



国家级重点技工学校推荐教材

船体放样

■ 费敏杰 主编



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

国家级重点技工学校推荐教材

船 体 放 样

主 编 费敏杰

副主编 薛智伟 陆振荣 杜训柏

内 容 简 介

本书为船舶类中等职业教育教材,按照船体放样课程标准的要求编写。

本书共六章,主要内容包括:概述,船体型线的放样,船体构件的展开,草图、样板及样箱,船体数学放样、HD-SHM 系统放样的应用实例。

本书适用三年制中等职业教育教材,船舶类的其他相关专业也可参考使用。同时,本书还适用于船舶企业的培训和自学等。

图书在版编目(CIP)数据

船体放样/费敏杰主编. —哈尔滨:哈尔滨
工程大学出版社,2015.4
ISBN 978-7-5661-0949-1

I. ①船… II. ①费… III. ①船体放样-教材
IV. ①U671.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 074997 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 9.5
字 数 248 千字
版 次 2015 年 4 月第 1 版
印 次 2015 年 4 月第 1 次印刷
定 价 21.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

教材编写委员会

总 编：殷先海

副总编：郑永佳

编委会成员：殷先海 冉凯峰 李康宁 吴周杰

郑永佳 赵汝荣 丁训康 朱继东

张 铭 李 斌

教材审定行业专家委员会

刘新华 龚利华 王力争 陈昌友 陈凤双

李骁峯 陈景毅 杜逸明 赵汝荣 丁巧银

董三国 朱伯华 刘汉军 朱明华

前 言

为实现中等职业教育培养高素质的劳动者和技能型人才的目标,使教学更符合中等职业学生的认知规律,江南造船集团职业技术学校在大开展人才培养模式改革的基础上,注重以就业为导向,以职业能力培养为核心,面向行业企业,充分体现职业教育的特色,满足高素质、技能型船舶技术类人才培养目标的需要,开发了本教材。

《船体放样》由六章组成:第一章概述介绍了放样的基本概念和船舶生产的工艺流程以及放样在生产过程中的作用;第二章船体型线的放样,介绍了船体理论型线的组成以及型线放样、艏艉柱等特殊部位放样的方法;第三章船体构件的展开,介绍了船体不同部位构件的结构形式及各种构件展开的方法;第四章草图、样板及样箱,介绍了在放样和展开的基础上进行草图绘制、各类型样板的制作及样箱制作的方法;第五章船体数学放样,介绍了数学放样的概念及常见的几种数学放样的软件;第六章 HD - SHM 系统放样应用实例,以 HD - SHM 数学放样系统为例,以一条散货船为背景,介绍了进行数学放样的方法及详细过程。

本书由江南造船集团职业技术学校费敏杰任主编(编写第一、二、四章)。参加编写的有江南造船集团职业技术学校的薛智伟(编写第三章)、陆振荣(编写第四章),江苏海事职业技术学院的杜训柏(编写第五、六章)。

本书由江南造船集团(有限)责任公司的董三国、朱伯华、刘汉军、朱明华等担任主审,在此表示感谢!

本书在编写过程中得到了江南造船集团(有限)责任公司和江苏海事职业技术学院的支持,在此一并表示感谢!

限于编者经验和水平有限,书中难免有疏漏与不足之处,恳请读者批评指正,以便修订时完善。

费敏杰

2014 年 11 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 船体放样的含义	1
第二节 现代造船的工艺流程	2
第二章 船体型线的放样	8
第一节 船体型线图的基本概念	8
第二节 船体理论型线的放样	12
第三节 船体结构线	27
第三章 船体构件的展开	32
第一节 平面构件展开	32
第二节 求空间某线段实长的方法	38
第三节 可展曲面构件的展开	41
第四节 板厚处理及相贯线	48
第五节 船体外板的近似展开	57
第四章 草图、样板及样箱	68
第一节 草图	68
第二节 样板及样箱	73
第五章 船体数学放样	83
第一节 数学放样简述	83
第二节 常用放样软件(CAM)	84
第六章 HD-SHM 系统放样应用实例	93
第一节 船体型线图分析	94
第二节 船体基本型线定义	94
第三节 艏轴艏封板的定义	104
第四节 水线原头、甲板的制作	111
第五节 肋骨型线光顺	123
第六节 输出文件	132
习题	137
参考文献	144

第一章 概 述

【学习目标】

1. 能描述船体装配的工艺流程。
2. 能描述船体放样的含义和重要性。

船舶结构的制造是一个十分复杂的过程,无论是从母型船改造还是全新设计的一条船,在经过各种计算后要得到船舶的型值,通过这些型值进行放样得到光顺的能满足需要的船体型线,再在型线的基础上布置外板板缝和结构线,然后将各构件展开到平面状态,进行套料、切割得到船体零件,要对零件进行成型加工和边缘加工得到能够直接拼装的构件,然后进行船体部件、分段、总段的装配,此外,在各个阶段都要做好管系、电气等的舾装工作,因此船舶制造是一个十分复杂的过程。

第一节 船体放样的含义

船体放样一般被认为是船体制造工艺中的第一道施工工序,所谓放样,其直接含义是将图纸上按一定缩尺比例绘制的设计图放大成实尺图样,作为船体构件下料、加工的依据。由于船体外表面尤其是水线以下部分是非常光顺的曲面,放样后的图样也一定是光顺的,因此可以说船体放样的目的不仅仅是将设计图放大,其更重要的是将设计图上因比例限制而隐匿的型值误差和曲线不光顺的因素予以消除,即对型线进行光顺;此外,还要补充设计图纸中没有完全表达出的内容;并依据放大、光顺后的图样进一步求取船体结构的真实形状和几何尺寸,为后续工序提供施工资料,如样板、草图和进行生产设计等。由此可见,船体放样既是设计意图的体现和完善,又是后续工序施工的重要依据,因此放样在船体建造过程中显得非常重要。

考虑到进行实尺放样需要巨大的空间,进行 1:1 实尺放样,将船体线型图绘制到放样室地板上,以获得船体各部分结构零件的实际形状和尺寸是困难的,在实际放样过程中,对于船体线型变化比较缓和的部位如船中,可以选择 1:2,或 1:5,1:10 等比例放样,局部线型变化较大的部位如艏艉,可以采用 1:1 放样。

随着计算机软硬件技术的发展,数学放样即计算机放样被应用到船体放样中来,当前市场上出现了比较好用的专用船体放样软件。数学放样是以电子计算机为工具运用数学原理和方法,按照一定的计算程序进行船体放样,以求得线型的三向光顺,结构零件的准确尺寸和展开外板,并为后续工序提供必要的数据库。

因此船体放样具有手工放样和数学放样之分,在应用之时根据要放样船舶的船形、理论尺寸、难易程度等实际情况选择合适的放样方法,但必须指出的是,数学放样以其快速准确,信息传递便捷,如全自动切割机、自动肋骨折弯机等发布工作指令等优点,正向全面取

代手工放样的方向发展。本书第五章将介绍几种比较流行的放样软件,第六章给出利用放样软件进行船体放样的详细实例。

船体放样主要包括三项内容:船体型线放样(包括船体理论型线放样、船体肋骨型线放样和船体板缝布置及结构线放样),船体构件展开,放样资料提供。

第二节 现代造船的工艺流程

一、现代造船的基本工艺流程

1. 船舶建造的必要条件

船舶建造一般是在陆上船台或船坞中进行,制造完成后移至水中。因此船舶建造应在海边、江边或是河边,该处水域要求流速低、风速小,以便船舶下水。船舶建造室外作业较多,受天气影响较大,对夏热冬冷、降雨天较多且雨量大的地区,要采取降温防寒措施和遮蔽措施,保证工作的正常进行。

船舶建造工艺流程是从钢材堆放场到构件加工、船体零部件装配焊接、分段和总段装配焊接、船坞(船台)装配焊接、下水、码头舾装等构成。新的造船方式为了减少船舶下水后的舾装工作量、缩短造船周期,机械设备和舾装件大都提前到分段装配或总段装配阶段安装。因此,各道工序应以船坞(船台)为中心进行布置。从材料消耗和运输情况来看,钢材加工和船体装配的比重较大,所以应优先保证从钢材堆场、构件加工、装焊场地到船坞(船台)的距离尽可能缩短。工序间减少迂回过程,使船体从加工、零部件装配、分段、总段装配、舾装件、船舶设备等运至船坞(船台)的距离最短,这是船体建造物流的设置基础。

船坞(船台)是船体建造成整体的场所,完工的船体从陆地移至水中的过程也是通过船坞或船台下水装置完成的。因此,船坞(船台)是造船企业重要设施中不可缺少的组成部分。

船台根据工作表面可分成水平船台(船坞也可看作水平船台)和倾斜船台。

倾斜船台表面呈倾斜状,与水平面成一定的夹角。船体建造完成后沿纵向滑道滑行下水。倾斜船台滑道的形式一般有油脂滑板和钢珠滑板两种。滑板铺设在船底与滑道之间,下水时依靠滑板与滑道间的相对位移,将船送下水。目前,我国常用的倾斜船台的坡度在 $1/18 \sim 1/25$ 之间。通常采用的坡度为 $1/20$,这样计算比较方便。

在船台上的两侧应配置多台高吊,供分段或总段上船台安装时使用。分段或总段的重量应控制在起吊满负荷量的90%范围内,以确保安全。

船坞是现代化总装厂的重要设施,以上海长兴造船基地为例,其2#船坞尺寸达 $510\text{ m} \times 106\text{ m}$,船坞一般配备龙门吊车,起重量为 $600 \sim 900\text{ t}$ 。船坞可建造大型船舶 $2 \sim 4$ 艘,而船舶在船坞内建造周期一般为60天左右。

装配场地是进行零部件、分段和总段制造的区域,装配场地配置起重设备,内场设置桥式行车,外场设置门式行车,这两种起重设备工作灵活、效率高且安全。

现代化船厂一般以平面制造中心、曲面制造中心承担了分段制造的全部工作量,且这一部分的作业都已移至室内,作业条件得到极大的改善。总装平台布置在船坞侧面及端部,大型龙门吊车的吊运范围可将其覆盖。

装配平台面积与船坞面积应有适当的比例,如果比例恰当,分段的制造数量与船坞搭

载进度可以很好地衔接起来;如果比例太大,将会出现分段积压,船坞吊装紧张;如果比例太小,将会发生分段不能满足船坞安装的需要,增加船坞占用周期。

整个船体建造区域除了应具备以上条件外,还应配备水、电、气、风等能源动力设施。

水一般是指自来水,主要是供火工矫正和强度试验等作业使用。

电一般是指工业用电,船体焊接使用的电焊机需用大量的电力,作业中的照明、设备和仪器等都需要用电。

气主要是指氧气、乙炔、丙酮、天然气和二氧化碳。用于钢板切割和焊接。

船舶下水后系泊于码头,并在码头进行余下的部分舾装作业和系泊试验工作,因此船舶建造完工下水后还必须有足够的泊位供船舶停靠。码头上也应配置高吊和水、电、气、风等能源动力设施,这是码头进行各项工作的基本条件。

2. 现代造船的工艺流程

最初的钢制船舶是通过铆钉将各构件铆接成船体的,随着焊接技术的应用和发展,焊接工艺逐渐取代了铆接工艺。当前,在船体建造中普遍采用了计算机和数控技术,而且还应用了精度控制理论和成组技术原理,使船舶生产进一步向机械化、自动化和高效优质的方向发展。

目前钢质船舶焊接船体常规制造与工艺的主要程序见图 1.1。

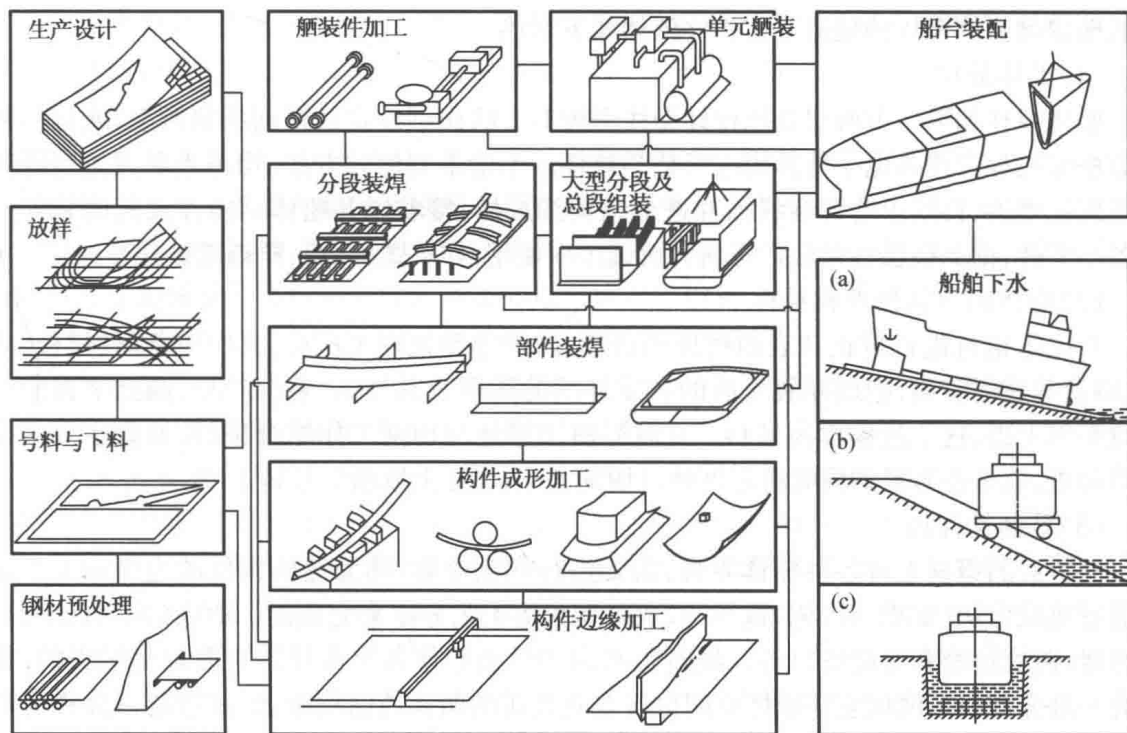


图 1.1 船体常规制造工艺程序图

(a)重力式;(b)机械式;(c)漂浮式

船舶的制造过程比较复杂。按照现代造船工艺学的观点,船舶制造可分为 3 种类型的生产作业,即船体制造、船舶舾装和船舶涂装。

船体制造是将船用钢材制成船舶壳体的生产过程。从生产的顺序来划分,船体制造包

括 3 个步骤:

- (1) 将原材料制成船体零件;
- (2) 将零件组装成部件或进而再组装成分段和总段;
- (3) 将零、部件或分、总段总装成船体。

船舶舾装是将各种船用设备、仪器、装置和设施等安装到船上的生产过程。按作业区域和专业来分,船舶舾装包括甲板舾装、住舱舾装、机舱舾装和电气舾装等工作内容。按工作地点和阶段来分,有内场预制舾装、外场分段舾装、船台舾装和码头舾装(后两者统称为船上舾装)。

船舶涂装是对全船进行除锈、涂漆的生产过程。按作业顺序来分,船舶涂装可分为钢材表面预处理、分段除锈及底漆喷涂(即分段涂装)、下水前船体外部面漆涂装和交船前船舶进坞进行完工涂装等几个阶段(后两者统称为船上涂装)。

船舶是水上交通、运输或作业等用途的工具。它是一个漂浮的建筑物,装有各种设备和仪器,能防止海水的腐蚀。欲使船舶完成预定的使命,除了必须精心设计之外,还应该精心建造。

目前造船界正在推行“壳舾涂一体化”和“设计、生产、管理一体化”的造船模式,即将上述 3 种类型的生产作业按规模划分成区域,在每一个区域内都要完成“壳舾涂”的生产任务,在壳舾涂一体化过程中,以正确的管理思想主导设计、生产、管理的有机结合。但是钢质船舶焊接船体常规的建造工艺程序依然如下所述。

(1) 船体放样

船体放样如第一节所述是把设计型线图按 1:1 的比例绘在放样间的地板上,或运用数学方法编成程序输入电子计算机进行数学放样。不论采用何种方法,均需光顺理论型线和修正理论型值,再绘出肋骨型线图并进行结构线放样,接着展开船体结构件及其舾装件中的各个零件,据此提供各种放样资料为后续工序使用,如草图、样板、样箱或磁盘等。

(2) 船体钢材预处理和号料

对船体钢材进行矫正和表面锈斑的清理、防护等预处理工作后,再应用草图、样板、样箱、磁盘等放样资料,把放样展开后的各零件图的图形及其加工、装配符号,画到平直的钢板或型钢上去,这个过程称为号料。有时号料工序还与切割工作结合进行,如数字程序控制切割机,就是在号料的同时将零件外形切割完毕,实际上取消了号料工序。

(3) 船体构件加工

号料后的钢材上有各种船体零件,需要进行切割分离,称为船体构件的边缘加工。它是通过机械剪切(如剪、冲、刨、铣等)或火焰切割等工艺方法来完成的。边缘的形状分为直线边缘、曲线边缘和焊接坡口等。经过边缘加工后的船体各个零件的表面都是平直的,其中有一部分需要弯曲成它在船体空间位置上应具有曲面或曲线形状,其弯制过程称为船体构件的成形加工。它是通过各种机械设备(如辊弯机、压力机、弯板机、折边机、撑床、肋骨冷弯机等)在常温下进行冷弯成形加工,对少数曲形复杂的构件则在高温下进行热弯成形加工,或采用水火弯制工艺来实现。经过加工后的船体零件就是船体结构构件。

(4) 船体装配

船体装配是把船体构件组合成整个船体的过程。因为船体建造方案不同,所以船体装配的工艺程序也不同。如分段建造法的船体装配分 3 个阶段进行:一是由船体零件组合成船体部件的部件装配,如 T 型梁、板列、肋骨框架、主辅机基座、艏柱、艉柱、舵、烟囱等部件

的装配;二是由船体零件和部件组合成船体分段的分段装配,如底部分段、舷侧分段、甲板分段、舱壁分段、上层建筑分段、艏艉立体分段等的装配。以上两个阶段多半是在船体装配车间内进行的;三是由船体分段和零部件组合成整个船体的总装阶段。这个阶段是在船台或造船坞内完成的。因为我国多数在船台上总装,所以又称为船台装配。

又如总段建造法的船体装配与分段建造法的船体装配相比,增加了一个工序,即将已装配好的各个分段和零部件组合成总段后,再送交船台进行大合龙。

再如传统而落后的整体建造法,其装配方式为散装法,只有两个装配阶段:部件装配和船台装配。也就是说,由船体零部件直接在船台上组合成整个船体。

(5) 船舶焊接

船舶焊接是运用焊接技术并采用合理的焊接程序,将已装配好的船体部件、分段(或总段)、整个船体的各种接缝,按照设计图纸要求连接起来,从而使各种船体构件结合成为一个整体。实际上船舶焊接是渗透在船体装配的整个过程中的,如船体部件焊接妥了才能进行分段(或总段装配),分段(或总段)焊接完了才能进行船台装配等。

(6) 火工矫正

船体焊接都会产生局部和整体变形。船体局部焊接变形可采用机械矫正,也可采用火工矫正。但是分段、总段及整个船体的体积大、重量也大,其焊接变形无法用机械矫正,主要靠火工矫正。火工矫正是利用焰具局部加热变形部位,使之热胀冷缩而矫正变形的。船体部件如T型材、肋骨框架等在装焊后安装前应予以矫正。船体分段也须在分段装焊后船体总装焊前进行矫正。船台装配完工后还应进行一次全面彻底的火工矫正。

(7) 密性试验

船体上的许多连续焊缝,特别是水下部分的外板、舱壁、舵等的焊缝必须保证水密,船上的油舱和油船的各舱都要保证油密。因此这些部位的焊缝需要进行密性试验(灌水、冲水、气压、冲气、煤油、冲油等试验)来检查其质量,以防航行中漏水、漏油,确保航行安全。有些重要船舶或重要部位的焊缝质量还需运用仪器来检查,如超声波探伤、X光探伤等。

(8) 船舶舾装

船舶舾装的主要内容有,各种设备和管系的安装、电气安装、木工作业、绝缘作业、舱室设备安装、房间修饰等。船舶舾装是一项相当复杂的工作,不仅需要各个专业工种的相互配合,而且需要生产上的合理组织与安排,以便最大限度地缩短造船的总周期。过去除少数舾装工作在船台上进行外,大多都是在船舶下水后移泊于舾装码头进行的,所以称为码头舾装。现代造船则尽量把舾装工作提前完成,如把码头舾装工作提前到船台装配时进行,把船台上的舾装工作提前到分段或总段装配时进行(如管系的安装等),使船舶舾装工作与船体建造工程以平行作业的方式来进行,称为预舾装。也有的是将舾装件先组装成完整的舾装单元。例如在机舱分段中,根据缩比模型设计,把机舱中各附件先在分段内进行安装。这样就使船舶在下水前完成了大量的机舱舾装工作,下水后移泊于码头时,只花费较少的时间即可完成全部舾装工作和一些收尾工程,并做好船舶试验的准备工作。

(9) 船舶涂装

为了防止钢材腐蚀,延长船舶的使用寿命,必须对钢材和船体进行除锈、涂漆处理,这项工程作业称为船舶涂装。船舶涂装除了船体防腐外,还有外表装饰和船底防污等作用;船舶涂装的工作量较大,船上所有板材、骨材和管子都要经过一到几次的喷涂。

(10) 船舶下水

船舶虽然是一种水上工程建筑物,但却是在陆地上建造的。当船舶建造完工后,必须把它从建造区(船台或造船坞)移至水中,这个过程称为船舶下水。船舶下水的方式多种多样,一般分为3种:重力式下水、漂浮式下水和机械化下水。

(11) 船舶试验

船舶试验包括系泊试验、倾斜试验和航行试验,分为两个阶段进行。

系泊试验是当系泊与码头的船舶的船体工程和动力装置安装基本完工,船厂在取得用船单位和验船部门的同意后,根据设计图纸和试验规程的要求,对该船的主机、辅机以及各种设备和系统进行的试验,其目的是检查船舶的完整性和可靠性。系泊试验是航行试验前的一个准备阶段。倾斜试验是对完工船舶重心位置的测定,要求在静水区域进行。以上是第一阶段的试验。

航行试验通常称为“试航”,它是对所建造的船舶做一次综合性的全面考核,是第二阶段的试验。按照船舶的类型,试航规定在海中或江中进行。出航前,必须带足燃料、滑油、水、生活给养、救生器具以及各种试验仪器、仪表和专用测试工具。航行试验分为空载试航和满载试航两种,由船厂会同用船部门和验船部门一起进行,就像正常航行时那样,对主机、辅机、各种设备系统、通信导航仪器以及该船的各种航行性能等做极限状况的试验,以测定是否满足设计要求。

(12) 交船和验收

当船舶试验结束后,船厂应立即进行消除各种缺陷的返修和拆验工作,并对船舶本体和船上的一切装备按照图纸、说明书和技术文件上的项目,一一向用船单位交验,譬如逐个舱室的移交,备品的清点移交,主辅机、各种设备系统和通信导航仪器的动车移交等。当上述工作结束后,即可签署交船验收工作,并由验船部门发给合格证书,用船单位即可安排该船参加运营。

3. 现代造船工业

造船工业泛指是建造船舶、海洋平台和其他浮动装置的产业。造船生产具有一些固有的特征:首先,从技术类型来看,造船属于装配型工业,对配套工业的依赖性较强,所以造船生产须着重解决材料和设备的供应问题;第二,从订货方式来看,造船属于订货型,船厂根据船东的使用要求“定制”产品,生产任务由市场需求来决定,因而产品的品种与批量具有不确定性;第三,从生产类型来看,造船属于多品种、小批量或单件生产,生产过程不稳定,因此要求船厂设备和生产组织具有一定的柔性;第四,从作业性质来看,造船属于技艺型,工人的素质对产品质量影响较大,这就要求加强对工人的培训,适当稳定作业内容。

造船工业通常在开放的世界市场中经营,因而容易受外部环境的影响。例如,世界政治格局、军事形势、国际贸易、科技进步、金融市场、海运事业、配套工业,以及国家法令等,都能直接或间接地影响一国乃至全世界的造船工业。了解有关背景知识,有助于理解造船工业所面临的实际问题。

造船生产活动所必须具备的资金、人员、材料、设备和厂址等条件称为造船生产要素。

(1) 资金

我国的造船生产原属于计划经济,政府部门通过拨款的方式为造船提供资金保证。随着经济体制改革的深入,目前制造国内船舶多数采取银行信贷的方式来筹措资金,这就迫使船厂或船东重视造船的经济效益和考虑企业的偿还能力。出口船舶的建造则根据合同

规定由船东支付现金,例如,按建造阶段——签约、开工、上船台、下水和交船的日程安排分期付款(如每期为船价的20%)或延期付款(如上述5期分别为2.5%,2.5%,5%,5%,5%,剩余的80%在10年内分期还本付息)。政府间贸易则可能采取“以货易船”或“补偿贸易”等方式,在这种情况下,船厂所需的资金可由政府做出相应的安排。

(2) 人员

船厂的工作人员包括脑力劳动者和体力劳动者两种类型。前者从事经营、设计和管理等工作,后者承担生产性或服务性工作。尽管船厂实现了某种程度的机械化和自动化,造船工业仍然是一个劳动力密集型产业部门。它除了需要有数量众多的工人以外,还需要有一个广泛的生产与非生产性工种的组合。生产性工种,如放样工、样台木工、机床操作工、气割工、装配工、气刨工、批铲工、焊接工、火工、管子工、钣金工、钳工、电工、细木工、除锈工、油漆工、冷凝工、帆缆工,等等。服务性工种,如脚手架工、起重工、通风照明工、焊接检验员、仓库保管员、安全员,等等。脑力型人员由高等学校和职业技术学校培养或从基层人员中提拔,劳力型人员由职业技术学校输送或由船厂向社会招收艺徒进行培训。

(3) 材料

造船材料泛指钢材、铝合金、增强塑料、舾装材料和配件以及机电设备、仪器、仪表等。在我国,材料供应由物资部门归口。主机、发电机、雷达等机电设备由船厂向有关工厂订货;电器、五金等器材可以在市场上采购;锚、螺旋桨等专用配件可以由外厂协作;外部不能提供的设备和配件则由船厂自己制造。材料的订货、采购、外协和自制统称为材料采办。出口船用的材料和设备须经合同谈判商定,由指定厂商供应。船用材料和设备种类繁多,其合理选用和及时采办在船舶设计和制造中显得十分重要。

(4) 船厂设备

船厂设备是造船所必需的手段,其中包括水工设施和工艺装备两大类。水工设施是指船台、船坞、码头等濒水建筑物。工艺装备是指加工设备、起重运输设备、焊接设备、装焊平台和管件生产线等造船设施。船厂设备不仅直接反映了船厂的生产能力和工艺方法,也是船东评价船厂技术水平的重要依据之一。例如,船厂若有钢材预处理流水线,则表明其涂装技术已进入前期管理的水平,具备了承接出口船合同的必要条件。因此船厂设备的现代化与合理化,对吸引订货有着不可低估的作用,因而成为世界各国船厂技术改造的重要内容。

(5) 厂址条件

造船工业对船厂的地理位置有特殊要求。船厂必须在航道上,以便船舶建成后能自由通航。船厂应位于或接近工业区,这样可以减少船用材料与设备的运输费用,也可以分享电、水、交通、通信等公用设施。从世界范围来看,某些地区能为造船工业提供特别廉价的劳动力,也就成为厂址选择上十分有利的因素。例如,20世纪70年代后期韩国造船工业的崛起,主要是靠当地的劳动力便宜这一有利因素。

【思考与练习】

1. 肋骨弯度的几何意义是什么?
2. 外板展开的三要素是什么?
3. 阐述板材展开的常用方法及各种方法的含义。
4. 阐述艏柱展开的步骤。

第二章 船体型线的放样

【学习目标】

1. 能描述船体型线放样的含义。
2. 能描述船体型线放样的方法。
3. 能描述各种船体构件展开的方法。
4. 能进行船体型线放样。

第一节 船体型线图的基本概念

船体理论型线光顺就是按照一定的比例绘制或计算船体型线使其光顺能符合水力学性能的过程,因此必须首先确定船体型线图概念。

船体外形的理论表面对于钢质船舶来说是指船体骨架外缘所构成的曲面,但不包括外板及甲板的厚度,它是一个形状复杂尺寸庞大的非规则空间曲面,如图 2.1 所示为一条排水量为 7 000 t 的散货船的三维型线图,由图可见,船体型线尤其是艏艉部型线非常复杂。为便于描述船体型线,可用 3 组与基本投影面平行的截平面与船体理论表面相截切,并将其截交线分别投影到 3 个基本投影面上,如图 2.2 所示为船体型线图及其立体模型,这样就可以用 3 组平面曲线来反映船体的空间曲面形状了。

(1) 纵剖线图(或侧面图)

图示中的 V 面将船体分为左右对称的两部分, V 面位于左右的正中心,称为中纵剖面,平行于 V 面的截平面称为纵剖面,它与船体理论表面的截交线称为纵剖线。纵剖线在 V 面上的投影反映它的真实形状,但甲板边线(以及舷墙顶线和甲板折角线)是空间曲线,其投影不反映真实形状。

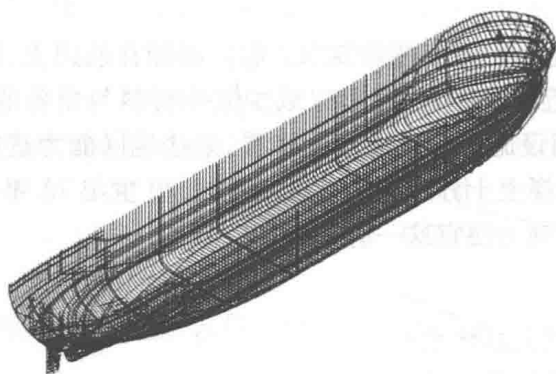


图 2.1 船体型线图

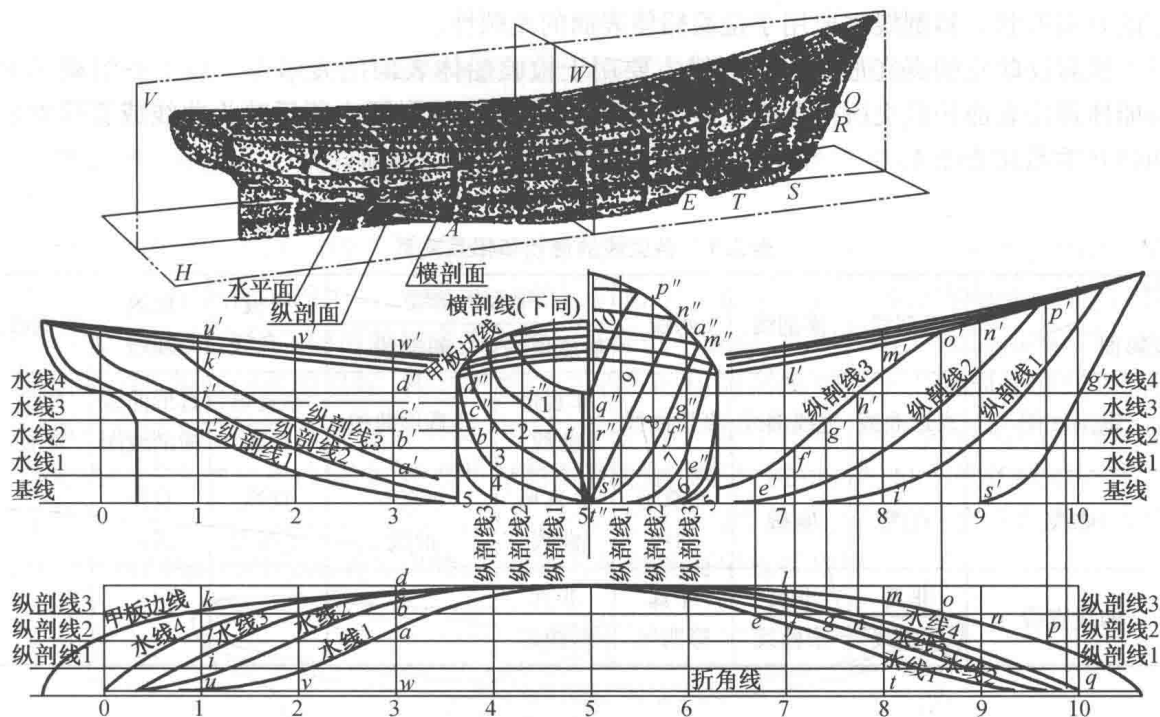


图 2.2 船体型线图及其立体模型

(2) 横剖线图(或体型图)

图示中的 W 面位于船体中部将船体分为前后两部分, W 面位于船体垂线间长的正中心, 因此称之为中横剖面, 平行于中横剖面 W 的截平面称为横剖面, 它与船体理论表面的截交线称为横剖线。横剖线在 W 面上的投影反映它的真实形状, 但甲板边线(以及舷墙顶线和甲板折角线)是空间曲线, 其投影不反映真实形状。因为船体是左右对称的, 而且横剖线的数量较多, 所以一般规定左半图绘船体尾半段横剖线, 右半图绘船体首半段的横剖线。

(3) 水线图(或半宽图)

平行于基线平面 H 的截平面称为水线面, 它与船体理论表面的截交线称为水线。水线在 H 面上的投影反映它的真实形状, 但甲板边线(以及舷墙顶线和甲板折角线)是空间曲线, 其投影不反映真实形状。因为船体是左右对称的, 所以只画左半边即可, 称为水线图或半宽水线图。

由上述纵剖线图、横剖线图和水线图组合而成的三视图, 加上型值表和主要量度, 称为船体型线图。三视图的一般排列位置如图 2.2 所示, 也可将横剖线图提至纵剖线之上或放在纵剖线的右边, 一般在船体制图教材中有详细讲解。纵剖线、横剖线和水线统称为船体型线。

(4) 格子线

纵剖线图上的横剖线和水线、横剖线图上的水线和纵剖线以及水线图上的纵剖线和横剖线, 分别组成相互垂直的直线, 称为格子线。基线平面在纵剖线图和横剖线图上的投影称为基线。

(5) 斜剖线

垂直于 W 面但不平行于 V 面或 H 面的斜截平面, 称为斜剖面。它与船体的理论表面的截交线称为斜剖线。斜剖线经过投影改造后(即斜剖面旋转至平行于 V 面时)其投影反映

它的真实形状。斜剖线主要用于检验船体表面的光顺性。

投影反映它的真实形状。斜剖线主要用于检验船体表面的光顺性。以上各组截平面与船体理论表面相截交所得各截交线(各型线),在 3 个投影图中所反映为曲线或直线形状的相互关系见表 2.1。

表 2.1 各型线的形状和相互关系

投影面 \ 型线	纵剖线	横剖线	水线	甲板折角线		甲板折角线	舷墙顶线	斜剖线
				舷墙顶线	斜剖线			
纵剖线图	真形曲线	直线曲线	真形曲线	非真形曲线	非真形曲线	非真形曲线	真形曲线 横剖线图	直线 真形
曲线	直线	直线	非真形曲线	非真形曲线	非真形曲线	直线 水线图	直线 真形	
曲线直线	非真形曲线	非真形曲线	非真形曲线	非真形曲线				

(6) 型值表和主要量度

型值表记载每个理论站号与各水线、甲板边线(以及舷墙顶线和甲板折角线)交点的半宽值,与各纵剖线、甲板边线(以及舷墙顶线和甲板折角线)交点的高度值。

主要量度包括该船的主要尺寸和船型系数。

(7) 投影的一致性

船体理论表面上某一确定的点到某一基本投影面的距离,在各视图上所反映的长度(或高度或宽度)量值应该吻合,称为投影的一致性。为了说明这个问题,现选几组交点为例。图 2.2 中各空间点 A, B, C, D 等,它们在 H 面上用对应的 a, b, c, d 等表示,它们在 V 面上的投影则用 a', b', c', d' 等表示,它们在 W 面上的投影采用 a'', b'', c'', d'' 等表示。以下通过几个示例来说明各图之间的关系。

例 2-1 横剖面 3 与水线 1,2,3,4 点的交点 A, B, C, D 在 H 面上的投影 a, b, c, d 到船体中心线的尺寸反映了这些点与 V 面的距离。显然,这些距离应该与 V 面上的投影 a'', b'', c'', d'' 到船体中心线的距离对应相等。

例 2-2 纵剖线 3 与水线 1,2,3,4 点的交点 E, F, G, H 在 H 面上的投影 e, f, g, h 到中横剖面 5 的长度反映了这些点与 W 面的距离。显然,这些距离应该与 V 面上的投影 e', f', g', h' 到中横剖面 5 的距离对应相等。

例 2-3 横剖面 1 与纵剖面 1,2,3 的交点 I, J, K 在 V 面上的投影 i', j', k' 到基线的高度反映了这些点到 H 面的距离,显然,这些距离应该与 W 面上的投影 i'', j'', k'' 到基线的高度值对应相等。

例 2-4 甲板边线与横剖线 7,8,9 的交点 L, M, N 在 V 面与 W 面上的投影的高度值应对应一致。

例 2-5 甲板边线与纵剖线 3,2 的交点 O, P 在 H 面上的投影应保持前后位置一致性。

例 2-6 艏底折角线与水线 4,3 的交点 Q, R 在 H 面与 V 面上的投影应保持前后位置

的一致性。

例 2-7 船底折角线与横剖线 9,8 的交点 S, T 在 V 面与 W 面上的投影高度应该对应相等。

例 2-8 甲板中心线与横剖线 1,2,3 的交点 U, V, W 在 V 面与 W 面上的投影高度应该保持一致。

船体理论表面上,自艏至艉常有两对折角线,如图 2.3 所示。一对折角线是沿着船底从艏至艉对称于中纵剖面的平行线条,称为船底折角线。它按位置不同分为船底折角线、舢底折角线、艉底折角线。内河船舶多为无舳部升高的平底船,所以没有舢底折角线;另一对折角线是沿着甲板边线的船舷,并与甲板边线平行的从艏至艉对称于中纵剖面的线条,称为甲板折角线。它按位置不同分为艏甲板折角线、舢甲板折角线、艉甲板折角线。具有垂直船舷侧的常无舢甲板折角线,还有些船舶不需要艏、舢甲板折角线,也不设计成带有甲板折角线。常常是船舷侧外板比较厉害的船,在甲板附近需要使舷侧外板折成垂直方向或接近垂直方向的舷墙,或是舷墙为内倾式,都需要船舷侧有甲板折角线。

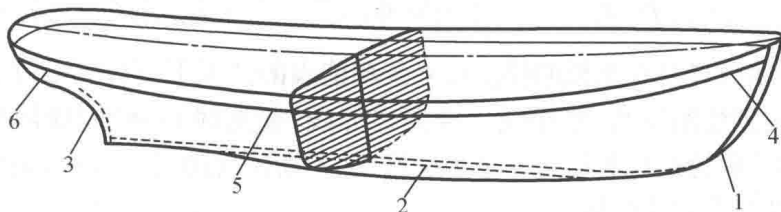


图 2.3 船体折角线示意图

1—船底折角线;2—舢底折角线;3—舢底折角线;4—舢甲板折角线;5—舢甲板折角线;6—舢甲板折角线

总之,光滑的船体理论表面所反映的船体型线图,不仅具有投影的一致性,而且具有型线的光顺性,也就是说,各曲线都不存在不应有的凹凸现象。但在设计阶段因绘图比例太小(常为 1:50 或 1:100)而无法真正做到,需要在进入施工阶段时通过放样工序来解决。

除了船体型线图外,还有肋骨型线图。它是在型线图的基础上,按照实际肋骨间距沿船长方向等分,在纵剖线图和水线图上分插,得到半宽型值和高度型值后,转绘到横剖线图上的。这些横剖线又称为肋骨线。

放样作为船体修造施工阶段的第一道工序,不仅是对设计图的体现,而且也是对设计工作的一次检验、补充、修改。同时,它为后续工序(号料、加工、装配、焊接、检验等)提供施工资料。因此,放样的主要作用有以下几点:

①暴露和修正初步设计时的型线误差:将船舶型线设计时所绘制的 1:50 或 1:100 的型线图在放样间按 1:1 或 1:5, 1:10 的比例放样,或者直接把型值输入电子计算机来暴露缺陷、发现问题、修顺型线、对应型值,以消除误差。

②补充和完善详细设计时的结构细节:在船舶结构设计时,由于船体形状复杂,仅设绘了基本结构图、中横剖面图、分段结构图等主要结构图纸,而实际施工中所需要的船体各构件的准确形状、详细尺寸和安装位置,则由放样来加以补充和完善。

③检验和纠正生产设计时的施工缺陷:设计人员在生产设计中难免会发生一些考虑不周、遗漏等不符合施工要求的缺陷,需要在放样时加以更正和修改。

船体放样工艺有两种方法: