

船舶工人培训丛书

火工工艺学

赵全弟 贾福华 程公振 吴同连 编



哈尔滨工程大学出版社

责任编辑/郜殿英 封面设计/李晓民

船舶工人培训丛书

放样号料工工艺学 (中级)

火工工艺学

钣金工艺学 (中级)

起重工工艺学

船体结构与识图

船舶泥工工艺学

批铆铆接密性试验工工艺学

ISBN 7-81007-065-7



9 787810 070652 >

ISBN 7 - 81007 - 065 - 7

TG · 7 定价:16.00 元

火工工艺学

赵全弟 程公振 编
贾福华 吴同连

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书重点叙述了焊接船体结构时常用的型材,一般船体的壳板及压力容器(包括锅炉)的热加工及火工矫正的各种方法,常用工具和技术要求;同时考虑到冷加工与热加工的相互联系,对冷加工的工艺也作了一般性介绍。

本书可作为船厂2—6级火工的技术培训教材,也可作为船厂其它工种的工人和有关技术人员参考。

火工工艺学

赵全第 程公振 贾福华 吴同连 编

*

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼
发行部电话:(0451)2519328 邮编:150001
新 华 书 店 经 销
哈尔滨工程大学印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 12.25 字数 280 千字

1988 年 10 月第 1 版 2003 年 3 月第 2 次印刷

印数:1 500—3 500 册

ISBN 7-81007-065-7

TG·7 定价:16.00 元

前 言

为了落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，搞好船舶工人技术理论教育工作，加强智力开发，提高职工素质，以适应社会主义现代化建设和振兴船舶工业的需要。中国船舶工业总公司人事部组织了上海船舶工业公司有关船厂，在调查研究和总结经验的基础上，根据总公司《船舶工业造船工人技术等级标准》的要求，编写了船厂二十一个工种的初、中级《造船工人技术理论教育教学计划与教学大纲》。

根据这些教学计划与教学大纲的要求，我们组织一些船厂有实践经验的工程技术人员及有丰富教学经验的教师，编写了五十种船舶工人技术培训教材，并聘请技术水平较高、经验丰富的同志担任主审。在编写过程中，广泛地听取了各船厂的意见，增强了教材的适应性。

编写的教材有：放样号料工、冷加工、火工、装配工、焊接工、批铆和密性试验工、气焊气割工、船舶钳工、船舶管铜工、螺旋桨工、船舶钣金工、船舶电工、船舶木塑工、除锈涂装工、船舶泥工、起重吊运工的工艺学，及船体结构、船舶概论、船体制图、船体结构与识图、船体加工设备与工夹模具、企业管理常识、电工常识、机械制图、船舶常识、船舶电工学、电工基础、船舶电气工程概论、电工仪表与测量、船舶电站与电力拖动、船舶导航与通信设备、木工制图、电动起重机原理及操作、金属材料及热处理、画法几何、船舶柴油机结构和修理等。

这些教材力图体现工人培训的特点，既考虑到当前造船工人的文化水平，做到通俗易懂，又要有一定的理论深度，适当考虑到长远的发展；既做到理论联系实际，又注意到知识的科学性、系统性和完整性；既体现船舶特色，又兼顾不同类型船厂的需要，既便于集体组织教学，也便于个人自学。

这套教材主要用于船舶工人相应工种的初、中级技术理论教育，也适用于对口专业职业高中和技工学校的教学，有的也可作为其它类型工厂的工人培训教材。相应专业的科技人员、专业教师及管理人员也可选作参考书。

这套教材的出版，得到了哈尔滨船舶工程学院、有关地区公司、船厂的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写船舶工人培训的统一教材还是第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材难免存在不少缺点和错误。我们恳切希望广大读者在使用中提出批评和指正，以便进一步修改、完善，不断提高教材质量。

中国船舶工业总公司教材编审室

一九八五年七月

编 者 的 话

本书系按 1983 年中国船舶工业总公司人事部主持制定的《造船工人技术理论教学计划和教学大纲(试行)》中的《火工工艺学(初、中级)教学大纲》编写的。

编写中,编者力求结合造船厂的生产实际,突出重点,着重介绍基本原理及火工作业的基本要点。

本书第一章至第四章及第七章由赵全弟同志编写,第五章及第六章由贾福华同志及程公振同志编写,火工老技师吴同连同志提供了大量实际操作方法与经验,全书由赵全弟同志主编、定稿,由陆庆雄同志主审。

本书在编写中,得到了江南造船厂、沪东造船厂和广州造船厂的大力支持,并提供了宝贵的经验和资料。本书插图组的许多同志也为图稿的完成付出了辛勤的劳动,在此一并致以深切的感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,肯定存在不少缺点和不妥之处,热忱欢迎读者和教师批评指正。

目 录

第一章 概 论	1
第一节 火工的含义	1
第二节 火工在船体建造中的地位	1
第三节 火工与上下道工序的关系	2
第四节 火工的精度标准	3
第五节 火工新技术、新工艺的发展与应用	4
第二章 火工基础知识	7
第一节 船体建造工艺知识	7
第二节 火工基本知识	22
第三章 冷弯加工的工艺常识	43
第一节 冷弯加工	43
第二节 钢板的压制与滚制	44
第三节 型钢的矫正	54
第四节 型钢的弯曲	60
第四章 型钢热加工	65
第一节 型钢热弯曲	65
第二节 型钢单向弯曲	66
第三节 型钢双向弯曲	89
第五章 钢板热加工	91
第一节 船壳板的加工	91
第二节 双向曲度船壳板的加工	97
第三节 薄板壳体的加工	110
第四节 压力容器封头的加工	112
第五节 锅炉的基本知识	123
第六章 火工矫正	136
第一节 火工矫正概述	136
第二节 小合拢部件变形的矫正	144
第三节 中合拢分段变形的矫正	152
第四节 船台大合拢变形的矫正	161
第五节 上层建筑变形的矫正	168
第七章 其 它	176
第一节 一般吊运知识	176
第二节 安全技术知识	186

第一章 概 论

第一节 火工的含义

凡钢材不是在常温而是加热到一定温度再进行加工或矫正成型的工作称为火工(也称热弯工、煨弯工、火曲工),所以火工应包含着火工加工与火工矫正两个方面。

火工加工:目前常用的加工工艺方法有两种,一种是采用氧-乙炔火焰,对钢板表面进行局部加热,利用钢板热胀冷缩的原理达到钢板弯曲成形的目的。也可以在局部加热的同时,浇水冷却使钢板弯曲成形,即目前各船厂广泛应用的水火弯板,这种加热工艺方法俗称小火。另一种是将钢板放入专用加热炉或地炉进行整体或分区加热,主要是利用钢材加热后强度明显下降、塑性增大的特性,然后再加外力强制钢板弯曲成形,这种加热工艺方法俗称大火。

火工矫正:目前常用的矫正方法也有两种,一种是在冷状态下用手工或机械对钢材施加外力进行矫正。用手工矫正时,劳动强度高、效率低;用机械矫正时,劳动强度低、效率高,但适用范围有很大的局限性。另一种是用火工对钢材进行局部加热进行矫正,利用钢板热胀冷缩的特性,使加热区域的膨胀受到周围较冷区域的阻碍而产生压缩塑性变形。当停止加热后,加热区域的钢材长度随着温度的下降而缩短,引起钢材新的变形,以达到矫正目的。所以火工矫正是目前广泛应用的一种操作方便、灵活、效率高的矫正方法。

第二节 火工在船体建造中的地位

火工是一项很复杂的工作,它担负了对钢材(零件、部件、分段)在冷加工难以加工或矫正成型的工作。

在船体建造过程中,根据统计,一般货船的火工加工工时与冷加工工时之比为1:3;火工矫正工时与船体装配工时之比为约1:6。

在船体建造过程中,由于整个船体的外壳就是一个曲面结构,因此,大多数的船壳板都有弯曲度,其中不少的船壳板,不但具有横向弯曲度,而且也具有纵向弯曲度,即通常所说的双向曲度板。这种双向曲度板难以用冷加工的方法达到成形目的。现以一乒乓球(即双向曲度板)举例:将其截去半只,沿其直径用卷尺量得此球壳的周长为 S ,并使其8等分,然后用剪刀沿等分点径向将半只球壳剪开,中心点不剪断,当把剪开的球壳展开后如图1-1所示。我们发现,除中心点连在一起,其它原来相互连在一起的等分线已经分开,并出现8块相同大小的三角形球壳,每块周长为 S_1 ;8块相同的小三角形空隙,每个空隙的周长为 S_1 。将8块大三角形球壳周长 S_1 相加正好等于球壳剪开前的周长,即 $8S_1 = S_0$ 。由此可见,如

果我们不采取剪开的方法,乒乓球壳是展不开的。若使劲硬摊,势必引起球壳断裂。在常温下也不可能使球壳周长 S 伸长为 8 ($S_1 + S_2$),所以唯一的办法,就是采用火工加工。反之,如果有一块圆形的平钢板要加工成为如图 1-1 所示的半球形壳体,我们就必须要消除这 8 块小三角形空隙位置的钢板,然后才能弯曲成形。但在实际生产中为了保证产品的质量,降低成本,提高进度等原因,一般是不允许将平板割开,只能用火工加工的方法。钢板经加热,在一定的温度下,使钢板的纤维组织重新排列而达到成形的目的。

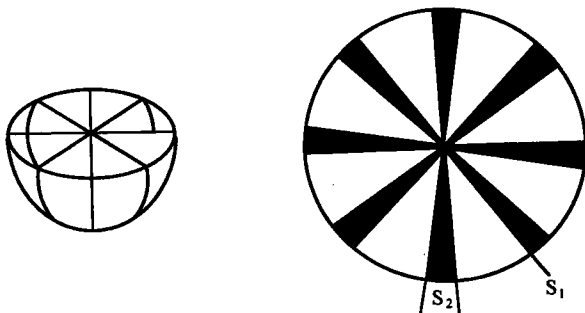


图 1-1 半球展开

在船体建造过程中,零件、部件及分段的加工、吊运、装配及焊接等道工序,其中特别是经过焊接后,会产生各种各样的变形。当变形量超过一定数值时,必须随时进行矫正,才能确保下道工序的正常进行。

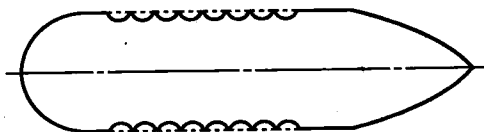


图 1-2 “瘦马”形变形

在船体建造过程中,为了提高船舶的航行速度,保证船壳板的光顺,这是一个很关键的问题。特别是对一些军用船舶,由于其壳板都较薄,当壳板与肋骨焊接后非常容易发生“瘦马”形的变形,如图 1-2 所示。这些变形的消除只能依靠火工。

在船舶航行中,经常会发生意外事故,使船壳板因受到外力而产生局部“瘪坑”。由于这些变形还不需将整张壳板调换,故也常用火工进行局部加热,然后施加外力恢复原状。

因此,在船体建造过程中,不论钢板的加工或矫正都离不开火工。

第三节 火工与上下道工序的关系

一、火工与冷加工的关系

火工是一个劳动条件较差、劳动强度较高的工种,而且手工操作又占很大比例。而冷加工可以大量采用机床来加工,如采用三星辊压机、液压机等。

同时,由于机械加工比手工操作的速度快、质量好、强度低,因此凡具有单向曲度的钢板、型钢等工件是常用冷加工的方法加工成形,而对那些具有双向曲度的工件,通常也是先在液压机或三辊轧机上加出一定的形状后,然后再用火工的方法加工成形。

在零件加工工艺中,为提高工作效率应当把具有较大曲度的方向作为冷加工辊压的方向,较小的曲度则由火工进行弯曲。例如,船壳板一般是取其横向曲度作为冷加工的方向,纵向曲度作为火工加工的方向,如图 1-3 所示。

二、火工与气割工的关系

在船体建造过程中,有不少零件,当经过氧-乙炔切割,特别是切割热量不对称或切割程序不当时,往往使零件产生弯曲变形。若这种零件的形状复杂,板又较厚,则无法用撑车或液压机进行矫正,因此只能借助火工采用加热浇水冷却的方法进行矫正,如图1-4所示。

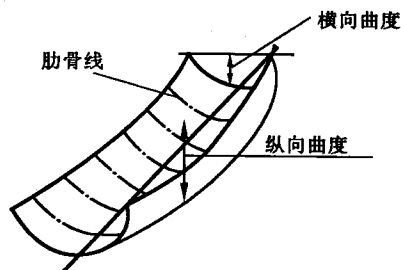


图 1-3 壳板纵横向弯曲

三、火工与装配工的关系

在船体建造过程中,由于零件加工的形状误差、

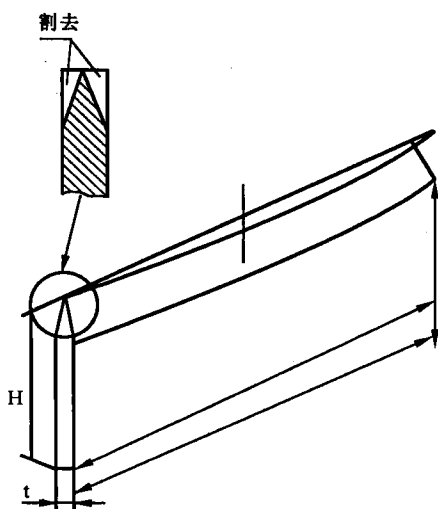


图 1-4 气割变形

部件的焊接变形,致使装配工仅用自己的常备工夹具,在常温下进行组装有时会非常困难,因此必须由火工随时配合矫正,才能顺利地将装配工作进行下去。例如,船台大合拢接触部转圆大接头处,往往由于两块舭部圆势壳板的线型不一致而难以对接时,则必须由火工及时矫正圆势,才能对接。又如,为提高船台分段大接头处的船壳板线型光顺,在分段制造完后,采用火工加工方法预先在大接头处做反变形的工艺措施,如图1-5所示,这样才使船台分段合拢工作获得良好的效果。

四、火工与焊接工的关系

目前,船体结构几乎全部采用焊接,由于焊接的热输入使构件局部受热,因此也就不可避免地会使结构产生变形。当这些变形量超出产品的加工

精度标准时,将会严重影响下道工序的施工,因此必须由火工采取各种加工方法及时矫正。

五、火工与起运工的关系

在船体构件的吊运过程中,由于起重力点选择不妥,或搬运过程中不慎,经常会造成船体构件的变形,而且这些变形往往很剧烈,也难以用冷加工方法复原,因此必须借助于火工矫正。

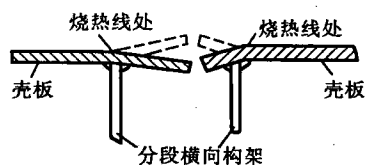


图 1-5 大接头反变形

第四节 火工的精度标准

火工的精度标准分为加工精度标准和火工矫正精度标准两部分。

火工技术的高低最终是反映在构件的加工或矫正精度上,但是要判定各种构件的尺寸

允许偏差,一般均按火工精度标准进行。由于产品设计和施工工艺装备的不同,各国各有各的标准,我国原第六机械工业部有部颁标准,各船厂根据各厂的实际状况又制定本厂标准,来作为检查验收的依据。有关火工的精度标准见表 1-1。

表 1-1 火工精度标准

序号	文 件 名 称	代 号
1	中华人民共和国第六机械工业部,部指导性技术文件 《船体零件加工技术要求》	CB/Z133-74
2	中华人民共和国第六机械工业部指导性技术文件 《921 等钢船体零件加工技术要求》	CB/Z134-74
3	中华人民共和国第六机械工业部指导性技术文件 《921 球扁钢弯曲和热处理技术要求》	CB/Z136-74
4	日本国《日本钢船工作法精度标准》	JSQS
5	中华人民共和国第六机械工业部,部指导性技术文件 《船体结构变形的加热矫正》	CZ24-61
6	日本国《日本钢船工作法精度标准》(矫正部分)	JSQS

第五节 火工新技术、新工艺的发展与应用

在我国的造船生产中,手工操作还占有一定的比例,特别是在火工工种中,手工操作所占的比例更大。因此各单位都在不断想方设法尽量采用新技术、新工艺来改变生产效率低、劳动强度高的局部。根据其发展方向基本上可归纳为以下几个方面。

一、冷加工取代热加工

冷加工具有下列优点:

- (1)改善劳动强度、操作条件和环境污染。
- (2)加快加工速度,提高劳动生产率。
- (3)减少辅助设备与燃料,降低生产成本。

因此,首先在结构设计上进行改进,例如,

把以前大多用于航速较高舰艇上的方形尾,推广应用于民用货船上,从而减少原来巡洋舰尾型的双向曲度板的加工,如图 1-6 所示。

其次,在加工工艺上进行改进。例如,肋骨弯制以往都采用地炉加热,手工加工,目前已广泛应用肋骨冷弯机弯制或液压机压制。

二、水火弯板取代地炉大锤敲制

水火弯板具有下列优点:

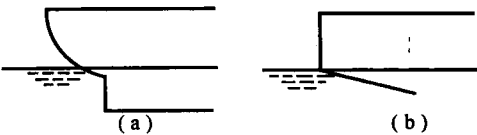


图 1-6 船尾形状
(a)巡洋舰型尾;(b)方形舰

(1)提高劳动生产率。水火弯板比手工热弯操作的效率可提高2~3倍,而且节约燃料,尤其适用于单件或小批生产。

(2)成形质量好。板面光滑平整、无锤痕,板厚不减薄。

(3)设备简单,通用性强,不但能加工低碳钢,还可以加工高强度低合金钢。

(4)减少大锤敲击,改善操作条件,减轻劳动强度。

因此,对船壳板的加工,除了十分复杂的双向曲度板仍须采用整体或分区域下炉加热后,敲制或利用专用模具压制外,90%以上的双向曲度板都可以应用水火弯板工艺进行加工成形。

三、模压取代手工操作

用压模加工复杂形状的壳板,不仅能改善繁重的手工操作,而且生产效率高,零件成形质量好,特别对批量产品更为显著。

四、爆炸成形

爆炸成形具有下列优点:

(1)质量好。由于贴模性能好,只要模具尺寸准确,零件表面光洁度就会好,尺寸精度高,板厚减薄现象也不严重。如果成形后经退火处理,其机械性能可得到进一步改善。

(2)设备及模具简单。在爆炸过程中不需要大型的专用压机,只要一般的起重设备、水泵以及一个凹模即可,因此设备条件较差的工厂也能应用这种工艺方法。

(3)操作方便,制造周期短,成本低。

(4)适用性广。由于采用水或沙等作介质代替刚性的压模,因此成形零件不会因无法冲压而受到限制,故可用于成形、整理以及衬里贴合等,如图1-7所示。

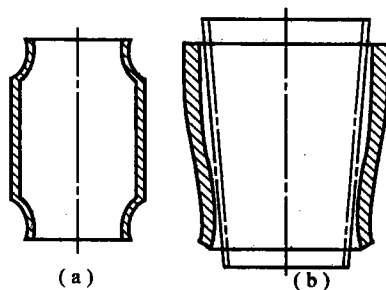


图1-7 爆炸成形零件

(a)鼓形零件;(b)衬里成形

爆炸成形的原理,如图1-8所示,是利用炸药包5,在爆炸的瞬间所产生的高压高温气体,形成一种强烈的冲击波,通过放在水圈4中的水作为传递介质,促使坯料1在很短的时间内,以极快速度产生塑性变形贴合于模具2上,从而达到成形目的。为防止成形时工作边缘起皱,采用压边圈3,同时在模具上还有排气孔6,以利坯料更好的贴模。所以对单件、小批量以及形状复杂的大型零件,均可采用这种成形方法。

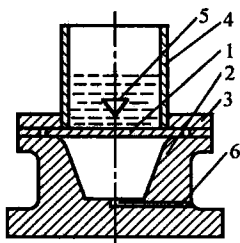


图1-8 爆炸成形

1—坯料;2—模具;3—压边圈;

4—水圈5—炸药包;6—排气孔

五、中频感应加热弯制肋骨

对采用低合金钢制造的环形肋骨,按照原来的加工方法,首先在大型液压机上用压模逐段按样板弯曲成形。这样加工,由于损坏了钢材的内部结构,因此根据材料要求,经弯制后还必须将成形肋骨放在大型煤气加热炉内加热到920~960℃,取出再放进冷水槽中淬火。但是由于淬火产生变形超出要求,则需经过中间矫正,再回火,因而这是一种落后的加工方法。

在 70 年代初,我国创造一种中频感应加热弯曲淬火新工艺,其原理是利用频率 2500 赫兹的电流,通过感应加热器产生一个交变磁场。当肋骨以一定速度从感应加热器中穿过时,把肋骨局部加热到一定温度下先进行弯曲成形,随后进行喷水淬火。机床的工作原理见图 1-9 所示。

主动轮 3 因压紧轮 2 的作用,产生摩擦力带动肋骨以一定速度前进,滚轮 1 作为固定支点,承受肋骨弯曲变形时的反力,并作进料导向用。部件 6 是下压滚轮,改变其位置即可得到所需要的肋骨弯曲半径。肋骨由左方经送料托架 8 送入。

由于采用了这种中频感应加热弯曲淬火新工艺,彻底改革了旧的弯曲淬火工艺,从而使肋骨的弯曲成形和淬火合为一道工序,在一台中频加热弯曲淬火机上完成。而且由于肋骨弯曲成形只在热状态下进行,其强度只有常温下强度的十分之一左右,所以机床本身不要很大的弯曲功率和刚度。这种新工艺使肋骨成形和淬火质量好,生产效率高,劳动强度大为减轻。

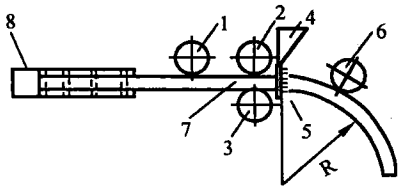


图 1-9 肋骨弯曲淬火机床
1—滚轮;2—压紧轮;3—主动轮;
4—感应轮;5—喷水圈;6—下压滚轮;
7—球扁钢;8—送料托架

六、自动化弯制肋骨

为了扩大型钢冷弯加工的工作范围,提高生产效率,改善劳动强度,近几年来在国外出现了数控肋骨冷弯机。这是一种最先进的加工设备,它能自动地弯制出各种不同形状的肋骨,我国亦开始对该机型进行研制。

七、自动化弯板

自 70 年代初期,一些造船业发达的国家,已经着手研究有关船用钢板弯曲加工自动化问题。并已先后研制出几种数控弯板机,其中最典型的一种是多压头式(或称多柱塞式)数控弯板机,其工作原理如图 1-10 所示。当弯板时,用事先编制的数控程序,将弯板机下模(或上模)的各个压头逐个自动调节,使其改变高度,形成与所要求的钢板形状相同的曲面。而在实际使用时,先将被弯钢板定好位后,上模(或下模)的各个压头按照程序下降(或上升)将钢板弯成所需要的各种形状。

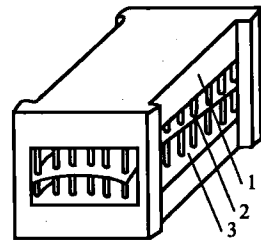


图 1-10 多压头式数控弯板机工作原理
1—上模;2—钢板;3—下模

第二章 火工基础知识

第一节 船体建造工艺知识

一、船体线型与放样

(一)船体基本投影面

船体基本投影面(图 2-1)是用三个相互垂直的截平面分别与船体理论表面(即船体内表面)相交得出。

1. 纵舢剖面——自艏至艉沿纵向把船体划分为左右对称的左舷和右舷两部分的垂直平面,该平面称为纵舢剖面,用 V 表示。它与船体理论表面的截交线称为纵舢剖线,此线反映了船体的龙骨线、甲板中线和舢艉轮廓线。

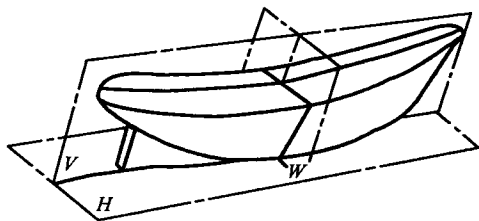


图 2-1 船体基本投影面

2. 横舢剖面——在 1/2 垂线间长处,自左舷至右舷把船体划分为舢半段和舢半段的横向垂直截平面,该平面称为横舢剖面,用 W 表示。它与纵舢剖面相垂直。横舢剖面与船体理论表面的截交线称为横舢剖线,此线反映了船体中部甲板、舷侧、船底和舢部的横向形状。横舢剖面在型线图上用 $\square$ 表示。

3. 基线平面——通过纵舢剖线与横舢剖线的船底的交点作一个与设计水准面(通过船舶设计水准——船舶满载时的吃水准,把船体分为水上与水下两部分的水平面)平行的平面,该平面称为基线平面,用 H 表示。它与纵舢剖面和横舢剖面均相垂直。基线平面与纵舢剖面和横舢剖面的交线称为基线。

(一)船体主尺度(如图 2-2 所示)

1. 总长 $L_{OA}(L_Z)$ ——指船体型表面的舢端至舢端的最大水平距离。
2. 设计水准线长 $L_{WL}(L_S)$ ——指设计水准线与舢、舢轮廓线交点间的水平距离,又称水准线长。
3. 垂线间长 $L_{FP}(L_T)$ ——指舢垂线与舢垂线间的水平距离,又称两柱间长。舢垂线是过设计水准线与舢轮廓线交点所作的垂线,舢垂线是通过舵杆中心线所作的垂线。
4. 型宽 B ——指横舢剖面上设计水准线处的最大船宽。
5. 型深 H ——指横舢剖面上自船底基线至甲板边线间的垂直距离。
6. 吃水 T ——指船底基线至设计水准线间的垂直距离。横舢剖面处的吃水为舢吃水 T ,舢垂线处的吃水为舢吃水 T_F ,舢垂线处的吃水为舢吃水 T_A 。

7. 干舷 F ——指横舫剖面上自设计水线至甲板边线的垂直距离即 $F = H - T$ 。

8. 舷弧与脊弧——甲板边线自舫起向艏艉翘起的高度称为舷弧, 又称边昂势。舫垂线处自基线至甲板边线的高度与型深的差值为舫舷弧为 f_P 。艏垂线处自基线至甲板边线的高度与型深的差值为艏舷弧 f_A 。甲板中线自舫起向艏艉翘起的高度称脊弧, 又称中昂势。

9. 梁拱——指横舫剖面上甲板的拱度曲线, 又称抛势。甲板中点至边线的垂直距离称为甲板梁拱高度 h , 一般 $h = \frac{1}{50} B$ 。

10. 舫部升高——指横舫剖面上舫底向两舷升高的垂直距离 t , 又称底边升高。

(三) 船体型线图 (如图 2-3 所示)

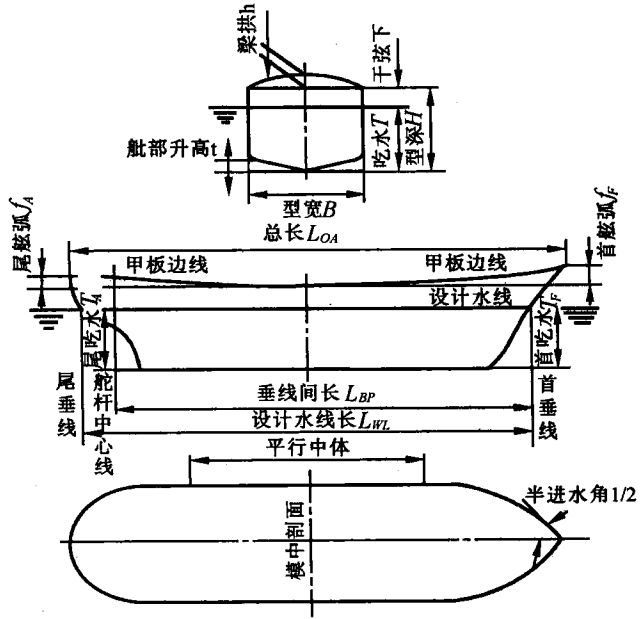


图 2-2 船体主尺度

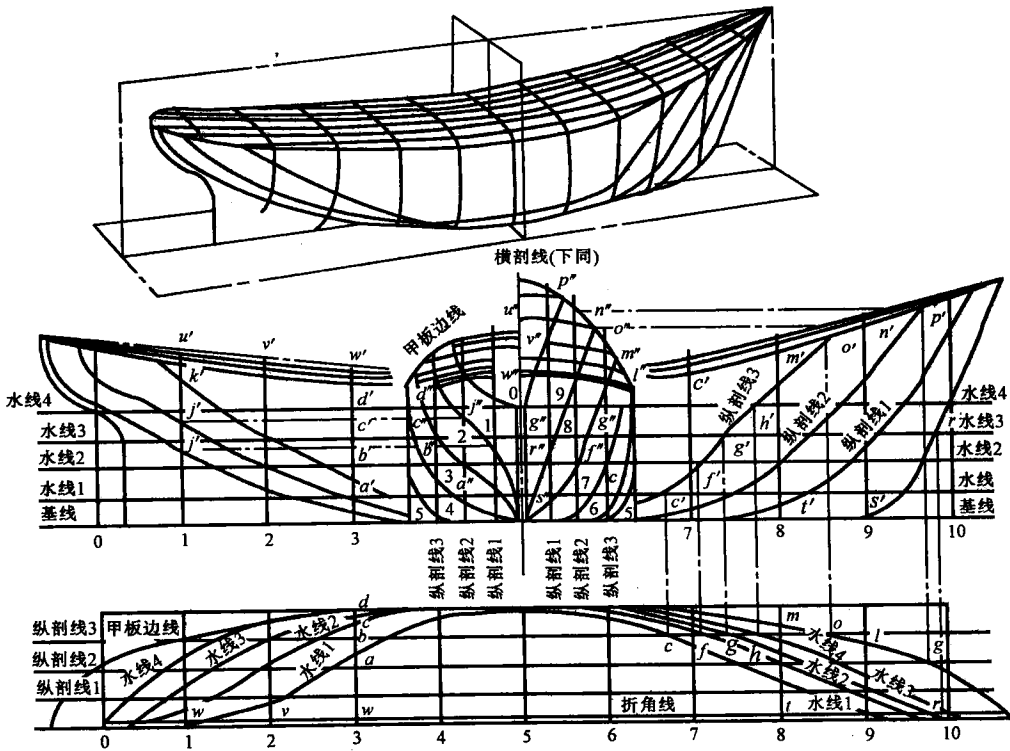


图 2-3 船体型线图

船体的理论表面是一个形状复杂、尺寸庞大的非规则空间曲面,仅用三个基本投影面与之相截切而得到的三根截交线来画三面视图,是不能够确切表达出船体空间曲面的真实形状的。但我们可以用三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三个基本投影面上,这样就可以用三组平面曲线图来反映船体的空间曲面形状了。

1. 纵剖线图(侧面图)

平行于纵舳剖面 V 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 面上的投影反映出它的真实形状,但甲板边线是空间曲线,其投影不反映真实形状。

2. 横剖线图(体型图)

平行于横舳剖面 W 的截平面称横截面,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艏半段横剖线,右半图绘船体艉半段横剖线。如果横剖线数量等于肋骨数量,则此横剖线图就称为肋骨线型图。

3. 水线图(平面图)

平行于基线平面 H 的截平面称水线面,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,但甲板边线等是空间曲线,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。

4. 船体线型图

由上述纵剖线图、横剖线图和水线图组合而成的三视图,加上型值表和主要尺度,称为船体线型图。三视图的一般排列位置见图 2-3 所示。纵剖线、横剖线和水线统称船体线型。

(四)船体放样

放样系船体建造施工阶段的第一道工序,不仅是对设计意图的体现,而且也是对设计工作的一次检验、补充和修改。同时,为下道工序(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)暴露和修正型线设计误差

将船体型线设计时所绘制的 1:50 或 1:100 的线型图,在放样台按 1:1 放样或在放样桌上按 1:5、1:10 的比例放样。目前也采用数学放样,把型值输入电子计算机进行运算来暴露缺陷,发现问题,修顺型线,修正型值,以消除误差。

(2)补充和完善结构设计细节

在船体结构设计时,由于船体形状复杂,仅设绘了基本结构图、横舳剖面图、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、安装位置,则由放样来加以补充和完善。

(3)检验和纠正施工设计缺陷

设计人员在设计中难免会发生一些考虑不周,如遗漏和不符合施工要求等缺陷,需要在放样时加以更正或修改。

(4)进行构件及壳板的展开,为号料、加工、装配、检验等工序提供资料。

二、船体建造与修理用的工艺符号、含义和标记

任何一个工件都不可能在一个工序内单独完成,必须通过多道工序,方能够制造成功,

尤其是船体这一庞大而复杂的结构更是如此。在工件的生产过程中要使上下道工序之间的施工方法相互呼应,虽然可以用语言或文字加以说明,但在一个工件上是不允许注上很多文字的,而且文字多了也不一定清楚,因此就有用符号来表达的必要了。这种符号称谓工艺符号,也就是工程语言。

修造船生产中,装配、电焊、钳工、电工等工种,都有它们各自的专用工艺符号。本节主要介绍船体冷热加工中常用的工艺符号,如表 2-1 所示。

在船体加工方面有很多工艺符号,这些符号一般都是用敲打洋冲、锬子印或用色笔标记在工件上,从而使操作者一目了然。

用工艺符号来表示加工方法与要求,其好处是简便清楚。每一个符号都具有它独立的意义,代表着不同的加工方法,有关的操作者必须理解熟记,正确使用。

表 2-1 船体建筑工艺符号

序号	名称		符号	标 记 方 法	说 明
1	分中			在中线上打上一组三点洋冲,并用白漆画上分中符号	表示船体结构分中
2	正确线			在正确线两端或间隔一定距离打上一组三点洋冲,并用白漆加描正确线符号	表示肋骨等构架理论线带有余量的正确线
3	对合线和检验线			在对合线和检验线两端或间隔一定距离打上一组三点冲,并用白漆加描对合线符号	构件 分段的对合线或检验线
4	余量线	零部件余量		在余量线上用白漆标上余量线符号,并注明余量值 c	构件边缘需加放余量,并按工艺阶段去除该余量
		分段装配余量			
		船台装配余量			
5	切割线			在切割线上打上间断凿子(洋冲)印并用白漆标上切割线符号	若一侧为余料时,应标明材料牌号与厚度,如图示 ACB、t16
6	90°折角	正轧		在折角线两端打上一组三点洋冲,并用白漆加描 90°折角符号	构件折成 90°角
		反轧			