



项目引领 任务驱动

示范性高等职业院校课改规划教材



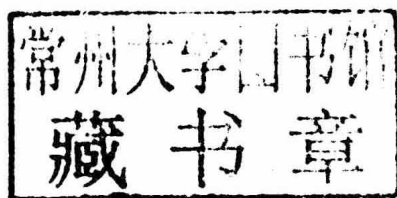
船舶电气设备调试与维护

主编 杜 杨

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

船舶电气设备调试与维护

主编 杜 杨



内 容 简 介

本教材包括船舶概论、船舶电站及配电设备的调试与维护、甲板主机的调试与维护、机舱辅机的调试与维护、船舶导航与通信设备的调试与维护、辅助设备的调试与维护共六个部分。

本教材是为高职电气自动化非船舶电气专业学生编写的,也可供从事船舶电气的工作人员和船员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

船舶电气设备调试与维护/杜杨主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2015.7
ISBN 978-7-5661-1099-2

I. ①船… II. ①杜… III. ①船用电气设备-调试方法-高等学校-教材②船用电气设备-维修-高等学校-教材 IV. ①U665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 176300 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 14.25
字 数 365 千字
版 次 2015 年 7 月第 1 版
印 次 2015 年 7 月第 1 次印刷
定 价 31.00 元
<http://www.hrbeupress.com>
E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

编 者 的 话

通过本课程学习使学生了解船舶建造的有关知识,掌握船舶常用电气设备调试与维护技能。

本教材考虑到学生对船舶生产知识的欠缺,在第1章重点介绍了有关船舶的基本常识。因为学生已经具备有专业知识和基本技能,在介绍设备时主要介绍设备的种类,简单介绍工作原理,重点介绍设备的使用方法、调试过程以及常见的故障维修方法。力争让学生具有船工电气人员的职业技能,可以直接上岗。

在教材编写过程中,得到了船舶制造企业的大力支持,在此致以诚挚的谢意。

由于编者知识和经验的局限性,对某些问题的提法和分析不免有错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2015年1月

目 录

第1章 船舶概论	1
1.1 船舶制造的历程	2
1.2 船舶结构	5
1.3 主要技术参数	7
1.4 船舶航行性能指标	15
1.5 船舶的种类	28
习题	36
第2章 船舶电站及配电设备的调试与维护	37
2.1 船舶电力系统	37
2.2 船舶发电机	44
2.3 船舶配电设备	56
2.4 船舶电站管理及维护	69
习题	79
第3章 甲板辅机的调试与维护	81
3.1 锚机	82
3.2 起货机	89
习题	105
第4章 机舱辅机的调试与维护	106
4.1 舵机	107
4.2 日用水柜	118
4.3 空气压缩机	123
4.4 船用通风机	131
习题	137
第5章 船舶导航通信设备的调试与维护	138
5.1 船舶导航设备	138
5.2 船舶通信设备	164
习题	191
第6章 船舶辅助设备的调试与维护	192
6.1 船舶冷藏设备	192
6.2 船用锅炉设备	209
习题	219
参考文献	221

第1章 船舶概论

舟船是人类征服自然的重要工具之一。舟船的发明和应用经历了相当长的历史阶段,反映了人类进化中的重大进步。几乎在七八千年或一万年以前就出现了舟船。埃及、希腊、罗马和中国,都是世界造船和航海的发源地。

早在公元前的西亚古国腓尼基国就建成有大型舰队,战舰帆桨并用,在水下部分还带有撞角,如图1-1所示。

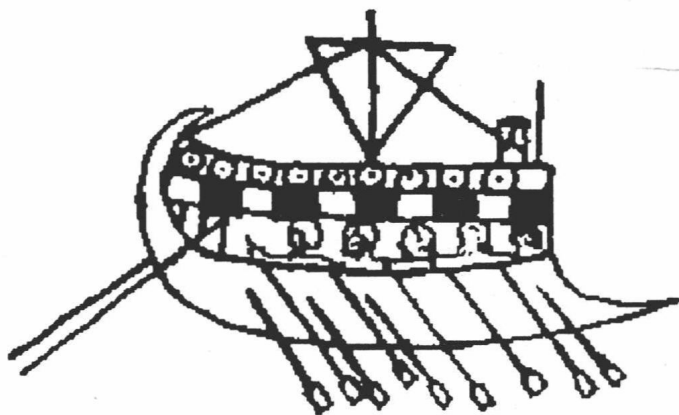


图1-1 腓尼基战舰(公元前 700 年)示意图

欧洲的文明古国希腊,早在公元前 500 年就曾建成三层桨的帆船。图1-2 是公元 200 年的一座浮雕绘制的罗马商船。其特点是艏低艉高,艉部饰有天鹅的头,中部挂一方帆,艏部有一倾斜的小桅并挂一小方帆,是用来控制船向着风的方向。该船出现了双桅双帆,表明了驶帆技术的进步。

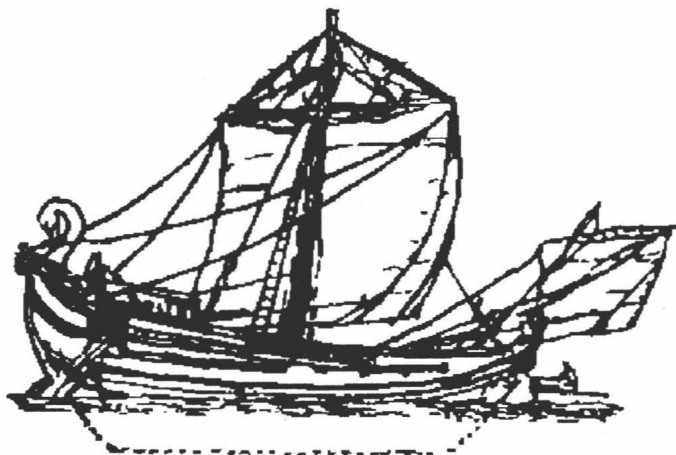


图1-2 公元 200 年的罗马商船示意图

1.1 船舶制造的历程

近半个世纪以来,由于焊接代替了铆接,使造船事业有了飞跃的发展,分段造船取代了船台上的整体建造,不论在建造周期、建造质量还是在改善劳动条件等方面都有了很大的提高,特别是在 20 世纪 60 年代以后,船舶又向大型化专用化方向发展,以及电子计算机的应用进入造船领域,使得造船的生产方式、工艺方法又获得更大的变革和发展。

1.1.1 船舶生产历程

1. 船厂的类型及布置

造船工业是综合性的工业,所以必须与其他企业进行广泛地协作,因此一个工厂要承担全部建造工作是不可能也是不合理的。我国现有的船厂大致可分为三种:

造船厂:以造民用船和军用船为主;

修船厂:以修船为主并兼有少量造船任务;

专业船厂:如渔轮厂、工程船厂等。

造船厂占地面积都比较大,以大型船厂为例,占地约 $60 \sim 80 \text{ ha}$ ($1 \text{ ha} = 10^4 \text{ m}^2$)。合理的船厂布置对生产率的提高将起重要作用,船厂布置时,主要是根据造船生产工艺流程合理地安排各车间与船台的相对位置,使生产中避免迂回路线。

2. 现代造船工艺流程

图 1-3 为船体建造工艺流程框图。船舶建造的生产过程较为复杂,包括各种材料和设备的准备,材料的成形加工,船体的装配焊接,各种系统、机械设备、仪表等的制造和安装调试,以及舱室绝缘、装饰、家具等的制作和安装,最后还要进行整体性的试验与交船工作。

1.1.2 我国船舶制造发展历程及现状

很早以前人们利用木段的浮力来渡河和捕鱼。这就出现了船舶的原始形式——独木舟。在我国《易经》一书中也有“剡木为舟,剡木为楫”的记述,距今也有三千多年了。到春秋战国时期(公元前 770 ~ 公元前 221 年),在我国南方已经有专门的造船工场——船宫,所造的船只除了用于水上交通外,还用来水上作战。汉武帝时(公元前 2 世纪)所造的船只已是“建楼三重”,每船可乘一千水兵。当时能造这样的船只,可见造船技术已相当发达。

唐宋年间(618 年 ~ 1273 年),已制造成一种“车船”,改进了船舶的驱动方式,在船的前后设有车轮,用脚踏来代替摇橹、划桨,提高了航速,当时有“日行千里”的说法。这种船已略具有现代化机动船舶的雏形。这个时期所造的海船,船身大,构造坚固,抗风能力强,加上船工熟练的航海技术,我国的海船已闻名于太平洋和印度洋的航线上,是当时世界上公认的优良船只。在我国福建省泉州湾曾发掘了一艘宋代木造的远洋货船,船身残长 242 m,船板结构由两层和三层迭合而成,有十三个船舱,估计可载重 200 t 左右。

到明代,造船能力已很雄厚,有大规模的造船基地。据明《会典》的记载:“明永乐五年改造海运船 247 艘”、“永乐十三年增造海船 300 余艘。如当时的清江船厂有总部 4 所,分部 82 处,工匠达 3 000 多人,每年能造 500 多艘船”。

我国古代造船科学技术也是比较先进的,在 1 700 多年前,我国海船已应用纵帆,在船

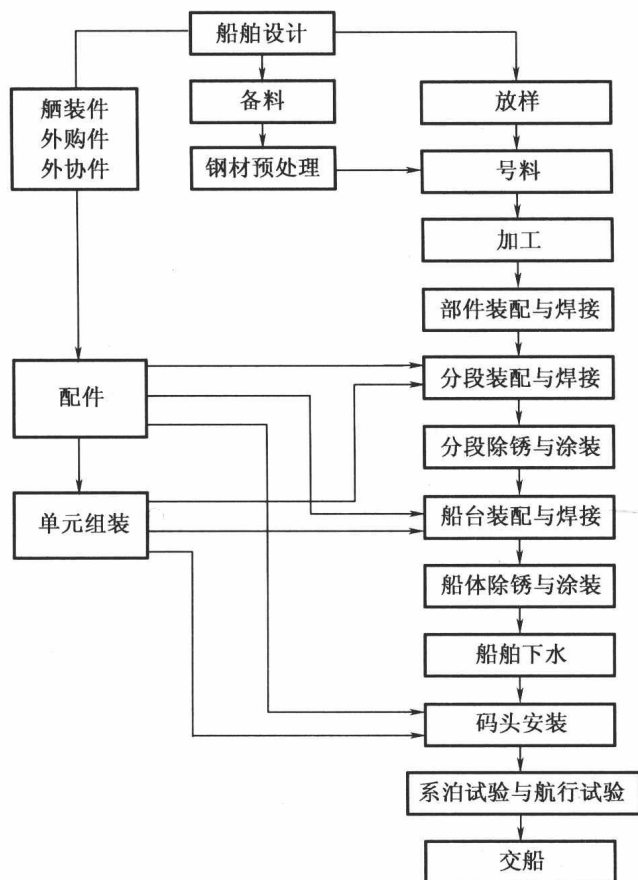


图 1-3 船体建造工艺流程框图

尾配置了舵,船首配置了锚,而且采用了我国特有的推进工具——橹。而西方各国的船舶到了7~9世纪才开始使用纵帆,12世纪末才在船上装上了舵。我国很早便知道在船的两侧加设“腰舵”的方法,使船在迎风前进时,也能借助风力扬帆而平稳行驶。到11~12世纪,我国在帆船形式方面,既知道采用侧舷弯曲、横梁宽大、省出甲板、多留舱位的设计方法,同时也知道应用水密隔舱的方法使船体在受到意外碰撞损坏时不致有沉没的危险。在广州曾经发现一处规模巨大的秦汉时期造船工场遗址,从该遗址反映出当时造船方法和设备方面,已经采用船台与滑道下水结合的原理,这 and 现代船厂船台、滑道下水的基本原理是一致的。

到了近代,随着国力的衰弱,造船业处于被挤压状态,1865年在上海建立中国第一个现代船厂——江南制造总局,1866年在福建马尾创办福州船政局,1881年建造大沽船坞,所有这些企业实际上也是被帝国主义所垄断,造船数量极少,如江南制造总局自创办至清末1911年,船舶总产量只有28万吨,平均年产6千余吨。

1949年新中国成立后,我国的造船工业获得了新生。1953年我国开始第一个五年计划,在这期间,几乎对所有老的造船厂都进行了大规模的改造和扩建,同时还扩建和新建了许多中小型船厂,并逐步建立起船舶科学研究和设计基地,为发展我国的造船工业打下了初步基础。在第一个五年计划期间所造的船舶无论在数量、品种和质量上都有显著提高。当时我国已能自行设计制造渔船、拖船、客货船等船舶。1955年建成了载客500人的沿海

客货船,已采用电焊船体结构,辅机采用电力驱动。该船的建成标志着我国造船工业在新中国成立后有了一个新的飞跃。1958年江南造船厂和红旗造船厂都以很短的时间分别建成了载货量5千吨的沿海货船,并能自行设计制造万吨级以上的远洋货船、工程技术船和其他专业用途的船舶。在船用主机方面,已经能够自行设计制造3千马力的柴油机,并开始设计制造大功率的重型低速柴油机。大跃进年代及以后几年造船工业所取得的成就,标志着我国造船工业已向独立发展的方向跨了一大步,开始从根本上扭转过去以修配为主的落后状态,造船工业本身开始逐步形成一个独立的工业部门。

我国造船工业自1995年以来一直保持着世界第三的位置,造船量占世界造船总量的比重不断上升,特别是从2002年开始呈明显大幅度上升趋势;2006年我国新承接船舶订单更是大幅度增加,1~9月承接新船订单占世界份额的30%,位居世界第二。可见,世界造船业正在加速向我国转移。2009年全年中国船厂的新接订单量达2600万载重吨,首次超过韩国跃居世界第一。然而,从2011年开始,受到国际金融危机和国内产能过剩的双重打击,海运市场走向低迷,造船订单大幅下降。目前,我国造船业并未改变大而不强的局面,因此船舶企业要进行产业转型和整合兼并,并向制造高技术、高附加值、绿色节能船舶方向发展。

1.1.3 船舶生产管理

造船厂的生产管理遍及企业生产活动的整个领域。包括计划管理、设计管理、质量管理、物资管理、安全管理、目标成本管理等。其中设计工作是企业科学管理的基础,是一切生产活动的依据,直接影响船厂的现代化管理。设计工作不仅要体现出产品的先进水平,同时也要体现出如何组织生产,如何科学管理生产,如何运用先进生产工艺从而达到高质量、低成本、短周期地生产出先进的船舶产品。

在我国,现行的船舶设计划分为初步设计、详细设计和生产设计三个阶段。

初步设计、详细设计和生产设计是组成船舶设计工作的一个整体,既独立存在,又相互依存。

初步设计是从收到船东技术任务书或询价开始,进行船舶总体方案的设计。这是一个设计计算和洽谈的工作过程,也是后续阶段设计的依据。

详细设计是根据签订的造船合同所确认的技术文件进行各个专业主要图纸的设计和计算。详细设计的基本内容是:

- (1) 提供验船机构规定送审的图纸和技术文件;
- (2) 提供造船合同中规定提交船东认可的图纸和技术文件;
- (3) 提出材料、设备订货清单;
- (4) 提供在生产设计阶段所必需的图纸、文件和数据。

生产设计是以船舶建造方针为前提,以详细设计为基础,根据船厂生产条件,按工艺阶段、施工区域和单元设计工作图和管理表进行生产设计。这些工作图和管理表既作为施工命令指导生产,又包含了各种管理信息,用以组织生产。

初步设计和详细设计是解决“造什么样船”的问题,所表达的是产品的完工状态。而生产设计是解决“怎样造船”和“如何合理地科学地组织造船生产”的问题,是一种将设计、工艺、管理三者融为一体的设计,从而改变了设计与制造长期脱离的设计方法。

以工程类别分,生产设计包括船体生产设计和舾装生产设计两部分内容。生产设计的基本内容可以概括为生产设计准备工作和各专业的生产设计,绘制工作图和管理表。生产

设计准备工作是与初步设计和详细设计同步进行的。它是生产设计的前期准备工作,主要包括生产技术准备、建造计划准备和工程控制准备三个方面。生产技术准备就其主要内容来说,要编制以船体为基础、舾装为中心、现代化造船技术为主导,统筹协调各专业的建造方针。建造方针是一份综合性文件,它综合了船厂生产条件、工艺、计划、成本、质量等各方面,也是一份体现最佳综合效益的总纲和工作方法,对船厂的生产活动以及后续的生产设计将起主导作用,也为船厂各部门指明共同的工作目标。

建造方针完成后,根据建造方针的基本精神和有关规定编写各专业的施工要领。施工要领主要是说明基本的工艺步骤、技术要点和基本的施工方法。作为具体指导生产设计的文件,建造计划准备是在确保交货期前提下所制订的建造顺序计划、作业负荷计划和日程计划,最后编制出单船综合日程表以控制船舶设计和制造的各阶段进程。

工程控制准备是为了使船舶从开工到交货的各个阶段能均衡地进行生产,有效地控制整艘船舶的建造进度。其基本内容有建造计划日程控制,外购件、外协件、半成品、配套件的交货日程控制,各阶段工时量和物量的控制。

各专业的生产设计工作图和管理表的设计是在详细设计及生产设计准备的基础上绘制,作为直接指导施工和管理工作的依据。

造船工程管理的目的,是为了充分地、有效地运用工厂的劳动力、生产设备等在规定的日期内建造出符合质量要求的船舶。生产设计就是为科学管理创造条件。

1.2 船舶结构

一艘船好比是一座水上的浮动城镇,而船体结构则是保证船舶运输、交通或其他使用要求的基础,它必须具备可靠的水密性和足够的坚固性。

船体结构依船舶的类型而定,不同类型的船有不同的结构。焊接的钢船结构如图1-4所示,根据结构特点船体大致可分解为主船体和上层建筑两大部分,主船体部分有艏端、舯部、艉端以及其间的过渡部分,上层建筑部分有艏楼、桥楼、艉楼以及各种围蔽建筑物。

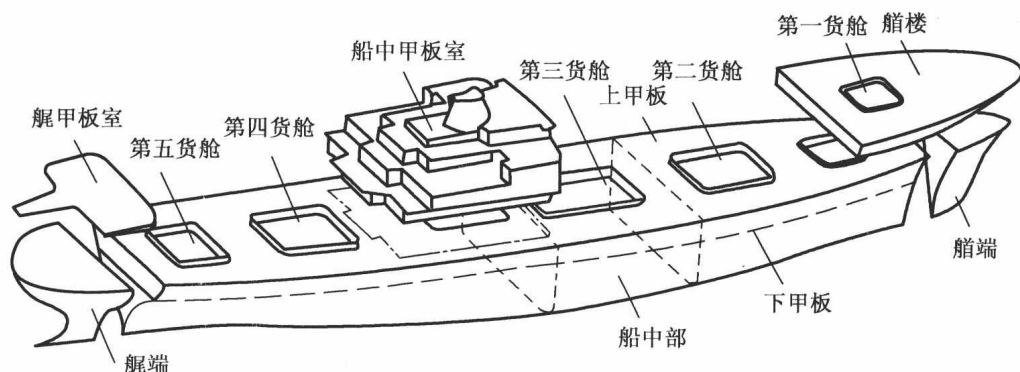


图 1-4 船体结构示意图

主船体沿船长方向分为艏部、舯部、艉部。而每一部分又都是由船底、舷侧、上甲板等形成水密的空心结构。在空心结构内部,为了合理地安排,充分地利用船体内部的空间和

保证船舶的安全性,又用水平的与垂直的隔板分隔成许多舱室。其中,艏艉贯通的水平隔板一般叫作下甲板,而垂直的隔板通常称为舱壁。安装在船宽方向的舱壁称为横舱壁,艏艉端的横舱壁还专门称为艏尖舱舱壁(又称防撞舱壁)和艉尖舱舱壁。沿船长方向装设的舱壁称为纵舱壁。为了加强船体艏艉端的结构强度和刚度,在艏端设置了艏柱,在艉端通常也设置有艉柱。

大多数船舶,为了安排船员、旅客的居住与工作用房间和改善航行性能,上甲板的上面还设置一定的建筑物(图1-4)。此结构的左右两侧壁与舷侧外板相连的在艏部的叫艏楼,在中部的叫桥楼,在艉部的叫艉楼,与船侧不相连的称为甲板室。

1. 主船体结构

主船体是由外板和连续的上甲板包围起来的水密空心结构,包括外板和船底结构。

2. 舷侧结构

舷侧结构是连接船底和甲板的侧壁。它直接受到舷外水压力、碰撞力、波浪冲击力、冰块冲击力和挤压力等作用。

3. 甲板结构

为了充分利用船体内部空间,用甲板将船体上下部分进行分隔。上甲板保证船体顶部的水密及遮蔽下面的空间,它构成船体等值梁的上翼板,是保证船体总强度的重要构件之一。下层甲板起着舱室地板的作用,装载着各种货物和设备,或布置指战员、船员、旅客居住与工作房间。

4. 支柱结构

支柱是支撑甲板和平台的柱子,可减小横梁、甲板纵桁等构件的尺寸,并将所受的力传递到下层较强的构件上,由于支柱妨碍装卸货物,故船舶都尽可能少设置支柱。

5. 舱壁结构

在舰船上,有许多横向和纵向布置的舱壁,它们将船体内部空间分隔成若干舱室,供居住、工作、装载货物、备品及压载水等。同时,根据舰船抗沉性要求,设置水密舱壁,将船体分隔成若干个水密分舱。一旦发生海损事故,舰船不致因破舱进水而沉没。

根据舱壁的用途可划分为如下种类:

- (1)水密舱壁 是在规定的水压下能保持不渗透水的舱壁。
- (2)油密舱壁 是在规定的压力下能保持不渗透油的舱壁。
- (3)防火舱壁 是分隔防火主竖区并能限制火灾蔓延的舱壁。
- (4)制荡舱壁 是在舱壁上开有流水孔,用来减小舱内液体的摇荡所产生的冲击力。
- (5)轻型舱壁 是一种无密性、强度和防火要求的轻型结构舱壁,只起简单的隔离作用。水密(油密)横舱壁的数目随船的种类和大小而异。货船机舱在中部的,至少要4道;机舱在艉部的,至少要3道。船越长,横舱壁总数越多。

6. 船体艏、艉端结构

(1) 艏端结构

① 艏柱

艏柱是舰船艏部最前端的构件,艏部的外板、甲板、平台和舷侧纵桁都结束于艏柱。

② 艏尖舱区域加强

艏尖舱系指从艏柱到防撞舱壁之间的区域。

(2) 艏端骨架结构

艏端通常是指艏尖舱舱壁以后的区域。在这个区域内装备着两项舰船的重要设备——螺旋桨和舵。

① 艏柱

艏柱设在艏端下部,它承受舵和螺旋桨的质量以及螺旋桨工作时产生的振动和转舵时产生的力矩。

② 艏尖舱结构

7. 船楼及甲板室结构

船楼及甲板室是上甲板以上的船体结构。

1.3 主要技术参数

1.3.1 型参数

1. 船体线型

为了使船舶航行时所受到的阻力最小,船体的表面都做成流线型的光滑曲面,两头尖瘦中间肥大,因此仅仅用长、宽、高三个尺度并不能表示出船舶的真实形状和大小,它是通过船体外型线图的图样来表示的。型线图是在三个相互垂直的投影面上,以船体外型表面的截交线、投影线 and 外廓线表示船体外形的图样,如图 1-5 所示。型线图上所表示的船体形状包括外板型表面的形状和甲板型表面的形状。型线图的视图是由纵剖线图(V 面投影)、横剖线图(W 面投影)和半宽水线图(H 面投影)三个视图所组成。

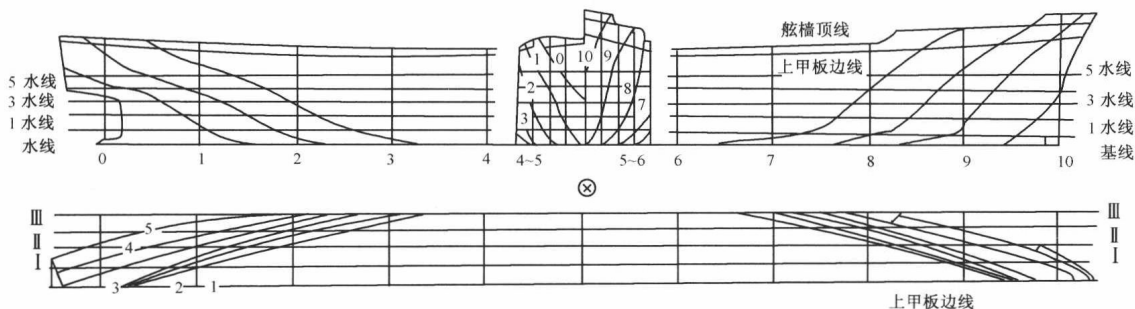


图 1-5 船体型线图

(1) 三个相互垂直平面及三条交线

三个相互垂直平面为中线面、设计水线面和中站面,如图 1-6 所示。这三个相互垂直的平面相当于三视图中的 V, W, H 三个投影面。

① 中线面及中纵剖面

中线面是一个垂直于基面(与船底相切的面)的船体左右对称平面,自船尾向船首看,左手的一侧为左舷,右手的一侧为右舷。中线面与船体型表面的交线为纵中剖面,它反映了船舶的侧面形状,包括甲板中心线、龙骨线及艏艉外形轮廓线。

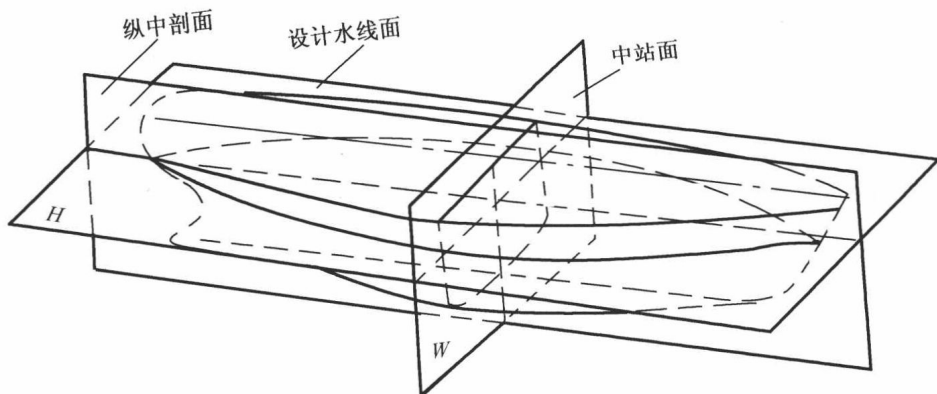


图 1-6 三个相互垂直的平面图

甲板线是甲板中心线和甲板边线的统称。

甲板中心线有直线和带脊弧的曲线两种,甲板边线也有直线和带舷弧的曲线两种,如图 1-7 所示。大多数船舶甲板都带有脊弧和舷弧,所谓脊弧是指甲板中线在船体中部稍低,向艏艉两端逐步升高的曲线形状;同时,甲板边线也呈现艏艉翘起,中部较低的舷弧。舷弧可减少艏艉上浪,也可增加艏艉的储备浮力。有些内河船舶为简化结构和便于施工,也用水平的甲板线。

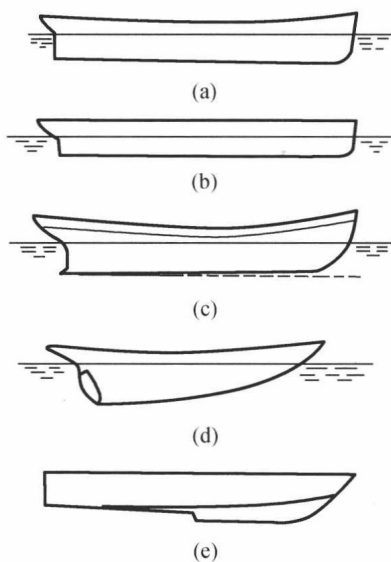


图 1-7 甲板线和龙骨线的形状示意图

(a) 海船:水平龙骨线,甲板线有舷弧;(b) 内河船:水平龙骨线,甲板线无舷弧;

(c) 艏倾的龙骨线;(d) 帆艇:有曲线形状的龙骨线;(e) 单断级快艇

龙骨线有水平直线、倾斜直线、曲线或断折曲线几种形式,如图 1-7 所示。水平直线式使用最广,便于制造和进坞修理。倾斜直线式一般均为艏倾。这往往是因艏吃水受到限制,或是为了放置较大直径的螺旋桨,如登陆艇、拖船、渔船、快艇等。机帆船及滑行快艇等特殊船型的龙骨线则为曲线或断折曲线式。

艏部轮廓形状:常用的有如图1-8所示几种型式。一般船舶多采用直线倾斜或水线以上略带曲线倾斜式船首,见图1-8(a)和(b),它既美观大方又可增加甲板面积,还可减小航行时甲板上浪,军舰多采用直线倾斜式。目前很多大型运输船在水线以下都采用球鼻艏,见图1-8(c),它可减少兴波阻力,提高航速。破冰船的艏部在甲板线和龙骨线的形状水下部分具有较大的倾斜度,以便冲上冰层,见图1-8(d)。图1-8(e)和图1-8(f)是大型货船的椭圆形和圆柱形船首形状。

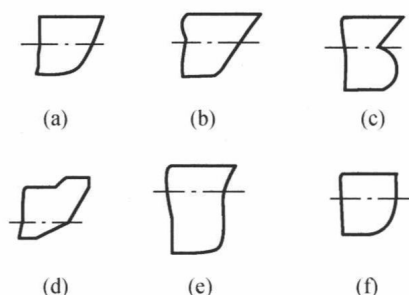


图1-8 艏部轮廓形状图

艉部轮廓形状一般有椭圆形艉、巡洋舰尾和方艉三种,见图1-9。椭圆形艉现已不采用,目前应用较多的是巡洋舰尾,其特点是可以增加水线长度,对船的快速性和螺旋桨、舵的保护有利,但制造工艺比较复杂,见图1-9(b)。方艉的艉部为一垂直或斜平面所切割,通常用于高速船舶,它可以增大艉部甲板面积,减少船舶在高速航行时艉部的下沉程度。

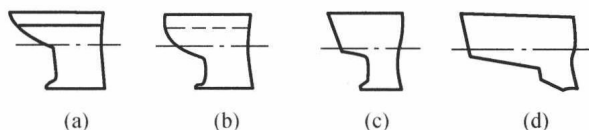


图1-9 艉部轮廓形状图

②设计水线面及设计水线

设计水线面是通过船舶设计水线的一个水平面,它把船舶分为水上与水下两部分。设计水线面与中线面垂直,它与船体型表面的交线称为设计水线。

设计水线的艏艉形状对船舶快速性等航行性能有重要的影响。水线面形状一般有平行中体式、无平行中体式和方艉式三种,如图1-10所示。平行中体式是在船长中部附近一段的宽度不变,且与船体中心线平行。这种形式的船体施工简便、舱室方整,但仅适用于低速货船。

无平行中体式的水线是光滑的曲线,适用于中速船。方艉式则适用于高速舰艇。

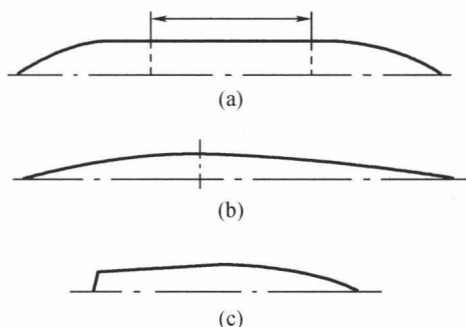


图1-10 水线面形状图

(a) 平行中体式; (b) 无平行中体式; (c) 方艉式

③中站面及中横剖线

中站面是通过船长中点处的一个横向垂直平面,它把船体分成前体和后体两部分。中站面与船体型表面的交线称为中横剖线。它大体反映了船体的正面形状,包括甲板梁拱线、船底线和舷侧线。

a. **梁拱线** 一般为抛物线,中间高出舷侧的部分称为梁拱,其高度一般取船宽的 $1/100 \sim 1/50$,它的主要作用是便于甲板排水。为了便于建造,有的船把梁拱线改为折线。还有的船为了在甲板上装货或行车,同时也为了简化建造工艺,采用水平直线。

b. **舦部** 船底线与舷侧线的联结处称为舦部。舦部有圆舦和尖舦两种。一般船舶多采用圆舦型,高速快艇为便于建造,有采用尖舦型的。船底线有水平直线和向两舷斜升的。

吃水受限制的内河船或大型运输船都采用平底,军舰多采用斜升底。

c. 舷侧线 有直舷式、外倾式和内倾式。外倾可提高船的稳性,内倾可减少船在靠岸时甲板被碰坏的概率。图 1-11 所示为中横剖面的几种型式。

(2) 三组截交线

上面介绍的船体三个相互垂直的平面与船体的交线大致反映了船体的形状,但不能表达船体各部分曲面的变化情况,还需用若干同上述三个基本投影面相平行的、等距离的三组辅助平面来截切船体表面,得到三组截交线来表示船体外形的变化,如图 1-12 所示。

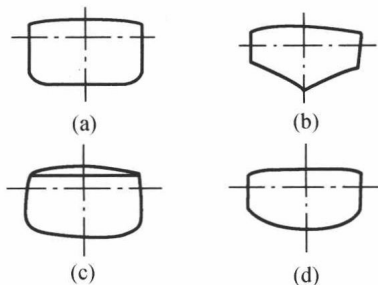


图 1-11 中横剖面的几种型式示意图

(a) 平底,直舷;(b) 尖底;外倾;
(c) 船体斜升,内倾;(d) 船底斜升,直舷

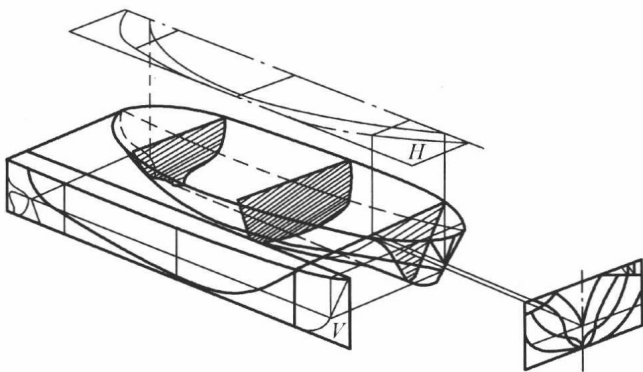


图 1-12 三个相互垂直的平面图

① 纵剖线

纵剖线是与中线面平行的辅助平面与船体型表面的截交线。将其绘在中线面上,称为纵剖线图。在纵剖线图中纵剖线为真实形状,而在另外两个投影面上为直线。

② 横剖线

横剖线是与中站面平行的辅助平面与船体型表面的截交线。将其绘在中站面上,称为横剖线图。由于船体表面左右对称,所以一般在横剖线图的右边绘船首横剖线,而左半部分绘船尾横剖线。图上横剖线为真实形状,而在另外两个投影面上为直线。

③ 水线

水线是与设计水线面平行的辅助平面与船体表面的截交线。将其绘在设计水线面上,称为半宽水线图,这是因为船体是左右对称的,只要画出一半就足够了。半宽水线图上的水线为真实形状,而在另外两个投影面上为直线。

除此以外,在三个投影面上还要画出甲板边线(甲板与外板的交线)、外板顶线和舷墙顶线的投影,这样就构成了完整的船体型线图。型线图能够精确地表示出船体的形状,作为计算船舶性能和实船建造时的依据。

2. 船体主尺度和船形系数

在绘制表示船体形状的型线图之前,设计者必须决定船体主尺度和船形系数。

(1) 船体主尺度

船体主尺度是度量船体外形大小的基本量度,通常有以下几项,如图 1-13 所示。

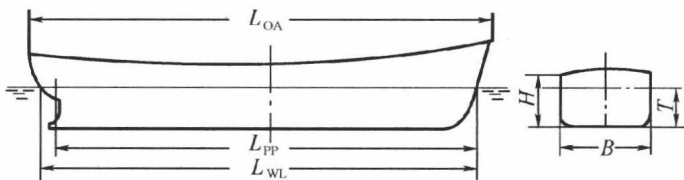


图 1-13 船体主尺度示意图

① L_{OA} 总长 船体形表面(包括两端上层建筑在内)最前端和最后端之间的水平距离。

② 设计水线长 L_{WL} 设计水线面与船体形表面艏艉端交点之间的水平距离。

③ 垂线间长 L_{PP} 艏垂线与艉垂线之间的水平距离。艏垂线是通过设计水线船首端点所作的垂线。艉垂线是通过设计水线与舵杆中心线(或舵柱后缘)交点所作的垂线。

④ 形宽 B 船体形表面之间垂直于中线面的最大水平距离。

⑤ 形深 H 通常指在中横剖面处,自龙骨线量至上甲板边线间的垂直距离。

⑥ 吃水 T 通常指在中横剖面处,自龙骨线量至设计水线的垂直距离。如果船有纵向倾斜,则艏吃水是自艏垂线上龙骨线的延长线量到设计水线的垂直高度。艉吃水是自艉垂线与龙骨线的交点量至设计水线的垂直高度。中横剖面处的吃水为平均吃水。

⑦ 干舷 F 形深 H 与吃水 T 的差值,即 $F = H - T$ 。

船舶的主尺度比值,既标志船舶的形状,也在一定程度上表明了船舶的航行和使用性能。如 L/B 同船的快速性有关; L/H 同船的纵强度有关; H/T 同船的抗沉性有关; B/T 同船的稳性有关; L/T 同船的操纵性有关。

(2) 船形系数

船形系数是表示船体水下形状肥瘦程度的无因次系数。它们都与船舶航行性能有密切关系,在设计时要根据船的用途、航区和速度等不同情况而适当选取。

① 方形系数 C_B

方形系数又称排水量系数,它是设计水线以下的船体体积 V 与长方体体积 $L_{WL} \times B \times T$ 的比值,见图 1-14,即

$$C_B = \frac{V}{L_{WL} \times B \times T}$$

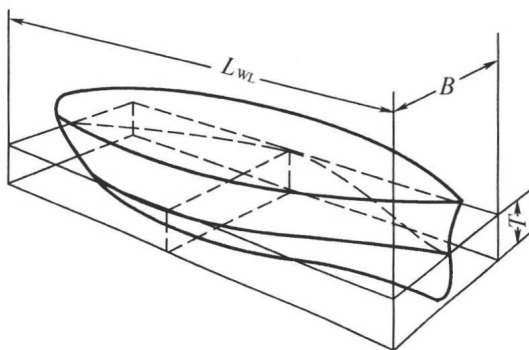


图 1-14 方形系数示意图

C_B 值的大小反映了船体水下部分总的肥瘦程度。 C_B 大,表示船的水下型线较为饱满; C_B 小,船的水下型线就较瘦削。货船的 C_B 较大,客船小于货船,而军舰最小。

②棱形系数 C_p

棱形系数又称纵向棱形系数,它是设计水线下的船体体积 V 与纵向棱柱体积 $L_{WL} \times A_w$ 的比值, A_w 为中站面面积,见图1-15,即

$$C_p = \frac{V}{L_{WL} A_w}$$

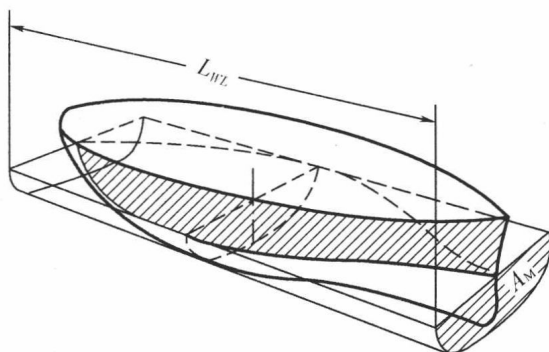


图1-15 棱形系数示意图

C_p 值的大小反映了船体水下部分的体积沿船长的分布情况。如果两船的船长和水下排水体积皆相同, C_p 值大,表示排水体积沿船长分布比较均匀; C_p 值小,则表示船体水下形状中部饱满而两端削瘦。 C_p 值与船舶快速性有密切关系,高速船的 C_p 较小,低速货船的 C_p 较大。

③水线面系数 C_{WP}

它是设计水线面面积 A_w 与长方形面积 $L_{WL} \times B$ 的比值,见图1-16,即

$$C_{WP} = \frac{A_w}{L_{WL} \times B}$$

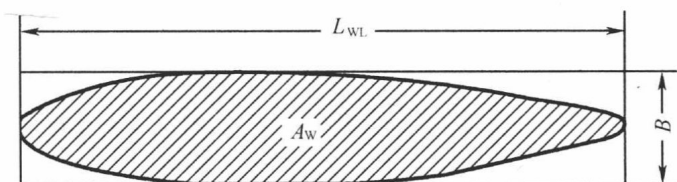


图1-16 水线面系数示意图

C_{WP} 值的大小反映了设计水线面两端的尖削程度,它与船舶的快速性及稳性有关。客船和军舰的两端比较尖削,其 C_{WP} 值也较小;货船、油船的两端较丰满,其 C_{WP} 值就较大。

(4)中横剖面系数 C_M

它是设计水线以下的中横剖面面积 A_M 与长方形面积 $B \times T$ 的比值,见图1-17,即

$$C_M = \frac{A_M}{B \times T}$$

C_M 值的大小反映了中横剖面的饱满程度。通常低速的大型货船的中横剖面比较丰满,