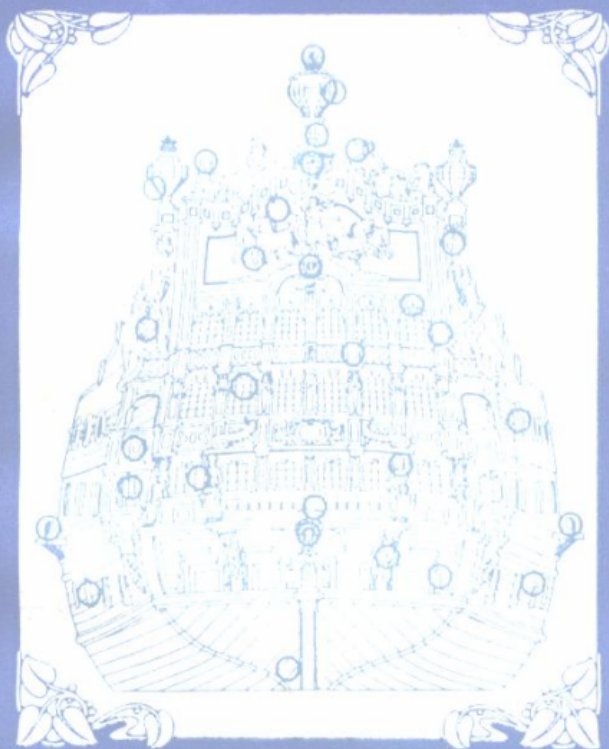


船舶设计

—— 关于效率与经济性

[联邦德国] H.SCHNEEKLUTH 著

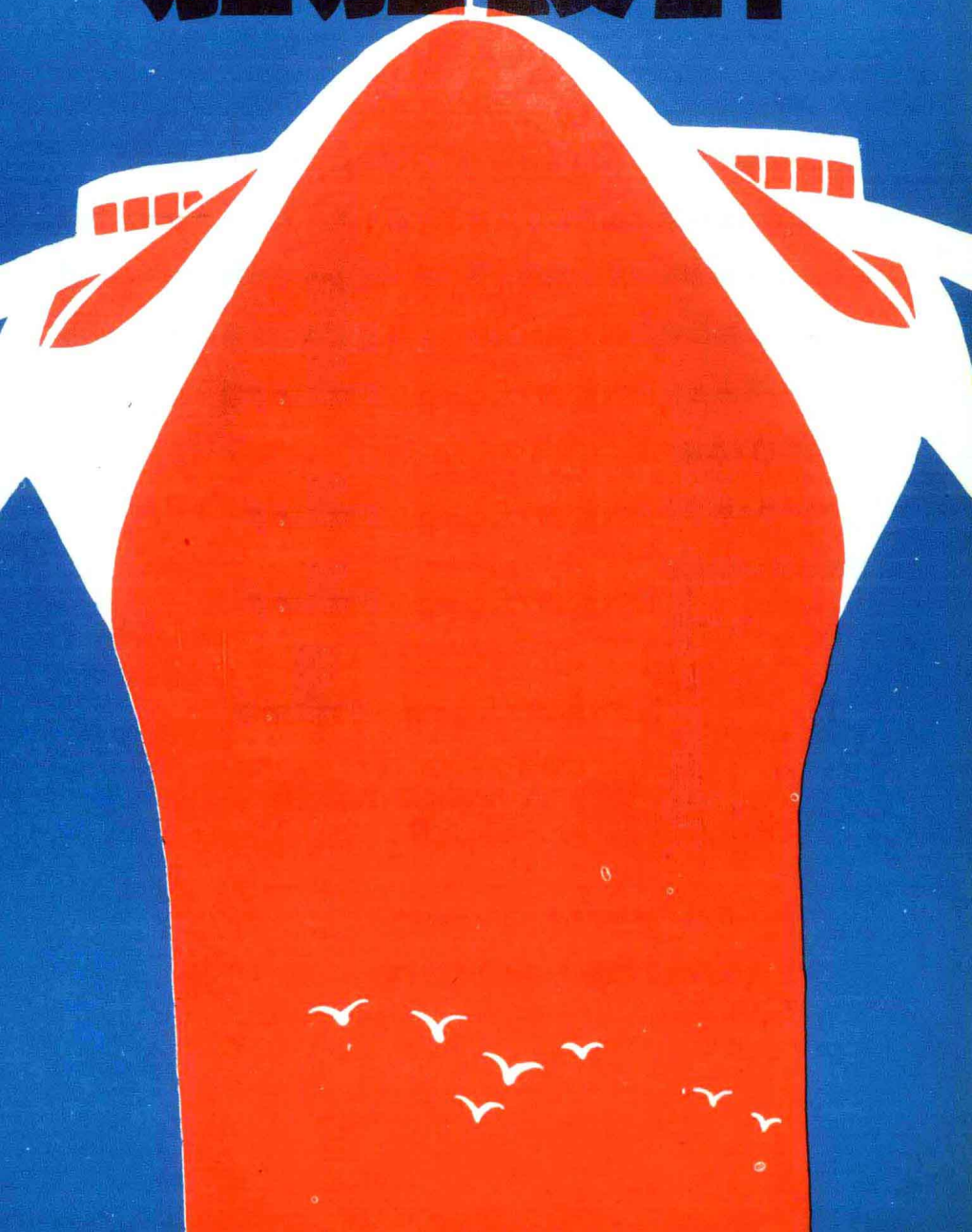
潘伟文 程斌 陈言中 窦尚信 译



上海交通大学出版社

船舶工程航業工事人員必備

船舶設計



内 容 提 要

本书着重从效率及经济性角度来阐述船舶设计。对船舶的主尺度选择、型线设计、主尺度优化及非常规螺旋桨设计等方面作了深入浅出的论述，实用性较强，有一定特色。本书可作为大专院校造船专业的教学参考书，也可供造船及航运有关部门的技术人员借鉴和参考。

船 舶 设 计

——关于效率和经济性

出 版：上海交通大学出版社
(淮海中路1984弄19号)

发 行：新华书店上海发行所

印 刷：江苏常熟文化印刷厂

开 本：850×1168 (毫米) 1/32

印 张：10.25

字 数：260000

版 次：1989年10月 第1版

印 次：1989年11月 第1次

印 数：1—620

科 目：207—308

ISBN7—313—00690—3/U·662

定价：2.65 元

原 序

作者堅信，本書所包含的內容資料，對所有從事船舶設計之人員，船舶建造人員或航業人員，甚至充當基本設計的教課用書，都是有極大的助益。這亦正是作者編選此書的最大動機。執行者的決策是否正確完美，需視其對相關的基本識養是否足夠而定。此書對船舶基本設計有一詳盡的論述，對船舶工程及航業工事人員而言，已足資用。

船舶設計需經常訓練工程方面的判斷及重量方面的顧慮，但從這方面而言，沒有一個衡量的標準。惟有持續於藝術及科技的憧憬，早年作者在不影響良好工程判斷力上推展下，曾竭力發展了很多船舶設計程序方面的科學資料。希望此書之出版能在這方面提供一些成果。

Combridge 39, Massachusetts.

Gedрге, C. Manning D.S.C.

(麻省理工學院，造船工程系教授)

譯 序

本書主旨在於闡述有關船舶設計的各項問題，例如設計者之需求才幹如何？設計組織形態如何？以及如何在各項指定特性需求下設計出一艘最佳船舶？船舶各特性間之關係如何變化？重量方程式如何應用？接獲設計訂單後一直到設計完成訂立建造合約，其間之設計過程如何進行？船東如何選擇最具經濟效益的最佳船隊？軍用艦隻的各項設計原則為何？

本書所涉及範圍甚廣，但鉅細兼顧，脈絡分明。誠如作者所言，除可供造船界及航業軍界人員應用之外，亦為甚佳的設計教本。

近來國內造船工業突飛猛進，基本設計資料需之更殷。譯者不揣才疏學淺，勉力譯就，冀能對同業諸君在引用便捷上有所裨益，惟本書係公餘譯編。謬誤之處，恐所難免。尚望諸先進賢達不吝賜予指正。

计; 2. 流体静力学; 3. 流体动力学基础; 4. 静力学基础。

确定主尺度有两种方法——用传统的方法选择及根据经济性考虑的优化计算。后者包括通常在船舶设计中应用的经济指标或营运经济指标。关于营运经济方面的内容,造船师不需具备深奥的工业管理知识就能对它们进行评价。此外,假定航运公司对装载能力及航速有严格而明确的要求,就能大大简化用于优化主尺度中的复杂的但易于理解的方法。

从这一假定着手,我说明了如何以比较小的代价,根据船厂及航运公司都赞同的优化目标函数选择主尺度及尺度比。这种优化计算可以手算,也可借助于德国现有的计算机程序。

在型线设计一章中提出的变形方法及其有关的变换公式,是作者原来为手工使用而开发的,并已用在很多造好的船舶上,这样就在方法的应用及范围方面提供了可靠的数据。如像确定主尺度的方法一样,值得注意的是这个变形方法既可用于手工,也可与开发计算机程序相结合。

书中还讨论了船形的一些细节,如球首、球尾以及应用它们的一些准则。第四章叙述一些特种推进器方案,这些方案是颇有特色的。

附录列举了一些用于型线设计及主尺度优化的公式及计算方法。例如,为了优化主尺度及尺度比,必须有确定钢料重量的方法,此方法表示了改变主尺度及方形系数对钢料重量的影响。由于必须确定所需推进功率,我也提及确定所需功率的方法。

船形设计的主要论题产生了许多建议和方法,这些建议和方法也可用于超出船形设计范围的有关设计零部件的问题中。

用于确定钢料重量及所需功率的方法,在一定的范围内与船型有关。除非另有说明,本书都以普通货船作为基准船型。对其他船型,这些建议及方法必须作适当的修改。

参考文献主要是德语版的,其原因是:

1. 在讲英语的地区不太知道德语文献,因此我愿意把它们介

绍给大家。

2. 由于不易得到,因此许多德语著作提供的信息对英语读者来说,可能是新鲜的。

简写尽可能采用 ITTC (国际船模试验水池会议)标准。这些在文中大多数都有定义并且在书末归纳成一览表。

我要特别感谢 P. J. 考尔德韦尔(P. J. Caldwell)先生翻译本书。我也十分感谢纽卡索(Newcastle)大学的 J. B. 考尔德韦尔(J. B. Caldwell)教授,他提出了有价值的意见、关键性的评估及许多建议。感谢普非弗(Dipl-Ing P. Pfeifer)及斯坦(Dipl-Ing N. Von der Stein)等人有关德文版方面的注释与修订。

施尼克卢思

船舶設計／目錄

第一章	船舶設計原理	1
1.1	引言	1
1.2	一個卓越設計者的需求條件	6
1.3	船舶設計之有關人員	10
1.4	船舶設計範圍	14
1.5	設計過程的一般性質	18
第二章	初步排水量估計	24
2.1	設計用重量組	24
2.2	荷載能量與排水量之關係	27
2.3	營運費用與排水量之關係	37
2.4	商業效率與排水量之關係	40
2.5	作戰效率與排水量之關係	46
2.6	重量方程式	52
2.7	初步排水量估計	69
第三章	船形要素初步估計	104
3.1	基本考慮事項	104
3.2	船長之估計	109
3.3	船寬之估計	117
3.4	船深、吃水、乾舷之估計	123
3.5	寬窄係數之估計	130
第四章	穩度之初步估計	136
4.1	橫向穩度準則	136
4.2	橫向穩度之估計	141

4.3	縱向穩度之估計	151
第五章	初步船形線圖之繪製及計算	156
5.1	基本考慮事項	156
5.2	船形線圖之繪製	161
5.3	船體附屬物件之設計	169
5.4	排水量及穩度計算	172
第六章	一般佈置設計	174
6.1	船舶之一般佈置	174
6.2	商船及軍用輔助艦隻之一般佈置	177
6.3	戰艦之一般佈置	183
6.4	船舶水密隔艙	190
6.5	商船及軍用輔助艦隻之水密隔艙	193
6.6	戰艦水密隔艙	197
6.7	一般佈置圖之繪製	200
第七章	強度及重量計算	204
7.1	初步強度計算	204
7.2	初步重量計算	207
7.3	縱向平衡	213
7.4	重心之垂直位置	217
第八章	合約及最終設計	222
8.1	合約設計	222
8.2	細部重量計算	230
8.3	最終設計	239
附錄一	由船舶主要尺寸及係數計算扶正力臂	242
附錄二	泰勒氏之數學船線	252
附錄三	初步設計之程序	267
索引		269

A.10	简单结构型式的球尾	238
A.11	伴流补偿导管	238
A.12	舒希金导管	241
A.13	钢料重量	244
A.14	重量组: 设备与舾装重量 W_0	268
A.15	动力装置的重量	279
A.16	重量储备	288
A.17	干舷表	288
A.18	剩余阻力公式	292
A.19	具有特殊船形要素船舶的阻力	292
A.20	德国海员协会对干货船规定的稳性要求	295
A.21	结冰附加稳性规则	296
A.22	谷类货物, 尤其是谷物运输船的稳性	297
	参考文献	302
	名称符号对照表	307

第一章 船舶設計原理

1.1 引言

1.1.1 船舶設計之定義

船舶設計係由某些連續之程序或過程 (processes) 所構成的。經由該過程可決定船隻在某特定操作情況下所應具有的特性 (Characteristics) 能力。並決定船隻賦於施工建造時所需之各項資料，並能分派給造船施工者及其他有關之部門完成建造。

基本 (Basic) 設計或初步 (Preliminary) 設計為此連續過程的起步。亦即是決定船隻的各項特性需求。合約 (Contract) 設計及最終 (final) 設計則為此過程之最後目標。亦即是供給建造者及需求者所有的有關資料。

船舶設計之有關知識離不開下列三部份：

(1) 設計什麼？(2) 誰去設計？(3) 如何設計？

在此開宗明義之首章內將對上述各項詳加說明。此書以後之大部份章節將着重於上述之第三部份之深入論述。

船舶設計包含兩個主要方面的意慮。(1) 技術上的問題(2) 法規上的問題。

軍艦設計包含輔助艦隻及主力艦隻在內的設計，我們討論重點為上述之第(1)項，因為軍艦在其基本性質及持久性質上僅與該方面之考慮有關。商船設計除了技術問題的考慮，更應納入各項法規方面的考慮，尤應牢記的是，往往商船遭到的問題是法規多於技術。法規方面的考慮事項，起因常常是由於習慣或國際條規之各種限制所致，像載重水線 (Load line) 及噸位丈量 (Tonnage Measurements) 等皆屬之。

通常大家都很希望發展一種能適合各型船隻的設計程序，但如果嘗試建立此種適合各型船隻及各類問題的設計程序則可說是種不智的念頭。

1.1.2 船舶之功用

船舶是種運輸工具，所有的船隻其通常的目的都是想把某地之貨物經由水路運到另一目的地。

特殊功用的船隻往往由於經濟或商業上的發展或戰爭之需求，及方法的改變而因時制宜衍生建造。

船隻由設計開始到建造完成所需時間很少有少於一年長者，甚至有達五年之久者。船舶在建造及營運上都是相當昂貴的其建造亦有使用年限，通常為廿年或稍多。故設計者亦應考慮到未來使用期間之各種問題。一般在船身及船機損壞之前，由於商業及戰爭的發展而使船舶功用效率因而減低的事是常有而難免的。

船舶如是基於某一功用而設計建造的，則在其特殊功用方面必能夠獲得較大的效率。但是有許多船隻大部份是基於多元功效而設計建造。其原因多為基於財經方面的，戰略方面的各種考慮。雙功用 (dual function) 船舶在建造及營運上，或許會較兩隻單一功用船舶廉價，雖然後者在個別功用上有較佳之效率。如果全部軍用船舶均為單功用艦隻，則維持相當海權的需求艦隻數目會非常龐大。設計多元性功用艦隻時其主要功用及次要功用應區分清楚。在設計時應避免後順位功用者，影響前順位功用之各種效能。例如：其設計主要功用為載貨，次要功用為載客之船舶中，則設計者可視為處理一載貨不載客船隻而加以設計之。

船隻之主要功用分類，可採取下述之區分；(1)商船(2)遊艇(3)軍艦。首類船隻在經濟上頗為重要，在數目上亦較第三類之軍艦為多。遊艇 (craft) 之設計建造完全視個人之娛樂及喜好而定。快艇 (yachts) 通常指尺寸較小的遊艇而言。設計及建造此類船隻所考慮之性質與大型商船及軍艦者頗有出入。其有關之原理及條規亦與其他型船隻不同。小艇設計本書不予討論。

1.1.3 商船之功用分類

商船及軍艦如依其功用而深入區分可說是種類繁多。此節，表列提出商船的主要分類：

(一)載貨船隻 (Cargo Carrying Ship)

(1) 一般貨船或者乾貨船 (general or dry cargo)

- (2) 散裝貨輪 (Bulk Carriers)
 - (a) 液載船 (油輪) 。
 - (b) 固載船 (煤礦船、礦砂船、穀貨船) 。
- (3) 冷凍船 (Refrigerator)
- (4) 車輛渡船 (Car ferries)

(二) 載客船隻 (Passenger Carrying Ships)

- (1) 貨客船 (Cargo-Passenger)
- (2) 客貨船 (Passenger-Cargo)
- (3) 定期快速客船，郵輪 (express liner)
- (4) 旅客渡船 (Passenger Ferries)
- (5) 觀光船 (Excursion Vessels)
- (6) 艙房艇 (只有頭等艙之輪船) (Cabin Class)
- (7) 移民船及朝聖船 (emigrant and pilgrim)
- (8) 白天短途船 (day steamer)

(三) 特殊型之船隻 (Special Type)

- (1) 拖船 (tugs)
- (2) 漁船 (fishing vessel)
- (3) 駁船 (lighter and barges)
- (4) 快艇 (yachts)
- (5) 挖泥船 (dredges)
- (6) 佈纜船 (cable-laying vessels)
- (7) 捕鯨船 (Whalers)
- (8) 破冰船 (ice breakers)
- (9) 引水船 (pilot vessels)
- (10) 燈塔船 (light)
- (11) 消防船 (fire boats)
- (12) 測量船 (Survey)
- (13) 勤務船 (tender)
- (14) 碎浪艇 (能衝過海濱碎浪的堅固小艇) (Surf boats)
- (15) 運河船 (canal boats)
- (16) 起重船 (crane vessels)

(17) 救難船 (Salvage Vessels)

貨船允許載運十二員旅客。如果旅客在十二人以上時，則該船應列入客船範圍。貨客船與客貨船其分界線不很明顯，一般而言；當其船隻以載貨為主時則以貨客船屬之。如果該船以載客運費為主要考慮時，且其旅客數目眾多亦即達到數百人或更多時，則以客貨船屬之。在全部客船中除了快速定期郵輪外，大部份均兼載貨物。

1.1.4 軍艦之功用分類

以功用之異同軍艦可分類如下：

(一) 戰鬥艦隻 (Combat Ships)

(1) 航空母艦 (Aircraft Carriers)

(2) 巡洋艦 (Cruisers)

(a) 重巡洋艦

(b) 輕巡洋艦

(3) 魚雷快艇 (Torpedo Carrying Surface Vessels)

(4) 潛水艇 (Submarines)

(5) 戰鬥艦，主力艦 (Battleship Obsolescent)

(二) 特殊型式艦隻 (Special Types)

(1) 人員車輪登陸艦 (Landing Craft for Man and Vehicles)

(2) 護航艦 (Escort Vessels)

(a) 魚雷砲艦 (Gun and Torpedo Carrying)

(b) 航空母艦 (Aircraft Carriers)

(3) 巡邏艇 (Patrol Boats)

(4) 掃佈雷艦隻 (Mine Layers and Mine Sweepers)

(5) 海上及內河砲艇 (Gunboats, Seagoing and River)

(三) 輔助艦隻 (Auxiliary Vessels)

(1) 油船 (Oilers)

(2) 修理艦 (Repairships)

(3) 勤務船 (Tender)

(4) 補給艦 (Supply Ship)

- (5) 彈藥船 (Ammunition Ships)
- (6) 佈網艦 (Net Tender)
- (7) 拖船 (Tugs)
- (8) 人員運兵艦 (Attack Transports)
- (9) 運輸艦 (Transports)
- (10) 醫務船 (Hospital Ships)

輕、重巡洋艦的區別在依其主砲口徑之大小而定，並非視其船隻之噸位重量而定。譬如說某艘輕巡洋艦其排水量噸位為 15000 噸，而另一艘重巡洋艦之排水噸位為 12000 噸，此情形是可能的。

1.1.5 船型之其他分類方法

船舶之詳細種類區分，不止依功用分類而已。在此節提出幾種其他分類方式。

(一) 航行區域分類 (Zone of Operation)

- (1) 遠洋船隻 (Ocean-Going)
- (2) 近海船隻 (Ocean Coastwise)
- (3) 航行於大湖之船隻 (Operating in Large Lake)
- (4) 航行於海洋或大湖的部份保護水域之船隻。
- (5) 航行於中型湖泊及海灣之船隻。
- (6) 航行於小湖、河川、港灣之船隻。
- (7) 運河艇。

(二) 以主要推進方法分類 (Mean of Propulsion)

- (1) 自力推動船隻 (蒸汽及柴油)
- (2) 帆船
- (3) 非自力推動船隻

(三) 船身結構材料分類

- (1) 鋼材
- (2) 木材
- (3) 水泥
- (4) 其他

(四) 國籍 (以所懸國旗而定) 分類

1.1.6 船舶特性

在此節最後部份，來討論船舶設計「設計什麼？」。這包括一些應該加決定的船隻特性考慮事項，並進而決定船隻之性能及尺寸大小。

通常下列船隻之特性由船東提出；

- (1) 主要功用（一項或數項）
- (2) 副功用（一項或數項）
- (3) 能力（Capabilities）
 - (a) 在滿載或其他指定負載情況下的最高速率及巡航速率。
 - (b) 續航力，即巡航半徑及航行時間。
 - (c) 載貨種類及數量。
- (4) 服勤海域。
- (5) 尺度限制如吃水，船長排水量，造價等之限制。
- (6) 法律上，條規上，習慣上的各種特定要求或限制。或者私人性質的特別指令。
- (7) 懸旗即船屬何國籍。

下列船隻特性項目如未經船東提出，則需由設計者自行決定；

- (8) 推進方式。
- (9) 船體結構材料。

下列各特性項目係由設計者根據以上之各特性而決定者；

- (10) 船隻排水量。
- (11) 主要尺度及船型係數。
- (12) 船身之幾何特性。
- (13) 穩度特性。
- (14) 推進特性。
- (15) 一般佈置。
- (16) 結構佈置。

由於設計者在基本設計中的主要工作是決定船舶特性，亦即是上述由第(10)至第(16)各項工作。下節將討論設計者從事此等工作時應具備之各種能力。

1.2 一個卓越設計者的需求條件

1.2.1 技術知識

沒有一個人，如果其對據以進行工作的程序技術知識及基本科學修養欠缺，而能設計出一條具有高度優異性能的船隻。學海無涯。在此節中敘述一些作者對一個理想設計者應具備的各種特性需求。或許沒有一個生者或死者完全達到過這個水準。但至少可提供作為設計者努力的目標。並可作為設計方面後繼者能力改進的參考。

一個完全的船舶設計所涉，遠超過幾何特性之決定。這包括了佈置設計、結構設計、及推進主機之設計。像其他液態、氣態、電流的各控制系統，等等事情亦均需涉獵。其終極之目的在使一無生命之空船身變成活生生的機動物。

在合約設計及最終設計中，均由具備高度能力的工程人員分層負責。但在初步設計中則需由個人獨立應付，且要鉅細兼顧才行。是故，加以足量之教育配上豐富的經驗，對要作一完美的設計者是必須的條件。此方面詳細的論述將在下節提出。

一個卓越的設計者在下列各方面應有一完整的知識；

- (1) 造船學理論
- (2) 船舶結構設計
- (3) 一般佈置設計
- (4) 氣態、液態之管路系統之材料及建造
- (5) 熱力機械和推進機器及推進螺槳之設計
- (6) 電力機械和電動機及電力系統及電力裝具之設計
- (7) 船體屬件及設備之設計
- (8) 金工、木工的工場設備及製造程序
- (9) 船舶建造（船舶設計工作以外者）
- (10) 工程材料
- (11) 船舶操作（營運）

1.2.2 歷史知識及實際經驗

如前所述，廣泛的技術知識是必需的。但尚不是成就一個良好設計者的充份條件。即使是經驗加上技術知識亦是不夠的。一個設計者，必須對船舶設計的發展史有透徹的認識。並且熟悉過去比較突出的各種成