

# 國際防制船舶生物污染機制發展之研析

## A study on the international development of ships' biofouling control scheme

運輸工程組 巫柏蕙

研究期間：民國107年1月至107年12月

### 摘要

生物污染(biofouling)，根據國際海事組織(IMO) 2011年發佈之「管控船舶生物污染以減少侵入性水生物種移轉指引(2011 Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species)」，係指水生生物(aquatic organism) (如微生物、植物及動物) 在浸入或暴露於水環境之表面和結構物上積聚。管制生物污染與壓艙水為防制一國海域引入海洋非本土侵入性物種的重要機制。本研究蒐集IMO、美國、紐西蘭、澳洲關於防制生物污染的相關指引及規範發展情形。IMO業已於2011年發佈IMO生物污染指引，作為其推動防制船舶生物污染的第一步；美國環保署及海岸防衛隊亦有規定要求船舶定期移除船上的污染生物，但因對「定期」未加定義，性質上偏向建議；美國加州及紐西蘭則已有相對明確的規範及相應之罰則；澳洲的規範內容則在與產業確認的階段。對已實施壓艙水公約，並一再宣示以海洋立國的我國來說，管理船舶生物污染不僅符合國際趨勢，亦確有其必要。

對IMO發佈的指引及其他各國之規範、手冊進行研析，可為交通部、航港局及臺灣港務公司預為籌謀之參考，俾日後IMO或我國重要貿易夥伴發佈正式公約或規範時妥為因應。另因國際壓艙水的管制架構已底定，故不納入本研究範圍。

### 關鍵詞：

船舶、生物污染、國際海事組織、IMO。

# IMO 防制船舶生物污染機制發展之研究

## 一、研究背景與目的

生物污染(biofouling)，根據 IMO 2011 年發佈之「管控船舶生物污染以減少侵入性水生物種移轉指引(2011 Guidelines for The Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize The Transfer of Invasive Aquatic Species)」(以下簡稱 IMO 生物污染指引)的定義，係指水生生物(aquatic organism)(如微生物、植物及動物)在浸入或暴露於水環境之表面和結構物上積聚(如圖 1)。侵入性水生物種(Invasive Aquatic Species, IAS)以船舶為媒介進入各國水域，已被認為是對國際海洋與生態多樣性維持的主要威脅。經由船舶壓艙水或船殼(hull)進入宿主(host)環境的水生物種，可能在新環境裡建立大量的繁殖群體(reproductive population)，因為比例上超過本土物種而顯得具侵入性，且往往不可回復。侵入性水生物種不僅威脅生態，對經濟也有傷害，包括一些依賴沿岸及海洋環境的行業，如旅遊業，水產養殖業和漁業，還有代價高昂的基礎設施損害。量化的數據顯示，生物侵入的案例數量正持續以令人擔憂的速度成長，無時無刻都有新的區域被侵入。

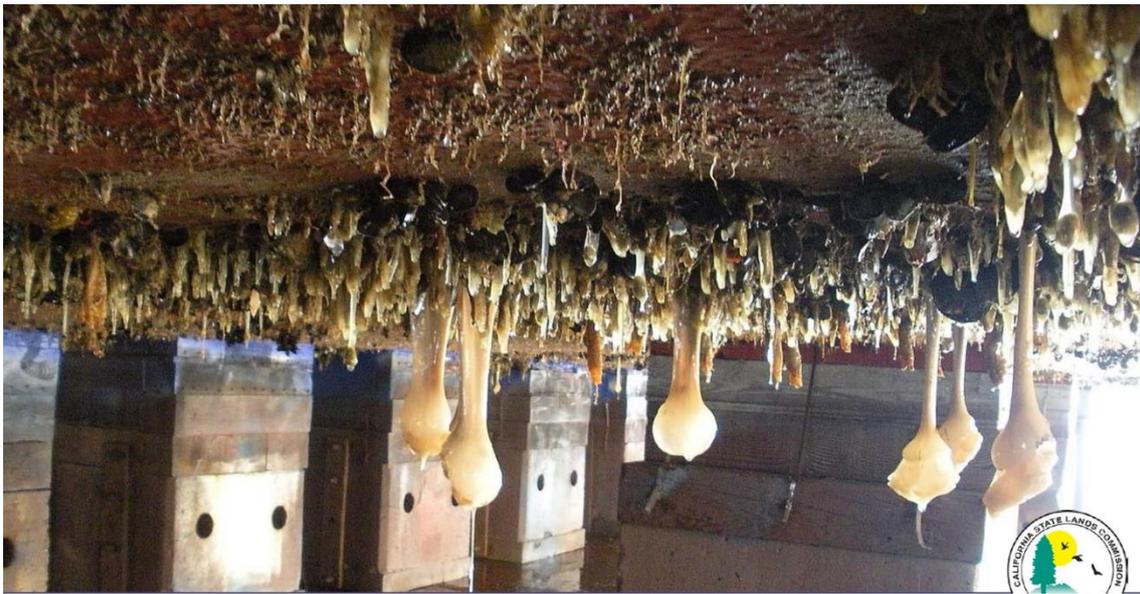


圖 1 船體上的水生物種積聚<sup>2</sup>

為了控管侵入性水生物種隨著船舶四處擴散的情況，IMO 在 2004 年通過「國際船舶壓艙水及沈積物控管公約」(The International Convention for The Control and Management of Ships Ballast Water and Sediments, BWMC)，要求船舶壓艙水必須經特定設施或程序處理，在符合排放標準後始得排放。公約原定在 2017 年 9 月 8 日開始實施，強制商船設置壓艙水處理系統，儘管因各國船東強烈要求，及合格的系統廠商製造不及等因素，IMO 已決定延後 2 年實施，但關於壓艙水的管制架構業已底定，因此有專家預期，IMO 對抗侵

入性物種移轉目標的下一步，將針對附著在船殼的水生物種進行管控。一份提交給 IMO 的科學報告指出，污染海洋的物種超過 4,000 種，在某些地區，例如澳大利亞及紐西蘭，生物污染產生的物種移轉風險甚至高於船舶壓艙水，這也凸顯出未來規範將以船殼管理為標的必然性。

本研究主要目的在瞭解 IMO 防制生物污染工作的執行概況，介紹美國、紐西蘭、澳洲等國防制生物污染之規定，及目前關於防制船舶生物污染的技術進展，供政府相關單位參考，俾在未來正式公約或規範發佈時有所因應。壓艙水部分則不納入本研究之範圍。又，侵入性水生物種在不同國家文件有稱為「污染生物」、「非本土物種」、「外來物種」，為忠於原資料來源，以下行文將混用之。

## 二、IMO 的海洋污染防制架構

### 2.1 IMO 海洋污染及船舶生物污染發展概況

IMO 最初的成立目的其實是促進海上安全，而後因為擔任 1954 年「防止海上石油污染國際公約（OILPOL）」的管理者，自是也承擔了處理海洋污染問題的責任，多年來藉由各種措施來預防和控制船舶造成的污染，並期減輕海上作業和事故造成的損害及其影響。

1973 年通過的「防止船舶污染國際公約（MARPOL）」是 IMO 通過的第一個全面性防制海洋污染公約，此公約除了防止海洋受石油污染，還包括對海事產業處理化學品、其他有害物質、垃圾、污水等之要求，其後又根據 1997 年通過的 MARPOL 公約附件 VI，增加對於空氣污染及排放之要求。MARPOL 之後，IMO 陸續對壓艙水管理、防污系統、船舶回收及生物污染都分別訂定了公約或指引。

根據 IMO 網站資料，侵入性水生物種透過船舶生物污染轉移的問題在 2006 年首度引起 IMO 的注意，次年，IMO「海洋環境保護委員會(Marine Environment Protection Committee, MEPC)」賦予「散裝液體和氣體小組委員會(Sub-Committee on Bulk Liquids and Gases, BLG)」制定船舶生物污染相關準則之任務，即嗣後在 2011 年 7 月 MEPC 第 62 次會議 207 號決議通過的 IMO 生物污染指引。

IMO 生物污染指引之後又有 2012 年 10 月 MEPC 第 64 次會議通過的 792 號通告(MEPC.1/Circ.792)加以補充。792 號通告亦為減少侵入性水生物種移轉之指引，適用對象則是長度未達 24 公尺的休閒用船舶(recreational craft)。把休閒用船舶加入生物污染規範架構是因為休閒用船舶的數量及操作狀態，使其特別容易受到生物污染的影響。

IMO 生物污染指引必須隨科技發展而進步，力求讓各國有效而經濟地

控制或解決生物污染問題。因此 IMO 在指引中籲請各港口國、船旗國、沿海國和其他能夠協助減輕與生物污損有關問題之成員，均克盡職責、落實執行 IMO 生物污染指引。

為了審視 IMO 生物污染指引的內容及應用情形，IMO MEPC 在 2013 年 5 月第 65 次會議通過 811 號通告(MEPC.1/Circ.811)—IMO 生物污染指引的評估指引，使會員國等能以一致的檢討方法，蒐集未來檢討 IMO 生物污染指引時所需資訊，讓指引裡的各式建議可以更容易地被評估。MEPC 在 2018 年 4 月第 72 次會議中同意由「污染預防與因應小組委員會(Sub-Committee on Pollution Prevention and Response, PPR)」對 IMO 生物污染指引提出新的檢討，即以 811 號通告的評估指引為基礎。

為了強化 IMO 生物污染指引的推動，IMO 秘書處於其「整合技術合作計畫(Integrated Technical Co-operation Programme, ITCP)」中，還針對生物污染的議題與 IMO 生物污染指引舉辦了許多活動，讓世人瞭解侵入性水生物種會透過船殼生物污染移轉，同時也強化各界對 IMO 生物污染指引的熟悉與瞭解，俾 IMO 可以順利地推展其應用，進而最小化物種侵入現象。IMO 在 2017 年還發起一名為 GloFouling Partnerships 的計畫，協助開發中國家培養應用 IMO 生物污染指引及保護海洋生態系統的能力，這個計畫預定從 2018 年 9 月開始，為期 5 年。

儘管 IMO 截至目前在生物污染方面只發佈了自願性的生物污染指引與 2 個補充通告，遵循與否以及遵循到何種程度概由各國自行決定。惟本研究蒐集之美國、紐西蘭、澳洲等國規範或相關指引手冊，都將 IMO 生物污染指引列為生物污染管理的重要參考文獻。

## 2.2 IMO 生物污染指引

IMO 生物污染指引共有 12 章及 2 個附錄，第 1 章為「序言」，說明生物污染對海洋生態的影響、管理的必要性及國際社會對相關議題應有的認識與作為；第 2 章為「定義」，說明指引所使用名詞之定義；第 3 章為「應用」，說明本指引的使用者，並請各國將其於國際航運方面應用之生物污染規定、管理要求或限制，通知 IMO；第 4 章為「目標」，說明本指引所欲達成之目標；第 5 章為「生物污染管理計畫及記錄簿」，IMO 建議每艘船都應該為自己量身製作專屬的生物污染管理計畫，並將船上歷來與生物污染相關的概況與作為登載於生物污染記錄簿，本章說明管理計畫與記錄簿的應記載事項，另外也在指引附錄 1 及附錄 2 分別提供管理計畫與記錄簿(如圖 2)之範例；第 6 章為「抗污染系統的安裝與維護」，目前最常用的抗生物污染系統為表面塗層，指引裡尚述及用於管道及其他未塗漆構件的抗生物污染材料、用於海底門和內部海水冷卻系統的海洋生長預防系統 (marine growth prevention

system, MGPS) 與其他控制生物污染的創新措施。但前述各式塗層及系統都只能延緩 IAS 的積聚，其抗污染的效能也會隨著時間遞減，因此本章還建議了船舶應如何選擇最適抗污染系統，及系統維修或回收的注意事項；第 7 章為「水下調查、清潔及維護」，鑑於水下調查可以幫助船舶管理者實際地瞭解生物污染狀況並及時清除污染物，指引在本章建議了調查及清潔維護的時機、方法及重點；第 8 章為「設計與建造」，對新造或改造船提供設計上的建議，從源頭減少 IAS 積聚的空間與風險；第 9 章為「資訊宣導」，IMO 鼓勵各國透過 IMO 交換與指引相關的各式資訊，也要求各國相關單位要提供船舶的管理者或利害關係人有關生物污染管理的資訊，而船舶管理者亦應熟悉其出入國家的生物污染管理規定；第 10 章為「訓練與教育」，指引建議應將生物污染管理納入船長及船員的培訓課程，並以本指引的內容為訓練基礎；第 11 章為「其他措施」，提醒各國及各港口應避免讓船舶在海上等待，並可參考壓艙水規範以制訂生物污染的緊急處置措施，此外，各項防制生物污染措施不應威脅船舶及船員安全等；第 12 章為「未來的的工作」，建議各國支持鼓勵生物污染相關研究之類別，並將相關資訊提供給 IMO。

MEPC 62/24/Add.1  
Annex 26, page 25

**Record of Biofouling Management Actions**

**SAMPLE BIOFOULING RECORD BOOK PAGE**

Name of Ship: .....

Registration number: .....

Date	Item (number)	Record of management actions	Signature of officers in charge

Signature of master .....

圖 2 生物污染記錄簿例

### 三、美國船舶生物污染管理概況

美國的生物污染管理規定分別有聯邦層級與州政府層級。聯邦層級法規的制訂機關分別是美國海岸防衛隊(United States Coast Guard, USCG)及環保署(Environmental Protection Agency, EPA)；而州政府層級目前有明確而強制規定的只有加州政府。

#### 3.1 聯邦政府

美國海岸防衛隊 U.S. Code of Federal Regulations Title 33 Part 151.2050(f) 規定：船長、船東、經營者、代理人或裝有壓艙之船舶的負責人，在美國水域操作時必須「定期移除船殼、管路及壓艙之污染生物，並按地方、州及聯邦之規定丟棄前述之移除物質(Remove fouling organisms from the vessel's hull, piping, and tanks on a regular basis and dispose of any removed substances in accordance with local, State and Federal regulations.)」

美國環保署則在 2013 VGP Part 2.2.20 要求：「船舶所有者/經營者必須定期移除海水管路上之污染生物，並按地方、州及聯邦之規定丟棄前述之移除物質(Vessel owner/operators must remove fouling organisms from seawater piping on a regular basis and dispose of removed substances in accordance with local, state, and federal regulations.)」

上述兩種規定雖然都要求要定期移除污染生物，但兩規定對「定期」並未具體定義，因此雖然說是規定，毋寧說更像是建議。據美國加州政府的研究，非本土侵入性物種的風險會因為船舶交通的樣態(pattern)、壓艙的操作及生物污染管理習慣各有高低，換言之，風險會因州或因港而異。聯邦層級法規要適用於各州，勢須保留一定程度的彈性，州政府如果認為有不足，自然得以州法補充規定。

#### 3.2 加州政府

1990 年代前後，加州陸續在州境內發現了非本土物種(Nonindigenous Species, NIS)，從清除此些物種的經驗發現，這些物種一旦散佈，要根除通常無法成功，同時所費不貲，最後只能轉為持續控制或管理。因此州政府認為從這些物種的載體管理來預防物種入侵，是最好也最具成本效益的方式。近數十年來，物種引進及由此帶來的物種入侵風險大增，在北美，特別是加州和西岸的其他地方，過去 200 年海洋和河口水域的引進率呈指數級增長。而非本土物種引入美國透過的機制或載體，包括船舶、水產養殖、水生寵物放生、活體海產標本等等。過去 50 年全球貿易的大幅成長，使壓艙水、生物污染和相關生物在世界各地四處流動。參與全球貿易的船舶速度加快，使得壓載艙及船殼上有更多的侵入性水生物種可在縮短了的運輸時間內存活，

並以更有利的條件到達靠泊港，在靠泊港區仍「健康」的生物體便可輕易地在新棲息地繁殖。

以海岸環境來說，商船被認為是非本土物種的最重要載體，其對北美物種引入有 79.5% 的貢獻，對加州則有 81%。商船輸送非本土物種的 2 個主要機制為壓艙水及船舶生物污染，而船舶生物污染已被確認為在澳洲、北美、夏威夷、北海和加州等地區海洋非本土侵入性物種引入的重要管道。

在環保團體的要求下，加州 1999 年通過「加州控制非本土物種壓艙水管理法案(California's Ballast Water Management for Control of Nonindigenous Species Act)」，開始立法規範處理船舶引入非本土物種的問題，並成立「海洋侵入性物種計畫(Marine Invasive Species Program, MISP)」，由加州土地委員會、平等委員會(Board of Equalization)、魚類及野生動物部(California Department of Fish and Wildlife)、洩漏預防及回應辦公室(Office of Spill Prevention and Response)、州水資源控制委員會(State Water Resources Control Board)等單位共同參與，藉由發展、應用、強制實施創新的船舶生物污染與壓艙水管理策略，降低非本地水生物種引進的風險，此計畫亦為加州推動侵入性物種管理的重要核心。

2003 年「海洋侵入性物種法案(Marine Invasive Species Act)」通過，重新授權並擴大 1999 年的法案，「海洋侵入性物種計畫」的範圍隨著相關法案的修正及訂立進一步擴大。2007 年加州土地委員會(California State Lands Commission)被立法機關要求應發展管理船舶生物污染之規範，2017 年 4 月委員會批准了 Article 4.8. Biofouling Management to Minimize the Transfer of Nonindigenous Species from Vessels Arriving at California Ports (以下簡稱 Article 4.8)，並於同年 10 月 1 日生效。

Article 4.8 目前的有效條文共計 10 項(sections)，分別規定：

§2298.1 目的、適用性及實施日期

§2298.2 定義

§2298.3 生物污染管理計畫

§2298.4 生物污染記錄簿

§2298.5 海洋侵入性物種計畫年度船舶報告表

§2298.6 濕潤表面之生物污染管理

§2298.7 對延長居留期間船舶之要求

§2298.8 在加州水域的推進器清潔

§2298.9 替代方案

§2298.9.1 緊急豁免

根據 Article 4.8，所有 300 容積總噸(Gross Registered Tonnage, GRT) (含) 以上，載運或能載運壓艙水之船舶進入加州港口，除可依加州公共資源法

71202 項或§2298.9.1 項緊急豁免者外，皆須遵守 Article 4.8 的規定。在 2018 年 1 月 1 日或之後完成第 1 次定期離水維護的現有船舶，及 2018 年 1 月 1 日或之後投入使用的新建船舶，原則上都必須在船上準備生物污染管理計畫及生物污染記錄簿。前往加州港口的船舶，每年首度前往都要在到港的 24 小時前遞交§2298.5 所規定之報告表。

此外，加州公共資源法(Public Resources Code, Div. 36. Marine Invasive Species Act, 71204(f) (2))也要求船舶必須定期清除船殼上的污染生物，並在同法中對「定期」具體加以定義：

(A) 不得超過船舶的全面安全構造證明書(full-term Safety Construction Certificate)屆滿日期或該屆滿日期之延長期限。

(B) 不得超過船舶的 USCG 全面檢查證書(full-term United States Coast Guard Certificate of Inspection) 屆滿日期或經 USCG 認可延長的期限。

(C) 自船最近一次離水進乾船塢時起，不得超過 60 月。委員會可准予延長此期限。

加州土地管理委員會在其「海洋侵入性物種計畫」(Marine Invasive Species Program)網頁上尚提供多種有關生物污染管理的指導文件，及州政府歷年的調查評估報告。

#### 四、紐西蘭船舶生物污染管理概況

紐西蘭的生物污染管理機關為第一產業部(Ministry of Primary Industries)，根據紐西蘭政府之「船舶風險管理標準：抵達紐西蘭船舶的生物污染(Craft Risk Management Standard: Biofouling on Vessels Arriving to New Zealand)」(2018 年 11 月 15 日生效)的要求，船舶必須以「清潔的船殼(clean hull)」抵達紐西蘭。所謂「抵達紐西蘭」，包括在紐西蘭水域下錨停泊、泊位停泊及上岸，而「清潔的船殼」，則按長期停留(21 日以上)或短期停留分別制訂不同的門檻值。

要符合「清潔的船殼」要求，必須應用下述方法的其中一種：

(A) 在造訪紐西蘭前進行船殼清潔(或於抵達紐西蘭後立即進入經第一產業部認證之設施)。船殼上各部的生物污染必須在抵達紐西蘭前 30 日內或抵達後 24 小時內移除。

(B) 以最佳的慣例持續維護，包括：應用適當的抗生物污染塗層、在海底門(sea-chests)執行海洋生長預防系統，或在必要時於水下檢測作業同時，一併為生物污染移除。

(C) 應用經第一產業部認可的處理方法。

IMO 生物污染指引被認為是最佳慣例之一。如果要提出異於上列之替代方法，船舶營運者或負責人可依生物保全法案(the Biosecurity Act)24K 項

規定，提交船舶風險管理計畫(Craft Risk Management Plan)。

所有船舶營運者或負責人在抵達紐西蘭前必須提供第一產業部下列資訊：

- (A) 在紐西蘭水域內的預計停留期間及欲造訪之地點
- (B) 船舶是否曾在單一地點長期停留
- (C) 如果船舶在抵達後才進行生物污染清潔，任何清潔或處理的正式安排，以及是否會在抵達時立即進行（24 小時內）
- (D) 已經或將採取何種措施以符合標準的要求
- (E) 船舶營運者或負責人是否已選擇執行經第一產業部認可的船舶風險管理計畫，以滿足標準的要求。

下列資訊（倘有相關）必須保存在船上，並在被要求時以適當的形式提供給第一產業部。

- (A) 關於所使用的抗污染制度及任何海洋生長預防系統的資料
- (B) 是否採行 IMO 生物污染指引，包括執行會顯示船殼維護和檢查制度的生物污染管理計畫，及保有生物污染管理紀錄，這些紀錄與計畫最好與 IMO 指引的範本一致
- (C) 如果船舶有運用抗污染系統，其最新的國際抗污染系統證書 (certificate) 或國際抗污染系統聲明 (declaration)
- (D) 由船舶營運者或負責人發動的最近一次船殼生物污染檢查（在陸地或水中進行）日期及報告。

無法提供證據證明船舶已符合船舶風險管理標準之要求者，第一產業部可以要求船舶在抵達紐西蘭後必須進行船殼檢查、限制其進入紐西蘭、限制其在紐西蘭的行程、離岸進行清潔，或在 24 小時內由紐西蘭認可之廠商清潔船舶。船舶營運者或負責人必須採取一切合理步驟遵守船舶風險管理標準，任何不符合本標準的船舶，都有可能被依 1993 年「生物保全法案」第 32 或 33 項規定，被要求採取行動以減輕風險，如果不能採取緩解措施，很可能被指示離開紐西蘭；故意不遵守管理標準或因疏忽導致的不遵守，將可能導致政府的干預程度增加（例如檢查或審計）。

第一產業部的網站上也提供紐西蘭船舶生物污染之規定及相關管理指引，供有意前往該國水域之船舶參考。

## 五、澳洲船舶生物污染管理概況

澳洲的生物污染管理機關為農業及水資源部 (Department of Agriculture and Water Resources)。根據研究，船舶生物污染是外來物種 (exotic species) 進入澳洲水域的主要途徑，據悉已有 250 種外來物種移入澳洲港口及水域並在其間生長，其中四分之三即來自船舶的生物污染。為了保護澳洲的環境及產

業，澳洲中央及地方政府與海事產業、海洋科學家，共同構建了澳洲的國家預防與管理海洋有害生物侵入系統，防止新的海洋有害生物進入，在新有害生物進入時，指導相關人員應如何因應，並儘量減少已在澳洲生根的有害生物擴散及其影響。

農業及水資源部根據 2015 年生物保全法案(the Biosecurity Act)，經徵詢產業利害關係人，並檢視過去澳洲的海洋生物保全措施，獲致澳洲應配合 IMO 的方向，引進新的生物污染規定以管理國際船舶之結論。目前農業及水資源部已完成監管影響聲明(regulation impact statement)，內容包括生物污染問題的評估、確定政府採取生物污染管理目的，並介紹已被確認的各種生物污染管理方案及其成本、效益等，在 2018 年初開始與產業進行磋商，惟更進一步之磋商進度與結果尚未在農業及水資源部網站上公開。

澳洲農業及水資源部在 2015 年 4 月出版了「抗污染及水下清潔指引(Anti-Fouling and In-Water Cleaning Guidelines)」，指引的重點在抗污染塗層的應用及水下清潔之執行。澳洲目前沒有如美國加州、紐西蘭般關於進出國家水域船舶的具體要求，農業及水資源部只在網站上建議船東採行 2009 年 5 月出版之「國家休閒船舶生物污染管理指引(National biofouling management guidelines for recreational vessels)」內的原則，並希望往來澳洲水域船舶之船殼能保持抗污染塗層在有效狀態，最好是在進入澳洲前 12 個月內塗裝；在最近一次靠港或抵達澳洲前一週內，清潔船殼及所有曾接觸海水的船上設備。

農業及水資源部還建議船東檢查船舶的內部海水系統(internal seawater systems)，包括海水過濾器和其他使用海水的船上系統，及清理任何海洋生長的積聚，特別是下圖中顯示的區域。

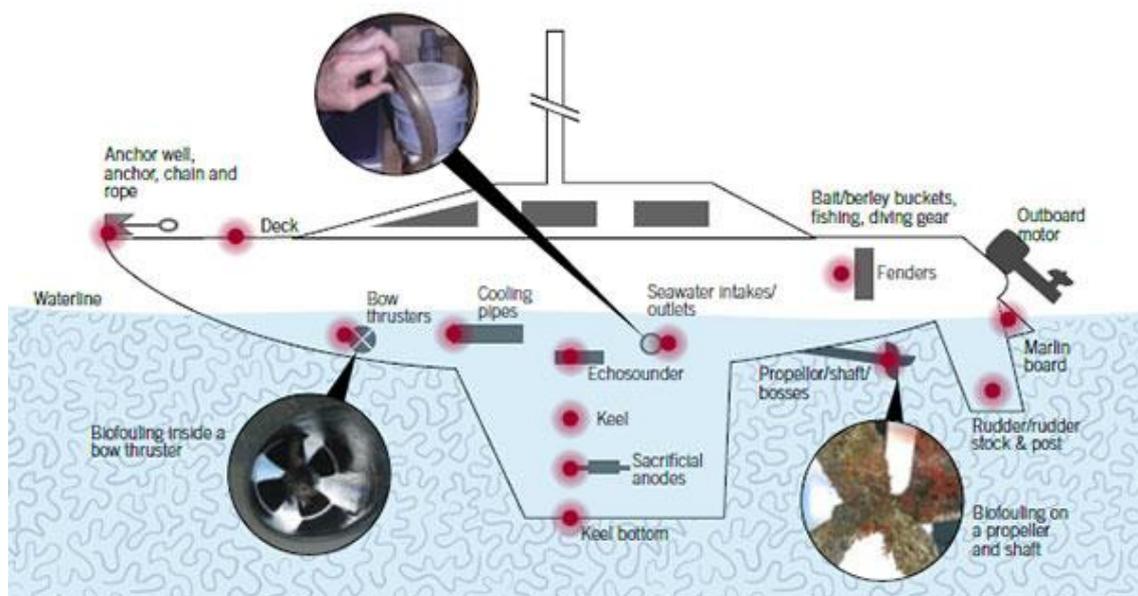


圖 3 澳洲農業及水資源部建議檢查之重點區域

儘管還沒有明確的船舶生物污染管理規定，但澳洲生物保全法案中對於未取得許可、未交付應交付之文件等都已有相應之民刑事或行政罰規定，俟農業及水資源部確立了監管方法，即可實施。

## 六、船舶抗生物污染技術發展現況

IMO 生物污染指引裡提及的抗生物污染方法有 2 種：抗生物污染塗層及前已述及之海洋生長預防系統(MGPS)。MGPS 的基本原理是將銅、鋁或亞鐵等作成之陽極固定在海水箱等處，透過外加電流讓陽極產生離子，由海水將離子帶入船舶的管道和機械系統，儘管系統附近海水中的銅濃度低於十億分之二，但已足以防止海洋生物積聚。

國際上尚有利用持續放射的低量紫外線，殺除船殼上附著水生物的研究正在進行。惟上述方法皆非一勞永逸，在船舶的生命週期裡都需要不斷地維護或更新。塗層的選擇要考慮船速、營運路線、營運模式、塗裝位置等，且塗料必須符合 2001 年「控制船舶有害性抗污染系統國際公約(International Convention on the Control of Harmful Anti-Fouling Systems on Ships, AFS Convention)」；MGPS 的陽極也需要注意補充。

定期清潔船殼是最原始、直觀的抗生物污染方法，不過如果進行水下清潔，如何不讓從船殼清除下來的生物在水域中擴散，則是另一項考驗，荷蘭有研究團隊正對此進行研究。

IMO 生物污染指引認為，最全面、有效和耐用的抗生物污染方法應從船舶初始的設計和施工著手，例如：避免船上有小生態棲位(niche area)或隱蔽區(shelter area)、調整船殼形狀讓抗生物污染塗層更能有效覆蓋、船殼浸水或非水密部位可易於清潔等等。

## 七、我國因應船舶生物污染的建議

承前所述，船舶生物污染對國家海洋環境、經濟發展乃至人體健康皆有影響，壓艙水只是管理船舶生物污染的第一步，而我國交通部亦依商港法第 75 條之授權，在 2015 年公告採行壓艙水管理公約，管制進出我國港口之船舶。基於相同的保護目的與國際趨勢，我國應持續關注 IMO 及世界各國防制船殼生物污染趨勢，並逐步落實對進出我國港口船舶之生物污染管理要求。

美國、紐西蘭及澳洲管制船舶生物污染的權責單位，皆非交通部門，但因三國管制船舶生物污染的權責機關都同時負責了壓艙水的監管，為避免機關多頭馬車造成監管漏洞，未來我國的船舶生物污染管制應與壓艙水監管整合，並以單一部門統合處理為宜。

美國加州及紐西蘭的船舶生物污染管制方式係以其實際生物污染狀況

及相關在地研究成果為基礎，故規範內容會因應實際需要，在具體化程度與強度上有所不同。我國則因長期以來無相關研究可支持生物污染相關規範的訂定，短期內若欲管制船舶生物污染只能以 IMO 生物污染指引為本，鼓勵、引導進而強制船舶所有人或經營者，在其船舶於我國海域或港口活動時，滿足 IMO 生物污染指引之要求。

壓艙水對我國海域生態究竟有無影響？影響層面或範圍有多大？實施壓艙水管理公約前後我國的海域生態有無改變？目前並沒有相關調查或研究數據可供佐證。船舶生物污染的情況亦然，現在所知的侵入性水生物種影響案例，皆為國外的經驗。由於所有的管理措施都需要成本，如果欠缺客觀證據證明政府管制生物污染的必要性，則日後我國倘欲順應國際趨勢、規範船舶生物污染，正當性就略顯不足。建議未來政府有關機關（如海洋委員會、農委會）應投入資源，確實掌握我國海域之生態環境變化，才能讓與海洋相關政策的推動更具效益及說服力。

## 八、結論與建議

### 5.1 結論

1. 侵入性水生物種可以在船舶入水後的數小時內就附著在船體上，而後跟著船舶四處移轉繁衍，成為新環境裡的一份子，甚至取代環境中的原生物種，成為新霸主。實施壓艙水管制只限縮了部分水生物種的入侵管道，故船舶生物污染管理應該是控管侵入性水生物種工作接下來的重點。
2. 從 IMO 的網站可以看到 IMO 正在加大推廣防制船舶生物污染的力度，除了闢專頁介紹船舶生物污染的影響，也執行 GloFouling 計畫，運用全球環境基金提供的經費，在巴西、印尼、約旦、菲律賓等 12 個開發中或島嶼國家，推廣 IMO 生物污染指引。有專家認為，船舶生物污染未來極有可能成立新的公約，或納入既有公約（如壓艙水公約）中。
3. 美國加州、紐西蘭都已針對船舶生物污染訂定法規，對進出其所轄海域的船舶提出具體要求，澳洲也積極跟進中，我國應留意規約的發展動態，提請我國籍船舶注意，並培養專業監管人力，俾適時因應。

### 5.2 建議

1. IMO 生物污染指引為目前美國加州、紐西蘭、澳洲政府指定之生物污染管理參考範例之一，也是 IMO 推廣船舶生物污染管理觀念的重要教材，因此相關單位要瞭解生物污染管理方法，建議可以 IMO 之指引入門，並輔以加州、紐西蘭及澳洲政府製作的各式手冊。
2. 建議政府有關機關（如海洋委員會、農委會）應投入資源，確實掌握我國海域之生態環境變化情形，無論未來船舶生物污染之監管作業由何部

會擬定、執行，有客觀的環境資料為基礎，監管的方向與成果才能更正確、更具效益。

3. 管理船舶生物污染與壓艙水處理有一項重要差別：減少船殼上的生物污染能降低船舶航行時的阻力，根據國外研究最多可減少達 40% 之燃料消耗，減少燃料成本的同時，自然也減少了溫室氣體的排放。因此未來若要推動船舶生物污染管理，建議強調燃料方面的效益，應可降低推動上的阻力。

## 參考文獻

1. <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Biofouling/Pages/default.aspx>
2. <http://www.slc.ca.gov/Programs/MISP.html>
3. <https://www.mpi.govt.nz/importing/border-clearance/vessels/arrival-process-steps/biofouling/>
4. <http://www.agriculture.gov.au/biosecurity/avm/vessels/biofouling>
5. [https://www.ukpandi.com/fileadmin/uploads/uk-pi/Documents/2017/Cover\\_\\_\\_Service/Biofouling2.pdf](https://www.ukpandi.com/fileadmin/uploads/uk-pi/Documents/2017/Cover___Service/Biofouling2.pdf)
6. California's Marine Invasive Species Program and the United States federal programs that manage vessels as vectors of nonindigenous species: A comparison of the relative effectiveness at reducing the risk of nonindigenous species introduction from maritime shipping activities, California State Lands Commission Marine Facilities Division, December 2013