在固體物料上形成液漿(水及微細固體物)的現象，而該現象會產生自由表面效應，並且如該物料由船舶運載，該自由表面效應可能會顯著影響該船舶的穩定性。dynamic separation (動態分離) means the phenomenon of forming a liquid slurry (water and fine solids) above a solid material, resulting in a free surface effect which may significantly affect a ship's stability if the material is carried on the ship;)

此外，印尼政府自 2020 年起逐步實施鎳礦石出口禁令，也被視為減少液化事故風險的重要政策之一，雖然此舉對礦業供應鏈產生衝擊，但就航運安全而言，其正面效益已逐步顯現。

事故因素探討 - 擱淺：最主要的船舶全損原因

擱淺事故歷來是導致散裝貨船全損的首要原因，儘管全球航運業的安全技術與標準持續提升，但擱淺仍以其高頻率與高破壞性，在事故類型中居於主導地位，並且顯示出強烈的人為因素關聯性。

歷年數據與事故比例

根據 INTERCARGO 與 DNV 等機構的公開報告，擱淺事故在過去二十年間始終高居船舶全損原因之首：

- 2011 年即有 7 艘散裝貨船因擱淺全損，包括 2011 年 10 月 03 日 Jui Hsing (於颱風期間擱淺，造成 10 人死亡)、Oliva (2011.03.16)、Haina Golden (2011.03.25)、Mirach (2011.04.01)、Ioanna G (2011.04.01)、Sunny Partner (2011.06.25) 及 Angel 1 (2011.08.08)。
- 2004 至 2013 年間，擱淺佔所有散裝船事故的 34.84%。典型案例如 Giant Step (2006.10.06) 與 Ocean Victory (2006.10.24)，因風暴天候下的錨機或引擎故障而擱淺並斷裂；2007 年 1 月 15 日 Golden Sky 與的 Fedra (2008.10.10)、Golden Star (2008.11.30) 亦因惡劣天氣及機械問題而發生擱淺。
- 2011–2020 年期間，34 艘全損船中有 17 艘因擱淺報告損失(50%)。
- 2012–2021 年期間，27 艘全損船中有 13 艘因擱淺(48.1%)。
- 2013–2022 年間，12 艘散裝船因擱淺損失，佔比達 46.2%。
- 最近十年(2014–2023 年與 2015–2024 年)，擱淺仍是最主要的全損原因，分別佔比 42.9% 與 45%(約 9 艘船)。

人為錯誤與情境因素：Wakashio 與 Stellar Banner 案例

雖然 DNV(2024)報告指出，與 2014 年相比，擱淺、碰撞與沉沒事故整體下降了約 26%，但兩起近年具代表性的重大擱淺事故——MV Wakashio (2020.07.25) 與 MV Stellar Banner (2020.02.24)——清楚展現出人為錯誤與系統失誤交織的脆弱性。

- MV Wakashio(2020)：這艘日本控制的船舶於模里西斯附近礁區擱淺，導致嚴

重燃油洩漏與船體斷裂。調查發現，船員當時正在慶生並接近陸地尋找 Wi-Fi 訊號，船長受到酒精影響、瞭望官則擅離崗位，反映出駕駛台紀律全面失守。該事故不僅造成生態災難，也突顯紀律鬆散與情境判斷失能對航行安全的危害。

- **MV Stellar Banner(2020)**：此 VLOC 船隻在巴西港口外擱淺，主因為船長未經授權偏離預定航線、駛入未完整測繪區域。該海域海圖水文信息有限，加上駕駛台交接班時缺乏溝通，使船員未質疑新的航向。結果船首受損，為防沉沒而緊急擱淺，最終擊沉處理。該案凸顯導航資料不足與人為風險判斷缺失的危險交叉。

擱淺事故形態多樣，但常見的成因包括：

- 導航失誤：如未修正風流偏差、未能及時變更航向。
- 機械故障：錨機失效、主機停機、舵機異常。
- 惡劣氣候：風暴中錨拖錨或操控困難。
- 海圖與水文資料不足：尤其在靠港或近岸水域。
- 人為因素：缺乏溝通、程序違規、過度依賴自動化系統等。

這些原因往往不是單一因素，而是技術、資訊、人員與文化因素的複合疊加。根據《Human Factors in Maritime Accidents》(IMO, 2021)，超過八成擱淺事故涉及某種形式的人為錯誤，特別是在駕駛台團隊運作與決策過程中。

雖然當代船舶廣泛配備如 ECDIS(電子海圖顯示系統)、GPS 與 ARPA 雷達等先進設備，但上述事故證明，技術無法取代人員警覺性與紀律。當駕駛台當值人員未遵守標準操作流程、未質疑不合理指令，或缺乏充分休息導致注意力下降，這些科技系統仍無法避免事故發生。因此，有效的航行安全管理系統應該：

- 強化駕駛台團隊資源管理(BRM)訓練；
- 培養能質疑決策與辨識異常的操作文化；
- 更新航海圖資與區域水文數據；

- 確保船員能適時拒絕高風險操作，即使面對商業壓力。

系統風險與政策建議

- 資訊不對等與過時海圖數據仍是擱淺高風險區的核心問題，需由港口國與 IMO 推動強化水文測繪。
- 必須持續提升駕駛台人員對導航風險的理解與反應能力，落實人機協作 (Human-Machine Integration) 而非盲目依賴自動化。
- 高風險區域(如西非、東南亞、南太平洋)之海圖更新應列為國際公海治理合作的優先事項。

檢討 Wakashio 和 Stellar Banner 二案：

1. 相似處(共通點)：

- .1 船型與體積：兩艘皆為超大型船舶(Cape/VLOC 級)，吃水深、操控難，對誤差極度敏感。
- .2 擱淺地點：均在接近港口/沿岸區域擱淺，非公海，也非惡劣天候，而是人為疏失與航道誤判。儘管原因不同，但兩起事件的結果都是船隻擱淺，並且都發生在 2020 年，在當時引起了國際社會的廣泛關注。
- .3 操船失誤：都因駕駛台決策錯誤：Wakashio 是酒後偏航、也是為了接收手機訊號，船長故意偏離了安全航線，導致船隻擱淺。Stellar Banner 是船長為了趕時間，擅自選擇了一條未經勘測、水深較淺的備用航線，最終觸底受損。皆可歸類為 Bridge Team Management Failure。
- .4 港口資訊不透明/監控不足：Wakashio 偏航未被即時發現，Stellar Banner 疑似未獲得正確航道水深資訊。兩艘船的船長都違反了標準航行程序，未遵循預設的航行計畫，這是導致事故發生的直接導火線。
- .5 船東管理制度缺陷：MOL (Wakashio)與 Polaris (Stellar Banner)皆為大型海運業者，但事故暴露出風控制度與船員教育不足。
- .6 潛在重大環境風險：兩艘皆搭載大量燃油，一旦破裂將造成大規模污染

(Wakashio 實際洩漏，Stellar Banner 幸未發生)。

- .7 經濟損失慘重：兩艘船最終都被宣告為推定全損(Constructive Total Loss)，這意味著維修費用超過了船隻的價值。因此，船東、貨主和保險公司都遭受了巨大的經濟損失。
- .8 IMO 關注案例：兩案均被 IMO 與保險業者列為重大事故，納入後續制度改革討論，如油污公約修正、散裝船航安準則。

2. 各自的「特別之處」(Distinctive Features)

	MV Wakashio	MV Stellar Banner
船籍與國籍因素	巴拿馬籍(權宜旗國)/日本營運	馬紹爾群島籍/韓國營運
事故類型	觸礁破裂 → 大規模油污污染	擱淺損毀 → 結構報廢，自沉
環境衝擊	大規模的油污洩漏，對模里西斯當地珍貴的珊瑚礁、紅樹林和海洋生物造成環境浩劫。	救援團隊耗費了數月時間，將大部分貨物和燃油移除，確保了後續鑿沉作業的安全性。
社會與媒體關注度	高度曝光，引起全球環境團體譴責(尤其因模里西斯是觀光生態聖地)	關注度低，多為航運產業內部討論
法律追責結果	船長與大副 遭判刑入獄；船東賠償 4400 萬美元	無人被判刑；僅由保險理賠船東損失
後續政策影響	引發對「燃油污染」、「船員失職」的國際討論，可能促使修訂 BUNKER 公約與強化人員管理	主要促成對 VLOC 船型安全與港口水深更新機制的關注，較技術性改革
船隻的最終命運	在漏油後，船體因結構受損而斷裂成兩截。船首被拖到深海鑿沉，而船尾則留在原地，成為了一個難以處理的殘骸，持續對當地環境造成影響。	這艘船最終被拖到遠離海岸的深海區域鑿沉。這個決定相當罕見，因為這艘船的船齡僅約 4 年，但由於船體結構損壞過於嚴重，修復成本不划算。這也讓它成為史上被鑿沉的噸位最大的船隻之一。

3. 共通啟示

- .1 駕駛台管理制度(Bridge Resource Management)失靈：兩起事故都反映出：駕駛台人員未能依規操作航道、航向，缺乏集體決策與風險提醒文化。
- .2 港口國與沿岸國的監管能力差異：模里西斯與巴西皆為中等收入國，缺乏海上即時監控能力，顯示 IMO 的制度假設(每國都有能力)並不成立。

- 3 船員訓練與責任歸屬模糊：出事的都是外籍船員操作，並由管理公司與船東分屬不同國家，導致出事後責任歸屬難釐清。
- 4 保險制度雖能賠償，但未能預防：雖有 P&I Club 賠償制度，但兩案皆未阻止事故發生，凸顯目前制度偏重事後處理。

4. 法律責任詳細對比

	MV Wakashio	MV Stellar Banner
事故性質	擱淺+燃油洩漏污染	擱淺+船體結構毀損，自沉處理
事故地點法律地位	模里西斯專屬經濟區(EEZ)，鄰近珊瑚礁與保護區	巴西近岸航道，非保護區
責任主體(實質船東)	Nagashiki Shipping Co.(日本)	Polaris Shipping Co.(韓國)
營運管理者	MOL(商船三井，日本)	Polaris 自營
旗國(登記國)	巴拿馬(權宜旗國)	馬紹爾群島(權宜旗國)
主要法律依據	《1992 年民事責任公約》(CLC)+《2001 年燃油污染公約》(BUNKER) +《UNCLOS》	《UNCLOS》+《ISM Code》+IMO 事故調查章程，未啟動 CLC 或 BUNKER 程序
公約適用情形	適用 CLC 與 BUNKER 公約，進行污染賠償	雖搭載燃油但無污染，未啟動 BUNKER；ISM 守則有違反風險
刑事責任追究	船長與大副因酒後失職，遭模里西斯法院判處 20 個月徒刑(緩刑)	無人遭起訴或判刑；船長與公司皆未負刑事責任
民事賠償	船東 Nagashiki 透過保險公司 P&I Club，向模里西斯政府賠償，約 4,400 萬美元	所有處理費用由 P&I 保險(韓國保險)承擔，估損 1-1.5 億美元，無賠償第三方
污染損害責任	確認污染行為，屬典型油污賠償案件	無實際污染，燃油於沉沒前完全抽離
旗國角色與作為	巴拿馬未主動調查，國際批評其責任落實不足	馬紹爾群島未介入調查，顯示旗國監理空洞化
事故調查公開性	部分調查由模國海岸防衛隊與國際組織合作，報告公開部分摘要	巴西主導調查，但完整報告未對外公開，資訊透明度低
制度改革影響	成為 IMO 討論「非油輪燃油污染」改革契機；MOL 實施公司內部航安改革	引發航道風險討論與 VLOC 操作安全檢討，但無具體制度修法或國際效應
學術與政策討論	高度學術關注，被視為「典型的環境災難法律案例」	關注度低，偏向內部航運安全反省，無重大國際法討論

5. 法律責任分析總結

1. 責任認定與歸屬：**Wakashio** 法律責任清楚，污染明確，觸發一系列公約；**Stellar Banner** 雖有人為失誤，但未構成實質損害，導致法律責任「靜默化」。
2. 制度運作差異：**Wakashio** 因環境災損與媒體壓力，促成刑事、民事、制度三層處理；**Stellar Banner** 因損害控制成功，反映國際法律對「潛在事故」處理乏力。
3. 船旗國責任：兩案均暴露權宜旗國制度問題，無積極調查或監理，證明目前制度難以落實實質監管。
4. 保險制度功能：保險均有效啟動、吸收巨額損失，但只能「補償損失」，無法「預防事故」，需結合風控制度改革。
5. 法律與制度啟示：法律多在「災損發生後」才發揮作用，對於「高風險但無後果」的事件，如**Stellar Banner**，現行制度缺乏預警與強制責任工具。

事故因素探討 - 結構性失效與船齡：隱匿而致命的風險交集

在 1980 至 1990 年代，全球散裝貨船產業經歷了一段被譽為「黑暗時期」的災難性階段。眾多事故被追溯至貨艙結構的失效，形成海事史上最具有警示意義的安全危機之一。

根據統計，僅在 1990 年至 1997 年間，就有 30 艘散裝貨船因板材破裂導致進水而全損，其中 13 艘正運載鐵礦石。這類事故尤其集中於 **Capesize** 與 **Panamax** 等大型船型，而結構性故障成為該類型沉沒事故的最主要單一原因。

事故模式往往呈現驚人一致性：海水自船艙艙口滲入，破壞第一與第二貨艙間艙壁後，迅速導致連鎖性進水與船體沉沒。當時的設計規範普遍僅要求船舶能承受單一貨艙進水，卻未能預見多艙進水所帶來的災難性應力分布與結構崩解風險。

若進水發生在兩個船尾貨艙，常造成機艙進水與主機失效；若集中於兩個中央貨艙，則可能在應力集中處觸發斷裂性破壞(fracture failure)，導致船體瞬間解體。

這些重大事故背後，並非單一技術問題，而是由多個系統性因素長期交錯演化而成的結構性危機：

- 艦隊老化與經濟壓力：事故風險的結構溢出
 - 1980 年代，全球對國際貿易增長的預期過高，導致散裝船大量建造，最終造成市場供過於求。
 - 為降低營運成本，許多航商選擇延長老舊船舶服役年限，導致艦隊老齡化問題惡化。
 - 根據資料，2007 至 2011 年間發生沉沒的散裝貨船平均船齡超過 20 年，遠高於全球營運船隊的平均值。
 - 挪威船級社(DNV)2024 年報告亦指出：船齡超過 25 年的船舶事故佔比持續升高，顯示老舊艦隊仍是潛在高風險群體。

- 腐蝕與維護失衡：肉眼難察的風險惡化器
 - 散裝船船體面積巨大，艙口蓋與艙壁等關鍵結構極易受到鹽霧與濕氣的長期腐蝕。
 - 若缺乏定期全面檢測與維護，腐蝕將直接削弱結構強度，降低船舶對載重與動態壓力的承受力。
 - 出於經濟考量，部分船東選擇延後或簡化維修程序，導致原本邊際的設計餘裕逐漸被腐蝕吞蝕殆盡。

- 新舊技術的斷層：營運效率與結構安全的拉鋸戰
 - 當代散裝港口多採用高效率裝卸系統，包含快速裝載漏斗與重力卸料技術，雖提升營運效率，卻對老舊結構造成高頻率、非對稱的衝擊負載。
 - 許多事故指出：裝卸時未能平均分布貨重或控制落料衝擊點，使船體局部承壓失衡，導致艙壁金屬疲勞。
 - 此外，現代造船常採用高強度鋼材以減重與降耗，然而其厚度更薄，更容易受到腐蝕與裂縫擴張的影響，若無精密監控與疲勞管理，反成安全隱患。

- 制度與責任的缺位：風險管理文化的缺環
 - 勞氏船級社(Lloyd's Register)曾在報告中直言：部分船東在已知船舶存在結構問題的情況下仍選擇投入營運。
 - 這些行為多數出於成本壓力下的風險容忍決策，但在缺乏外部審查與透明機制下，最終累積成重大事故。
 - 該報告進一步指出：單靠法規更新與技術升級不足以防範事故，若船東缺乏主動安全意識與問責機制，則法規僅能成為事後補救。

散裝貨船結構性失效的案例，揭示了風險不僅存在於航程或貨物操作中，更潛伏於長期營運策略、制度監督落差與結構老化的日常決策之中。這些風險經常被延遲發現，卻在發生時造成災難性後果與大量人命損失。因此，全球海事體系應重新審視以下幾點：

- 對老舊船舶實施更頻密的結構檢測與強制除役政策；
- 建立針對貨艙設計應力測試與疲勞模擬的常態制度；
- 提高船東安全問責機制與資訊透明度，導入 ESG 向度的第三方審查機制；
- 確保技術創新與結構安全設計同步發展，防止效率與重量優化凌駕於安全之上。

只有透過制度性的反思與預防機制的建立，才能真正解決這類潛藏性、高代價的風險根源。

事故因素探討 - 機械損壞/故障

曾幾何時，人為疏失與貨物液化是導致海事事故的兩大主因。然而，根據挪威船級社(DNV)2024年《海事安全趨勢報告》，機械損壞與系統故障已悄然躍升為當前海事事故的首要肇因。該報告指出，2024年此類事故佔整體案例的60%，相較2014年的38%有顯著上升，成為推動事故總量增加的關鍵驅動力。

所謂機械故障，範圍涵蓋廣泛，主要包括：

- 主機或推進系統失效(例如主機熄火、傳動軸卡死)；
- 輔機或發電系統異常(如柴油發電機故障導致電力喪失)；
- 控制系統或自動化設備失靈(如導航、操舵系統故障)；
- 冷卻、燃料供應或排氣系統故障等其他輔助系統問題。

這些故障任何一環發生問題，都可能導致船舶失去操控能力，進而引發擱淺、碰撞、火災，甚至沉沒等連鎖效應。

報告進一步指出，船舶年齡與機械故障發生率存在顯著正相關。2024 年，船齡超過 25 年的老舊船隻佔事故比例達 41%，相較 2014 年的 32%有明顯升高。這顯示，在船隊老化背景下，結構疲勞、零件老化、系統整合性下降等問題，正加劇整體風險負擔，對船東與船級社構成重大挑戰。

雖然根據 INTERCARGO(2024)報告，散裝貨船在 2024 年的機械事故率出現小幅下降，反映出在該船型領域安全管理已有初步成效，但這無法掩蓋整體海事產業在機械可靠性上的系統性脆弱性。特別是小型船舶與低資本營運者，其維修保養資源不足，使問題更為惡化。

展望未來，機械故障的挑戰將變得更加複雜。為因應國際海事組織(IMO)所制定的脫碳目標，全球航運正快速導入新型燃料與替代推進系統，如：液化天然氣(LNG)、甲醇(Methanol)、氨(Ammonia)、電池與混合動力系統。

然而，這些新燃料技術尚處於發展與測試階段，缺乏統一標準、維修經驗與教育資源。根據 DNV(2024)指出，熟練操作新型主機與燃料系統的人才短缺，將可能導致新風險替代舊風險，甚至造成意料之外的複合事故(如燃料洩漏與爆炸、氨氣毒性暴露等)。

因此，未來的安全管理策略必須具備以下特徵：

- 預見性設計：新技術導入初期即內嵌風險評估與事故防範設計。
- 制度整合性：確保新燃料技術與現行安全管理制度(如 ISM Code、SMS)有效接軌。
- 船員再教育：推動針對新型燃料與複合動力系統的標準化培訓機制，避免因

知識斷層導致操作失誤。

- 全鏈監督機制：確保船級社、旗國、港口國與保險業者共同參與新風險的評估與應對。

否則，我們可能將既有的風險結構「升級」為更難預測與控制的高技術風險循環。誠如 DNV 所警告：「能源轉型不能以安全為代價。」

隨著綠色航運目標日益迫切，海事產業面臨的不僅是燃料選擇與排放控制的技術挑戰，更是一場風險治理與職業能力的大考驗。唯有將安全置於技術創新的核心地位，才能在邁向淨零航運的路上，守住每一位海員的生命底線。

事故因素探討 - 人為因素與操作失誤

在人類航海史上，人為因素(Human Factors)始終是導致海事事故最普遍、最根本的原因。根據國際航運研究資料，高達 80%至 85% 的所有海事事故與人為失誤直接相關，而在貨櫃船事故中，這一比例也接近 40%(IMO, 2021)。這些錯誤的形式多樣，涵蓋了導航判斷失誤、貨物裝載不當、維護疏忽、溝通失效、程序違規，乃至更潛藏的 船員疲勞、文化鬆懈與紀律流失。這些問題往往不是個別行為的偏差，而是整體安全管理系統中長期積累的系統性缺陷。

案例剖析：人為失誤的多樣化樣貌

以下幾起具有代表性的散裝貨船事故，具體揭示了人為因素如何貫穿事故的各個階段，並最終導致嚴重後果：

- 「MV Wakashio」擱淺案(2020)：這起事故被廣泛視為人為疏失與安全文化鬆散的典型案例。根據模里西斯事後調查報告，船長在當值期間受酒精影響，並且擅自接近陸地尋找 Wi-Fi 訊號；同時，船副未在橋樓履行瞭望責任。這一連串紀律失守最終導致船舶擱淺，釀成嚴重生態污染與船體斷裂的雙重災難。
- 「MV Stellar Banner」擱淺案(2020)：此案突顯了決策獨斷與溝通中斷的風險。船長為節省時間擅自更改航線，卻未將變更通報給當值人員，也未在航海圖上記錄。接班船員未能發現異常，最終使船舶駛入未知淺水區，導致船體受損，最終遭擊沉處理。這顯示了駕駛台團隊協作失靈的致命代價。
- 密閉空間致死事故：密閉空間被國際海事組織列為高危作業環境。然而，在

多起案例中，包括《Marine Accident Digest》報導的貨艙缺氧致碼頭工人死亡案，以及「MV SUNTIS」中船員因進入缺氧艙間而喪命的事件，皆反映出船舶安全程序存在嚴重漏洞。多數事故與未經檢測進入、缺乏氣體監測與救援裝備密切相關。

- 貨艙清潔墜落致死案(MV OCEAN GLORY)：一名船員於日常貨艙清潔作業時自梯間墜落身亡，調查發現事故與梯面濕滑、未使用安全繫帶、過度疲勞等因素有關。這類「可預防卻未被預防」的日常事故，正是人為風險潛伏於操作常態之中的具體證明。

深層結構問題：系統性失誤的累積結果

從上述案例可見，人為錯誤不僅是操作層面的即時失誤，更根植於系統性弱點與安全文化崩壞。這些弱點包含：

- 缺乏有效的駕駛台資源管理(BRM)
- 溝通與問責鏈中斷
- 對操作手冊與應急程序的熟悉與執行不足
- 安全紀律不落實與缺乏風險意識文化
- 疲勞管理制度不完善

ILO 與 ITF 在近年的聯合報告中指出，普通海員是海事工作場所中最常從事高風險體力勞動的群體，但他們往往缺乏足夠的安全培訓與應急資源支持，因此在職業事故中的傷亡率最高。

統計與研究支持

回溯至 1990 年代，美國海事局與挪威研究團隊即發現：散裝貨船船員整體表現為所有船型中最不穩定，尤其是在小型公司營運下的老舊船舶中更為明顯。雖然新一代船舶的設備可靠性有所提升，但人員行為與文化建構仍未同步改善，導致事故率未見根本下降。

IMO 亦明確指出：「人為因素不應視為事故的附屬原因，而應被納入風險管理的核心視角。」

從文化著手：安全改革的真正關鍵

因此，單靠技術升級與法規健全，無法徹底根除人為風險。真正的挑戰在於建立一套跨層級、跨任務、貫穿組織的安全文化與制度結構，包括：

- 持續性的安全訓練與模擬演練
- 強化駕駛台團隊協作與問責制度
- 實施疲勞管理政策與健康關懷措施
- 建立透明申報機制與事故經驗回饋機制
- 培養將安全視為核心價值而非合規負擔的文化

海事安全的未來，決定於我們是否能將「安全」從書面規範轉化為現場行為準則；將「零事故」從口號轉化為制度目標與文化內核。唯有深耕船員教育、強化組織治理、以及構建整體安全價值觀，才能真正避免悲劇重演，守護每一位海員的生命與尊嚴。

事故因素探討 - 自卸式散裝貨船的設計與法規

自卸式散裝貨船(Self-unloading bulk carriers, SUL)雖然在貨物裝卸效率上具有顯著優勢，特別適用於無岸設施或自動化高需求港口，卻在其貨物處理系統內部潛藏著顯著的火災風險，特別集中於輸送帶通道、動力傳動區與機械井道等關鍵區域。這一風險已為業界長期所知，但至今仍缺乏完整的設計對策與法規支撐，構成一項長期未解的系統性安全漏洞。

自卸機構通常結合皮帶輸送、落料漏斗與液壓驅動系統，這些部件在運作過程中極易積聚可燃粉塵、潤滑劑殘留物或煤炭細料等高度可燃物質。一旦遭遇電氣短路、機械過熱、靜電釋放或貨物本身的自燃特性誘發，火災可迅速擴散至整個處理系統，造成災難性後果。尤有甚者，自卸系統中多數關鍵組件位於船體深處、通風不良或密閉空間之內，大幅提升了初期探測、滅火操作與人員撤離的難度，使其風險遠高於傳統散裝貨船。

重大案例揭示火災風險的真實威脅

- 2018 年「Iron Chieftain」火災事故(澳洲籍)：此案火源起於輸送帶區域，短時間內延燒整艘船體。澳洲運輸安全局(ATSB)調查報告指出，缺乏專用火災探測與抑制設備、自卸機構設計不當、以及預防性維護不足，皆為關鍵促成因素。最終，該船被認定為「推定全損(Constructive Total Loss)」，並遭報廢處理。
- 「Ambassador」與「Yeoman Bontrup」等類似火災事故：多起事故皆展現相似模式：自卸系統設計複雜性與監管不足共同導致事故惡化，而非個別維護疏忽即可解釋。這些案例已構成對海事安全監管機構之制度性警訊。

制度層面之漏洞與灰色地帶

- 設計標準與監管機制不足：ATSB 報告進一步指出，目前針對自卸系統的國際設計標準與防火規範明顯落後於實務需求，特別在火災探測、防護屏障與自動滅火系統等關鍵項目，尚未形成強制規範。這使得 SUL 船型的火災風險處於法規認知與應對的真空地帶(Regulatory Vacuum)。
- IMSBC Code 的適用侷限：雖然《國際海運固體散貨規則》(IMSBC Code)對於貨物特性與操作條件提供重要指引，然而其重點仍集中於貨物本體之自燃與液化風險，而對自卸機構所衍生之機械與電氣火災風險缺乏明確規範。此法規邏輯上的侷限，使 SUL 成為 IMSBC Code 管轄邊界以外的高風險船型之一。

從設計風險到監管延滯：系統性問題的交集

整體而言，自卸式散裝貨船的火災風險應視為設計性缺陷與制度性延遲交織而成的結果。設計上，其封閉性與多動件結構造成高可燃性；制度上，則缺乏針對性法規、驗證機制與回饋通報體系。

雖然澳洲與其他國家已將此議題納入其國內調查與修訂程序，但至今未有正式提交至 IMO 的技術小組(如 SSE 或 CCC 分委會)審議，顯示調查與制度之間存在明顯斷裂。這種制度延宕不僅使事故無法轉化為監管改革的契機，也凸顯出國際監管體系對「特殊型船舶風險」缺乏預警機制與動態修正能力。

未來改革方向與制度建議

隨著 SUL 船型在全球散裝貨物流通中的佔比逐年上升，若此類風險未獲制度性處理，極可能成為下一波高致災風險船型的主因。因此，國際海事組織(IMO)應立即啟動以下行動：

- 修訂與擴充 IMSBC Code 或 SSE 標準，涵蓋自卸系統之火災風險管理規範。
- 制定針對 SUL 船型之設計驗證、火災探測系統、與滅火性能測試指引。
- 建立事故資料回報與風險快速回饋機制，確保個案能轉化為系統性監管參數。
- 促進自卸系統專業培訓標準化與操作手冊之通行，提升船員火災應對能力。

自卸式散裝貨船火災事故的頻發，反映出當前國際制度對新型高效率船型風險的反應遲緩與機制空白。唯有正視 SUL 船型在設計與操作上的特殊性，並透過技術、制度與教育三方面的同步強化，方能避免類似悲劇重演。制度改革不僅是對海事事故的回應，更是一種對船員生命、港口環境與國際航運穩定的責任實踐。

事故因素探討 – 其他類型

除了擱淺與貨物液化等高頻風險外，碰撞(Collision)、火災／爆炸(Fire/Explosion)、進水(Flooding)與機械故障(Machinery Failure)亦為散裝貨船全損事故的重要原因，部分類型儘管發生率較低，但其瞬時破壞性或致命性不容忽視。

- 碰撞：突發性風險與操控失誤的結合
 - 碰撞雖在統計上非最高頻事故類型，卻常因雙方船隻高速運動、航行環境複雜與操船失誤而造成嚴重後果。
 - 2011 年，至少有兩艘散裝貨船因碰撞而推定全損，分別為 Rainbow (2011.01.18)(Handysize)與 B Oceania (2011.07.29)(Panamax)型船。
 - 2004 年至 2013 年之間，碰撞事故共導致 10 艘散裝貨船報廢，佔該時期全損總數的 15.15%。
 - 再往前回溯至 1997 年至 2006 年，更出現多達 16 起因碰撞導致的全損事故，其中 2006 年即有兩艘船舶因此報廢。

- 碰撞事故往往與駕駛台管理失誤(如瞭望不力、雷達使用不當)、通航密集水域下的交通協調失敗，或惡劣天候下操控困難密切相關，具有高度突發性與難以緩解的特性。
- 火災與爆炸：低頻高損的典型風險
 - 火災與爆炸屬於低頻但高破壞力的事故類型，尤其當涉及油類燃料、易燃粉塵或電氣短路時，後果常難以控制：
 - 2004–2013 年間，有 3 起火災或爆炸事故導致散裝貨船全損。
 - 1997–2006 年期間則記錄有 10 起此類事故，顯示該風險曾一度在特定年代呈現升高趨勢。
 - 儘管現行 SOLAS 規範對船上防火系統提出明確要求，但對於如自卸機構、發電機房與貨艙間區等潛在高風險空間的專屬規範仍有不足，使部分新型或混合用途船型在防火安全上處於規範邊緣地帶。
- 進水事故：結構性問題與貨物特性之交集
 - 進水事故往往與船體結構損壞、封水設施失效或貨物液化引發船體傾斜等因素密切相關，是高度致命性的事故機制之一：
 - 2004–2013 年間，共有 8 起進水事故導致船舶全損。
 - 單一年份內亦可見密集損失事件：如 2007 年，Amul (2007.09.8-10)、Clinker Carrier 與 Orchid Sun (2007.07.10)皆因進水事故受損，其中 Orchid Sun 更導致 13 人死亡。
 - 2008 年，Jinshan 也因船艙進水事故導致 2 名船員罹難。
 - 這些案例顯示，即便非液化貨物，一旦進水與其他結構性脆弱點相互影響，仍可能造成快速沉沒或人員傷亡。
- 機械故障與操作失能
 - 機械失效在近年已成為一項快速上升的風險來源，特別是船齡偏高與維

修品質下降情況下：

- 2007 年，Golden Sky 因主機失效導致操控喪失，最終擱淺並被列為推定全損案例。
- 在 1997 至 2006 年間，也曾記錄有 4 起全損事故歸因於嚴重機械故障。
- 這些事故顯示，即便非直接致損原因，機械故障亦常是間接促成擱淺、碰撞等複合型事故的觸發點。
- 未知原因與資訊斷層
 - 部分事故仍無法由現有資料明確歸因，暴露出調查能量與資訊傳遞間的落差：
 - 2011 年 Rak Carrier 在錨泊期間不明原因沉沒，初步分析懷疑與船體進水與結構性問題相關，但無明確結論。
 - 2008 年，Da Ji 號於惡劣天候中突然沉沒，雖外部條件已構成挑戰，但事後亦無法確認確切誘因，結構性故障被視為潛在主因。
 - 這些案例突顯，即使事故已發生，若船體無自動故障記錄系統或資料回傳能力不足，調查將面臨高度不確定性，進一步延宕制度性回饋與預防機制的建立。

碰撞、火災、進水與機械故障雖非散裝貨船事故的最高發類型，卻都具備高損失、高致命性或資訊不明等特性。當前制度設計對這些風險類型之通報分類、事故原因統一標準、與細部技術調查機制尚未完備，導致部分潛在重大風險未能及時納入風險矩陣管理。因此，未來應朝向：

- 精細化事故分類系統，區分直接與間接原因；
- 擴充事故後數據調查能力與數位記錄機制；
- 針對不明事故建立「預警類別」與制度回饋通道；

以建立更全面與預測性的風險監控架構。

五、潛因終見底，積弊始成殃

事故影響與後果 - 生命損失：最嚴重的後果

在 2015–2024 年期間，全球散裝貨船事故共造成 89 名船員死亡，平均每起事故導致 4.45 人死亡(INTERCARGO, 2025)。同類型的滾動統計亦顯示，2012–2021 年間死亡人數為 92 人，而 2013–2022 年則為 91 人(INTERCARGO, 2023, 2024)。雖然船舶總損失件數持續下降，但人員死亡數據的停滯與重複性原因，顯示船員生命風險並未因技術進步而根本緩解。

根據統計，貨物液化為導致死亡的主要因素，其佔死亡人數的比率在 2012–2021、2013–2022 與 2015–2024 年間，分別為 76.1%、63.7% 與 61.8%(INTERCARGO, 2023, 2024, 2025)。顯示三個時期中總死亡與液化相關死亡的變化情形，顯示液化事故所佔比重仍然極高。

除了液化外，密閉空間進入與貨艙清潔作業亦為船員死亡的特定高風險活動。IMO 自 2011 年起持續強調密閉空間事故的危險性，並透過通告 MSC.1/Circ.1401 建議加強培訓與檢查程序(IMO, 2011)。但 INTERCARGO 指出，多數密閉空間死亡案件仍與「無氣體偵測」與「單人進入」有關，暴露出程序執行與文化落差(INTERCARGO, 2022)。

進一步放大至全船型，國際勞工組織(ILO, 2023)指出：2022 年全球海員死亡的三大主因分別為疾病(139 例)、落水失蹤(91 例)與職業事故(74 例)。其中一般海員(ratings)於日常維修與操作作業中風險最大，特別是在無適當監督或防護的情況下執行高風險作業。

綜合上述資料可見，即便現代散裝船的設計與結構強度明顯進步，但人員安全風險仍集中於作業層級與制度落實的薄弱環節。這不僅顯示出液化與密閉空間進入的致命性，也突顯了必須從操作文化、現場訓練與預防機制出發，才可能真正提升船員的生命保障。

事故影響與後果 - 環境影響：油污與生態破壞

儘管散裝貨船主要運輸乾散貨，其本身並非油輪，但其燃油容量巨大，若於擱淺或結構破壞時洩漏，依然可能引發嚴重的海洋污染災難。2020 年「Wakashio」擱淺事故即為一例，其載有 3,800 噸重油與 200 噸柴油，擱淺後洩漏約 1,000 噸油品，污染面積達 27 平方公里，對模里西斯海域造成災難性衝擊(IMO, 2021；ITOPF, 2021)。

該事件的衝擊不僅限於海面油污，更嚴重地波及鄰近的生態敏感區，包括紅樹林、珊瑚礁與藍灣海洋公園，亦包含一處經聯合國認定的拉姆薩爾濕地(Ramsar Wetland)。科學評估指出，紅樹林底部積存大量重金屬與有毒沉積物，造成長期的棲地毒性效應(UNEP, 2022)。Wakashio 事件發生後，模里西斯政府宣布「環境緊急狀態」，但其緩慢的應變動員引發大規模民間抗議與國際譴責。

同樣於 2020 年發生的另一事件則顯示不同的結果：巴西籍自卸散貨船「Stellar Banner」因結構受損於近海鑿沉，儘管其載有 145,000–150,000 噸鐵礦石，但因預先完成燃油抽除與環境監測，巴西海軍與國家環保機構判定其對海洋生態無重大風險，批准其以可控方式沉沒。事後 72 小時內監測結果證實無明顯油品污染(INTERCARGO, 2021)。

在兩案中，Wakashio 事故具備「高油污量」「高生態敏感性」「低應變能力」三重風險條件，而 Stellar Banner 雖載重龐大，但其環境風險因有效的事前應變設計而顯著降低。這反映出散裝船潛在環境風險評估時，不能僅依貨物類型判斷環境風險，而必須納入燃油容量、區域生態敏感性與港國應變能力等因素進行整體評估。

此外，Wakashio 事件也暴露出某些島國對大型環境災難的準備不足，未能及時動員防油應變器材、海上攔油索與緊急處置機制，對海洋治理體系形成嚴峻考驗。該案亦促使 IMO、ITOPF 與 UNEP 加強對發展中國家之技術協助與應變能力訓練。

事故影響與後果 - 經濟損失與供應鏈中斷

散裝貨船事故除了對生命與環境構成重大威脅，亦對全球貿易、保險業與航運經濟穩定性造成深遠影響。回顧 1990 年代，海運事故頻繁，散裝貨船與油散貨船(OBO vessels)為主要事故類型。僅 1990 年一年，全球各類型船舶共損失約 1,126,026 總噸(GT)，其中多數為散裝貨船與老舊油散船所致，這一數字較 1989 年增長了近 69%(INTERCARGO, 1992)。

這類事故對全球保險市場造成沉重壓力。以英國倫敦勞氏保險市場為例，1988 年的海事賠付損失高達 5.51 億英鎊(折合當年約 8.93 億美元)，1989 年與 1990 年更連續報告虧損(Lloyd's Register, 1991)。這不僅反映出事故造成的直接經濟衝擊，也揭示航運保險對系統性安全風險的脆弱性。

此外，這種高事故率與市場壓力亦對船隊汰舊換新的進程產生阻力。當時由於報廢補貼機制不健全，老舊船仍具有經濟吸引力。許多船東寧願延長船舶使用年限，避免高額新船建造或租賃成本。據 Lloyd's Ship Manager(1992)報告指出，直到 1992 年中

期以前，延續 20–25 年船齡的營運仍具有可觀利潤，導致市場上高風險老船比例居高不下，進而構成潛在結構性事故溫床。

近年來，雖然新造船採用更先進的設計標準、強度分析與防範系統，整體保險損失已下降，但個別事故對全球供應鏈仍可能產生嚴重影響。例如，在 COVID-19 疫情期間與烏俄戰爭後期，部分散貨船航路中斷、港口擁堵、燃料成本飆升，進一步凸顯供應鏈的地緣敏感性與對事故的脆弱性(DNV, 2024)。

此外，全球船隊集中於少數幾家大型船東與營運商，也導致事故發生時的經濟外溢效應擴大化。尤其是在煤礦、鐵礦石與穀物等依賴性高的乾散貨供應鏈中，單艘散貨船事故就可能造成港口封鎖、合約違約與市場波動。INTERCARGO(2024)特別指出，在一些區域(如巴西至中國的鐵礦航線)中，大型 Capesize 型船舶若失能，將直接影響數百萬噸貨運與保稅儲運計畫。

總結來說，散裝貨船事故帶來的經濟衝擊，遠超單一船損價值，其波及面包括：保險賠付、市場信心、港口作業延宕與關鍵資源供應延遲。這強調了散裝航運安全管理不僅是技術問題，更為全球經濟穩定性的關鍵一環。

事故影響與後果 - 事故調查報告的公開性挑戰

有效的事故調查報告制度不僅是預防再發的關鍵工具，也是航運安全治理中不可或缺的制度支柱。散裝貨船事故往往涉及結構、操作、貨物特性與人為因素交錯，需依靠詳實的調查報告才能重建事件鏈，發掘根因。然而，INTERCARGO 長期指出：事故報告的公開率低與發布延遲，已成阻礙事故學習與制度改革的嚴重瓶頸(INTERCARGO, 2020)。

根據 INTERCARGO 針對 IMO 的 GISIS(Global Integrated Shipping Information System)資料統計，重大事故(如全損或人命損失)中，有超過 40–50%的案件在事故發生後多年仍無法查閱完整報告。具體而言：

- 截至 2015 年底，在報告中提及的 71 起散裝貨船全損中，僅有 24 份調查報告能於 GISIS 上查閱，比例僅 33.8%；
- 截至 2017 年 1 月底，2010–2016 年間的 59 起全損事故中，僅 26 份報告已公開(44.1%)，平均從事故發生到報告發布需 21.8 個月；
- 截至 2020 年初，2010–2019 年間的 39 起損失中，僅 24 份報告可用(61.5%)，

平均發布延遲增至 32 個月(INTERCARGO, 2020)。

這類延遲不僅削弱報告的時效價值，也容易讓重大事故的根本成因隱沒於後續行政調解與保險爭議中，錯失產業層面進行制度學習與技術改革的黃金時間。INTERCARGO 強調：「若事故鏈的細節無從得知，將難以針對性地預防再發，亦會削弱旗國履行調查責任的公信力」(INTERCARGO, 2019)。

此外，旗國之間在報告發布的透明度與效率上差異甚大。有些國家(如荷蘭、英國、挪威)已建立高度制度化的獨立調查機構，並定期出版事故年度報告。而某些開發中國家旗國或權宜旗國，則長期未能依 IMO 要求提交事故資料。INTERCARGO 提倡應比照 MARPOL 公約第六附則制度，強制各國公開重大海事事故報告，並建立標準格式與時限要求(IMO, 2021)。

事故調查的公開透明，不僅是一種信息責任，更是提升整體航運風險治理水準的前提。無論是船旗國、港口國還是國際組織，都應在此制度上推動一致化與強制化改革。

事故影響與後果 – 新興風險：數位攻擊與地緣政治衝突

在傳統海事風險逐步受到監管制度與技術革新控制的同時，數位與地緣政治領域的新興風險正迅速擴張。散裝貨船雖以航行簡單、設備自動化程度相對較低聞名，卻仍難以置身於資訊與國安風險之外。事實上，從網路勒索到 GPS 干擾、從惡意軟體植入到戰爭導彈襲擊，這些非傳統威脅已構成對散裝航運安全的結構性挑戰(DNV, 2024)。

最具代表性的案例之一，是 2017 年馬士基(Maersk)集團遭遇名為「NotPetya」的勒索軟體攻擊，該事件導致其全球營運系統癱瘓，累計損失約 3 億美元(BBC, 2018)。儘管該事件發生於貨櫃航運領域，但其後續擴及多國港口與物流鏈條，顯示資訊系統弱點可能蔓延至整個供應鏈。自此之後，散裝船公司也成為駭客觀察目標。

2023 年，名古屋港與澳洲 DP World 五個港口接連遭受勒索軟體攻擊，導致多日貨櫃操作中斷，滯留貨櫃數逾 30,000 個。這些事件凸顯：港口自動化與遠端營運雖提升效率，卻同時擴大網絡攻擊面(INTERTANKO, 2024)。

同時，APT(Advanced Persistent Threat)組織正鎖定海運進行間諜與滲透行動。例如，中國背景的「Mustang Panda」透過 USB 植入方式感染貨船作業系統，並據報在挪威、希臘與荷蘭出現跡象；俄羅斯的「Turla」與「RedCurl」則在亞太地區針對航運企業展開長期滲透(DNV, 2024)。

GPS 干擾與欺騙(sp spoofing)技術已在戰略要地如黑海、波斯灣與紅海多次發生，導致 AIS 訊號錯亂、船舶偏航、失去航行定位能力。這對依賴電子導航的散裝船構成直接航行安全威脅。IMO 曾於 2021 年發出警告，呼籲各國強化電子導航備援(IMO, 2021)。

在地緣政治風險方面，2024 年成為轉捩點。根據 INTERCARGO(2025)報告，紅海地區已有三艘散裝貨船—「Rubymar」、「True Confidence」與「Tutor」—因遭受無人機與飛彈攻擊而全損，並造成四名海員喪生。這些攻擊被視為蓄意針對商船，違反「航行自由」原則，亦被國際航運界視為對《聯合國海洋法公約》的重大挑戰(UNCTAD, 2024)。

這些事件綜合顯示：傳統的 ISM 安全管理體系無法充分涵蓋網絡風險與動態安全情境，必須強化以下對策：

- 建立港口與船舶端的資安回報機制；
- 發展高風險區域行經船舶之預警平台；
- 推動「海事網絡安全標準化制度」(如 BIMCO Cyber Secure)；
- 擴大國際合作(如 NATO-IMO 資安資訊交換)。

在當前多重風險交疊的情境中，資訊保安與地緣情勢已成為海事安全不可忽視的主戰場，尤其是對航行於中東、南海與非洲東岸等地的散裝船而言。

六、章程非虛設，律令當昭彰

國際海事組織(IMO)的核心作用

國際海事組織(IMO)是制定海事安全標準的主要國際機構。根據《海上人命安全國際公約》(SOLAS)第一章第 21 條以及《國際防止船舶造成污染公約》(MARPOL)第 8 條和第 12 條的規定，各主管機關有義務對其懸掛國旗的船舶發生的任何事故進行調查，並向 IMO 提供相關調查結果。

IMO 於 2008 年 5 月通過了新的《海事事故或事件安全調查國際標準和建議操作規程》(Casualty Investigation Code)，並於 2010 年 1 月 1 日生效。該規則要求對所有「非

常嚴重」的海事事故進行調查，這些事故定義為涉及船舶全損、死亡或對環境造成嚴重損害的事故。

全球綜合航運信息系統(GISIS)包含一個海事事故和事件(MCI)模組數據庫，其中包含海事事故和事件的數據以及上傳到系統中的完整調查報告(部分信息僅供 IMO 成員訪問)。

值得注意的是，IMO 目前正在處理「散裝貨船」定義在不同 SOLAS 章節中不一致的問題。例如，SOLAS 第五章中引入的電子傾斜儀強制搭載要求，將「散裝貨船」定義連結到 SOLAS 第 XII 章，而 SOLAS 第三章則連結到第九章的定義。這種定義上的歧義可能導致證書簽發時的混淆和不一致應用。印度已提議進行全面分析，以解決此問題並確保證書格式的一致性。

IMO 的框架確保海事事故得到調查，調查結果通過 GISIS 共享，形成一個反饋循環，以持續改進國際安全標準。《海事事故調查規則》特別針對「非常嚴重」的事故，這表明了其致力於理解和預防最災難性事件的承諾。這種結構化的方法是散裝貨船安全長期改進的基礎。

至於針對散裝貨船的具體安全措施與規範，主要有下列的相應法規章程。

SOLAS XII 散裝貨船附加安全措施

為應對 1990 年代初期散裝貨船頻繁損失的問題，IMO 於 1997 年 11 月通過了《海上人命安全國際公約》(SOLAS)第 XII 章「散裝貨船附加安全措施(Additional safety measures for bulk carriers)」，並於 1999 年生效。這些措施，被認為是導致散裝貨船沉沒事故潛在生命損失(PLL)大幅下降的關鍵因素。從 1978-1998 年到 2011-2024 年，沉沒事故的 PLL 已降至接近零。SOLAS 第 XII 章的主要要求和演進包括：

- 規則 1 - 定義(Definitions)：提供了散裝船的定義，以釐清本章規定的適用範圍。
- 規則 2 - 適用性(Application)：規定本章所適用的船舶類型、尺寸以及建造時間。
- 規則 3 - 實施時程表(Implementation schedule)：針對不同建造年份和尺寸的散裝船，規定了遵守本章規定的時程。

- 規則 4 - 破損穩度要求(Damage stability requirements applicable to bulk carriers)：對於長度在 150 公尺或以上，且載運密度超過 1,000 kg/m³的單側殼散裝船，規定其在一個貨艙進水後，仍能保持穩定的能力。
- 規則 5 - 散裝船的結構強度(Structural strength of bulk carriers)：要求散裝船的前部水密艙壁及雙層底，需具備足夠的強度，以承受在一個貨艙進水後所產生的動態效應。對於現有船舶(載運密度 1,780 公斤/立方米及以上貨物)，前兩個貨艙之間的橫向水密艙壁和最前端貨艙的雙層底必須具備足夠的強度，以承受進水及相關的動態效應。
- 規則 6 - 散裝船的結構及其他要求(Structural and other requirements for bulk carriers)：這是 2006 年 4 月的修訂，為規則 5 提供了更詳細的補充性結構要求。
- 規則 7 - 散裝船的檢驗與維護(Survey and maintenance of bulk carriers)：規定了船隻在役期間的定期檢驗和維護標準。
- 規則 8 - 符合要求的資訊(Information on compliance with requirements for bulk carriers)：規定船上需備有文件，證明船隻符合本章的相關要求。
- 規則 9 - 因設計配置無法符合規則 4.3 的要求(Requirements for bulk carriers not being capable of complying with regulation 4.3 due to the design configuration of their cargo holds)：針對某些因設計特殊而無法完全符合規則 4.3 的船隻，提供了替代性的解決方案。
- 規則 10 - 固體散裝貨物密度申報(Solid bulk cargo density declaration)：要求船東或承運人必須向船長申報所載運固體散裝貨物的密度。
- 規則 11 - 裝載儀器>Loading instrument)：要求船隻必須配備經認可的裝載儀器，以協助船長計算船隻的應力和穩度。
- 規則 12 - 貨艙/壓載艙/乾燥空間進水警報(Hold/ballast/dry space water ingress alarms)：這是 2006 年 4 月的修訂，要求散裝船必須安裝警報系統，以便在貨艙或前部空間進水時，能及時發出警報。
- 規則 13 - 抽水系統的可用性(Availability of pumping systems)：這是 2006 年 4 月的修訂，規定船上的抽水系統必須在緊急情況下仍能有效運作。

- 規則 14 - 禁止空艙航行(Restrictions from sailing with any hold empty)：規定了某些船隻在載運特定高密度貨物時，禁止使用「隔艙裝載」的方式航行。

IMSBC Code 國際海運固體散貨規則

國際海運固體散貨規則(International Maritime Solid Bulk Cargoes Code, IMSBC Code)是為了確保固體散裝貨物(除了穀物以外)在海上運輸時的安全，由國際海事組織根據《國際海上人命安全公約》第六章及第七章制定的強制性規則。這份規則取代了舊版的《散裝貨物安全操作規則》(BC Code)，並於 2011 年 1 月 1 日強制生效。IMSBC Code 的 06-21 修正案(於 2023 年 12 月 1 日生效)納入了「動態分離(Dynamic Separation)」一詞，預計將進一步防範與水分相關的貨物失效機制，這些機制可能導致貨物乃至船舶的不穩定性。(請參考 MSC.1/Circ.1454/Rev.2, 26 June 2023, 制定和批准可能液化或發生動態分離的固體散裝貨物的取樣、檢測和水分含量控制程序指南 Guidelines for developing and approving procedures for sampling, testing and controlling the moisture content for solid bulk cargoes which may liquefy or undergo dynamic separation)

IMSBC Code 的主要重點在於解決固體散裝貨物運輸中可能遇到的三大危害：

- 液化(Liquefaction)：某些貨物在潮濕狀態下，若其水分含量超過「可運輸水分極限(Transportable Moisture Limit, TML)」，在船舶振動和運動的影響下，貨物會從固態轉變為泥漿狀。這會導致船體重心上移，產生自由液面效應，嚴重影響船舶穩度，甚至造成翻覆。

分類	液化(Liquefaction)	動態分離(Dynamic Separation)
定義	固體貨物因水分過高，在振動下變為流體狀	固體貨物在運輸過程中形成游離水層，導致滑動或偏載
物理原理	顆粒間水壓升高 → 剪力失效 → 顆粒失穩	水分從貨物中上升、聚集於貨表或下層，產生自由水層
結果	貨物整體變成「泥漿狀」，貨物自由流動	表層形成水層，使貨物「層滑」或集中偏移
典型貨物	鎳礦、鐵砂、鋁土礦等	鋁土礦、礦石細粉、部分礦渣等
船舶風險	急劇傾斜 → 穩度損失 → 翻覆沉沒	局部傾側 → 重心偏移 → 持續傾斜 → 失穩或結構破壞
實例	MV Vinalines Queen(2011)，Harita Bauxite(2013)	Bulk Jupiter(2015)，Bulk Innovation(近年報告)

制定和批准可能液化或發生動態分離的固體散裝貨物的取樣、檢測和水分含量控制程序指南

- 化學危害(Chemical Hazards)：部分貨物本身具有化學特性，可能在運輸過程中產生危險，例如：
 - 自熱性(Self-heating)：貨物可能自發性地升溫，導致火災或爆炸。
 - 粉塵爆炸(Dust explosion)：某些細小粉末狀貨物在特定濃度下，可能因火花引發爆炸。
 - 有毒性(Toxicity)：貨物可能釋放有毒氣體，對船員造成危害。
 - 耗氧性(Oxygen depletion)：貨物可能吸收貨艙內的氧氣，造成缺氧環境。
- 結構危害：由於裝載不當或貨物分布不均，可能對船體結構造成過大的應力，導致結構性損壞。

為了應對這些風險，IMSBC Code 將貨物分為以下三大類：

- A 組(Group A)：易流態化的貨物。這些貨物在裝載時，水分含量必須低於其可運輸水分極限(TML)。船方在裝載前必須向託運人索取相關檢驗報告，並在必要時進行抽樣檢查。
- B 組(Group B)：具有化學危害的貨物。對於這類貨物，規則提供了詳細的應急程序和預防措施，例如通風、惰化(inerting)或氣體監測等。
- C 組(Group C)：既不液化也無化學危害的貨物。這類貨物相對安全，但仍需遵守正確的裝載、平艙和航運程序。

IMSBC Code 也在每兩年進行一次修訂，以納入新的貨物資訊、安全措施和相關規定，確保其內容與時俱進，持續為海上運輸安全提供保障。2023 年版本的 IMSBC Code，它將規則內容劃分得非常詳細。包括：

- 規則 1 - 總則與定義(General provisions and definitions)：這部分確立了本規則的適用範圍、術語和定義。它解釋了規則的強制性與建議性條款，並為規則中未列出的新貨物提供了評估程序。

- 規則 2 - 裝載、運送與卸載的一般預防措施(General loading, carriage and unloading precautions)：提供了適用於所有散裝固體貨物運輸的一般性安全指導，例如確保船艙清潔、裝載計畫和安全程序。
- 規則 3 - 人員與船舶安全(Safety of personnel and ship)：重點關注船員和船舶的安全。內容包括密閉空間進入、應急程序、火災預防、通風措施以及處理貨物時的個人保護裝備。
- 規則 4 - 貨物安全運輸的可接受性評估(Assessment of acceptability of consignments for safe shipment)：規定了託運人必須向船長提供的貨物資訊，包括其物理和化學特性。這是為了讓船長在裝載前能充分評估貨物的風險。
- 規則 5 - 平艙程序(Trimming procedures)：提供了不同類型貨物的平艙(Trimming)要求，以確保貨物在船艙內均勻分布，防止在航行中因移動而影響船舶穩度。
- 規則 6 - 安息角測定法(Methods of determining the angle of repose)：解釋如何測量貨物的安息角(Angle of repose)，這是判斷貨物是否屬於「自由流動」型的重要指標。
- 規則 7 - 可能液化或產生動態分離的貨物(Cargoes which may liquefy or undergo dynamic separation)：專門針對 A 組貨物(易液化貨物)，詳細解釋了液化風險以及「可運輸水分極限(TML)」的概念。
- 規則 8 - A 組貨物的試驗程序(Test procedures for group A cargoes)：提供了用於測量 A 組貨物含水量和可運輸水分極限(TML)的標準實驗方法，例如「流量板試驗(Flow Table Test)」。
- 規則 9 - 具有化學危害的物質(Materials possessing chemical hazards)：專門針對 B 組貨物，詳細列出其化學危害(如自熱、有毒、腐蝕性等)，並提供相應的裝載、隔離、通風和應急處置程序。
- 規則 10 - 固體廢物散裝運輸(Carriage of solid wastes in bulk)：為固體廢物的海上散裝運輸提供了額外的安全指南和要求。
- 規則 11 - 保安規定(Security provisions)：包含了與船舶保安相關的規定，以應對可能發生的安全威脅。

- 規則 12 - 容積率換算表(Stowage factor conversion tables)：提供了用於計算貨物容積和載重時的換算係數，方便船長進行裝載計畫。
- 規則 13 - 參考相關資訊與建議(References to related information and recommendations)：列出了與本規則相關的其他法規、指南或建議，供船方參考。

2011 ESP Code 加強檢驗計畫

散裝船的「加強檢驗計畫」(Enhanced Survey Programme, ESP)規定主要源自國際海事組織(IMO)及其採用的《2011年國際散裝船及油輪加強檢驗方案章程》(2011 ESP Code)這項計畫的背景是為了應對散裝船和油輪因船體結構老舊、腐蝕或疲勞而引發的多次嚴重事故。IMO 意識到這些船隻的定期檢驗需要更嚴格和全面的標準，因此制定了 ESP Code。ESP Code 的主要特點如下：

- 強制性規定：ESP Code 是根據《國際海上人命安全公約》(SOLAS)第十一章修正案而來的強制性規定。這意味著所有符合規定的散裝船和油輪，都必須遵守 ESP Code 的檢驗要求。
- 針對特定船隻：ESP Code 主要針對特定類型和船齡的散裝船和油輪，尤其是那些船齡較老的船隻，因為它們的結構風險更高。
- 詳細的檢驗要求：ESP Code 對於定期檢驗(例如特別檢驗和中間檢驗)的範圍和深度提出了更嚴格的要求，包括：
 - 近距離檢驗：要求檢驗員對船體結構的關鍵區域進行近距離目視檢查。
 - 測厚：對船體鋼板的厚度進行測量，以評估腐蝕程度。
 - 塗層狀況評估：檢查壓載艙和貨艙內部塗層的狀況，因為良好的塗層是防腐蝕的關鍵。
- 檢驗計畫(Survey Plan)：在進行加強檢驗之前，船東或營運者必須在指定時間內(通常是檢驗前數月)，向驗船機構提交詳細的檢驗計畫。這份計畫必須包含船隻的詳細資料、圖紙以及計畫進行近距離檢驗和測量的區域。

2024 年版《2011年國際散裝船及油輪加強檢驗方案章程》(ESP Code)中，對於散裝

船有分為單舷側(single-side skin)和雙舷側(double-side skin)散裝船的加強檢驗計畫(ESP Code)。它們的架構和許多核心程序是相似的，但由於船體結構設計上的根本差異，兩者在檢驗重點和細節要求上存在顯著區別。包括：

- 檢驗重點不同

- 單舷側散裝船(Part A)：

- ✓ 由於貨艙與舷側板之間沒有隔離空間，檢驗的重點是直接對貨艙內對舷側肋骨(side shell frames)及其與船體結構的連接點進行仔細檢查。
- ✓ 這些暴露在貨物和腐蝕環境中的結構件，特別容易產生疲勞裂縫和嚴重腐蝕，因此檢驗程序會特別加強對這些區域的檢查和測厚。
- ✓ 附錄 11 和附錄 15 專門針對這些結構提供了詳細的測量指南。

- 雙舷側散裝船(Part B)：

- ✓ 船體兩側設有內、外兩層舷側板，中間形成雙舷側空艙(double-side skin void spaces)或壓載艙。
- ✓ 檢驗重點從貨艙內的肋骨轉移到內外舷側板、頂板、底板以及空艙內部結構的檢測。
- ✓ 檢驗員需要進入這些空艙進行近距離檢驗，以評估其結構完整性、塗層狀況和腐蝕程度。

- 特殊附錄與指南不同

- 單舷側散裝船獨有：

- ✓ 附錄 11：第 1 號和第 2 號貨艙間波形橫向水密艙壁的測量指南。這是因為在單舷側設計中，這個艙壁的結構在遭受貨物衝擊時，特別容易產生變形或損壞，因此有專門的測量要求。
- ✓ 附錄 15：單舷側散裝船舷側肋骨和支架的測厚指南。這份指南是直接針對單舷側結構的檢驗重點所制定的。

- 雙舷側散裝船的簡化：
 - ✓ 因為雙舷側散裝船沒有單舷側船那樣暴露在貨艙中的舷側肋骨，所以 Part B 清單中沒有對應的附錄 11 和 15。
- 測厚程序(Annex 8)的針對性不同
 - 附錄 8A/8B：雖然兩個版本都包含針對非 IACS CSR 和 IACS CSR 船隻的測厚程序，但內容會根據船體結構的不同而調整。例如，單舷側船的測厚程序會著重於貨艙內的舷側結構，而雙舷側船的測厚程序則會涵蓋內舷側板、外舷側板和空艙內部結構。

RESOLUTION MSC.363(92) 電子傾斜儀性能標準

《電子傾斜儀性能標準》(RESOLUTION MSC.363(92) Performance standards for electronic inclinometers)是國際海事組織於 2013 年 6 月 14 日通過的一份決議案，這份標準為船上使用的電子傾斜儀定義了最低要求，旨在確保其能可靠地提供橫傾角(heel angle)和橫搖週期(roll period)資訊。內容包括：

- 宗旨與應用(Scope and Application)
 - 宗旨：電子傾斜儀旨在輔助船上人員做出決策，以避免在惡劣天氣和海況下發生危險情況。此外，它也提供資訊，用於海事事務調查。
 - 應用：這份標準適用於所有為了輔助決策和海事事務調查而安裝在船上的電子傾斜儀。
- 測量與準確性(Measurement and Accuracy)
 - 測量範圍：電子傾斜儀應能測量實際橫傾角(actual heel angle)和橫搖振幅(roll amplitude)，範圍應在 ± 90 度以內。此外，它還應能測量橫搖週期(roll period)，範圍應在 4 到 40 秒之間。
 - 準確性：
 - ✓ 角度測量：最低準確度應為讀數的 5%或 ± 1 度，取較大者。

- ✓ 時間測量：最低準確度應為讀數的 5%或±1 秒，取較大者。
- 抗干擾性：測量準確性不應受到船舶其他線性或旋轉運動(如衝、搖、升、俯、偏)的影響。
- 操作與功能要求(Operational and Functional Requirements)
 - 顯示要求：
 - ✓ 橫搖週期：應以最低 1 秒的解析度顯示。
 - ✓ 橫搖振幅：應以最低 1 度的解析度顯示在左舷和右舷。
 - ✓ 實際橫傾角：應以類比方式顯示在±45 度的範圍內。
 - 警報功能：電子傾斜儀可選擇性地提供警報，以在超過設定的橫傾角時發出警告。
 - 故障指示：電子傾斜儀應能自我檢查並向使用者指示所有組件是否正常運行，以及所提供資訊是否有效。
- 介面與整合(Interfacing and Integration)
 - 資料介面：電子傾斜儀應包含一個數位介面，以至少 5 赫茲的更新率向其他系統(例如航程資料紀錄器 VDR)提供即時的橫傾角資訊。它還應提供橫搖週期和橫搖振幅的顯示資訊。
 - 雙向介面：應具備雙向介面，以便將警報從傾斜儀傳輸到外部系統，並從外部系統確認和靜音警報。
 - 安裝位置：傳感器的安裝位置應被記錄下來，並提供給航程資料紀錄器 (VDR)配置使用。
 - 電源供應：電子傾斜儀應由船舶的主電源供電，並應能由應急電源運作。

FSA 制式化安全評估

制式化安全評估(Formal Safety Assessment, FSA)研究出自國際海事組織(IMO)的海上安全委員會(Maritime Safety Committee, MSC)和海洋環境保護委員會(Marine Environment Protection Committee, MEPC)所發布的相關通告(circulars)。FSA 是一套結構化、系統化的方法，旨在透過風險分析和成本效益評估來提升海上安全，包括生命、健康、海洋環境和財產的保護。它被 IMO 作為一種重要的工具，用於評估新的海事法規或比較現有與潛在改進法規的優劣。關於 FSA 的具體指南和文件，主要可以追溯到以下幾個關鍵文件：

MSC/Circ.1023 / MEPC/Circ.392：這份文件是 IMO 於 2002 年發布的《制式化安全評估(FSA)用於 IMO 規則制定過程的指南》(Guidelines for Formal Safety Assessment(FSA) for use in the IMO rule-making process)。這份指南定義了 FSA 的五個基本步驟，為所有 IMO 成員國和相關組織提供了統一的執行框架。

MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2：這是上述指南的修訂版本，於 2018 年發布，其內容是基於前者經過多年實踐後所做出的更新與完善，更進一步完善了 FSA 的執行細節和流程。這份文件是對 2002 年發布的原始指南(MSC/Circ.1023-MEPC/Circ.392)的修訂，並取代了先前的版本(MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.1)。內容大要如下：

- 宗旨：FSA 是一種有組織、系統性的方法，旨在透過風險分析和成本效益評估來提高海事安全，保護生命、健康、海洋環境和財產。
- 應用：FSA 可以作為一個工具，用於評估新的海事法規，或比較現有與可能改進的法規，以在技術、操作、人類因素和成本之間取得平衡。它能让 IMO 的決策者了解擬議法規變更在收益(如減少生命損失或污染)和相關成本方面的影響。
- 適用對象：FSA 方法可由 IMO 成員國、具有諮詢地位的組織、委員會或其附屬機構應用。
- 適用時機：FSA 並非在所有情況下都適用，但特別適用於那些對社會或海運業可能產生深遠成本影響，或導致重大立法和行政負擔的提案。
- FSA 的五個核心步驟
 - 危害辨識(Hazard Identification)：此步驟的目的是識別與所審查問題相關的所有危害和情境，並根據風險等級進行排序。它會使用創意和分析技

術結合的方法，以確保能主動識別所有相關危害，而不僅限於過去發生的事故。

- **風險分析(Risk Analysis)**：此步驟旨在對危害辨識中發現的重要事故情境進行詳細調查，並使用適當的風險建模技術進行評估。它有助於將注意力集中在高風險區域，並識別影響風險等級的因素。風險分析可以定性或定量進行，並考慮對人、環境或財產造成的不同類型風險。
 - **風險控制選項(Risk Control Options, RCOs)**：此步驟的目的是識別風險控制措施(RCMs)，並將它們分組為有限數量的實際監管選項(RCOs)。這些選項旨在解決現有風險和新技术或新操作方法帶來的風險。
 - **成本效益評估(Cost Benefit Assessment)**：此步驟旨在識別和比較每個風險控制選項所帶來的成本與效益。成本應以生命週期成本(如初始、營運、培訓等)表達，而效益則可包括減少傷亡、環境損害、清理費用等。
 - **決策建議(Recommendations for Decision-Making)**：這是 FSA 的最後一個步驟，目的在於基於對所有危害、風險、成本和效益的比較與排序，向相關決策者提出建議。這些建議應以可審核、可追溯的方式呈現，並確保所有受影響方能公平地受到新法規的影響。
- **其他重要內容**
 - **基本術語**：指南中定義了「事故」(Accident)、「危害」(Hazard)、「風險」(Risk)等一系列與 FSA 相關的基本術語。
 - **人因納入(Human Element)**：指南強調，人因是導致和避免事故的最重要因素之一。FSA 程序中可透過「人為可靠性分析」(Human Reliability Analysis, HRA)來納入人因考量。
 - **專家判斷**：在缺乏歷史數據的情況下，專家判斷是 FSA 方法論中的重要元素，它能让評估更具前瞻性。準則建議在應用專家判斷時，應評估專家之間的意見一致性，並在報告中記錄。
 - **附錄**：指南中包含了多個附錄，提供了具體的實施指南，如人為可靠性分析(HRA)、危害範例、風險評估技術、風險矩陣等範本。

A.862(20) BLU Code 散裝貨物安全裝卸作業行為準則

《散裝貨物安全裝卸作業行為準則》(A.862(20) Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk Carriers, BLU Code)，是由國際海事組織(IMO)所制定的一項重要準則。其核心目標是確保散裝船在港口進行裝卸作業時的結構安全和人員安全。重點如下：

- 目的：這份準則的目的是協助負責散裝船安全裝卸作業的人員，正確履行其職責，以促進散裝船的安全。
- 範圍：主要涵蓋散裝船在裝卸固體散裝貨物(不含穀物)時的安全事宜，並反映了當前的最佳實踐和法規要求。
- 補充性：準則中的建議提供了指引，但仍需遵守碼頭和港口的規定或國家法規。準則中並未具體涵蓋《SOLAS》、《MARPOL》和《載重線公約》等更廣泛的安全和污染問題。
- 這份準則將詳細程序分為多個章節，明確了船方與岸方的責任：
- 第 1 章 定義(Definitions)
 - 此章節定義了與散裝船裝卸相關的術語，例如「船長」(Master)、「碼頭代表」(Terminal representative)、「吃水差(Trimming)」(船隻的縱向吃水調整)、「裝貨傾倒量」(Pour)等。
- 第 2 章 船舶與碼頭的適用性(Suitability of ships and terminals)
 - 船舶要求：規定了被指定裝載散裝貨物的船舶應具備適當的有效法定證書，並保持在適航狀態。船上應配備具備相關語言能力的船員，且沒有會影響航行或裝卸安全的缺陷。所有艙口、艙口操作系統、錨、纜繩和絞車等設備都應處於良好工作狀態。
 - 碼頭要求：要求碼頭營運商應確保只接受能夠安全停靠的船舶，並考量吃水深度、船舶尺寸、繫泊安排和裝卸設備等因素。碼頭設備必須經過認證和妥善維護，並由合格人員操作。

- 第 3 章 船舶抵達前的船岸程序(Procedures between ship and shore prior to the ship's arrival)
 - 資訊交換：強調在裝卸作業開始前，船方和碼頭之間必須及時交換足夠的資訊，以便進行計畫。
 - 船方提供資訊：船方應盡早提供預計抵達時間(ETA)、船舶詳細資訊(船名、呼號、IMO 編號等)、裝載計畫、吃水、排壓載所需時間等。
 - 碼頭提供資訊：碼頭應盡快提供碼頭名稱、裝卸設備的特性(裝卸速率、使用頭數)、水深、水密度、最大空氣吃水等資訊。
- 第 4 章 貨物處理前的船岸程序(Procedures between ship and terminal prior to cargo handling)
 - 裝卸計畫：船長和碼頭代表必須在裝卸作業開始前，共同制定並簽署一份詳細的裝卸計畫。計畫內容應包括貨艙裝載順序、每個貨艙的裝載量、裝載速率等。
 - 權責：船長在任何時候都對船舶的安全裝卸負有責任。若未遵守計畫或任何情況危及船舶安全，船長有權停止裝卸作業。同樣，港口當局也有權在船舶安全受到威脅時，停止裝卸。
- 第 5 章 貨物裝載與壓載水處理(Cargo loading and handling of ballast)
 - 保護船體：強調在裝載過程中，應控制裝載速率，並協調壓載水排放速率，以避免船體結構承受過大的應力。碼頭代表應在裝載初期提醒船長，大抓斗裝載或高處自由落體可能對船體底部造成局部衝擊載荷。
 - 監控：應持續監控船體狀況，並確保船舶保持直立，以消除結構扭曲。
- 第 6 章 貨物卸載與壓載水處理(Unloading cargo and handling of ballast)
 - 協調：在卸載作業中，船長和碼頭代表應確認作業方法，以確保船體結構不會承受過大的應力。

- 報告：卸載完成後，雙方應以書面形式確認，貨物已按照計畫卸載完畢，並記錄任何發現的船舶損壞。

- 附錄(Appendices)

- 附錄 1：建議港口和碼頭資訊手冊的內容。
- 附錄 2：裝卸計畫的範本。
- 附錄 3：船岸安全檢查表的範本。
- 附錄 4：填寫船岸安全檢查表的指南。
- 附錄 5：貨物資訊表的範本。

1990 年代的危機從根本上改變了 IMO 的安全監管方法，從反應性、事件驅動模式轉向預防性、基於風險的框架(正規安全評估(Formal Safety Assessment, FSA)與目標導向標準(Goal-Based Standard, GBS))。傳統的反應性方法(在重大事故後制定法規)不足以解決 1990 年代的系統性問題。許多損失的「黑箱」性質使其難以有效應對。FSA 和 GBS 代表了監管理念的戰略轉變，旨在預測風險並設定基於性能的標準，而不是從過去的失敗中推導出規定性規則。這種轉變標誌著海事安全治理的成熟，認識到現代航運的複雜性以及持續改進週期的必要性，這也體現在持續進行的 GBS 維護審核中。

這些全面的監管改革(SOLAS 第 XII 章、IMSBC Code、IACS CSR，以及電子傾斜儀的強制搭載)直接應對了 1980 年代至 1990 年代散裝貨船事故中識別出的具體失效模式。這表明了一種雖然是反應性但卻有效的監管機制，即過去的悲劇為未來的預防提供了依據。對自由降落式救生艇和高水位警報的要求也表明，即使發生結構性失效，監管機構也致力於減少生命損失。

這些法規既關注事故的「預防」(例如，結構加固、正確的貨物裝載)，也關注事故後果的「緩解」(例如，高水位警報、自由降落式救生艇)。這種綜合方法承認，雖然防止所有事故是目標，但為潛在的故障做好準備同樣關鍵，以最大限度地減少生命損失和環境損害。

IACS CSR 船級社共同結構規則

船級社 IACS 成員，負責制定和應用船舶設計、建造和營運規則(例如 IACS 共同結構規則)，進行船舶檢驗並頒發證書，確保船舶符合安全標準，分析事故數據以指導規則的制定和改進。其船級社對全球 90%以上的散裝貨船船隊進行船級劃分，對結構性損失進行了廣泛研究。他們專注於改進結構完整性規則，導致了散裝貨船和油輪通用結構規則(CSR)的制定，這些規則受 IMO 目標型標準(GBS)驗證的約束。根據 IMO 的目標型船舶建造標準(GBS)維護稽核，包括 ABS、BV、CCS、ClassNK、CRS、DNV、IRS、KR、LR、PRS、RINA、RS 和 Türk Loydu 在內的 13 家船級社的規則，已被確認符合 GBS 標準。這項稽核每三年進行一次，旨在確保這些船級社的規則持續符合 IMO 的目標型標準，從而保障散裝貨船和油輪的結構完整性和安全性。

國際船級社協會 (IACS) 共同結構規則 (Common Structure Rules, CSR)(01 JUL 2025 Corrigenda)包括：

- 適用範圍：這份規則適用於船體結構為單側殼和雙側殼、且自由舷長 (freeboard length)在 90 公尺或以上的散裝貨船。此規則不適用於某些船型，例如礦砂船、液散兩用船、木屑船等，以及載重超過 10 噸抓斗的散裝貨船。
- 結構設計與分析：CSR 要求船隻的結構設計要符合嚴格的標準，並可採用以下方式進行強度評估：
 - 規範性要求(Prescriptive Requirements)：使用梁理論(Euler-Bernoulli beam theory)進行評估。
 - 直接強度分析(Direct Strength Analysis)：使用有限元素分析(Finite Element Analysis, FEA)進行評估。這包括粗網格模型用於整個貨艙區域，細網格模型用於局部區域，以及更細的網格用於疲勞評估。
- 載重與載重情境：規則詳細定義了船隻在不同條件下的載重，例如：
 - 動態載重案例(Dynamic Load Cases)：文件列出了多種「等效設計波 (Equivalent Design Waves)」來模擬不同海況下的動態載重，例如艏波、順浪、橫浪、斜浪等，這些都用於強度和疲勞評估。

- 貨物載重(Cargo Loads)：規則提供了計算每個貨艙最大和最小貨物質量的程序，以及兩個相鄰貨艙的最大和最小貨物質量，這些都與吃水深度有關。
- 材料與施工：CSR 對船體結構的材料和製造工藝也有規定：
 - 材料：規定了船體結構鋼、鍛造與鑄造用鋼、鋁合金等材料的要求。
 - 腐蝕保護：要求考慮腐蝕餘量(Corrosion additions)，並且在計算淨厚度時，必須從毛材尺寸中扣除這些腐蝕餘量。
 - 焊接：對於焊接的設計、程序和檢驗都有詳細規定，例如對焊縫的連接細節和尺寸都有明確要求。
- 操作與檢驗：文件也包含了船隻在營運期間的要求：
 - 文件與儀器：要求船上必須備有經核准的裝載手冊(Loading Manual) 和裝載儀器(Loading Instrument)。
 - 定期檢驗：定義了在役船隻的原則和船體檢驗要求，以及更換標準(Renewal Criteria)，確保船隻持續符合標準。

國際乾散貨船東協會(INTERCARGO)，作為國際海事組織(IMO)的非政府組織，INTERCARGO 與其他利益相關者合作，致力於實現「零生命損失」和「零船舶全損」的目標。該組織定期發布事故報告，提供寶貴的行業數據和趨勢分析。其任務角色包括：

- 提升安全與品質標準
 - 提供高端論壇：INTERCARGO 為船東、管理人員和營運商提供一個共享的高端論壇，協助他們了解、討論和分享行業的關鍵主題和監管挑戰。
 - 乾散貨管理標準(DryBMS)：INTERCARGO 與其他組織(如 RightShip)合作，推出獨立非營利性行業組織「乾散貨卓越中心」(Dry Bulk Centre of Excellence, DBCE)，專門管理乾散貨管理標準(DryBMS)框架。這個標準旨在提升乾散貨船舶的管理品質。

- 參與全球立法：INTERCARGO 透過國際海事組織(IMO)等國際機構，積極參與全球海事立法的制定，確保航運以安全、高效和環保的方式運營。
- 代表船東利益與提供專業服務
 - 反映船東意見：作為國際上唯一專注於代表和服務散貨船行業的協會組織，INTERCARGO 積極與相關海事機構和航運組織對接，反映散貨船東的意見和建議。
 - 提供專業服務：該協會致力於為廣大船東提供優質的專業服務，並與其他協會就面向船東的船員培訓、訪船交流等防損服務相關話題進行深入探討。
- 推動環保與永續發展
 - 永續發展目標：INTERCARGO 在海員福利、安全和脫碳等關鍵海事行業發展議題上，與其會員保持一致的發展目標。
 - 環保航運：該協會致力於確保航運以環保的方式運營。例如，一些會員船東加入該協會，是為了實踐其在提供環保航運服務上的承諾。

七、安全路未央，戒慎永思量

自 1990 年以來，散裝貨船的事故發生率與海員死亡人數已顯著下降。特別是在近十年(2014-2023 年)，儘管全球艦隊規模已由約 10,400 艘成長至 12,544 艘，但船舶全損數與死亡人數仍能穩定在低點，這證明過去幾十年的制度改革和技術進步取得了顯著成效。然而，這些數據背後仍隱藏著需要我們高度警惕的深層風險。

回顧十年：主要風險的集中與警示

- 貨物液化：致命的頭號殺手
 - 儘管整體死亡人數下降，但貨物液化在過去十年中被確認為導致生命損失最嚴重的單一因素。三起液化事故便造成了高達 55 名船員喪生，佔總生命損失的 61.8%。這類事故，尤其是涉及鎳礦石的運輸，凸顯了 IMSBC Code 在實際執行上的巨大漏洞，以及貨物含水率測試與申報的不足，導

致悲劇反覆上演。

- 擱淺：船舶全損的首要原因
 - 相較於液化事故的高死亡率，擱淺則是造成船舶全損的最主要原因。在 2011-2020 年間，34 艘全損散貨船中有一半是因擱淺造成。這類事故雖較少引發大規模生命損失，卻反映出在航路管理、船員操作與應急反應等管理層面仍有待加強。人為疏失、航線規劃不當以及對惡劣天氣的輕忽，依然是航海安全上最難以根除的「暗礁」。

- 結構性故障與船齡老化：潛在的定時炸彈
 - 儘管因結構性故障導致的生命損失比例較以往下降，但它依然是重要的風險來源。數據顯示，事故船隻的平均船齡明顯偏高，遠高於全球艦隊平均水平。尤其在 2002 至 2011 年間，船齡超過 25 年的老舊船舶全損數量最多。這表明船體老化帶來的板材失效、進水等問題，仍然是不可忽視的潛在威脅，特別是針對營運在亞洲內貿航線上的小型、老舊 Handysize 船隻。

- 調查報告的延遲與不透明：學習機制的中斷
 - 事故調查報告的延遲提交與資訊不公開，嚴重阻礙了海事社群從中學習並改進制度。多起致命事故的調查報告平均延遲超過 20 個月才上傳至 IMO 的 GISIS 資料庫，甚至有部分事故至今未被公開，這使得悲劇的教訓無法及時轉化為有效的安全規範。

展望未來：持續努力與制度強化的方向

面對這些挑戰，散裝貨船的安全之路依然漫長。未來需要從以下幾個方向持續努力，以構建更堅固、更全面的安全防線：

- 強化 IMSBC Code 執行與貨物申報規範：
 - 強制實施含水率證書與隨貨抽樣驗證，尤其是在高風險的印尼與菲律賓港口。
 - 將「動態分離(dynamic separation)」現象納入船員培訓與裝貨手冊，確保

船員理解貨物液化的物理機制。

- 推動港口國監督(PSC)與風險導向檢查：
 - 加強對亞洲內部貿易區域營運的較小型、老舊散裝貨船的檢查頻率與資格要求。
 - 建立一個連結 PSC 關鍵績效指標(KPI)、船型與船齡的預警平台，以便提前識別高風險船舶。
- 強制事故調查報告上傳與公開透明：
 - IMO 應將報告上傳時限設定為強制性要求，例如在事故發生後 6-12 個月內。
 - INTERCARGO(國際散貨船東協會)應持續監督並公布上傳率，將其納入安全績效指標。
- 建立風險預警模型與船東自評工具：
 - 將船型、船齡、PSC 檢查記錄與事故類型等多維度數據整合，構建更精準的風險預警矩陣。
 - 鼓勵船東將內部監控系統與 DryBMS 等平台結合，實現即時監測與預警。
- 納入新興風險變數：
 - 將地緣政治、恐怖攻擊等安全威脅(如紅海/蘇伊士水域的攻擊事件)納入航行安全風險評估。
 - 研究船隻減碳技術與安全管理的潛在衝突，確保環保與安全同步發展。
- 鼓勵多方合作與制度透明運作：
 - INTERCARGO 應持續扮演業界與監管機構之間的橋樑角色，與 IMO、IACS 等組織共同制定更完善的規範。

- 在重大事故中推動建立獨立審查委員會，確保調查結果的公正與透明。

散裝貨船的安全之路從未有終點，它是一個持續學習、不斷進步的動態過程。唯有保持戒慎的心態，正視每一個數據背後的生命與教訓，並將其轉化為具體的制度改革與技術創新，才能真正確保每一位海員的安全，實現航運業的永續發展。

收筆

風平浪靜隱波瀾，舊痕猶痛夢難安。星殞難回魂魄散，鐵骨孤矗海天寬。

章程雖嚴人為漏，一念疏忽禍起端。莫恃科技能禦險，初心如磐守航安。

往昔悲歌淚血染，換得今朝修法函。七百亡靈化警鐘，聲聲入耳夜難安。

細節之中藏禍機，防微杜漸不容寬。萬里征途猶警策，行穩方能致遠瞻。

謹此，謝謝正德海運以及張寶安領港的午後對談邀約，讓我在 22 年後重新把「散裝貨船」這一題再拿出來蒸餾一次。

本文倉促於一周間彙整資料完成，部分資料因來源不同、統計基礎不同，有無法對比的現象，大家也請將就將就。畢竟與諸位散裝貨船的真正專家過招，您們，知道我在講啥就好！

Bulk carrier casualty report

- III 11/INF.4 - Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports identified issues relating to the implementation of IMO instruments from the analysis of data - Bulk carrier casualty report 2015-2024 (INTERCARGO) 14/05/2025
- III 10/INF.12 - Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports identified issues relating to the implementation of IMO instruments from the analysis of data - Bulk carrier casualty report 2014-2023 (INTERCARGO) 20/05/2024
- III 9/INF.10 - Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports - Bulk carrier casualty report 2013-2022 (INTERCARGO) 01/06/2023
- III 8/INF.3 - Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports - Bulk carrier casualty report 2012-2021 (INTERCARGO) 30/05/2022
- III 7/INF.33 - Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports - Bulk carrier casualty report 2011-2020 (INTERCARGO) 12/05/2021
- III 7/INF.5 - Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports - Bulk carrier casualty report 2010-2019 (INTERCARGO) 22/05/2020
- III 6/INF.8 - Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports - Bulk carrier casualty report 2009-2018 (INTERCARGO) 29/04/2019
- III 5/INF.2 - Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports - Bulk carrier casualty report 2008-2017 (INTERCARGO) 04/06/2018
- III 4/INF.32 - Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports - Bulk carrier casualty report 2007-2016 (INTERCARGO) 07/08/2017
- III 3/INF.26 - Lessons learned and safety issues identified from the analysis of marine safety investigation reports - Bulk carrier casualty report 2005-2015 (INTERCARGO) 27/05/2016
- III 1/INF.31 - Casualty analysis and statistics - Bulk carrier casualty report (INTERCARGO) 30/05/2014
- MSC 92/INF.8 - Any other business - Bulk carrier casualty report (INTERCARGO) 19/04/2013
- FSI 20/INF.20 - Casualty statistics and investigation - Bulk carrier casualty reports (INTERCARGO) 30/01/2012
- MSC 86/INF.8 - Any other business - international association of dry cargo shipowners - Bulk carrier casualty report (INTERCARGO) 03/04/2009
- MSC 84/INF.12 - Any other business international association of dry cargo shipowners - Bulk carrier casualty report (INTERCARGO) 18/03/2008
- MSC 83/INF.6 - Any other business - Bulk carrier casualty report (INTERCARGO) 10/07/2007
- MSC 81/INF.11 - Any other business - Bulk carrier casualty report (INTERCARGO) 20/03/2006
- MSC 80/INF.5 - Any other business - Bulk carrier casualty report (INTERCARGO) 22/03/2005
- MSC 77/INF.8 - bulk carrier safety - Bulk carrier casualty report (INTERCARGO) 28/04/2003
- MSC 75/INF.9 - bulk carrier safety - Bulk carrier casualty report (INTERCARGO) 19/03/2002
- MSC 74/INF.19 - bulk carrier safety international association of dry cargo shipowners - Bulk carrier casualty report (INTERCARGO) 05/04/2001

- MSC 72/INF.2 - bulk carrier safety - Bulk carrier casualty report submitted by the international association of dry cargo shipowners (INTERCARGO) 09/11/1999
- BBC. (2018). Maersk on NotPetya: Cyber-attack cost the shipping giant \$300 million. <https://www.bbc.com>
- Britannia P&I Club. (2025). Loss prevention guidance: Understanding liquefaction and dynamic separation in solid bulk cargoes. <https://britanniapandi.com>
- DNV. (2024). Cyber Threat Landscape in Shipping.
- DNV. (2024). Maritime Cybersecurity Threat Landscape Report. <https://www.dnv.com>
- DNV. (2024). Shipping Risk Outlook: Trade Disruption and Supply Chain Volatility.
- IMO. (2011). Revised recommendations for entering enclosed spaces aboard ships (MSC.1/Circ.1401). International Maritime Organization.
- IMO. (2020). Guidelines on enclosed space entry. MSC.1/Circ.1401.
- IMO. (2021). Guidance for the investigation of marine casualties and incidents (Resolution MSC-MEPC.3/Circ.4). International Maritime Organization.
- IMO. (2021). Navigational warnings regarding GPS spoofing and jamming. International Maritime Organization.
- IMO. (2021). Reports on marine pollution incidents involving significant spillages.
- IMO. (2023). International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code), Amendment 06-21.
- International Labour Organization. (2023). Seafarers' Death and Injury Statistics 2022. Geneva: ILO.
- International Labour Organization. (2023). Seafarers' Death and Injury Statistics Report.
- INTERTANKO. (2024). Port Cyber Incident Updates, Asia-Pacific Sector Report.
- ITOPF. (2021). Wakashio Oil Spill Case Summary. <https://www.itopf.org>
- Lloyd's Register. (1991). Marine Insurance Loss Analysis 1988–1990.
- Lloyd's Ship Manager. (1992). Old Fleet Economics and Market Reaction.
- UNCTAD. (2024). Red Sea attacks and the freedom of navigation: A legal brief. Geneva: United Nations.
- UNEP. (2022). Post-disaster ecological assessment in Mauritius: Wakashio follow-up. United Nations Environment Programme.

Bulk Shipping Total Losses, 1988-2000

THE COST TO USERS OF SUBSTANDARD SHIPPING, Prepared for the OECD Maritime Transport Committee, by SSY Consultancy & Research Ltd., January 2001

Dec-90 Elounda Day 38,350 1973 17 PAN Bulk carrier Sunk Sank in heavy seas off Hawaii during laden voyage from west coast Canada, carrying potash.

Aug-90 Corazon 28,757 1972 18 MLT Bulk carrier Sunk Sank off Cape Cod in Hurricane Bertha, while on cement-carrying coastal voyage.

- Aug-90 Silimna 69,165 1978 12 LBR Bulk carrier Sunk Sustained crack in hull, 5/90, and sank while in tow to Aden, laden with iron ore from India.
- May-90 Tao Yuan Hai 126,579 1977 13 TWN Bulk carrier Sank Sustained hull damage in heavy weather on voyage carrying iron ore from Port Kembla. Presumed sunk.
- Mar-90 Alexandre P 94,351 1967 23 PAN Bulk carrier Sank Sank on voyage from West Australia to Spain, while carrying iron ore.
- Mar-90 Azalea 78,571 1969 21 KOR Bulk carrier Sank Sank off Sweden while in tow after hull was holed on iron ore voyage from Norway to Germany.
- Jan-90 Orient Pioneer 108,504 1971 19 LBR Bulk carrier Sank Damaged in heavy weather carrying iron ore from Brazil to Taiwan. Sank in Indian Ocean.
- Dec-89 Vulca 42,245 1968 22 CYP Bulk carrier Sank Foundered in Pacific Ocean on laden voyage from New York to South Korea, carrying scrap iron.
- Feb-90 Walter Leonhardt 42,805 1966 24 CYP Bulk carrier Sank Sustained hull damage and sank in Atlantic, on voyage from Florida to Antwerp, carrying phosrock.
- Jan-90 Charlie 29,246 1975 15 CYP Bulk carrier Sank Presumed sunk in heavy seas in north Atlantic on voyage from EC Canada to Mozambique, carrying grain.
- Feb-91 C. Eregli 16,635 1974 17 TUR Bulk carrier Sank Sank off Yemen after collision with tanker "Mendana Spirit" while carrying Indian iron ore to Turkey.
- Jan-91 Continental Lotus 54,202 1967 24 IND Bulk carrier Sank Hull cracked in heavy weather off Malta and sank while carrying iron ore from India to Italy.
- Jan-91 Demetra Beauty 11,972 1974 17 CYP Bulk carrier Sank Explosion in engine room amid heavy seas in Gulf of Oman and sank, carrying tar from Germany to Iran.
- Feb-91 Fairwind 25,505 1967 24 MLT Bulk carrier Sank Sank in Red Sea after hitting submerged object while laden with Russian pig iron.
- Sep-90 Gallant Dragon 123,126 1976 15 PAN Bulk carrier Sank Struck submerged object off Tubarao in Brazil, after loading iron ore for Japan. Scuttled.
- Jan-91 Protektor 80,184 1967 24 SGP Bulk carrier Sank Missing, presumed sunk, in heavy weather off Newfoundland, carrying iron ore from Canada to Sweden.
- Feb-91 Salvia 153,256 1970 21 KOR Bulk carrier Sank Hull cracked on laden voyage carrying iron ore from Chile to South Korea. Sank in Pacific Ocean.
- Feb-91 Sanko Harvest 33,022 1985 6 PAN Bulk carrier Sank Stranded on reef on voyage from Florida to West Australia, carrying fertilisers. Broke in two & sank.
- Oct-89 Pan Dynasty 36,650 1968 21 Bulk carrier Sank Received hull damage in heavy weather in Atlantic while carrying phosphate rock & later sank.
- Oct-89 Porn Udom 16,504 1969 20 Bulk carrier Sank Sprang leak off Taiwan in Typhoon Angela and seemingly foundered.
- May-89 Huron 16,895 1972 17 Bulk carrier Sank Foundered in heavy weather in Indian Ocean, carrying timber, steel & scrap from South Africa to Taiwan.
- Iran Fateh 16,894 1968 21 Bulk carrier Sank
- Jan-89 Kronos 19,392 1973 16 Bulk carrier Sank Presumed sunk in heavy seas on laden voyage from Belgium to Greece while carrying steel products.
- Oltul 26,857 1967 22 Bulk carrier Sank
- Apr-89 Sevasti 15,167 1971 18 Bulk carrier Sank Foundered off Namibia as cargo of timber shifted in heavy seas on voyage from West Africa.

- Apr-89 Star of Alexandria 35,967 1966 23 Bulk carrier Sank Sank in heavy weather off US east coast while carrying cement from Piraeus to New York.
- Jan-89 Kumanovo 39,674 1966 23 Bulk carrier Sank In collision with ship off Gibraltar while carrying coal from Philadelphia. Sank under tow.
- Dec-88 Mega Taurus 30,413 1980 9 Bulk carrier Sank Believed to have sunk in rough seas on voyage from Taiwan to Japan carrying nickel ore.
- Apr-91 Mineral Diamond 141,028 1982 9 HKG Bulk carrier Sank Presumed sunk in Indian Ocean in Cyclone Fifi, carrying iron ore fines from W.Australia to Holland.
- Jul-91 Manila Transporter 115,960 1976 15 PHL Bulk carrier Sank Developed crack in hull while carrying iron ore from West Australia to UK. Sank in Indian Ocean.
- Apr-91 Starfish 56,277 1970 21 PAN Bulk carrier Sank Sustained crack in cargo hold on voyage from W. Australia to Poland, and sank off Mauritius.
- Apr-91 Vasso 68,490 1967 24 BHS Bulk carrier Sank Hull plating cracked on iron ore voyage from Saldhana Bay and sank off Durban.
- Aug-91 Melete 72,063 1975 16 GRC Bulk carrier Sank Hull cracked in heavy seas, carrying iron ore from West Australia to UK. Sank in Indian Ocean.
- Oct-91 Erato 29,098 1968 23 MLT Bulk carrier Sank Sank in heavy seas on laden voyage carrying phosphates from Israel to France.
- Jul-91 Sunset 20,932 1970 21 CYP Bulk carrier Sank Sank off Yemen as cargo shifted on voyage carrying steel products from Poland to Taiwan.
- Nov-91 Sonata 79,681 1969 22 PAN Bulk carrier Sank Flooded in heavy seas on voyage carrying iron ore pellets from Sweden to Germany. Sank under tow.
- Nov-91 Hanjin Karachi 18,888 1973 18 KOR Bulk carrier Sank Sank on ballast voyage as engine room flooded when ship hit submerged object off Philippines.
- Dec-91 Entrust Faith 63,533 1973 18 GRC Bulk carrier Sank Sustained heavy weather damage while carrying iron ore from Venezuela to Germany. Sank.
- Jan-92 Arisan 135,748 1974 18 PAN Bulk carrier Sank Engine failed on voyage from Narvik to Ymuiden carrying iron ore. Stranded off Sweden & broke in two.
- Apr-90 Frotanorte 25,231 1969 22 BRA Bulk carrier Sank Stranded off Belem on Brazilian coastal voyage, carrying grain. Broke in two under tow and sank.
- May-92 Great Eagle 65,230 1968 24 PAN Bulk carrier Sank Hull cracked in heavy seas in Indian Ocean, on iron ore voyage from South Africa to China. Sank.
- Mar-92 Karadeniz S 115,280 1969 23 TUR Bulk carrier Sank Engine room flooded in heavy seas on iron ore voyage from Brazil to Spain. Broke in two & sank.
- Oct-92 Daeyang Honey 123,744 1970 22 KOR Bulk carrier Sank Presumed sank on iron ore voyage from Yampi Sound to Japan, in Typhoon Colleen.
- Korean Star 30,900 1984 4 Bulk carrier Sank Broke in two following damage sustained during Hurricane at Cape Cuvier, W.Australia.
- Singa Sea 26,586 1976 12 Bulk carrier Sank Broke in two and sank on laden voyage from W.Australia to Rotterdam carrying mineral sands/copper ore.
- Nov-92 Pegasus 23,423 1972 20 PAN Bulk carrier Sank Engine trouble off Taiwan, on Indonesia-S.Korea voyage, carrying wheat pellets. Broke in two & sank.
- Mar-93 Gold Bond Conveyor 26,549 1974 19 LBR Bulk carrier Sank Sank in heavy seas off east coast Canada on voyage from Halifax to Tampa, carrying gypsum.

- Apr-93 Atlas 18,915 1977 16 PHL Bulk carrier Sank Sank in S.China Sea after fire in engine room on voyage from Thailand to South Korea, carrying tapioca
- May-93 Nagos 74,596 1969 24 MLT Bulk carrier Sank Took water and sank in storm off South Africa on coal voyage from Richards Bay to Antwerp. Sank.
- Sep-93 Anderson 12,051 1975 18 MLT Bulk carrier Sank Sank off Hong Kong in Typhoon Becky, on voyage from Russia to Guangzhou, carrying iron.
- Aug-91 Petchomphoo 17,214 1969 24 THA Bulk carrier Sank Presumed foundered as No. 1 hold flooded on voyage from Nakhodka to Bangkok carrying steel.
- Jun-92 Flying Falcon 41,300 1970 23 MLT Bulk carrier Sank Wrecked. Stranded in heavy seas in Gulf of Aden on voyage from Bangkok to Ghent carrying animal feed.
- Feb-94 Christinaki 26,510 1973 21 MLT Bulk carrier Sank Sank in storm in North Atlantic, on laden voyage from UK to Vera Cruz, carrying scrap.
- Jun-93 Protoklitos 4 121,820 1974 20 CYP Bulk carrier Sank Scuttled off Brazil after grounding on laden voyage carrying iron ore to China.
- Jun-94 Apollo Sea 131,260 1973 21 PAN Bulk carrier Sank Sank 40 nm NW of Cape Town after loading iron ore at Saldanha Bay.
- Jun-94 Kamari 127,283 1973 21 CYP Bulk carrier Sank Sank off Brazil, following severe weather damage sustained on iron ore voyage Venezuela to China.
- May-94 Jag Shanti 27,071 1972 22 IND Bulk carrier Sank Sank after engine room flooded off New Mangalore in laden voyage from India to Turkey, carrying iron ore pellets.
- Iron Antonis 93,355 1968 26 CYP Bulk carrier Sank Sank in S.Atlantic carrying iron ore from Brazil to PRC. Owner reported this was final voyage prior to scrapping.
- Colmena 28,620 1968 26 VCT Bulk carrier Sank
- Lorenzo 45,499 1969 25 CYP Bulk carrier Sank
- Ocean Lucky 27,447 1971 23 VCT Bulk carrier Sank Broke in two off Taiwan
- Wellborn 26,450 1971 23 LBR Bulk carrier Sank Broke in two off Madagascar. Oil spillage occurred
- Nov-94 Golden Chariot 22,076 1972 22 PAN Bulk carrier Sank Sank in South Atlantic, while carrying grain from US Gulf to Africa.
- Paris 25,957 1971 24 MLT Bulk carrier Sank Struck breakwater and sank in storm at Constantza Roads. Unladen.
- You Xiu 26,600 1992 3 HKG Bulk carrier Sank Struck breakwater and sank in storm at Constantza Roads. Unladen.
- Sun River II 11,784 1976 19 PAN Bulk carrier Sank Sank off Japan in heavy weather
- Jun-95 Mineral Dampier 170,968 1985 10 LBR Bulk carrier Sank Sank in East China Sea after collision with Hanjin Madras, while carrying iron ore from Brazil to S.Korea.
- Aug-95 Iron Baron 37,557 1985 10 AUS Bulk carrier Sank Scuttled off Tasmanian coast after going aground.
- Feb-96 Seafaitth 68,275 1973 23 MLT Bulk carrier Sank Sank in bad weather north of Taiwan. Eleven of the 30 crew rescued. Laden with 59,000t iron ore.
- Anna Spiratou 26,098 1978 18 CYP Bulk carrier Sank Sank off S. Korea after collision with bulk carrier Polydefkis P.
- Feb-96 Innovator 20,009 1973 23 VCT Bulk carrier Sank Sank in 18 08 N 108 35.
- Jun-96 Million Hope 26,847 1972 24 CYP Bulk carrier Sank Grounded on coral reefs near Sharm el-Sheikh. Vessel ripped apart and lying partially submerged on reef.

- Aug-96 Al Hadi 16,659 1968 28 VCT Bulk carrier Sank Sank 5km off Mumbai Harbour, due to crack in shell plating.
- Sep-96 lolcos Victory 132,597 1980 16 CYP Bulk carrier Sank Sank off S. Africa whilst laden with iron ore on voyage from Brazil-China
- Feb-97 Leros Strength 21,673 1976 21 CYP Bulk carrier Sank Sank 30 miles west of Stavanger, laden with apatite from Murmansk to Poland. 20 crew lost.
- Mar-77 Albion Two 29,676 1976 21 CYP Bulk carrier Sank Sank carrying steel products from Antwerp to Jamaica. Wreck found off Brittany. 25 crew missing.
- Sep-97 ICL Vikraman 55,879 1979 18 IND Bulk carrier Sank Sank after collision in Malacca Strait with OBO "Mount I" while carrying steel to Singapore.
- Oct-97 Black Sea T 10,157 1969 28 VCT Bulk carrier Sank Sank off Hios (Aegean Sea). One crew member missing
- Oct-97 Corriente 158,178 1989 8 HKG Bulk carrier Sank Sank in typhoon having previously grounded at Okinotorishima, Japan. Crew rescued, Pollution.
- Jan-96 Flare 29,222 1975 23 CYP Bulk carrier Sank Stern sank in bad weather with the loss of 21 crew, four crew members rescued.
- Feb-96 Fei Cui Hai 32,818 1973 25 CHN Bulk carrier Sank Sank in abt 09 31 N 110 33 E, 31 crew lost, 3 rescued. Vessel on voyage New Mangalore-Nanjing
- Apr-98 Chian Mariner 35,224 1974 24 LBR Bulk carrier Sank Sank off Angola. Vessel on route from Takoradi for Jubail with a cargo of 25,500t of manganese ore.
- Jul-98 Osool 19,427 1974 24 BLZ Bulk carrier Sank Sank 230 miles off Ratnagiri coast after water ingress into engine room and No1 hold. All crew rescued.
- Jun-98 Golden Harvest 20,203 1975 23 VCT Bulk carrier Sank Reported sunk, off Porbandar
- Aug-98 Sea Prospect 21,297 1996 2 PAN Bulk carrier Sank Capsized and sank in 24 29 N 130 37 E. 11 of the 21 crew rescued.
- Aug-98 Asean Carrier 16,873 1969 29 PAN Bulk carrier Sank Vessel abandoned in Arabian Sea due to listing after flooding in two cargo holds. Crew rescued. Presumed sunk.
- Jan-99 Peace 64,912 1971 28 BLZ Bulk carrier Sank Had Leakage through crack in hull and sank about 32 miles off Colombo. All crew safe.
- Jul-99 Maritime Fidelity 25,406 1984 15 PAN Bulk carrier Sank Sank after collision with m.t. New Venture off Horsburgh Light.
- Aug-99 Meliksah 17,677 1977 22 TUR Bulk carrier Sank Sank off southern coast of Sri Lanka, en route from China to Russia carrying fertiliser. 27 crew rescued.
- Sep-99 Well Speeder 26,587 1976 23 VCT Bulk carrier Sank Sank after water ingress into holds 1 & 2 in heavy weather.
- Jan-00 J.Marion Sky 42,258 1991 9 SGP Bulk carrier Sank Sank after collision in the western Caribbean - Two missing
- Dec-99 Xin Zhu Jiang 35,500 1976 23 CHN Bulk carrier Sank Sank after water ingress into a cargo hold resulting in a list. Crew rescued - master missing.
- Mar-00 Leader L 69,120 1977 23 PAN Bulk carrier Sank Sank after collapse of No.4 hatch.
- May-00 Evelyn 22,546 1979 21 MLT Bulk carrier Sank Caught fire on Black Sea-Malaysia voyage, laden with fertiliser. Later sank in the Gulf of Aden. All crew rescued.
- Jun-00 Treasure 143,731 1983 17 PAN Bulk carrier Sank No. 4 hatch flooded, taken in tow and later sank off Cape Town. All crew rescued.
- Jun-00 Kastor Too 17,666 1977 23 CYP Bulk carrier Sank Sank on voyage Aqaba-India.

- Sep-00 Eurobulker X 35,264 1974 26 KHM Bulk carrier Sank Broke in two while loading cement in vicinity of Lefkanti. Sank two days later.
- Sep-00 Madona 33,037 1982 18 LBR Bulk carrier Sank Took on water in cargo hold, reported sunk.
- Jul-90 Petingo 80,580 1967 23 VUT Bulk carrier Sank Sank off Saldhana Bay after sustaining heavy weather damage while carrying iron ore.
- Aug-90 Pasithea 155,407 1971 19 GRC Combined carrier Sank Sank off Japan in Typhoon Vernon while carrying West Australian iron ore to Wakayama.
- Sep-90 Algarrobo 169,623 1971 19 LBR Combined carrier Sank Missing, presumed sunk, on voyage from Chile to Japan, carrying iron ore.
- Dec-92 Aegean Sea 114,036 1973 19 GRC Combined carrier Sank Ran aground in heavy seas off Cadiz, carrying Norwegian crude to Spain,. Broke in two and sank.
- Jan-94 Marika 169,140 1973 21 LBR Combined carrier Sank Sank in storm in North Atlantic on laden voyage, carrying iron ore, from Canada to Netherlands.
- Nov-94 Trade Daring 145,053 1972 22 CYP Combined carrier Sank Vessel's back broken whilst loading iron ore at Ponta de Madeira.
- Jun-91 ABT Summer 267,801 1974 17 LBR Tanker Sank Explosion & fire 500 miles off Angola, carrying crude oil from Kharg Island to Rotterdam. Sank.
- Ain Zalah 36,330 1972 19 IRQ Tanker Sank Sank off Mina Abdullah, Kuwait during Gulf war, 1q91. Unladen.
- Al Fao 89,188 1969 22 Tanker Sank Gulf war casualty, 1q91.
- Amuriyah 155,211 1977 14 Tanker Sank Sank at Mina al Bakr, Iraq, during Gulf war, 1q91. Apparently unladen.
- Apr-91 Haven 232,163 1973 18 CYP Tanker Sank Sank off Genoa after explosion and fire aboard, while laden with crude oil.
- Jul-91 Blue River 16,800 1973 18 CYP Tanker Sank Capsized, broke in two and sank in Typhoon Amy, carrying molasses from Thailand to Taiwan.
- Dec-90 Bow Reidun 31,501 1975 15 NOR Chemical tanker Sank Sank off Taiwan after explosion during laden voyage from Japan to Singapore, carrying chemicals.
- Sep-90 Caribica 31,185 1975 15 PAN Tanker Sank Sank off Malaysia after explosion during ballast voyage from Singapore.
- Jan-90 Raad Al Bakry VIII 21,032 1960 30 SAU Tanker Sank Experienced explosion and fire off Port Sudan, on ballast voyage from Jeddah. Broke in two and sank.
- Nov-91 Svangen 17,610 1968 23 PAN Tanker Sank Sank on ballast voyage from Caen to Piraeus after developing leak in engine room.
- Alina P 53,003 1965 26 Tanker Sank Experienced explosion off Brazil during laden coastal voyage. Broke in two.
- Apr-92 Katina P 69,992 1966 26 MLT Tanker Sank Damaged in heavy weather off Mozambique on laden voyage from Fujairah. Broke in two & sank under tow.
- Mabrouk 63,132 1965 27 Tanker Sank
- Mar-89 Maasgusar 38,679 1984 5 Chemical tanker Sank Sank off Japan after explosion in engine room, while carrying chemicals.
- Feb-89 Maassluis 37,440 1982 7 Tanker Sank Struck breakwater and sank in heavy weather at Skikda, while in ballast condition.

- Jan-89 Sagheera 36,380 1961 28 Tanker Sank Sank after striking mine in Strait of Hormuz, while in ballast condition.
- Apr-88 Athenian Venture 30,526 1975 13 Tanker Sank Vessel exploded and broke in two off Nova Scotia while carrying gasoline from Amsterdam to New York.
- Nov-88 Oriental Phoenix 138,392 1971 17 Tanker Sank Broke in two amid heavy seas in north Atlantic on crude oil voyage from UK North Sea to Canada.
- Jan-93 Braer 89,730 1975 18 LBR Tanker Sank Engine failed off Shetland Is. in heavy seas, on Norway-Canada crude voyage. Stranded & broke in two.
- Run 11,660 1955 34 Tanker Sank
- Sep-93 Altair 20,848 1982 11 PAN Tanker Sank Broke in two and sank off Malaysia following explosion during tank cleaning.
- Aug-92 Borburata 30,500 1981 12 VEN Tanker Sank Wrecked. Fire in pump room & engine room on ballast voyage from Curacao to Punta Cardon.
- Jan-94 Cosmas A 27,643 1974 20 MLT Tanker Sank Sank in South China Sea after explosion during laden crude oil voyage from Dumai to Shanghai.
- Feb-94 Albinoni 16,900 1976 18 BHS Tanker Sank Broke in two after explosion during ballast voyage from Dominican Republic to Venezuela,.
- Sep-94 Burak M 132,250 1976 18 TUR Tanker Sank Sank off Sierra Leone on ballast voyage from Turkey to West Africa.
- Oct-94 Thanassis A 38,263 1976 18 MLT Tanker Sank Broke in two and sank in heavy weather in South China Sea on laden voyage from Nakhodka to Singapore.
- Dec-95 Sea 1 275,782 1990 5 CYP Tanker Sank Grounded off southern coast of South Korea. Declared total loss. Later sank under tow to Subic Bay.
- Nakhodka 20,471 1970 27 RUS Tanker Sank Stern sank after vessel broke in two 110 km north east of Oki Islands in the Sea of Japan
- Dec-99 Erika 37,283 1975 24 MLT Tanker Sank Broke in two in Bay of Biscay and sank.

關於 MV Stellar Banner (2020.02.24) 與 MV Wakashio (2020.07.25)

MV Stellar Banner 事件 (2020.02.24-2020.03.13)	MV Wakashio 事件 (2020.07.25-2020.08.15)
<p>背景</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 船名：MV Stellar Banner ● 類型：超大型礦砂船(Very Large Ore Carrier, VLOC) ● 船籍：馬紹爾群島(Marshall Islands) ● 船東/營運：韓國 Polaris Shipping 營運，為巴西 Vale 長期租用 ● 建造：2016 年，韓國現代重工集團 ● 載重噸位：300,660 DWT ● 長度：340 m，吃水 21.7m (maximum) ● 任務：2020 年 2 月 24 日，該船在巴西 Maranhão 的 Ponta da Madeira 裝載了約 295,000 噸的鐵礦砂，目的地為中國青島。 	<p>背景</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 船名：MV Wakashio ● 類型：好望角型貨輪(Capesize Bulk Carrier) ● 船籍：巴拿馬 ● 船東：Nagashiki Shipping(日本長鋪汽船株式會社) ● 營運公司：Mitsui O.S.K. Lines(MOL，日本商船三井) ● 建造：2007 年，日本 Universal Shipbuilding ● 載重噸位：203,130 DWT ● 長度：299.95 m ● 任務：從中國出發，前往巴西裝貨途中經印度洋，未載貨(空船)，計畫通過模里西斯以南的安全航道
<p>事故經過</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 出發與偏航 2020 年 2 月 24 日，滿載鐵礦石離港後，原定沿深水航道北上。該航道已測深並適合重載 VLOC 通行。 船長在未經正式通知船副、未更新電子海圖(ECDIS)與紙本海圖的情況下，擅自更改航向，駛向航道外的水域，理由是潮汐水位高、可節省時間。 ● 接觸海底 船隻在偏離航線後不久，就在一個水深僅 20 公尺的淺灘上觸底。這導致船首艙與部分貨艙進水，船舶右舷輕微傾斜，多個水壓艙和空艙因進水而觸發警報。 ● 有意擱淺 在船隻進水後，船長與船員曾嘗試用船上的水泵控制進水，但發現進水速度遠超排水能力。在與船公司協商後，為了防止船隻在深水區沉沒導致更嚴重的後果，船長決定將船隻駛向離岸約 100 公里處的淺水沙洲上進行「有意擱淺」(beaching)。 調查顯示，駕駛台團隊對事故性質的判斷並不一致，初期內部通訊一度混亂，但並沒有確證船長「完全不知道已擱淺」。 	<p>事故經過</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 航線偏離 2020 年 7 月 25 日，船舶本應在距模里西斯南部海岸約 55 海里外的深水航道通過，但實際航線明顯偏向岸邊。由於船隻過於靠近海岸，最終在沒有足夠水深的情況下，於模里西斯東南部的珊瑚礁區觸礁擱淺。 調查與媒體報導顯示，船員可能為尋找手機訊號或 Wi-Fi 而故意靠近陸地(官方報告並未完全證實，但承認與船員社交活動有關)。 當時風平浪靜，值班警覺性不足，ECDIS(電子海圖)多次警報被忽略。 ● 擱淺與初期狀況 下午，船體觸礁擱淺於模里西斯東南部珊瑚礁帶，位於藍灣海洋公園與 Pointe d'Esny 附近。 初期雖有輕微受損，但未立刻破裂。船隻擱淺後，船長沒有在第一時間報告事故的嚴重性，這導致救援行動的延誤。船東與營運公司也未及時展開有效脫淺行動。 ● 船體破裂與漏油 經過數週的擱淺，船體結構因海浪衝擊而破裂。到了 8 月 6 日，受風浪與船體受力影響，右舷第 7 船艙破裂，約 1,000 噸重油外洩、迅速擴散流入模里西斯東南部的潟湖，對當地脆弱的海洋生態系統造成了毀滅性的破壞。這包括污染了珍貴的紅樹林、珊瑚礁和周邊海域，對當地的旅遊業和漁業造成了長期影響。這成為模里西斯史上最嚴重的海洋環境災難之一。 ● 船體斷裂 在洩漏發生後不久，8 月 15 日，船隻在重壓下從中部斷裂成兩截：

MV Stellar Banner 事件 (2020.02.24-2020.03.13)	MV Wakashio 事件 (2020.07.25-2020.08.15)
	<p>船尾：被拖離至深海沉沒(距岸約 15 公里，水深逾 3000 米)。</p> <p>船首：仍擱淺於淺灘，後分段拆解移除。</p>
<p>後續處理與結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 人員撤離 船隻擱淺後，船上 20 名船員全部安全撤離，沒有造成任何人員傷亡。 ● 燃油移除 由於船上載有約 3,500 噸重燃料油，為防止大規模環境污染，這是首要的救援任務。救援團隊花費數週時間，成功將所有燃油安全移除。 ● 卸貨減重 為了減輕船隻重量以便脫淺，救援團隊移除了船上部分鐵礦砂。在移除了約 145,000 噸貨物後，船隻於同年 5 月成功脫淺。 ● 檢查與拖帶 潛水員檢查後發現多處船殼結構破裂。 2020 年 3 月 12 日嘗試拖離淺灘時，裂縫擴大，船體完整性喪失，修復不具經濟與安全可行性。 ● 深海自沉 2020 年 3 月 13 日，拖至距岸約 150 公里、海深超過 3000 米的公海，以受控方式自沉(scuttling)。 官方宣稱已移除燃油與大部分貨物，以減低環境影響。 	<p>後續處理與結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 清污與志願者行動 模里西斯政府宣布緊急狀態，國際援助遲到，但當地居民自製吸油索(用布、甘蔗葉、頭髮等材料)參與清理。 法國、印度、日本派出海上應對團隊與物資支援。 ● 船體處理 船尾沉沒爭議很大，環保團體質疑仍有殘油與污染物。 船首留在淺灘，後分段拆除，2021 年才完全清除。 ● 環境：破壞珊瑚礁、紅樹林、漁場，影響生態復原至少需數十年。 ● 經濟：嚴重衝擊模里西斯觀光與漁業收入。 ● 法律：船長與大副被判刑，船東與營運公司支付巨額賠償與清污費用。
<p>調查報告要點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 肇因 船籍國馬紹爾群島海事管理局發布了正式的事故調查報告。 報告結論指出，事故的主因是船長決策失誤，偏離了預定航線，並在水文資料不足的海域航行。這顯示了船長在航行管理上的疏失。 報告同時指出，船公司在航行值班程序方面存在不足，未能為船員提供足夠的指導，這也是促成事故發生的因素之一。 ● 責任 事故的主因是船長決策失誤，偏離了預定航線，並在水文資料不足的海域航行。這顯示了船長在航行管理上的疏失。 船公司在航行值班程序方面存在不足，未能為船員提供足夠的指導，這也是促成事故發生的因素之一。 Polaris Shipping 與 Vale 的風險管理受到批評。 由於此船與 2017 年沉沒的 Stellar Daisy 屬於同一家公司，且均為 VLOC 船型，這兩起事故常被相提並論，引發外界對超大型散貨船在設計、管理與營運安全上更廣泛的關注。 	<p>調查報告要點</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 肇因： 船員偏離航線，靠近岸邊無正當航行需求。 值班期間警覺性不足，ECDIS 航警多次被忽視或解除。 駕駛台團隊分工不當，領港與岸上通訊未即時反應。 ● 責任： 船長與大副承擔主要責任。模里西斯政府對船長和大副提出了刑事訴訟。最終，兩人被判處危險駕駛罪名成立並入獄。 Nagashiki Shipping 與 MOL 的監督與管理程序受到批評。 MV Wakashio 事故引發了國際社會的廣泛關注，被視為因「低級」人為錯誤而導致的重大環境災難。許多國際組織和志願者前往模里西斯協助清理。

MV Stellar Banner 事件 (2020.02.24-2020.03.13)	MV Wakashio 事件 (2020.07.25-2020.08.15)
<p>爭議</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 事故資訊延遲公開，外界數日後才知情船損嚴重到需沉船。 ● 雖未造成大規模漏油，但沉沒一艘 30 萬噸級巨輪極為罕見，引發國際關注。 ● 國際航運界將其視為「偏航決策失誤+溝通文化缺陷」的典型案列，被納入船員訓練教材。 	<p>爭議</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 此案被稱為模里西斯史上最嚴重的環境災難之一。 ● 調查顯示，船員值班鬆懈、偏離航線、ECDIS 警報被忽視，以及岸邊娛樂動機，都是事故關鍵因素。媒體廣泛報導船員為取訊號而偏航，但船方與官方報告僅承認有「社交原因」接近陸地。 ● 國際間對船東、保險人與模里西斯政府的責任分配爭論激烈。 ● 法庭責任推諉：船長與大副在審訊中互相指責。
<p>關鍵教訓</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 事件暴露了大型礦砂船在「重載低吃水裕度」航行中的安全風險：即便只差幾十公分，也可能致命。 ● 駕駛台資源管理文化：團隊須能質疑船長的決策。 ● 資訊透明性：延遲發布損害與處置資訊，會加劇外界不信任。 	<p>關鍵教訓</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 航線紀律的重要性：即使天氣良好，偏航仍可能導致毀滅性後果。 ● 值班專注與警報管理：ECDIS 警告不可被習慣性忽略。 ● 油污應對能力：事故應變速度與國際支援協調必須提升。 ● 社交活動風險管理：航行期間的岸線接近必須有明確作業理由與批准程序。 ● 這起事件深刻地提醒了全球航運業，除了先進的技術和嚴格的法規之外，船員的專業素養、紀律和責任心同樣至關重要。它促使國際海事組織重新檢視船員培訓、航行安全管理以及應急反應機制。
<p>八卦與爭議</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 航道偏離與指揮問題 調查報告指出，船長偏離既定航道，選擇未列入官方航道的區域行駛，卻未通知值班人員，也未在 ECDIS 或紙本海圖上標示新的航線，造成只有船長知道動向，溝通與情境認識不良(BRM—Bridge Resource Management—失效)。 ● 資訊透明與溝通缺失 報告批評船方船長缺乏與值班官的資訊共享與解釋，導致駕駛台團隊無法充分判斷現況風險，嚴重偏離安全操作。 	<p>八卦與爭議</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 酒後航行說法 法庭文件顯示船長可能飲酒，影響判斷。根據德文維基百科報導，船長當時向外界表示他「喝醉了」，因此未意識到船隻已經靠近岸邊。 ● 靠岸尋找 Wi-Fi 傳聞 調查與媒體報導指出，船員試圖靠岸尋找手機訊號或連接 Wi-Fi，才偏離航線擱淺的可能性。雖然此說法被部分拒絕(官方稱不需要駛那麼近才能接訊號)，但仍是媒體與輿論的重要焦點。 ● 船長與大副法庭反目 追溯 2021 年時，有媒體指出法庭上船長似乎直接指責其大副，凸顯在法庭程序中雙方出現口水戰或責任推諉現象。 ● 國際組織的爭議比喻 國際海事組織(IMO)一名代表在模里西斯媒體上將劇毒的船油比喻為「Just like skin cream(就像是皮膚乳霜)」，引發外界認為語帶輕忽，輿論譁然。
<p>財務與保險</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 船體與保險價值 Polaris Shipping 為 Stellar Banner 投保了價值約 9,640 萬美元的船體險，保險公司為 Mertiz Fire & Marine 	<p>財務與保險</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 保險與法定賠償限制 MV Wakashio 最終因船體斷裂而成為全損，其船體與機器保險(Hull & Machinery insurance)理賠金額可

MV Stellar Banner 事件 (2020.02.24-2020.03.13)	MV Wakashio 事件 (2020.07.25-2020.08.15)
<p>Insurance。83.8%的保單由 Korean Re 再保，後者再將部分風險分給 AXA 與 Allianz(比例分別為 12%和 8%)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 損失與賠付規模 <p>MV Stellar Banner 被判定為「推定全損」(Constructive Total Loss)，其市場估值及保險金額約為 6,000 萬美元。船東 Polaris Shipping 的保險公司 Meritz Fire & Marine Insurance 支付了這筆賠款，但部分再保險公司(如 Allianz 和 AXA)對理賠金額提出異議，導致後續的法律訴訟。這起事故是 2020 年三起重大海事損失之一，這三起事故總共造成了船體保險公司約 1 億美元的理賠。</p> <p>船上載運的近 30 萬噸鐵礦砂，部分被移除，剩餘部分則隨船鑿沉，造成了巨大的貨物損失。</p> ● 後續影響 <p>關於“偏航是否違反保險條款”的法律探討指出，如構成「geographical deviation(航道偏離)」，可能使貨運與保險合同失效，從而加重 Polaris Shipping 自行承擔損失與費用的責任。這在海事保險和貨物運輸合同中是一個極為重要的法律概念。根據相關法律，如果船隻偏離航線被認定為自願行為，可能導致貨物和保險合同無效。這意味著，貨主(巴西淡水河谷 Vale)的損失以及後續的打撈費用，可能需要由船東 Polaris Shipping 直接承擔，而非由保險公司理賠。這起事故引發了關於「誰來買單」的廣泛法律討論。</p> <p>事故發生後，打撈團隊花費數月時間進行燃油移除、貨物減載等作業。這些費用非常高昂。最終，鑿沉船隻的決定也是一項重大開銷，這些費用通常由船東的保險賠償與責任(P&I)保險來支付。</p> ● 額外保險保障 <p>Stellar Banner 的 P&I(Protection & Indemnity)保障由 Britannia P&I Club 承保，船員則由 Korea P&I Club 投保。</p> 	<p>能達到數千萬美元。該船的保護與賠償(P&I)由日本船東互保協會(Japan P&I Club)承保，該保險協會通常會獲得國際保賠集團(International Group of P&I Clubs)的支持，因此理賠金額的上限非常高，可達到 10 億美元。</p> <p>這起事故的關鍵在於其引發的環境災難。油汙清理、生態修復、對模里西斯旅遊業和漁業的經濟損失，估計高達數億美元。然而，根據國際海事法規，賠償金額受到《國際油污損害民事責任公約》(Bunker Convention)的限制。由於 MV Wakashio 是一艘散裝貨船而非油輪，其賠償上限遠低於油輪事故。根據一些估算，賠償上限可能僅為 46.5 百萬特別提款權(SDR)，約合數千萬美元，這遠遠不足以彌補實際的損失。</p> <p>若船東在模里西斯法院啟動《1976 年海事責任限制公約》(LLMC)，則賠償上限可能降至約 13 百萬 SDR—約合數百萬美元。</p> <p>模里西斯政府可以主張，由於船長的人為失誤屬於「魯莽行為」，因此可以繞過賠償上限，向船東和租船公司追討全部損失。這需要法庭證明船東或其代理人(船長)存在高度的過失。這起事故深刻地揭示了現行國際海事法規在應對非油輪事故造成的油汙時存在的漏洞。它促使國際社會和保險業界重新思考如何調整法規，以更公平地賠償受害者。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 實際索賠與救災支出 <p>模里西斯政府向日本提出的賠償請求為 3,400 萬美元，用以支援漁民與環境修復。</p> <p>MOL(營運方)另承諾支付約 9 百萬美元作為社會責任基金，協助修復與地方支援。</p> ● 潛在最高賠償限額 <p>研究指出，由於 Wakashio 是散貨船(bulk carrier)，非油輪，其比其他更高額賠償機制(如國際油污賠償基金)下的可得補助可能較低，估計賠償限額約 6,517 萬美元。</p>