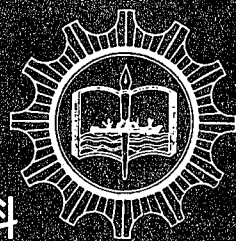


船舶與海運

SHIP & SHIPPING



參考資料

* 版權所有 · 非經同意 · 請勿轉載 *

淺述高速船動力裝置

馬豐源*

前言

海洋佔全球面積的 71%，現代世界貿易量中，船舶運輸承載 85% 的貨物量，世界各大城市 60% 位於海岸邊或距離海岸 50km 以內，內陸城市亦位於河流沿岸，世界人口約三分之二居住於沿海 80km 以內。海洋及河流對於人類文明發展所起的影響與作用，不可言喻。

水運的載重量是其他運輸方式所能比擬，無論海上運輸或內河運輸，均較陸上運輸或空中運輸都要來的大。以平均每噸貨物運輸 1km 所消耗的燃料換算為標準煤計，船舶運輸為 2kg、火車為 12kg、汽車為 40kg、航空為 800kg，由此可得知船舶運輸燃料最省；水路運輸的成本易低於其他運輸方式，美國內河運費約為鐵路運輸的四分之一、公路運輸的十五分之一，海運運費比內河更低。

船舶運輸雖有運輸量大、續航能力大及經濟性好的特點，但常規船舶航速太低，且於波浪上航行時，不論是人員的舒適性還是船的運行均受到很大的制約，不能完全符合現代水運事業的需求。由於經濟貿易結構的改變，現代水運朝向高速化發展，此亦正是推動船舶高速化的原動力。

動力裝置的組成

高速船的發展，不僅取決於先進的船型，且依賴輕型大功率發動機、高效的推進方式、靈

* 中國驗船中心 輪機組組長

中華海運研究協會

編印

理事長：林光

出版委員會主任委員：尹章華

總編輯：楊仲範

編號

944

2003.10.06

地址：台北市林森北路372號405室 電話：25517540 傳真：25653003
網址：<http://www.cmri.org.tw> E-mail: cmri@seed.net.tw

巧可靠的運動控制系統、輕質高強度新材料及完善配套的設備裝置等，經歷半個世紀技術研發，日趨成熟，此也確保高速船誕生及發展。

高速船動力裝置主要包括：

1. 主發動機及附屬裝置；
2. 動力傳動機構、軸系及推進器；
3. 電力裝置；
4. 輔助機械及輔助設備。

高速船顧名思義其航速高，所需的推進功率大，普通排水型船的推進比功率約為 7.5~15 KW/t(10~20 hp/t)，滑翔艇及水翼艇約為 36~73 KW/t(50~100 hp/t)，全墊升氣墊船則需 40~110 KW/t(60~150 hp/t)。因此，高速船所需的推進功率，需由多部發動機組合而成，一方面取決於動力裝置的總功率與主機的單機功率，另一方面還需顧及生命力與機動性。

動力裝置類型

推進主機、推進裝置及為安全所必要的所有輔機裝置，應於高速船正浮或靜態向任一舷橫傾至不超過 15°，以及動態向任一舷橫搖至不超過 22.5°。艏艉向縱搖 7.5° 的情況下，均能工作。高速船動力裝置的類型主要取決於主機的形式，常用的動力裝置有：高速柴油機動力裝置、燃氣渦輪機動力裝置及柴-燃組合動力裝置。

一、高速柴油機

柴油機其有高熱效率、低油耗率、啟動快、可靠運行等特點。柴油機於使用及生產方面累積豐富的經驗，其技術發展已非常成熟，目前已是船舶推進佔有極其重要地位，其主要缺點是功率較小。由於技術的改進，柴油機的功率也獲得提高。

柴油機具有良好的負荷適應性能，有較寬闊的工作區域。由於近年機電一體化的發展及計算機技術的應用，使柴油機工作性能更形優化，因而使其更具經濟性。

柴油機已有百年的歷史，長期及大量使用而積累豐富的經驗，於設計、製造及使用等方面已成熟。近年來，新技術、新工藝及新材料的應用及運行監控技術的發展，使柴油機的連轉可靠性獲得提高，相對其使用壽命亦獲得延長。

二、燃氣渦輪機

燃氣渦輪機的主要優點：

1. 比功率大、重量輕及體積小
2. 低速功率特性適合於高速船的負荷特性，能滿足跨越阻力峰值的要求。
3. 對功率指令反應迅速，冷態啟動及加速性良好，有利提高艦船的機動性。
4. 可靠性好，輔助機構少，易於實施監測、遙控及自動化。

5. 平衡性好，結構緊湊集中，易於針對機組實行整體隔振及降噪，有利提高艦船的隱密性。

三、柴－燃組合

高速船採用柴-燃組合動力裝置，可分為柴-燃並用方式(CODAG)及柴-燃交替使用方式(CODOG)兩類。由於柴-燃組合動力裝置中通常採用經濟性好的柴油機作為巡航主機，以功率大重量輕的燃氣渦輪機為加速主機。

柴-燃交替使用方式於巡航時只用柴油機，高速航行時只用燃氣渦輪機，此種方式結構比較簡單，使用方便，但於高速時柴油機的功率得不到發揮；柴-燃並用方式於巡航時只用柴油機，高速航行時燃氣渦輪機與柴油機同時投入使用，此種方式可充分發揮動力裝置的功率潛力，獲得較高的航速，但於傳動結構方面較為複雜，需解決不同類型主機與螺旋槳的功率傳送問題。

燃氣渦輪機與高速柴油機比較，其主要缺點如下：

1. 單位功率小時耗油率較高，高速柴油機約為 200~260 g/KW.h，燃氣渦輪機約為 280~400 g/kW.h，如此，需要增加燃油裝載量，使船的排水量增大。
2. 燃氣渦輪機為控制燃氣的工作溫度，採用大量的過量空氣係數，因此，空氣消耗量也特別大，幾乎是高速柴油機的 4 倍，使進排氣道於小艇上安裝有困難。
3. 燃氣渦輪機轉速高，且倒車困難，需配置較大減速比的倒車減速齒輪箱或可變螺距螺旋槳，如此，不僅使結構複雜化且其單位功率的比重量會大大增加。而於全墊升式氣墊船採用空氣螺旋槳推進，則可使問題大為簡化。
4. 燃氣渦輪機的運行對環境條件的變化較敏感，當進氣溫度及進排氣壓力發生變化時，對功率有較大的影響。

動力裝置特性

高速船因其特性與常規排水型船，有所區別，因此，對其動力裝置特性也有所要求，分述如下：

一、高速船主機的基本要求

依據高速船的特點，對主機有下列主要要求：

1. 功率密度大

高速船的排水量相對較小而航速很高，要求於體積及重量限制下，能產生更大的功率，因此，採用高速高增壓柴油機及燃氣渦輪機作為主機。

2. 全工況連轉性能好

高速船的阻力特性與常規排水型船有很大不同，於其加速過程中有阻力峰值存在，因此，主機需具有低速大扭矩性能，以滿足跨越阻力峰的要求。

3. 經濟性好

主機的耗油率要低，不僅能節省燃料，且於相同的燃料載重量下，可獲得較大的續航力，或同等級的續航力下，可減少船的排水量，以提高船的戰術技術性能。

4.機動性好

主機能迅速啟動、加速、加載及換向，操縱集中靈活且簡便可靠。

5.可靠性可維修性好

主機應具有高可靠性、故障率低、工作壽命長、便於保養維修、易於拆裝更換零配件，以提高船的使用率。

6.隱蔽性好

降低主機的振動與噪聲，往復式柴油機應具有良好的平衡性及裝有減振裝置，以降低由振動引起的船體結構噪聲。柴油機及燃氣渦輪機的進排氣系統應能有效降低空氣噪音及紅外線輻射，以利提高船的隱蔽性。

二、主機特性與推進特性的配合

為確保艦船於各種工況下，可靠地運行，要求主機-螺旋槳-船體之間有良好、穩定的配合。穩定配合的概念可描述為：

1. 柴油機的扭矩等於螺旋槳水動力矩。

2. 螺旋槳的推力等於船體的阻力。

於穩定配合的情況下，要求艦艇的推進特性均不超越主机的限制特性。主机的限制特性可表示為

$$W_e / W_{eH} = (n / n_H)^x$$

式中： W_e 、 n 運行功率與轉速

W_{eH} 、 n_H 額定功率與轉速

理論上，柴油機 $x=1$ ，即噴油量一定時，扭矩 T_x 為常數。廢氣渦輪增壓柴油機中，於低負荷時，由於廢氣能量的減少及渦輪增壓效率的降低，其功率隨著轉數下降而急遽降低，指數 x 增大。

高速船的推進功率與轉數的關係可表示為

$$W_e / W_{eH} = (n / n_H)^{x'}$$

排水航行時 $x' = 2.8 \sim 3.2$

過渡狀態時 $x' = 1.9 \sim 2.2$

水動力支持狀態時

斷級滑行艇 $x' = 1.4 \sim 1.6$

無斷級滑行艇 $x' = 1.6 \sim 1.8$

起飛後水翼艇 $x' = 2$

動力傳動方式

高速噴射船的動力傳動方式，除全墊升式氣墊船其傳動方式較特殊之外，主要可分為直線型、V 型及直角型三種方式。

一、直線型

此方式常用於滑行艇及側壁式氣墊船，因採斜軸佈置方式，故亦稱斜軸傳動。直線型傳動方式具有效率高、結構簡單、工作可靠及技術成熟等優點，因而較為廣泛使用。螺旋槳處於斜流狀態下工作，會使空泡剝蝕加劇，引起振動與噪音。若於內河或淺水區航行，則其吃水亦須受到限制。

二、V 型

水翼艇常採用 V 型傳動方式，水翼艇於翼航時，船底與水面之間要保持一定高度，若採用直線型斜軸傳動方式，勢必造成軸系的傾斜角過大，因此，水翼艇採用 V 型傳動方式。V 型傳動有時亦用於柴-燃組合動力裝置，其可使機艙位置後移，對於艇的總體佈置可獲得改善。V 型傳動結構複雜、費用較高、維護保養工作量較大。

三、直角型

較常用於水翼艇上，因水翼艇吃水深，採用直角型傳動方式對於艇的佈置、縮短軸系長度、改善主機與螺旋槳的工作條件均有好處。直角型傳動裝置結構複雜、造價昂貴、維護保養不易。

傳動裝置

傳動裝置應具有足夠的強度與剛度，以承受運轉中可能出現的最不利的複合負載，而不超過材料的容許應力。艦船主機所產生的動力，藉由軸系傳給推進器，軸系係由軸段及後傳動裝置所組成。

一、軸段

軸段由下列部分所組成：

1. 艏軸

艏軸的一端安裝螺旋槳且於水中工作，另一端經艏軸管進入船體內部與中間軸連接。

2. 中間軸

軸系中的連接軸段，依據軸系的長短可為一段或多段，彼此之間用偶合器連結。

3. 推力軸

艏軸上的螺旋槳產生很大的推力，藉由推力軸承傳給船體，推力軸承中的軸段稱為推力軸。

二、後傳動裝置

後傳動裝置包含離合器、減速齒輪箱及彈性聯軸器等。

一、離合器

離合器的主要作用是依據艦船運動的需要，使主機與軸系能及時準確結合或分離。對於艦船運動的機動性有很大影響，是軸系中最重要的部件之一。離合器按期傳遞扭矩方式的不同，可分為三類：磨擦式、液力式及電磁式。

二、減速齒輪箱

於高速船中高速柴油機或燃氣渦輪機等發動機的轉速，比螺旋槳允許的工作轉速要高很多，因此，減速齒輪箱就成為後傳動裝置不可或缺的部件。減速齒輪箱的基本功能是降低轉速，於動力裝置中減速齒輪箱仍具有其他功能，如調整或改善軸系的佈置、換向及調整軸中心線等。

三、彈性聯軸器

其功能是使發動機與軸系實現彈性連結，從而允許兩者的連接有較大的偏差，同時彈性聯軸器具有良好的阻尼減振特性，可達緩衝作用。

結語

當今世界經濟格局產生深沉的變化，世界貿易貨物組成也隨著發生變化。二三十年前由未開發國家輸出原料，由已開發國家加工後輸出成品。為降低運費，數量龐大、價格低廉的原材料就由船舶運輸，只有少量價格高昂的產品是由飛機來運輸。就現在及未來的估計來看，未開發國家將就地利用原材料加工或製造成半成品產品，由已開發國家輸出資金與技術，輸入的是半成品或成品。如此，將導致海上運輸貨物結構產生質變，從而迫切需求運輸速度快，其運費介於常規船舶運輸與飛機運輸之間的運輸工具，以適應貨物結構的變化。

數千年來，船舶雖有重大發展，但仍離不開阿基米德原理，始終依賴靜浮力支承船重。水的密度是空氣的 800 倍，同樣地，其阻力也是水的 800 倍。船於水氣界面航行時，會興起波浪，而此興波所引起的阻力與航速 6 次方成正比，因此，提高航速確有其困難度。然而於需求動力的牽引下，經由各方不斷努力，終於有突破性的發展，高速船為此因運而生。

人類從事於任何活動時，不可能達其絕對的安全，因此，於制定安全規則時，就應顧及此一事實，換句話說，安全規則並不意味著絕對安全。對於傳統船舶，應已累積相當豐富的經驗，對於設計或製造方面能訂定相當詳細的規定，於某種程度下，直覺地認為無須為危險程度作定義；隨著高速船大型化的發展，所需的經驗仍不足以應付，因此，須借助安全評價的概率方法，針對故障特性作分析，以提昇高速船的操作安全性。

參考資料

- [1].李百齊主編「廿一世紀海洋高性能船」國防工業出版社 2001
- [2].日本造船學會高速艇及性能 1989
- [3].International Code of Safety for High Speed Craft 2000