



船舶工业工种岗位培训教材

CHUANBO GONGYE GONGZHONG GANGWEI PEIXUN JIAOCAI

船体装配工艺与操作

CHUANTI ZHUANGPEI GONGYI YU CAOZUO

金仲达 吕学奎 车冬华 闵 微 编著



 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

船体装配工艺与操作

编 著 金仲达 吕学奎
车冬华 闵 薇
主 审 赵家盛

江苏工业学院图书馆
藏书章

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是专为船厂船体装配劳务工编写的专业培训教材。全书共分六章,内容依次是:船体装配基础知识;船体装配相关工种知识和操作;船体装配基本操作;船体部件装配;船体分段装配以及船体总装配。全书的内容深度和本工种中级偏下的等级标准相对应。可同时满足本工种劳务工的岗前培训和在岗复合培训的需要。本书也可作为技工学校船体装配专业的工艺学教材。

图书在版编目(CIP)数据

船体装配工艺与操作/金仲达,吕学奎,车冬华,闵微编著.
哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2009.7
ISBN 978-7-81133-482-1

I. 船… II. ①金…②车…③闵… III. 船体装配-技术培训-教材 IV. U671.4K91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 115362 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 黑龙江省教育厅印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 11.5
字 数 275 千字
版 次 2009 年 8 月第 1 版
印 次 2009 年 8 月第 1 次印刷
定 价 22.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

编者的话

——关于船舶劳务工培训和本书的使用

目前,在我国船厂船舶主力工种的一线工人中,劳务工人数量众多,分布在船厂各主要车间,是船舶工人队伍中一支不可忽视的力量。船舶劳务工的特点是流动性较大,人员不稳定。年龄和本工种工龄长短不一,技术水平参差不齐。多数人未经必要的专业培训。这在一定程度上影响了劳务工人技术的提高和作用的发挥。如何提高劳务工人的综合素质和技术水平是一个不容忽视的问题。

本书即是为了适应船厂的上述需要,专为装配劳务工编写的专业培训教材。为使本书能结合工厂实际及劳务工特点,编写时特别关注以下几点。

1. 教材的内容和深度与船体装配工中级偏下的等级标准相对应。力求同时供劳务工岗前培训和在岗骨干劳务工提高培训使用。

2. 本书注意加强船体装配基础工艺知识和重要操作要领的介绍,努力体现实用性和先进性。对于当前提出的装配工应当兼会的相关工种,其中也按一专多能的要求予以适当加强,以使劳务工能更好地适应船舶工业发展的需要。

3. 考虑到工厂专业培训中经常出现的工与学时间上的矛盾,本书可根据不同对象分阶段使用,各安排不同课时。为便于岗位自学,本书合理控制难度,图文结合,力求通俗。在篇幅上也予以限制。

怎样编写一本能适合劳务工培训特点的教材,还有待进一步的探索和实践。由于编者水平所限,对于本书存在的缺点和不足,诚恳希望读者给予指正。

本书由金仲达、吕学奎、车冬华、闵薇编写,书中的第二章、第三章和第四章分别由车冬华、吕学奎、闵薇编写。本书由大连船厂赵家盛主审,全书由金仲达统稿。编写过程中得到哈尔滨工程大学出版社张奎编审的有力指导,在此表示感谢。

编者

2009年5月

目 录

第一章 船体装配基础知识	1
第一节 现代船舶建造工艺流程	1
第二节 造船厂的主要设施与装备	3
第三节 常见工艺、焊接符号	7
第四节 识图要领	10
第五节 船体分段划分	13
第六节 船体构件理论线	17
第七节 船体结构余量	19
第八节 装配常用工具	22
第九节 安全知识	28
练习题	29
第二章 船体装配相关工种知识与操作	31
第一节 船体零件加工	31
第二节 手工电弧焊工艺与操作	34
第三节 手工气割工艺与操作	42
第四节 焊接变形与火工矫正	47
第五节 碳弧气刨	52
第六节 分段的吊运与翻身	54
练习题	60
第三章 船体装配基本操作	62
第一节 施工准备与装配方式	62
第二节 装配中的测量	64
第三节 装配中的定位	71
第四节 装配中的画线	75
第五节 装配中的位置调整与紧固	77
练习题	79
第四章 部件装配	81
第一节 结构装配概述	81
第二节 平板的拼接	83
第三节 T型梁的装配	88
第四节 框架的装配	91

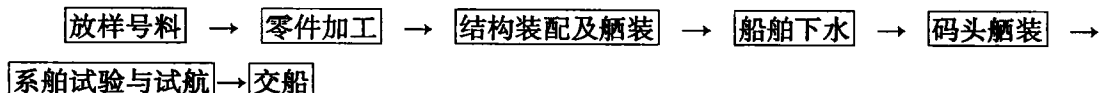
第五节 机座的装配	96
练习题	100
第五章 船体分段装配	101
第一节 分段装配概述	101
第二节 胎架及其制作	107
第三节 分段工作图及相关数据	114
第四节 提高分段制造质量的措施	123
第五节 平舱壁分段的装配	127
第六节 甲板分段的装配	130
第七节 双层底分段的装配	133
第八节 舷侧分段的装配	136
第九节 边舱分段的装配	141
第十节 甲板半立体分段的装配	144
第十一节 分段装配中的高效焊接	145
练习题	146
第六章 船体总装配	148
第一节 船体总装概述	148
第二节 总装场所的设施与装备	151
第三节 总装前的准备工作	156
第四节 分段吊装程序	158
第五节 底部分段的合拢	162
第六节 舱壁分段的合拢	165
第七节 舷侧分段的合拢	167
第八节 甲板分段的合拢	170
第九节 船台合拢大接缝的高效焊接	173
练习题	176

第一章 船体装配基础知识

第一节 现代船舶建造工艺流程

船体装配是船舶建造的一个工艺阶段。船体装配工则是船厂众多工种中的主力工种之一。装配工应当了解现代船舶建造的整个工艺流程,了解结构装配与前后工序的联系,以及装配工与相关工程之间的相互配合和制约的关系。

图 1-1 所反映的是现代船舶制造的整个工艺流程。这个流程也可简单地用下面的框图表示。



各个阶段的主要任务和工作内容如下。

1. 放样与号料

光顺和修改船体理论型线图,绘制肋骨型线图,完成板缝和结构试放样,展开船体构件,为号料、加工、装配、检验等后续工序提供草图、样板和数据等施工依据。同时,在板材和型材上用多种方法完成零件的号料工作。目前,放样、展开、草图绘制和数据提供大多由计算机完成。放样工作也多划归生产设计部门。

2. 零件加工

将具有各种形状的船体零件,用剪切或气割的方法从钢材上分离下来,并开出其上的各种孔口和板缝剖口。这个过程称为零件的边缘加工,或称平面成形。具有弯曲形状的船体零件,如部分外板、甲板 and 肋骨,切割后要在加工机床上,或用火焰局部加热的方法,进行弯曲加工,这个过程称为零件的空间成形。船体零件的加工精度将对结构的装配产生一定的影响。

3. 结构装配焊接及预舾装

结构装配约占整个船体建造工作量的 60% 以上。装配工从事的就是船体结构的装配工作、船体零件经过部件、组合件和分段装配,最后在船台上或船坞中总装成完整的船体。

采用壳舾涂一体化造船模式后,在分段装配和总合拢阶段,同步进行各类舾装作业。同时完成分段和船台(坞)的二次除锈和涂装。

4. 船舶下水

船舶在船台上或船坞中的建造工程结束后,将其从陆地移入水中。这个过程称为船舶

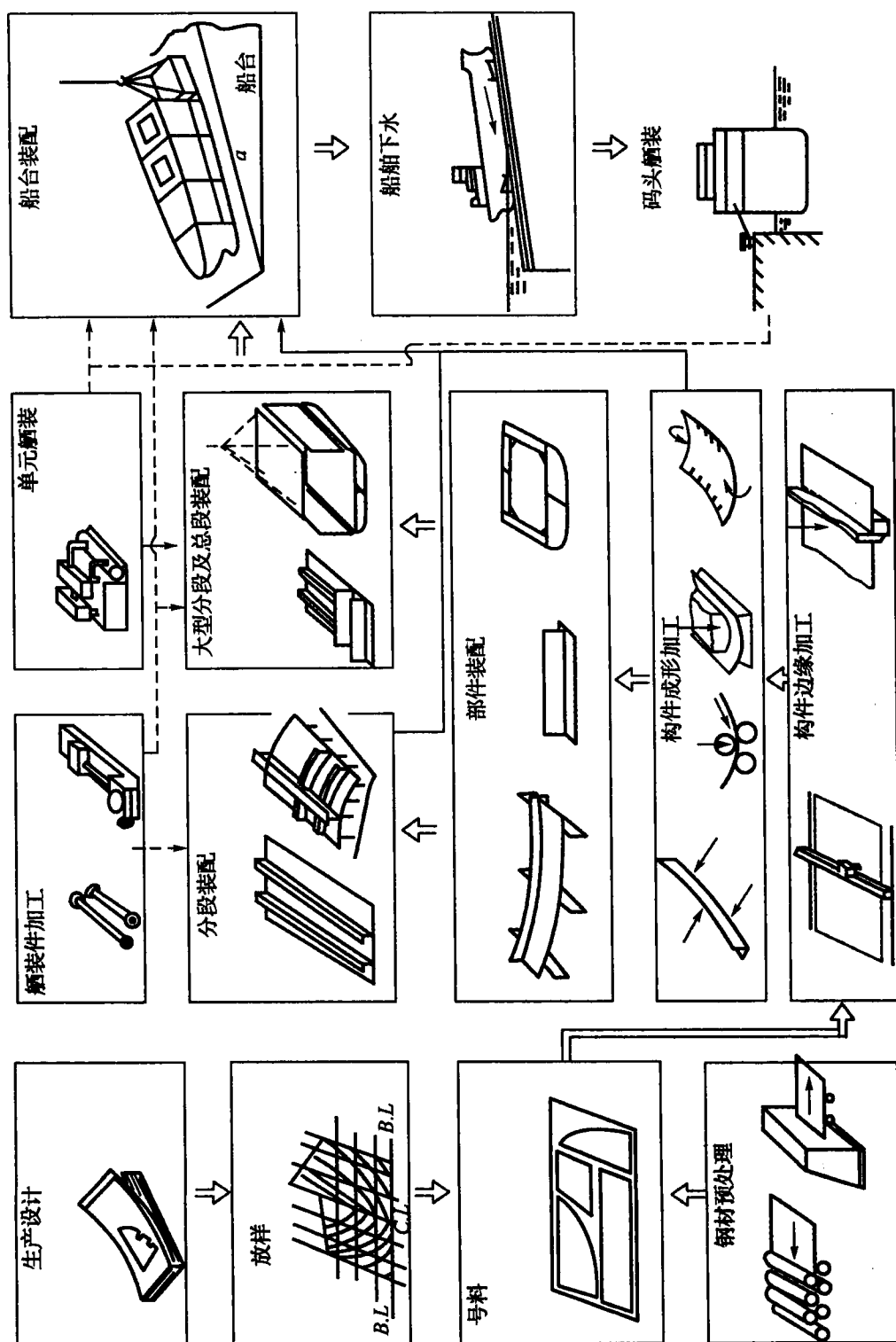


图1-1 现代造船工艺流程

下水。目前主要采用纵向倾斜船台重力式下水和船坞中的漂浮下水。中、小型船舶也有采用机械化下水等其他下水方式。

5. 码头舾装

船舶下水后即被拖往舾装码头,继续进行机械、电气及其他尚未完成的舾装作业,称为码头舾装。由于采用一体化造船模式,大部分舾装工作也以预舾装和单元舾装方式,提前在分段和船台装配阶段完在。码头舾装也被减到了最低程度。这不但有利于缩短船舶的建造周期,也改善了舾装工作的作业环境。

6. 系泊试验与试航

系泊试验是将完工船舶系泊于码头或锚地。按照试验大纲的要求,对船体、船舶主机、辅机以及全船的机电设施和系统逐项进行试验。检查船舶的完整性和各类设备运行的可靠性。并通过倾斜试验核实船舶重心的准确位置。

试航是在采取相应措施,消除在系泊试验中所发现的各种缺陷后,在符合要求的状态下,船舶出海航行。在实际航行中,对船舶的性能、结构、设备、装置和系统,作一次综合性的全面考核检测,确定船舶的建造质量。

7. 交船

当系泊试验和试航中发现的各种缺陷已有效消除,并得到船东认可后,就可交船。船厂就船舶本体和船上一切设备,按相关图纸和技术文件,向用船单位一一交验。最后签署交船验收文件。

第二节 造船厂的主要设施与装备

现代船厂实际多为船舶总装厂。船厂所从事的是船体、钢质舾装件的制造,和全船机电设备、各类装置和仪器的安装调试。其中船体结构的装配焊接是在装配车间、露天分段建造场地及船台(坞)上进行的。

船厂用于船体建造的设施和装备主要有:船台、造船坞、钢料加工车间、船体装配车间、装配流水线、平台、胎架、吊重设备、各类焊机以及动力能源等设施。

一、船台和造船坞

船台和船坞是船舶的总装场地,完工的分段或总段在这里合拢成完整的船体。在船台上或船坞中同时还要完成大量的舾装工作。船台和船坞都布置在船体装配车间附近并靠近水域,以此缩短分段的运送路线又便于船舶下水。

1. 纵向倾斜船台

纵向倾斜船台是广泛采用的船台型式,其布置如图 1-2 所示。这种船台的表面与水平面成一倾角 α ,称为船台坡度。坡度常用倾角的正切值,即 $\tan \alpha$ 表示,其值在 $1/24 \sim 1/16$ 之间。较多采用的是 $1/22$ 和 $1/20$ 。当坡度为 $1/20$ 时,在船台定位中的测量和计算最为简便。船舶建成后,就可在倾斜铺设的滑道上依靠船舶的自身重力滑入水。

无倾斜角度的船台称为水平船台。这种船台都布置在下水横移区的单侧或两侧,多个

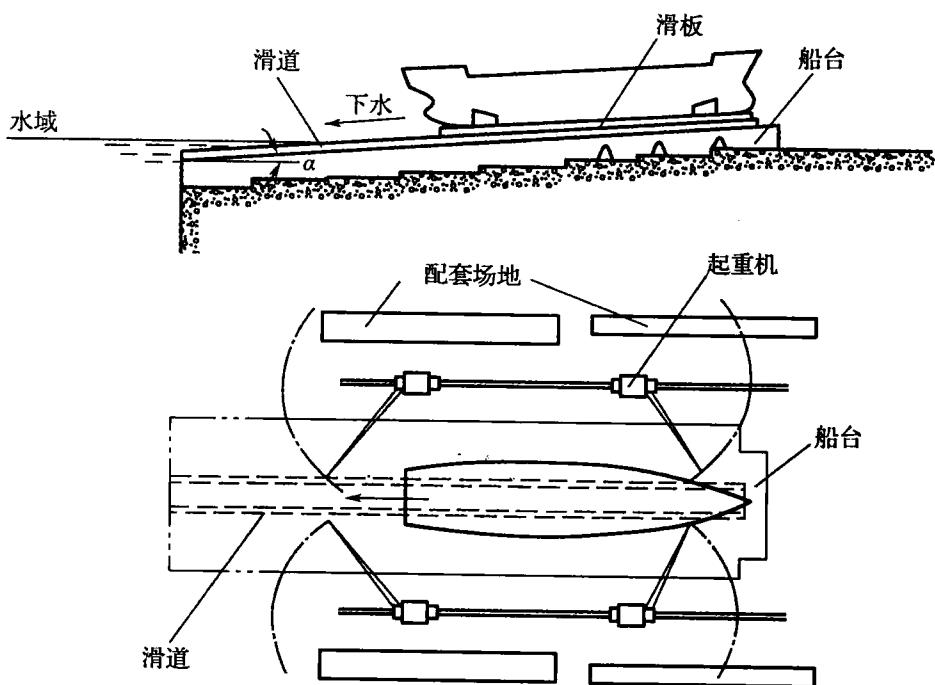


图 1-2 纵向倾斜船台

船台共用一套下水装置。船舶的下水要依靠下水滑车、卷扬机、轨道和移船架等一系列装置来完成。水平船台多用于小型船舶的建造。

2. 造船坞

制船坞是目前被广泛采用的造船基础设备。由于建造超大型船舶,有的造船坞的长×宽已超过 500 m×80 m,和纵向倾斜船台比较,在造船坞中进行船体总合拢和各种舾装作业,具有许多优点。由于坞底低于海平面,大大降低了建造中船的高度,有利于大型分段和设备的吊装。由于船舶建造时处于水平状态,有利于装配、安装中的定位、测量和画线。此外,完工船舶从坞中漂移下水的工艺过程也比重力式下水简单安全。

图 1-3 为我国北方某船厂配有 900 吨龙门吊的船坞鸟瞰图。

3. 船台和船坞中的工艺设施

为支撑、移动和固定分段,为登高作业,为船舶总装过程中进行分段的定位、画线和测量,船台和船坞中设有:

(1) 中心线槽钢 这是沿船台和船坞地面中央通常埋设的槽钢。其上刻划并标注船体中心线和所建船舶的肋骨检验线,作为分段宽度方向和长度方向,也即分段左右、前后位置的定位基准。

(2) 基线标杆 设于船台或船坞中心线两侧,一般都成铅直状态。用 1~1.5 m 长的槽钢制成,纵向间隔 8~10 m 布置。其上刻划有船底基线的高度标志,作为总装时确定分段基线的基准。

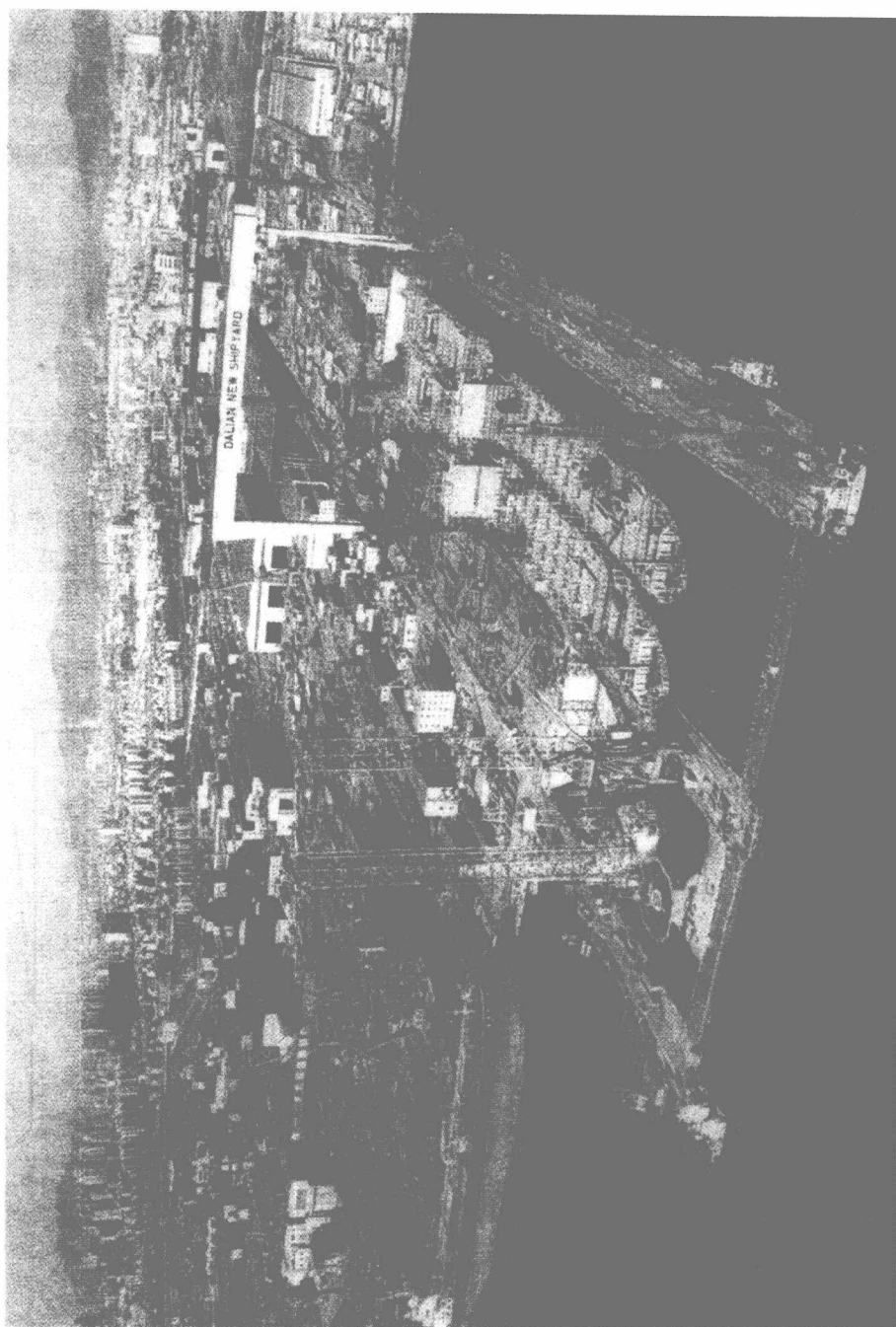


图1-3 造船坞

(3)高度标杆 设置于船台两侧,有塔式钢架和型钢杆式两种。可成铅垂状态或垂直于船台表面设置。其上刻划有分段的基线、水线、甲板线及其他有关高度的检验线,作为总装时确定分段高度的依据。

(4)地面拉桩 埋设于中心线两侧,作为总装过程中拉拽调整分段位置的地面受力点。

(5)脚手架 设置在有登高作业的部位,供高空作业和通行使用,脚手架按材质分木质和金属两种。金属脚手架又分固定式、悬挂式和液压式。

(6)墩木 墩木用于支撑分段和整个船舶的质量,按材质分木墩、水泥墩和金属墩三种。

二、平台、胎架与流水线

平台、胎架和流水线是船体结构装配主要的工艺装备,它的配置应保证分段制造能力和船台合拢的进度相适应。

三、吊重设备

船舶建造场所都配备有相应的吊重设备,满足船体零部件和分段的吊运、翻身需要,并担负各种机电设备的吊运作业。

船体装配车间内主要使用桥式吊车,俗称行车。船台和船坞上则设置高架吊车和龙门吊车,吊车的能力主要指最大吊重,吊高和跨距。图 1-4 为船厂几种主要的吊重设备。

分段在地面和水上的转移则分别依靠专用拖车和水上浮吊。

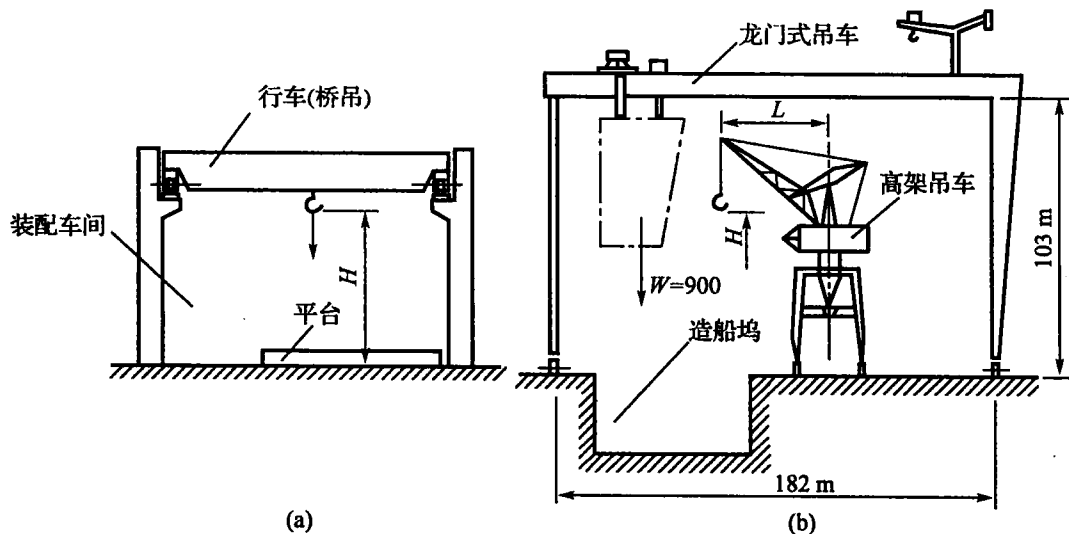


图 1-4 船厂起重设备
(a)桥式吊车;(b)龙门吊车、高架吊车

四、焊接设备

现代钢质船体均为焊接结构。船体结构焊接使用的设备有交流弧焊机、直流弧焊机、埋弧自动、半自动焊机、CO₂ 气体保护焊装置、重力焊以及单面焊双面成形等多种焊接设备。

高效焊接在船体结构的焊接中已得到广泛应用。

五、动力能源设施

- (1)压缩空气 是风砂轮、风刷、风钻等风动工具的动力源,并满足碳弧气刨和密性试验的需要。
- (2)自来水 供火工矫正和密性试验等作业使用。
- (3)工业用电 供焊接、照明、通风及各种电动工具、电机和仪器使用。
- (4)氧气、乙炔气 供气割和火工矫正使用。

六、码头泊位

下水后的船舶停泊于共用的舾装码头,继续进行并完成全部舾装作业,并按要求在码头进行船舶系泊试验。

第三节 常见工艺、焊接符号

船体装配工应熟悉出现在工艺图纸、工件和施工现场的各种工艺符号,了解符号的含义,并能按符合所传递的信息正确进行操作。目前各厂采用的工艺符号并不完全相同,比较常见的船体和焊接符号如表 1-1、表 1-2 和表 1-3 所示。

表 1-1 船体建造常用工艺图形符号

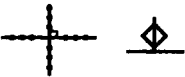
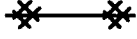
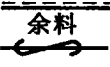
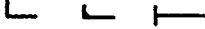
序号	符号	含义或说明
1	<i>B. L</i>	船体基线
2	 <i>C. L</i>	船体宽度分中线,代表中线面
3		船体长度分中线,代表中站面
4		表示肋骨等构件理论线,或带有余量时的正确位置线,为一组三点样冲
5		两线互成 90°,角尺线打样冲,加角尺符号
6		中垂线
7		构件、分段的对合线,检验线
8		单边断线,工件切割后一边使用另一边为余料 双边断线,切割工件的两边都有用
9		板材构件厚度位置线
10		型钢、焊接 T 型梁安装位置线

表 1-1(续)

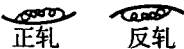
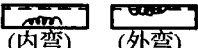
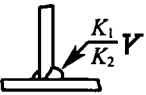
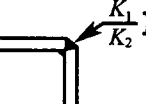
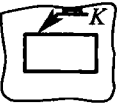
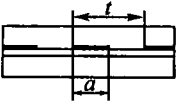
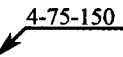
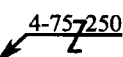
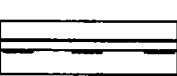
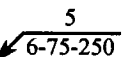
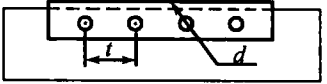
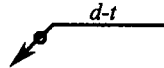
序号	符号	含义或说明
11		等边三角形所指边留有余量,有多种符号
12		将板材轧成整圆,半圆或 1/4 圆
13		板材按样板正(反)轧曲
14		型钢按样板弯曲
15		板材端面刨成与表面垂直
16		板材边缘单面刨斜
17		板材边缘双面刨斜
18	×	该构件拆除不用
19	⊗	该构件拆除换新
20	△	该构件原地矫正
21	□	该构件拆下,经整修后仍装回原处

表 1-2 对接焊缝部分接头形式及符号

序号	焊缝类别	接头形式	符号	
			可见	不可见
1	不开坡口		π	Ⅱ
2	不开坡口,封底		Ⅱ	Ⅱ
3	V 型单面坡口		∪	∪
4	V 型单面坡口,封底		∪	∪
5	V 型双面坡口		Y	Y
6	V 型双面坡口,封底		Y	Y
7	K 型坡口		K	/
8	X 型坡口		X	/
9	U 型坡口		Y	Y
10	U 型双面坡口		X	/

表 1-3 角焊缝部分接头形式及符号

序号	焊缝类别	接头形式及符号	举例	说 明
1	单侧填角焊缝			侧高 5 mm
2	双侧填角焊缝			侧高 5 mm
3	十字填角焊缝			侧高 5 mm
4	单侧坡口填角焊缝			可见焊缝侧高 6 mm 开坡口, 封底侧高 3 mm
5	不开坡口角接头焊缝			
6	搭接角焊缝			两侧侧高都是 5 mm
7	周围焊缝			覆板周围焊接, 侧高 6 mm
8	单侧间断焊缝			间断焊长度 75 mm, 间距 150 mm
9	错综间断焊缝			间断焊长度 75 mm, 同侧焊缝间距 250 mm
10	一面连续一面间断焊缝			
11	圆孔塞焊焊缝			

此外,为了识读船体分段组立图,还应了解下列用图线和字母表示的符号的含义:代表构件简化画法的各种图线;各种型式结构相贯切口的代号;结构上流水孔、透气孔和通体孔的标准符号;型材端部形状的代号等。了解本厂所采用的船体结构零件五级编码符号。

第四节 识图要领

船体结构各个阶段的装配作业,都是以相应的图纸为依据进行的。分段组立图是指导结构级装配的主要工艺文件。装配工应当掌握识读专业图样的基本要领,逐步提高识图能力。

1. 正投影概念

工程图的基本任务是在平面(图纸)上表达空间物体。工程上应用最广泛的是正投影图,其次是轴测图,轴测图是立体图的一种。目前船舶生产设计提供的分段组立图中,包括小组立、中组立和大组立的详细组立要领图(DAP)是用轴测图表示的,各阶段组立内容一目了然,直观明白。但轴测图在工程图中只作为一种辅助图示方法,物体的结构、形状和大小还是由正投影法表示的。

船体图样是工程图样的一种,也是用正投影法绘制的。

(1)正投影的特点 正投影是一种多面投影,它采用相互垂直的两个或多个投影面。将要表达的物体正放在投影面所围成的空间中。也就是使物体的主要平面放成与相应的投影面相平行。用平行的投影线(视线)分别垂直于各投影面进行投影,所得到的平面图形称为投影图或视图。正投影的过程如图1-5所示。

由物体(图中的轴测图)投影成三视图后,随之就发生以下几方面的变化,了解这些变化对于提高识图能力是十分重要的。

①空间物体(或轴测图)转变为多面投影(三视图),同时失去了立体感。这是从空间物体到平面图形的转化。在 V 面上的投影图称为主视图,在 H 面上的投影图称为俯视图,在 W 面上的投影图称为左(侧)视图,如果置于该空间的是船体,通常都将船体放置成船艏向右,船体的中线面平行于 V 面。

②空间物体(或轴测图)是立体的、直观的,可以分辨出物体上前后、上下和左右的远近关系。投影成三视图以后,沿着投影方向的远近关系消失了。主视图可以区分物体的上下和左右,前后的关系消失了,前后不同的面在主视图中是重叠的。侧视图中可以区分物体的前后和左右,上下的关系消失了,上下不同的面在俯视图中是重叠的。俯视图中可以区分物体的前后和上下,左右的关系消失了,左右不同的面在侧视图中是重叠的。识图时,要重现在各个视图中消失的远近关系。使平面图形“立体化”,从而想象出三维物体的形状。

③空间物体有长、宽、高三个方面的尺寸,投影成三视图后,每个视图都只反映两个方面的尺寸。主视图反映长和高,俯视图反映长和宽,侧视图反映高和宽。三视图中任意两个视图相组合,就能反映出物体长、宽、高三个方向的尺寸,从而了解物体的完整尺寸。

④空间物体投影成三视图,物体上的每一部分,每一个面,每一条线和每一个点,都有其各自对应的三个投影。画图和识图时,都必须一一找出同一几何要素的对应关系。

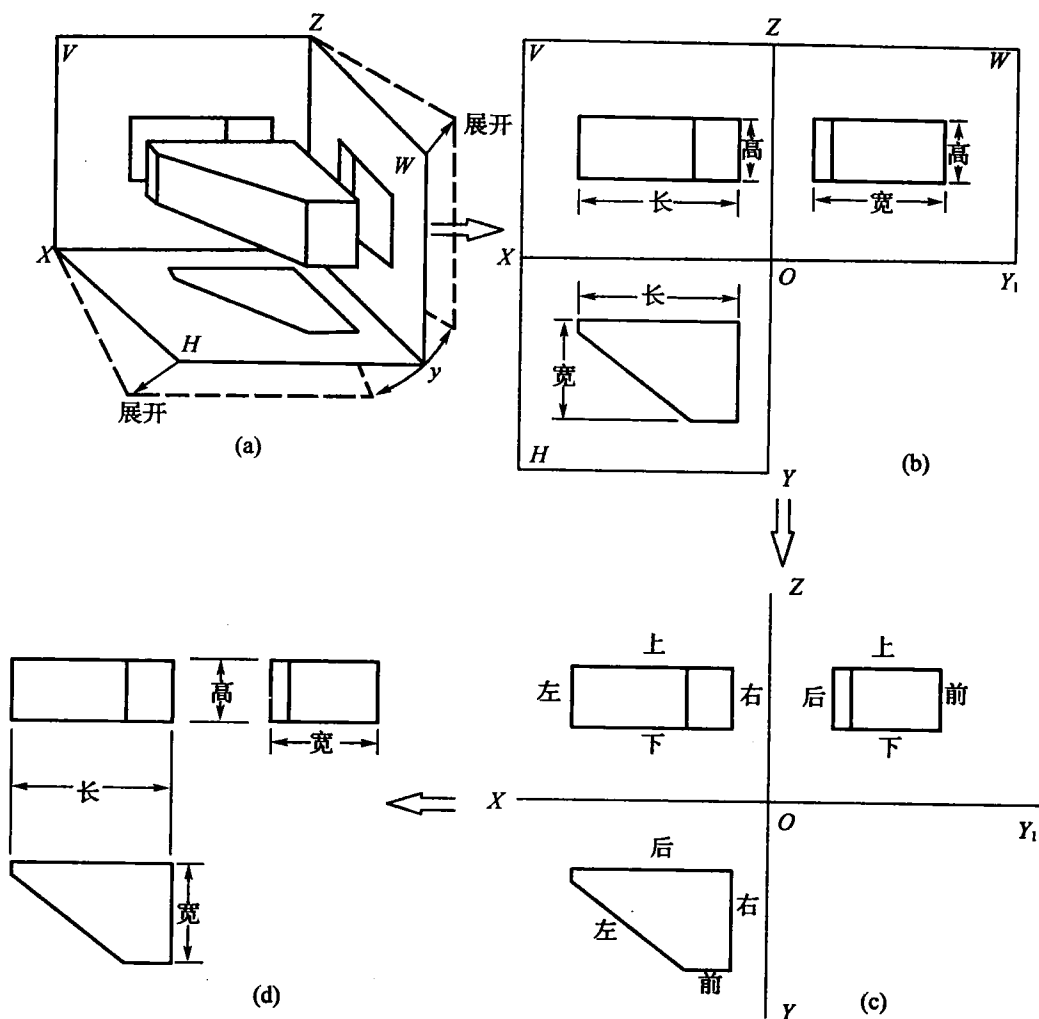


图 1-5 正投影与三视图

由图 1-5 可知,三维的空间物体经过正投影转化为二维的平面图形以后,物体的形状就不是“一目了然”了。要从三视图了解物体的形状,就必须经过由平面图形到空间物体的空间想象过程。这个相反的过程就是识图的关键。

(2)三视图的投影关系 一组三视图表达的是同一个物体,它们之间的尺度是互相关联的。主视图反映了物体的长度和高度。俯视图反映了物体的长度和宽度。侧视图反映了物体的高度和宽度。或者说,物体的长度由主视图和俯视图同时反映出来。物体的高度由主视图和侧视图同时反映出来,物体的宽度则由俯视图和侧视图同时反映出来,由此得出物体三视图之间如下的投影关系,如图 1-6 所示。

主视图与俯视图长度对正;

主视图与侧视图高度平齐;

俯视图与侧视图宽度相等。