



中華海運研究協會

船舶與海運 通訊

SHIP & SHIPPING NEWSLETTER

第三十三期 Issue No. 33

2006年9月12日

理事長：林光

總編輯：楊仲范

執行編輯：葉耀澎

地址：台北市林森北路372號405室

電話：02-25517540

傳真：02-25653003

網址：<http://www.cmri.org.tw>

電子郵件：publisher@cmri.org.tw

《船舶與海運通訊》徵稿

1. 【海運專論】係針對當前之熱門話題，以短文方式（字數以1500字為限）提供經驗交流之評論及建言以契合時事之脈動。
2. 【專題報導】係針對當前國內外海運相關資訊從研究心得、實務操作、及資料蒐整分析角度加以深入報導，以提供讀者獲取最新海運相關動態與新知。
3. 歡迎所有海運相關之產、官、學界之個人或團體提供資訊、文稿及建言。
4. 《船舶與海運通訊》將以不定期方式出刊，並以E-mail方式寄送有需要的會員及相關單位，或請至本會網站自行下載。如需本會E-mail者請逕洽本會陳小姐，電話：02-25517540分機9。
5. 欲訂閱紙本之讀者，將酌收紙張印刷及郵費每年新台幣500元（含國內郵費）。請利用郵政劃撥01535338帳號訂閱。

目 錄

海運專論	2
港口國際物流發展方向.....	2
本會會訊	3
海運市場動態報導	4
貨櫃運輸動態報導.....	4
油輪市場動態報導.....	11
國際散裝乾貨船海運市場行情分析.....	13
專題報導	18
板片式熱交換器.....	18

港口國際物流發展方向

張雅富¹

依據行政院經建會 2000 年的規劃，由政府層面發展並推動台灣成為全球運籌管理中心，而其具體作法即在於協助企業進行跨區域性之資源整合，從產品設計、製造、組裝、庫存到配送等一貫流程，得藉由簡化商流、物流、資訊流及金流等作業，以冀望在國內從事物流管理之企業，能夠達到及時又準確將貨物交與鄰近各國客戶之優勢地位。

由於供應鏈管理(Supply Chain Management, SCM)或全球運籌管理(Global Logistics Management, GLM)乃是近年來在國際企業中，新興起的一種新經營概念。而其概念主要是透過物流、資訊流、商流及金流的整合，來將產品的訂購、製造、銷售、運送與存貨管理作最佳的組合，並藉此使全球化企業營運的整體物流總成本(Total Logistics Cost)降至最低。

藉由探討國際港航的發展趨勢，將可發現當今之運送人其對港口服務的需求條件，與以往已有很大之差異。事實上，航商藉由更多的直達航線和航次，以減少母船的彎靠港口時間；並為節省營運成本、擴大服務貨主，而將不同區域集貨船航線相連接構成服務網，以減少幹線母船靠泊港口數量。簡言之，運送人對貨主要求快速直達的運送服務，將可透過改變市場作業的策略，來提供全套的加值運輸服務(例如國際物流)。相對的，航商對彎靠港口的要求，也將因航線屬性及其作業安排的考量而有所不同。

而近年興起的全球化經濟整合及國際間分工趨勢，是以全世界為範圍做為供應鏈管理的一部份，可由三個字來總結表示：合作、整合、資訊。不是合作就是價格競爭，這源於 19 世紀中期船東的航運同盟組織(Liner conference system)出現。這套方式現今航運市場已不適用了，這方式的聯合訂價模式在現在是不被接受的。但這套方式有許多特色，可運用在供應鏈管理。例如為了迎合貨主、受貨人(或上游和下游廠商)的需求，它有著管制航線及船隊運量規模容量和數量的機制。這套方式是為了確保它所屬的會員船公司整體權益，它盡力和特定貨主保持良好的合作關係，滿足貨主的需求，而不是個別船公司的利益。它們藉著滿足個別特殊化需求及航線開關，並顯示它們的彈性化和對客戶量身訂做。

而整合是一種觀念，由船公司在 1950~1960 年就引進單位包裝化和貨櫃化作業的觀念。一開始是稱為直達式運輸或戶對戶運輸，直到近來才被稱為整合型運輸，許多船公司全力合併相關運輸與物流作業和市場區隔化以達到資本集中。同時，它們也開始涉入包含上游和下游廠商的作業，例如公路或鐵路運輸業、承攬業、貨櫃出租、港口營運業。雖然

¹高雄港務局港埠發展科科长

航運同盟在傳統方式已消失了，但有許多特點仍表現在船公司的彼此合作上，例如船公司的聯營服務。

資訊是整合的關鍵，近幾十年來這也是國際貨櫃運輸服務的特色。若沒有資訊科技的改善就沒有辦法達成現有這些這一系列的服務。今日電子資料交換(EDI)的科技，已廣泛應用在供應鏈管理中的各產業活動中，而新的資訊科技仍會持續出現。貨櫃運輸和國際貿易已不再是唯一的管理重點，因為其中的作業仍會隨著裝箱、堆疊、儲存、貨櫃追蹤...等伴隨的大量資訊而需要加以管理。

就港口的使用者—航商而言，國外學者 2001 年曾在對全球的前二十大貨櫃航商的調查發現，航商為避免價格競爭與提供託運人增值服務，也開始提供倉儲、訂單管理、存貨管理、包裝及供應鏈管理等。因此當航商日益增加此項國際物流的功能時，也會要求其所使用的港口提供促進國際物流發展的設施與輔助功能，例如港口通關網路與資訊系統。

而全球化貿易的觀念打破了以往一般的思維模式，並將其轉化至交易實務中。它由不同事件可概括地表現出其特點：競爭不如合作、中央集權式大量生產不如彈性的分工，以及對距離和時間的壓縮。藉由定義像是生產者、零售商、消費者....等之間的關係及在他們之間的資訊及原物料流的流動，網路關係不管在概念及實體上，在全球化的過程扮演了關鍵性的角色。因此，船舶、港口、運輸及物流成爲全球供應鏈作業過程的核心。

中華民國港埠協會(2005)亦指出，港埠服務自物流提供增值型服務，從而獲得交互作用之效益，亦即船貨相互吸引各取所需，增加收益及創造工作使港埠本身亦受益，物流之重要性亦爲其高度整合之必要性。

未來港口裝卸貨物時，對此類服務的投資方式將有可能影響到港口的業務發展成敗，因爲單靠降低船舶成本與增加碼頭的使用周轉率，已無法維持一港口的市場佔有率。如果能從一單純的貨物裝卸中心，變成一個多功能的物流港。不管一個港口以前所提供的服務範圍是有多廣泛，只要能跳脫僅有單純的貨務裝卸功能，對以當地港口服務爲主的託運人將顯得相當重要。



本會會訊

本會承辦交通部運輸研究所委託之「船舶機械遠距監控維修管理系統之研究(一)」召開工作會議以配合研究規劃進度

本研究案於上(8)月通過期中報告審查，研究團隊即依審查委員意見參酌修正研究報告。並於 9 月 7 日假本會會議室召開工作會議，探討船/岸部分系統之建置以及硬體部分之組構，同時籌備召開 10 月份期末專家學者座談會，會中特別針對柴油主機性能監控系統之要素及 PLC 功能需求深入探討。

「因應政府組織再造計畫—國內航線船舶（含小船及漁船）檢丈制度變革之研究」期中報告複審中

交通部委託研究案「因應政府組織再造計畫—國內航線船舶（含小船及漁船）檢丈制度變革之研究」業於 7 月 14 日經交通部召開期中報告審查會議，本會除召開工作會議，研擬審查意見處理情形表，並已再提出期中報告修正稿，現正經交通部複審中。

「漁船海嘯應變措施、海難災害防止及應變措施之研究」提送期中報告

本會接受漁業署委託「漁船海嘯應變措施、海難災害防止及應變措施之研究」一案，已於 7 月 21 日舉行期中簡報會議，並獲審查通過。另於期末報告時本案應提出漁船遭遇海難或海嘯事故時各種狀況之應變措施及提供標準作業程序，故此本會除定期召開工作會議外，並派員至漁業署及漁船公司蒐集相關資料。



海運市場動態報導

貨櫃運輸動態報導

一、貨櫃航運發展的趨勢與展望(1)

楊正行*

一. 前言

二次世界大戰期間，美軍發展出金屬製的容器來裝載後勤軍備物資，戰後此一容器的概念開始進入商業用途，從事一般的填裝及運輸貨物之用。1956 年，美國的 Malcom Mclean 首度以 Ideal-X 裝載貨櫃，由紐約港橫渡大西洋，正式開啓海運貨櫃運輸的時代。歷經五十年的發展，由於全球經濟的成長，以及國際貿易的蓬勃發展，貨櫃運輸不論在貨櫃船本身、貨物裝填、貨櫃裝卸的技術各方面均有長足的進步，使得貨櫃運輸成爲海運最活躍、成長最快的一環，驅動港口的發展及政府管理政策的調整。1995 年世界貿易組織成立後，促使自由化及全球化的腳步加快，包括貨物、資金以及人員的流動也激勵海運運輸的正面發展。2001 年美國發生 911 爆炸事件，使得全球的運輸鏈加上安全(security)這一個管制閥，但仍不損及海運運輸鏈的進展，甚至在 2003 至 2005 年連續三年創下貨櫃運輸有史以來的大榮景。面對下一波的發展趨勢以及環境的可能變遷，貨櫃運輸的發展會呈現怎麼樣的面貌，這些的趨勢與發展對周邊產業，特別是港口部門會有怎樣的衝擊，這是本文所欲探討的重點。

* 國立交通大學 交通運輸研究所 碩士 海運從業人員

二. 貨櫃航運的發展里程

貨櫃運輸發展歷程，約有以下的演進階段：

自 1956 年起的十年，貨櫃運輸開始萌芽。初期的貨櫃運輸並沒有全貨櫃船，也沒有統一的貨櫃規格，各航商充斥使用不同的大小貨櫃，也以雜貨船來承運，容量在 500 TEU 以下，使用船上自備的起重機為主。

1966 至 1970 年間，全貨櫃船出現，船舶大小約在 1,000 TEU 以下，開啓國際貨櫃航運的成長，市場集中在美國、歐洲至日本及澳洲等國，同時爲了提高貨櫃在不同港口間的作業及流通效率，國際標準組織(ISO)將貨櫃的大小規格加以統一標準化，加速了貨櫃運輸的發展，隨之而起的是在碼頭船邊岸上起重機也有更新。

1971 至 1983 年間，進入貨櫃運輸的茁壯期，這個時期，2,000 TEU 級的貨櫃船爲市場主力，航線開始擴及東南亞/中東/南非等新興市場，同時爲因應貨物裝填的經濟效益，也發展出 9' 6" 的超高櫃。這個時期，航商爲了因應不同市場的貿易活動差異，以及船舶資源的有效利用，降低作業成本，航商發展出聯營合作，集貨網路，並在主要港口投資專用碼頭。這個時期，針對歐美大陸地形，複合運送及微陸橋運輸乃因應而起。

1984 年美國海運法生效實施，貨櫃運輸進入新的階段，貨櫃船初期已經以 3,000 TEU 爲主力，隨後第一艘 Post-Panamax 貨櫃船問世，從此強調船舶大型化的思潮就成爲新主流，發展至今則已有 10,000 TEU 以上的貨櫃船問世，船舶的經濟性大大提高。市場開拓則擴及至更多的東西向副航線、區間航線、南北航線及其他的次市場，如中南美、印度及非洲，而中國市場於 1990 年代中以後，海運市場逐漸崛起，本世紀成長更爲快速。

因應市場的擴充以及航貿持續的高成長，航商對航線的設計，除強調成本外，更強調顧客導向，環球航線及鐘擺航線等新型態的航線也開始出現，同時搭配集貨網路的強化，使得輻湊式(hub-and-spoke)的作業型態也隨之而生，特別是在遠東地區。船舶大型化成爲市場的主流，航商對 hub 的選擇以及對 hub 的投資會有不同於以往的佈局。同時，因應貨物裝填的經濟需求，發展出 45' 及 48' 的長櫃，而承攬業及無船公共運送人的法律地位也因美國海運法及後來的海運改革法的實施，得到更爲蓬勃的發展空間。

由以上貨櫃航運的發展歷程，可以發現貨櫃航運係隨國際經貿而發展，驅動航運技術與管理的進步，到後來的策略佈局也隨之向前推進，使得貨櫃運輸部門得以不斷成長與進步。

三. 貨櫃航運的發展趨勢

自 1990 年代至今，貨櫃航運的發展有以下幾個趨勢：

1. 物流重心轉移至亞洲，新興市場崛起

海運具有量大、距離長、低成本的特性，由於國際貿的比較利益法則，亞洲特別是遠東因製造成本的優勢，成爲世界製造的重心。得利於已開發國家對遠東的直接投資增加，加上區域經貿分工體系的進展，使得遠東地區的貨物流動更加蓬勃，隨著中國持續的發

展，預期遠東在全球物流市場的重要性會與日劇增。

從表 1 可看出，1990 年西北歐佔全球貨櫃作業量的四成以上，是世界的海運重心，在 2005 年比重降至三成，而遠東則由 1990 年的 26% 提高至 2005 年的 35%，若加計東南亞則提高至五成，已成為世界的物流重心。除遠東及東南亞之外，南亞/中東、拉丁美洲、加勒比海、中美洲、南美等新興市場，則表現出高成長潛力，為貨櫃航運提供貨源的動能。

表 1 全球貨櫃作業地區分佈

	1990 年	2001 年	2005 年	2005 年成長率
北美	18.95%	12.61%	11.10%	9.3%
西歐/北歐	43.82%	34.27%	30.51%	8.6%
南歐	7.46%	8.41%	7.71%	7.5%
遠東	26.17%	30.36%	35.18%	13.3%
東南亞	11.01%	14.91%	13.51%	10.3%
南亞/中東	6.11%	7.34%	8.13%	14.2%
拉丁美洲/加勒比海/中美洲	9.49%	11.78%	10.41%	11.1%
南美	2.00%	3.40%	3.39%	15.6%
澳洲	2.65%	2.15%	1.88%	3.7%
其他	3.74%	3.70%	4.20%	15.2%
全球	100.00%	100.00%	100.00%	11.4%

資料來源：Drewry Shipping Consultants

2. 產業集中化，但個別航商規模差距拉大

如表 2 所示，貨櫃運輸產業前十大貨櫃航商總規模約佔市場六成，前二十大則約佔八成三，也就是說前二十大航商的發展幾乎可代表市場的發展。

表 2 貨櫃市場集中度指數 (2006.1.1 止)

	Ships	Teu	Share Teu
Liner total	5,380	9,136,632	100.0%
Top 100	4,176	8,660,517	94.8%
Top 50	3,544	8,269,781	90.5%
Top 25	2,885	7,648,088	83.7%
Top 10	1,945	5,478,992	60.0%

資料來源：AXS Liner

近年來併購之盛行，使得位居領先群的航商拉大與競爭者的差距，位屬各次集群內之航商幾乎沒有規模差距。前二十大航商擁有運能 10~20 萬 TEU 者有 3 家，20~40 萬 TEU 者有 12 家，40~80 萬 TEU 者有 3 家，80~160 萬者有 1 家，160 萬 TEU 以上有 1 家，如表 3，

這促使航商必須戰戰兢兢注意同業發展動態，靈活因應市場的變化，特別是船噸的變化、市場的開拓、關鍵資源的取得、以及策略的佈局等方面都要隨時偵蒐分析。

表 3 全球前二十大貨櫃航商 (As to August 2006)

Rank	Operator	Total		Order Book		
		TEU	Ships	TEU	% existing	Ships
1	APM-Maersk	1,729,922	569	628,237	36.3%	117
2	MSC	935,181	305	308,887	33.0%	43
3	CMA CGM	628,648	282	263,965	42.0%	55
4	Evergreen	532,250	163	124,288	23.4%	26
5	Hapag-Lloyd	445,625	136	63,482	14.2%	10
6	COSCON	387,731	131	156,018	40.2%	24
7	CSCL	372,094	131	154,810	41.6%	33
8	Hanjin/Senator	340,744	87	140,773	41.3%	22
9	APL	326,736	105	142,758	43.7%	33
10	NYK	318,019	120	204,708	64.4%	35
11	MOL	274,406	89	130,600	47.6%	20
12	OOCL	271,937	70	90,894	33.4%	18
13	“K” Line	259,058	83	137,336	53.0%	24
14	CSAV	246,026	87	32,705	13.3%	5
15	Zim	230,444	97	178,106	77.3%	32
16	Yang Ming	220,734	80	109,930	49.8%	23
17	Hamburg-Sud	202,162	99	113,686	56.2%	31
18	Hyundai	156,939	39	165,496	105.5%	25
19	PIL	141,820	106	48,623	34.3%	21
20	Wan Hai	117,998	71	49,022	41.5%	11

資料來源：AXS Liner

3. 船舶大型化持續

據統計(如圖 1)，1988 年全球貨櫃船每艘船平均運能約 1,286 TEU，1999 年為 1,697 TEU，十年間平均運能增加 32%，而 2005 年平均運能放大到 2,174 TEU，預計至 2009 年可達 2,580 TEU，亦即單位平均運能在 1999 年到 2009 年可再增加 52%，運能放大的腳步加快。

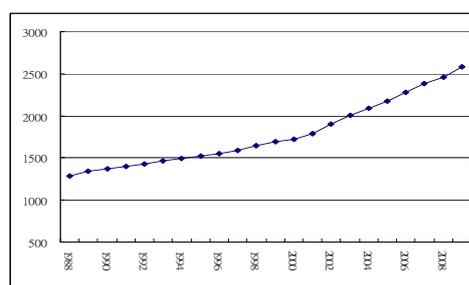


圖 1 貨櫃船平均運能演進

資料來源：Drewry Shipping Consultants

另依表 4 所示，現行營運中之貨櫃船平均運能約 2,264 TEU，平均船速 19.6 節，平均船齡 11.6 年。目前 5,000 TEU 以上 post-panama 貨櫃船艘數雖僅佔一成，但營運艙位佔三成，平均船速可達 25 節，愈大型的船舶平均船齡愈年輕。

表 4 全球貨櫃船隊分佈

World containership fleet by size range (At April 2006)						
Size Range (TEU)	No. of Vessels	%	Total Capacity (TEU)	%	Average Sped (Knots)	Average Age (Years)
<500	444	12.0%	137,649	1.6%	14.0	20.8
500-999	680	18.3%	490,019	5.8%	16.8	11.3
1,000-1,499	549	14.8%	648,965	7.7%	18.3	13.0
1,500-1,999	447	12.1%	758,099	9.0%	19.7	11.3
2,000-2,499	296	8.0%	676,513	8.1%	20.8	10.9
2,500-2,999	288	7.8%	782,454	9.3%	21.7	10.7
3,000-3,999	293	7.9%	1,000,473	11.9%	22.5	12.7
4,000-4,999	310	8.4%	1,363,427	16.2%	24.0	7.1
5,000-5,999	207	5.6%	1,128,349	13.4%	25.2	4.3
6,000-6,999	89	2.4%	574,752	6.8%	25.2	4.7
7,000-7,999	42	1.1%	309,032	3.7%	25.0	4.1
8,000+	62	1.7%	523,122	6.2%	25.3	1.0
Total	3,707	100.0%	8,392,854	100.0%	19.6	11.6

資料來源：Drewry Shipping Consultants

若以造船訂單來看(如表 5)，建造中的貨櫃船總運能達 419 萬 TEU，是現在營運中船舶的五成，其中建造 5,000 TEU 以上 Post-Panamax 貨櫃船更是主流，總運能超過 220 萬 TEU，佔訂單的 53%，特別是 8,000 TEU 以上的貨櫃船達 133 萬 TEU，運能將比現在增加 1.5 倍。

表 5 全球貨櫃船訂單分佈

Containership orderbook by size and scheduled delivery year (at April 2006) 單位:'000 TEU								
Teu Range	2006	2007	2008	2009	2010	Total	Current Fleet	% of Current Fleet
<500	1	2	1	0	0	4	138	2.9%
500-999	59	55	36	7	4	161	490	32.9%
1,000-1,499	61	56	56	4	0	177	649	27.3%
1,500-1,999	40	89	95	18	0	242	758	31.9%
2,000-2,499	16	34	7	0	0	57	677	8.4%
2,500-2,999	128	134	135	31	0	428	782	54.7%
3,000-3,999	47	102	59	4	0	212	1000	21.2%
4,000-4,999	128	227	287	56	0	698	1363	51.2%
5,000-5,999	80	118	165	11	0	374	1128	33.2%
6,000-6,999	92	91	215	40	0	438	575	76.2%
7,000-7,999	29	36	0	0	0	65	309	21.0%
8,000+	361	380	419	165	12	1337	523	255.6%
Total	1042	1324	1475	336	16	4193	8392	50.0%

資料來源：Drewry Shipping Consultants

4. 航商全球佈局，擴大市場規模

航商通常由其本土市場出發，隨著規模擴大，船隊增加，航線亦隨之擴散，由區間航線擴及遠洋航線、從東西航線擴及南北航線，構成綿密的航線服務網，走向全球運送人時代，管理的國際化程度提高。

航商全球化的過程，會在重點市場建立起自有的灘頭堡，強化海外的自有代理體系，全力經營當地市場，提升服務品質，確保船東利益。隨著全球化佈局的層面愈深，所設立的自有代理體系愈綿密。比較特殊的是，兩岸由於特殊的環境與政治糾葛，兩岸航商至今仍不能在對方領域內建立 100%自有代理體系，對照其他國家的航商，兩岸的業者在兩岸間面臨比較多的限制與不便。

代理體系是航商在全球的觸角、市場資訊的蒐集中心，航商透過中央資訊管理系統進行指揮，同時也將企業文化及經營理念的一致性予以強化，形成所謂的集團管理。隨著代理體系的增加，航商也進一步設立區域總部或區域營運中心，形成區域責任制的管理，落實「全球佈局，地方責任」的戰略。

5. 航線軸心化

由於船舶大型化的趨勢，航商對航線的設計以經濟效益設計航線，並選擇於適當港口作為策略港口，投資碼頭，集中作業，並作為各航線貨載的轉運中心，遠東地區的新加坡、高雄、香港、釜山港均是著名的轉運港。1990 年代以後，馬來西亞的 Tanjung Pelepas、中國的深圳及其他新興港口的興起，衝擊新加坡及香港、高雄，前兩者因海運腹地深廣，使得貨源仍有相當的成長，至於高雄則因各國港口的擴充加上兩岸因素，面臨比較嚴峻的壓力，貨量年成長有限，在航線設計趨向軸心化的趨勢下，港口選擇的重要性面臨挑戰。

6. 併購盛行，改變產業競爭生態

近年來的貨櫃航運併購活動一直未見歇息(如表 6)，也沒有因為策略合作的關係而停緩其進行，併購已成為企業快速增胖的手段之一。

表 6 過去十年貨櫃航運主要併購案

年度	併購案	年度	併購案
1997	Hanjin 買下 DSR Senator CP Ships 買下 Likes Lines 及 Contship NOL 買下 APL	1998	P&O 與 Nedlloyd 合併為 P&ON P&ON 買下 Blue Star Lines CP Ships 買下 Ivaran Lines 及 ANZDL Hamburg Sud 買下 Alianca 及 South Seas Steamship Evergreen 買下 Lloyd Triestino D'Amico 買下 Italia Line
1999	AP Moller 買下 Sea-Land 及 Safmarine	2000	CP Ships 買下 Christensen Canadian African

	P&ON 買下 Tasman Express CSAV 買下 Companhia Libra 及 Montemar Hamburg Sud 買下 Transroll Intem		Lines CSAV 買下 Norasia P&ON 買下 Farrell Lines 及 Harrison Line Grimaldi 買入 ACL 40% 股權
2001	Grimaldi 提高對 ACL 持股達 90% Tropical Shipping 買下 Kent Line CSAV 買入 CCNI 26% 股權	2002	CP Ships 買下 Italia di Navigazione AP Moller 買下 Torm Lines Wan Hai 買下 Trans Pacific Lines
2003	AP Moller 買下 SCF Oriental Lines Hamburg Sud 買下 Kien Hung Shipping	2004	Castle Harlan 買下 Horizon Lines
2005	AP Moller 買下 P&ON Hapag-Lloyd 買下 CP Ships	2006	?

資料來源：本研究整理

7. 策略合作經營

航商之間的合作，由小規模走向大規模，由區域航線的合作走向遠洋航線的合作，由短期間的合作走向中長期的合作，由單一航線的合作走向更為廣泛的策略合作。航商間的策略合作有其事實的需要，特別是大型航商因採併購策略而拉開規模差距，促使次級規模的航商更為緊密的結合。表 7 為現今三大聯盟的組成規模。

表 7 策略聯盟規模

Alliance	Member	Total TEUs	Total Ships
CKYH	Coscon, "K" Line, Yang Ming, Hanjin	1,208,267	381
Grand Alliance	Hapag Lloyd, NYK, OOCL, MISC	1,091,084	346
New World Alliance	APL, MOL, Hyundai	758,081	233

資料來源：本研究整理自 AXS Liner

以規模最大的單一集團 AP Moller 為例，集團營運船舶 569 艘，總營運規模近 173 萬 TEU，而 CKYH 結合起來有 381 艘船，運能也有 120 萬 TEU，Grand Alliance 則有 3465 艘船，運能有 109 萬 TEU，而 TNWA 亦有 233 艘船，運能 75 萬，彼此可以形成一個集群的競爭。

對航商而言，可以充分利用合作的機制，提高船舶場站碼頭以及貨櫃車機及內輸運輸的資產利用率，對託運人來說，可有更多的航商選擇，更為便利的運輸服務，更為快捷的運輸時間。對港口而言，爭取航商的支持不再於僅限過去對單一航商的爭取，現在碼頭的使用往往是一個聯盟的共同事務，複雜度提高。

油輪市場動態報導

唐邦正* 王廷元**

以黎局勢降溫使原油價格回穩

黎巴嫩以色列局勢在維和部隊陸續派駐後有所緩解。伊朗態度強硬核武問題使得緊張的情勢有惡化的可能。八月底布倫特原油現貨價在以黎局勢降溫之下回到每桶 67 美元附近。原油運輸市場本月稍稍降溫，但在 BP 石油公司宣布美國阿拉斯加油田輸油管短暫關閉更使得美國對波灣、西非進口至美國西岸貨量需求增加，市場供需短期失衡。波羅地海交易所原油綜合運價指數月底報 1591 點。回顧八月份，西德州油價在月初每桶 75.05 美元，月底上漲至 70.44 美元。杜拜油價在月初每桶 71.01 美元，月底回到 66.86 美元。布蘭特油價在月初每桶 76.43 美元，月底下跌至 67.33 美元。

VLCC 短暫供需失衡，運費上下盤旋

VLCC 運輸市場夏日行情在傳統淡季八月持續但交易未如上月熱絡。由於本月初受阿拉斯加油管關閉事件使得租方釋出波灣至美灣及美西貨載，導致運力短暫下降，運價上漲。波灣至日本，在月初時的運費還保有 WS122.5 的高運費；到了月中時，現貨船的市場大漲到 WS 140。但是由於九月貨載明顯不足，租方佔了上風而船東減少了議價空間，波灣至日本運費月底回到 WS120。反觀其他地區航線，運費多呈上漲趨勢。西非至美灣，月初的成交運費為 WS115，月底時上漲至 WS 140，與月初相比提升百分之二十二；西非至中國在八月現貨船運費報 WS108 左右。

西非 SUEZMAX 交易熱絡

SUEZMAX 運輸市場的在八月需求受到美國阿拉斯加油田輸油管關閉而增加。西非至美東運價在月初維持至 WS150，但月底來到 WS 190，較月初相比大幅上揚百分之二十七。而在地中海地區，月底運費和月初相比增加 65 點。而地中海區運費在月底突破了 WS210。八月中，西非至歐陸，9 月 6 日貨盤成交在 WS160。

AFRAMAX 油輪市場需求增加

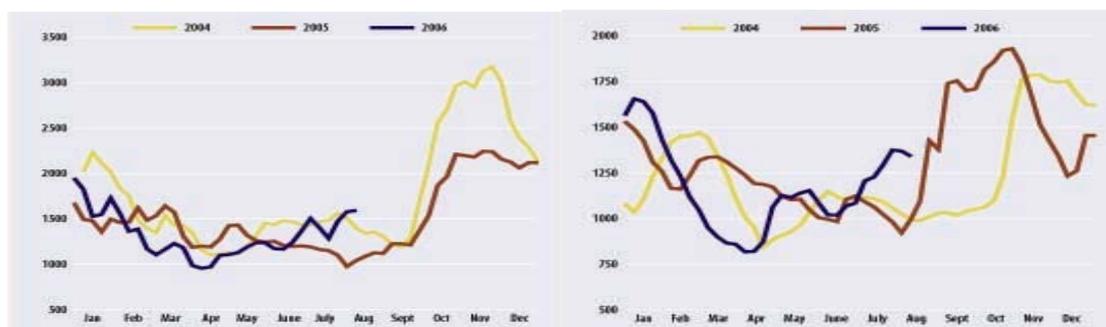
AFRAMAX 型油輪運輸市場八月各航線貨載數量增加。以加勒比海至美灣航線為例，八萬公噸級船在月初報價 WS 190，月中的報價還是為 WS 180，月底又上揚至 WS 245。月底波灣至新加坡運費為 WS247。北海至歐陸航線在月中報價 WS 140，但到月底報價為 WS 163，運價因供需失衡而上下震盪。

* 中國航運股份有限公司 油輪業務組

** 中國航運股份有限公司 油輪業務組

成品油市場各路線漲跌互見

成品油運輸市場在八月保持高運費。八月二十四號的波羅地海白油指數(Baltic Clean Tanker Index)，為 1341 點，比去年同期增加約一百四十點。波斯灣到日本一艘 55,000 公噸月底在 WS 285 成交，與月初相比上漲百分之三十。加勒比海到美東一艘 38,000 公噸成品船成交價在 WS 250，與月初相比上漲十點。



圖一 Baltic Spot Rates(Crude Oil)

圖二 Baltic Clean Rates

TANKER MARKET WS RATE AUGUST/2006

DIRTY	TYPE	4-AUG	11-AUG	18-AUG	25-AUG
MEG / WEST	VLCC	87.5	95.0	100.0	100.0
MEG / JAPAN	VLCC	122.5	120.0	140.0	140.0
WAF / USG	VLCC	115.0	120.0	140.0	140.0
WAF / USAC	130,000	150.0	170.0	200.0	190.0
SIDI KERIR / W. MED	130,000	145.0	162.5	180.0	210.0
N.AFR / EUROMED	135,000	135.0	130.0	200.0	240.0
UK / CONT	80,000	117.5	117.5	190.0	200.0
CARIBS / USG	80,000	190.0	180.0	220.0	245.0

VLCCs fixed all areas in the week :	31	32	42	29
Previous week :	33	31	32	42
VLCCs avail. in MEG next 30 days	47	56	65	81
Last week :	52	47	56	65

CLEAN	TYPE	4-AUG	11-AUG	18-AUG	25-AUG
MEG / JAPAN	55,000	220.0	265.0	300.0	285.0
MEG / JAPAN	30,000	320.0	350.0	390.0	390.0
SINGAPORE / JAPAN	30,000	300.0	320.0	355.0	355.0
CARIBS / USNH	38,000	240.0	275.0	365.0	250.0
UKC-MED / STATES	37,000	325.0	320.0	300.0	280.0

1 YR T/C USD PER DAY)-THEORETICAL

	TYPE	4-AUG	11-AUG	18-AUG	25-AUG
VLCC	(MODERN)	\$62,500	\$62,500	\$70,000	\$72,500
SUEZMAX	(MODERN)	\$45,000	\$45,000	\$50,000	\$50,000
AFRAMAX	(MODERN)	\$33,000	\$33,000	\$35,000	\$35,500
PRODUCT	80,000	\$28,500	\$28,500	\$29,000	\$29,000
PRODUCT	40,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000	\$25,000

參考資料：Fearnley, Fairplay

國際散裝乾貨船海運市場行情分析

陳永順*

在全球經濟持續受惠於中國大陸高經濟成長的帶動，表現不錯，然在揮之不去高油價的侵襲下，使全球經濟在成長之餘，伴隨蠢蠢欲動的通貨膨脹危機，各國為防止通貨膨脹發生，紛紛調高利率，美國聯準會歷經 8~9 次調高利率，於最近發現其經濟成長出現減緩，才暫停續升息舉動。中國大陸除在 4 月份調高貸款利率，最近發現其第二季經濟持續發燒，對過去多次宏觀調控措施，結果成效有限，為亟力冷卻過熱經濟及抑制物價上漲，最近又調高存放款利率，立即引發人民幣升值，是否有效打擊投機經濟活動，冷卻過熱經濟，市場人士仍存疑。倘若全球經濟成長推手「中國大陸」的經濟因上述因素而出現冷卻，以及美國為全球最大消費市場，其經濟成長衰退，兩經濟體將拖累其他國家未來經濟成長，或許才會顯著影響散裝海運市場未來表現。

現階段海運市場仍在全球經濟景氣熱絡與中國大陸高成長照拂下，需求依舊旺盛。船噸供給方面分析，雖然今年新船噸加入營運數量可觀，而解體船噸仍屬有限，惟礦砂供應商不願接受超過 25 年船隻，壓縮逾齡船營運空間。整體而言，市場船噸供需平衡情況還算健康，惟海岬型船市場需求變動受到季節性與港口擁擠，加上人為藉機炒作，致第三季時海岬型船市場行情出現大幅飆漲，然後帶動巴拿馬型及較小型船市場行情上漲。

一、波羅的海運運價指數

圖 1 顯示海運運費綜合指數(BDI)、海岬型船指數(BCI)、巴拿馬極限型船指數(BPI)及超輕便極限型船指數(BSI)的變動趨勢。今年第三季國際航市無論大小型船市場受到需求增加的激勵，大小型船市場行情指數連翻上揚。尤其海岬型船市場不僅受到礦砂及煤礦需求湧現加持，加上巴西主要礦砂出口港裝貨設備在計劃在 8 月份輪流歲修，使裝貨作業量大幅減少，多數礦砂進口商採取將 8 月份船運提前租船作業因應，更增溫市場交易熱度，當時市場有些兼投機海運遠期合約(FFA)的船東趁勢利用其實體市場船隊強勢抬拉市場行

* 國立台灣海洋大學航管博士 高雄海洋科技大學暨長榮大學兼任助理教授

情，使遠期合約(FFA)行情同步拉高，加劇市場行情上漲力道。於是自 7 月上旬海岬型船市場開始往上衝，接著巴拿馬型船市場行情連袂上揚，還是以海岬型船市場因上述因素激勵下，上漲力道及幅度最驚人，惟相較 2003 及 2004 年底兩波上漲力道與幅度算溫和。航市歷經一個半月激情後，終至 8 中下旬海岬型船市場出現反轉下跌，惟僅歷經一星期拉回修正後再度反彈上漲，顯示市場需求船噸仍旺盛。

散裝乾貨船綜合市場指數(BDI)今年從 5 月初抵最低點後回升，至 6 月底上漲至 2964 暫歇稍回跌一星期後，因海岬型船市場連袂帶動巴拿馬型船市場出現飆漲，使 BDI 往上衝，至 8 月 16 日衝至去年以來最高點 3841，從 5 月初至 8 月 16 日上漲幅度達 62%。8 中下旬海岬型船市場出現反轉下跌，並拖累巴拿馬型船市場，可能上述 8 月港口歲修結束及炒作縮手停止，使推升力道中止，兩型船市場回歸基本面向下修正，惟僅一星期回檔修正，即出現反彈，BDI 至 8 月 25 日為 3690 點。BCI 自今年 2 月底創本波高點後回跌，至 5 月中旬曾數日止跌回穩，因第三季市場需求船噸增加，帶動指數逐步上揚，至 7 月初抵高點稍歇回跌一星期後，又出現大幅飆漲，短短一個半月至 8 月中旬衝至去年 5 月以來新高點 5409，從 5 月中旬迄 8 月中旬漲幅達 78%，雖經小幅回檔修正後，又告反彈，BCI 至 8 月 25 日為 4974 點。BPI 指數走勢與 BCI 雷同，在 4 月中下旬跌至波段低點 2175 後，因燃煤海運量增加而激勵指數回升，至 7 月初也稍向下振盪後隨後受到海岬型船市場牽動，BPI 也急速上漲，從 4 月中下旬迄 8 月中旬漲幅達 62.5%，惟僅一星期回檔修正，即出現反彈，BPI 至 8 月 25 日為 3473 點。BSI 指數走勢與另兩大型船指數稍有差異，在 1 月底時指數自低點 1442 反轉一路上揚，未曾出現明顯往下跌，僅在近日上漲力道減弱，出現上下振盪，BSI 至 8 月 25 日為 2644 點。

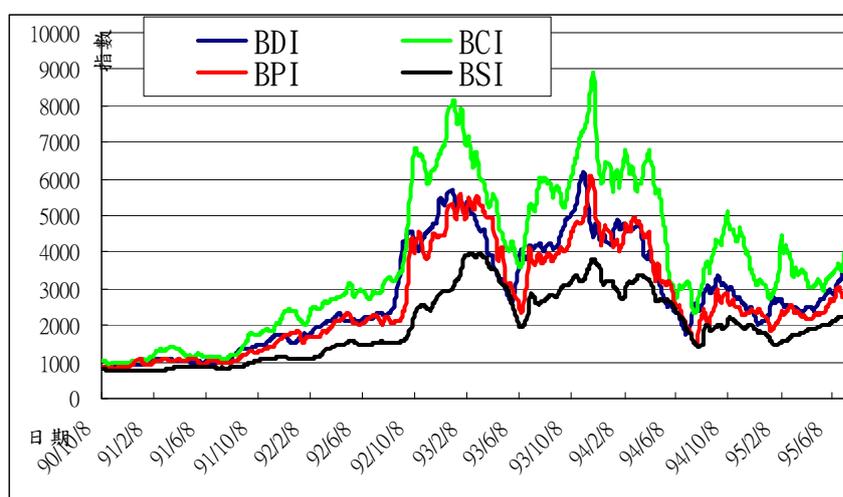


圖 1：綜合指數(BDI)及三型船市場指數(BCI、BPI 及 BSI)趨勢

二、海岬型船市場行情

圖 2 說明海岬型船行情指數(BCI)組成成分中四條航線平均日租金水準變動趨勢。第三季海岬型船市場不僅受惠於礦砂暨煤礦海運貨載源源增加，加上巧遇礦砂出口港口裝貨機具歲修，進口商提早租船提運，使船噸需求突增，同時，FFA 投機者趁勢炒作實體市場，

致海岬型船市場 7 月初出現持續一個半月大幅飆漲，至 8 月中旬碼頭裝貨恢復正常作業，投機風潮漸失，才使海岬型船市場行情回檔修正，惟僅經歷一星期拉回後再度反彈，顯示需求旺盛。大西洋單程回遠東從 4 月底低檔 US\$39,205 逐漸上漲，且至 7 月初出現急速飆漲，至 8 月中旬達 US\$80,430，漲幅達 105%，回檔稍為修正後反彈，至 8 月 25 日反彈到 US\$75,545。其次往返大西洋航線從 4 月底低檔 US\$28,625 逐漸上漲，且至 7 月初出現急速飆漲，至 8 月上旬達 US\$64,475，漲幅達 125%，回檔稍為修正後反彈，至 8 月 25 日反彈到 US\$59,150。往返太平洋航線從 5 月底低檔 US\$24,795 逐漸上漲，且至 7 月初出現急速飆漲，至 8 月上旬達 US\$55,795，漲幅達 125%，回檔稍為修正後反彈，至 8 月 25 日反彈到 US\$46,750。最後，遠東單趟回歐洲從 5 月底低檔 US\$17,173 逐漸上漲，且至 7 月初出現急速飆漲，至 8 月上旬達 US\$36,880，漲幅達 115%，先拉回修正後反彈，8 月 25 日上漲到 US\$33,127。

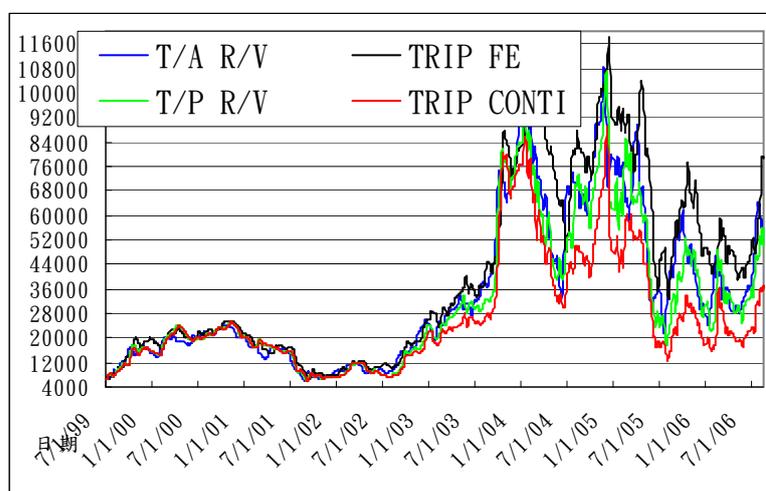


圖 2：海岬型船(172,000Dwt)四條航線現貨租金水準變動趨勢

三、巴拿馬型船市場行情

圖 3 說明巴拿馬極限型船運價指數組成中四條航線以租金為代表行情變動趨勢。市場行情走勢也受到海岬型船牽動，幾乎同步變動。海岬型船市場因海運貨載出籠，自 4 月底出現反彈回升，以及 7 月上旬礦砂碼頭因素疊人為抬拉，使海岬型船市場行情演出激情飆漲，巴拿馬型船同時受到牽動抬高，惟至 8 月中旬抵波段高檔後，其後因海岬型船拉回修正，其也受到影響回檔，歷經僅一星期拉回後再反彈，反應市場需求船噸依舊旺盛。大西洋單程回遠東每日租金從 5 月初的低檔 US\$17,656，旋即逐漸上漲，至 7 月初受海岬型船飆漲抬拉，行情也急速往上衝，至 8 月中旬抵高檔為 US\$30,218，漲幅達 71%，其後因海岬型船下修而受影響拉回，僅一星期修正後反彈，至 8 月 25 日反彈至 US\$29,0875。其次往返大西洋航線從 5 月初的低檔 US\$16,036，旋即逐漸上漲，至 7 月初行情急速往上衝，至 8 月中旬抵高檔為 US\$28,805，漲幅達 80%，然後回檔修正再反彈，至 8 月 25 日反彈至 US\$27,639。往返太平洋航線從 5 月初的低檔 US\$16,044，旋即逐漸上漲，至 7 月初行情急速往上衝，至 8 月中旬抵高檔為 US\$28,222，漲幅達 76%，然後回檔修正再反彈，至 8 月 25 日反彈至 US\$27,931。遠東單趟回歐洲從 4 月下旬的低檔 US\$15,447，旋即逐漸上漲，至 7 月初行情急速往上衝，至 8 月中旬抵高檔為 US\$26,872，漲幅達 74%，然後小幅

回檔修正再反彈，至 8 月 25 日為 26,714。

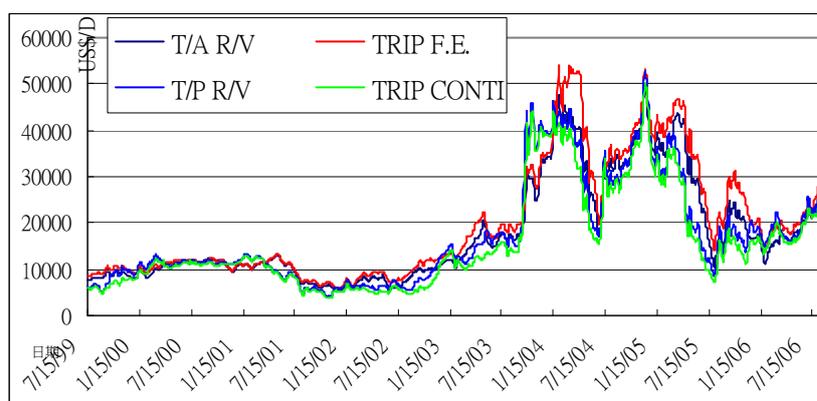


圖 3：巴拿馬及極限型船(74,000Dwt)現貨日租金曲線

四、超輕便極限型船航線

圖 4 說明超輕便極限型船租金航線變動趨勢。超輕便極限型船以 52,000Dwt 取代後，使 BSMI 指數更易受到高價位散裝乾貨如工業鹽、鋁礬土、麥類等海運需求消長影響，反而與傳統雜貨如鋼品、機械等影響程度漸薄。本型船各航線租金行情變動則與海岬型與巴拿馬型行情走勢雷同，惟變動幅度較小。本型船對全球經濟景氣與消費能力較高直接影響關係，今年迄今全球經濟表現不錯，經貿活動非常熱絡，高單價原物料需求旺盛，引申對此型船噸需求增加，使此型船租金行情自 1 月底觸底逐步上揚迄今未嘗停止。四條航線平均租金自 1 月底的 US\$14,484，至 8 月中旬上漲力道漸弱，同時受到巴拿馬型船市場回檔修正影響，在 8 月中下旬同步作短暫拉回後，再度回漲，迄今四條航線平均租金上漲至 US\$26,366，漲幅達 82%。

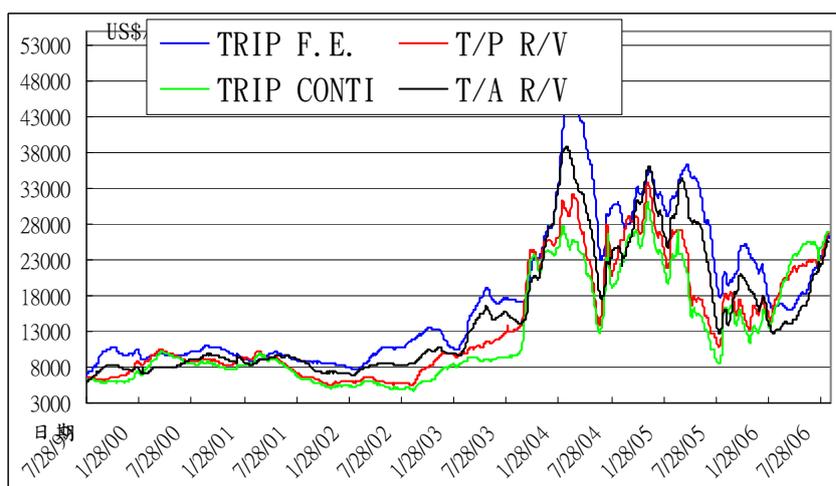


圖 4：超輕便極限型船租金航線

五、國際油價市場

(一) 國際油價隨國際政治不穩定干擾起伏變動，本季初始國際原油價格仍受到伊朗與北韓核武問題起舞，當兩國對美國暨聯合國安理會喊話無善意回應，國際局勢緊張氣氛升高，國際油價即上漲，在 5 月上旬抵波段高檔後，伊朗與北韓核武問題漸淡化，國際

油價稍歇回跌。不幸，7月中旬以色列藉由黎巴嫩真主檔擄走以色列駐以黎邊境士兵，發動飛彈攻擊，真主檔隨即反擊，以黎衝擊升高，再度挑起中東回教世界與以色列歷史仇恨，甚至有媒體誇張形容第三世界大戰將來臨，可見以黎戰爭的劇烈，影響世界局勢嚴重性，當時國際油價再度飆漲。至8月中旬聯合國安理會調停獲得以黎同意停火，國際油價立即反轉下跌，可惜僅維持數天，以色列認為伊朗持續運補軍火資助真主檔，再度開火，停火協議破局，加上傳聞BP因輸油管腐朽，關閉油田之不利消息，在8月中下旬國際油價再度飆漲，近日聞風美國庫存油過高，油期出現大跌。

(二) 國際政治風險已使油價波動難以平息，加上全球依賴石油持續增長，儘管先進國家亟欲尋求替代能源，然短期間尚難突破。如果中東局勢無法穩定，國際油價易漲難跌，倘若伊朗、利比亞再捲入中東戰局，油價有機會挺進每桶90美元。

(三) 《圖16》為台灣、新加坡與鹿特丹等地區船用燃油(IFO180)價格變動趨勢。國價油價5月上旬抵波段高檔後，旋即下滑，國際船用燃油與國際原油價格同步連動。中油高雄 IFO-180 在5月上旬飆漲突破 US\$390/MT 以上，隨伊朗與北韓核武問題暫獲緩解，油價回軟，7月中旬以黎戰事爆發，油價飆漲再起，戰事歷經一個月，雖在8月中旬有數天停火，油價上漲暫歇，惟脆弱國際局勢，停火破局，BP 關閉油田等使油價再往向攀升，至8月底上漲力道暫歇。中油8月底因船用燃油提煉減少，致庫存短缺，中油暫時以價制量，因此，於8月底突然大幅調高船用燃油，在8月28日調漲至 US\$387/MT，而新加坡與鹿特丹微幅上漲。中油高雄 IFO-180 維持在 US\$375~390/MT 左右，新加坡及鹿特丹維持在 US\$320/MT~330/MT 左右。

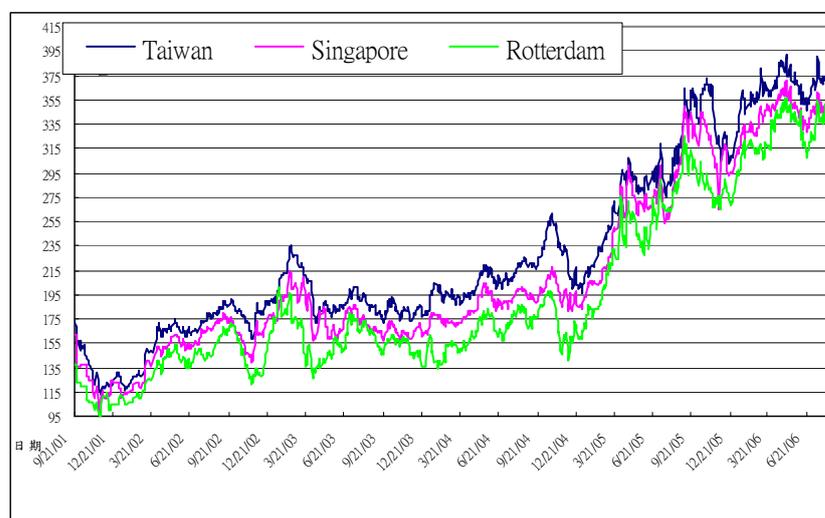


圖 16：國際船用燃油(IFO-180)價格變動趨勢(Twn-Sin-Rot)

六、市場展望分析

(一)需求面分析

1. 全球經濟表現迄今依舊不錯，原物料消耗有增無減，價格飆漲且居高不下，又國際政治不穩，伊朗及北韓核武問題，汎阿拉伯與以色列軍事衝擊持續升高，北非產油國內政紛擾等，加上國際恐怖份子氣焰囂張，不僅使歐美各國疲於奔命，無

暇全力解決經濟問題，且加劇國際能源成本大漲，為防止通貨膨脹發生，紛紛調高利率，雖然企圖抑制物價上漲壓力，仍無法避免侵蝕經濟成長，美國經濟已出現成長趨緩，日本與歐盟也憂心受到美國拖累。倘全球最大消費市場美國經濟走軟，勢必波及原物料需求，進而影響海運貨載對船噸需求量增加。

2. 中國大陸鋼鐵產業不畏當局多次祭出實施宏觀調控措施，仍持續建新鋼廠及擴張產量，鋼鐵產量年年出現大量成長，依據中國大陸產業政治環境實情，不管政府政策或國際鋼鐵市場情況如何，其鋼鐵產業未來幾年依舊加速擴張生產，中國大陸需求礦砂熱度不減，此乃未來支撐海運市場船噸需求最有力來源。
3. 全球需求能源持續增加，除石油及天然氣外，燃煤應是發電廠最大能源，全球溫度異常和核發電廠開發安全疑慮等，使一些煤炭供應國積極開發新礦源及港口出口設施，以滿足發電廠需求增加，未來燃煤海運量還是持續增加。

(二)船噸供給面分析

1. 在新船噸增加供給方面：三型船(Cape, Pmx, Hmx)可營運船噸數在2006年比2005年增加24.2百萬載重噸，增長約8.92%，2007年比2006年增加19.3百萬載重噸，增長約6.53%。海岬型船在2006年比2005年增加9.7百萬載重噸，增長約8.7%。又2007年比2006年增加7百萬載重噸，增長約5.8%。巴拿馬極限型船在2006年比2005年增加8.7百萬載重噸，增長約9.3%，2007年比2006年增加7.8百萬載重噸，增長約7.6%。無論海岬型船及巴拿馬極限型船明(2007)年新船噸增長較2006年縮減，此將增加市場行情上漲力道及機會。
2. 在解體船方面，由於依目前航市水準，逾齡船隻還是有利可圖，逾齡船解體速度有限。2006年迄今Cape有0.3百萬Dwt，Pmx有0.7百萬Dwt，Hmx有0.5百萬Dwt。惟今年下半年以來主要礦砂供應商出口碼頭不願意接受超過25年船隻靠泊裝運，此將壓縮逾齡船營運而加速解體，機構預估明(2007)年解體船噸將增加，Cape約有1.0百萬Dwt解體，Pmx約有1.3百萬Dwt，Hmx約有1.2百萬Dwt。
3. 依據上述分析，礦砂及煤礦海運量似乎受到經濟因素直接衝擊不顯著，主要中國大陸鋼鐵產業不受其宏觀調控影響，其需求進口礦砂依然強勁，燃煤海運量持續增加成爲必然趨勢。明年新船噸增加縮減及解體速度逐漸增加，船噸供給量將減緩。對明年市場展望似乎較今年更充滿樂觀期待。



專題報導

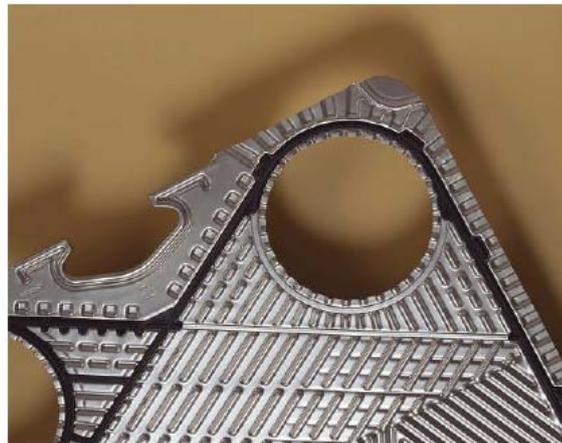
板片式熱交換器

壹、介紹

早於 1923 年框架式板片熱交換器是第一座組合式的熱交換器，被引用在英國陸地上的加工業，最初的板片的材質是由青銅(Gunmetal)所製成。在目前市場佔有率僅次於管殼式熱交換器。

各家廠商不同類形的框架式板片熱交換器的組成，大都是由一數量壓製成波紋型的金屬板片群組合在一起，並壓縮於框架(Frame)內。附在板片上的墊片(Gasket)，一方面密封相鄰板片之間的空間，另一方面則來分佈流道間的媒介物，大部份板片採用的材質為不鏽鋼。

框架式板片熱交換器之所以最早被引用在食品及乳品加工業，主要是其可在板片的表面上進行要求較高的清潔工作。



圖一 APV 板片熱交換器的板片特寫

製造框架式板片熱交換器的廠商很多，當所有的製造廠家都遵循著相同的基本構造方式設計其熱交換器時，便傾向於結合板片上不同的波紋樣式，及其所形成的流道及墊片材質上的選擇，來達到不同性能的需求，例如新設計的功能能提供於板片的兩面各產生不相同的流量。

貳、基本構造



圖二 ALFA LAVAL 框架式板片熱交換器分解圖

板片組是由懸吊在 Carrying Bar 的框架夾緊在一起，裝附的墊片用來密封板片的流道及界面，框架(Frame)包含有在一端的一固定框板(Fixed Frame or Head)及另一端可移動的壓力框板(Pressure Frame or Follower)。板片設技成可移動的方式，有利於傳熱表面的清潔或更換板片等工作之進行，此類型熱交換器的一大特色便是可依工況需求增加或移除部份的傳熱面積。

參、傳熱板片

傳熱面是一組壓成波紋型(Corrugated)的高級金屬薄板片群構成。每一塊板片表面壓成的波紋樣式可導致流體的擾動，及減少停滯流動的死角減少產生污穢而堵塞，並且支撐板片承受於不同的壓力。不同於管殼式熱交換器，板片熱交換器的板片是以擴張式沖模具壓製並且量產，客戶化地訂製幾乎可吻合任何容量及操作需求。因此，所有的框架式板片熱交換器所能呈現的，都是以板片的可能範圍內來設計。板片數量的決定是以流量、液體物理性質、壓降及工作溫度來考量。

雖然板片熱交換器是由標準化的配件製成，但每一項皆可依客戶化來設計。如不同的槽溝角度、流體路徑及空隙等，皆能改變熱交換器的NTU。NTU是一傳熱單位，當槽溝的角度為90度，槽溝以垂直方向運行，若以此流向通路方式製成的板片，就成為如同低NTU值特性的直向管子集合，又當槽溝的角度從90度減少下來，流經的路徑變得迂迴曲折而產生較大的流體動力的阻力就可獲得NTU熱量值提升的特性。

LTMD=Logarithmic Mean Temperature Difference

T1= Hot Water Inlet Temp. °C

T2=Hot Water Outlet Temp. °C

T3=Cold Water Inlet Temp. °C

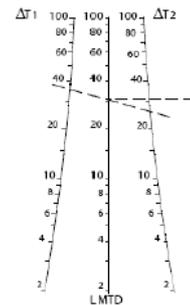
T4=Cold Water Outlet Temp. °C

△ T1=T1-T4

T2=T2-T3

$$LMTD = \frac{(T_{hot,in} - T_{cold,out}) - (T_{hot,out} - T_{cold,in})}{\ln \left(\frac{T_{hot,in} - T_{cold,out}}{T_{hot,out} - T_{cold,in}} \right)}$$

$$NTU = \frac{\text{Hot temp in} - \text{Hot temp out}}{LMTD}$$

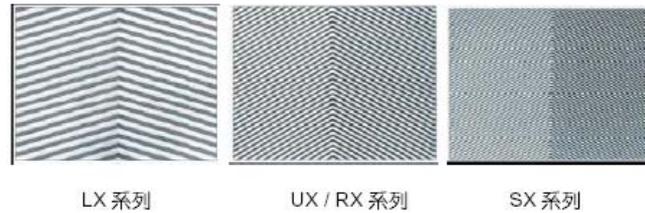


例如HISAKA 板片波紋主

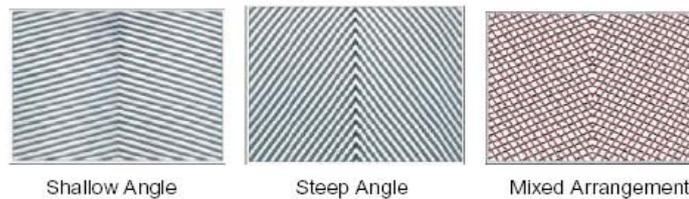
要三種樣式：

1. “Herringbone Pattern” 人字型—LX-, UX-, RX-及SX-系列
2. “Wash board Pattern” 洗衣板型—EX-, FX-系列
3. “Special wave Pattern” 特殊波紋型—GX-, YX-系列

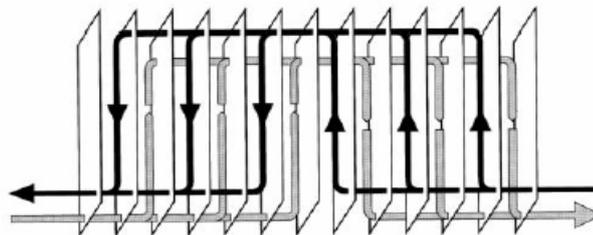
人字型板片LX系列的波紋溝槽較寬且深，SX系列波紋溝槽較密且細。因此，LX適用於NTU值需求較低的場合，SX適用NTU值較高的工況。UX/RX界於LX型與SX型兩者之間。(UX/RX型為目前船隊 Hisaka Plate Cooler 所採用)



NTU 值1.5 或以下為低NTU，3 或以上者為高NTU。即使同一系列的板片其熱傳導的特性亦因波紋的角度不同而相異，波紋角度較淺適合於高NTU，而角度較陡適合於低NTU，當板片同時將這兩種波紋角度設計結合在一起即可達到其熱效之居中特性。



板片將每種液體以導引的方向組合成其通路，並平均地排列於各通路的平行通道之間。只要是熱工允許時，值得採用逆向的單流(Single Pass)來產生極有效率的傳熱性能。雖然框架式板片熱交換器可接受超過兩路以上的串流，但並不常使用，而雙流(Two-Pass)的安排較普遍，以下為此型流通過徑之示意圖。



圖三雙流板片及框架流向之安排示意圖

板片可由各種可被壓成型的金屬製造，最普遍構成金屬之材質如下：

- 不鏽鋼(AISI 304, 316)
- 鈦合金(Titanium)
- Incoloy
- 赫斯特合金(Hastelloy)

這其間腐蝕是一個問題，某些廠家便提供非金屬類材質之框架式板片熱交換器，如石墨/可塑性氟化物TEFLON 或聚合物等。

框架(FRAME)通常是由軟鋼製成，正常的情況下會與工作液體接觸，其表面鍍層因各種熱交換器操作的環境而不同，框架可以是不鏽鋼或鍍以不鏽鋼之材質來替代軟鋼。

墊片(Gasket)的特性就其對溫度和壓力的承受力而言，對框架式板片熱交換器的能力有關鍵關係。

墊片普遍使用之材質為：

- Nitrile Rubber
- Hypalon
- Viton
- Neoprene
- EPDM

早期，大部分的廠家都是用膠水將墊片黏在板片上，幾個專利的安裝技術提供了排除使用膠水之必要，而且大部分的廠家也已採用了這些方法。此所謂的“無膠式(Glueless)”墊片適合於較嚴苛的工況，須縮短停工時間且須在現場進行更換之場合，可在現場進行更換及拆裝簡單為其優點。

框架式板片熱交換器最大的缺點便是密封性並不很完美。組裝時，墊片的置入需要特別的小心。

肆、操作限制

每家廠商出產的有墊片之板片熱交換器其間工作極限之差異極微。一般來說，金屬板片的工作溫度極限範圍為-35°C到+200°C，試壓若達40Bar，則容許的設計壓力可高達20Bar。

每一板片傳熱的面積範圍從0.2 m²到4.45 m²，流量在標準設備裡可高達3,500 m³/hr，雙入孔式更可高達5,000 m³/hr。

板片表面波紋狀帶給流體良好的擾動，一般來說，此型熱交換器具有較低的傾污性。美國HTRI (Heat Transfer Research Incorporated)曾計測出管殼式熱交換器的抗污能力僅為板片式熱交換器的25%。

髒污是一個關鍵問題，在板片間的空隙是可以加寬。例如，某家製造廠便提供了空隙13mm的板片組，且作為黏性液體和含有纖維的液體、固體物、晶體、黏狀物質等之使用。



伍、主要應用

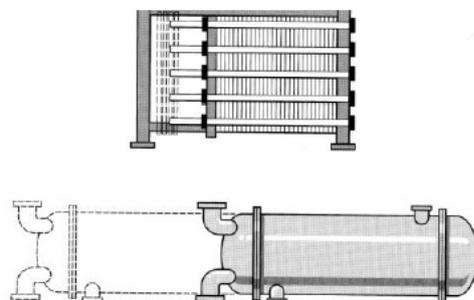
框架式板片熱交換器具有廣泛之使用範圍：

- 液體 - 液體
- 冷凝工作
- 蒸發工作

板片組常被使用於冷凍及加熱泵浦機組中，並且擴及使用在食品業和飲料業，使得板片的容易清洗及墊片更新等問題更為重要。

陸、與管殼式熱交換器比較

用下圖表示以同樣的能率比較出框架式板片熱交換器與管殼式熱交換器體積的大小。以同樣的量條件來比較，200m²傳熱面積所需的框架式板片熱交換器的體積，長約3M高約2M及1M的寬度。而管殼式熱交換器若要達成這樣條件，就需要600m²的傳熱面積容納在一5M長及1.8M直徑的殼內，另外還要加上額外需要管子拆裝空間。



圖四 比較框架式板片熱交換器與殼式管板熱交換器所需的保養空間

以液體—液體工况而言，板片熱交換器所需的傳熱面積，僅為當量的管殼式熱交換器的25%，同樣的工况其壓降也較低。

依照重量，如上圖框架式板片熱交換器淨重為3.3 噸，注滿水則將重達4.0 噸，圖中比較的管殼式熱交換器相對的重量即6.0 噸及11.0 噸。

柒、清潔保養

熱交換器(板片式、管殼式、螺旋式、管內管式)與機艙其他設備(閥件、泵浦、馬達、壓縮機等)相比較時，它看不到作動的部份。

在一個非理想的熱傳導的工况裡，無經驗值的熱交換器就得週期性進行保養及維護，如在場的清潔(CIP)或拆開來清潔。

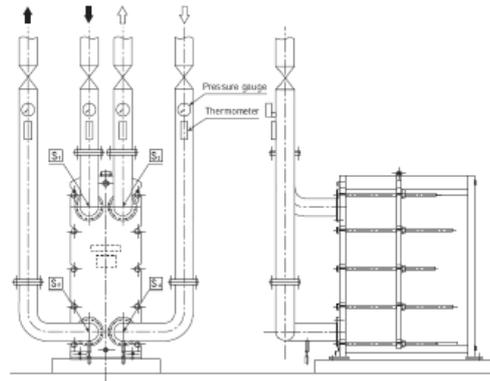
捌、傳熱表面的髒污

髒污的產生來自兩種類型的異物，第一類型為液體攜入之金屬類、塑膠類、沙礫及海生物等，第二類型為硬水形成的垢物或流體的殘留物。

第一類型的污物通常集結於進口處堵塞著流道或管道，第二類型則為因化學作用於傳熱表面的附著物。

移除這兩類型的污物的方法就是定期的拆開與清潔熱交換器，但這種定期方式結果可能會“太早”或“太遲”。

偵測髒污情況最簡單的方法是在熱交換器的進出口處各接上壓力錶，記錄其壓力讀數或於壓力錶面上以Mark Pen 做記號。當熱交換器髒污時，其壓力差增加，表示此熱交換器需要清潔。



最佳的偵測方法是將壓力與溫度的測量值連結至PLC 記錄器上，用趨勢圖線來判讀壓力差及傳熱效能。

玖、污垢的移除

1. 第一類

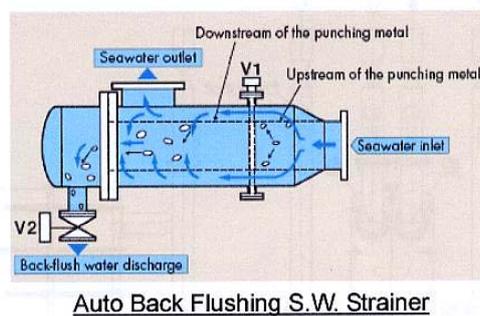
此類污垢所指的是未進入熱交換器的污垢，在熱交換器的進口裝設過濾器，於第一時間內杜絕其進入，採用的濾網需考量進入的冷卻水的來源是海水或淡水(中央冷卻水…等)。

污垢物質直徑大於板片流道的深度，為防止污垢進入熱交換器，利用逆流(逆沖)方式經熱交換器將這些污垢沖出熱交換器。

若沒有裝第一道濾網，移除污垢的方法可藉以下方式來達成：

入口濾網

在熱交換器的進口處裝設一個濾器，與框架固定框架或壓力板之間作一個連接，裝一個手動或自動的閥連接至另一側。當熱交換器於系統上使用時，進口的倒沖即藉用開啓此閥，將污垢沖出來，排出管線可疏放掉或接到回流管線回至大海。



經由一排放閥倒沖

若熱交換器本身沒有裝設排放閥，這可在熱交換器的進出口與隔絕閥之間各裝一個排放閥。關閉熱交換器，並在出口接入消防水或淡水將污垢逆沖出來。

自動逆沖

管線交互連接並裝入切換閥，需要逆沖時自動切換變成進口連接至出口端及出口連接至進口端，於冷卻水為海水時特別適用。

拆開熱交換器

拆開熱交換器，以水管或高壓沖洗清除污垢。

2. 第二類

此類污垢需要用所謂的” CIP” (Cleaning In Place)以清潔劑來循環清洗。所謂“CIP”即利用酸、鹼類清潔劑循環來移除傳熱表面積存的化學性結垢物，使用此清洗法時熱交換器不必拆開。

化學垢物包括磺胺酸及磷酸類(水垢)，苛性鹼，氫氧化鈉(油脂)，都已鈍化沉積在傳熱表面的氧化層上難以移除。

一些熱交換器製造廠家皆有提供移動式的循環清洗設備(容器、泵浦、馬達、加熱器)或CIP系統。

清洗的管子連接至熱交換器的進出口，或連接在“倒沖”裝置的管路上。

板片浸泡於化學藥水槽內

拆開熱交換器分解板片以進行此清洗方式。

板片浸入化學藥水槽內，並使化學藥水加熱進行一段時間後移除結垢物，接著用清水壓力噴洗。

一些熱交換器製造廠家已有提供這項清洗服務。

選擇合適的化學清潔劑

合適的化學清潔劑最簡單明確的定義就是：要能清除板片上的附著結垢物而不會傷及板片及墊片。很重要的一點，不銹鋼表面的保護膜不要被分解或侵蝕了，不鏽鋼表面塗佈的抗氧化層或保護膜是用來抗腐蝕的。

板片式熱交換器的拆裝

不要使用含有氯成分的鹽酸(Hydrochloric Acid 氯化氫 HCl)之清潔劑!!

- ◆ 拆開之前先清潔螺牙，避免螺帽鬆卸時咬住。
- ◆ 拆開螺帽之前先測量締緊長度。
- ◆ 參考說明書，確認廠商提供之締緊長度及締緊計算方法。
- ◆ 計數板片之數目。
- ◆ 記錄板片排列方式及板片之號碼。
- ◆ 清除墊片凹槽內殘餘物。
- ◆ 不可將膠塗至墊片凹槽(膠式墊圈)。
- ◆ 確認” clip on” 墊圈的凸出片正確押入其位置。
- ◆ 確認” clip on” 墊圈正確押入其凹槽內。
- ◆ 確認板片裝入的方向，確保流向之正確。
- ◆ 交互均勻地締緊板片組。
- ◆ 為避免過度締緊板片，切一段與締緊長度相等之管子，套入於框架間(固定板與壓力板)的螺桿上。

外部漏洩

- ◆ 檢查締緊長度(Tighten Length)為到達廠家之最低值。
- ◆ 締緊不可超過規定之最低值，將造成板片彎曲變形終須換新。
- ◆ 若墊圈是EPDM，熱交換器突遭熱漲冷縮之效應(由熱突然驟冷)將發生冷漏(Cold Leakage)。
- ◆ 若漏洩持續不斷，思考其使用之週期及因素，墊圈已喪失其彈性而必須換新。
- ◆ 若洩漏發生於框架與板片之間，檢查連接襯套或噴嘴可能破裂或損壞。

內部漏洩

- ◆ 若是板片破裂，將發生液體互流(交互污染Cross flow)。
- ◆ 先會在冷卻液體裡或相對的液體被發現，密閉式系統其容量減少及傳熱效能改變。
- ◆ 以熱交換器其中一側試壓來研判。

墊圈材質之選擇

熱交換器使用之墊圈及密封被設計為符合條件之使用

- 腈橡膠(Nitrile, NBR)適用於油、水，RCB/EPDM適用於酸、鹼類、耐高溫。
- 選用不當墊圈材質，將受其液體化學性之侵蝕而使熱交換器漏洩。

所有的墊圈皆有壓力及溫度之極限

- 在腈橡膠(Nitrile, NBR)類墊圈的組群裡，標準的腈橡膠耐溫可到110°C，高溫用的腈橡膠可升至130°C，當經過氧化氫處理過的腈橡膠更可高達160°C。
- 高溫用的與標準的腈橡膠價格差在3~5%之間，當操作於100°C之內溫度可使預期使用壽命延長。
- 每拆一次熱交換器使板片分離及墊圈曝露於空氣使受損，都會縮短墊圈之壽命。

框架及其它組件

熱交換器操作的工作環境必需之考量

- 熱、潮濕… 框架採用軟鋼及使用環氧化類規格(Epoxy)之油漆。
- 食品… 框架採用不銹鋼。
- 苛性蘇打… 組件不能使用鋁質。
- 海水… 組件不能使用鋁質。
- 締緊螺栓… 塗佈潤滑油脂並以套管保護，確保容易拆裝。

化學清潔劑與板片熱交換器CIP清洗

水垢：(如板片的海水側)

水垢的成份為碳酸鈣CaCO₃ 和碳酸鎂MgCO₃，可以溶解於“酸性”液體中。水垢溶解於酸性液體時，許多二氧化碳會被釋放出，因此，清洗的過程中須保持通氣以維持水垢的溶解。溫度越高，水垢溶解越快(建議溫度60~80°C)。

廠商推薦選用之清潔劑：

ASHLAND : Acid Descaler - SAF ACID (粉狀)

成份：氨基磺酸+ 腐蝕抑制劑

適用：不鏽鋼、鈦合金板片/ NBR、EPDM 墊片

溫度保持：60~70°C

使用濃度：5%~10% (注意溶解液顏色指示)

循環清洗時間：2~8 小時

中和及沖洗：加1% GC 鹼液中和，循環沖洗至少一小時。

UNITOR : DESCALOX(粉狀酸洗劑)

成份：+腐蝕抑制劑

適用：不鏽鋼、鈦合金板片/ NBR、EPDM 墊片

溫度保持：60°C

使用濃度：2.5%~10% (注意溶解液顏色指示)

循環清洗時間：

中和及沖洗：加0.5% Alkalinity Control 中和，循環沖洗2~4 小時(PH 值維持8~10)。或達可接受之PH 值7 以上。

NALFLEET : 79125 SAFE ACID(乾酸)

成份：

適用：不鏽鋼、鈦合金板片/ NBR、EPDM 墊片

溫度保持：50°C~70°C

使用濃度：8%~12% (注意溶解液顏色指示)

循環清洗時間：4~12小時 (根據結垢情況)

中和及沖洗：加2% Alkaline Treatment Liquid中和，循環沖洗30分鐘，中和金屬表面。

ASHLAND : Acid Descaler - DESCAL IT (液狀)

成份：鹽酸基酸洗劑(HCL) + 腐蝕抑制劑

適用：鈦合金板片/ EPDM 墊片

不適用：不鏽鋼(304) / NBR墊片

溫度保持：60~70°C

使用濃度：10%~20% (溶解液無顏色指示，須用PH 試紙測試)

循環清洗時間：2~8 小時

中和及沖洗：加1% GC 鹼液中和，循環沖洗至少一小時。

UNITOR : DESCALING LIQUID (液狀)

成份：除垢催化劑+腐蝕抑制劑+溼化劑

適用：不鏽鋼、鈦合金板片/ NBR、EPDM 墊片

溫度保持：60°C

使用濃度：10%~30%

循環清洗時間：4~8 小時

中和及沖洗：加0.5% Alkalinity Control 中和，循環沖洗2~4 小時(PH 值維持8~10)，或達

可接受之PH 值7 以上。

NITRIC 硝酸鹽酸洗劑

一些廠家推薦以15~30%濃度清洗不銹鋼，可清除水垢及恢復不銹鋼表面抗氧化層，但硝酸鹽對NBR、EPDM橡膠具有傷害。進行酸洗之前，墊片須先拆除。

油垢：(如滑油冷卻器板片油側)

滑油積垢比較複雜包含礦物油、鈣垢及碳垢的成份清洗上比較困難。

濃縮型油性溶劑ACC-9、CARBON REMOVER、FOT 或組合型酸性溶劑AMEROID DC 可以完成清洗工作。

濃縮型油性溶劑或組合型酸性溶劑都對橡膠墊片有傷害。

ASHLAND 廠家建議的清洗方法為高鹼度煮洗，配合低濃度油性溶劑，進行雙重產品一起洗滌。

廠商推薦選用之清潔劑：

ASHLAND

DREW LAC (LIQUID ALKALINE CLEANER 液鹼清潔劑) --20%

AMEROID HDE-777 (HEAVY DUTY EMULSIFIER 強力乳化劑)--5%

循環加熱至50℃，清洗時間4~6 小時，完成之後以清水沖洗。

UNITOR

SEACLEAN PLUS----- 20%

NALFLEET

MAXICLEAN 2 (OIL SPILL DISPERSANT)----- 2~5%

循環加熱至60℃，清洗時間4~6 小時，完成之後以清水沖洗。

CIP清洗注意事項

清洗前

- 確認板片與墊片的材質及限制。
- 確認化學清潔劑之特性及添加濃度。

清洗中

- 現場保持空氣流通，應戴上保護手套和護目鏡。
- 避免吸入過多蒸發之氣體。
- 循環清洗時間視污垢情況決定，但不宜超過八小時。
- 為避免傷及板片及墊片，化學清潔溶劑濃度以廠商建議之最低值做參考。
- 進行酸洗期間，應隨時檢測清潔劑之酸鹼（PH）值。

清洗後

- 放乾化學清潔溶劑，隨即注滿清水進行清洗，勿使清潔溶液殘留於內。
- 疏放之化學藥水應收集排岸，不可排海。
- 酸洗後確保清潔既不殘留，中和清洗時間至少1~2小時

➤ 清洗完成之後，熱交換器不宜閒置放空，應隨時加入系統運轉。

不鏽鋼板片的熱交換器勿使用含有氯成分的鹽酸(Hydrochloric Acid 氯化氫HCl)之清潔劑!!!

滑油側清洗步驟(使用ASHLAND DREW 化學清潔劑)

1. 開啓滑油冷卻器油及水側Drain Cock，排放滑油及冷卻水，排放完之後關閉。
2. 拆除循環清洗用法蘭盤盲板，連接清洗用軟管及泵浦。
3. 預定清潔劑濃度為：LAC 濃度約為12.5%、HDE777 濃度約為5%。

以NU 型船主機滑油冷卻器為例，添加藥水量如下：

熱交換器滯留容量約1000 Ltrs.

LAC 劑量：1000 x 12.5% = 125 Ltrs.

HDE777 劑量：1000 x 5% = 50 Ltrs.

估算溶液總量將為：1000 + 125 + 50 = 1175 Ltrs. (> 1000 Ltrs 滯留容量)。

$1000 / 1175 = 0.85$

清水量：1000 Ltrs x 0.85 = 850 Ltrs.

LAC 劑量：125 Ltrs x 0.85 = 107 Ltrs.

HDE777 劑量：50 Ltrs x 0.85 = 43 Ltrs.

4. 藥水經由清洗軟管加入滑油冷卻器油側使之充滿，為確保化學藥水充分混合，清潔劑與水應一同注入(以上為例，200Ltrs 藥水桶應同時注入130Ltrs清水、LAC 21.4Ltrs 及 HDE777 8.6Ltrs.)。開啓清洗泵浦，直到泵浦可以持續循環藥水為止。
5. 持續加熱維持藥水之溫度於60~70°C。
6. 持續清洗四小時之後，排放油側之清洗藥水。
7. 重新加入熱水使之保持循環一小時後，油側全部排放。
8. 恢復系統。

水側清洗步驟 - (ASHLAND SAF ACID POWDER)

1. 開啓冷卻器冷卻水側或海水測Drain Cock，排放海水及冷卻水，排放完之後關閉。
2. 拆除循環清洗用法蘭盤盲板，連接清洗用軟管及泵浦。
3. 預定清潔劑濃度為：SAF-ACID 初次濃度約為5%。以NU 型船主機缸套水冷卻器為例，添加藥粉量如下：
熱交換器滯留容量約300 Ltrs. SAF-ACID 劑量：300 x 5% = 15 kg.
藥水桶先注入一半以上的清水，緩慢加入SAF 酸劑至水內，必要時可拌動之，直至 SAF藥劑的需要量已溶解在水內為止。
4. 藥水經由清洗軟管加入冷卻器水側使之充滿，開啓清洗泵浦，直到泵浦可以持續循環藥水為止。
5. 檢視藥水呈現顏色逐漸增加SAF 酸劑濃度至10%，檢測PH 值為1.5。當溶液有足夠酸性時，能適當的溶解污垢，此溶液會變成金黃色。初次用量是足夠得到所需酸度而呈現這種顏色。只要溶液仍能保持著金黃色，就不必加SAF 酸劑進去。當污垢已經

溶解，溶液酸性減弱時，就會變成綠色。須要再加SAF酸劑(約為初次用量的25%)，溶液應再轉變為金黃色。所有添加SAF 酸劑用量，不得超過兩次。避免溶液飽合而失效。

6. 持續加熱維持藥水之溫度於65~70°C。
7. 若結垢嚴重，可能需要將舊酸性溶液排放掉，更換新的酸性溶液。SAF 酸劑的強度可藉內在色素指示劑檢查出來。
8. 持續循環清洗六小時後或按照所示SAF 酸劑的強度，至少保持穩定為時半小時，排放掉水側之清洗藥水。
9. 重新加入溫水使之保持循環後，慢慢加入少量中和鹼並用試紙檢測酸鹼值，當酸鹼值約在7-8 左右時停止加入，並排放掉水側內的水。
10. 拆除清洗軟管並恢復系統。

滑油側清洗步驟 - (UNITOR SEACLEAN PLUS)

1. 關閉熱交換器油的進出口排放調所有剩餘的油
2. 拆除循環清洗用法蘭盤盲板，連接清洗用軟管及泵浦。
3. 預定清潔劑濃度為：SEACLEAN PLUS 20%，以NU型船主機滑油冷卻器為例，添加藥水量如下：

熱交換器滯留容量約1000 Ltrs.

SEACLEAN PLUS 劑量：1000 x 20% = 200 Ltrs.

估算溶液總量將為：1000 + 200 = 1200Ltrs. (> 1000 Ltrs 滯留容量)。

$1000/1200=0.833$

清水量：1000 Ltrs x 0.833 = 835 Ltrs.

SEACLEAN PLUS劑量：200 Ltrs x 0.833 = 165 Ltrs.

4. 加入所需要的溶液到桶內，安排加熱器或蒸汽進入桶內並升溫至65-70°C，保持此溫度至清洗工作完成。如不能加熱，則過程需要延長。
5. 用循環泵循環12-15小時，當清洗完畢，排放此溶液。
6. 注入清水至熱交換器，啟動泵繼續清洗1-2小時，以清除殘留之清潔溶液。
7. 拆除接管，恢復系統。

水側清洗步驟 - (UNITOR DESCALING LIQUID)

1. 如冷卻器海水側裝有過濾網，先清洗濾網後裝回。
2. 接管並打開Air Vent Cock，此時以Pump灌滿清水於(海)水側。
3. 預定清潔劑濃度為：Descaling Liquid 初次濃度約為20%。假設冷卻器滯留容積為1200Ltrs，添加藥水量如下：

Descaling Liquid 劑量：1200 x 20% = 240 Ltrs.

因此實際注入量為：

清水量：1200 x (1 / 1.2) = 1000 Ltrs

Descaling Liquid 量：240 x (1 / 1.2) = 200 Ltrs.

4. 添加100Ltrs Descaling Liquid 於桶中，開啓Pump。

5. 循環約一小時後再添加另50 Ltrs 的Descaling Liquid 於桶中，此時溶液濃度約近20%，其溫度請保持55 ±5 °C。濃度為10% ~30%之間，是污染程度而定。
6. 繼續循環4~6 小時後停Pump，時間長短視污染程度而定。
7. 疏放水側之清洗藥水，清洗濾網。
8. 注滿清水添加Alkalinity Control 3~5 Ltrs，保持此溶液酸鹼值PH 8~9 為宜，必要時請隨時添加Alkalinity Control，啓動Pump 中和酸性之循環約2~4 小時後停Pump。
9. 疏放水側之清洗藥水，清洗濾網。
10. 最後檢視冷卻器內部，確定貝殼，雜質，污垢等已被溶解。
11. 若效果未盡理想，可重複上述步驟，以達滿意之程度。
12. Descaling Liquid 使用量以150 Ltrs 為準，另依污垢嚴重程度可酌情增減50 Ltrs.。
13. 若使用Descalex時(粉狀)，則其濃度為2.5%至10%。

Cleaning Chemical for Seawater Side of Heat Exchanger

We hereby send our report of cleaning chemicals for seawater side as follows, Please do not hesitate to contact us for your any kind of questions.

1. Material of Plate Type Heat Exchanger
 Material of Plate : TP270 (Titanium)
 Material of Gasket : NBR
2. Recommendation of cleaning
 (1) We recommend you to clean parts as follows. If the system includes Tin Alloy, chemicals which contains Citric Acid or Sulfamic Acid will be recommended. And in all case, neutralization and rinse with seawater is required after cleaning。

No	Name of Cleaner	Maker	Dilution	Main Component	Temp	Time
1	Kriperial S-232	Kurita	10%	Hydrochloric Acid	40°C	1~2Hours
2	Descaling Liquid	Unitor	10%	Hydrochloric Acid	40°C	1~2Hours
3	Commissioning Cleaner	Unitor	10%	Citric Acid	50°C	1~2Hours
4	Descalex	Unitor	10%	Sulfamic Acid	50°C	1~2Hours

- (2) We have tested Descaling Liquid (No.2) with soaking bath shown below and verified that Plate and Gasket can be cleaned without any extraordinary erodes。
 - Plate : TP270
 - Gasket : NBR
 - Cleaner : Descaling Liquid
 - Dilution : 17%
 - Temperature : 60°C
 - Time : 72 Hours
 - Evaluation : No problem found on the surface of material.

