

出國報告（出國類別：其他）

參加台達三號塢修作業出國報告

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：張培心管理師

派赴國家：新加坡

出國期間：106年10月22日至106年10月28日

報告日期：106年11月28日

摘 要

台達三號自2010年1月交船至今已屆7年，本次於新加坡Sembawang船廠進行第三次塢修。

天然氣事業部以租船人身分參與本次塢修，對船體、機件構造及可能影響船舶各項效能之因素（如維修頻率、燃耗情形）做進一步了解，以期加強管理台達船隊知能。

目 次

壹、目的	4
貳、工作內容	
一、台達三號簡介	5
二、台達三號塢修團隊	6
三、船廠安全管理及設備	7
四、塢修作業	
1.乾塢水線下作業	9
2.球形貨艙檢查與貨泵拆卸作業	10
3.安全閥拆卸保養作業	15
五、新加坡船廠參訪	17
參、心得、建議與具體成效	20

壹、目的

台達船隊由台達一號~四號組成，是由中油公司(45%)、Mitsui & Co., Ltd (27.5%)及NYK Line (27.5%)合資建造之船隊，天然氣事業部則為租船人，租用台達船隊以執行與 Ras Gas之LNG FOB購氣契約，故中油公司同時具有船東及租船人身分。

另外中油公司(持股45%)與 NYK (持股55%)合資成立尼米克船舶管理顧問公司，以執行台達一號~四號LNG船之航運規劃、船員管理、船舶維護等工作，期對LNG船運管理技術之提升及人才之培育有所助益。

台達三號 (TAITAR NO.3) 自 2010 年 1 月交船，於今(2017) 年 10 月已滿 7 年，依據所屬船級協會 NK Class 的船舶檢驗規定，現成船每五年需進塢進行檢驗兩次，分別為中期檢驗及特殊檢驗，每次進塢之間隔最長不得超過 36 個月，且兩次檢驗須於五年內完成，本次於新加坡 Sembawang 船廠進行台達三號之第三次塢修(中期檢驗)。

近年來國內天然氣市場需求大幅增加，由於台達船隊為天然氣事業部長期租用之 LNG 船，各項作業配合良好，對於本事業部供應彈性有相當助益，藉由參與塢修增強對台達船隊之了解及管理知能，以期能最大化台達船隊之裝運效率。

貳、工作內容

一、台達三號簡介

1. LOA	289.5 M
2. LPP	277.0 M
3. 船寬(模寬)	49 M
4. 船深(模深)	27 M
5. 寸法吃水(Scantling Draught)	12.40 M
6. LNG Loaded Draught (MLD)	11.50 M
7. Design Extreme Draught	11.529 M
8. 全高(船底龍骨到雷達最高頂點)	68.2 M
9. DWT(on LNG Loaded Draught)	72,200 Ton
10. GRT	118,634 Ton
11. NRT	35,591 Ton
12. Light Ship Displacement	33,532 Ton
13. Displacement	106,051 Ton
14. 蒸汽推進主機 Main Engine	Steam Turbine, Kawasaki H.I. 26,900kW at 80rpm
15. 主鍋爐 Main Boiler	Dual Fuel Marine Boiler, Mitsubishi H.I. 56,000kg/h × 2sets, 48,000kg/h × 2 sets 2 sets of Turbine Generators,
16. 發電機 Electrical Generator	1 set of Diesel Generator, (1 set of Emcy. Generator)
17. 貨物幫浦 Cargo Pump	1500m ³ /h x160mTH x 8Set Electric Motor Submerged Type

二、台達三號塢修團隊

依據計時租船契約 Time Charter Party (以下簡稱TCP)規定，塢修費用由船東負擔，惟塢修期間租船人仍須負擔租金，故塢期有一定天數限制，第一次至第三次為22天，自第四次起則為25天，超過天數以離租(Off Hire)計，船東公司須對租船人進行租金補償。

因天然氣船裝載貨物性質特殊及前述費用分擔，尼米克船舶管理公司對於塢修作業相當慎重且注重效率，將塢修項目分為 Hull、Machinery及 Cargo三部分，分別由三位專業人員負責。

1. Hull Part

船殼油漆、舵板、壓水艙、空艙、堰艙、雙殼艙結構檢查、海底門、SCOOP、ICC、液位計、吃水尺、消防設備、航儀及甲板設備(裝卸貨設備除外)等相關設備檢查保養。

2. Machinery Part

機艙重要設備Main Turbine、Main Boiler、Electrical Generator、Main Condenser等相關設備檢查保養。

3. Cargo Part

貨物重要設備 Cargo Pump、Spray Pump、High Duty Gas Compressors、Cargo Discharge Valve /Fill valve/Mounting Valve、Non-Return Valve、Spray Valve、Safety Valve On Cargo Tank/ Hold Space及Cargo Piping Expansion Joint

相關設備檢查保養。

本次塢修中，Hull Part委由印度籍資深工程師負責協調掌握進度、Cargo Part委由德國籍資深工程師Mr. Manfred Timmermann負責、Machinery Part由尼米克船舶管理公司船隊經理沈義隆負責並兼任Project Manger，主導塢修整體進度及預算管理。

三、船廠安全管理及設備

Sembawang船廠安全管制相當嚴格，第一次進入船廠需於入口處下車查驗證件並辦理入廠文件，接著須至環境安全衛生中心(Health Safety and Environment Center) 進行工安講習並且當場拍照製作證件，證件分為G(Gate) Pass 和 C(Confined Space Entry) Pass。進入船塢工作範圍時，須放置G Pass於證件架上；C Pass則為進入密閉艙間或特殊工作區域時置於出入口外證件架上，目的是為迅速了解各工作區域之人數及身分，如遇緊急事件，可以利用證件了解該工作區域人員情形及疏散是否完成。

另外，該船廠在進行塢修作業時許多環境安全管理也都值得我們學習，像是：

1. 甲板上放置機具設備如與甲板接觸，接觸面都會鋪設軟墊避免刮傷甲板。
2. 管線經過之處會使用踏梯及ㄇ字架降低人員絆倒危險。

3. 噴砂噴漆作業會於甲板外緣以及船殼到岸邊架設帷幕，避免砂礫噴濺到甲板造成人員滑倒，並且減少油漆懸浮微粒逸散。

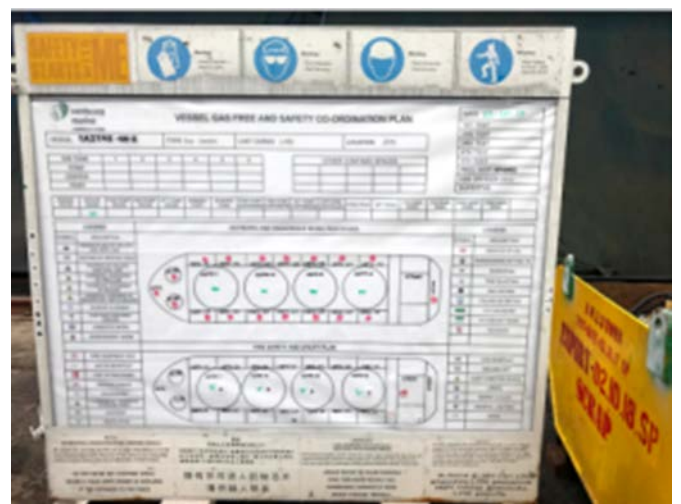
4. 機艙及住艙地板都鋪有塑膠布減少作業對船上地板之傷害及汙染。

以上各點雖是船廠之作業標準，但許多工安概念都是廠區及現場可以共用的，新加坡船廠早期多半為日資創設，工安制度的完整及落實程度值得學習。

G Pass 放置處 (此處為上船舷梯處)



船上危害區域告知圖



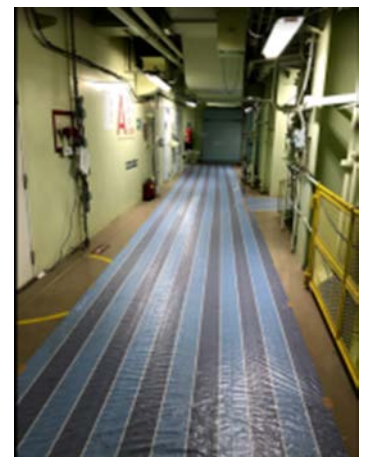
接觸面鋪設軟墊



設立跨橋避免絆倒



地板鋪設塑膠布



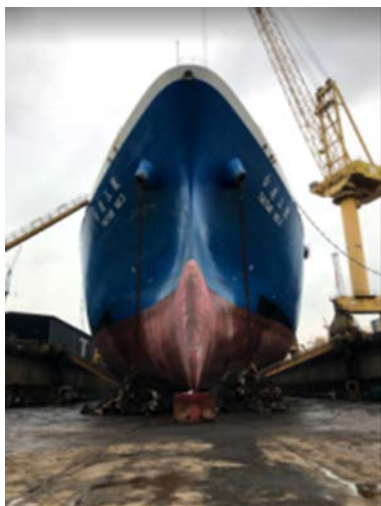
四、塢修作業

1. 乾塢水線下作業

抵達船廠第一天時，台達三號正於乾塢進行外殼清潔作業，本作業對船舶性能表現十分重要，船殼上的藻類及動、植物沾附，會增加航行時受到的阻力而增加油耗，台達船隊自啟用後針對船殼油漆進行多次調整改善，海生物、貝類孳生情況不如一般油輪嚴重。

另觀察船底設計，有別於一般油輪，台達船隊的SCOOP結構，可在船速夠快時帶動閥門開啟並快速導入海水，無須耗能即有海水泵之功能，為節能之設計。

船艏



船艏



SCOOP 結構



乾舷水洗作業：

左圖下層土色區域為尚未水洗之處，顏色與上半部已經水洗露出油漆顏色有明顯不同。



2. Moss Type球形貨艙檢查與貨泵拆卸作業

台達船隊貨艙屬Moss Type即球形貨艙，共有4座，為厚度20-25mm之特殊鋁合金板構成之圓球型結構，外部另有雙層鋼板球形外殼(Cargo Tank Cover)，內部有280mm保溫層特殊材料進行保溫。隔離保溫層夾層中導入 N_2 ，阻絕Cargo Tank可能破損漏出的LNG，洩漏之LNG會沿著球形底部的Drain Pipe匯流至Drip Pan上之洩漏檢測點，由系統回報洩漏狀況發生。

另若有 N_2 洩漏則表示隔離保溫層有破損；而Cargo Hold Space則是導入乾燥惰性氣體以達到防爆隔離之作用。

Cargo Tank Cover



Cargo Tank Skirt

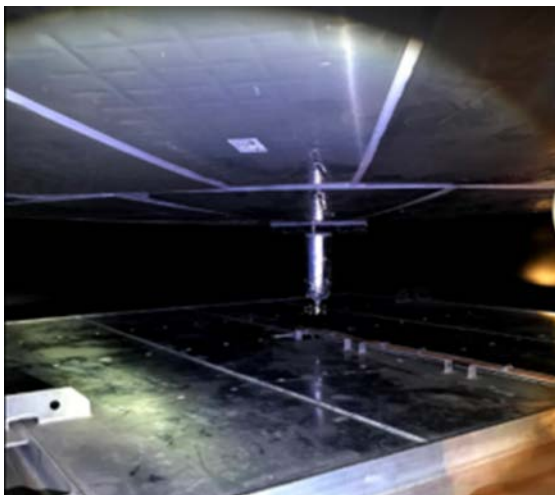
貨艙本體僅這一圈與船體有所接觸支撐



Cargo Hold Space



Drain Pipe and Drip Pan



台達三號貨艙總容積為145,173.4 M³ (98.5%，-163°C)，直徑約44m，每個球形貨艙內部正中設有管路塔（Piping Tower）自頂部貫穿至底部，直徑約為6米。管路塔自上到下設置雷達式(Radar)液位計、浮式(Float Type)液位計、壓力計、貨泵卸貨管路、冷卻噴灑(Spray)管路、貨泵電纜等。每座貨艙於球槽中心底部設有2部Cargo Pump(卸貨用)及1部Spray Pump(噴灑降溫用)。

管路塔從貨艙頂部至底部共分14層，層與層間為鏤空鋁合金踏板直梯。進入貨艙前需將身上可能掉落至艙裡之物品取出，鞋外需套上乾淨鞋套以免鞋上泥沙等掉落貨艙影響未來裝貨甚至造成設備損傷。貨艙結構內所有固定螺栓等均有Locking Plate或利用電焊固定，避免螺栓有鬆脫情形，並做上Marking確認螺栓位置方便檢查。

管路塔外部



管路塔內部



Cargo Pump系統配置為單艙雙泵，為沉水式電力驅動，垂直型單級渦流離心型式，馬達組裝於Pump內部，Pump安裝於Cargo Tank底部，因LNG不導電，電線、馬達與Pump皆可沉浸於液體內，且此一設計可以利用LNG低溫冷卻馬達避免運轉過熱，因此，Cargo Pump卸貨時不能完全卸乾，最後需使用Spray Pump輔助收艙。

Cargo Pump螺栓為右向螺紋拴緊，並配置有Locking Device (Pump本體螺栓使用Locking Wire，Pump以外固定螺栓使用Locking Plate)，可避免因震動造成螺栓鬆脫。

為維操作穩定及降低風險，每次塢修各艙僅檢修一部Cargo Pump，下一次塢修時則保養另一部（每五年為一週期完成雙泵檢修保養）。Cargo Pump自Cargo Tank底部拆分後，隨即以保鮮膜層層包覆，避免外來之灰塵泥沙等汙染，緩慢吊出貨艙口後送入LNG設備專用之Clean Room進行拆檢。

LNG船因貨物性質特殊與高滯船費等原因，塢修作業相較一般油輪更為謹慎，故Cargo System及其他相關設備，幾乎都會指定原廠技師到場監修並使用原廠配件，維修成本要比一般油輪高上許多，但安全性及穩定性亦相對提高。

貨泵拆卸



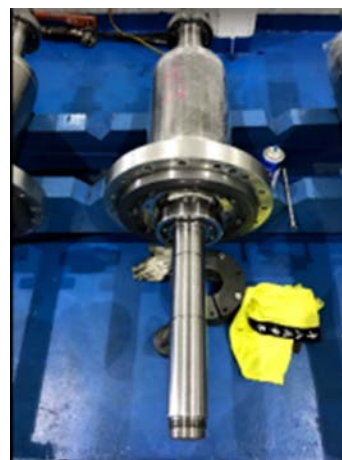
保護吊掛



Cleaning Room



貨泵細部分解



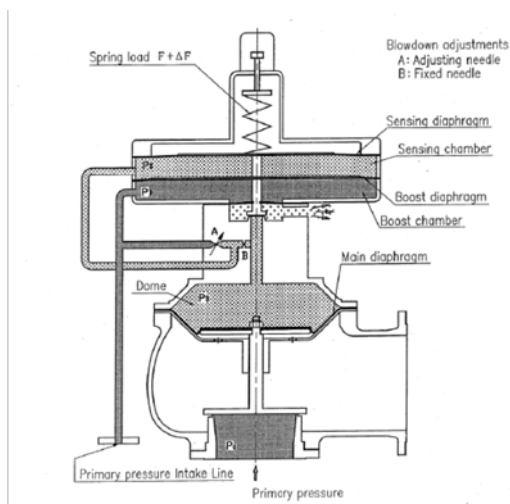
3. 安全閥拆卸保養作業

Safety Relief Valve for Cargo Tank)：LNG船貨艙安全閥，作動原理是利用從Cargo Tank連通到安全閥內部緩衝腔體空間，當該空間壓力超過25kpa時，壓力會將彈簧頂開讓緩衝腔體內氣體外洩，安全閥內部與貨艙交界處有一層塑膠橫膜，會往上頂開讓大艙氣體排出至減壓小於25KPa時復歸。

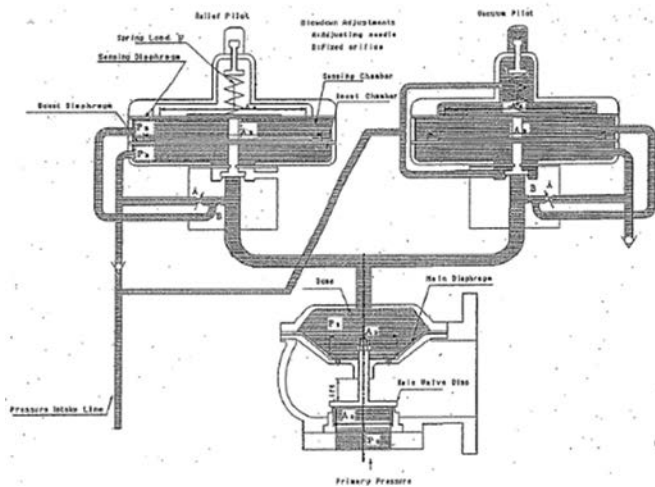
Safety Relief Valve for Cargo Hold：在Cargo Tank 外圍Hold Space內部充滿DIGG(乾燥惰性氣體)，此處亦設有安全閥(包含有Vacuum Valve) 功能避免DIGG壓力過大造成危險，或是壓力過小以致失去絕熱保溫功能。

每座貨艙頂部設有二只安全釋放閥，每次塢修亦比照貨泵檢修一半數量，這些安全閥是由原廠之新加坡代理商進行拆解、測試，相關之配件則由船東供應，Service Kit須全部更換。

Safety Relief Valve for Cargo Tank



Safety Relief Valve for Cargo Hold



Safety Relief Valve 拆解保養



五、新加坡船廠參訪

1. Sembawang船廠：

本次台達三號塢修地點為Sembawang船廠，原址屬英國海軍船廠故址，位置於新加坡最北部Sembawang地區，船廠總面積250,000平方米，目前屬於Sembcorp集團所有，乾塢共有2座，分別為400,000/100,000DWT、浮塢3座分別為150,000~65,000 DWT，可供靠泊作業之停泊線超過4KM，港口水深11.2-14.9M，並有機械工場、管路工場、船體工場、舾裝工場、塗裝工場和環境安全衛生中心，另由於LNG船舶重要設備維修時對環境清潔度要求高於其他船舶，故工場內設置多座Clean Room，專供LNG船舶重要設備維修之用。另本次塢修期間適逢兩艘NYK所屬之LNG船於該船廠進行改裝，由燃用HFO改為燃用MGO以因應2020燃油硫含量上限規定。

2. Keppel Benoi船廠：

台達船隊亦曾於Keppel Benoi船廠塢修，該船廠位於新加坡西南部，屬Keppel集團所有，船廠總面積350,000平方米，乾塢兩座，分別為300,000/170,000DWT，共5個船舶碼頭可供靠岸修理，該船廠近年積極增設Clean Room以爭取天然氣船業務，目前已有三座。參觀同時，NYK船隊PACIFIC ARCADIA LNG船也於Benoi船廠塢修。船廠對於安全高度要求，人員、車輛分道而行以策安全，工作人員都穿著工作服安全帽，隨處可見許多安全提醒標語。

Keppel Benoi 船廠



3. Tuas Boulevard Yard船廠：

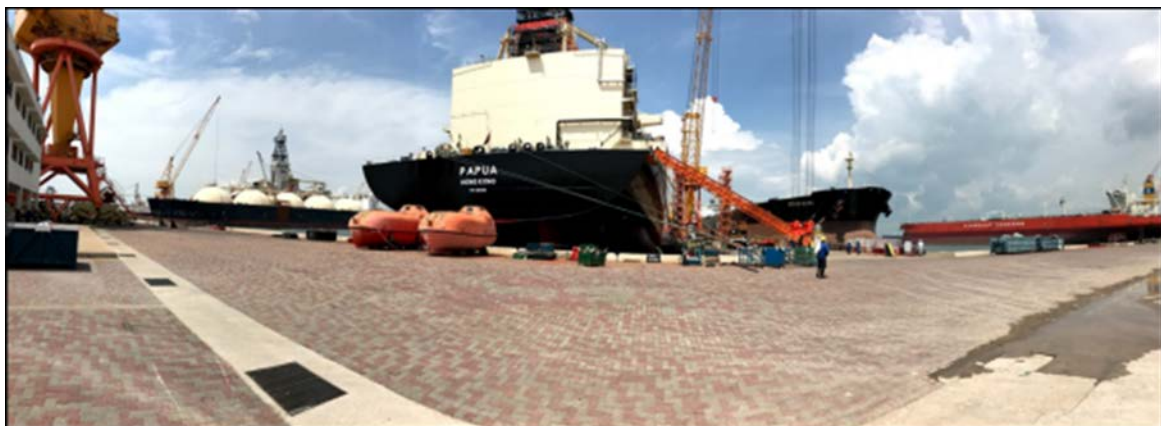
與Sembawang船廠同屬Sembcorp集團，位於Tuas延伸填海造陸區，屬近期設立的新船廠，船廠總面積為2,060,000平方公尺，第一期船廠面積佔733,000平方公尺，第二期船廠面積佔345,000平方公尺，共有6座

500,000DWT~150,000 DWT 乾塢，1座海上平台用浮塢，共有17個船舶碼頭可供靠岸修理，維護業務包含海上鑽油平台、客船、郵輪、工作船、散裝船、貨櫃船、LNG船、ULCC/VLCC油輪、化學品船、軍艦、油駁船等...維護能力、經驗皆有相當實力。更與多家原廠設備廠商合作，提供原廠技師駐廠協助關鍵性設備檢修等服務，並引進多樣現代化設備，如自動船殼塗裝設備，能夠降低油漆塗料耗損、減少塗裝時懸浮粒子對施工人員傷害；設有船舶動態系統，於船東辦公室即可了解各船舶移泊、試車等重要動態。

Tuas Boulevard Yard 船廠



船舶動態系統



參、心得、建議與具體成效

本次塢修作業儲運處亦有派員，黃戊辰組長曾經派駐尼米克船舶管理顧問擔任船隊經理，職隨同黃組長及兩位同仁一同學習了解天然氣船舶設備技術、塢修工程及管理工作，獲益良多。

儲運處同仁因具有油輪管理經驗，塢修中時常比較尼米克船舶管理公司管理船隊與本公司油輪管理情形，發現有很多值得學習之處，例如：

1. 船上關鍵性重要設備皆由原廠技師使用原廠配件進行預防保養，每五年分兩次完成整船關鍵性重要設備維護，雖然投資在服務技師與原廠配件的成本較高，但是能夠提高船隊設備的安全性及降低風險。
2. 塢修作業善用外部資源以擷取經驗並增進效率。尼米克管理顧問公司對天然氣船塢修執行承襲NYK系統，依不同專業聘請專業顧問協助監造，此法優點可確保塢修品質避免因主辦工程師人力或專業不足，而無法控管船廠作業品質。

天然氣事業部肩負天然氣穩定供應之責任，供應鏈自上到下每個環節都非常重要，如能秉持這樣防範於未然的信念，落實各項作業並積極汲取外部專業經驗，必能穩定供應且於未來持續保持國內市場領導地位。

綜上，本次參與台達三號塢修之建議如下：

1. 天然氣事業部業務相關同仁可積極參與塢修，若儲運處派員參與，建議可一同前往，訓練效果更佳：

天然氣事業部為租船人，船舶表現及營運品質與穩定供氣、降低成本息息相關。加強對天然氣船之了解，積極增進租船人管理知能，亦對未來採購彈性有所助益。

甚而近期各項重大議題，如2020海運燃油硫含量上限以及壓艙水管理系統等法規改變所衍生之技術問題，天然氣事業部並無船舶專業，處理此類問題時難免受船東主導，而無法為租船人最佳利益積極爭取。本次出國參與塢修作業，對接下來之台達船隊改裝案，包含合理性及改裝項目確認上都有幫助。

儲運處海技組為本公司船運專業，且有船隊管理實際經驗，隨同前往學習可收事半功倍之效。

2. 建議本公司以船東身分提案增加台籍船員培訓計畫員額：

中油公司在台達船隊議題上兼具船東及租船人身分，另在尼米克船舶管理公司亦有持股，惟目前台灣在LNG船舶產業幾無專業人才，應積極善用台達船隊培養相關人才，無論對整體產業或是本公司台達相關業務皆有助益。

以尼米克船舶管理公司為例，總經理、副總經理向來皆為NYK天然氣船之船長、輪機長出身，擁有豐富操船營運經驗，本公司則一直無法派任適當人選，如能積極培養台籍船員至適當職位時加入船舶管理公司，或能使本公司船東地位實質化，不再為技術議題弱勢。

再以本次儲運處參加塢修作業之同仁林俞君管理師為例，林管理師前為本公司自有油輪之大副，並已領有船長證照，特簽進本公司服務後負責油輪管理，工作表現優異。本公司受限於國營企業體制，在許多專業領域上培養人才困難，利用NYK系統培養台籍船員，未來如能為本公司所用，對於增進本公司船運實力必大有幫助；台灣天然氣進口量逐年增加，若能增加台灣在天然氣船領域之專業人員，對未來市場發展也必有正面影響。