



海军级重点教材

舰船原理

JIANCHUAN YUANLI



卢晓平 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

0661
1027



NUAA2013052611

U661
1027-1

海军级重点教材

舰船原理

卢晓平 主编



国防工业出版社

· 北京 ·

2013052611

内 容 简 介

本书以水面舰船为主,兼顾潜艇,系统介绍了舰船几何形状描述、舰船静力学、舰船阻力与推进、舰船操纵性和耐波性等学科的概念、理论、方法及其工程应用,列举了较多的例题,全书共分9章,各章附有习题。书中内容力求简明清晰,深入浅出,便于自主学习;也注重反映学科的新进展,包含编者的见解和工作体会。

本书可作为舰船动力工程、舰船工程管理等专业本科学生的教材,也可供船舶与海洋工程专业的学生、工程技术人员参考。

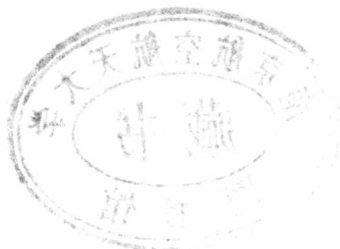
图书在版编目(CIP)数据

舰船原理 / 卢晓平主编. —北京:国防工业出版社,
2009.1 重印

ISBN 978-7-118-05145-2

I. 舰... II. 卢... III. 船舶-理论 IV. U674

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 145604 号



※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 362 千字

2009 年 1 月第 2 次印刷 印数 2001—4000 册 定价 33.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

0123508109

前 言

本书作为非船舶与海洋工程专业的“舰船原理”课程教材编写,可用作船舶动力工程、船舶工程管理专业、海洋工程、海运和舰船驾驶等多个专业的“舰船原理”课程教材,也可用作船舶与海洋工程专业的教学参考书。

本书在参考诸多相关教材、专著和文献的同时,结合了编者任教本课程的教学经验和授课讲义。全书共分9章,以水面舰船为主,兼顾潜艇,系统介绍了舰船几何形状描述、舰船静力学、舰船阻力与推进、舰船操纵性和耐波性等学科的概念、理论、方法及其工程应用,列举了较多的例题,各章还附有习题。书中内容力求简明清晰,深入浅出,便于自主学习和实际应用;也注重反映学科的新进展,以及包含编者的见解和工作体会。

在本书的编写过程中得到了海军工程大学董祖舜教授的指导,董祖舜教授在章节布局、内容取舍详略诸方面提出了宝贵的建议;海军工程大学舰船安全工程系浦金云教授编写了第5章。中国舰船研究设计中心(中船重工集团公司第七〇一研究所)袁敦磊研究员详细审阅了本书全文原稿;海军工程大学施生达教授、熊鹰教授、周其斗教授、毕毅副教授详细审阅了本书有关章节的原稿;各位审稿人对原稿提出了宝贵的审阅意见。在此对各位专家的帮助表示诚挚的谢意。

按学科划分,“舰船原理”的内容涵盖船舶与海洋工程专业的多个学科,有的学科仍在发展之中,研究工作十分活跃。作为非船舶与海洋工程专业的本科学生教材,书中对各学科领域的新进展虽略有提及,但本书未刻意追求内容全面,而主要着眼于提供基本的、实用的、富有启迪的内容。尽管如此,本书对船舶与海洋工程专业的学生、工程技术人员也具有一定的参考价值。

编 者
2007年8月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 课程介绍	1
1.2 船体几何形状	1
1.2.1 3个基准面	2
1.2.2 主尺度	2
1.2.3 船型系数	3
1.2.4 船型参数	5
1.2.5 船体型线图与型值表	6
1.2.6 潜艇艇体几何形状	9
习题	11
第2章 浮性	13
2.1 浮态及其表示方法	13
2.1.1 坐标系	13
2.1.2 浮态表示方法	13
2.2 舰船在水中的静平衡条件	15
2.2.1 平衡条件	15
2.2.2 平衡方程	15
2.3 舰船的重量和重心确定	17
2.3.1 一般公式	17
2.3.2 载荷增减后的重量、重心确定	17
2.3.3 载荷移动后的重心确定	18
2.3.4 舰船5种典型载重状态	18
2.4 舰船的浮力和浮心计算原理与静水力曲线	19
2.4.1 基本原理	20
2.4.2 静水力曲线	21
2.5 增减载荷时吃水变化量	22
2.5.1 增减小量载荷不产生横倾与纵倾的条件	23
2.5.2 增减小量载荷时吃水变化量计算	23
2.5.3 单位吃水载重	24
2.5.4 增减大量载荷时吃水变化量计算	24
2.5.5 浮力储量	25
2.6 纵倾水线下排水体积和浮心坐标的计算	25

2.6.1	邦戎曲线及其应用	25
2.6.2	费尔索夫曲线及其应用	26
2.7	潜艇的浮性	27
2.7.1	潜艇下潜与上浮原理	27
2.7.2	潜艇平衡方程	28
2.7.3	增加重量法与失去浮力法	30
2.7.4	潜艇的储备浮力	30
2.7.5	潜艇水下平衡的特点	31
2.7.6	潜艇排水量状态分类	31
2.7.7	潜艇均衡	32
	习题	34
第3章	初稳性	37
3.1	稳定中心与平衡稳定的条件	37
3.2	稳定中心高	38
3.2.1	稳心半径计算公式	38
3.2.2	根据静水力曲线求稳定中心高	39
3.3	初稳度的扶正力矩公式	40
3.3.1	$\bar{m}$ 与 $\bar{M}$ 的计算公式	40
3.3.2	船形稳度力矩与重量稳度力矩	40
3.3.3	初稳度的表示方法	41
3.4	舰船在各种装载下浮态和初稳度分析与确定方法	42
3.4.1	移动小量载荷	42
3.4.2	增减小量载荷	46
3.4.3	自由液面对初稳度的影响	49
3.4.4	悬挂载荷对初稳度的影响	50
3.4.5	舰船坐落于坞墩木时舰船的稳度	51
3.5	倾斜试验	53
3.5.1	试验原理	53
3.5.2	试验方法	54
3.6	潜艇的初稳性	55
3.6.1	水面初稳性	55
3.6.2	水下稳性与潜浮稳度图	58
3.6.3	装卸载荷对潜艇初稳性的影响	60
	习题	62
第4章	大角稳性	66
4.1	静稳度曲线与船形稳度力臂插值曲线	66
4.1.1	静稳度曲线	66
4.1.2	船形稳度力臂插值曲线与各种装载下静稳度曲线计算	67
4.2	静倾斜力矩作用下舰船的倾斜	69

4.3	动倾斜力矩作用下舰船的倾斜	69
4.4	动稳度曲线	70
4.5	动力倾角计算	71
4.6	最大动倾斜力矩计算	73
4.7	表示大角稳度的特征量与大角稳度的影响因素	75
4.7.1	表示大角稳度的特征量	75
4.7.2	大角稳度的影响因素	76
4.8	舰船稳性保持与倾斜舰船的扶正	79
4.8.1	舰船稳性保持	79
4.8.2	倾斜舰船扶正	81
4.9	潜艇的大角稳性	82
	习题	83
第5章	舰船不沉性	85
5.1	破损舱的分类和渗透系数	85
5.1.1	破损舱的分类	85
5.1.2	渗透系数	85
5.2	破损舱进水后舰船浮态和稳性的变化	86
5.2.1	增加载荷法与损失浮力法	86
5.2.2	破损舱进水后舰船浮态和稳性的变化	86
5.3	可浸长度与许用舱长的计算	93
5.3.1	可浸长度的计算	93
5.3.2	许用舱长的计算	96
5.4	潜艇水面不沉性	96
5.4.1	失事潜艇的浮态和稳性的计算	97
5.4.2	失事潜艇的扶正	99
5.5	潜艇水下抗沉性	100
5.5.1	潜艇水下抗沉的基本措施	100
5.5.2	潜艇从水下自行上浮的条件	101
	习题	102
第6章	舰船阻力	103
6.1	阻力产生的原因与分类方法	103
6.1.1	阻力产生的原因	103
6.1.2	阻力的分类方法	108
6.2	阻力随航速变化的规律	109
6.2.1	摩擦阻力	109
6.2.2	形状阻力	110
6.2.3	兴波阻力	111
6.2.4	附加阻力	113
6.2.5	特种阻力	114

6.2.6	总阻力	114
6.3	阻力确定方法	115
6.3.1	海军部系数法	115
6.3.2	泰勒图谱法	117
6.3.3	方尾图谱法	118
6.3.4	弗劳德换算法	119
6.3.5	附体阻力确定方法	121
6.4	阻力的影响因素	122
6.4.1	船型影响	122
6.4.2	排水量影响	124
6.4.3	水深影响	124
6.4.4	污底影响	128
6.5	潜艇阻力	128
6.5.1	潜艇阻力特性	128
6.5.2	潜艇阻力确定方法	130
6.5.3	艇型对阻力的影响	130
	习题	131
第7章	舰船推进	133
7.1	螺旋桨几何形状	133
7.1.1	螺旋桨外形	133
7.1.2	螺旋面几何特性	135
7.1.3	桨叶几何特性	136
7.1.4	螺旋桨图	138
7.1.5	螺旋桨材料与检验	139
7.2	螺旋桨工作特性	141
7.2.1	机翼水动力特性	142
7.2.2	螺旋桨运动与受力分析	143
7.2.3	螺旋桨受力随运动变化的规律	145
7.2.4	螺旋桨敞水性征曲线	148
7.3	船桨相互作用与船后桨工作特性	151
7.3.1	伴流与伴流分数	151
7.3.2	推力减额与推力减额分数	152
7.3.3	螺旋桨推进效率分析	152
7.3.4	船后螺旋桨性能计算	153
7.3.5	螺旋桨性能检查曲线	155
7.4	舰船航速性计算与分析	157
7.4.1	主机工作特性简述	157
7.4.2	航速性计算原理——船—机—桨协同工作条件	158
7.4.3	航速性计算方法	159

7.5	螺旋桨空泡现象	165
7.5.1	螺旋桨空泡的产生原因与影响因素	165
7.5.2	螺旋桨空泡的类型及其危害	166
7.5.3	螺旋桨空泡的预报与防治	168
7.6	特种推进器与潜艇螺旋桨特点	170
7.6.1	导管螺旋桨	170
7.6.2	可调距螺旋桨	172
7.6.3	喷水推进器	175
7.6.4	潜艇新型推进器	175
7.6.5	吊舱推进器	176
	习题	177
第8章	舰船操纵性	179
8.1	舰船操纵性概述	179
8.1.1	水面舰船操纵性含义	179
8.1.2	操纵性闭环系统与船—舵开环系统	180
8.1.3	操纵性在舰船使用、航行安全性与设计中的地位	180
8.1.4	舰船操纵性的研究方法	181
8.2	舰船操纵运动方程	181
8.2.1	坐标系与运动方程	181
8.2.2	操纵性线性运动方程	182
8.3	航向稳定性	186
8.3.1	航向稳定性概念	186
8.3.2	直线稳定性条件	187
8.4	回转运动	189
8.4.1	回转运动的3个阶段	189
8.4.2	回转运动的特征参数	189
8.4.3	回转运动分析	191
8.4.4	回转过程中的速降和横倾	193
8.5	操纵性的影响因素与操纵装置	195
8.5.1	操纵性影响因素	195
8.5.2	操纵装置	197
8.6	潜艇操纵性简介	199
8.6.1	潜艇操纵性运动方程	199
8.6.2	潜艇水平面内的操纵运动	201
8.6.3	潜艇垂直面内的操纵运动	202
8.6.4	潜艇操纵面与操纵设备	214
	习题	215
第9章	舰船耐波性	217
9.1	舰船摇摆概念	217

9.1.1	摇摆运动形式	217
9.1.2	舰船耐波性发展概况与研究方法	218
9.2	舰船在静水中的摇摆	218
9.2.1	受力与运动分析	218
9.2.2	运动微分方程	219
9.2.3	静水自由摇摆特性	219
9.3	舰船在规则波中的摇摆	223
9.3.1	舰船在正横规则波中的横摇	223
9.3.2	舰船在规则波中的迎浪垂荡与纵摇	226
9.4	航向、航速对舰船摇荡运动的影响	228
9.4.1	航速、浪向对波浪扰动力频率的影响	229
9.4.2	浪向对波浪扰动力幅值的影响	229
9.5	舰船在不规则波中的摇摆	230
9.5.1	不规则波的统计特性	231
9.5.2	不规则波的波能谱	232
9.5.3	波能谱公式	233
9.5.4	不规则波中舰船摇摆运动预报和特性分析	234
9.6	减摇措施与风浪中行船注意事项	235
9.7	潜艇耐波性简要说明	241
	习题	241
	参考文献	243

第1章 绪 论

1.1 课程介绍

“舰船原理”课程研究舰船的航海性能,舰船的航海性能主要指舰船的浮性、稳性、不沉性、快速性、耐波性与操纵性6种航海性能。舰船的航海性能还应包括船体结构的坚固性,但它属于“舰船结构”课程的研究对象。随着舰船技术的发展,舰船航海性能的内涵有所扩充,如舰船的续航力、隐身性等,有时也视作军船的航海性能。但按学科与课程体系,舰船的这类性能属于其他学科或课程研究的对象,故这方面的内容除与上述6种航海性能关系密切者,一般未编入本教材。

浮性是舰船在一定装载下按一定姿态漂浮的能力;稳性是舰船在外力作用下倾斜而不倾覆,外力消失后仍能回复原平衡位置的能力;不沉性是舰船破损进水后仍能保持一定的浮性、稳性而不沉没或倾覆的能力。在研究这3种性能的过程中,不考虑舰船的运动对船体所受水作用力的影响,只考虑了舰船在静平衡状态下所受到的水作用力。所以从力学观点来看,研究这3种性能的课程(或学科)称为舰船静力学。

快速性(或称航速性、航行特性)是一定排水量的舰船,在给定主机功率下航行速度快慢的性能。一方面是指舰船的最大航速大小;另一方面是指各航速下所需主机功率的大小。快速性取决于船体的阻力性能与推进器的推进性能,以及船体与推进器之间的相互作用,它由“舰船阻力”课程与“舰船推进”课程共同研究。耐波性(或称适航性,但适航性的含义更广泛)是舰船在风浪中的性能,主要是指舰船在风浪中的横摇(左右摇摆)、纵摇(前后摇摆)以及垂荡(上下起伏,也称升沉)运动的性能。操纵性是舰船在航行中保持既定航向的能力(即航向稳定性)和按驾驶员意图回转的能力(即回转性),它包括航向稳定性与回转性。耐波性和操纵性由“舰船耐波性”课程与“舰船操纵性”课程共同研究。

在研究快速性、耐波性和操纵性时,要考虑船体、水的运动对船体所受水作用力的影响,即要考虑水的动力作用,所以研究这3种航海性能的课程(学科)称舰船动力学或舰船水动力学。

舰船原理包括舰船静力学与舰船动力学两大部分,有时将它看作一门学科,它是与舰船总体设计论证、性能预报、建造维修,以及舰船机电操管、载荷调配、浮态、稳性与航速保持、抗沉方案确定等工程、军事与航海任务密切相关的专业课程或学科。

1.2 船体几何形状

船体几何形状与舰船的航海性能密切相关,在研究舰船航海性能之前先简要讨论船体几何形状,主要介绍船体几何形状表示方法。船体曲面是复杂的几何曲面,其几何形状一般不能用曲面方程来描述,而要用船体主尺度、船型参数与船体型线图来表示。

1.2.1 3个基准面

为了表示船体几何形状,取3个相互垂直的平面作为基准面,如图1-1所示,它们相当于空间直角坐标系中的坐标平面,分别是对称面(或称纵中剖面)、设计水线面与船中横剖面。

(1) 对称面:通过船宽中央的纵向平面,它将船体分为左右对称的两部分。

(2) 设计水线面:舰船按设计状态静止漂浮在水面上,这时的水平面即设计水线面,它将船体分为水上、水下两部分。潜艇则以最大水线面或基平面作为这个方向的基准面,最大水线面是通过艇体最宽处的水平面,它将艇体分为水上、水下两部分;基平面是过潜艇长中点龙骨下缘且平行于设计水线面的平面(图1-2)。

(3) 船中横剖面:通过船长方向中点并与上述两个基准面垂直的平面,它将船体分为前后两部分。

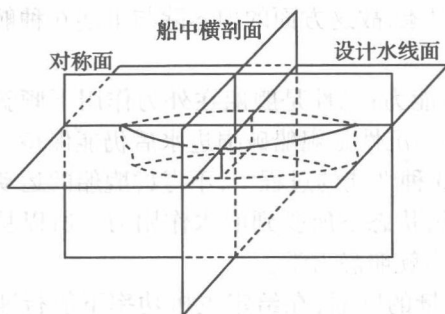


图 1-1 水面舰船的3个基准面

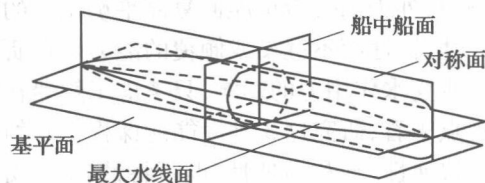


图 1-2 潜艇的3个基准面

1.2.2 主尺度

主尺度表示了船体的大小。上述3个基准面与船体表面相交即得3条剖线,它们分别是纵中剖线、设计水线和横中剖线,如图1-3所示,可以根据这3条剖线来定义各种主尺度。现就水面舰船对各种主尺度分别进行说明,潜艇的主尺度将在1.2.6中再作介绍。

1. 船长

常用的船长有3种,即总长、设计水线长与垂线间长。

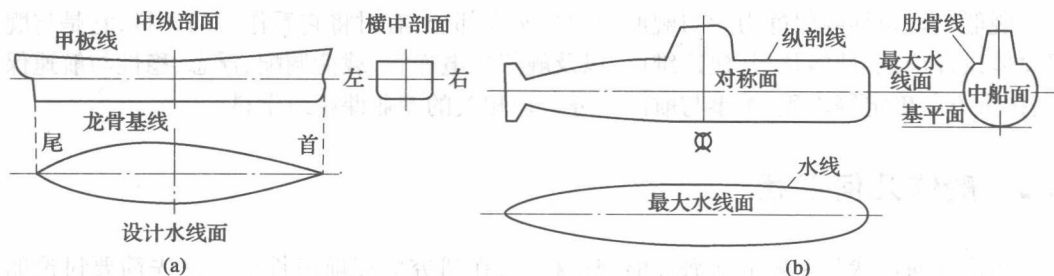


图 1-3 水面舰船与潜艇的3种剖线

(a) 水面舰船的3种剖线; (b) 潜艇的3种剖线。

(1) 总长 L_t : 从船首最前端到船尾最后端的最大水平距离, 包括壳板的厚度, 有时称最大长度, 记作 $L_{\max}$ 。船进坞、靠码头以及通过船闸时应关注船的总长。

(2) 设计水线长 L : 设计水线面与首、尾端交点间的距离。分析船体航海性能时船长常取为设计水线长。

(3) 垂线间长 L_p : 首、尾垂线之间的距离。首垂线是指过设计水线面与首柱前缘交点的铅垂线; 对军舰尾垂线是指过设计水线面与尾柱(或尾封板)后缘交点的铅垂线, 对商船尾垂线则取为舵轴的中心线, 故对军舰垂线间长就是设计水线长。

2. 船宽

(1) 最大宽度 $B_{\max}$: 计及外壳板的船体最宽处的宽度。

(2) 设计水线宽或型宽 B : 设计水线的最大宽度。

3. 吃水

吃水是指龙骨基线至水线的垂直距离。龙骨基线至设计水线的垂直距离称为设计吃水, 用 T 表示; 各种装载下的吃水称为实际吃水, 常以 z 或 T 表示。如船体存在纵倾, 则首尾吃水不相等, 一般将吃水取为首尾吃水的平均值, 称为平均吃水, 记作 T_m 。

4. 型深

型深是指龙骨基线至甲板边线最低点的垂直距离, 以 H 表示。

5. 干舷

干舷是指水线到甲板边线上缘的距离。在船长方向各点的干舷是不相等的, 如未说明一般是指甲板边线最低点处的干舷, 且通常指设计状态的干舷, 以 F 表示。

各种主尺度的意义如图 1-4 所示。同一主尺度的舰船水下部分丰满程度可以不同, 即主尺度并未表示船体水下部分的船型特性, 船体的这种几何特性要用船型系数来表示。

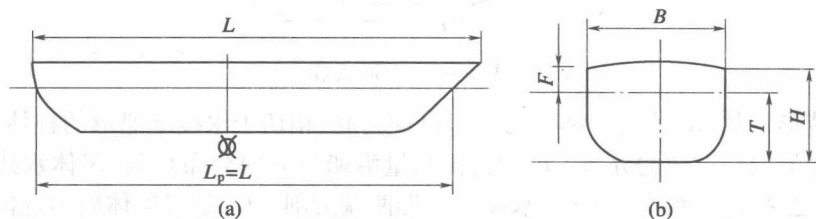


图 1-4 船体主尺度

1.2.3 船型系数

船型系数是从不同的角度表示船体水下几何形状丰满程度的无因次系数, 有水线面系数、横中剖面系数、方形系数、棱形系数与垂向棱形系数 5 种。

(1) 水线面系数 C_w : 水线面面积与相切于水线面的矩形面积之比值, 如未指明一般是指设计水线下的水线面系数, 反映了设计水线面的丰满程度, 其定义式为

$$C_w = \frac{A_w}{LB}$$

其几何意义如图 1-5 所示。

(2) 横中剖面系数 C_m : 横中剖面面积与相切于横中剖面的矩形面积之比值, 如未指

明一般指设计水线下的横中剖面系数,反映了横中剖面的丰满程度,其定义式为

$$C_M = \frac{A_M}{BT}$$

其几何意义如图 1-6 所示。

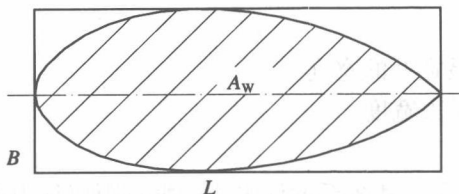


图 1-5 水线面系数

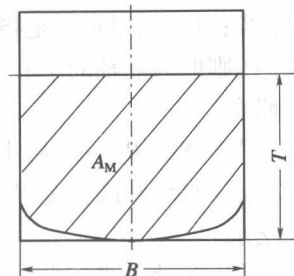


图 1-6 横中剖面系数

(3) 方形系数 C_B : 船体水下部分体积与相切于水下船体的长方体体积之比, 反映水下部分船体的丰满程度, 其定义式为

$$C_B = \frac{V}{LBT}$$

其几何意义如图 1-7 所示。

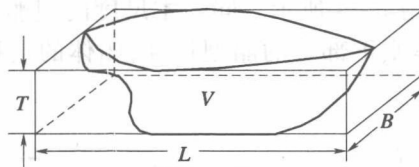


图 1-7 方形系数

(4) 棱形系数 C_p : 水线下体积与横中剖面为底、相切于水线下船形的柱体体积之比, 表征排水量沿船长方向的分布。 C_p 大, 排水量沿船长方向分布均匀, 船体水线下形状接近柱体; 反之, 排水量集中在船中, 水线下船形两端尖削。 C_p 是对船体阻力性能影响大的船型系数。其表达式为

$$C_p = \frac{V}{A_M L} = \frac{C_B}{C_M}$$

其几何意义如图 1-8 所示。

(5) 垂向棱形系数 C_{pv} : 与 C_p 类似, C_{pv} 表示排水量沿垂向的分布, C_{pv} 大表示排水量沿铅垂向分布均匀, 水下船形接近铅垂向的柱体; 反之, 排水量集中于设计水线面附近, 从横剖图上看船形底部尖削。 C_{pv} 是与耐波性关系密切的船型系数。其表达式为

$$C_{pv} = \frac{V}{A_w L} = \frac{C_B}{C_w}$$

其几何意义如图 1-9 所示。

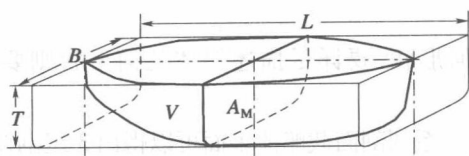


图 1-8 棱形系数

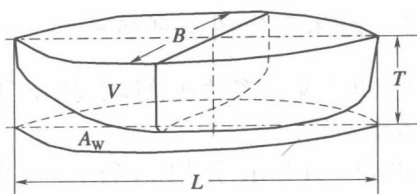


图 1-9 垂向棱形系数

1.2.4 船型参数

船型参数是描述船体几何形状的几何参数,上述船型系数均属于船型参数,除船型系数外常用的船型参数还有修长系数、长宽比、宽吃水比、进流角、方尾船的尾封板参数等。

- (1) 修长系数 ψ : 表示船形的细长程度, $\psi = L/\nabla^{1/3}$ 。
- (2) 长宽比 L/B : 表示船形细长程度。
- (3) 宽吃水比 B/T : 表示船形的扁平程度。
- (4) 进流角 α_e : 为船首端水线与对称面的夹角,表示在水线面上船首的尖削程度(图 6-27)。
- (5) 尾封板参数: 包括尾封板斜升角(β)、外张角(γ),尾封板宽船宽比(b_T/B),尾封板深度(Z_T)等,其几何意义如图 1-10 所示。

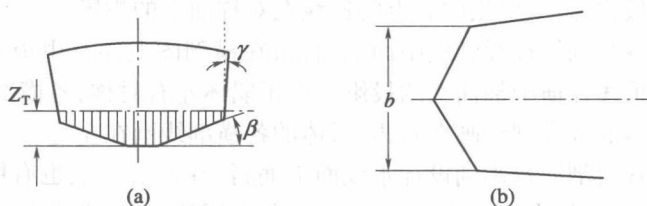


图 1-10 尾封板参数

ψ 、 L/B 、 B/T 也称作主尺度比。主尺度比、进流角以及尾封板参数均是对船体航海性能影响大的船型参数。

各种舰船船型参数取值范围如表 1-1 所列。

表 1-1 舰船舰型参数取值范围

舰 种	C_B	C_W	C_M	L/B	B/T
巡洋舰	0.45 ~ 0.65	0.65 ~ 0.72	0.76 ~ 0.89	8 ~ 11	2.6 ~ 3.5
驱逐舰和护卫舰	0.40 ~ 0.54	0.70 ~ 0.78	0.76 ~ 0.86	9 ~ 12	2.6 ~ 4.2
猎潜艇	0.45 ~ 0.50	0.74 ~ 0.78	0.75 ~ 0.82	7.9 ~ 8.5	2.6 ~ 3.2
炮艇	0.52 ~ 0.64	0.70 ~ 0.80	0.80 ~ 0.90	6.5 ~ 8.0	2.8 ~ 3.5
扫雷舰	0.50 ~ 0.60	0.68 ~ 0.75	0.80 ~ 0.88	7.0 ~ 8.0	2.8 ~ 4.0
登陆舰艇	0.60 ~ 0.82	0.75 ~ 0.90	0.95 ~ 0.97	3.4 ~ 7.2	3.5 ~ 4.6
潜艇	$\frac{0.42 \sim 0.64}{0.44 \sim 0.58}$	0.64 ~ 0.79	0.74 ~ 0.87	7 ~ 11	

1.2.5 船体型线图与型值表

主尺度与船型参数从总体上表示了船体几何形状,要详尽描述船体几何形状则要采用船体型线图。

如图 1-11 所示,分别以平行于 3 个基准面的一系列剖面截船体表面可以得出 3 组剖线:

- (1) 纵剖线:平行于对称面的一系列剖面截船体表面得出的一组剖线。
- (2) 横剖线:是平行于横中剖面的一系列剖面截船体表面得出的一组剖线。
- (3) 水线:平行于设计水线面的一系列剖面截船体表面得出的一组剖线。

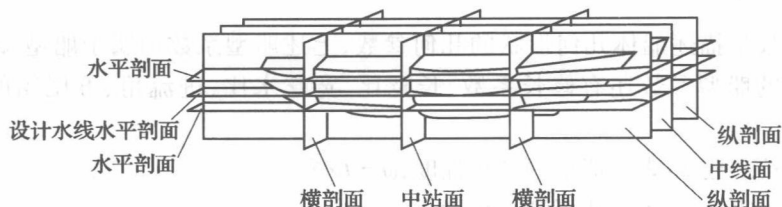


图 1-11 3 组剖线与 3 个投影面

将上述各组剖线(含基准面截出的 3 条剖线)投影到 3 个基准面上可得 3 个投影图,即纵剖图、横剖图与水线图。上述 3 个投影图是组成船体型线图的基本图形,不过在型线图上除了有剖线的投影线外还要给出一些其他项目。

(1) 纵剖图:各组剖线投影到对称面上而得;在纵剖图上还需画出甲板边线、甲板中心线等,分别是甲板边缘点、甲板中心点的连线在对称面上的投影。

(2) 横剖图:各组剖线投影到横中剖面上而得;在横剖图上还有甲板边线和舷墙顶线,即甲板边线、舷墙顶线在横中剖面上的投影。由于船体左右对称,各横剖线只要画出一半即可,习惯上船前体的各横剖线画在右边,后体的各横剖线画在左边。

(3) 水线图:各组剖线投影到设计水线面上而得;在水线图上也有甲板边线、舷墙顶线的投影线。同样由于船体的对称性,只需画出各水线的一半,水线图也叫做半宽图。

船体型线图由纵剖图、横剖图和水线图组成,如图 1-12 所示。在型线图上纵剖线、水线与横剖线的间距分别称为纵剖线间距、横剖线间距与水线间距。而横剖线间距又称为站距,横剖线位置称为站。在型线图上还要标出各组剖线的编号,纵剖线自对称面起向舷侧数,编号依次记为 I、II、III、IV 等(不含纵中剖线编号)。对军船,横剖线由船首向船尾编号依次为 0, 1, 2, ..., 20 等,横剖线的编号常称为站号,首站为 0 站,末站一般为 20 站;商船横剖线编号顺序与军船相反。水线则由下(基线)至上编号,水线编号也记作 0, 1, 2, ...。另外,在纵剖图上只有纵剖线保持为曲线,其余两组剖线均为直线;类似地在横剖图、水线图上也只有横剖线、水线为曲线,其余剖线均为直线;而甲板边线、舷墙顶线在各个图上都是曲线。故在型线图的所有图上都有两组相互垂直的投影线,这两组相互垂直的线形成矩形网格,有时也称这些直线为网格线(也称格子线,其中的横剖线也称站线),这些网格线既是投影线,也是绘制型线图、量取型线图数据的基准线。

以图 1-12 所示的某舰船体型线图为例,在图上可以量出对称面上的站线与水线交点(称为网格节点)到船体表面的距离,这个距离也称该点的半宽或型值。可以量出各个网格节点处的型值,并将量出的型值以一定形式的表格列出,这个表叫做型值表。表 1-2 是图 1-12 中船

表 1-2 某舰船型值表

单位:m

肋骨 水线	0	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	主甲板	
											半宽	高
0	—	—	—	—	—	—	—	0.25	0.38	0.51	1.09	8.97
1	0.11	0.19	0.28	0.47	0.66	0.84	1.02	1.22	1.41	1.59	2.31	8.63
2	0.11	0.35	0.56	0.93	1.25	1.55	1.82	2.09	2.31	2.55	3.23	8.31
3	0.11	0.57	0.95	1.47	1.93	2.31	2.61	2.86	3.08	3.30	3.93	8.04
4	0.12	0.75	1.32	2.10	2.65	3.06	3.36	3.60	3.79	3.97	4.42	7.80
5	0.13	0.95	1.67	2.75	3.37	3.78	4.07	4.29	4.44	4.58	4.85	7.55
6	0.15	1.19	2.17	3.32	4.00	4.38	4.64	4.80	4.92	5.00	5.22	7.29
7	0.15	1.41	2.63	3.93	4.59	4.93	5.09	5.22	5.30	5.37	5.46	7.07
8	0.14	1.68	3.03	4.41	5.03	5.29	5.41	5.50	5.56	5.60	5.62	6.89
9	0.12	1.83	3.52	4.82	5.33	5.53	5.62	5.68	5.70	5.70	5.71	6.73
10	0.11	2.03	3.76	5.13	5.56	5.70	5.73	5.73	5.73	5.73	5.75	6.70
11	0.11	2.07	3.87	5.19	5.64	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	6.70
12	0.11	1.80	3.54	5.06	5.57	5.70	5.71	5.71	5.71	5.71	5.75	6.68
13	0.11	1.39	2.80	4.75	5.40	5.61	5.63	5.64	5.65	5.65	5.66	6.66
14	0.11	0.96	2.10	4.16	5.10	5.44	5.51	5.53	5.56	5.56	5.60	6.65
15	0.11	0.63	1.45	3.43	4.68	5.18	5.34	5.40	5.42	5.43	5.48	6.67
16	—	0.04	0.64	2.37	3.95	4.74	5.06	5.22	5.27	5.30	5.35	6.74
17	—	—	—	1.23	3.15	4.26	4.63	4.89	5.02	5.09	5.10	6.85
18	—	—	—	0.10	1.87	3.37	4.03	4.38	4.56	4.64	4.65	6.97
19	—	—	—	—	0.10	2.08	2.95	3.39	3.63	3.75	3.82	7.12
20	—	—	—	—	—	—	0.10	1.05	1.42	1.69	1.96	7.27