

蘇聯高等教育部審定爲造船學院教材

船舶原理

A.A. 羅卡塞維奇 A.Д. 別爾尼克

Г.А. 費爾索夫著

A.A. 羅卡塞維奇校訂

李世謨 周樹國 張敬康譯

人民交通出版社

蘇聯高等教育部審定為造船學院教材

船舶原理

A. A. 羅卡塞維奇 A. Д. 別爾尼克

Г. А. 費爾索夫著

A. A. 羅卡塞維奇校訂

李世謨 周樹國 張敬康譯

人民交通出版社

本書係 A.A. 羅卡塞維奇、A.D. 別爾尼克、Г.А. 費爾索夫合著，由蘇聯造船出版社出版，經蘇聯高等教育部審定為造船學院機器製造及工程經濟系的教材，書中按教學大綱敘述了所有船舶的靜力學及動力學部分。此書也可以作為水運工程學院及相應專業的專科學生參考之用。

書號：6037-京

船 舶 原 理

A.A. ЛУКАШЕВИЧ, А.Д. ПЕРНИК, Г.А. ФИРСОВ
ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ
А.А. ЛУКАШЕВИЧА
ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ
СУДПРОМГИЗ

1950

本書根據蘇聯造船出版社1950年列寧格勒俄文版本譯出

李世謨 周樹國 張敬康譯

人 民 交 通 出 版 社 出 版
北京安定門外和平里

新 華 書 店 發 行
萃 斌 閣 印 刷 廠 排 版
慈 成 印 刷 工 廠 印 刷

1955年11月北京第一版 1955年11月北京第一次印刷

開本：31''×43'' 1/4 印張：18張

全書：396,000字 印數：1—1,100冊

定價(8)：2.50元

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號)

目 錄

序

緒論

- § 1 船舶原理的研究對象。船舶的航海質量..... 2
- § 2 船舶原理發展簡史概述..... 2

第一章 基本定義與近似計算法

- § 3 線型圖..... 7
- § 4 主要尺寸及其定義與文字符號..... 9
- § 5 肥瘠係數..... 11
- § 6 近似計算的用途..... 13
- § 7 梯形法..... 14
- § 8 契伯雪夫法..... 16
- § 9 積分曲線及其特性..... 21
- § 10 應用梯形法繪製積分曲線..... 23
- § 11 根據梯形法計算幾何圖形的面積及其重心的座標..... 25
- § 12 用梯形法計算載重水面與舢斷面的面積及其
重心的座標..... 30
- § 13 按照梯形法計算載重水面對主中心軸之慣矩..... 35
- § 14 用平行斷面的方法計算物體的體積及其重心的座標..... 38

第二章 飄浮性

- § 15 船舶的平衡條件與平衡方程式..... 40
- § 16 船舶排水量的分類..... 41
- § 17 船舶的重量及其重心座標的計算..... 42
- § 18 面積曲線及其特性..... 44
- § 19 以二重積分計算排水量體積..... 47
- § 20 按照梯形法計算排水量體積..... 48
- § 21 按梯形法計算浮心的座標..... 53
- § 22 重物的裝卸..... 56
- § 23 排水量曲線與載重量表..... 60
- § 24 當水的密度改變時船舶平均吃水的變更..... 64

§ 25	邦津曲線·····	66
§ 26	剩餘浮力·····	70
§ 27	靜水性能曲線·····	72

第三章 初穩定性

§ 28	基本定義·····	73
§ 29	等體積水線。歐拉定理·····	74
§ 30	浮心的移動。定傾中心。定傾半徑·····	76
§ 31	穩定性定傾公式。定傾高度。穩定性的標誌·····	79
§ 32	定傾高度的計算·····	82
§ 33	重物的移動對船舶平衡位置及穩定性的影響·····	84
§ 34	重物的裝卸對船舶平衡位置及穩定性的影響·····	90
§ 35	液體貨物的存在對穩定性的影響·····	99
§ 36	液體貨物的裝卸·····	104
§ 37	活動重物對船舶穩定性的影響·····	105
§ 38	由試驗方法求船舶重心的位置·····	107
§ 39	船舶進塢的穩定性。艀墊木上的壓力·····	110
§ 40	船舶在礁石上擱淺的問題·····	113
§ 41	計算浮力因素與初穩定性的近似公式·····	114

第四章 大角度傾斜時的穩定性

§ 42	基本原理·····	117
§ 43	回復力偶之力臂·····	117
§ 44	浮心座標與橫向定傾中心座標的計算·····	119
§ 45	穩定性的極線圖·····	122
§ 46	靜穩定性圖解及其性質·····	123
§ 47	因船舶水下部分形狀變化所引起的靜穩定性 圖解的變化·····	129
§ 48	靜穩定性圖解的換算·····	132
§ 49	動力穩定性·····	139
§ 50	動力穩定性的圖解·····	143
§ 51	動力穩定性的力臂·····	144
§ 52	作用於船舶上的橫傾力矩·····	146

第五章 不沉性

§ 53	基本定義.....	151
§ 54	當艙內進水時船舶平衡位置與穩定性的計算方法.....	151
§ 55	艙內進水情況的分類。計算的基本假定.....	155
§ 56	在第一種船艙進水的情況下船舶平衡位置與 穩定性的計算.....	157
§ 57	在第二種船艙進水的情況下船舶平衡位置與 穩定性的計算.....	158
§ 58	在第三種船艙進水的情況下船舶平衡位置與 穩定性的計算.....	159
§ 59	多個船艙進水.....	164
§ 60	不沉性之計算在戰艦上的應用.....	166
§ 61	運輸船不沉性計算的原理.....	170
§ 62	艏部大型船艙進水時船舶平均吃水的變更.....	171

第六章 船舶的顛簸

§ 63	基本定義.....	174
§ 64	船舶在靜水中的顛簸.....	174
§ 65	靜水中顛簸微分方程式的解.....	178
§ 66	船舶在靜水中自由顛簸的週期.....	179
§ 67	海浪的幾何性質.....	184
§ 68	波浪的進展速度及週期.....	186
§ 69	作用於作波浪運動的液體質點上的力.....	188
§ 70	關於海浪的一些統計資料.....	190
§ 71	船舶在波浪上的橫搖.....	192
§ 72	船舶在波浪中顛簸的一些典型情況.....	195
§ 73	船舶在波浪中的擺幅與波浪頻率的關係。水阻力的 影響.....	197
§ 74	船舶最大尺度的影響。在波浪中的起伏運動及縱搖.....	198
§ 75	船舶的航速及航向對顛簸的影響.....	204
§ 76	減搖裝置.....	205

第七章 方向性能

§ 77	基本定義.....	211
§ 78	機翼理論概要.....	211

§ 79	船用舵之計算·····	219
§ 80	船舶之迴轉·····	227
§ 81	船舶穩定旋轉之計算·····	230
§ 82	船體在旋轉時之傾側·····	232

第八章 水對船舶運動的阻力

§ 83	船舶的快速性·····	235
§ 84	作用於全部浸入水中的旋轉體上的力·····	235
§ 85	作用於飄浮物體上的力·····	237
§ 86	平板及兩端呈尖形之物體在理想液體及粘滯液體內的 運動·····	238
§ 87	液體運動的層流狀態及亂流狀態·····	241
§ 88	層流中平板的摩擦阻力·····	242
§ 89	亂流中平板的摩擦阻力·····	244
§ 90	船體運動時之摩擦阻力·····	248
§ 91	形狀阻力（渦流阻力）·····	251
§ 92	水面上船體波浪的形成·····	255
§ 93	深水船波·····	257
§ 94	深水波浪阻力·····	258
§ 95	淺水船波·····	261
§ 96	淺水波浪阻力及航道寬度對阻力之影響·····	262
§ 97	附部阻力·····	267
§ 98	空氣阻力·····	269
§ 99	海波對航行速度的影響·····	269
§ 100	總阻力公式的一般形式·····	271
§ 101	船舶運動時所消耗的功率·····	271

第九章 決定船舶運動之水阻力的模型試驗及經驗方法

§ 102	船模試驗之試驗池·····	274
§ 103	船模試驗的相似條件·····	276
§ 104	模型試驗之界層亂流化尺度影響·····	283
§ 105	船模試驗之結果應用於實船·····	284
§ 106	近似決定船舶阻力的方法·····	289
§ 107	滑行及快速航行的各種狀態·····	298

第十章 推進器的分類及描述。理想推進器的理論

§ 108	推進器的分類及描述	302
§ 109	理想推進器之作用概況	310
§ 110	理想推進器之效率	312
§ 111	理想推進器原理的實際應用	315

第十一章 螺旋槳的幾何形狀及其構造和生產

§ 112	螺旋槳的幾何形狀	319
§ 113	螺旋槳工作圖	323
§ 114	展開面輪廓	324
§ 115	按展開面輪廓繪製槳葉正面投影	327
§ 116	槳葉側面投影的繪製	329
§ 117	槳葉的斷面	329
§ 118	軸轂之輪廓	331
§ 119	螺旋槳材料	331
§ 120	螺旋槳的製造	332
§ 121	螺旋槳節距的量度	334

第十二章 螺旋槳推進器的基本理論

§ 122	滑動及進程。作用於螺旋槳槳葉上之力	336
§ 123	零推力之節距。零扭矩之節距	339
§ 124	作用曲線。螺旋槳之模型試驗及尺度影響	344
§ 125	螺旋槳模型系統試驗的圖譜	353
§ 126	按圖譜挑選螺旋槳	357
§ 127	擴大螺旋槳工作效用之方法	364
§ 128	選擇推進器型式的經濟合理性	369

第十三章 螺旋槳與船體之間的相互作用。氣蝕現象

§ 129	一般概念	372
§ 130	伴流	373
§ 131	吸力	377
§ 132	伴流及吸力對螺旋槳工作之影響	381
§ 133	氣蝕現象的物理本質	384
§ 134	發生氣蝕的臨界轉速的確定	391
§ 135	螺旋槳氣蝕的模型試驗	397

第十四章 螺旋槳的實際計算

§ 136	逐步接近法·····	401
§ 137	螺旋槳的強度計算·····	405
§ 138	船舶的推進試驗·····	408
§ 139	螺旋槳設計計算舉例·····	410
§ 140	螺旋槳作用的分析·····	418

第十五章 下水

§ 141	基本定義及基本情況·····	425
§ 142	縱向下水的各階段·····	427
§ 143	縱向下水的第一階段·····	427
§ 144	縱向下水的第二階段·····	428
§ 145	縱向下水的第三階段·····	429
§ 146	縱向下水的第四階段·····	430
§ 147	縱向下水圖解·····	431
§ 148	橫向下水·····	434

附錄

序

兩百年前在彼得堡科學院的時代，船舶原理才開始被認為是一門科學。在過去的兩世紀內祖國許多卓越的科學家在船舶原理方面一些問題的探討中做出了巨大的貢獻。偉大的十月社會主義革命以後，在這個領域內更取得了特別重大的成就。

國民經濟，特別是水運事業的普遍高漲，引起了在造船工業方面加緊訓練專門人才的需要。因而在許多大學的各系科中添設了船舶原理的課程。但是現有的教科書主要是適於造船專業所用的，因而或者是僅關於靜力學的，或者是僅關於動力學的，或者甚至是僅關於某一章而在其中詳細地討論所研究的問題。這樣就有必要按照那些不以船舶原理為其主要課目的專業教學大綱的要求，寫出一本包括船舶原理中所有各部分的教學參攷書。

本書是作為造船學院的機器製造及工程經濟系的教材而寫出的。著者保持了敘述上嚴格的科學性，力求使內容具有簡短易懂的形式和注意到本書的實用性，並用足夠數目的例題加以說明。

書中的材料在著者之間是這樣分配的：第一章至第四章及第十五章為A. A. 羅卡塞維奇所著，第五章至第七章為Г. A. 費爾索夫所著，第八章及第九章為集體編著，第十章至第十四章為A. Д. 別爾尼克所著。

全部著作是在A. A. 羅卡塞維奇的總校訂下完成的。

緒 論

§ 1 船舶原理的研究對象。船舶的航海質量

船舶原理係關於船舶的平衡及運動的科學。書中藉數學分析法研究了船舶的航海質量——飄浮性、穩定性、不沉性、方向性、搖擺的平穩性與快速性。

研究是藉助於組成表示這些質量的各因素與船舶的主要尺寸、基本數據之間的函數關係而進行的。假若遇到了數學方面的困難，或者所考慮的現象相當複雜以致不可能用分析法予以解決時，則藉理論的幫助進行試驗以求得所需的關係，且以此檢驗理論。

如此，在設計船舶時藉計算的方法可以決定所有的基本尺寸及因素，以保證所要求的質量。同樣在知道了船舶的尺寸及各因素之後，也可以利用船舶原理的公式及結論，以解決船舶日常運行中的實際問題。

船舶原理包括兩個基本部分——靜力學及動力學。屬於前者的有：飄浮性與不沉性；而屬於後者的有：方向性、搖擺與快速性。在考慮快速性時還研究了對船舶運動的水阻力以及推進器的理論。

除此以外在船舶原理中還考慮了一個特殊部分，即船舶下水。這個問題之所以被單獨劃分出來，因為它是船舶原理中獨特的複雜課題，在解決此問題時必須同時考慮到飄浮性、穩定性、搖擺及水阻力。

§ 2 船舶原理發展簡史概述

二千年前阿基米德所發現的靜水力學定律乃是飄浮性的基本定律，然而它既沒有被古代的人們，也沒有被中世紀的人們實際應用於船舶建造方面。阿基米德也研究到穩定性的問題，研究了一些旋轉體的平衡位置，雖然古代的人們曾提出將船舶穩定性作為其主要質量之一的概念，但是這些問題沒有得到應有的發展。

甚至到中世紀還沒有船舶原理，然而造船的經驗却達到了相當完善的程度；當時的船舶建造家們已經掌握船舶建造的技術，而且將它世代相傳。在中世紀時已經能够建造比較大的船舶，這些船舶完全適合於海上航行，不僅可以在地中海航行，而且可以到地中海以外，甚至作周遊世界的旅行。

僅在十七世紀後半期才開始將計算應用於船舶建造方面。在十七世紀末葉，以現代高等數學為基礎的新的數學分析方法引起了數學、力學及其他科學發展上巨大的進展，也影響到實用知識的研究，特別是船舶理論的創立。

在1749年彼得堡科學院院士Л·歐拉所著的《船舶科學》一書出版了，這就標誌着船舶原理作為一門科學的開始。在這本著作裏歐拉研討了關於飄浮性及穩定性的學說的基礎，研究了船舶在靜水中的搖擺，同時也發展了牛頓關於水阻力的學說，而應用於風帆作用下的船舶運動。

此後在船舶原理方面出現了一些更進一步的著作，到十九世紀中葉，已經可以說船舶靜力學的基本問題在很大程度內被研究過了。這個時期，是在船舶原理中應用近似計算方法有決定意義的轉折點。

社會主義勞動英雄斯大林獎金獲得者 А·Н·克雷洛夫院士，在這個領域中的工作是具有特別偉大的意義的。他全面地研究了穩定性的許多問題，而且導出了實用上很方便的解答及標準的計算方案。他所寫的講義《船舶原理》是可以作為模範的。在這裏面將理論與實際結合為一，並導出了船舶科學與作為研究技術問題的工具的數學之間的密切聯系。А·Н·克雷洛夫是第一個研究了應用於船舶原理計算中的近似算法的精確性問題，導出了這些計算的規則，得以大大地提高了計算工作的速度，且能保證結果的足夠精確性。

船舶靜力學中的一章——關於不沉性的學說，僅在本世紀初才出現於船舶原理之中，而且完全是俄羅斯學者：С·О·馬卡洛夫、А·Н·克雷洛夫與Н·Г·布巴諾夫等的勞動所創造的。不沉性的實際意義是非常大的，特別是對於軍艦而言。А·Н·克雷洛夫早在本世紀初就為我們提出了船舶計算方法及《不沉性表格》，在外國却經過了許多年後方開始應用。祖國在船舶原理研究中的優先地位是無可置疑的。此後十年內，

俄羅斯學者(В.Г.符拉索夫、Ю.А.西門斯基等)的勞動促成了關於不沉性學說的進一步發展。

應當指出,祖國學者在研究將船舶理論應用於潛水艇上的巨大成就。在本世紀初葉А.Н.克雷洛夫與И.Г.布巴諾夫對於在俄國建造第一艘潛水艇這一方面作了很多工作。在蘇維埃政權的年代裏,許多學者(В.Г.符拉索夫、Л.Ф.巴甫柯維奇等等)的一系列的工作使得船舶靜力學這一特殊領域,達到十分完善的地步。

輪船的發明,應用鋼鐵製造船體,利用蒸汽機作為原動機,採用明輪及螺旋槳代替風帆作為推進器,都促進了人們創造新型的船舶,且於上世紀中葉在船舶原理方面提出了一系列的問題;其中主要的是關於快速性與搖擺的問題,也就是關於船舶動力學的問題。但是一直到現在,由於所研究的現象的複雜性與所引起的數學上的困難,船舶動力學還遠不及靜力學研究得完備。

新型船舶航速的增加引起造船家們對快速性問題的特殊注意,但是在十九世紀後半葉的知識情況還沒有可能用數學分析法來解決這些問題。

確定主機馬力以便船舶達到指定的航速乃是一個主要的問題,需要立刻解決它。在這一方面曾經企圖利用經驗來加以解決。這裏機械工程師В.И.阿凡納西也夫的工作是值得特別注意的。他曾於1892年提出了簡單和精確的卓越公式。這在實際造船工作中是廣泛應用着的。

解決這個問題的另一方法,是按牛頓動力相似定律進行模型試驗。研究快速性的試驗方法已得到了很大的發展,於十九世紀九十年代中,在俄羅斯已建立了大型的試驗池。這個試驗池是按俄羅斯天才的學者Д.М.門得列也夫的倡議而設立的。模型試驗也可以更進一步利用作為推進器與舵的模型試驗,以及一般地可以利用來解決那些可以按相似定律作出模型試驗的所有問題。

在作模型試驗中,將試驗結果轉算於實物的方法具有決定性的意義。在這方面應該指出我國的一些試驗池的成就,這些試驗池總結了大量的、系統的試驗工作,創造了進行模型試驗及將其結果轉算於實際船舶的新方法,且獲得了優良的結果。在外國試驗池的實際工作中,至今

仍沿用着陳舊過時的佛魯德係數，這就往往引起重大的錯誤。

在最近的幾年中蘇維埃學者(H·E·柯金、Г·E·巴甫連柯、Л·H·斯列琴斯基、M·B·凱德斯、Л·H·賽多夫等等)的工作曾解決了一系列的快速性的重要問題，因此我們的船舶就具有了高度的航海質量。

除了研究水對船舶的阻力問題外，本世紀還在推進器的原理問題上進行了巨大的科學工作。蘇維埃科學界是這個知識領域中的先進者，因為螺旋槳的最完善的理論——渦動理論乃是我國卓越的學者H·E·茹可夫斯基所創造，且為其學生及後繼者——蘇維埃學者(B·H·尤爾也夫、B·П·凡特欽金等)發展到更完善的地步。除此以外，還必須指出Φ·A·伯利克斯所創的螺旋槳的麻痺理論與B·П·博茲多寧院士在氣蝕螺旋槳方面進行的工作。

蘇維埃學者的工作(A·M·巴生、B·M·拉夫倫契也夫)在製定槳輪理論與計算各個因素的實際方法上得到顯著的成果。

由於大大地發展了船舶在海上的定期航行，而在航行中又經常遭受到搖擺及由搖擺而產生的一切不良後果，這就促使了造船家們去尋找減輕搖擺的方法。為此，當然需要首先研究搖擺本身的現象，然後再去製定其理論。

Л·歐拉曾經頗為詳細地討論了船舶在靜水中的搖擺，且提出了一些實用上很為重要的聯系。搖擺理論的進一步發展則應當歸功於彼得堡科學院院士Л·伯諾里的研究工作，他曾經創造了船舶在波浪中的橫搖理論。雖然也曾經得到一些重要的結果，特別是伯諾里確定了共振現象，但是這個理論却導出了一個錯誤的結論，這是因為在當時還沒有波浪理論之故，該理論是很久以後才研究出的。

在上世紀70年代，B·佛魯德發表了船舶在波浪中橫搖的初步理論，他改正了伯諾里的錯誤。但是佛魯德的搖擺理論並不是沒有嚴重缺點的，因為他所作的假設沒有考慮到船體尺度的影響。按這個理由他所給出的理論對於研究縱搖是不合適的。

創造了船舶在波浪中搖擺的一般理論的榮譽是屬於卓越的俄羅斯數學家、力學家、造船學家A·H·克雷洛夫的。

英國造船工程學會由兩個報告中聽取了這個理論後，曾經授予

A·H·克雷洛夫以金質會章，而這是外國人第一次獲得的英國造船工程學會金質會章。在研究船舶在波浪中搖擺這個領域內，俄羅斯學者的思想成就奠定了俄羅斯科學界的第一流地位，而A·H·克雷洛夫則著名於全世界。

H·E·茹可夫斯基在搖擺的流體動力學方面的工作，也是相當卓越的。

以後，我國的一些學者們繼承了A·H·克雷洛夫及H·E·茹可夫斯基在搖擺理論方面的工作也獲得了很大的成就。Г·E·巴甫連柯曾經寫出了重要的結論。由於H·E·柯金的工作而達到的流體動力學上的發展，使得H·Д·哈斯金德得以創造了搖擺的一般流體動力學理論，這就又向前跨了一大步。

船舶原理中關於方向性這一章由於所討論現象的複雜性及數學上的困難，一直到最近幾年仍舊是極少人研究的。幾個關於計算舵的因素的陳舊經驗公式與1912年哈夫加德(美國)確定迴轉圓直徑的半經驗解答，這大概就是外國在這段時間內在這個領域中全部的成就了。很明顯，目前還必需繼續研究船舶原理中的這一章，以便使之適應於近代造船的要求。在這一方面蘇聯學者們(A·M·巴生、B·M·拉夫侖契也夫等)的工作是值得特別注意的，他們在研究迴旋及船舶方向性問題上已經得到顯著的成就。

從上述的船舶原理發展簡史可以看出我國的學者們在這門科學的研究事業上已經作出了巨大的貢獻。事實上，幾乎船舶原理的任何領域在其進一步發展中，蘇聯學者都是超過外國學者的。

第一章 基本定義與近似計算法

§3 線型圖

船體的外表面是一個複雜的具有二重曲率的面；一般都用繪製所謂的線型圖來表示它。在這個線型圖上表示出來的是由肋骨外緣所形成的面，也就是不包括船壳外板的面。

線型圖的表示方法，是由平行於三個互相垂直的投影面的一些斷面合繪在圖紙上而組成的。這三個面為：

- 1) 中央縱剖面，亦即縱向豎立的船舶對稱平面；
- 2) 基面——通過方龍骨下端的水平平面；
- 3) 舢橫斷面或簡稱舢斷面，在圖上用符號 Σ 表示，它是通過船舶計算長度的中部的橫向豎立平面。

應當指出，有時舢斷面是指通過船舶最大寬度處的橫向豎立斷面，在現代高速船中這個舢斷面往往略在船舳之後。以後除了特別說明外，我們將仍舊遵循以上所下的舢斷面的定義，即是船長中部的橫向豎立斷面。

平行於中央縱剖面的斷面稱為縱剖線，平行於舢斷面的稱為肋骨線，平行於基面的稱為水線。其中將船壳與設計吃水的水平面所交得的線稱為載重水線。

這樣形成的一些斷面，顯然，投影到投影面中之一的平面上是真實的形狀，而在另外兩個投影面上是直線。例如，肋骨在舢斷面上的投影是其真實的形狀，而在中央縱剖面與基面上的投影則為直線；水線的真實形狀表示在基面上，而在中央縱剖面與舢斷面上表示出來的則是直線。

縱剖線、肋骨線與水線在中央縱剖面上的投影的總和稱為縱剖線圖，在舢斷面上的投影總和稱為體型圖，在基面上的投影稱為水線半寬。

圖。由於船舶的對稱性，在繪圖時水線圖與體型圖上只繪出船體的一半，並且在體型圖的右邊表示船體從船中部到船首的那一半，左邊則表示船中到船尾的一半。

線型圖除了表示諸斷面外，同時還表出上甲板與船舷的交線，這交線稱為上甲板邊線，線型圖示於圖1。

在線型圖上繪出的這些曲線應當表示同一個面，它們之間應彼此符合，而這可以用下列的方法來完成。從體型圖上的任何一條水線上能量取所有的肋骨之縱座標，其值為從中央縱剖面到相應的肋骨與該水線的交點之距離（圖2）。現在將取下的縱座標放在水線半寬圖的相應的肋骨上，則得到屬於選定水線的一系列的點。

另一方面，也可以確定上述選定水線在縱剖線圖上與一系列的縱剖線相交之交點的橫座標，然後將它們放到水線半寬圖的縱剖線上。得出的這些點，顯然應當是屬於同一條水線的，將這些點與以前得到的點連接起來應當是一條光滑的曲線。用同樣的方法可以找出肋骨與水線及肋骨與縱剖線的交點，而根據另外兩個相應的投影可以找出縱剖線與水線及縱剖線與肋骨的交點。在圖上所有的曲線應當是：第一須通過所有相應的點，第二須具有光滑的特性。如果沒有達到這兩點，

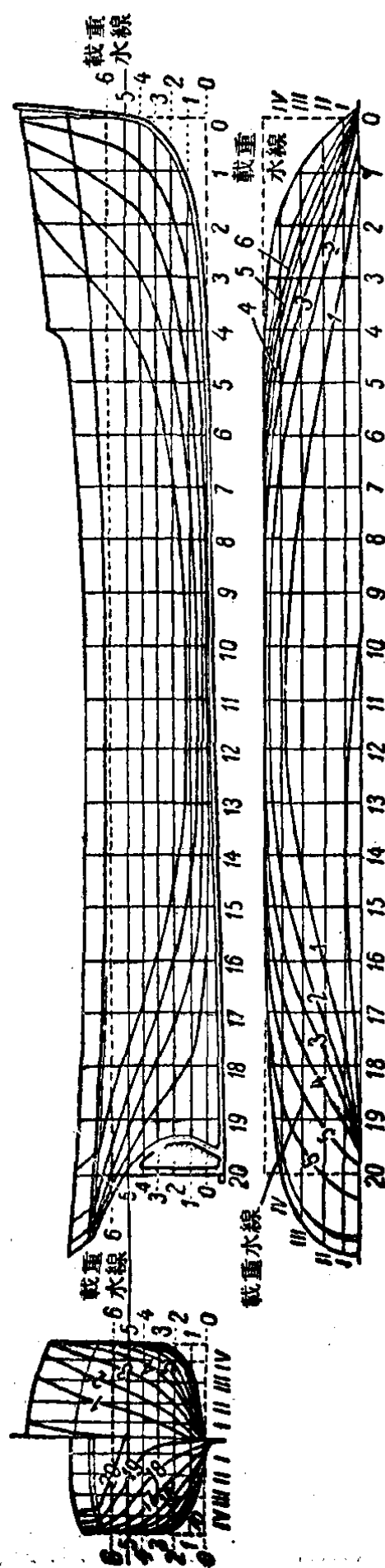


圖1 線型圖