

半潛舉式重載船

(Semi-submersible heavy lift ship)

(簡稱半潛船或半潛駁)

的裝載作業介紹及其風險點的認識

游 健 榮

一、前言

半潛船的前身是以駁船船身潛入水中再經上浮程序用以承載超大件貨，再經由拖船拖往目的港以達到海洋運輸目的；目前還有人沿襲這概念稱這種船型為『半潛駁』，她擁有非常特殊的船身造型，其船首與船尾部分看似一般的貨輪，但船身中段部分卻是一個甲板高度非常接近水線的巨大裝貨平台，這平台在必要時可以沒入水中以便利貨件的浮動裝卸。爾後再度浮出水面將貨件予以繫固後以正常吃水狀態航行的一種自航式船型。其主甲板內部設有很多壓水艙，裝卸作業時的下潛或上浮則全靠打入或排出壓載水來完成其裝卸程序。



圖為藍色馬林魚號，將在 2000 年 10 月 12 日於葉門亞丁港內遭蓋達組織以自殺小艇衝撞攻擊，而致水線附近受損進水無法自力航行的柯爾號載回美國本土，以進行維修。

隨著深海資源開發的大舉開展，大量的石油鑽井平台和配套的生活工作船不斷的投入建造和使用與調度，這些特超重、超大且不可分割的海上巨無霸浮具，帶動了半潛船的生機與發展。

另一方面，人面對海洋資源的開發，也帶動著海洋工程的裝備越來越大型化方向發展，對半潛船的自身的尺度、載重量和功能提出了更高的要求。同時業者考慮到市場的起伏，滿足市場的需求，對半潛船的多功能性要求也慢慢萌出市場。

二、經營業者

目前世界上的半潛船業者有主要四家，處於壟斷現象，這四家是：荷蘭的 DOCKWISE、荷蘭的 FAIRSTAR、挪威的 OCEAN HEAVYLIFT(OHT)和大陸的廣州

中遠航運(廣遠)。排列首名的 DOCKWISE 成立於 1994 年，是目前占據最大的多用途重型運輸公司，有各類半潛船共計 25 艘，載重噸合計 98,300。其中五艘為運送豪華遊艇專用，六艘由油輪改裝 (T 系列)，九艘為開放式甲板，平均船齡為 22 年。其中船齡超過 20 年的有 19 艘，多數將在 10 年內除役。

挪威 OCEAN HEAVYLIFT(OHT) 現有半潛船四艘，全部經油輪改裝而來，載重共計 17,300 萬噸，平均船齡 23 年。最年輕的一艘 HAWK 輪於 2008 年 10 月改造成功下水使用。

荷蘭的 FAIRSTAR 成立於 2005 年 7 月，總部位於鹿特丹。該公司將兩艘半潛駁船改造成有自航能力的半潛船。其中 "FJORD" 號船齡八年，載重 25,000 噸，於 2008 年改造完工下水使用。

半潛船的業者幾乎集中在歐洲地區，除了上述兩家外，其他潛在的競爭對手主要是挪威的 SEAMETRIC、荷蘭的 ROLLDOCK、COMBI-LIFT 三家。其中挪威 SESMETRIC 投資近八千萬美元在中國建造兩艘 35,000 噸級的半潛運輸船。荷蘭 ROLLDOK 也訂造了 8 艘 83,000DWT 和 4

艘 10,000DWT 的半潛式重件運輸船，首艘已在 2009 年交船。COMBI-LIFT 也不甘示弱的訂造了 4 艘 11,000DWT 的半潛船，目前已下水 2 艘進入市場營運。

在亞洲除了中遠航運外，另一個後起之秀是以製造港口起重機械的振華港機集團。

1998 年以前，DOCKWISE 的半潛船幾乎壟斷了全球港口機械的遠洋運輸，振華集團出口的港口機械的運輸均得花費巨額運費運至世界各地，運價既貴，船期又無法掌控，還屢屢加價，逼得振華集團一口氣建造了 22 艘載重噸六萬噸的港機專用運輸船，將 DOCKWISE 擠出港口機械的運輸市場外。而振華港機集團在近幾年也結合中國大陸中央相關企業開始迅速進入半潛船國際運輸市場，目前改建的半潛船有四艘。而 DOCKWISE 則抓住深海油田開發的機會，將其半潛船業務轉移到鑽油平台的市場。2006 年，墨西哥灣受到兩場風暴損毀的 113 個鑽油平台多數需送到亞洲地區的船廠修復，一方面又搭著上述深海油田的開採趨勢，因而大型平台的海上運輸迅速增長，促使半潛船業務進入繁榮期。



Dockwise Vanguard

BLUE MARLIN

Characteristics

DOCKWISE 網路上船型介紹

荷蘭 DOCKWISE 公司旗下的 M.V.BLUE MARLIN(藍色馬林魚號)半潛船(參見上圖及表格)係由中船高雄廠承造，於 1999 年 4 月 8 日安放龍骨，12 月 23 日完工，2000 年 4 月 25 日完工，船長 217 米，寬 42 米，吃水 10 米，無遮蔽裝貨甲板 178.2 米，可裝貨面積 7,215 平方米，載重噸 51,000 噸，航速 14.5 節，2004 年在韓國蔚山現代尾浦造船廠改造，將船身增長為 224.8 米，船寬增寬為 63.1 米，型身 13.3 米，裝貨甲板面積 178.2 x 63.0 = 11,226.6 平方米，噸位增加為 76,061 噸(摘自 DOCKWISE 網站)，

在改裝該半潛式甲板重貨運輸船前，Dockwise Shipping b.v. 很嚴謹地委託著名的荷蘭海事研究機構 Marine Research Institute Netherlands(MARIN)，為 M. V. Blue Marlin 號進行兩系列之模型試驗，其

重點為：

1. 系統化分析 M.V.Blue Marlin，在各種負荷與海況下之船舶運動狀況。
2. 進行甲板重貨運載及裝卸有關的系列分析，測試各種可能發生之狀況；如，鑽井平臺將移置到船上時，可能發生之平臺結構體與甲板接觸瞬間，所發生碰撞力道之問題；平臺結構體固定於甲板上時，固定部位結構組件所將承受之力量；平臺在甲板上移動之情況... 等等。

該船是目前世界最大的半潛船。該半潛船的特色為：

1. 可裝載單件重達 7.6 萬噸之裝備或結構體，
2. 無遮攔甲板裝貨空間約達 11,227 平方米，可裝載長度在 178 米以下，寬度幾乎實質上不受限制的物件。



藍色馬林魚號於墨西哥灣內進行海基 X 波段雷達的裝載工程



中遠半潛船泰安口輪

三、裝載程序

半潛船每次的裝載係藉由壓載水的打

入、排出，使裝貨主甲板下潛或上浮水面的程序，在這之前，依主甲板所載物件的不同結構曲線，排列墩體，當浮載體定位在墩體後，再在事前所設計好的部位加焊鋼質檔板，以防滑動或傾覆；由於其所乘載的物件都是超重、超寬、超高的巨無霸，尤其是超高，使船舶重心大大提高，對上述兩個作業過程中都會造成巨大的影響（對船舶穩度方面），因此，在裝載前船公司都必須在裝載前經過裝有專屬軟體的電腦精密運算。

裝載前船東的運務操作門，必須事先擬出詳盡的 Transportation Manual 簡稱 (T/M)，其內容至少包括下列幾項：

1. Instruction
2. Transportation Guidelines
3. Vessel and Cargo ship Details
4. Route and Met ocean Data
5. Stability and Longitudinal Strength Analysis
6. Vessel Motions and Accelerations

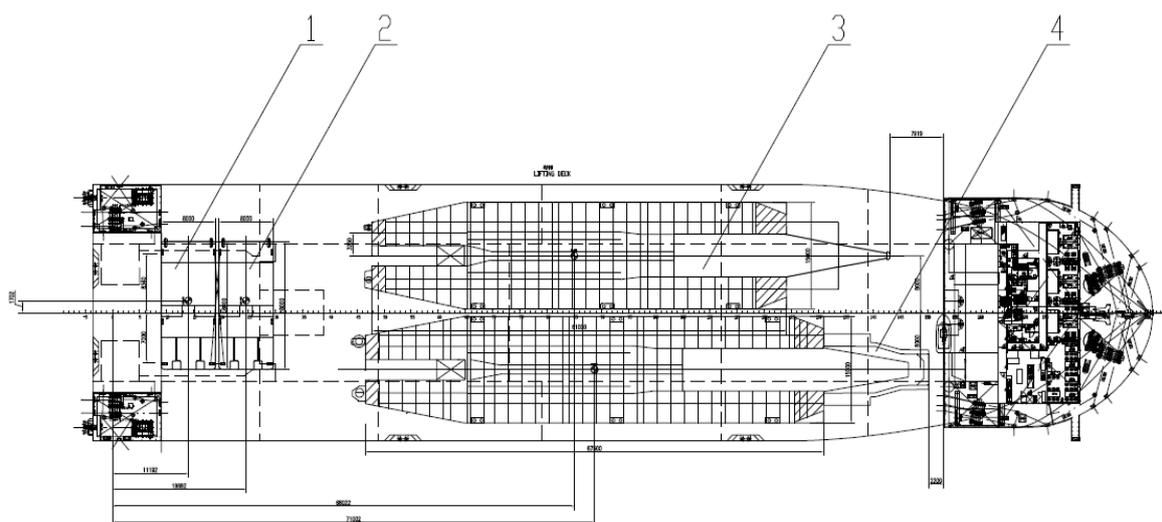
7. Cribbing and Sea-fastening for Cargo Ship

8. Loading Procedure/Sequence

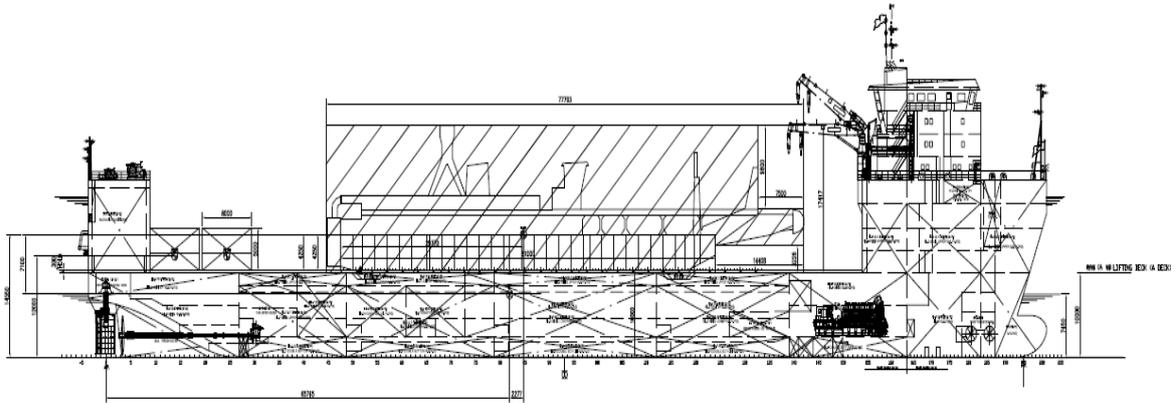
9. Discharge Procedure

公司擬好計劃後，須先交付承載該航次船的船長確認後，再交付貨方確認無誤後始可進行裝載步驟。

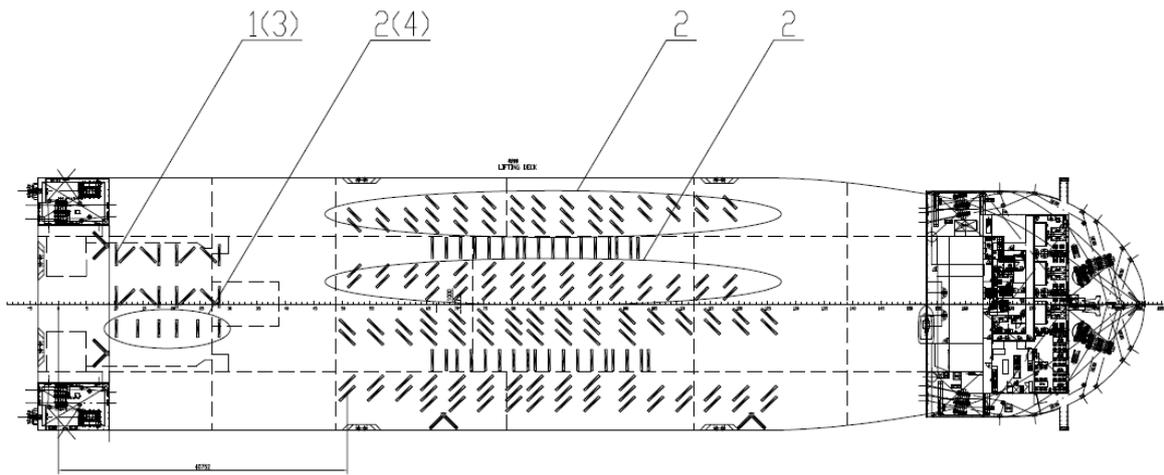
下面所舉的範例圖示，是筆者今年三月實際參予半潛船裝載公證的實例，是將四艘絞吸式挖泥工作船先以浮載方式拉到半潛船預定墩體的位置上方，挨排出壓艙水後，慢慢使貨件確實座落在墩體上，再做鋼質檔板焊接工序，使四艘工作船能穩穩座落在半潛船主甲板的墩體上；該母船自印度東岸港口裝完後經麻六甲水道航向國內高雄港，本範例的操作係在港內操作，因貨件高度不是很高，水域環境單純，裝載時相較簡單與安全，但若是遇上高聳的鑽油平台裝載及在港外寬闊水域操作，其困難度就可能加大許多。



配載範例：四艘挖泥工作船的配載



配載範例：側面圖



船墩鋪置圖(一定要依貨主提供的藍圖鋪置)

Notes:
1. All material shall be Q2

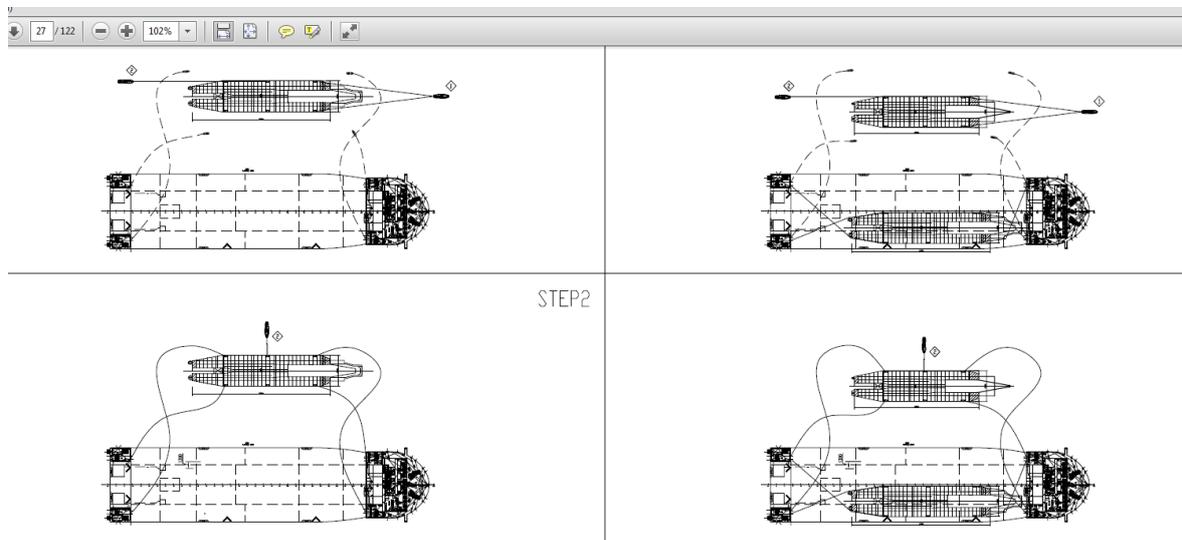
STOPPER 1500mm

STOPPER 750mm

DELTA FRAME

STONG BOX

各式擋板鋼材結構範例



裝載次序範例

這類的裝載，除了須事前利用專業電腦規劃計算以求出各種穩度資料外，最後就是跟一般的大件貨裝載一樣，以良好的綁紮繫固作業為保障船貨安全的最終手段。

四、裝載風險

誠如前面所言，半潛船裝卸貨物須經歷下潛及上浮的過程，在此過程中，周圍水域情況的變化，都會直接或間接影響作業的安全，諸如周圍湧浪高低/流向/流速、水深、風向/速及航行船舶的航行激浪，尤其是後者，會對半潛船或其所運輸的漂浮性貨物造成橫搖的影響，造成船貨間相互撞擊的損害現象。

半潛船作業水域的水深必須考量該航次的計劃水呎配合，上述案例水深要求達18米。

除水深外，海底情況需注意無沈船、礁石等障礙物，並隨時注意潮汐的預報，

以及實施作業時段內需注意周圍船舶的航行所造成的航行激浪對作業船體的不利影響。

在半潛船作業過程中，船方、貨主、保險公司、以及港務管理部門考慮到裝卸程序的特殊性和安全性，以及下潛，上浮作業時對外界水域環境具有較高的要求，通常會劃定專業作業區，並限制裝卸點附近周邊水域的航行船舶的速度及距離。

中國大陸大連海事大學蘇晨、謝心連兩位學者曾就「半潛船裝卸過程中周邊水域限航範圍估算」做了專題研究，茲摘錄如下：

為便於深入且準確地研究航行波浪對半潛船裝卸作業的影響，將該作業程序分為五個階段；以裝卸為例，

第一階段是將船舶空載到達預定裝貨點，並事前佈好墩體、導樁等，做好裝貨準備；

第二階段是船舶打入壓艙水下潛到預定的吃水深度，做好浮裝準備；

第三階段是在拖輪的協助下，由半潛船遞出纜繩將漂浮的貨件拖曳到半潛船裝載甲板上方，通過定位樁(GUIDE POST)準確定位，並由收緊的纜繩將貨件初步固定在主甲板預先鋪設的墩體上方。

第四個階段是排出壓艙水，使船舶上浮到計劃的裝載吃水線，讓貨物準確坐落在墩體上；

第五個階段是讓船體繼續上浮到計劃的吃水線後，進行綁紮繫固作業程序，直至繫固完畢，做好航行準備為止。

在這五個階段中，航行波浪對第一、第二階段的影響一般不會涉及安全問題；第三階段過強的航行激浪除對下潛的船有一定影響之外，其主要影響也是對尚處在漂浮狀態下的貨件，造成貨件的搖擺，使定位困難，嚴重時也可致使貨件與預先安裝在主甲板的定位樁、支撐墩體貨船體發生碰撞、摩擦，導致作業失敗或貨損；如果貨件的穩性不足，還可能導致飄浮貨件的傾覆；第四階段船舶載貨上浮過程中因穩性下降，特別是當甲板浮出水面後，航行激浪對船體的擾動力增加，此時航行激浪的衝擊有可能會使半潛船失去既有穩性，也可能因船舶搖擺而導致貨件在甲板上產生位移，進一步導致船舶失去穩性；第五階段在綁紮繫固過程中，也有可能出現類似第四階段產生的問題，因此半潛船裝卸過程中的第三到第五階段是半潛船裝卸時的高風險時間段。

因此，總結兩位學者的理論測算結

果，在此建議：當實施半潛船裝卸作業時，周遭的船舶直線距離限定在 500m 以上，航行速度在 15 節以下較為安全。

五、軍事上用途

半潛船變身大規模登陸利器，美國海軍即將出現的“機動登陸平臺”(MLP-Mobil Landing Platform)

美軍在全球各緊張海域部署有大量的海上預備艦，它們具有強大的滾裝能力，可及時將重型武器裝備和作戰物資輸送到位，與遠道而來的空運人員結合，很快形成戰鬥力，大大提高兵力投送到戰場的速度。海上預備艦的運力非常強大，可是本身卻不能像船塢登陸艦和兩棲攻擊艦那樣，用於直接執行由艦到岸的登陸戰。於是海上預備艦的登陸介面——“機動登陸平臺”(MLP)艦就應運而生了。見下圖說明



電腦 MLP 構想模擬圖



改建中的 MLP



演習中的氣墊船下水作業

參考資料：

1. DOCKWISE 網 站
<http://www.dockwise.com/page/fleet.html>
2. 大連海事大學綜合運輸研究所網站
http://iti.dlmu.edu.cn/channel_thesis_content.asp?id=106003002
3. 台北海事公司-內部訓練教材 No.41

本文作者 /
台北海事檢定 海事公證人

