

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本

海上運輸船舶原理與結構

Ю. В. 高倫斯基 П. Г. 阿伏琴合著

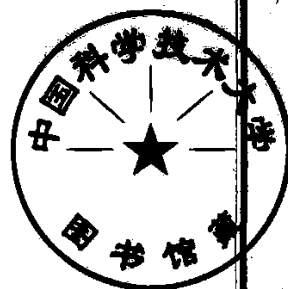
王 今 張孝鏞等合譯

人民交通出版社

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本

海上運輸船舶原理與結構

Ю. В. 高倫斯基 П. Г. 阿伏琴合著
王 今 張孝鏞等合譯



人民交通出版社

本書係根據蘇聯海運出版社 (Издательство “Морской транспорт”) 出版的高倫斯基 (Ю. В. Горянский) 及阿伏琴 (П. Г. Авогин) 合著 [海上運輸船舶原理與結構] (Теория и устройство морских транспортных судов) 1948 年版譯出。原書經前蘇聯海上運輸部高等教育處審定作為高等航海學校教科書。

本書中譯本由王今、張孝鏞、翁竹書、嚴似松、卞燮昌五同志合譯互校。

海上運輸船舶原理與結構

著 者 Ю. В. 高倫斯基 П. Г. 阿伏琴

譯 者 王 今 張孝鏞等

出版者 人民交通出版社

(北京北兵馬司一號)

印刷者 海關總署上海印刷廠

發行者 新 華 書 店

全書 $388 \times 870 = 337,560$ 字 定價 35,000 元

1954 年 3 月 25 日 (1) 1—3,000 冊

北京市書刊出版業營業許可證出字第零零陸號

中央人民政府高等教育部推薦 高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教育質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：「蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯繫實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。」我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將繼續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

序 言

本書係供蘇聯海上運輸部高等航海學校作為教本之用。

本書的基本的一篇係討論船舶的原理，編寫的範圍是迎合該等學校駕駛學系船舶原理一門課程的要求。該學系教學大綱規定對海上運輸船舶的航行特性要作相當深入的研究。

在本教本「船體結構」那一部分內，鉚接的船體結構佔主要地位，因為駕駛與輪機工程師在他們的實際業務中與造船工程師不同，他們所從事的操作與修理工作以鉚接的船體佔大多數。外力對海船船體結構的複雜作用，採用普托夫 (Н. Е. Путов) 教授的「船體結構」(Конструкция корпусов судов) 講義中的力及彎曲力矩圖來解釋，是很有益的。

在本書「船舶裝置」及「船舶系統」兩部分內，根據上述的見解，所引述的結構皆是在普通海上運輸船舶上最常見的。為此目的，我們利用「造船大全」(Справочник по судостроению) 第 12 卷 (1938 年版) 所引錄的資料。對於船舶裝置的說明，祇限於輪機師與電氣技師所必需知道的此等裝置之大意，因他們與駕駛人員不同，並不研習專門的「航海實務」課程。

技術科學碩士布拉果微興斯基 (С. Н. Благовещенский) (列寧格勒造船研究所) 負責本教本的校訂工作，工程師金 (Н. К. Кен) 對「快速性」一章曾作很多修改，著者在此謹致謝意。

目 錄

序 言

第一編 船舶原理

I 船舶的航海性能和船舶的形狀

§ 1 船舶的航行性能	1
§ 2 線型圖	2
§ 3 船舶的主要量度	7
§ 4 船舶主要量度間的比和肥瘠係數	8

II 浮性

§ 5 船舶浮游時的平衡狀態	11
§ 6 船舶的儲存浮力	12
§ 7 載重水線下的船舶排水量	13
§ 8 船舶在平行於載重水線的任一水線下的排水量	18
§ 9 船舶吃水在載重水線時的浮心坐標	23
§ 10 船舶在平行於載重水線的任一水線時的浮心坐標	27
§ 11 任一水線下的船舶排水量	31
§ 12 作用水線面積的重心	32

III 穩性

§ 13 基本定義	34
§ 14 小傾斜角度下的穩性（穩心和穩心半徑）	35
§ 15 初穩性的穩心公式	39
§ 16 穩心半徑的計算	42
§ 17 船舶理論因素諸曲線（浮性及初穩性曲線）	43
§ 18 船舶重心坐標的確定	45
§ 19 穩心高度和船舶的穩心圖線	48
§ 20 應用初穩性穩心公式的幾種基本情形	50
§ 21 初穩性公式在若干特殊裝載情形之下的變化	52
§ 22 船舶初穩性在裝載或卸除貨物時的變化	56
§ 23 實際應用初穩性方程式和公式的一些個別情形	60
§ 24 靜力作用下大角度傾側時的穩性	66
§ 25 靜穩性曲線圖	71
§ 26 船舶在外力的動力作用下作大角度傾側時的穩性	76

IV 快速性

§ 27	船舶運動時所消耗的馬力	80
§ 28	船舶運動時的水阻力及其組成部分	86
§ 29	船舶運動時波浪的形成和波浪阻力	87
§ 30	力學相似律在計算船舶運動的水阻力時的應用	92
§ 31	在試驗池中試驗船模以確定船舶運動時的水阻力	97
§ 32	應用經驗公式計算船舶的水阻力和馬力	102
§ 33	船舶快速性的表徵和因素	106

V 船舶的搖擺性

§ 34	船舶運動的基本方程式	110
§ 35	靜水中的橫搖	113
§ 36	波浪的作用	117
§ 37	波浪上的橫搖	120
§ 38	搖擺制止裝置	124

VI 船舶的不沉性

§ 39	總論	128
§ 40	船艙進水時吃水的變動	129
§ 41	水密橫艙壁間的極限距離	134

第二編 海上運輸船舶的建築術

I 海船的類型

§ 42	根據營運性能區分海上運輸船舶的類型	138
------	-------------------------	-----

II 海上運輸船舶的分類

§ 43	按照建造材料分類	140
§ 44	按照航行地區與條件分類	142
§ 45	按照發動機及推進器種類分類	143

III 船舶的一般佈置

§ 46	船體基本線圖	147
§ 47	船舶的甲板及上層建築	153
§ 48	船舶艙間及其佈置	161
§ 49	船舶甲板裝置總的佈置	165
§ 50	船體水密部分的開口及其封閉	167

第三編 海船船體的構造

I 關於船舶強度的概念

§ 51	問題的提出	177
------	-------------	-----

§ 52	海船船體的外力作用與變形	178
§ 53	估計船體上所發生應力的計算方法	186
§ 54	運輸船舶的標準船體強度	193
II	海船船體的結構部分	
§ 55	構架系統	196
§ 56	應用於造船上的造船鋼的區分	197
§ 57	船體構架各部分的相互聯接	198
§ 58	船體的包鈑	206
§ 59	艏、艉柱、推進器軸出口、艉型部分	220
§ 60	橫系統的船體構架	225
§ 61	其他系統的船體構架	247
§ 62	海上運輸船舶各別結構部分：軸隧、非水密艙 壁、隔壁、棚、上層建築與艙面室	256
§ 63	鍋爐底座與機器底座的結構	259

第四編 船舶裝置

I	舵的裝置	
§ 64	舵的裝置的用途	264
§ 65	基本概念	265
§ 66	舵對船的作用	267
§ 67	船舶的旋迴	268
§ 68	舵端上的力矩	272
§ 69	舵機能力的決定	277
§ 70	按迴轉軸的位置而區分的舵的類型	280
§ 71	流線型舵	283
§ 72	舵的計算基礎和結構	285
§ 73	舵的傳動	288
§ 74	舵機	290
II	錨的裝置	
§ 75	一般概念	292
§ 76	船舶拋錨的方法	293
§ 77	錨的裝置對船的作用原理	295
§ 78	錨的類型	298
§ 79	錨鏈	302

§ 80	錨鏈裝置的佈置	304
III	裝卸裝置	
§ 81	裝卸裝置的效用與概念	309
§ 82	吊貨桿的佈置	311
§ 83	吊貨桿的舉重量及其強度規格	317
§ 84	裝卸裝置的主要零件	318
§ 85	吊貨桿在每個艙口上的數目及其操作方法	321
§ 86	船用起重機及起貨機	325
IV	繫泊裝置	
§ 87	關於繫泊裝置的概念	326
§ 88	船舶的繫泊	327
§ 89	繫泊裝置零件的基本特性	328
§ 90	繫泊裝置的一般佈置	332
V	艇的裝置	
§ 91	艇的裝置的效用及概念	333
§ 92	艇的等級及類型	334
§ 93	救生艇的主要尺度和它的容積	335
§ 94	救生艇的浮性、不沉性和穩性	337
§ 95	船舶救生艇的配備	338
§ 96	救生艇的佈置及其升放裝置	340
§ 97	救生艇裝置的主要的計算	346
§ 98	救生艇的裝備	348
§ 99	救生艇的結構特點	349
第五編	船舶的系統	
§ 100	船舶系統類型及其基本構成部分	352
§ 101	疏水系統	358
§ 102	壓載系統	360
§ 103	給水系統	363
§ 104	衛生設備系統	365
§ 105	洩水系統	366
§ 106	暖氣系統	368
§ 107	通風系統	374
§ 108	救火系統	377

Ⅰ 船舶的航海性能和船舶的形狀

§ 1 船舶的航行性能

船舶原理是以研究船舶的航行（航海）^①性能作為它的基本目的。船舶的航行性能包括下列各項：

1. 浮性(Пловучесть) 在一定的裝載和吃水之下，船舶浮在水面的能力，稱為船舶的浮性。

2. 穩性(Остойчивость) 船舶浮在正直位置的能力，以及在外力停止作用以後把它從外力作用下的位置迴轉到原始位置的能力，稱為船舶的穩性^②。

3. 搖擺性(Качка) 船舶在外力的影響下，作有節奏的搖擺運動的性能，稱為船舶的搖擺性（在靜水中和在波浪中）。

4. 不沉性(Непотопляемость) 船舶在一個艙或幾個艙進水的情況下，仍能浮在水面，局部地保持穩性、快速性、靈活性等等航行性能的能力，稱為船舶的不沉性。

5. 快速性(Ходкость) 船舶以額定速率向一定方向航行的能力，稱為船舶的快速性。

6. 靈活性(Поворотливость) 船舶在外力及其力矩的作用下，變更航行方向的能力，稱為船舶的靈活性。

船舶的航行性能決定於一系列的因素。其中最重要的厥為船體的形狀，即所謂「線型(Обводы)」^③。因為船舶原理研究並實際解決有關船舶航行性能的各项問題，它必須探求在分析上比較完善的

① 名詞「航海性能」指海上船舶而言。對於內河船舶，則僅用「航行性能」。

② 根據克留洛夫(А.Н. Крылов)院士對穩性所給的定義（克留洛夫院士著「船舶原理」1933年）

和簡明的船舶幾何形狀表現方法，供數學分析最完善的方法是用數學方程式來確定船舶的形狀。但是，必須考慮到，在目前船體的線型是用圖線來表示的，從數學的目光來看是隨便的，不能表示為精確的數學示式。所以，實際上都從船舶形狀的圖線外形，即所謂「船舶的線型圖 (Теоретический чертеж судна)」出發，並根據該圖進行研究，利用近似計算方法進行數學計算。

§ 2 線型圖

線型圖顯示船體形狀的清晰的輪廓及其線型，它的三個直角方向的投影圖顯示三組平行於投影平面的許多平面與船體外表面的相交情形 (圖 1) ①。

下列三個互相垂直的平面，被選擇作為基本投影平面：

縱向垂直平面，分船舶為兩個對稱的部分——左舷和右舷②；這一平面稱為中線平面 (Диаметральная плоскость) (簡稱Д.П.)。

橫向垂直平面，即船舶之最大橫向垂直剖面。海上運輸船舶的最大橫剖面通常在船舶長度方向上的一定部分保持不變③，故這一平面可取在船舶長度的中點④，稱為舳剖面 (Плоскость мидель-шпангоута)。

水平平面，與上述兩平面互相垂直，並與船舶在正常載重情況下的靜水平面相重合。因此，該平面稱為載重水線平面 (Плоскость грузовой ватерлинии)。

船體與平行於基本投影平面的各系列平面相交，則得顯示船體外形——線型的許多曲線。這些組成船舶線型圖的曲線，稱為線型圖的基本曲線 (Основные линии теоретического чертежа)。

船體外表面與平行於上述水平投影平面的諸平面相交而得的基本曲線，稱為水線 (Ватерлиния)。水線之相當於正常載重情況下的

① 為了便於分析起見，柏夫林哥 (Г.Е. Павленко) 教授建議將船體形狀顯示在曲線坐標系上，即繪成許多直綫束 (Пучка) (徑向方法 Лучевой способ)。

② 縱向向前看——從船尾向船首看。

③ 即船舶具有平行舳體 (Цилиндрическая вставка)。

④ 在沒有平行舳體時，最大橫剖面也常在船舶長度的中點處。

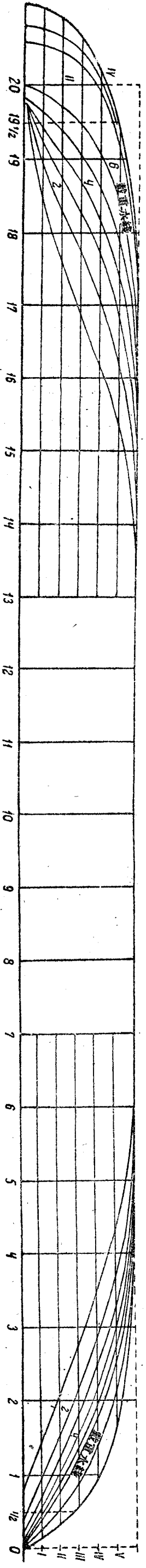
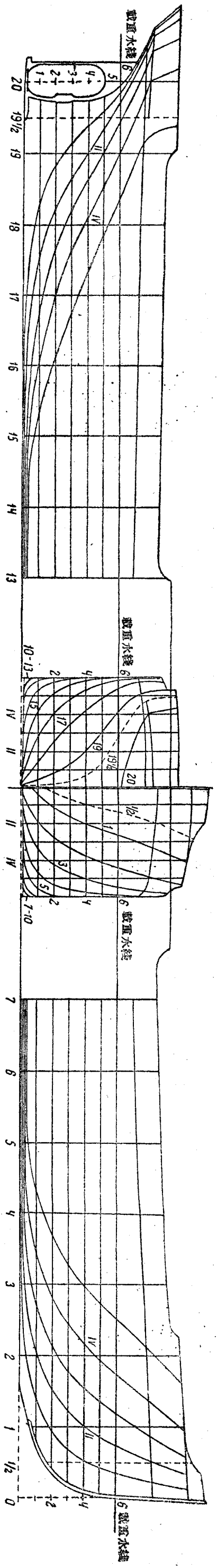


圖 1 a 具有平行艏體的船舶模型圖

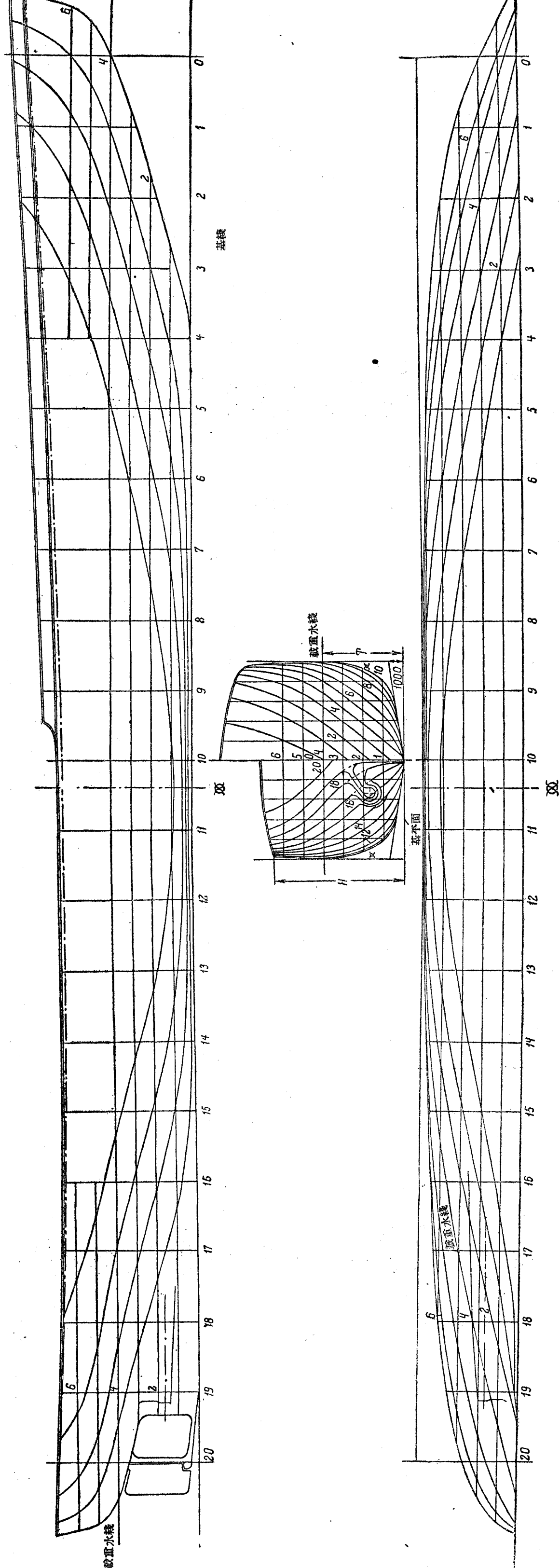


圖 16 中央橫剖綫移在後部的線型圖

靜水平面者，稱為載重水線（Грузовая ватерлиния），並簡寫為 Г.В.Л.。因此，上述之水平投影平面稱為載重水線平面（Плоскость Г.В.Л.）。

船體外表面與平行於橫向垂直投影平面的諸平面相交而得的基本曲線，稱為橫剖線（Шпангоут）（理論上的）。橫剖線之相當於橫向垂直投影平面者，稱為舢橫剖線（Мидель-шпангоут）（理論上的），並以符號Ⅹ代表。因此，上述之橫向垂直投影平面稱為舢剖平面。

某些船舶並不具有平行舢體，其最大橫向垂直剖面可能不在船舶長度的中點處（見圖16），因此，在這種線型圖中，舢橫剖線並不相當於船舶長度中點處的橫剖線。

船體外表面與平行於縱向垂直投影平面的諸平面相交而得的基本曲線稱為縱剖線（Батокс）。縱剖線之相當於中線平面者，稱為中央縱剖線（Мидель-батокс）。

線型圖中，投影在中線平面的諸曲線，總稱為側面圖（Бок 或 Боковой вид）；投影在載重水線平面的諸曲線，總稱為半寬圖（Полуширота）；投影在舢剖平面的諸曲線，總稱為體型圖（Корпус）。側面圖、體型圖及半寬圖就是船舶線型圖中三個方向的投影圖。

由於船體對於中線平面是對稱的，在半寬圖上僅顯示水線投影的一半（所以稱為「半寬圖」）。根據同樣原由，在體型圖上也毋需顯示橫剖線的全部曲線。在中線平面的右邊，繪製舢橫剖線以前的艏部橫剖線投影的一半；在中線平面的左邊，則繪製舢橫剖線以後的艉部橫剖線投影的一半。

線型圖投影平面的選擇既如上述，故縱剖線僅在側面圖上顯示它們的真實形狀，而在半寬圖及體型圖上則包含在它們的平面中，成為直線。同樣，水線僅在半寬圖上顯示它們的真實形狀，而在體型圖及側面圖上成為直線。最後，體型圖顯示出橫剖線的真實形狀，而在半寬圖及側面圖上，橫剖線成為直線。

由此可見，在三個投影圖中的每一個上，僅能顯示三種基本曲線系中一種的真實形狀——曲線，而其餘則顯示為直線，使每個投影圖上都有許多格子線（Сетка）（體型圖格子線、半寬圖格子線和側

面圖格子線)。

船底表面與中線平面相交的曲線，稱為龍骨線(Килевая линия)。龍骨線在側面圖中顯示它的真實形狀(中央縱剖線的下面部分)。運輸船舶的龍骨線是一條直線^①。

平行於載重水線平面且與龍骨線相切的水平平面，稱為線型圖的基平面(Основная плоскость)。在側面圖上顯示出來的基平面與中線平面相交的直線，稱為基線(Основная линия)(見圖16)。

海上運輸船舶的龍骨直線與基線是完全吻合或接近完全吻合的(底部的兩端部分除外)(見圖1a及16)。這種船舶，雖然在使用時龍骨是經常斜着的(艏艉有吃水差)，在線型圖上通常顯示在平龍骨狀態下 $\perp$ ，即水線平行於龍骨線或基線。

在有關船舶性能的計算中，根據所需要的準確程度，線型圖包括10—20個間距相等的橫剖線，4—8個間距相等的水線和每舷2—3個縱剖線，便已足夠了。

最後討論線型圖上所顯示的船體在水線以上的線型，我們要注意有一個特點：作為船體容積頂部界限的甲板表面，在線型圖的各個投影圖上，並不與上述諸垂直的剖面相交。換言之，體型圖及側面圖的橫剖線及縱剖線僅繪至甲板邊緣為止；然後用一條線聯接諸橫剖線(在體型圖上)或諸縱剖線(在側面圖上)的頂端。於是，在線型圖的每一個投影圖上，各得一條線^②，名為船舶的舷邊線(Линия борта)。該線在半寬圖上的投影顯示船舶甲板在平面上的外形。

線型圖通常包括三個投影。它們之間必須按照投影圖的規則完全互相符合。下列各對因素必須互相符合：橫剖線與水線(按寬度方向)相交之點在體型圖及半寬圖上；橫剖線與縱剖線(按高度方向)相交之點在體型圖及側面圖上；縱剖線與水線(按長度方向)相交之點在側面圖及半寬圖上。同樣，舷邊線與橫剖線及縱剖線相交

① 遊艇(Яхта)具有曲線型的龍骨線；快艇(Катер)則可能具有曲折的龍骨線(艇底有凹折—— $\perp$ 斷級 Редан $\perp$)。

② 該線與線型圖上的其他基本曲線不同，根據以上所述，它不是船體的剖面線。

之點必須符合如下：按高度方面（在體型圖及側面圖上），按寬度方面（在體型圖及半寬圖上）和按長度方面（在側面圖及半寬圖上）。

§3 船舶的主要量度

船舶浸水部分的大小，決定於下列各主要量度（圖2）：

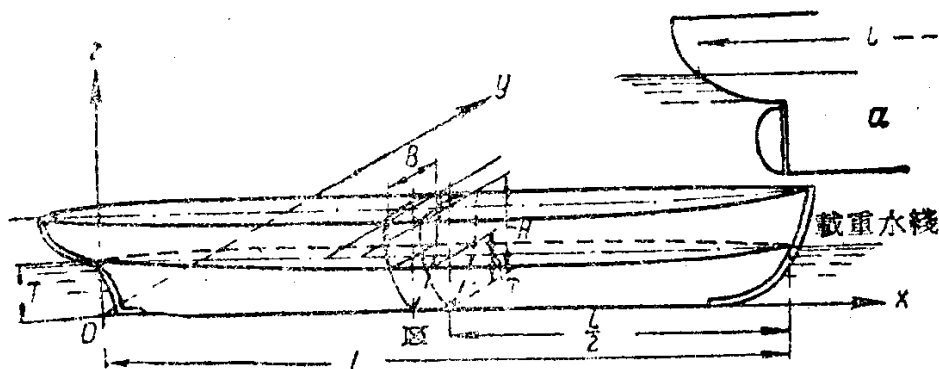


圖2 船舶的主要量度：L, B, T, H.

1. 長度——在中線平面上沿載重水線量取，從船首艏柱之後端至船尾艉柱①之前端；如載重水線在艉柱以上時（例如圖2a所示巡艦式船尾），則量至船尾外形與載重水線相交之點。長度用字母L代表，並稱為垂線間長（Длина между перпендикулярами）。

2. 寬度——在舢橫剖線上，沿載重水線量取，在船壳兩側內表面②之間。寬度用字母B代表。

3. 舢吃水——在船長L的中點處，靠舢邊從基平面起垂直量至載重水線平面止。舢吃水以字母T代表。

欲決定船舶出水部分的大小，除了上述各量度以外，尚需一主要量度：

4. 船體的舢高——在船長L的中點處，靠舢邊從基平面垂直量至船舢外板的內表面與最上統長甲板內表面（在圓舢情況下則為其延長線）相交的曲線的最低一點止。舢高用字母H代表。

① 船舶兩端之柱稱為艏柱（Форштевень）及艉柱（Ахтерштевень）。

② 按鋼質船舶而言，線型圖所有曲線均指船壳的內表面而言。

從舷高 H 減去吃水 T ，即得乾舷高度 (Высота надводного борта судна) (圖2)。

確定船舶的主要量度時，必須遵照相當標準所嚴格而連貫地規定的程序。

§ 4 船舶主要量度間的比和肥瘠係數

顯示在線型圖上的主要量度 L, B, H, T ，決定船體的大小，同時也作為船體形狀的基本表徵。船舶主要量度間的比，即表示該項表徵，如 $L/B, B/T, T/H, L/H, B/H$ 。

每一個比表示船舶形狀的最簡單的概念，同時也是根據形狀確定船舶航行性能的標記；例如，比 L/B 確定船舶的快速性； B/T 確定穩性，同時也確定快速性和保持方向的穩定性；比 T/H 確定穩性、不沉性、強固性和容積；比 L/H 和 B/H 確定船體的強固性和穩性等等。

然而，利用所謂船舶的肥瘠係數 (Коэффициент полноты)，可以在沒有線型圖的情況下得到關於船體形狀的較完全的概念。

該項肥瘠係數有下列幾種：

1. 平面肥瘠係數 (二種)：載重水線面積肥瘠係數 (Коэффициент полноты площади г.в.л.) 以字母 α 代表。

$$\alpha = \frac{\text{載重水線面積}}{L \cdot B}; \quad (1)$$

以及舢剖面積肥瘠係數 (Коэффициент полноты площади мидельшпангоута)

$$\beta = \frac{\text{舢面積}}{B \cdot T}. \quad (2)$$

2. 容積肥瘠係數 (三種)：一般肥瘠係數 ① (Общий коэффициент полноты)，或稱排水肥瘠係數 (Коэффициент полноты водоизмещения)

① 一般肥瘠係數有時簡稱為肥瘠係數 (Коэффициент полноты)，一譯「方形係數」——譯者註。