

## 船上備品供應管理的精實化(下)

作者：鄭家和

第七節、統合物流網之運用  
(Integrated Logistic Net Operation):

對於船上備品的供應模式，以往傳統的觀念，通常，均固限於將Parts供應上船，存置於各船上。待消耗後，再行補充。也就是以各船配件庫為一Stock Unit的備品供應模式。倘船隊規模較小，須各船自行攜帶足夠Parts，以確保各船能維持其機器設備的正常保養及運轉。然而，船隊若已發展至相當規模，則可考慮於各不同航線之船隊，相互交叉之行駛航點上，選取適當港口，設置Maintenance Base。除支援航線上各船的維修保養，亦可在此建立一備品及物料庫房 (Base Stock for Parts and Materials)。亦即船隊整體的備品及物料的佈署配置，除了配置於各船的Ship Parts Stock Unit以外，另選定幾個適當的主要航點，增設Base Parts Stock，形成一個整體的備品支援網系。

前曾論及Overstock將造成資金的積壓及資產的浪費，Understock則可能影響船上機器設備的正常運轉，因而擔誤船期等弊端。各船為求

運轉的安全順暢，Ship Parts Stock往往傾向於Overstock。JIT(Just In Time) Stock是Stock Management追求完善的目標。如果我們採用上述Ship Parts Stock and Base Parts Stock Integrated Logistic Net System，則可大幅提高備品支援供應的靈活度。藉由同型船之間的互相支援及Base Stock的靈活調度。自可適度的降低各船的Parts Stock積存量，如此，已達近似JIT Stock的效果。此Parts Stock Integrated Logistic Net System，配合第四節所建置的『P Parts』and 『U Parts』的供應管理系統。此兩系統，雙管並行，對於船上備品供應的『及時』及『適量』，將達到更加精準的管理成效。而單一各船之Parts Stock將可避免Overstock。甚至可控制在略為傾向於Understock。一旦稍顯不足，立即運用Integrated Logistic Net System靈活調度補充。達到各船之Parts Stock瘦身的效果。

關於Base Parts Stock的建置，首先，就各船隊及其航線與航點，以Home Base & Main Base為

Base Parts Stock基本建置點，再選定其他適當的主要航點，作為Base Ports。當然，各預定航點港口，在設立此類保稅倉庫作業上，當地政令法規有何限制？運作起來，是否有何窒礙難行之處？均須先行考察清楚。至於各Base Stock，該佈置那些項目及多少數量的Parts？當以航經此港口的船隊屬輪的需求項目為基本考量。先期，可以多項目，少數量的安置原則。待運作相當時日後，即可調適出較符合需求的Tailored Stocking Parts Scope。

關於同型船Parts的相互支援，實際上，在發生緊急需求狀況下，可由工務部備品管控單位，運用上述Integrated Logistic Net System，指示同型船屬輪於適當港口交卸轉運，統一調度支配，將大幅提高備品的支援效率。

### 第八節、可互換配件及可通用配件資料庫之建立

(Parts Interchangeability and Commonality Data Base Build Up)：

Interchangeability (可互換性)係指Parts之間，由於尺寸大小、材質等，均完全相同且絲毫不差(Identical)，可互相交換使用。

Commonality (共通性)則為Parts之間，其內部零組件，有大部分是規格、尺寸均相同的，部分零組件可互相交換使用。舉例來說，某型船隊之Main Cooling S.W. Pump and Central Cooling F.W. Pump，兩者之傳動馬達規格有少許差異，可是泵的零組件，諸如Impeller、Casing Ring、Shaft, etc.,卻完全相同。因此，整體而言，兩型泵機組具有共通性(Commonality)；單就泵部份，兩者具有可互換性(Interchangeability)。若該型船隊之Main Cooling S.W. Pump and Central Cooling F.W. Pump各裝置3台份，由於Pump Impeller、Casing Ring、Shaft等主要Parts完全可互換，且泵之Redundancy (使用裕度) and Reliability相當高，因此，6台泵僅需1台份的備品量即可。設若此兩泵無可互換性，則兩型泵均需各自備有至少1台份的Spare Parts。此即機械設備具可互換性，從而節省Parts備品量之效益。依此論點，在購置新船，評估機械裝備廠家時，盡可能採用與現有船隊可靠度高的同型品牌，如此，可提高船隊機械裝備之間的可互換性與共通性。除了可減少船隊Parts的備品量，此外，亦可增加操作及保養上的單純性，以及

非同型船之間的Parts相互支援性。另外，由於對該品牌產品機械裝備採購量大，在議價時，尚具Volume Break的折價效益，等具體的附加利益。由此可見，備品管理系統，若能增建Parts的Interchangeability and Commonality Data Base，將可獲得以上所述之諸多效益。

### 第九節、新船配件備料作業(Initial Provisioning)：

在新船營運前，針對各項主、副機械裝備初期運轉所需，備妥Spare Parts之安全基準量，即所謂的Initial Provisioning。隨著後續機械裝備運轉時數的遞增，保養需求發生時，再行逐予添置補充。通常，Initial Provisioning所配置的機器設備Spare Parts初期基準量，均由新船購買合約之附約訂定。亦即，按船東所選定的主、副機械裝備廠家，依其機器設備本身的Reliability、Essentiality（本質重要性）等因素而訂，當然，亦涉及新船購買之市場價格。如若景氣低迷，且機器設備Base Price被壓低，廠家自然會減少Spare Parts的初期配置量。

船舶機器設備發展至今，除少數Innovative Designed Machinery（創新型設計機器）外，多數經由Derivative Design（衍生型設計）

之機器設備，現今，大多數的機器設備之運轉實績已然相當成熟可靠，也就是說，具備了相當可靠的High Reliability。一般而言，衍生型設計之機器設備，於新船於下水後，約2~3年，為蜜月期。這段期間，各項機器設備之Spare Parts消耗量較少。可是Initial Provisioning往往配賦過量的Spare Parts。以M/E Cylinder Liner為例，按汽缸數的多寡，通常，7缸以下主機，均配置1~2組Spare Cylinder Liners。7缸以上主機，則配置2~3組Spare Cylinder Liners。自Alpha ACC & PLS (Pulse Lubrication System, Wartsila Sulzer Engine Cylinder Lubrication) 問世拾餘年來，定時強壓噴射汽缸潤滑系統應用至今，柴油主機汽缸之潤滑獲得優越的效能。在主機正常操作且保養得宜情況下，1~2組Cylinder Liners備份量，應足以維持10年以上之保養需求。明顯的，前述Initial Provisioning所配置的Spare Cylinder Liner備份量，已然Overstock。如果制定Initial Provisioning Plan時，各船均減少1~2組Spare Cylinder Liners，當可減少備品資金積壓在船上。此僅以M/E Cylinder Liner乙項為例，其他較高價的Rotable Components，亦應於

Initial Provisioning Plan制定時，審慎擬訂適當的初期備份量。

### 結語與建言、

前述各節對強化船用備品管理作業系統的方法，作了全面性的闡釋，相信讀者們應已對作業系統的精實化管理的意涵，獲得較深層且整體性的瞭解。若現行的船隊仍使用傳統的管理作業系統，建議可擬訂階段性的推展計畫。較優先推行者，宜以第四節的『P Group Parts Data Base』的建立。此可立即就各型船之主、電機、淨油機、泵浦、馬達等先行著手，其他副機設備陸續逐予訂立。其次，建立該節中所述之Auto Request系統功能。第二階段，接著進行第六節所述，籌建『船岸備品支援供應統合物流網』。先行組建Home Base and Main Base為主要的Parts Stock基地，再增選適當的Base Ports，規劃設立Base Parts Stock，或與當地的Contract Repair Service廠家議定，代為建置並管理一個Base Parts Stock。至此兩階段推展計畫落實完成，船隊之船用備品供應管理作業效率，已見大幅的提升。其後再陸續將備品管理作業系統功能擴充，按第七節Auto Re-order Function Build Up，及第三節Reliability Data Base Build

Up，以及第四節Rotable and Expendable Parts Sorting、第七節Parts Interchangeability and Commonality Data Base Build Up，依次逐步建置完成。則船用備品供應管理作業，從此，將邁入精省高效的層次。對船隊營運的效率及安全的提升，應具相當之助益。無疑的，亦強化了公司整體的競爭力。

全文所述各節之方法與步驟，未必盡然適用於各公司現有船隊。然而，航運公司可視自有船隊的船型、規模，及經營的策略，以及所營運的航線等性質，擇取其中適用的部份，酌予應用，或許仍可獲得些許節約成本及提高作業效率之實質效益，此乃筆者為文之所盼。再者，文中所述之機器設備維修保養與倉儲物流的概念，亦盼能提供航運業界工務管理人員及船上輪機同業們，些許的啟發與參考。文中若有謬誤或錯漏之處，尚祈前輩先進們，不吝指正。



## 船舶碰撞事故的本質分析之一

文 / 基隆港引水人 方信雄

### 一. 前言

眾所周知，行船跑馬三分險，船舶航行海上相互碰撞自古即有，惟吾人仍常聞及業外人士質疑浩瀚汪洋怎會撞船呢？又現在船上不都裝置有避碰雷達嗎？事實上，由於海洋航線的共用，故而船舶航路幾皆相同，差別的只不過是同向或反向而已，因此發生碰撞絕對是可以合理預期的。當然此只是造成船舶碰撞的諸多主要原因之一而已。

學理上的碰撞（**Collision or running down**）乃指「船舶與船舶的碰撞」與「船舶與他物的碰撞」，英國海上保險法更主張碰撞必須為兩艘以上船舶之已實際發生接觸，又其接觸物縱使非船殼本身，至少必須為航船所不可或缺的主要配備始稱之。顯然上述的碰撞包括輕微的船體擦傷乃至船毀人亡的嚴重海難。從拉丁字首**Co, Col**所涵蘊的「緊密、連接」意義來看，「**Collide**」一詞則表示以極大的衝擊力撞在一起之謂（**to come together with violent impact**），而此正是吾人從事海上航行實務者平時所認知的碰撞，亦是本文所欲探討的範圍。又儘管上述因離、

靠碼頭或進、出港等操船作為所造成的船體輕微擦傷雖亦屬碰撞，但其損壞程度絕無法與航行中兩船相撞的情形所能比擬的，究竟帶有慣性的航行中船舶所產生的動能常是大到人們所難以想像的。

長久以來，我們發現面對船舶碰撞事故相關各造都是慣於站在各自的立場看待處理，例如從海事法庭的場景來看，法官的標準作為就是依照國際或審判所在地之避碰規則的條文規定來判定肇事雙方的損害分攤（**damage apportion**），而不會質疑或深究相關各方為何不在第一時間即採取可以防止情況發生的措施或變通策略。此當與大部份法官對船舶運作乃至海上船藝的施展不甚了解有關。至於船員則常將船舶碰撞歸咎於他人（船）的疏失。此或許與船長及駕駛員接受職前或在職訓練時教戰守則中過度強調防衛本能（**precautionary instinct**）有關。至於船東與運航人則常將駕駛台的值班工作視為船上的責任，甚至依據**STCW**公約的規定及國際海事商會的駕駛台當值程序指南編製成詳細的避碰指南。不容否認的，上述規章的忠告都是經過



週全的思考與測試，然而無論規章的訂定是如何的週詳，甚至在駕駛台裝置錄影機全天候監視當值者的行為，終敵不過使用者（船長與駕駛員）本身疏於對紀律的遵守。毫無疑問的，船長與當值駕駛員絕不可能故意違反當值守則，只不過有太多的現場情景與海上環境因素是高居大位的管理階層所無法預期與防範的。

很遺憾的是，為防止屬輪發生碰撞幾乎所有船東與運航管理人都投下龐大心力與財力，然而造化弄人似的我們發現每當管理階層愈加關切則事故愈易發生，若要將此說成「嚴官府、出厚賊」則太沉重，因為最主要的癥結乃在於造成眼前海上的碰撞潛在因素若不排除，任何單向的努力終將徒然。其中最令人扼腕的是，近來幾起發生在海上的船舶碰撞事件幾乎都是在當值者早已發現他船的情況下撞上的，而此若非人為疏失，就屬專業技能不足致判斷錯誤所造成。為此筆者特針對幾個影響船舶碰撞與船員當值品質的議題陸續探討日後吾人如何因應與關注的方向。

## 二、有關超高頻無線電話不當使用的案例解析

二〇〇七年七月二十七日，約凌晨一時五十三分左右，日本海上保安廳第三管區海上保安本部據報在利島

燈塔北北東方約7.5公里處，日本郵船公司租傭的希臘籍海岬型（Cape size）散裝船M.V. Apha Action（以下簡稱A輪：總噸位77,211）與新加坡籍貨櫃船W（以下簡稱W輪：總噸位25,836）發生碰撞。事故發生後，W輪的左後艙部船殼破損，致機艙處於浸水的狀態中，呈現出向右舷傾斜12°的狀態。日本海上保安廳當即派出配置特殊救難隊員的飛機，以及所屬的巡視船二艘急速趕赴現場。又事故當時兩船是以A輪的船艏插入W輪船艙的態勢向東以每小時4~5公里的速度漂流。此外，日本保安廳發現自W輪船艙處流出一道長約一公里，寬約五百米的漂浮油漬。所幸未造成進一步污染事故，而且兩船船員皆平安無事。事後，筆者從九月二十一日橫濱地方海難審判廳的事故陳述書，得知兩船碰撞的主因有相當程度是當值駕駛員使用超高頻無線電話（VHF）聯絡時，誤認對手船舶致判斷錯誤所致。若本案真屬因未加確認（Identified）或誤認通話對象，進而在雞同鴨講的情況下草率的採取避碰措施，那麼船員的養成與訓練著實值得深入檢討。事實上，有關超高頻無線電話所引發的碰撞事故不乏先例，故而特舉一與上案雷同的下例分析探討。

事實上，目前船上使用超高頻無線電話通訊甚為普遍，然而知道其源起始末者卻不多，而最令人遺憾的是，雖超高頻無線電話使用方便且具時效性，但在使用了三十年後的今天，當初所欲克服的疑難似乎仍未徹底解決，也因而還有許多海難事故是因超高頻無線電話的不當使用而造成地。

有關超高頻無線電話被廣泛使用於船舶上之緣由大致如下；一九六六年六月十六日英國籍油輪**ALVA CAPE**與美國籍蒸汽機油輪**TEXACO MASSACHUSETTS** 在紐約港Bayonne Bridge 西側的Bergen Point 外，因使用超高頻無線電話聯繫的不當而釀成撞船的大禍，並造成三十四名船員被燒死，以及嚴重的海水污染。試想如此大的海難事故發生於首善之港的紐約對美國是何其大的打擊，於是美國國家運輸安全局(NTSB, National Transportation Safety Board)當即著手調查，並於一九六九年作出航行於美國水域之船舶應加強船舶與船舶間的無線電話通訊的迫切性之建議。然直至一九七一年八月四日尼克森總統始簽定船橋與船橋間的無線電話通訊法案。(Vessel Bridge-to-Bridge Radiotelephone Act)。雖此一法案僅適用於美國水

域，但卻引起主要沿海國間的爭議，因為國際間已有國際海上避碰規則(COLREGS)作為船舶避碰的依據，故而利用VHF作成船舶避碰協定的正當性與合法性頗受質疑。然無論如何由於美國的強勢表態與後續又接連發生數起類似海難，最後終促使國際海上人命公約(SOLAS)亦通過超高頻無線電話的設置與使用相關規定。

一九九五年六月二十二日0330時，韓國籍總噸位150,9972噸的海岬型散裝船**Hanjin Madras**（以下稱**H**倫）在空船的情況下欲自韓國的普項港(Pohan) 航往新加坡，但卻在濟洲島南方約一百哩處與另一總噸170,698噸的海岬型散裝船**Mineral Dampier**（以下稱**M**倫）發生碰撞。**M**輪係從巴西裝載166,000噸鐵礦砂欲往韓國卸貨。事後，兩船船東在倫敦的海事法庭提出反訴(Counter Claim)向對方求償。

從調查報告吾人得知，事故發生當時的能見度至少三哩，此表示肇事兩造僅能在接近此距離時方可看見對方(in sight one another)，很顯然地，二艘船舶所面對的狀況正符合國際避碰章程第十九條航行於能見度受限制的條件下。如同吾人航行於該水域常有漁船群聚的經驗一樣，**H**輪的當值船副從雷達的觀測上可以發現

肇事海域有約有七、八十艘漁船在作業，此對二輪的航行當然有某種程度的影響。此時其航向為 $203^{\circ}$  (T)，船速為11.5節。就當雷達偵測出於船艏前方有從事捕漁作業的漁船隊時，該船副即決定運轉其船舶至漁船隊的東邊，亦即改變航向向左，以保持將漁船隊置於本船之右舷。

另一方面，M輪原本航向為 $029^{\circ}$  (T)，船速十二節。但當其發現漁船隊後即轉變航向向右至 $065^{\circ}$  (T)，以便將漁船隊置於該船左舷。此時兩船的相對關係變成M輪位於H輪右船艏的交叉相遇情形。稍後，H輪的艏向定於 $150^{\circ}$  (T)。此時H輪的當值船副從雷達回跡上發現M輪係在其左舷船艏三度方向，距離約十哩處。但不知何原因H輪再次轉變航向向左至 $140^{\circ}$  (T)。及至兩船距離約在4~5哩處時，兩船首次經由超高頻無線電話開始進行對話，第一句通話是由M輪的船副說出：「紅燈對紅燈」(Red to Red)，反之，H輪的船副立即表示同意此操船運作，並回答：「好的，紅對紅通過；重覆，左對左通過」(OK. Red to red passing; repeat, port to port passing)，同時更進一步建議M輪保持其現行航向與船速：「Keep your present course and speed」。

M輪隨即回答：「瞭解您的訊息」(Understand your message)。

很遺憾地，由於漁船隊位於右舷側，使得H輪在當時根本無法向右轉向，因而該船副遂繼續保持其航向與船速約再過四分鐘後，但由於漁船隊仍然過近故再度向左轉向至 $130^{\circ}$  (T)。二分鐘後，該輪才轉向向右。此時，兩船相距約三哩並處於可以互見的情況。並進行第二度的超高頻無線電話對話，H輪船副再度要求M輪要保持其現行航向與船速，M輪船副回答瞭解其訊息，但就在H輪轉向向右且短暫地保持航向於 $137.5^{\circ}$  (T)不久後，其艏向再度回至 $130^{\circ}$  (T)，並保持此航向航行約五分鐘。直至碰撞發生前的五分鐘H輪才用 $15^{\circ}$ 的舵角向右轉向，並鳴放汽笛一短聲。而到了碰撞發生前的2.5分鐘H輪船副發現情況危急才改用右滿舵轉向，毫無疑問地，此一動作雖可增加船舶向右迴轉的迴旋率，但同時也會因阻力增加而降低船舶的速度。終而導致H輪以 $50^{\circ}$ 朝後的角度撞上M輪的右舷船艏近第八與第九艙間之艙壁處(駕駛台前方)。結果M輪在七秒鐘內斷成二截並迅即沉沒，船上二十七名船員喪失生命。

## 二.一 法庭的判決

根據英國上訴法庭的判決認定，



當兩輪作第二次超高頻無線電話對話時，兩船係處於可以互見的交叉相遇情形。而依據國際海上避碰規則第十五條的規定，**H**輪負有讓路的義務；又依據國際海上避碰規則第十七條第一項第一款的規定，**M**輪則有保持其航向與船速的責任。其實，設若**H**輪能夠及早採取適當的避碰措施以履行其責任，當然不會被批判其要求**M**輪保持直航的謬誤。很顯然地，**H**輪的過失在於其既不能依照其宣示的意圖採取行動，卻又要**M**輪保持既定航向。

反之，**M**輪的過失在於第二次超高頻無線電話通話後，發現**H**輪顯然未依照避碰規則第十五條的規定採取適當行動以讓路時，竟未能立即依據國際海上避碰規則第十七條第一項第二款的規定採取適當的避碰動作。其實**M**輪之所以會患此過失有相當程度係因過度於相信**H**輪會依照先前超高頻無線電話的通話協定履行讓路義務。另一方面，**H**輪自碰撞發生前之九分鐘起即一直犯下不可原諒的過錯，因為其未能及早採取積極的行動，只有在通過漁船隊後為向**M**輪顯示紅燈才企圖向右舷作大角度轉向。而當其採行行動時，**H**輪竟只採用右舵15°轉向，此一連續小幅度的緩慢轉向動作肯定會增添**M**輪的困擾與

誤判。當然兩船間的超高頻無線電話通話內容已成為法庭最最主要的判決依據。

基本上，若依照國際海上避碰規則的精神，在兩船可以互見之前，**M**輪如果未採取避碰措施亦不會被認為有過失，然而當其可由目視及雷達測知**H**輪的運轉受漁船的限制，而且只有在通過漁船隊後始可向右作大角度轉向時，就不得主張毫無過失。至於**H**輪之所以過失比例較重乃因其負有讓路給**M**輪的義務，其在技術上毫無疑問地可藉減速或轉向向右或二法兼行以避免碰撞。如同上述，在兩輪可以互見之前，兩輪皆無責任。但稍後**H**輪當值船副未能依據其向**M**輪船副所表達的超高頻無線電話訊息向右轉向以避讓**M**輪，以及稍後又採取不充分的避碰行動，皆是違反國際海上避碰規則的嚴重疏失。反之，**M**輪船副不僅未能瞭解避碰法規的真義，亦未施展優良船藝。但無論如何其所犯過失純係因**H**輪的嚴重過失與誤導所致，因而法庭判定**H**輪負80%的過失責任，**M**輪則僅負20%的過失責任。

## 二.二 案例的檢討因應

我們知道，超高頻無線電話在大多數情況下是非常有效用的船舶通訊儀器，例如當兩艘或多艘利用超高頻無線電話通訊的船舶互相趨近時，

依據避碰規則規定應讓路的船舶告知另一依規定採取行動的船舶本船的企圖；相對地，有時則是由應保持航向的船舶詢問讓路船究竟要採取什麼行動。其次，當兩艘船舶在能見度受限制的情況下互相接近時，亦即可適用避碰規則第十九條的規定，此時依據本條規定採取行動的船舶若能以超高頻無線電話告知他船本船所採行動，則對他船將有很大的助益。但我們更要充分體認到任何想要利用超高頻無線電話作為船舶間安全通過的協議，其實充滿了許多可能因誤解所衍生的危險，此包括語言與意圖等層面的誤解。因而船舶管理人與船長應慎重告知其船副避免僅採用超高頻無線電話的通訊作為避碰的依據，而要確實依據國際海上避碰規則的規定行事。不可否認的，在現實的職場上超高頻無線電話乃是眼前海上避碰最有用的工具之一，但更要切記國際海上避碰規則的法制力才是最優先地，蓋任何行動決對不能違反避碰規則的規定，否則極可能發生類似M輪的慘劇。

海事法庭之所以要強調此一說法並非要全面禁止欲互相通過或將成逼近情況下的船舶間有關航行的超高頻無線電話通訊，而是法庭已體認到不當或不確定定的超高頻無線電話通話常會導致毀滅性的誤導後果。故而在

充分瞭解他船所發訊息的內容前，絕對要提高警覺小心航行，更應注意他船的確切行動為何？毫無疑問地，最重要的是應先確認發出訊息的究竟是那一艘船舶，需知在交通輻湊海域常發生讓船訊息一發出通常即有數艘船舶同時回應的混亂局面，其中極可能不包括我們想要通話的避讓對手船。似此，當然會發生前述拿張三當李四的錯亂情境。

另一方面，不當使用超高頻無線電話的案例顯然已被海法界普遍認定為不適當的航海行動(*Inappropriate navigational action*)或怠忽職守(*Inaction*)，亦即負責航行者若有不當使用超高頻無線電話的事實則其所受的譴責與過失程度理應加重。再者，不論兩船在超高頻無線電話的通話是否包括達成航行上的協議，其通話的內容極可能作為日後判定肇事船舶間所應負的責任比重之依據。但必需強調的是，超高頻無線電話通話達成的協議並不具法律上的效力。此外，由於船舶碰撞的直接原因通常是與國際海上避碰規則的要求或優良船藝相悖離的航海行動或疏忽所致，可見不當使用超高頻無線電話絕對是不適當行動或疏忽的一種，故而吾人對於通話時的遣詞用字與行動企圖的一致性焉能不謹慎為之。

# 我對裝置DP系統的海事工程船的認識與分享

文 / 前台北海事檢定公司負責人 游健榮

## 第一章 緒論

隨著國內離岸風力發電工程的全面啟動，越來越多新型的海事工程船亦隨著進駐這片海域，今年(107年)五月份相繼抵台來的，有「大地能源號」海底底質探測船、日籍的「FUKUDA」號以及日後將隨著工程進度需要，陸續抵達的油壓自昇式風機安裝船(Jack-up Vessel)以及佈纜船(Cable Laying Vessel)等不同功能的船型也將陸續報到，而這些船都會裝有Dynamic Positioning System。即本文將介紹的「船舶動力定位系統」裝置，簡稱DP系統船。

先說說船舶定位吧！首先為了要精準地在風機塔身預定架設的位置上鑽探海床地質是否適宜架設風機，船舶的準確定位相當關鍵，通常大家都了解的方法有透過傳統的地文航海定位法或是先進的GPS衛星定位法將船開到預定地點，那只是第一關，第二關則是得讓船在鑽探的這幾天當中都不能前後左右晃動。你總不希望在鑽探取樣的時候，你的船還跟著盧廣仲的魚仔游來游去、搖來搖去吧！

隨著在風、海浪、洋流的各種「干擾」下，船舶要能固定在同一個位置上，傳統上是依靠錨來固定，而且此類海事工作船大多不只靠一個錨，而必須多下幾個錨。不過在「大地能源號」上，並不是用錨來固定船隻的，而是用先進的動力定位系統(Dynamic Positioning System)，讓整艘船在鑽探過程中不受到「風」或「流」的因素而產生偏移。這種動力定位系統可以根據儀器所測到的風速/風向以及流向/流速<sup>1</sup>，再利用所裝設的電腦設備即時啟動動力定位系統產生等量的推力來修正船隻位置，讓船保持在一個所設定的固定位置上，說明白點：這是利用現代科技/儀器產生的力道來抗衡大自然所產生的船舶六個自由度的運動力<sup>2</sup>。

## 而甚麼叫船舶六個自由度運動力呢？

大家都知道的，船舶是24小時浮動於水上的載具，在大海中，會遇到人們意想不到的各式各樣的氣候狀況和大小不同風力/風向的吹襲及不同方向和大小浪湧的推擠，船體因此產生出六個自由度的運動力。下列的六個自由度(The Six Degrees of Freedom)相關模型：橫搖(Roll)、縱搖(Pitch)、垂盪(Heave)、縱蕩

<sup>1</sup> 風速儀測量風速風向，計算出風動力；PRS位置參考系統（通常兩個以上）給出即時船舶座標點的偏移運動向量，然後這些感測器輸入中央處理器，計算出DP current（除風動力之外的，其他各種環境外力的合力向量），然後建立資料模型，同時根據DP0動輸入的指令，自動分配控制下的推進器輸出動力抵消外動力，讓船舶保持在原先設定的精準位置。

<sup>2</sup> 通常DP系統可以自動控制船舶克服三個自由度的運動力，分別是Sway, Surge, Yaw. 另外現存很少數量的高端DP3平臺可以配合使用自動快速壓排壓艙水系統，一定程度上克服Heave.

(Surge)、橫蕩(Sway)和艏搖(Yaw)

具體地表示出六個自由度運動力的力道，而將影響到船舶的位置變化，這

個變化分述如下：

其運動模型顯示由下列幾個圖示具體顯示出：

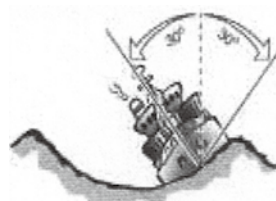
1. Roll (橫搖) 左右舷方向週期運動。



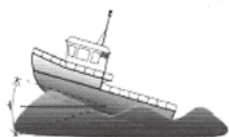
ROLL



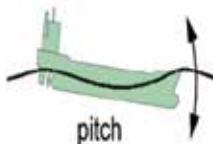
roll



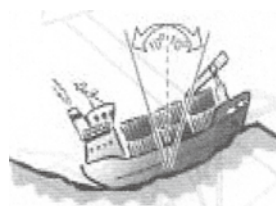
2. Pitch (浮仰) 船艏艉縱向起伏運動。



PITCH



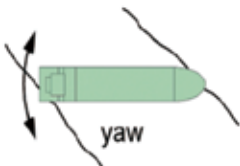
pitch



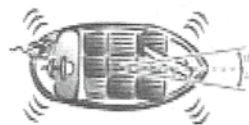
3. Yaw (艏搖) 船艏向左右迴擺之運動。



SWAY



yaw



4. Sway (橫移) 船體沿橫軸方向左右運動。



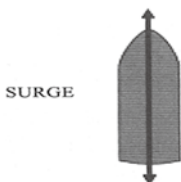
SWAY



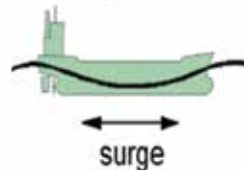
sway



5. Surge (縱移) 船體沿縱軸前後運動。



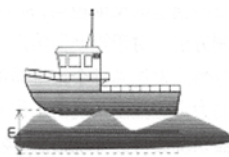
SURGE



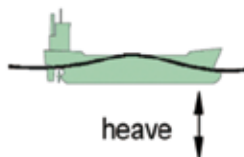
surge



6. Heave (垂蕩) 船體沿垂直軸上下運動。



HEAVE



heave





動力定位系統有如此的能力，來對抗大自然的力量，在於它掌控了數個引擎或發電機的動力來源。在裝有DP系統裝置的船舶，在這套系統中的電腦會分析風和海流的方向及速度，並去預測下一秒的風、海流狀況，讓引擎朝反方向產生推力，使得探勘船能固定在原處。這樣的裝置<sup>3</sup>是24小時不間斷在燒油，一天估計就要燒掉15噸的油。雖然是分分秒秒在燒油花錢，不過好處是能省下拋錨的時間。讀者會問：「拋個錨能花多久時間？有必要如此燒錢嗎？」拋一個錨可能花不了多少時間，但是要同時拋四個以上(參見下圖的照片)的錨來固定探勘船可能就要花上六、七個小時以上的時間，而動力定位系統可能只需要10分鐘的時間。更別說傳統式拋錨的定位精準度完全比不上動力定位系統啊！<sup>4</sup>



這是一艘起重鋪管船，除了船艙配備了左右三個艙錨外，船艙也配有左右兩個艙錨，號稱十錨定位系統。

在定位沒有問題之後，船上的鑽探作業小組才會將海床框架與鑽探導板經過一個叫月亮池(Moon Pool)<sup>5</sup>將儀器下放到海床，啟動鑽頭來鑽取海床地質。一般在雲林與彰濱外海以沉積層為主之地盤，離岸風力發電場址的鑽探調查，會依據設計之需要鑽上80到100公尺，以取得樣本供海床地質分析。



五月十七日抵台的大地能源號



日本的FUKUDA鑽探船七月十五日抵台中港

<sup>3</sup> 有的DP船，兩主機+三個發電機，還有的只有發電機，可能是四台，六台，甚至八台。油耗跟是根據發電機的功率決定，有的24小時DP只要3噸的油耗，有的一天要上百噸！

<sup>4</sup> 更重要的是水下條件也可能不適宜拋錨，比如水深上百米甚至上千米的區域，或者是海床上有油氣管路和海底電纜的地方作業，更是非DP船無法保證安全的海上作業。

<sup>5</sup> Moon pool係這類海工船的一個特有名詞，意即在船體中央隔開一個空間，好讓探測相關儀器直接通到海床上，諸如海上鑽井平台都是這種操作模式。





動力定位系統 (DP) 操作台，真正作業的時候這個位子係屬於DP0<sup>6</sup>操作師的，讓船可以抵抗海流不偏移。

(1)法規上對動力定位船舶的定義：

IMO對動力定位船舶(Dynamic Positioning Vessel)的定義如下：

動力定位船舶意味著，船舶或其裝置，可以在風及浪的隨時影響本船之下，隨時自動保持船舶當時的船位，也就是說通過推進器施加的動力，以保持船舶固有的位置，或沿著設定好的移動軌跡移動。

(2) 法規上對動力定位系統的定義

IMO對動力定位系統(Dynamic Positioning System) (簡稱DP系統)的定義如下：

動力定位系統係指：動力定位一艘船舶所必需的全部裝置，其包括動力源系統、推進器系統和動力定位的電腦控制系統三大主要系統組成。

在2017年英國出版的21st Century

Seamanship一書，對DP船的論述更為詳盡。內容敘述出DP依裝備的多寡，將該系統區分為三個等級。

DP設備第一等級(簡稱DP1)即：如果系統存在單一故障時，可能由於某一配件或裝置的不足，會發生船位丟失的現象，表示IE系統中的後備能力不足。

DP設備第二等級 (簡稱DP2) 即：船位丟失不會因由單個功能性組件或系統故障引起，其中包含單一的人為疏忽動作。 DP2船隻具有雙重控制電腦和足夠的推進器，因此即使船位丟失，船隻也會即時保持其位置。

DP設備第三等級(簡稱DP3)即：位置損失不應出現在任何有效組件或系統的單一故障，任何單一故障的靜態組件，任何單一的行為疏忽，尤其在任何一個火災分區或當船艙進水中發生於火災艙間。鑽井平台是裝設DP3系統的好例子。配備額外的控制系統的控制室與主駕駛台隔開。這意味著，如果駕駛台受到進水或火災的影響，控制權可以轉移到輔助站，並且保持船舶不應該被置於危險之中。<sup>7</sup>

DP級別的需求

下列船舶的作業必須由裝有DP系統的船隻去執行。

<sup>6</sup>. DPO 即DP Operator的簡稱。據查在大陸的上海與天津一帶的海事院校及新加坡、澳洲、菲律賓等地都有這類的訓練機構。澳洲的訓練費用在USD4000~10000間，還包刮學習期的英語考試。

<sup>7</sup>. 讀者可觀看【怒火地平線】(Deep water Horizon)即美國墨西哥灣鑽井平台失火災難電影，參考該片中的劇情演示更可了解到此段的敘述。

- \* 鑽井平台船(Drilling)
- \* 潛水人員支持船(Diver Support)
- \* 海底鋪管船(Pipe laying)
- \* 電纜鋪設船(Cable laying and repair)
- \* 海上旅館(Accommodation or “flotel” services)
- \* 深海救難船(Salvage)
- \* 挖泥船(Dredging)
- \* 海床建設船(Subsea installation)
- \* 海上拋石工程船(Rockdumping)
- \* 大件貨舉調船(Lifting)
- \* 海底採礦船(Seabed mining)
- \* 海洋研究船(Oceanographical research)
- \* 乘客巡航船(Passenger cruises)
- \* 油輪海上轉載船(Shuttle tanker offtake)

DP系統同時亦可使用在

- \* 火箭降落平台的定位  
(Rocket launch platform positioning)

- \* 軍艦修理或維修時的定位  
(Repair/maintenance support to military vessel)
- \* 船與船間的海上轉載  
(Ship to ship transfer)
- \* 傳統船隻的運轉  
(Maneuvering convention vessel)

目前國際上主要的動力定位系統製造商大都集中在歐美國家生產：有挪威的Kongsberg、美國通用電氣GE Converteam和英國勞斯萊斯Rollsroltse等公司。

以Kongsberg(康士博)為例，DP經過40多年的研發，使得該公司已經成為世界最大的動力定位系統製造商。其DP控制系統自1970的Kongsberg System 500型研發成功至今已有40多年的歷史了，形成了相對優勢的理論基礎和研發團隊。

目前該公司主要的DP系統如下：

|             |                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------|
| SDP 11& 12  | SBC400I/O processor and std. NT workstaion          |
| SDP 21 & 22 | SBC400I/O processor and std. NT workstaion          |
| SDP 31 & 32 | SBC400I/O processor and std. NT workstaion          |
| SPM         | SBC400I/O processor and std. NT workstaion          |
| SJS01/SDP01 | Joystick/Compact DP<br>(replace Robertson products) |

### 1.1.1 動力定位系統的組成

一般動力定位系統包括如下幾個系統組成：

#### (1) 動力定位控制系統

測量系統：

測量系統是動力定位系統的重要組成部分，它所獲得的數據主要依據動力定位系統的位置參考系統和傳感器。

其中細分：位置參考系統主要採用DGPS；水聲位置參考系統主要選擇超短基線或長基線聲納；微波位置參考系統可選擇Artemis MK4；張緊索位置參考系統可選擇LTW MK；雷射位置參考系統可選擇RADIUS 500 X；此外還有羅經、風向/風力儀、運動等多個參考單元等。

控制系統：

近年出現的第三代動力系統採用了智能控制系統理論和方法，使動力控制系統控制進一步智能化的方向發展。智能控制方法主要體現在魯棒控制、模糊控制、非線性模型預測控制等方面。

#### (2) 推進系統

用於動力定位船舶的推進系統除常規的主推進器和舵外，還有舵槳推進器、槽道推進器、全迴轉式推進器和噴水推進器。

#### (3) 動力系統

現代船舶自動化程度越來越高，

達到24小時無人機艙要求的船舶，基本上都採用了船舶电站功率管理系統。船舶电站功率管理系統基本可分為基於主配電盤為平台和基於機艙監控系統為平台兩種模式。以機艙監控系統為平台的典型代表是康士博公司的功率管理系統。

作者註：如欲詳細了解DP系統船的知識，可參閱大連海事大學出版社所出版的【船舶動力定位控制系統】一書，總主編為王華勝先生、主編丁相強先生。

### 參考文獻：

1. 21st Century Seamanship 出版地：英國
2. 船舶動力定位控制系統，大連海事大學出版社
3. 網路文章：泛科學網

