

專刊暨經驗交流**船舶動力數據與應用之研析** ◎ 鄧長維**壹、前言**

96年11月27日英國籍巨型豪華郵輪「藍寶石公主」輪由香港駛抵基隆，該船總噸位115,875、船身長290公尺、寬50公尺、吃水8.6公尺，載有旅客2600多名，遇港外風高浪急，擔心船身龐大抵不過強風巨浪出意外，猶豫兩個小時，直到上午九時放棄進港，改往日本港口。身為豪華郵輪大船長，基隆港難道是第一次來嗎？縱然是第一次來港，究竟是何緣故看起來，似乎對於該輪的動力數據，難謂有些許程度上之掌握。

氣象、海面波濤、各種水流、加上所要進港的依序更動之航向暨其相對的受風力、海浪暨流水沖激水下船身等數據，在駛離香港之前，對於下一個港口，依據氣象及潮流預報，可能出現的客觀環境，似乎難謂有任何理由掌握不了，從而該輪具備的自身操縱動力再加上港口所能提供的拖船總輔助馬力，究竟能否安全地抗衡所加諸龐大船身所受各外力總和，且尚有餘裕，按理說早就有了數據定論，也就是說，當時港外風高浪急，能不能夠安全進基隆港，難道不能早有定見嗎？既然到了基隆港現場再作精確評估，而一旦來到現場，卻又猶豫兩個小時，說服不了自己，或者可能基隆港引水服務，說服不了該輪

船長的不安？如果真是如此，在英國像這種船長應該是具有某種代表性的資深人士，就前述片段事實作推斷，不排除可能並不嫻熟船舶動力數據分析，縱然駛抵港口現場後，尚且不能憑數據立刻決定，不進港或者安全地進港，當然也有可能是，國內向來的拖船服務，趕不上國際服務水平（國外作法，早在防波堤外，拖船即已備便），縱然如此，也不至於在港外尚需猶豫兩個小時吧；雖然假設該輪船長對於操縱巨型船舶之動力數據可能無法掌握，相對而言，可能在船岸溝通兩小時內，基隆港引水服務似乎難謂已經提供了令人信服的有力數據，解除了船長身負安全重責之壓力，以強力說服船長配合，而完全能夠通力合作完成進港暨繫泊；97年6月26日○海運公司正式行文給○港務局，要求該港引水人辦事處，今後不應再派引水人○○○至該公司所屬及所代理船舶執行引水業務，由這一事件以及下面列舉的實務透露出，似乎很難否定船舶動力數據研究之必要性，純粹理論架構出的數據推導，適度調整必要安全係數，最後既然經由實務檢驗過者，畢竟如此之數據會呈現事實，會說話，不是嗎？也就不致於結巴，支吾兩小時，連一個有證據力的拒絕進港理由一時都說不出。

貳、實務驗證之一

憶昔早年任職○海運公司時，當時有些船長不論在國內或國外港口，靠泊時，經常爲了「晚些停俚、倒俚稍遲」，緊張情緒下，難免會與各該國領港發生爭執，惟定期貨櫃班輪下，總會再次碰面，每次見面不眼紅似乎也難，當然這是公司嚴格考核船長造成的副作用，以個人經驗，如果經過計算，對於船舶動力數據，早已胸有定見，就沒有這方面心理困擾，當然更不會緊張。

猶記得第一次任職該海運公司○輪時，有次靠泊基隆西26號碼頭，當時是一位老前輩領港，技術及時點掌握，熟能生巧下不排除不無些許炫耀，故意「晚些停俚」、「倒俚稍遲」，還不時留意看在下是不是沉得住氣，進達25號碼頭，個人氣定神閒，下令半速倒俚時，趨前跟領港報告說，「以當時排水量及所用倒俚速下，將會耗時幾個分秒，煞止距離又是多少」「最終船頭距頭纜樁(纜樁間距早已知)多遠即可停住」，當時前輩眼神飄過一絲不可思議懷疑，然而事實勝於雄辯，果然就是！多少任船長生涯期間，與各國領港相處愉快，遇逾越安全邊界時，從容即時以數據禮貌地提醒他，畢竟經過多年若干艘商輪之實務檢驗，確信了計算推導之數據不會騙人，換言之，縱然禮貌地提醒領港之操縱時點或者俚速，

未遇沒有不信服的領港，也就不會與領港認知之全憑多年經驗之數據結晶有差距，畢竟真相只有一個，也就是說，科學證據力勿庸置疑，勝過千言萬語與無謂的爭辯，各國領港也就不會嫌惡船長婆婆媽媽、窮緊張。由此引申出另一個話題，初次任職船長者，除了透過模擬機驗證船舶操縱外，難道不能經由船舶動力數據之研析探討，快速提昇船舶操縱能力嗎？誰說初任船長職務者，其操船能力就一定比不上資深船長？重點不在年資，而在於有無具備本文強調的動力數據演算能力，何必由慘痛的海事事故中，學到血淋淋、失敗的教訓；其次，在岸工作十數年，具有動力數據之研析能力背景者，比起只是持續擔任船長職務卻未涉獵該項研析能力者，就駕馭船舶能力而論，前者只有勝之而無不及，基於同樣理由，似乎不排除，適足質疑各海運公司徵人啓示之條件不當，是否只是形式上向老闆交差而已，而可能並未觸及船長必要具備能力之核心討論。

參、實務驗證之二

同樣是在該海運公司○姊妹輪服務時，一次西航經由關門海峽駛抵釜山港，韓國領港上了駕駛臺後不久，輪機長來電話稱，「主機倒俚故障」，個人當即安慰，「別擔心，當然仍然要繼續搶修，如果到碼頭前還不能克服，沒有甚麼大不了，駕駛

台，自有對策，既不會影響靠泊也不需加派拖船，你就安心繼續搶修吧！」，隨即回頭跟韓國領港簡單扼要講述一下應便對策、以及本船高素質應便力（對公司而言未增加繫泊支出費用），「請一切如常繫泊」，然後馬上跟船頭大副（當時已持有船長執照，若干年後的今天，應該仍服務於高雄關稅局或轉調到海岸巡防署吧）連繫：「倒俾故障、照平常已溝通好的應便步驟執行靠泊」，只強調待會兒船頭人員應遠離危險部位，適當距離處拋下短錨其後鬆放依序執行，一切如常靠泊完成，當然短錨鬆放過程難免吃力，惟尚在錨鍊安全工作負荷內；類似事件在別家海運公司服務時發生過，當時一艘化學品船正要靠泊美國佛羅里達州西棕櫚灘港時，同樣處理過，不同的是該船使用鋼索倒纜，只向大副強調：「待會兒船首倒纜會斷在何部位，船頭各同仁應遠離危險斷纜處」，一切如常靠泊完成，船頭倒纜為主機倒俾故障付出了代價，勞駕水手長與AB把斷了的纜索再接回去而已。

肆、實務驗證之三

船舶操縱最高境界依照英國的術語「Single Bell Land」，由於近代噸位明顯加大，而加諸船身所受各種多項客觀環境自然外力因素，面對可能的各種外力，逐一解析數據化，了解它然後預估並附加安全係數

以因應，針對繫泊計劃逐一列出執行點：各個行動（俾令舵令）之時間點、船身前後左右四個點位置、重心縱向速、重心橫向速、艏橫向速、艏角速率、艉橫向速、艉角速率、最後一段接近（Approach）中前進動量速（或後退動量速，當採用Stern-in first 模式時）、左右轉前不同的前進動量速、有限UKC下受海浪起伏橫擺致的下跌量、拖船馬力噸（Bollard pull）暨其出力下的迴轉角速率（Turning rate）、外力致之迴轉角速率（Turning rate）、Side skid、Lee set、距水道邊界最小側距、……，知彼（以上各運動數據）知己（船舶自身動力數據）下，一切掌握中，雖然無法達到「Single Bell Landing」，最起碼也是接近，早年第二任（金龍輪）時，為配合貨主要求，夜晚進靠無碰墊之水泥碼頭，未使用離岸錨而右舷靠進兩艘船舶間（Between berth），過程少不了：「逐一減俾」、「停俾」、兩次「Kick dead slow astern」，使三分之二船身貼岸靠好，船也靜止住。眾所周知，漆黑夜晚中，精確判定距離比起晝間困難許多，有了動力數據之掌握，無上支撐了信心，加上對輪機長暨輪機同仁專業的信任，完全沉得住氣，而一氣呵成，不曾多用一個俾令；靠泊好，卸下自德國運來的重型汽車後，再自力一個俾令下，駛離碼頭，港口當局就相關記錄作過見

證，此一事例足證動力數據之掌握，所具有之強大功能。

伍、實務驗證之四

在澳洲一處小麥出口港，當時是艘巴拿馬極限型新散裝貨輪，原本說好壓艙水打掉，就開始裝貨，不意當地工會突然罷工，而且當天午後氣象預報稱，將有暴風來襲，檢視碼頭繫泊方位，發現來襲暴風恰巧是正橫吹離風，一艘乾舷如此高的巨型空載船身，在人類脆弱的感官情緒下，當夜狂風肆虐，很難說不是震撼的考驗，還是同樣一句話，只要對船舶繫纜設備的力數據定見在心，再加上各纜保持平均受力，自然氣定神閒，不知道內中奧秘外行人，還對年輕船長的如許鎮定，想必瘋了不成，而一般實務作法都是不外「再把壓艙水壓滿回去」，……，等等措施。

陸、實務驗證之五

多少年以來，港務局的海事評議書中提到（至於交通部海事復議決定書及法院判決書論證過程，似乎難謂不是原評議文全盤照收），遇靠碼頭時不慎撞上旁靠船、碼頭或橋式起重機，其原因或因主機故障、操縱不當、……等各種原因，經常是千篇一律，自說自話的文字例如：「當時距離緊迫，縱然緊急拋錨也無濟於事」，姑且不論如此敘述，是否不無可能意圖飾卸其法定及約定職責動

機，僅純粹就相關力之數據解析而論，似乎不無存在討論空間，請問，從最小的總噸位，假設一千噸起跳，到該港所容許進出港之商輪最大噸位，正常操縱情況下，最後前衝的容許動量，各種不同噸位其特徵難免形形色色，惟就離散數據極端分布，只要不逾越安全速率；而噸位愈大者，更加不能逾越相對更小之速率，在此前提下，一般開始倒俚時間點，不外距預定繫泊點約半個船身長度的前（精確約三分之一船長），依據各自不同的錨暨其錨鍊，所配置的安全負荷而論，只要船首大副緊急拋錨的技術步驟掌握正確，千篇一律「不可能控制住船身，以避免碰撞」之抗辯，不排除有些海事案例，禁不起推導數據檢驗，（除非，一開始「最後前衝的動量」早已逾越前述數值，如此則操縱繫泊的大前提，早已犯了錯誤的第一步，也就無進入緊急拋錨討論之必要），從而說明所謂的失控撞船、撞碼頭、撞壞橋式起重機，豈可一律輕易採信千篇一律似是而非的抗辯，而未經科學檢驗。重點是進泊中遇主機故障，當機立斷，立即下錨，使此一主機故障事件或其他錯誤操作，及時被糾正，不可猶豫，儘速鬆放錨鍊之必要最短長度，以保證抓力有效，使原來很可能肇致之海事案件，猶可糾正而化險為夷，至少可以達成減輕損害。

柒、實務驗證之六

面對極尖銳之狀況，具有航海專業背景者，是否嫻熟船舶動力數據面分析，有無精湛研究，值得討論，引水界，曾流傳一個笑話，赴美坐移民監，久居美國，自然好久沒帶船，待重回工作崗位，或者海陸輪調辦公室呆久了，有人就生疏許多，或者公司陸續有各種新型且更大噸位的新船下水，以貨櫃輪為例，先由一千TEU的船隊代表噸位為例，公司業務成長，陸續接下新船如二千TEU、三千TEU、四千TEU、六千TEU、八千TEU、或更高噸位，是不是每差個等級，就憑經驗加個一湮或是其他數字？，這種作法在國外有個術語叫Guesswork，可能也沒啥好挑剔，因為也許真的猜很準，另外一種方法則是面對新數據、計算它、實務檢驗它，也就是說將新船之新排水量、新馬力、新速率、新主機俾葉轉數、新舵面積、新轉向率、……等加以運算出純理論數據，並經實際運作檢驗，最終附加必要的安全係數，如此既經濟又安全，充分利用新噸位船已經加大的馬力，前者當然無視及此，是否就有可能因為全憑Guesswork，安全係數放太多而浪費？兩種方法見仁見智，難免存在討論空間，例如，安全係數是否足夠之質疑，就是值得追求的價值取向，只是未經計算數據檢驗者，難謂不無可

能安全係數放太大了些，不排除可能多耗費了燃油（尤其市價高漲時）而不自知，一家公司少說數十艘船，多則上百艘，不能說不是個數目，當然這也是見仁見智，存在討論空間；就前一種Guesswork而言，固然通常也行的通，惟可確定者，隨著好幾級噸位的連續經驗法則，不無可能地因為多次誤差加成，導致對於新級巨型噸位船，完全失去精確瞭解，而進入似同無法掌控的恐龍，變成摸不得、觸碰不得，講不出一個所以然，沒法說出具體精確的數字，變成「大概。好像、似乎」的模糊概念，只有依賴一回生兩回熟，熟能生巧摸索地操縱；反過來說，相對於長年在美國蹲移民監，或是幾年在公司上班，再次輪調回海勤船長者，一個嫻熟船舶動力數據之分析者，縱然經過再長的歲月，一旦走馬上任，翻開相關資料數據，如同電腦灌入既有的軟體程式，進入備便，新任船長有能力隨時接受任何噸位再巨型也能操控自如的挑戰，不過，如果未對船舶動力學相關數據事先研究，不要說提Single-Bell Landing之高層次要求，舉個常見的例子，可能連簡單的冬季東北季風盛行強力吹拂下，就是沒膽敢在基隆外海錨地錨泊，為什麼？就是無能力作出數據判斷，本來可能不需擔心者卻老是提心吊膽，睡不好覺的，難道非要渡過窮緊張的一夜嗎？此外，前言提到船長與引水人關係緊張之事

例，固然引水法第十九條規定，「船長於引水人應招後或領航中，發現其體力經驗或技術等不可勝任或領航不當時，得基於船舶航行安全之原因採取必要之措施或拒絕其領航，另行招請他人充任並將具體事實報告當地航政主管機關」，除非係極端例子，船長與引水人間尚不致於糾纏到如此不堪地步，理論上在兩個大前提成立下，也就是說，假設船長嫺熟動力數據解析，或者是最起碼瞭解本船一些外人無從知悉的特別性能時，在接受世界各地引水服務時，一旦發現船舶操縱有逾越動力數據之安全邊際疑慮或逾越本船特別性能之規範時，原則上由於商輪之規格形形色色，除非該引水人曾擔任過該輪船長且尚須嫺熟該輪動力數據解析者，否則再老練的引水人絕不可能比得上嫺熟動力數據解析之該輪船長，對該輪數據之了解透澈，船長這時當然有壓力，如果能夠以數據支撐著去提醒引水人，說服力當然會加分，如此一來兩者相處不是愉快嗎？畢竟數據會說話，有證據力，船長賺一點辛苦錢，如果尚須如此擔心受怕，甚至被調離原航線，就實在太辛苦了，可見動力數據很難排除其實用的重要性，一個數字勝過千言萬語而且更具說服力；反之，由引水人立場來看，有時難免遇到不講理的外國船長，在面對極尖銳狀況時，同樣地，如果提出數據以解除船長疑慮，相信不可能鬧得不歡也就不至於

被趕下船，有道是，學輪機工程者，沒有排除不了的機械故障，至於專業航海者難道不需要學會數據判斷嗎？科學數據式的論證判斷切入分析之 **Keen judgment**，取代各人極有限的經驗，也就是說，不要再經由「大概、似乎、八九不離十、差不多、好像」等 **Guesswork** 思考過程來構建理由，否則豈不是少了科學數據般，斬釘截鐵似的證據確信力呢？就此方法之採行而言，很難排除似乎尚有進一步努力學習的空間。

捌、實務推導數據

手邊無英國籍巨型豪華郵輪「藍寶石公主」輪相關推算動力數據之原始必要資料，只知該船總噸位 **115,875**、船身長 **290** 公尺、寬 **50** 公尺、吃水 **8.6** 公尺，相關動力暨繫泊設備等資料無法取得，姑且以稍小的號稱亞洲最大的五星級豪華郵輪「**Rhapsody of the seas**」（海洋迎風）輪為例（**97.2.11** 首航基隆）試為推導解析，據了解該船總噸位 **78,491**、船身長 **279** 公尺（**LBP 234.7** 公尺）、寬 **32.2** 公尺、最深吃水 **7.77** 公尺，最大排水量 **38,917** 噸（輕載排水量 **31,267** 噸）、**Air draft 54.1** 公尺、**Freeboard 10.2** 公尺、**Wind area 8895** 公尺、**Thruster :**

Bow x 2、Stern x 1 各 2380Hps (1750Kw)、Max.

thruster speed 6 knots、Bow anchor 2 x 12025 Kgs、Stern anchor 8681Kgs、Becker rudder x 2 Max,45 degrees plus extra flip、Twin inbound fixed pitch blade、Diesel-Electric SHP

67600 Hps、Turning circle diameter 675公尺、crash stop distance 2194公尺（1.18NM）、rpm-30/4.5Knots、rpm-40/6knots、rpm-60/10Knots、rpm-70/11.8Knots、rpm-140/23Knots，……，如同設計邏輯電路一樣，再不行的工程師也能設計出，只是既多用了邏輯閘數量，Level也多了些，結果是成本增加又耗電，談不上市場競爭力，同樣的道理，固然不需知道那麼多，照樣也能執行船長職務縱橫全球海洋，一個優秀的船長難道真的只需要知道土法煉鋼就夠嗎？今試以「藍寶石公主」船身所受35 knot風力及2 knot流壓，卻用「Rhapsody of the seas」

（海洋迎風）輪的前述不完整資料，也就是說，用後者較小的主機馬力來應付前者較大船身的受力，由於一路APPROACH、再進而轉向進入基隆防波堤入口，轉向角度溫和，尚不致於在入口前、後時段，遭遇完全橫風壓，故意高估外力下，概略算出，不逾越100出力噸，而套用（海洋迎風）輪之Maneuvering harbor speed 之full ahead 概

略算，足有200出力噸，可見以較小之馬力都足以應付外力，更何況 Thruster：Bow x 2、Stern x 1 各2380Hps（1750Kw）、Max. thruster speed 6 knots，其總馬力尚未計入使用，而總噸位115,875豪華郵輪「藍寶石公主」當然也有同樣 Thruster：Bow x 2、Stern x 1且必然是較大的出力，本案例分析結論不排除是：前言中提到，「96年11月27日英國籍巨型豪華郵輪「藍寶石公主」輪由香港駛抵基隆，該船總噸位115,875、船身長290公尺、寬50公尺、吃水8.6公尺，載有旅客2600多名，遇港外風高浪急，擔心船身龐大抵不過強風巨浪出意外，猶豫兩個小時，直到上午九時放棄進港，改往日本港口」應予修正為，當時35節強風巨浪下，以該輪所配置之主機馬力，足能自行安全進港，縱然帶些許逾越6 節航速衝進港，光憑倒俥力於內港轉角處煞住前衝，其實說穿了，在人類脆弱的感官情緒下，面對港外風高浪急，個人匹夫之勇擋不住，惟賴數據提供信心，當然要檢驗上述概算之精確度，以「Rhapsody of the seas」（海洋迎風）郵輪為例，該輪資料crash stop distance 2194公尺（1.18NM），而經概算其倒俥力121出力噸，對照crash stop distance（1.18NM）則為1.24浬，誤差約不足半個船長，應屬可接受。對一位來自海上強權的英國典型標

竿，五星級豪華郵輪代表人物，尚是如此，難免令人有一葉知秋的質疑，如果沒有其他正當理由的話，從而非常諷刺的，似乎有理由相信，船廠提供的一些相關完工藍圖，也就不排除從接船起到該輪壽終正寢止，似乎從未翻閱過，除非遇船舶必要檢修，工程師參考時才抽閱參考偶一為之，卻也只限於船體結構之參考。

玖、結語

憶昔就讀省立海洋學院時，有幸啓蒙受教於眾恩師，師恩難忘！千里之行，始於足下，記得當年修習船藝學時，其中船舶操縱乙章內容固然精彩，惟個人對於英國人所編寫的各種客觀繫泊要求下之如何操縱等等之敘述方法，深感疑惑不解，畢業後踏入實務界，實務接觸得愈多再加上廣泛涉獵所謂海運先進的西方強權等著作暨日本相關書籍，當然也少不了閱讀國內知名前輩及學者之大作，不但未能去除求學時的疑慮，深思自問下，反而愈加覺得，似乎難謂當年針對海運先進權威著作質疑之無正當性，事實上，不無可依理論數據加以進一步檢討之可能，蓋該等著作實不無遭有識者質疑，畢竟似乎太缺乏數據說服力！，或者換另種方式說吧，似乎也可以說，這門學科其中一塊理論數據論述，至今未見補強過，例如，如何操縱等各種模式之必要先決數據條件，也就是說，如此才能完成各種操

縱模式大前提，「數理說服力」之科學論證，這同時也說明了任何一位國內外引水人瀏覽Pilot Card,固然是法規範所約束，但是就法律實效面而言,似乎難謂有任何積極意義,因為根本無法由簡單的簡介數據，就判斷解算出所要操縱的船的動力數據，除了特殊例外情形外,一般引水人似乎看都不必看，還不是照樣下著各段Maneuvering speed的指令和舵角，再大噸位的船，還不是操縱得順手極了，不必然需要刻意比較其中異同，只是有可能知其然而不知其所以然，為什麼完全不同的船舶動力參數，就可以用制式化的所謂「dead slow、slow、half、full」一語帶過呢？噸位本來就各有不同，Maneuvering speed 各段速，各船多少略有差異，各有不同之轉數及其相異之馬力，很難否定這其中似乎存在某個有待探討的理論論述，值得進一步探討，果如此，則前述教科書所提出各種模式之解說說服力，才有了完整的正當性。



Westfalia Separator OSD-60 燃油淨油機之作動原理概論

◎ 何 耀 宗

壹、燃油淨油系統之示意圖如下圖1所示,其操作順序為:

- 一、開啓一號燃油淨油機燃油管路系統等相關閥盤。
- 二、啓動一號燃油淨油機與一號淨油

機供油泵。

- 三、開啓7K蒸氣加熱管路系統等閥並調整燃油加熱器加熱溫度至98℃。

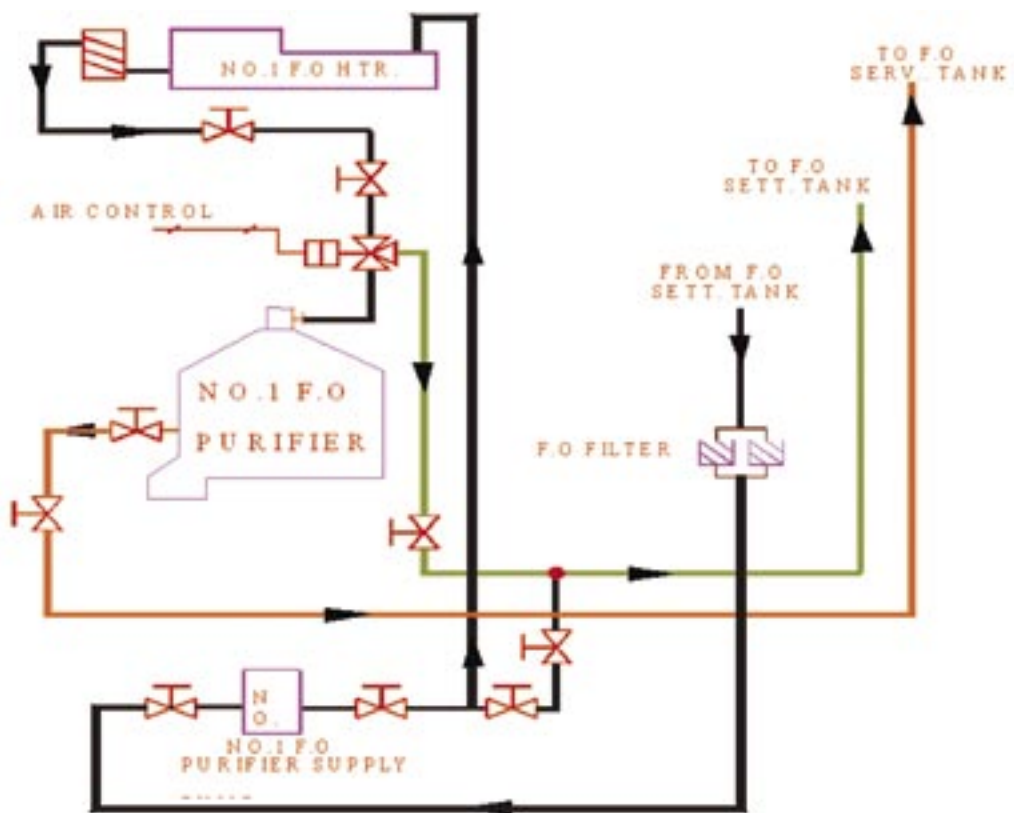


圖1 一號燃油淨油機系統圖

- 四、開啓一號淨油機SLUDGE DISCHARGE VALVE與供水閥。
- 五、待一號燃油淨油機啓動603秒後,按下一號淨油機控制器面板“PROGRAM 1”鍵,開始進行

淨油程式,其程式內T00~T41 TIMER之設定值如表1所示。

- 六、依主機轉速耗油量來調整燃油淨油機之燃油進口流量與出口壓力2 MPa。

表1 Westfalia Separator OSD-60, 35, 18, 6型等控制器內部TIMER之設定值

NO.	FUNCTION	OSD-60型	OSD-6型	OSD-18型	OSD-35型
T00	Partial-Ejection	3	2	2	3
T01	Displacement	75	5	8	40
T02	Filling	0	0	10	50
T03	Waiting-Start	10	10	10	10
T04	Total-Ejection	4	2	2	4
T05	Speed reconvery tot.	25	25	25	25
T06	Closing-impuls	0.10	0.08	0.10	.010
T07	Alarm-delay	20	20	20	20
T08	Waiting after Dis.	10	10	10	10
T09	Waiting after Fill	10	10	10	10
T10	Separator starting	600	240	240	480
T11	Alarm-bridging	30	30	30	30
T12	Wait aft.1 ejection	10	10	10	10
T13	Speed recovery part.	10	10	10	10
T14	Break closing impul.	600	600	600	600
T15	Circulation-Closed	60	60	60	60
T16	Circulation-Opened	15	15	15	15
T17	System check WMS/SMS	1	1	1	1
T18	LSHH-sludge tank	10	10	10	10
T19	Water imp. By start	3	3	3	3
T20	Separation	6000	7200	6600	7200
T21	Min. Separation	60	60	60	60
T22	High water	180	180	180	180
T23	Feed pump-delay	900	900	900	900
T24	Sludge pump-delay	10	10	10	10
T25	Vibro.1	180	180	180	180
T26	Vibro.2 safety water	16	2	9	6
T27	SMS-PSL-delay	20	20	20	20
T28	Ejection-monitoring	4	3	4	3
T29	Brake for separator	300	300	300	300
T30	Break cooling water	600	600	600	600
T31	Cooling water	5	5	5	5
T32	WMS-mode	1800	1800	1800	1800
T33	SMS-mode	30	30	30	30
T34	Oil-pressure-delay	10	10	10	40
T35	Water-seal-broken	300	300	60	60
T36	Filling SMS	1	1	1	1
T37	SMS-waiting	3	3	3	3
T38	WMS-sensor-flushing	60	60	60	60
T39	Separator off	180	180	180	180
T40	Cu-sludge pump operation	120	120	120	120
T41	Cu-sludge pump break	600	600	600	600

貳、淨油機控制作動流程說明

一、淨油機之啟動：

由圖2所示，當Westfalia Separator OSD-60型之淨油機驅動馬達被啟動時，控制器(Controller)之程式T10 (600秒)亦同時被啟動開始計時，建立淨油機之轉速，當T10計時於第600秒時，T19 (3秒)即開始啟動，此時操作水電磁閥打開3秒，使操作水進入closing chamber內部空間將sliding piston推起頂住，淨油機啟動程序已建立完成，控制器銀幕上顯示Redy Recirculation，等待輪機員下一步指令。

二、淨油程式之啟動：

按下控制器PROGRAM 1，淨油程式開始啟動，程式會依序執行8個動作，其順序及執行時間如圖3所示！而當控制器螢幕顯示Feedvalve open時，污油會由圖2之1處進入淨油機內部，由於離心力的關係，使得比重較重的污物、沙粒被甩至圖2之15處，而乾淨的燃油則由中心被導出至圖2之2出口處，另外一小部份乾淨的燃油會被引入水份檢測器之管道中【圖2之9處】，如檢測器測出油中水份過高時，電磁閥【圖2之8】處則會開啓排出含水量高的燃油或水；如燃油中水份合於標準，則被檢測後之燃油會從電磁閥【圖2之7處】經過20處循環回淨

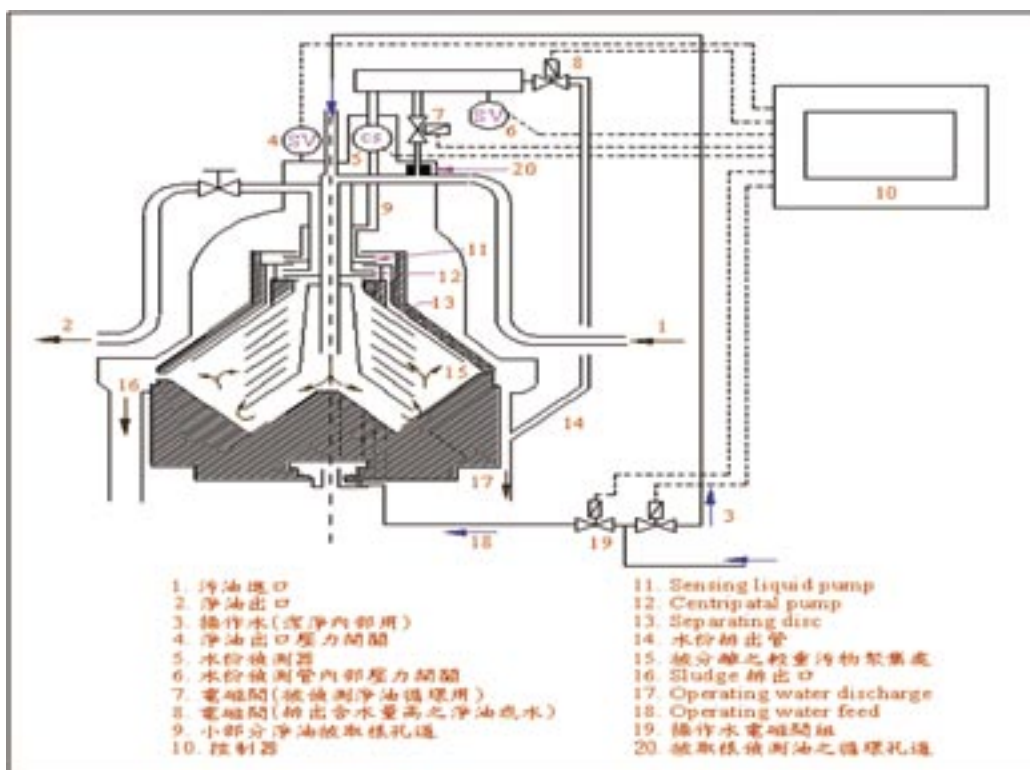


圖2 燃油淨油機內部之淨油剖面情況

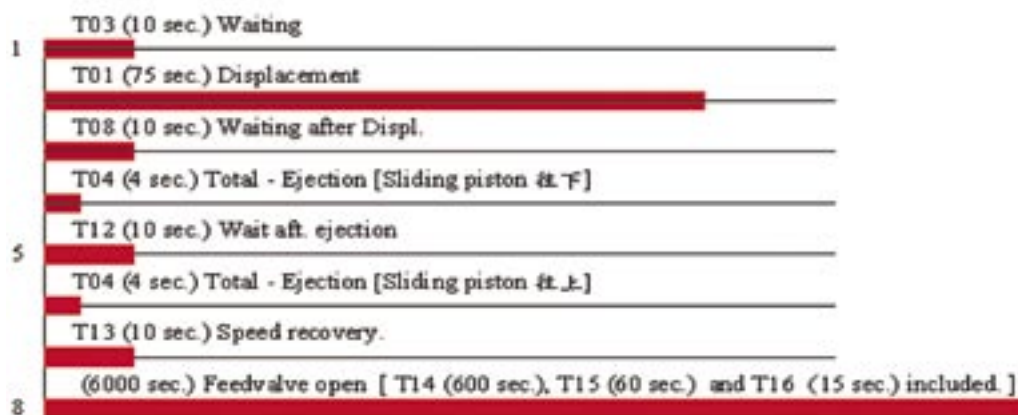


圖3 程式順序動作示意圖

油機內部之盤堆中，如此一直循環檢測，直到6000秒結束以後，程式再自動執行沖洗淨油機內部，進入下一次新的程式循環【如圖3所示】。

三、淨油機與淨油程式之停止：

按下控制器面板PROGRAM 0之後，程式將依序執行如圖4所示之程式！待執行至第14個動作時，淨油機呈現空轉狀態，Controller面板螢幕顯示Redy Recirculation，待輪機員做下一步之指令操作，如欲停止淨油機，只需關掉淨油機馬達電源、燃油加熱蒸汽閥、Sludge Discharge valve等閥即可。

四、操作控制管理結論：

如要全盤掌控Westfalia淨油機之操作、維護與管理，除了須熟悉整台淨油機各組件的拆拆裝裝之外，還需要了解Controller中各個偵測元件

數位及類比的信號輸入與信號輸出目前所顯示0或1的項目有哪些【如表2所示】？而如表1所示之Timer設定值，其設定值的意義為設定各控制作動元件被控制、偵測或作動的時間，控制著電磁閥的開啓與關閉的時間、作動失效延遲後之警報信號等等，如輪機員對Westfalia淨油機之管理已有一定程度之熟悉之後，將發現其Westfalia原廠宣稱擁有水份自動偵測的功能，確實是誇大不實了些！還是得依賴輪機員手動來設定Controller的Timer進而來進行設定各電磁閥開與關的時間與順序，然後才能有效的進行含水量偵測！而其設定時間將也影響著實際的燃油淨油量與燃油中的水份含量，輪機員不妨親自試試，如變更與原廠不同的設定時間將造成事後不同的燃油淨油結果，

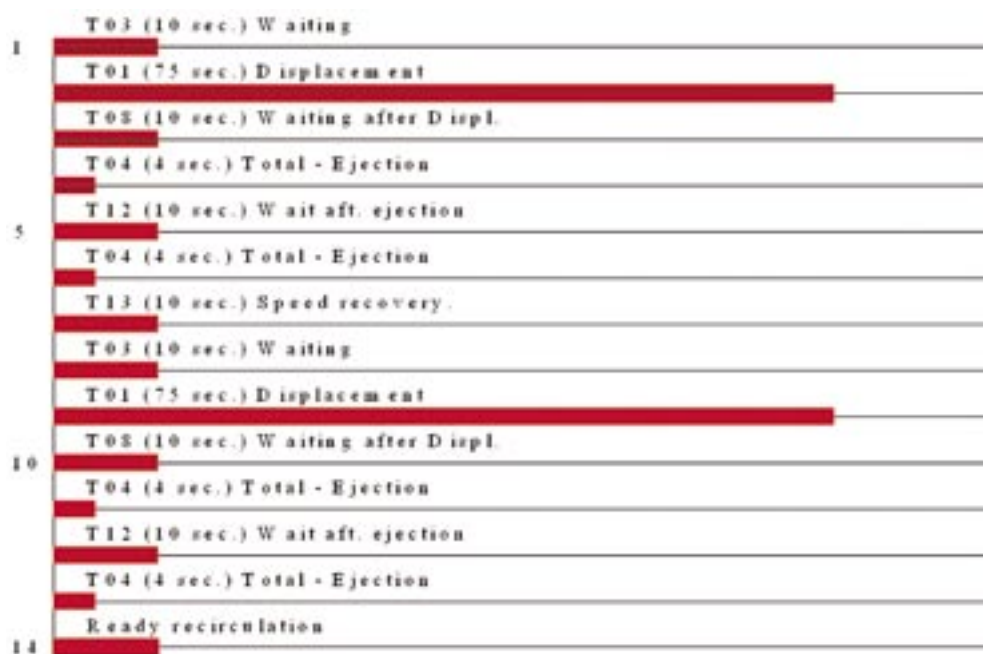


圖4 淨油程式停止順序動作示意圖

表2 淨油機控制器之信號顯示狀態表

項 目	淨油機程式啟動狀態	淨油機程式停止狀態
Digital Input List 有電項目 (有電為1，沒電為0)		
0.0 Separator on	1	0
0.2 Oil-outlet PSL	1	0
0.3 Oil-outlet PSH	1	1
0.4 Water outlet PSH	1	1
0.6 SMS-PSL	1	1
0.7 LSHH-sludgetank	1	1
1.6 Vibro - stage 1	1	1
1.7 Vibro - stage 2	1	1
Digital Output List 有電項目 (有電為1，沒電為0)		
0.0 Feed valve	1	0
0.7 Common alarm	1	1
1.7 Steam valve closed	1	1

此舉將也使您對Westfalia淨油機的控制系統有更近一步的認識了解，對於日後處理Westfalia淨油機的故障便更能得心應手。

參、淨油機內部Sliding piston與Annular piston之作動情況：

當淨油機轉速已建立後，且在淨油行程或是排渣行程時，其內部只有兩個部份會移動，一為圖5-1的Sliding piston，另一個則是Annular piston，這兩個部分都是因為程式T04的作動，致使操作水電磁閥打開4秒鐘，使水從底部噴入，而強大的離心力致使水經過底部藍色管道【如圖5-1所示】而往上進入Closing chamber，當水充滿了Closing chamber時，Sliding piston則被強大的力量頂起，同時Annular piston也被壓住，此時淨油

機內部是呈現密封的運轉狀態，而此兩個部份的方形橡皮密封環也扮演極為重要的角色【如圖5-1之4個黑色方形處】，如Sliding piston方形橡皮密封環表面有損傷的話，則會導致淨油行程時會持續跑水(水封水)跑油，待壓力開關【如圖2之4】感測壓力低於2Mpa持續十秒時，則Controller作動警報！致使淨油機之燃油三向淨油閥改為循環回燃油沉澱櫃而停止燃油進入淨油機內；如Annular piston方形橡皮密封環表面有損傷的話，亦會導致淨油行程時，持續的跑水【圖5-1之Closing chamber內部的操作水】，當Closing chamber內部因跑水而無法頂住Sliding piston時，則Sliding piston也會持續下降，此時Sliding piston內部也因密封不良的跑油而壓力持續下降，壓力開關偵測壓力不足2Mpa達十秒後，則Controller作動警報！

當T04再次作動時，操作水電磁閥打開4秒鐘，使水從底部噴入，因藍色管路中已充滿了水，故此4秒的水因強大的離心力作用，使水經過底部綠色虛線管道【如圖5-2所示】而往上進入Annular piston下方之空間，並將Annular piston向上頂起，當Annular piston被向上頂起之瞬間，Closing chamber內部的操作水會由它的排水孔【如圖5-2所示】排出，Annular piston之作動

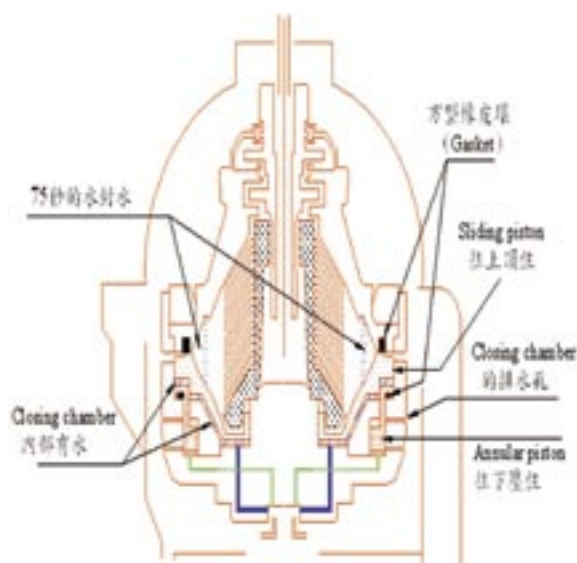


圖5-1 Sliding piston與Annular piston之作動圖—內部密封淨油

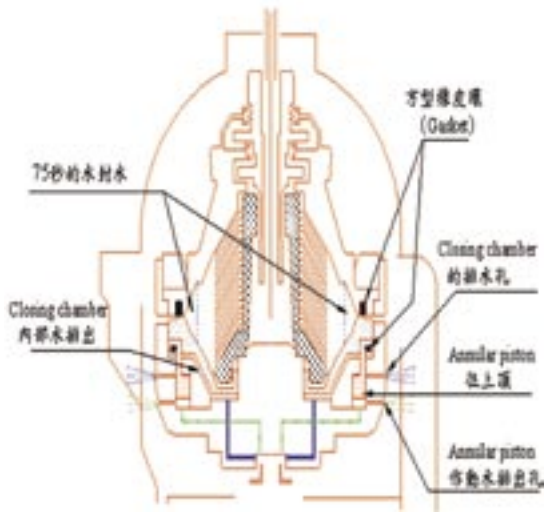


圖5-2 Sliding piston與Annular piston之作動圖—內部開放排水

水將Annular piston向上頂起後，也瞬間從它的排出孔【如圖5-2所示】排出，最後致使Sliding piston與Annular piston一起降下，使Sliding piston上部空間因被開放而達到污水污油(Discharge Sludge)被排出的目的、洩壓的目的【如圖5-3所示】，如對Westfalia淨油機內部作動也完全了解，對於日後的故障排除會有相當大的幫助！其實內部各個Bowl的橡皮環扮演極重要的角色，如有相關重要的橡皮環損壞，都會影響密封的功能、Sliding piston與Annular piston滑動的功能，故在拆洗淨油機時儘可能將原來的橡皮Gasket都換掉，以確保淨油機運轉的最佳情況，近來有許多公司由於德

國製的Gasket太貴，所以尋求台灣的一些製造商研發製造一樣的東西，但台製的Gasket在使用上仍然極不穩定，常使淨油機有跑油、跑水或Gasket斷裂卡住等現象，故使得現場管理淨油機的輪機員十分頭痛！使用後沒多久就開始常常叫警報，由於Gasket牽涉到材質強度、受熱後的膨脹、精密尺寸等許多問題，所以期望台灣製造商能尋求學術界，利用CAD與CAE技術來找出如何仿製德國品之捷徑，另外德國人懂得如此的利用水與離心力的力量來作動Sliding piston與Annular piston，實在令人感到佩服！也期望未來國內的學術界及產業界亦可利用此種方式來設計如何可靠地作動一些機械行為，與凸輪、齒輪等相比較，亦是一種可靠的傳動方法之一。

(作者現任職於長榮海運擔任資深管輪)

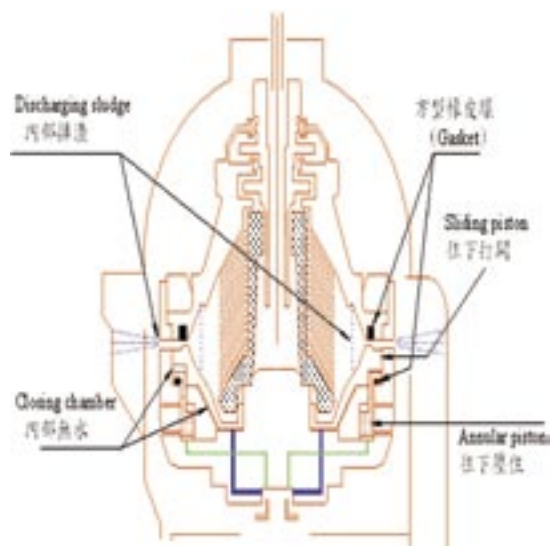


圖5-3 Sliding piston與Annular piston下降--內部開放排渣