

科學圖書大庫

現代船舶設計

譯者 黃玉麟

徐氏基金會出版

U662
H32
126182

科學圖書大庫

現代船舶設計

譯者 黃玉麟

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十七年六月二十二日再版

現代船舶設計

基本定價 3.60

譯者 黃玉麟 國立台灣大學機械研究所研究助理

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號
發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年果積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啟發，始能為蔚為大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啟導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧鏗氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。為欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尙祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

序 言

近年來造船工程不論在理論、研究、設計及建造技術等方面，或在船型方面如水面滑行船、水翼船、氣墊船、雙體船，深潛船等均因人類社會的需要而急劇的發展，因涉及的範圍太廣而使我們很難一窺全貌。本書獨特的對一般造船的基本理論、研究、設計的現況，及未來水面及水下船的發展趨向均有簡明扼要的敘述。因此能使初學的或正從事造船工程的人對造船技術迅速的有個全面正確的認識。這一點是很可貴的。

造船工程，無論就其定義或應用言，均包括商船及軍艦。本書雖引用許多軍艦方面的知識，但其設計及建造的基本理論及方法則爲一。國內外文造船書籍雖很多，但中文者仍極有限，對語文能力稍差的便有許多困難，造船事業是需要全面發展的，需要每個有志或正從事此種工作的均能對造船的新技術有所認識與瞭解。特別是在提倡職業教育的現在，黃玉麟先生海洋學院造船系畢業，并在台大造船學研究所進修得碩士學位，辛勤的將這本書忠實的翻譯出來。希望這是一個好的開始，以後能陸續的有其他有關外文造船書籍新譯本的出現，以充實我們正在發展中的造船事業。

張達禮

六十五年四月九日夜

譯 序

造船之學，日新月異，包羅甚廣；又當國家發展造船工程之際，吾人對造船工程勢當具有整體性之概念。Thomas C. Gillmer所著“現代船舶設計”一書，不僅包含了傳統的造船理論，也深及近代造船設計之觀念。書中資料均由世界各大造船廠、各研究中心提供，並做系統性的分析與討論，呈現出近代造船之全貌與趨勢，此不失為專門人員之參考，亦可增加一般人對現代造船知識之認識。

本書首述造船技藝與科學之基礎與基本理論，討論政府與民間對於採購船舶之水準，着重船舶設計與實際建造之關係，使學生了解造船設計師所做之工作，且介紹近代運用到造船方面之新方法，如自動控制與系統工程在船舶建造上之運用，電子計算機在設計上之運用，並對水翼船、氣墊船、深潛船艇做了深入之探討，以及船廠生產綫、船舶專業化之觀念介紹。

筆者研究所畢業後，於服役期間，抽閒翻譯，欲求精審，蒙吾師張教授達禮審訂，友蕭宗圻幫忙校稿，於此致最高謝忱。尚有遺疏之處，惠蒙指正，不勝欣幸。

黃玉麟 敬識

原序

雖然在着手準備此書之際，作者已了解現代船舶設計上難以克服的範圍，以及將各種不同因素，置於適當及實際之展望上之困難。在過去十年中，此一工作已趨複雜，主要是因為船隻噸位增大很多，並且在此太空技術之新紀元中，也添增了船舶之複雜性，因此，對此擴大中的重要行業之現況加以介紹，是件令人發生興趣的事。

像此種介紹不僅要對新技術加以討論，還要介紹造船藝術及科學基本理論之根據。這些應用在船舶上之物理理論是不變的，它們包括浮力、穩度、阻力，及力學等。這些理論將以基本的型態，在本書中介紹，則初學者了解此等原則之後，可將其做為專業運用及深入研究之基礎。

我並不要求本書為造船工程之教科書。但在二十至四十多年前，某些書在寫作時就以此為目的，因為那時尚可將造船之理論及方法概括於一書中。但在今日之技術上，已無法做到此點。因為現代船舶之複雜性及其進步的結構和系統，以致於即時將範圍限制到一位造船師所需具備之知識，也是很困難。

無論如何，該書並不以概括所有特殊領域上的專業知識為目的。其目的在向船舶設計的學生介紹造船的一般範圍，並向造船設計師提供各種工作上的展望。

此書對於美國海軍學校 (U.S. Naval Academy) 可能有較大的用處，因此其重點是在海軍船舶設計之過程 (Procedures)。此書是對穩度、脆弱性、潛艇靜力學等等，做更廣泛的說明，並考慮到 ABS Rules 未注意之事項。這並非否認軍艦以外之其他船隻之意義，或降低商船之地位。事實上，要劃分軍艦及商船並不容易。因為現代海軍以及不同戰場上，和新型奇怪的船型發展研究所須之後勤補給，等等，並不能明確地分類什麼是海軍船隻。

除了戰艦及傳統上的補給船，今日的海軍操作上尚有高速後勤補給船，大型散裝油船，類似拖網的研究船，小型深水潛艇，高速海上水翼船，氣墊船，雙重船殼船，及一般平凡的船隻等等，大多無法全部敘述。鑑於上述多種不同之船隻，可將海軍視為容納各種型式船隻之大樹窗，而其中以軍艦 (Naval Ship) 是最好而最具代表性的。阻力、馬力、船舶控制、浮力、穩度

VI

、船舶運動、及船舶強度等理論與原則，均可運用到類似船上。這些就是了解船隻及船舶設計的基礎。

將軍艦視爲一種武器，是件平常的事。但這祇是種語意學上的爭論，就吾人之目的而言，此處可更基本地強調船就該稱爲船 (a ship is a ship)，亦可將其視爲一種系統，事實亦如此；你若高興稱其爲船舶系統也可以，但是，她不僅是種武器或武器系統。撇開其防衛作用及攻擊力，或任何構成武器之條件不談，它本身仍是一艘船——不僅有能力在海上自給自足地航行，也是橫渡大洋之安全適當之交通棲所——這就是船的本體。這是種歷史上的觀念。

Annapolis, Maryland

THOMAS C. GILLMER

前言

正如美國歷史所證實，強大之艦隊和商船，是國家存亡之要素，若無具備技術及知識之人員去設計建造船舶，也就沒有艦隊及商船之存在。

依定義及應用而言，造船工程和輪機工程，包括商船及艦隊。此等科學之過程及發展，直接受到當前時代需要之影響。例如，在國際貿易激增之時期，常須加速造船師之訓練，以及新設計及建造技術之運用。在內戰時期，汽船取代帆船，鋼鐵代替木材。在兩次世界大戰期間，大量生產之觀念，成功地運用於船廠。即使是今天，艦隊和商船，爲了適應潮流亦須做各種改變。

現代商船不比今日之軍艦複雜。但二者之設計與構造，大體相同。兩者均須具有能漂浮之船殼，此船殼並適合於推動船隻所須之馬力設備，並考慮到所須之穩度。這些決定了後，商船和軍艦就有顯著的不同。正如國家防衛之須要，決定軍艦之設計與構造，商人及消費者之須要，則指引着商船之設計，商船之設計必須能運輸大量之貨物，而且能有效保證船員之安全。軍艦設計則需具備武器及通訊系統，俾能達成使命。

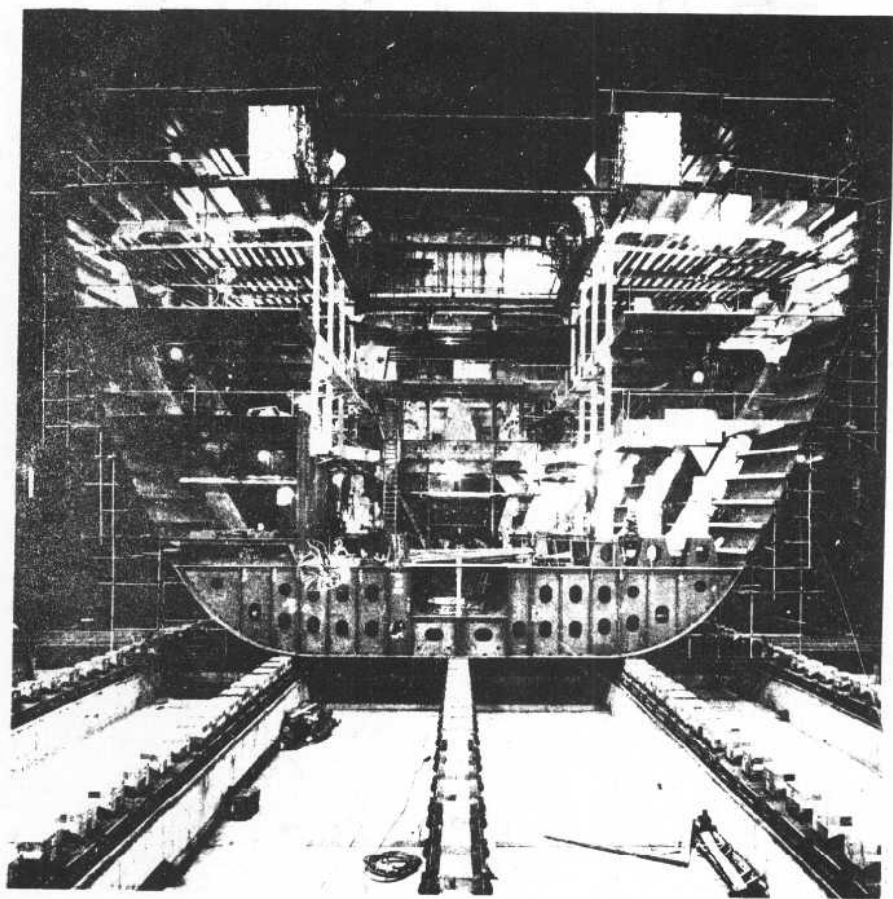
這種船舶設計上之說法，是反映當前之需要，而且相當時代化。並將物理定律和造船建造原理，運用到最新可能的船殼設計及推進。作者評價氣渦輪、核子動力、及自動化之可行性及應用。作者認爲輕金屬及現代材料之應用，要比過去之舊材料能建造出更高速及更多彩多姿之船舶。同時，他更探討水翼船及氣墊船之概念。

一旦當代之造船師及輪機師進入他們的繪圖室、實驗室、船模試驗室、及船廠，就可運用精密之儀器及技術。美國海軍及商船海軍須靠他們的努力而受惠。

Chairman

HELEN DELICH BENTLEY

Federal Maritime Commission





美國海軍官方攝

美海軍炮艇， USS Asheville 號

目 錄

序 言
譯 序
原 序
前 言

第一章 楔子：船舶策劃

採購慣例	2
新的採購概念	4
設計內涵	6
造船設計——一種過程	8

第二章 船舶：系統的組合

系統的處理方法	17
船舶中的系統	18
有效的船舶系統	19
體統化設計哲學	21
A S W整合設計哲學	22
船舶特性	29
指揮與控制	30

第三章 尺寸、船形及漂浮

船舶幾何	34
船形	43
船形起源與設計	50
靜水變數	54

第四章 生存於大海中——船舶強度與結構

強 度	70
-----	----

結 構	84
海軍潛艇的基本結構	101

第五章 靜止中的船舶——靜穩度

平衡概念	106
初穩度	110
全穩度	118
重量在穩度上的影響	126

第六章 海中運動的船舶

運動的海水	133
航行中之橫搖及其與穩度之關係	143
縱 搖	146
顛 簸	148
平 擺	150
運動之阻抗裝置	150

第七章 船舶危險性與脆弱性

水密艙區劃分	158
可控浸水與潛艇穩度	164
與海自由連通	168
重量增加對浮力損失	170
浮力損失在自由連通效應上之應用	171
穩度基準	174
海軍艦艇艙區劃分準則	176
船舶結構損害及震波現象	182

第八章 阻止推進之力

佛勞得氏試驗	187
阻力區分	188
興波阻力	191
摩擦阻力	200
潛航船隻之阻力特性	206

第九章 推進力及推進系統

推進力	209
推進裝置	210
螺槳作用	215
其他推進方法	223

第十章 船舶設計中之推進要求及馬力選擇

船舶馬力選擇之重要性	228
船模試驗	229
由 Standard Series 估計 E H P	233
與馬力有關的操作因素	234
動力源——設計師之抉擇	236
海軍艦艇動力選擇	243

第十一章 操縱性能與船舶控制

船 舵	249
影響操舵之因素	252
作用於船身上的力	257
其他控制面	261
垂直控制	263
低速時之方向控制系統	264
自動控制——在設計上之衝擊	265

第十二章 現代船舶研究與設計

船 槽	270
組織化之造船研究	274
研究重點	274
船舶設計貨櫃化	276
研究工作在設計上之衝擊	279
研究趨勢	281

第十三章 造船方式

舊式方法	285
經濟問題在建造式上之衝擊	285
發展新方法	286
美國的造船	294

第十四章 電子計算機在船舶設計與建造上之應用

計算機與造船工程師	306
計算機在船舶設計上之應用	311

第十五章 海洋表面與下層之現在與未來

較快的速度	321
滑航艇	325
水翼船	328
空氣支承之船舶	335
多身型船舶	339
深海潛航船艇	343
如何使用設計圖表	350
未來的展望	351

附錄A 符號、縮寫、術語

一般性之符號	353
--------	-----

造船工程上之特號符號	356	有效馬力與推進理論計算	369
附錄B 數值解法	358	阻力方程式——因次分析	371
梯形法則計算面積	358	附錄D 計算機程式解船舶	
面積形心之位置	359	設計問題之範例及計算機—	
體積計算	360	輔助資料編輯	373
排水量計算	360	靜水曲綫數據	373
體積中心位置	361	穩度數據	374
其他近似積分法則	362	損害穩度計算	375
B垂直位置之近似值	364	縱向強度計算	376
附錄C 參數、解法、及尺		外板展開	376
度分析	366	船舶艙櫃計算	378
重量、體積、吃水定義	366	流體動力計算	378
噸位與重量	366	螺旋計算	379
浮力與阿基米德原理	366	索 引	380
初穩定——參數與名詞	367		

第一章 楔子：船舶策劃

造船設計就如其他設計一樣，是種創作性的概念，並促進此概念付之實行，而使其實現。

設計有多種意義和解釋。甚至在工程行業中，設計及設計工作也有深遠的涵義。例如，一位研究發展工程師，大都將其工作視為設計工作。數學家 and 理論家所做出的數學模型，完全是設計的概念。系統分析家應用實用方便的系統設計，來組成圖表流程圖(diagrammatic flow charts)。事實上，大部份的技術專長，對設計均有或多或少的貢獻，一般工程實例中，使用設計概念，最後產生較好的產品。然而，在更傳統的意義上，視設計為一種由最初的概念，到最後實現的全部創作過程。它包含具有各種聰明才智的人或團體。設計是種一致的程序(unified procedure)，其唯一目的，是向承造者解釋或傳達簡單或複雜的基本概念。

在造船設計及以後更進一步的討論中，有一名詞為造船工程(Naval Architecture)。該名詞將和造船設計(Ship Design)交換使用，希望沒有太多的異議。不管造船工程師是個人或和團體工作，或是公司主管，均是以下設計型式的最後執行者，該設計型式是解釋並傳達有關水上動態船隻的創造性概念。歷史上及傳統上，是用工程圖或規範書(Specification)，精確地表出其目的。這些媒介廣泛地被認可，並是具有固定型式的表達工具。在與承建者的契約中，它們是合法的文件，受到法庭的接受與支持。因此，當涉及有關船舶概念的工作，並記述為設計時，對於此概念的說明是否有效，及與承造者之間是否達到有效的溝通，就成了很重要。

不管私人或公屬之船舶，造船設計的進行，必須由一概念開始。這種最初的過程(process)，可以簡單得像未來的船東與設計師之間的商議或討論，或者，像現代海軍艦艇的情況，可以包含整個海軍的官僚制度，其有系統而複雜的策劃手續，使整個工程設計的過程為之失色。策劃與設計密切關連，使策劃者與設計者包含於設計工作中，並與日後設計的初步及可行性研究，有密切關連。我們要了解，真正的程序需具有，不斷能配合發展中的政治

2 現代船舶設計

經濟型態之可變的現行方式 (current mode)之手續。

海軍部 (Navy Department) 的船舶概念起始於最高階層，邏輯上是海軍作戰署主管 (Office of the Chief of Naval Operations)，甚至於起始於國防部 (Department of Defense)。然而，這些開端通常很少涉及設計人。經過這些高階層的軍事研究與需要及要求的決定後，此計劃即送達海軍艦艇工程中心。

海軍艦艇工程中心是海軍主要設計機構，也是海軍艦艇系統總部 (Naval Ship Systems Command) 的重要部門。實際的造船設計過程，以一種合乎邏輯，名之為概念公式 (Concept formulation) 的步驟開始。這是船舶獲得程序的一部份，開始僅粗略地界定船舶的任務，而船舶系統滿足該任務的能力，大都留在以後去發現。因此，這種概念公式，是創作活動中去得到最適當設計之決定階段。設計人員必須運用其工技知識、判斷力、經驗、甚至直覺力，去創造一假設性的答案。此種過程的早期階段，開始於相關或相互競爭下之結構的斟酌與分析，及武器與感應器分析 (sensor analysis)。然後，對初步設計所需的準則，做初步及仔細的計算。

在概念公式限定的程序範圍內，仍很難說明真正造船設計師，是在所有的人及技術參與者之中。

採購慣例 (Procurement Practice)

如果我們暫時離開本題，而敘述一般的採購程序，將可為船舶策劃及實際設計過程，提供更好的展望與方向。

在航空母艦的採購方面，不可能 (理由很明顯) 在訂建造生產契約之前，設計建造一艘原型船 (prototype ship) 去試驗，計算或“檢驗”(de-bug)。船舶建造，不管是為了單一或多元化 (one-of-a-kind or multi-units)，均需細部設計完成後才開始。

緊接二次大戰後，海軍為了它的需要、實用，發展了一套採購程序，(Procedure of Procurement)。這種老而陳舊的程序不完全是過了時，祇是漸漸減少採用，該程序多少被改善為現代的慣例，如圖 1-1 所示之圖表。它由海軍作戰署主管 (Office of the Chief of Naval Operation) 至軍艦特性會議 (Ship's Characteristics Board)，經認可、折衷、可行性研習後，送至當時之艦政署 (Bureau of Ships) (即現在的海軍艦艇系統總部 (Naval Ship Systems Command) 的設計部門。設計之初步階段，稱為初步設計 (Preliminary Design)，是種在室內設計的過程 (in-house design Process)，