

散裝船撞擊日本內海大橋的啟示

文/ 方 信 雄

一、前言

2018/10/22/0030時，由號稱世界上海運鋼鐵貨物運送量最大的德國散裝船公司(運輸能力約4,000萬噸、運航船隊500艘)運航的馬爾他籍貨船”Erna Oldendorff”(以下簡稱O輪)在航往日本廣島縣江田島港(Etajima)途中，在「大畠瀬戶(日文「瀬戶(せと/ Seto)」一詞指狹窄的海峽之意)」(Ohbatakeseto; おおばたけせと)水道，當其欲通過連結本州大富町與周防大島町(Suo-Osima)的大島大橋時，雷達桅桿撞上大橋。由於未雇用引水人，事故當時由船長操縱船舶。據當地資深海運人士表示，若非小船，川航大畠瀬戶本就不合理。因為該水道不僅狹窄而且潮流湍急。何況有時候來往的小型船舶數量遠超過外海。

因為大橋底部皆附設有各種管線，撞擊結果造成周防大島町上全島斷水與光纖網路(Fiber-optic cables)斷線。海運相關業者對於發生此前所未聞的事故，無不驚訝與不解。

事故後，讓生活在周防大島町的15,000居民面對此前所未聞的海難事故帶來的威脅。缺水讓居民無法洗滌、洗澡、炊煮與清洗器皿，就連維持生命的水分補給都有困難。尤其網路被截斷最是居民無法接受的，因為需要進行資訊收取、資訊傳輸的職場都要面臨網頁無法更新的困擾。當然交通的安全確認是首要之務，也就是與日本本島唯一的連接道路無法通行，讓居民生活立即陷入癱瘓，必須急於修復。



圖.1 被撞擊後的大橋



圖.2 撞擊大橋的散裝船

二.船長與當值船副的不作為

O輪包括印尼籍船長在內共有船員21名，該航次係自韓國Onsan裝載6,300噸氧化鋁欲經由吳港外海(檢疫)，前往江田島港卸貨。該船雷達桅桿高度約40米，甲板上並且有四具高約35-36米的吊桿起重機(Crane)。在通過橋高31.9米(自海面起至橋底高度)的大島大橋時撞到大橋。事後，該船既未停船檢查，亦未通報岸方與附近船隻，就在起重機損毀、桅桿折斷的情況下繼續航向吳港外海。根據當地海運界人士表示，即使日本國內線的小船亦不走大島水道。再者，欲通過大橋，也就是在橋下的最低處通過時，只要確認自滿潮時的海面到桅桿的高度為何，就知道能不能安全通過了。這是簡單的算數問題而非一定要具備航海專業。實務

上船舶川航大橋並非特別困難，但只要是以以前未曾走過的大橋，相信所有船長都會關注橋高與本船的高度是否允許安全通過。毫無疑問地，若是像舊金山的金門大橋或是門司的關門海峽，因橋高高出水面甚多，則縱使5萬噸級的船舶亦不用在意橋高。

日本的瀨戶內海潮汐漲落差極大，加諸水道狹窄、地形複雜，是日本全國幾個潮流最為湍急水域之。筆者猶記得當年任職於冷凍船，為緊守固定的船期，每每須於傍晚自門司港開船，趕在日出時抵達大阪港，或是反向自大阪開往門司。為此，只有選擇走瀨戶內海一途。猶記得整段瀨戶內海航路除了小島星羅棋布、漁船無數外，印象最深的就是強勁的水流。即使筆者服務過的大洋公司所屬「僑果」「建福」二輪在40年前(七〇年代)是少有船速高達20節的快速船，仍是要小心操船。其中記憶最深的是，在未雇用日本引水人引航下，自行川航來島海峽(Kurusima Kaikyo)時，常要在半夜依據潮流信號所的潮信號燈指示，在高達六、七節的漲、落潮流中，連續通過兩段急彎水道的驚險過程。

如同此次事故發生所在的「大島瀨戶」，除了因高度受限，大型船隻不能從大島大橋下通過外，海峽寬度

極為狹窄，而且每日通過的漁船平均數達124艘。記錄上僅允許4,000噸級船舶通航(依據平成26年/2014年資料)。事實上，即使3,000噸級日本國內線小油輪亦都訂下「不可通過」的自制條款，而需航行周防大島東側情島與津和地島間的水道。至於總噸位超過2萬噸的大型船舶，更應從愛媛縣的中島與怒和島間的主要航道(クダコ[Kudako]水道)航行。而超過25,000噸的船舶不能在此水域航行，則是當地海運相關業者盡知的常識(參閱圖.2 圖.3)。



圖.3 大型船舶建議航線



圖.4 二萬噸以上大型船舶建議航線

因此，基於安全考量外國籍船舶，尤其不諳日文的船長，欲進入在瀨戶內海時，應在進入內海前24小時必須向該管保安廳通報船舶保安情報，並依據通航水域的安全度決定是否雇用經驗豐富的引水人。但事故發生的大島瀨戶係屬非強制引水區，因此船長可以不雇用引水人自行引領。

三.事故的缺失探討

從上述得知，O輪船長在撞橋船毀後，未停船檢查與通報，絕對是錯誤的作為，此如同肇事逃逸一般。不容否認的，日本內海水域交通管制台值班人員的英文溝通能力普遍不佳，若遇有外籍船員腔調特殊或偶發事故，岸方管制員常難在第一時間立即回應；反之，外籍船員懂日文者亦少之又少，船員還真不知要如何通報？值得一提的，早期國內跑日本定期航

線的前輩們無不精通日語，因此無論船務運作或通訊聯絡宛如日本人一般，當然容易取得航行相關資訊，進而降低海事風險。

其次，從岸際支援與後勤聯絡的角度來看，船舶進港卸貨，貨主或租船人都會委託船務代理業者負責港口相關事務的安排，尤其日本的船務代理業更是謹慎有加，故而實務上代理業者都會與船上事先聯絡，並確認航往次一港口的航路計畫、欲泊靠哪一碼頭、哪一舷泊靠、工人班數(Gangs)等資訊。

至於印尼籍船長為何選擇這條航路？又選擇此航路，為何無人告知他有觸頂風險？則是日本海運界最不能容忍的。如同上述，日本是先進的海運國家，類此外國船在日本港口間航行，當然會僱有當地代理行或代理人，而此等代理行在開船前都會告知航海計畫，與預計抵達次一港口的時間。故而當然有告知船長不能通過大畠瀨戶的責任，尤其是第一次通過該水道的外國船長。毫無疑問的，船舶最終的安全責任由船長承擔，但代理行沒有明確表示安全上不可行，就等同表示同意船長的航行計畫。當然有可能是代理行根本沒有詢問船長，而船長也沒有詢問代理行川航「大畠瀨戶」可行與否。尤其這次事故發生在

非強制引水區域，有關船長對於航行訊息的交換或體制為何，無從得知。

然而無論橋樑或是障礙物的資訊在海圖上(含電子海圖)都有記載，船長當然要參考海圖決定航路，所以即使不雇用引水人亦不應該發生該等事故。當然，若有熟知當地港灣水道常識的引水人在船，就會明確指示「此船不可通過大橋」，也就不會發生此等事故。

反之，若是大型船舶的情況，船長擔心的則是航道的水深不足處，因此如欲通過瀨戶內海時雇用引水人才是適當的。究竟只有當地引水人才熟知從海面上看不到的海底泥沙堆積處，也因此才能避過有觸底風險的水域。因為引水人選擇的航道都是高度足夠的大橋，故而眼睛看得到位於頭上方的大橋是否會碰到，通常不會去考慮的。

毫無疑問的，非強制引水制度對船長而言絕對是莫大壓力，相信大多數非定期船的船長，例如○輪這種不定期散裝船，船東或租船人基於節省成本的考量都會要求船長不要雇用引水人，並以微薄的自領引水費作為船長自行引領的報酬。事實上，許多船長都是在沒有把握的情況下，礙於船東或租船人動輒解僱的壓力，硬著頭皮引領船舶進出港或通過引航水域

的。可以預期的，在欠缺特定水域的水文知識與操船經驗的情況下，引領船舶進出港與泊靠碼頭是相當危險且是不負責任的。

此案例亦有可能是船長想賺取自行引水的酬勞，特別是未開發國家薪資較低的船長都有此傾向，正如同三、四十年前的我國籍船長一樣，無不極力向日本租方爭取自行引領的機會。

毫無疑問的，若遵照正常海務運作的程序，就不會發生事故。故而本案絕非意外或偶發事故，而是百分百人為疏失的必然結果，船長與海運公司都無法免責。

尤其O輪船長、輪機長與所有船員都是外國人，完全不知道瀨戶內海的狀況，當然要僱用日本引水人，不能以降低成本為由而不雇用。

似此，船東或租船人將降低成本列為優先，安全擺第二的風潮盛行，事故不增加都難。不容否認的，引水人與船長一樣是船長出身，而且各人具備的教育與學習背景雷同，但船長終究不是每天在操船，筆者在港口引領執業中偶遇船長欲主導船舶操控權，基於海事法規船長當然可取回操控權(**Take the Con**)的前提下，筆者都會尊重船長的操控權，但偏偏船長所下的指令對船舶運動的結果是無

意義甚至是負面的。這絕非標榜引水人操船技術高超，而是領港每日與船為伍，即使庸庸之輩，假以時日亦會習得一定水平的操船技術。筆者承認自己也是在任職引水人後才慢慢體會操船要領，直至現今退休將至，仍保持戰戰兢兢的態度，究竟影響操船的變數太多了。

另一方面，就船員僱庸制度來看，日本籍船舶的船長與駕駛員都是公司長期僱用的，從取得船副到船長證書的職業生涯中，幾乎都在同一公司的各種類型船舶上服務。反觀菲律賓、越南、緬甸與印尼等外國籍船，船員的調配都是由仲介公司(**Manning Company**)負責招募的，船員不僅對公司沒有認同與歸屬感，當然也不會有效忠感。回顧日本自20年以前，因為船員不足，為確保船長與輪機長以外的船員來源，而不得不雇用外籍船員。而為降低人事成本，日本的海運公司甚至大舉在東南亞國家設立船員養成學校培育優秀的外國船員作為主力，因此日本船東亦成為廉價船員的最大雇主。而船員仲介公司從船東處賺取仲介費與僱用船員薪資報價的差價是人盡皆知的。至於仲介公司間的相互競爭殺價更是海事人力市場上的常態，當然這需視船員供需平衡狀況而定。

可以理解的，航運公司減少薪資較高的常用船員的僱用，表示依賴仲介業者調派船員的船東愈來愈多。另一方面，各大海運公司紛將屬輪改懸法規規範鬆散的權宜國籍，難道這與近年來船舶事故頻生沒有關係嗎？筆者在各種場合一直強調，專業技術人員不可能價廉物美的理念，就是認定船員薪資不斷下調與船舶的安全運航是相互抵觸的。

究竟先進或已開發國家的船員證書考試與核發較為嚴謹，開發中國家則相對鬆散。以筆者個人在船上的經驗為例，就曾遇過外籍船員不懂得分母分子的換算，無法算出「分數」的加法，而須利用工作閒暇教導之。似此，就讓人不得不相信傳言中許多船員證書是用購買取得的說法。

顯然，船公司在招募船員時仍應盡最大努力篩選的責任，類此連從海圖上研判橋梁高度，以及不知道本船高度的船長，怎能聘用？須知船長責任重大，海運公司將整船數億元計的貨物委任完全不瞭解本身責任的次標準船長，難道絲毫不為貨主設想？又保險公司怎會甘心情願地理賠？

四.結語

文中所述案例，毫無疑問地，可歸諸於百分百的人為疏失，但僅將責任歸咎於船長，恐無法全然杜絕類似

案例的再發生，究竟這在某種程度上可說是整個海運運航與船員管理系統的結構性缺失所衍生的事故。從此案例吾人得到的啟示如下：

- 1.擔任船長職務當有一定海上資歷與經驗，只要詳閱海圖對於橋高、水深等航行安全資訊就可一目瞭然，為什麼本案例船長會作出「可以走」的判斷？必須強調的是，當前即使船上電子航儀完備精進，船長與駕駛員對於本船航線川航水域，務必詳讀海圖，尤其首次航行的水域；再者，就是抵港前應詳問當地代理行取得相關的航行安全資訊。
- 2.肇事船舶屬於世界三大租船公司之一，可見即使再大的海運公司都在走降低成本的僱用廉價船員路線。不容否認的，廉價船員亦有稱職者，但素質普遍不高與不敬業則是事實。以筆者在職場上的經驗為例，引領船舶時常遭遇少數船長，當船舶都快被帶到船席旁了，還在問：「我要靠哪個碼頭？」；似此，不是代理行不盡職，就是船長準備不足。
- 3.航商與貨主務必慎選船務代理行；由於航運不景氣，在節省成本的大環境下，船務代理行間亦有激烈競爭，而削價競爭的結果常是劣幣驅逐良幣，當然不可能對船長提供安全可靠的服務。

智慧型柴油機潤滑油黏度保護系統之研究

文/ 田文國¹

[摘要]本研究於柴油機潤滑油系統中並聯加裝柴油機潤滑油黏度保護系統，使其對柴油機潤滑油乳化及稀釋等保護功能對更臻完美，達成質變的保護功能，對於智慧型柴油機可直接使用電子信號控制及保護，對21世紀智慧型柴油機安全運轉提升更進一步保障。

A study of intelligence diesel engine lubricating viscosity protection system Wen-kwo Tien Rong-hua Yeh

[Abstract] This study focus on a new fitting of the diesel engine lubricating oil viscosity protection system. Especially in emulsion and dilution of used lubricating oil quality protection functions. The capability of the innovation system further increasing engine protection abilities. All the system are fitted to 21 century intelligence diesel engine electronic control and protect for safety operation.

一、柴油機中潤滑油功能

柴油機中潤滑油具有以下功能：

- (1)減磨作用：在相互運動表面保持一層油膜以減小摩擦。這是潤滑的主要作用。
- (2)冷卻作用：帶走兩運動表面因摩擦而產生的熱量以及外界傳來的熱量，保證工作表面維持的適當溫度。
- (3)清潔作用：沖洗運動表面的污物和金屬磨粒以保持工作表面清潔。
- (4)密封作用：產生的油膜同時可達到密封作用。如活塞與缸套間的油膜除具有潤滑作用外，還有助於密封燃燒室空間。
- (5)防腐作用：形成的油膜覆蓋在金屬表面使空氣不能與金屬表面接

觸，防止金屬銹蝕。

- (6)減輕噪音作用：形成的油膜可達到緩衝作用，避免兩表面直接接觸，減輕振動與噪音。
- (7)傳遞動力作用：如推力軸承中推力環與推力塊之間的動力油壓。
- (8)預測和判斷運動部件磨損狀況及設備潛在的問題：透過潤滑油宏觀分析和微觀分析可以判斷和鑑定機械設備的運轉狀態，判斷機械設備運動部件損壞部位及程度。

二、潤滑油廠家制定潤滑油使用限制

1、潤滑劑劣化

潤滑油經長期使用後，潤滑油之性質及化學反應上之主要變化如下：

- (1)黏度之變化：滑油經高溫且長時間攪拌後，產生油溶性和不溶性之氧化生成物油泥，沈積於溫度較低

¹ 臺灣海洋大學商船系 兼任教授 輪機長

之冷卻器及油櫃內，加上異物碳渣之混入，使黏度顯然增加，但若受低黏度之燃油類侵入，則被稀釋，黏度反而降低；滑油黏度增加，流動較困難，液體摩擦增加，潤滑性降低，滑油泵之負荷增加，且油泥易使細小之管路及間隙甚小之軸承堵塞，而造成失油現象而發熱或燒毀。

(2)稀釋(Dilution)：滑油中混入低黏度之燃油，而其黏度及閃火點(Flash point)均降低，此情形以筒型活塞及高壓油泵之燃油漏入滑油系統為然。

(3)起泡沫：滑油劣化後，由於黏度增加，水份及雜質之脫除比較困

難，因此一經強力攪拌就會有起泡之現象。

(4)乳化現象：滑油中含有炭粒、塵埃及雜質後，又和水分混入即產生乳化現象，其結果，乳化油使冷卻器傳熱面效率低落，滑油在軸承內流動緩慢，破壞油膜，而損害軸承。

(5)碳化(Carbonization)：主要是潤滑油暴露在高溫氣缸內，而產生碳化沈積物，倘進入滑油系統即形成污染，在氣缸內則增加磨耗及活塞環之黏結而失效。

2、潤滑油使用限制

船隊使用航運企業制定潤滑油使用限制標準如表1所示。

表1潤滑油廠家制定潤滑油使用限制

			十字頭式柴油機		筒形活塞柴油機		試驗方法
			H.D.	Prem	F.O.	D.O.	
黏度(40℃)時 mm ² /s	上限	L	+35%	+35%	+35%	+35%	JIS K2283
		A	+25%	+25%	+25%	+25%	
	下限	A	-5%	-5%	-5%	-5%	
		L	-15%	-15%	-15%	-15%	
閃點(PM)℃	下限	A	190	190	190	190	JIS K2265
		L	170	170	170	170	
水份 wt%	上限	L	0.4	0.3	0.4	0.3	JIS K2275
		A	0.3	0.2	0.3	0.3	
TAN mgKOH/g	上限	L		2			JIS K2501
		A					
TBN	下限	A	3		6	3	
		L	2		4	2	
HCtmgKOH/g	下限	A	7		12	7	
		L	5		10	5	
TBN	下限	A					ASTM D893
		L					
HCtO ₄ mgKOH/g	下限	A					
		L					
受N抑制的不溶抑制劑B wt%	上限	L	1.5		3	3	
		A	1		2	2	

註：A：警報點；L：極限值。HD：Heavy Duty；Prem：Premium；

資料來源：NYK fleet technical report 2010

三、船舶柴油機潤滑引起故障

1、柴油機發生事故統計

實務經驗統計證明，柴油機的潤滑系統及滑油品質對機器效率的發揮、減少故障、延長工作及壽命等都有極大的關係。在實際使用管理中，

通常把一切故障歸咎於機械問題，而掩蓋了潤滑油的作用。依據日本海事協會(Nippon Kaiji Kyokai；NK 班2011)統計報告，柴油機各類故障中由潤滑問題而引起的比例頗大，如表2所示。

表2高速柴油機發生事故統計

事故原因		統計次數	佔百分比
1	設計不當	27	4.2%
2	潤滑不良	166	25.7%
3	潤滑方法不當	92	14.3%
4	變形	20	3.1%
5	工作方法錯誤	29	4.5%
6	灰塵	86	13.3%
7	操作錯誤	20	3.1%
8	操作不熟練	15	2.3%
9	主管指示錯誤	10	1.6%
10	疏檢	1	0
11	過負荷	43	6.7%
12	裝備不良	32	5%
13	其他	71	11%
14	原因不明	33	5.1%
總計		645	100%

資料來源：NK 2011年度報告

表2中顯示由14種原因所發生的645次故障中，因潤滑不良而發生的故障達166次，佔25.7%；因潤滑方法不當而發生的故障達92次，佔14.3%，二者合佔40%。由此可知要確保柴油機的正常運轉，發揮機器最大出力及延長使用期，潤滑油的品質是至關重要。對此針對船舶柴油機潤滑系統的運用及特性，提出確保潤滑油品質的措施及現場品質簡易檢驗的方法，以確保機器功能正常、安全及可靠的工作。

2、二起船舶柴油機潤滑引起重大故障

(1)潤滑油稀釋致柴油機燒損活塞與氣缸膠著

某高速四衝程柴油機MTU主機，運行中由於輕柴油混入潤滑油系統中，造成潤滑油稀釋致使潤滑油喪失其潤滑效果，高速主機由於惡性磨擦使氣缸與活塞膠著，由於高速1800 r/min運轉中，致使連桿因氣缸與活塞間膠著而拉扯斷裂，斷裂連桿因慣性運轉而刺破曲軸箱，但潤滑油壓力保護裝置並未顯示壓力保護異常，致使整台柴油機主機必須更新，造成業務及金錢上重大損失。

低速機柴油混入

(2)潤滑油乳化致柴油機十字頭軸承燒損

某低速機二衝程柴油Sulzer RND90M主機，運行中由於活塞冷卻

水漏入潤滑油系統中，且潤滑油淨油機效果不良，使潤滑油乳化而喪失其潤滑效果，主機由於惡性磨擦使十字頭軸承全部燒損甚至於破裂，經詳細檢驗潤滑油乳化中含水量達5%，潤滑油已呈現半固態乳化，但潤滑油壓力保護裝置正常，致使整台柴油機主機十字頭軸承6支全部必須更新，造成業務及金錢上重大損失。

(3)以上二起嚴重事故潤滑油壓力皆顯示正常，但潤滑油壓力保護裝置實質上並無法保障潤滑油品質劣化，造成船東業務及金錢重大損失。

四、傳統柴油機保護系統與黏度保護系統

1、傳統柴油機保護系統

傳統柴油機皆採用如下三種保護系統，即：

(1)潤滑油壓力保護系統。

(2)潤滑油淡水壓力及高溫保護系統。

(3)柴油機超速保護系統。

2、黏度保護系統

本研究以專對潤滑油壓力保護系統改以潤滑油壓力及黏度保護系統，以實際保護柴油機潤滑功能，潤滑油壓力保護系統係以純壓力為介質，對潤滑油質變並未有任何監控保護功能。(實際黏度變化數據已在做實驗中，待確認實驗數據後制定黏度保護標準)

3、實際保護系統

基本上柴油機潤滑油泵在構造皆以旋轉齒輪泵為主，例如潤滑油質變因水之混入造成乳化，及因燃油之混入造成稀釋，乳化及稀釋等潤滑油劣化將使潤滑油完全失去其機器潤滑功能，但由於旋轉齒輪泵為正排量泵，其壓力依然有效維持，驅動該等乳化及稀釋潤滑油，依然使之能維持正常使用壓力。

所謂潤滑油壓力保護系統，僅係維持其正常使用壓力為主，但對於潤滑油劣化如乳化及稀釋等黏度變化等，對機器純壓力為主並未具有實質適當之保護。

五、研究基本理念邏輯

1、黏度保護系統安裝

對於傳統柴油機潤滑油保護系

統，本研究於系統中並聯加裝柴油機潤滑油黏度保護系統，如圖1所示柴油機潤滑油系統圖，將黏度計加裝於潤滑油底櫃中(L.O. sump tank)，或加裝於潤滑油自動沖洗濾器中(Auto backwash filter)，用以監測潤滑油黏度變化。

1、黏度保護系統功能

本研究黏度保護系統功能如下：

- (1)如燃油混入造成潤滑油稀釋至黏度下降5%時警報響起，當黏度繼續下降至15%發出強制停機保護。
- (2)當水份(淡水或海水)混入或其他燃燒生成物等，造成潤滑油乳化或黏稠至黏度上升達25%時警報響起，當黏度繼續上升達35%時，發出強制停機保護。

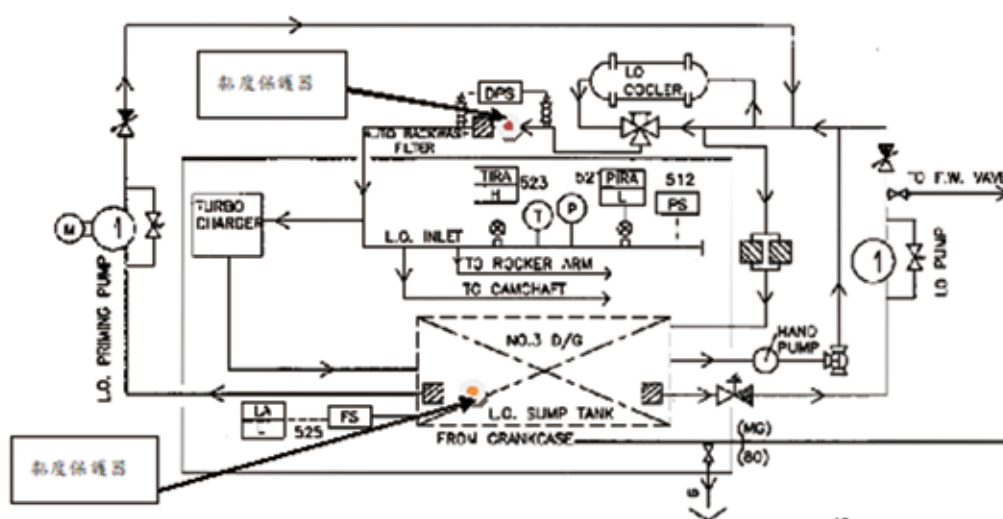


圖1柴油機潤滑油系統圖

六、結論

1、傳統柴油機潤滑油壓力保護系統

此一系統係以純壓力為保護單位，例如柴油機正常使用時潤滑油壓力為3 bar，當壓力下降至2 bar時潤滑油壓力保護警報響起示警，當壓力持續下降至1.5 bar時潤滑油壓力保護強制停止機器運轉。

此一保護機制使用近一世紀(柴油機1892年被發明)，有其保護功能及存在價值；

2、潤滑油黏度保護系統

如在此原有系統上加入潤滑油黏度保護系統，使其對乳化及稀釋等保護功能對更臻完美，達成質變的保護功能，對於智慧型柴油機可直接使用電子信號控制及保護，對21世紀智慧型柴油機安全運轉提升更進一步保障。

船運技術不斷前進，本世紀智慧型柴油機已完全由電腦進行操作及監控，將此一系統並聯加入柴油機保護系統中，除可確實記錄潤滑油質變的趨勢，並及時提供操作輪機員注意，使之更具效益運作。

考文獻

- [1] 顏志光 潤滑材料與潤滑技術中國石化出版社 2000 北京
- [2] 日本船舶機關學會 燃料潤滑油用語事典 成山堂書店 敗1994 東京
- [3] 林榮盛 潤滑學 全華科技圖書公司 1994 台北
- [4] 王永謙等 潤滑油基礎與應用 全華科技圖書公司 1995 台北
- [5] 林昭仁 潤滑學 全華科技圖書公司 1993 台北
- [6] BP Marine international Energol marine lubricants. 2010-11

