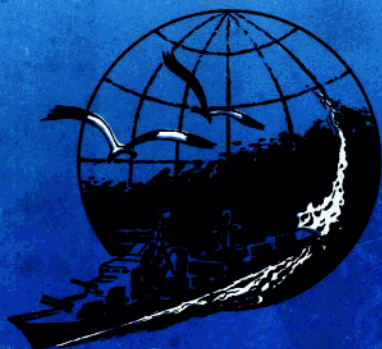


船 艺 与 舰 构



海军大连舰艇学院

船 艺 与 舰 构

编者 石爱国 迟 卫

海军大连舰艇学院
1996 年 6 月 · 大连

船艺与舰构

编者:石爱国 迟 卫

(大连市中山区解放路 667 号 116018)

海军大连舰艇学院印刷厂

780×1092 毫米 1/16 开本 字数 14 万

9642223-101-01-001

印数 200

定价:12.0 元

前 言

本书根据海军大连舰艇学院教学计划编写,适用于非帆缆专业的军士长班。

这次编写的教材是在过去军士长班用的《海军船艺》和《舰构与损管》教材的基础上,根据对军士长班学员的培养目标,按照教学大纲的要求,适当增加了一些新的内容,也删减了部分章节。

本书共分十章,其中前三章由迟卫编写,后七章由石爱国编写。由于水平有限,时间仓促,难免有不妥之处,请读者批评指正。

编 者

一九九六年四月

目 录

第一章 舰体结构	(1)
第一节 舰体的组成和主尺度	(1)
第二节 舰体的结构	(4)
第三节 舰艇舱室布置	(9)
第二章 舰艇静力性能	(11)
第一节 舰艇的浮性	(11)
第二节 舰艇的稳性	(15)
第三章 舰艇的损害管制	(21)
第一节 舰艇抗沉	(21)
第二节 舰艇消防	(26)
第三节 舰艇灭火	(31)
第四章 锚务	(34)
第一节 锚和锚链	(34)
第二节 锚机	(37)
第五章 抛起锚	(41)
第一节 抛单锚	(41)
第二节 起单锚	(43)
第三节 拖锚的检查与处理	(44)
第六章 靠离码头与系离水鼓	(45)
第一节 系统及靠码头前的工作	(45)
第二节 舰舷靠码头	(45)
第三节 舰舷离码头	(48)
第四节 舰尾靠离码头	(49)
第五节 系离单水鼓	(51)
第七章 绳缆索具与系留	(56)
第一节 绳缆与绳结	(56)
第二节 索具	(63)
第三节 系留设备	(68)
第八章 舰艇防台	(72)
第一节 台风知识	(72)

第二节 航行中防台与系留防台	(73)
第九章 舰船涂料与涂漆作业	(77)
第一节 舰船涂料	(77)
第二节 涂漆作业	(80)
第十章 国际海上避碰规则	(86)
第一节 名词定义	(86)
第二节 船舶的号灯、号型与声号	(87)
第三节 船舶的驾驶和航行规则	(109)

第一章 舰体结构

舰体结构是保证舰上一切装备、人员发挥作用的基础,它的主要使命是抵抗各种外力,保持舰体结构的完整性和结构形状的不变性,保证舰艇顺利完成所担负的任务。本章介绍舰体的组成和主尺度;简要分析舰体受力;介绍舰体各组成部分的结构特点及舰艇舱室布置的一般原则。

第一节 舰体的组成和主尺度

一、舰体的组成

(一)舰体结构的组成部分

为了便于研究舰体结构,根据舰体各部分的特点,将其分为基本结构和专门结构两大部分。

舰体的基本结构,包括主舰体结构和上层建筑结构两部分。舰体中最上一层自首到尾连续贯通全舰的甲板称为上甲板。上甲板及其以下的舰体称为主舰体;上甲板以上舱室,不论其是否通到两舷,均统称为上层建筑。

所谓专门结构是指因某些特殊需要而设置的局部性结构,例如:各种武器装备下面的加强结构;各种机械设备下面的基座结构;烟囱结构;尾轴架结构等。

(二)舰体的基本结构

1. 主舰体结构(图 1—1)

沿舰体的纵方向,舰体可划分为首部、中部及尾部。自首端算起 0.25L 范围称为首部;自尾端算起 0.25L 范围称为尾部;首尾 0.15L 范围称首端部和尾端部;舰长的中段 0.5L 范围称中部。

在舰体的横方向,舰体的底部称为舰底;舰体的左右两侧称舷侧,分为左舷与右舷;舰底与舷侧交接区域称为舰部。

为保证舰艇的安全、合理布置各种机械设备和充分利用舰体内部空间,在舰体内部又用水平和垂直的平面结构分隔成许多舱室。在上甲板以下水平安置的平面结构统称为下甲板,其中局部的短甲板称为平台甲板。垂直安置的平面结构称为舱壁。沿舰体横向安置的舱壁称为横舱壁,沿舰体纵向安置的舱壁称为纵舱壁。

为了增强舰艇的不沉性和贮存油水,底部结构一般由两层组成,称为双层底。里面的

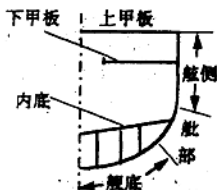
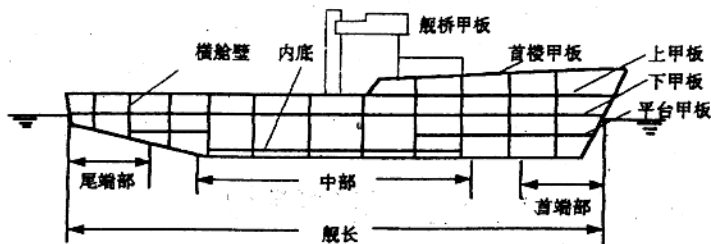


图 1-1 舰体基本结构

一层舰底称为内底，外面的一层舰底称为外底。

2. 上层建筑结构

舰体上甲板以上宽度延伸至舷侧的上层建筑，在舰首的称为首楼；在舰中部的称为桥楼，桥楼上部一般是指指挥所和舰艇的操纵部位，称为舰桥；在舰尾的上层建筑称为尾楼。在战斗舰艇上，甲板尾部要布置火炮、直升机等，因此一般不设尾楼。在新型舰艇上，设置首楼的情况也很少了。

在上层建筑中有多个甲板时，通常依其位置、用途而有不同的名称。例如：信号甲板、罗经甲板、舰桥甲板等等。

二、舰体的主尺度

(一) 舰艇的基准面

舰艇的基准面由下列三个平面组成：(图 1-2)

中线面——通过舰宽中央，将舰体划分为左、右对称两部分的纵向平面。

舦站面——通过设计水线面上舰体长度的中央，将舰体分成前后等长两部分的横向平面。

基平面——通过龙骨底缘并与中线面和舦站面相垂直的平面。

三个基准面的交线所构成的直角坐标系，可用于确定舰艇各部分的位置。其中：中线面与基平面的交线为 X 轴，向首为正；舦站面与基平面的交线为 Y 轴，向右舷为正；舦站面与中线面的交线为 Z 轴，向上为正。

(二) 主尺度

舰体的主尺度包括：舰长、舰宽及舰深。为了量取这些尺度，必须画出几条辅助线。首先在中线面上作出设计水线，自设计水线与舰体首尾的交点作垂线，分别称为首垂线及尾垂线(图 1-3)。

舰长：首尾垂线之间的长度称为垂线间长或设计水线长，一般称舰长，用 L 表示。

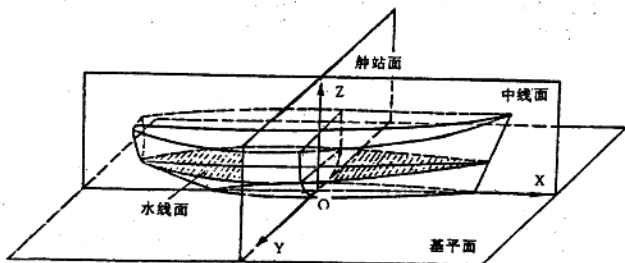


图 1-2 舰体的基准面

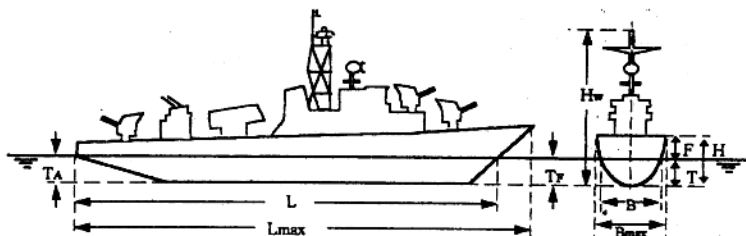


图 1-3 舰体的主尺度

最大长:从舰首最前端至舰尾最后端(包括永久性固定物)的长度,称为最大长,用 L_{max} 表示。

舰宽:设计水线面处的最大宽度称为设计水线宽或舰宽,以 B 表示。

最大宽:舰体最宽处的宽度称为最大宽,以 B_{max} 表示。

舰深:在舦站面处由基平面到上甲板边缘的垂直距离,以 H 表示。

干舷:由水线至上甲板边缘的高度,以 F 表示。

吃水:通常指由基平面至水线间的垂直距离,以 T 表示。

当舰艇首尾吃水不相等时,首吃水 T_F 及尾吃水 T_A 分别在舰首和舰尾的垂线上量取,这时平均吃水 T_p 为:

$$T_p = \frac{T_F + T_A}{2}$$

舰艇干舷、舰深和吃水有如下关系:

$$F = H - T$$

桅高:由基平面到桅顶的高度,以 H_m 表示。(航海上,桅高是指水线到桅顶的高度)。

舰体的主尺度在一定程度上反映了舰艇的操纵性能和适航性能。例如:根据舰艇最大

长度决定相应的泊位;长宽比 L/B 大的舰艇航向稳定性好,但旋回性能差;舰长和舰宽直接影响浮性和稳性;过浅水区时要考虑舰艇的吃水;过桥进洞则要考虑桅高;等等。

第二节 舰体的结构

舰体由钢板及钢材以焊接或铆接的方法构成。钢板构成了舰体光滑的外壳,并保证了舰体的水密性。许多沿舰体纵向和横向布置的钢材连结成骨架,它从内部支持外壳板。骨架与外壳板结合成一个坚固的整体,它既保证了舰体所需的强度,又可减轻舰体总的重量。

为了正确理解舰体结构的作用,我们首先了解舰艇的主要受力及变形,然后讨论构成主舰体的外壳板(含外板和甲板板)及骨架的结构,最后介绍舱壁和首尾端部的结构特点。

一、舰体的受力及变形

舰艇在使用过程中,会受到各种外力的作用,这些外力可使舰体变形或损坏,舰体结构抵抗这些外力、保持舰体不变形或不损坏的能力称为舰体结构强度。

舰体漂浮于静水中时,它只受到重力和浮力这两种外力的作用。当取得平衡时,重力和浮力大小相等,但由于重力和浮力沿舰长方向的分布不完全一致,使舰艇处于静水中平衡状态时也受到弯曲力矩作用,产生纵向弯曲变形。

当舰体在波浪中时,重力分布保持不变,浮力的分布则由于波浪的起伏而产生很大变化,结果使浮力和重力的分布更不一致,尤其是当波长近似等于舰长时,将出现两种变形最严重的状态——中拱和中垂:

1. 当波峰在舰体中部,波谷位于两端时(图 1-4 左),舰体中部有过剩的浮力,两端有过剩的重力,结果舰体发生两端向下、中部向上的纵向弯曲变形,这种现象称为中拱。这时舰体中部受到的弯曲力矩最大,弯曲时,舰体甲板受到拉伸,底部受到压缩,这种情况与扁担挑重物的受力变形相类似。

2. 当波谷位于舰体中部,波峰在两端时(图 1-4 右),情况恰好与中拱相反,舰体发生两端上翘,中部下垂的纵向弯曲变形,称为中垂。此时舰体所受到的弯曲力矩仍是中部最大,弯曲时,甲板受压缩,底部被拉伸,这种情况与扁担抬重物的受力变形相类似。

由于波浪的运动,舰体的中拱中垂现象是反复交替出现的。这种上下交替弯曲变形,对舰体危害更大,容易产生破损。如果舰体结构强度不够,便会产生中部裂缝甚至折断。第二次世界大战期间,美国制造的一批运输船中,有数十艘就是由于纵向强度不足而在大洋中折为两段。

在外力作用下有一些舰体变形是发生在舰体横方向上,如舰艇进坞修理搁置在墩木上,舰体抵抗横向变形或破坏的能力称为横向强度。对于比较狭长的水面舰艇,在一般情况下,如果舰体纵总强度有保证,那么横向强度也是有保证的。

此外,舰艇的某些局部区域还受到局部外力的作用,如火炮发射时的后座力可能使炮座下面甲板产生裂纹,这些局部在结构上必须采取加强措施。

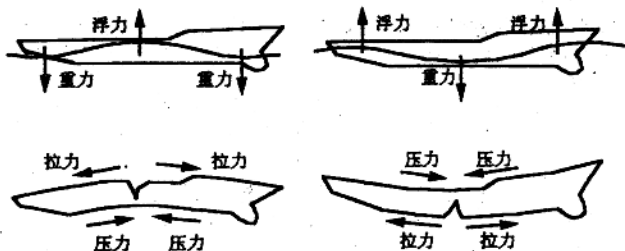


图 1-4 舰体中拱中垂现象

二、舰体的结构

(一) 舰体外板和甲板板的结构

1. 外板

构成舰体底部、舷部和舷侧外壳的板,称为外板。

(1)作用:保持舰体的水密性,使舰艇具有浮性;外板与其内部骨架一起承受各种外力,保证舰体的强度。

(2)组成:外板由钢板连接而成,一般纵向布置,每一长列钢板称为列板。根据其位置不同而有不同的名称。(图 1-5)

舷部以下的列板统称为底板,其中位于中线面的一列又称为平板龙骨。位于舷部的列板称为舷列板。舷侧的列板统称为舷侧列板。其中水线附近的一列板称为水线列板(或抗冰列板);与上甲板相连的最上一列板称为舷顶列板。

(3)厚度分布:外板因其所在的位置不同,受力情况也不同。为了保证强度并减轻重量,各处外板厚度是不同的,其厚度分布有一定的规律,如图 1-6 所示。沿舰长方向看,由于中部受纵向弯曲力矩最大,故中部外板最厚,向首、尾方向逐渐减薄。考虑到首尾端部受到较大的压力以及推进器工作的影响,两端 0.1 舰长范

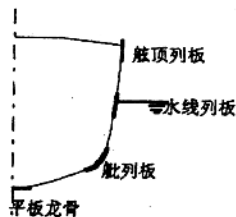


图 1-5 外板的组成

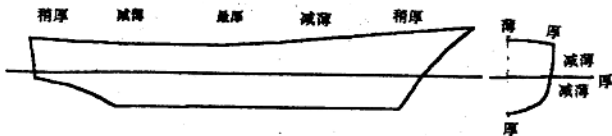


图 1-6 外板厚度分布

围内又有所加厚。

从横剖面上看,考虑到舰体弯曲变形时,底部和顶部受力及变形最严重,故平板龙骨和舷顶列板最厚,向中间逐渐减薄。但水线列板因腐蚀严重又常受水面漂浮物的冲击,需比相邻列板厚些。

其他,如固定推进轴托架的地方,锚链孔附近的外板,因受局部外力的作用,也要局部加厚。

2. 甲板板

甲板是指从上面覆盖舰体并将舰体水平分层的平面结构(板架结构)。甲板板是指构成甲板表面的板。这里仅讨论上甲板板。

(1)作用:与外板一起共同保证舰体的水密性;承受甲板载荷及其他外力,参与保证舰体的强度。

(2)形状:现代高速舰艇为了提高大风浪中的适航性,防止舰艇首尾淹埋和海浪打上甲板,普遍将上甲板首尾部升高构成舷弧。为便于排水,上甲板在横向往作成中间向上拱起的弧形,称为梁拱,如图1-7所示:

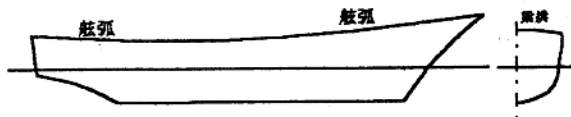


图 1-7 舷弧与梁拱

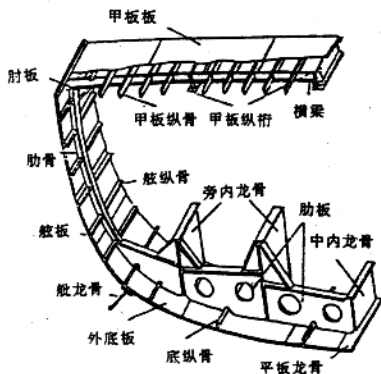


图 1-8 单底舰结构主要构件的名称

(3)厚度分布:甲板板是纵向排列,其厚度分布和外板的厚度分布基本一致,如图1

6 所示。

(二) 舰体骨架的结构。

1. 舰体骨架的基本构件

舰体骨架由横向构件和纵向构件按一定的方式组合连接而成。图 1—8 和图 1—9 分别表示了单底舰和双底舰的主要构件。

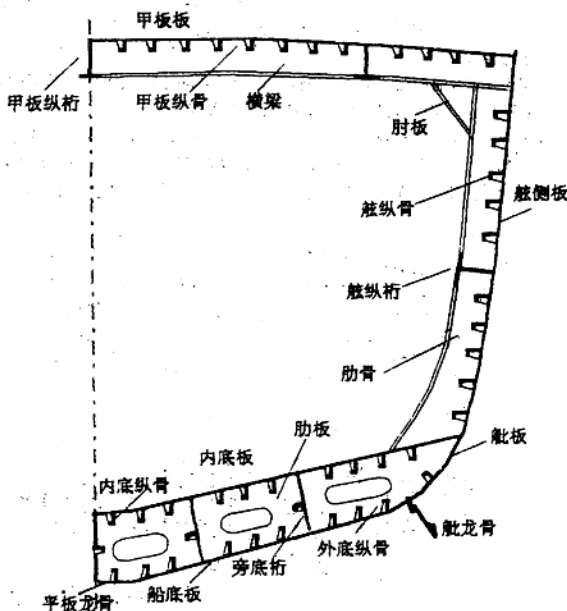


图 1—9 双底舰结构主要构件的名称

(1) 横向构件

A. 组成：由底部的肋板、舷侧的肋骨、甲板部的横梁以及加强联接处的肘板共同组成坚固的肋骨框架。横向构件通常采用焊接 T 型钢。

B. 作用：它们与甲板板及外板一起共同保持舰体的形状，保证舰体的横向强度。

(2) 纵向构件

A. 组成：

大型纵向构件，一般统称“纵桁”，通常用“工”字钢或“T”型钢构成。根据所在部位不

同分别称为：中底桁、旁底桁、舷纵桁和甲板纵桁（在单底舰上，底纵桁分别称为中内龙骨和旁内龙骨）。

小型纵向构件，一般称“纵骨”，根据部位不同，分别称为底纵骨、舷纵骨和甲板纵骨。

此外，在舰体艏部还装有减小舰艇摇摆的艏龙骨。

B. 作用：纵向构件与横向构件相互固定，对肋骨框架起稳定作用；纵向构件与外板和甲板板一起承受横向载荷，并把横向载荷传递给肋骨框架或横舱壁，使钢板不易变形；首尾连续的纵向构件，与外板和甲板一起保证舰体的纵向强度。

2. 舰体的骨架形式

由于不同类型舰艇的受力特点不同，因此在舰体的结构上出现了不同的形式，主要表现在骨架的形式上。现代舰艇有两种基本的骨架形式。

(1) 横骨架式：其特点是，横构件布置密集，纵构件稀少；在纵横构件相交处，横构件是连续的，纵构件（除中内龙骨外）断开或切口让横构件穿过（图 1—10）。横骨架式对承受横向载荷（水压力、甲板载荷等）是有利的，但由于舰体产生纵向弯曲时横构件不起作用，因

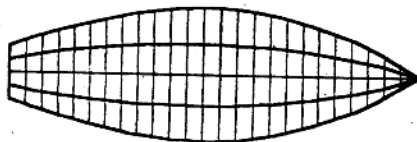


图 1—10 横骨架式



图 1—11 纵骨架式

此不利于抵抗纵向弯曲。长宽比较小（ L/B 约为 4—6）的舰船，例如辅助船及小型舰艇，（如导弹艇、鱼雷快艇等），由于它们体型短而宽，纵向弯曲并不严重，而横向受力较大，一般都采用横骨架式。

(2) 纵骨架式：其特点是，纵构件布置密集，横构件稀少；在纵横构件相交处，横构件断开或切口让纵构件通过（图 1—11）。纵骨架式由于有大量连续的纵构件，对保证纵向强度极为有利；在舰体遭到水下爆炸时，密集的纵构件还可阻止破口的横向扩展，对减小破损范围提高抗损性是有利的。驱逐舰等长宽比大的中大型舰艇以及油船和水船，均广泛采用纵骨架式。

有的大型舰船，在舰体中部的上甲板和舰底采用纵骨架式，而在艏艉端部、舷侧、下甲板和平台等部分则采用横骨架式。这样，从整个舰体来说，就成了混合骨架式了。这种骨架形式虽然能适应舰体各部分的受力特征，但结构比较复杂，而且在纵横骨架的转变处，比

较容易破裂,因此目前采用的比较少。

(三)舱壁结构

将舰体内部容积分隔为若干隔舱的垂直板架结构称为舱壁。不透水的舱壁称为水密舱壁。下面我们主要讨论水密舱壁的作用及结构特点。

1. 作用

- (1)保证舰艇的不沉性。当舰艇因破损进水时,水密舱壁可以限制海水在舰内蔓延。
- (2)保证舰体的强度。横舱壁承受由甲板、舷侧和底部传来的横向外力,参与保证舰体的横向强度;纵舱壁承受甲板和底部传来的纵向外力,具有一定长度的纵舱壁还参与保证舰体纵向强度。
- (3)防止燃气、火焰、毒气及放射性物质在舰内蔓延。
- (4)将舰内空间分隔成不同用途的舱室。

2. 水密横舱壁的数目及布置

水密横舱壁的数目及布置取决于舰艇不沉性的计算和舱室所需容积的大小。护卫舰和驱逐舰的水密横舱壁数目一般为10—17个。舱壁间的距离在舰艇中部不超过10—15米,两端不超过8—9米。这样可以避免破损后损失过多的浮力及产生过大的纵倾。舱壁的高度一般是自底部一直延伸至上甲板。

3. 结构

舱壁由钢板和骨架共同构成(图1—12)。钢板一般为水平安置。考虑到舱室进水后,舱壁所受水压力与水的深度成正比,因而是下部列板最厚,向上逐渐减薄。骨架的构件有两种:

尺寸较小的称为扶强材,一般用角钢或球扁钢制成;尺寸较大的称为桁,水平安置的称为水平桁,垂直安置的称为竖桁,一般为T型钢制成。

4. 保持水密性的措施

为了保证舰艇的不沉性,规定水线以下的舱壁不设门孔,人员往来须经甲板上的出入舱口通行,并不准随便钻孔和切割,必须切割时应设法保证舱壁的强度与水密性。

推进器和电缆通过舱壁,要安装专门的水密填料函,如图1—13和1—14所示。这些水密填料函对保证舰艇的不沉性有特别重要的意义。在舰艇的建造和修理中,应特别重视。

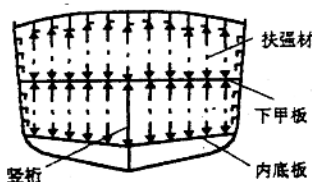


图1—12 舱壁结构

第三节 舰艇的舱室布置

舰艇的类型、大小不同,舱室的多少和分布也不同,但设计舰艇时,对舱室的布置都力求做到:能最有效地使用各种武器和机械设备;保证其有最大的生命力;有关舱室之间的

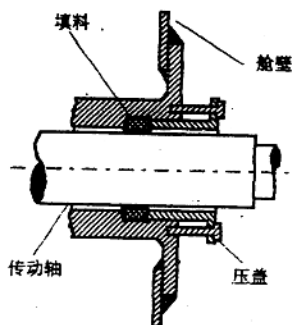


图 1-13 轴孔的填料函

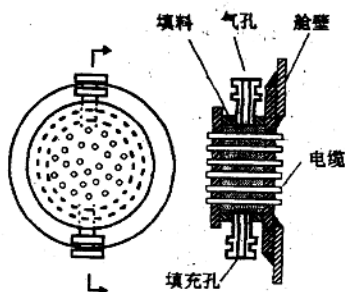


图 1-14 电缆孔的填料函

联络最方便, 距离最短。

舰艇指挥员必须十分熟悉本舰的舱室布置, 知道通往各舱室最简捷的通道, 每个舱室及其附近有哪些管系阀门、舰内通讯设备及损管器材等, 以便更好地指挥部队进行各种战斗行动。下面以某护卫舰为例, 说明舰艇舱室布置的一般规律。

舰体内用下甲板、平台和内底板分层, 用 11 个水密主横舱壁把舰体分成 12 个水密隔舱, 其中再用若干个舱壁分隔成各种不同用途的舱室。

动力舱在舰艇中部, 包括主、副机舱是全舰最大的舱室, 对于中小型舰艇其约占全舰长度的四分之一, 宽度从左舷到右舷, 高度从内底板到上甲板。动力舱底下一般都是双层底, 用来贮存油水, 供动力设备用。

住舱一般在首尾部的下甲板或平台以上, 各部门人员的住舱都靠近各自的战位。

弹药舱一般在相应武器附近的水线以下, 它距离机炉舱和舵部有一定距离, 底部往往有双层底, 这样, 一方面使用弹药方便, 另一方面可以保持舱内温度较低, 且不易被敌人武器破坏, 比较安全。

声纳舱在靠近首端的底部, 远离螺旋桨, 以减少工作时受螺旋桨噪声的影响。

陀螺罗经舱在舰艇中央底部, 当舰艇摇摆时, 这个位置较稳定, 因此可减轻陀螺罗经受摇摆影响的程度。

首端有锚机舱, 锚链舱, 尾端则有舵机舱。

中部偏前的上层建筑主要是指指挥、操纵和通讯联络部位, 有舰桥(舰长、政委、值更官工作的地方, 战时总指挥所的位置)、驾驶台(操舵房)、海图室、雷达室、无线电报房。中部偏后的上层建筑有尾舰桥, 是预备总指挥所的位置, 此外, 上层建筑内还有舰首长的住舱、会议室、厨房等生活舱室。

第二章 舰艇的浮性和稳性

舰艇必须具有两个最基本的性能,即浮性和稳性。

浮性是指舰艇的漂浮性能。研究舰艇浮性的目的不仅是要了解舰艇具有漂浮于水面的上的能力,同时还要了解有利于舰艇航行、作战和舰员工作、生活的漂浮状态。

稳性是指舰艇漂浮状态的稳定性,即舰艇在海上抵抗外来影响而不致倾覆的能力。

第一节 舰艇浮性

研究舰艇的浮性,就是研究舰艇沉与浮的现象。例如,舰艇某轮破损进水过程中,重力大于浮力,舰艇下沉,破损被堵住,进水停止,当重力和浮力相等时,舰艇漂浮于一定的平衡位置;排出破损进水过程中,浮力大于重力,舰艇上浮;当破损进水不止,重力始终大于浮力时,舰艇就会沉没。

舰艇为什么表现为沉、浮呢?归根结底,在于重力与浮力相互作用的结果。因此研究舰艇的浮性,其实质就是研究舰艇的重力与浮力的大小、彼此相互作用,相互影响的变化规律。

一、作用于舰艇上的力

舰艇静止浮于水面时,受到舰体本身的重力和水对舰体的浮力两个力的作用,如图 2—1 所示。

舰艇的重力即为舰艇重量,是指舰体、机器、武器、弹药、各种仪器设备、燃油、淡水、人员、供应品以及其它装在舰上的一切物件重量的总和。其合力作用点称为舰艇重心,以 G 表示,如图 2—1 所示。

水对舰艇的浮力,是指水对舰体静水压力的垂直分力的总和,即支持舰艇漂浮于水面的力,浮力大小用 Q 表示作用方向铅垂向上。浮力的作用点叫浮心,用 B 表示,如图 2—1 所示。

根据阿基米德定律,舰艇浮力的大小应等于它所排开水的重量。若舰艇排开水的体积的大小用 V 表示,单位为米³,那么浮力 Q 的大小为:

$$Q = \gamma \cdot V$$

式中: γ 为水的比重,单位是吨/米³($\gamma_{海水} = 1.0$ 吨/米³, $\gamma_{淡水} = 1.025 \sim 1.03$ 吨/米³)。

而相当这个体积的水的重量用 D 表示,单位为吨,则: