

專刊暨經驗交流**海運界對於船舶排放壓艙水的管理與因應**

◎ 謝 晚 嫻

船舶若係空船或載重不足而欲啓錨航行時，爲求重心穩定、降低船舶在水面上的高度，使其能處於適航狀態，往往會於其艙底注入適當的水量，此即是船舶之「壓艙水」(Ballast water)，而船內用以裝載壓艙水的艙房則是稱爲「壓水艙」。反之，當船舶進入港域裝載貨物時則會排放出壓艙水，依據國際海事組織(IMO, International Marine Organization, 註一)的估計，全世界所有船舶每年所排放出的壓艙水，可多達30~50億噸。這些被排出流放至另處港域的海水，卻極可能會將原來港域所含的海生物等外來物種及大量的病原體，帶往異地的港埠去，而對異地海域之生態環境造成重大的威脅。

例如，爆發於1991年秘魯三座不同港口城市的霍亂傳染，即是肇源於對船舶排放壓艙水的不當管理，造成數千人死亡的悲劇，此一疫情並經輾轉散播至南美洲各國，迄1994年方才逐漸被消弭，但累計共有高達近萬人病死於此次的霍亂，災情十分慘重。另航行於亞太地區之商船，則曾於

20世紀底在香港、中國大陸沿海諸港埠，因排放壓艙水時而傳播散逸出紅潮菌，使得香港和中國大陸的漁業遭受到近約千萬美元的嚴重損失。

從六百餘年前的14世紀起，歐洲國家民眾即知道鼠疫等若干疾病，會沿循船舶的海上貿易路線，而散播至船舶所曾停泊過的港埠、城市乃至於整個國家，導致國際間的疾病傳染，嚴重危害到諸瀕海國家。爲維護港埠的公共衛生，海運業務發達的威尼斯率先啓發檢疫之概念並逐漸施行於別國其他的沿海港市，即規定進港的船舶必須先於近海一帶下錨區停泊40天，且船員皆不能下船入港，俟確認船舶、船員並未帶有致疫的病菌，方才許可下船泊靠及入境，現公衛領域的常用語「檢疫」(quarantine)，正是源自拉丁語的40天。

近代，因爲顧慮到航行於國際間的船舶所裝載之壓艙水，有散播傳染病或破壞生態環境之虞，國際海事組織遂於2004年2月邀集諸會員國，制定「國際船舶壓艙水及沈積物控管公約」，且國際海事組織麾下設立的海

上環境保護委員會(MEPC, the Marine Environment Protection Committee, 註二)亦配合訂立有相關的規定,共同致力於防止因船舶不當排放壓艙水,而影響到港域所在國家境內公衛暨生態上的安全。鑒於大型貨櫃船排放出的壓艙水,會侵擾全球的海洋生態結構,因此航運業界務須審慎面對並加強國際合作,以弭除不當排放壓艙水所衍生的禍害。

澳洲為求降低外來病原體和海生物種,侵入其近海區域的風險,遂將船舶排放壓艙水視為屬於高風險的作為,規定世界各國的商船自2001年7月1日起,皆不得再於澳洲各港埠區或12海哩內的領海區,排放未經「壓艙水確認支援系統」(BWDSS, Ballast Water Decision Support System)處理過的壓艙水。嗣後,任何進入澳洲海域、港埠的船隻,需先經過澳洲檢疫暨檢查服務處(AQIS, Australian Quarantine and Inspection Service)的檢查核准,確定已採用「壓艙水確認支援系統」以處理於澳洲領海外之海域所汲取的壓艙水,方可在其領海內排放壓艙水;若是未獲AQIS的核可而任意排放壓艙水,船舶暨船長均會受到嚴厲的懲處。

美國密西根州則於2005年6月通

過一項限制排放壓艙水的法案,並旋經州長簽署成為該州法令,即自2007年後進入密西根州各港埠(為位於五大湖區之各個湖港)的船隻,皆必須事先申請且船隻須加裝處理設備方得排放壓艙水,其目的係在防止位於美、加邊境的五大湖水域,受到外來水生物種的侵入。違者將按非法進入港埠或非法排放壓艙水等情形被科處以重罰,例如後者的罰鍰便可高達2.5萬美元,而船舶未經核可即擅入港域則可按日連續處罰。過去,平均每八個月即會於美、加邊界的五大湖區發現到新見的外來物種,壓艙水正是被認為係肇致此一惡況的主要原因,這些新見物種如海生八目鰻(sea lamprey)、蝦虎魚(round goby)和斑馬紋貽貝(zebra mussels),由於在五大湖區內幾乎未有任何有天敵,以致可大量繁衍而危害原有的物種,並帶來寄生蟲和病菌,嚴重破壞生態。本項法案同時授權密西根州暨其他的五大湖區諸州組成聯盟,妥善控制既已侵入之水中物種。

若干海運事業發達之國家則已陸續規定,欲進入其港域的船舶必須先於鄰近的深海區,將原之壓艙水更換為當地的海水才可准其駛入泊靠。其因在於深海區的強大海流,擁有

自然的淨化能力，以致外來的海生物會因為海流的沖刷而漂散，不易聚生繁衍。然而，港域內的泊船區因為海水流動性頗低，故需藉由壓艙水處理系統的淨化，以避免外來海生物隨著壓艙水的排放而污染了港埠的生態。不過，在風浪較大之深海區換裝壓艙水既較危險，費用亦極高昂，勢宜仰賴人工研發的過濾處理系統以行事，甫能有利於整個海運界。近數年來據業界的評估，全球船舶使用壓艙水的總量每年均可超逾40億噸，故而舉世壓艙水處理設施的市場，共計有高達130億美元的產值。

國際海事組織業已在2004年規定，自該年起所有之新建「中型輪船」皆須於2009年前安裝壓艙水處理系統，「大型輪船」則須於2012年前完成安裝，但部分國家或港埠如係提前施行此項關乎排放壓艙水之措施者，咸皆從其規定，倘若船運公司未能符於上述之規範，恐將無法再進入國際海事組織諸成員的港域內去了。自立國以來即以海運和轉運事業馳名全球的新加坡則宣稱，該國環境科學工程研究院已研發出一套壓艙水淨化系統，可讓經過處理而排放出的壓艙水符合國際標準，此一處理系統乃採用過濾與使用高鐵酸鹽化學藥劑兼具

的雙重淨化過程，並於一艘梭行於亞洲、美洲和歐洲之間，名為「海皇珍珠號」的商船進行試驗，淨化率近乎百分之百，現並已可供量產和上市，在2008年前每套系統的售價可維持於50萬坡幣(約合32萬美元)左右。

由於是一島國，且膺當東南亞和南亞海運樞紐位置的新加坡，港域內經常泊靠有來自世界各國的船舶，故甚早前即已警覺到壓艙水帶予海域環境的嚴重污染問題，其環境科學工程研究院與海港管理局，早在上世紀90年代便開始從事與此相關的研究。初時，工作人員先擇碼頭邊適當地點，建造一座試驗用的小型壓艙水淨化器，以每小時可淨化50立方公尺水量的速率進行，俟效果穩定再擴增處理能力，即增加每小時的處理水量；最後，再將設備和控制程式安裝於試驗用船舶--「海皇珍珠號」之船身內，該艘輪船內部裝置有兩具直徑1公尺、高3公尺之過濾缸，占用面積不大，每小時得淨化的壓艙水卻可多達1,200立方公尺。較諸採取加熱、去氧、電離、臭氧處理或紫外線照射…等方法以處理壓艙水，這套由星國研發應世的系統確實深獲海運界的讚許。

此套由星國所研發問世的系統，

其長處在於每當汲取海水時即可逕將海水中的生物乃至微生物予以濾除，因而船舶裝載的壓艙水乃近乎是已未含有微生物的海水，所以排放時自然不會危及所停靠港域的海洋生態環境了。此一淨化系統是先濾除各種大於50微米的微生物，以去除進入水艙之中近約九成的微生物，之後再添加高鐵酸鹽的淨水劑，俾撲滅餘存於汲進海水的細小微生物。系統之所選用高鐵酸鹽作為淨水劑，係經由多次的分析試驗後獲致的重要結論，乃因高鐵酸鹽不致造成環境污染，而且僅需甚少之量，便幾可滅除會導致生態禍害的微生物，操作時簡便迅速，費用亦相當低廉，星國環境科學工程研究院

並亦已於多個國家申請到專利權。斯項研究成果，使得新加坡在處理壓艙水破壞海洋生態環境層面的技術，足以領先全球諸國，既可據以發展海洋環保工業，並可提高新加坡在海洋科技領域上的國際地位。

壓艙水處理系統所應用的化學劑料，不僅價格高昂，且在船舶長期性的使用下，不免會污染港域同時耗費大量之能源，若能使船舶無需使用壓艙水而仍可平穩的航行於海面上，則可一勞永逸的解決各種面臨之問題。由日本造船業界共同出資組成的造船研究所，自2001年起即在日本政府的支持協助下，致力於無壓艙水船舶的



【正在港區排放壓艙水的船舶】

設計建造，兩年後、即2003年，日本船舶技術研究協會決議將建造無壓艙水大型油輪提列為日本國家工程之一環，由日本的造船研究所、設計建造研究所暨多家著名造船廠，共同合作朝此目標挺進。

無壓艙水超級油輪的設計概念，係將船身設計為呈明顯向下突出的V字造型，船體之下半部分愈為細長，將得使船舶處於空載重量時亦有足夠的吃水深度，除非是遇到狂風巨浪時宜視風浪等級再汲入壓艙水，以保護船體免於傾覆之虞，通常已無需再汲入用以平穩船身的壓艙水。亦即無壓艙水設計之船舶，在船體內依然存有備用的壓水艙，船長得在航程途中依據天氣和風浪之狀況，機動決定究竟汲進多少用量之壓艙水，以油輪而言，於緊急狀況下汲入的壓艙水量應不超過傳統油輪的四分之一。日本造船研究所領導研發並設計建造出的第一種無壓艙水船體，係屬得航行於近乎無水深限制航道(如波斯灣航道)的船舶，船身最大寬幅56公尺，船深和滿載吃水深度各為35公尺和27公尺；而第二種無壓艙水船體，則得適合航行於自波斯灣經麻六甲海峽抵臨遠東地區的船舶，船身最大寬幅可達49公尺，船深和滿載吃水深度各為30

公尺和21公尺。

採用V型船身設計的無壓艙水船舶，尚可因為船體之細長結構，相對減少其航行時遭遇到的阻力，例如以上的第一種無壓艙水油輪便可減少約莫33%的阻力，第二種油輪則可減少約25%。依照日本設計建造研究所於2006年12月對外提供的資料顯示，透過電腦模擬測試的結果可知，第一種無壓艙水油輪可以順利航行於風浪大致平穩的海面上，但第二種油輪卻由於船體底部的吃水深度不足，以致航行狀況較不理想。另外，若處於相同風浪等級之條件，則傳統特大油輪(VLCC, very large crude carrier, 註三)往往必須汲入逾80,000噸的壓艙水，始能臻於國際船舶防止污染公約所規定，船舶吃水深度不得低於8.4公尺的規範。

設計無壓艙水船舶的第二項要領，乃是結合「貫通流系統」以設計船身，該貫通流系統乃是用以取代貨艙四周，位於壓水線之下、呈縱向型體結構的傳統型壓水艙，特點係將原之封閉式壓水艙變更為開放式，並在船頭壓水線下方開設進水口，船尾則開設排水口，讓海水可自船艙進口處被汲入，且短時間內就可再從船尾

排水口排出，利用進、出口水流的不同壓力，控制貫通於水艙內的水流速度，並能確保不致將海水攜至遠處排放，減少傳散不同水生物種的風險。固然，貫通流系統中的壓水艙是頗具創新理念的造船技術，但也會衍生出其他的缺點，像是增加船舶的航行阻力，因此必須藉由流體動力上的嶄新設計，以化解此一船體阻力上的問題。

單一結構船身乃是設計無壓艙水船舶的第三個要領，該設計概念的特點是在船底設置一個朝後延伸的空間，使船底之形體宛似一具前端封閉、後端開放的倒置拖鞋。依據所作的流體實驗，此種船型可使船舶於輕載情況之下，產生較大的吃水深度，然而會大幅增加船身的濕面積則是其無以避免的缺點。當前，此種單一結構船體、而未有壓水艙之船舶，已曾於荷蘭塔爾伏德大學測試通過，在測試時它的載重量僅為4,000噸，船速為14節，確實為未汲入壓艙水而可在海面上順利航行的船舶。船舶引擎所產生的廢氣，可從船底兩側向下排放出去，而令廢氣中的硫化物、二氧化碳、一氧化碳以及各種懸浮顆粒污染物…逕行溶解於海水中，連帶減少船舶在港區內所造成的空氣污染。

日本設計建造研究所曾各就無壓艙水油輪和一般油輪之船舶模型，從事一連串的電腦系列測試，審慎比較兩類船舶的推進效率、波浪摩擦力、分別處於空載和重載時船舶的航行動態，並得到以下的重點結論：

- 在同為滿載的情況下，創新型無壓艙水油輪的推進效率雖然略低於傳統型油輪，但是在空載時無壓艙水油輪的推進效率，卻是反而高於傳統型油輪6.4%，經過縝密的計算，在空載時一艘蘇伊士型油輪可節省5~7%的動力消耗，VLCC型的超大型油輪則可節省6~7%。易言之，亦即無壓艙水油輪於空載時得減少引擎之耗油量，擲節船舶的航行耗支。
- 將創新型式的無壓艙水油輪與現行油輪相較，得具有同樣堅固的船體和抵擋風浪之能力，船艙承受波浪拍擊的壓力亦極接近，並可安全無虞的航行於大海，其航行性得愈為穩定，反而可比一般的油輪減少搖晃震動；從具體的量化以描述，無壓艙水油輪得相當於裝載有占一般油輪總排水量30~40%的壓艙水般的安全航行，故可無需安裝用以抗減搖晃的龍骨(keel)，省下龐大的造船經費。
- 因為無壓艙水油輪必須使用強度甚高的鋼材，以增加船舶寬度並增

強船舶結構，以致船舶重量和造船費用皆會顯著提高，如建造一艘蘇伊士型的油輪約將增加520萬美元的造價，而若建造一艘VLCC型的超大油輪則須增加650萬美元的造價，且亦須隨之採用功率較大之發動機。固然，無壓艙水油輪的建造費用顯較一般油輪為高，但約可在15年之內達到平衡而開始回收其利益，至於其營運上所帶致的各種優勢，則是顯而易見的。

按日本設計建造研究所等機構於投入無壓艙水船舶之研發，獲致之成效可得知，新式無壓艙水船舶的設計應用，已可釜底抽薪般的臻於國際海事組織發布的船舶操作規範，且在適航性和運營效益方面，亦皆可符於海運公司的需求。現今，這種創新的無壓艙水船舶雖然尚在起步階段，而未普遍推廣施行，惟從多次的測試過程可明瞭，其設計理念既屬正確亦告切實可行，得令壓艙水帶予海運和港埠管理諸業界之困擾大為降低，對維護海洋生態環境確實具有極大的裨益。

【正在外海排放壓艙水的船舶】▶



註一：國際海事組織是隸屬於聯合國的一個專門機構，旨在確保船隻的安全航行、防止海洋污染，以及促進各國政府暨其航運業界推展海事技術合作。國際海事組織的總部設於英國首都倫敦。

註二：隸屬於國際海事組織的「海上環境保護委員會」，於2007年7月9日至13日在英國倫敦召開之第56屆會議中，特別討論到壓艙水中有毒水生物之問題，並審議通過實施壓艙水公約的三個導則，還針對該問題成立有一「船舶壓艙水處理技術審議組」，以專責處理其事。

註三：VLCC是載運量為20~30萬噸的超大型油輪，是現今國際原油運輸市場之主力船型，此種大型油輪的運載力占全世界油輪總噸位(3.5億噸)的45%左右。在國際航運界，所擁有VLCC的數量，得顯示其運載原油的能力。

你未來想不想跑船

◎ 楊士毅

「你未來想不想跑船？」這是七成航輪實習生會被船上的船員首先詢問的問題，就算沒問；也是他們想問的首要問題。而學生的答案往往會影響他(她)在實習生活中所受的待遇和教導上的多少而有所分別。馬上回答：「是！沒錯~我想跑船」、「我未來想回到船上工作」等充滿積極性的回答，那船上人員大多會因為暫定你(妳)是真的想跑船而教導你(妳)，當然！也會因為你(妳)後續的態度而有所改變。展現出積極學習態度的實習生大多會讓船員熱心的教導你(妳)，不可否認的實習生在待人處事上也不可太糟糕，不然一樣是碰釘子。猶豫的回答：「以後再看看」「不知道，可能會」「假如實習下來感覺還不錯，應該會」，這樣相關的不確定性答案會使大部分的船員對你(妳)的第一印象就是：(因該又是一個只

是上來想畢業的學生)、(未來可能不會跑船，那就別教太多太深，免的熱臉貼冷屁股)、(甲板工還是別派了，就讓他兩個月待在駕駛台吧)，殊不知這情況成會為未來航運界的人才短缺因素之一。當然！例外的誇張例子也是有，學生一上船就直接跟船長或是大副表明「我未來不想跑船，因學校的規定我不得不上來，否則不能畢業」，這樣的一番話就算讓一個氣度再大的人聽到也不得不搖搖頭，而他(她)在船上所受的待遇也可說是因自己的態度而得到的結果。

然而，對一個帶著既害怕又興奮且又是第一次上船實習的實習生而言，海上的生活是他從未體驗的，在還沒經過大海的洗禮的人在被詢問下正常的反應通常都是充滿不確定感的答案，當然也是有同學之前有接觸

過相關的航海訊息而對航海生活充滿著一種憧憬，所以回答的答案自然不同。而另外一種情況是已有老師或學長告知被問到此問題時不管你心裡的想法是如何，都要展現出想跑船的態度，讓船員們能先接納你(妳)為它們的一份子。因為要努力去改變別人對你的第一印象是非常困難的，否則未來在船上的生活可想而知。

但可不能一竿子打翻一船人，還是會有船員非常的熱心指導上船實習的實習生，不管他們(她們)是實習兩個月 半年 還是一年，都是不遺餘力的錦囊相授。筆者實習時遇到的第二位三副講了一句我一輩子都不會忘記的話：「你跟我當班就是學三副的東西，我一定把我所知道的都教你，也希望以後你能這樣對待你的實習生」。對於一個小小的實習生，這是多具影響力的一句話啊！

在學生到各大航運公司實習過後一定會對於他(她)未來是否想從事航海工作的意願而有所影響，而上述發生的情形也間接的成了本國航海人

員短缺的因素之一。

實習兩個月並不代表他(她)是上來玩或是只是想畢業的，他(她)或許家裡情況不得不選擇兩個月；而選擇半年或一年的也並不代表未來會從事航海的工作，在對於一個對於剛接觸航海生活的實習生而言，又何必去詢問他(她)這樣一個充滿不定性答案的問題呢？比較重要的是應該能讓他(她)們能感受到航海人的專業和熱情，開啓他(她)們對航海的興趣，進而使之傳承下去，為未來的台灣航運界注入新的希望，這樣不是更好嗎？

