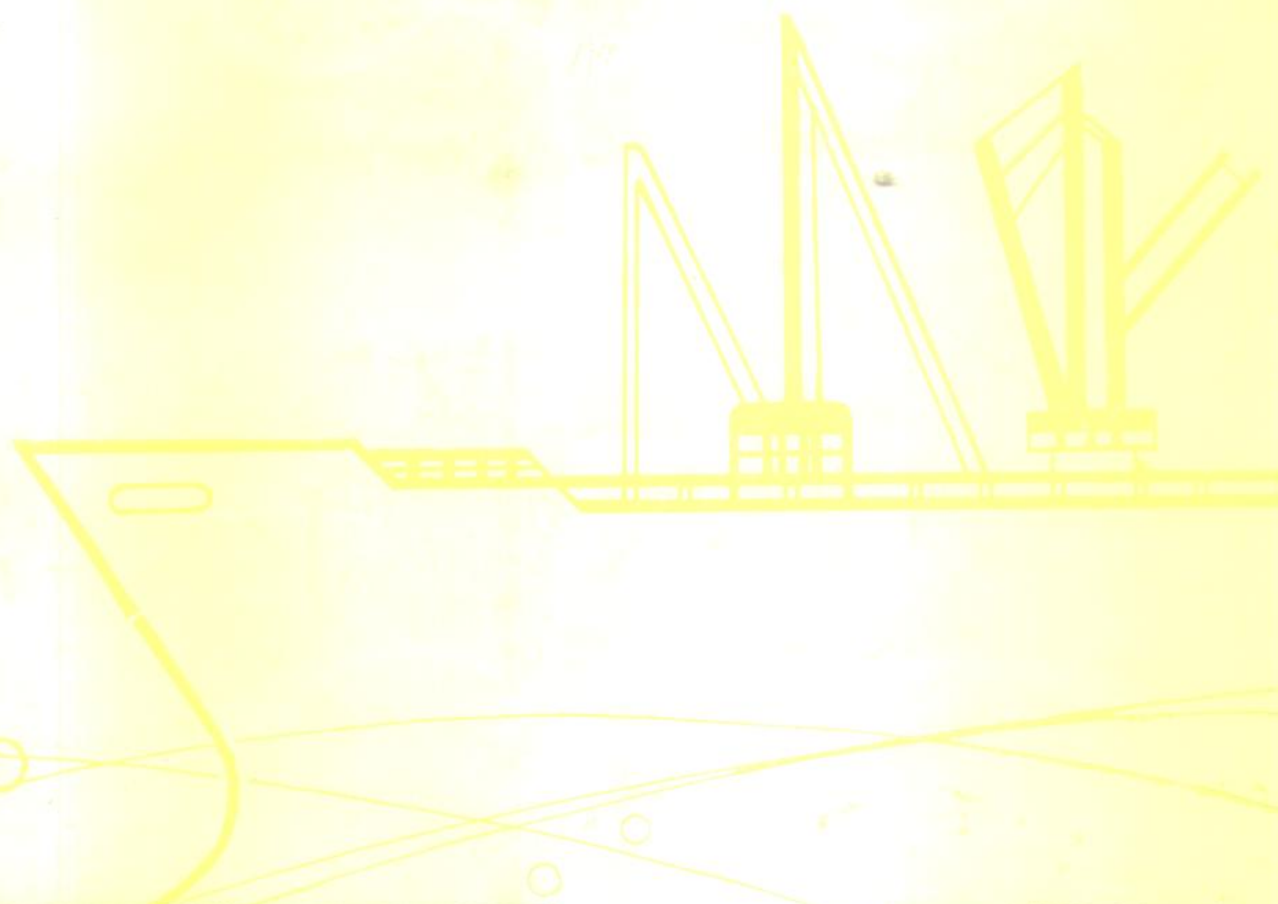


工人技术培训教材

船体结构与识图

林国庚 编



哈尔滨船舶工程学院出版社



290308

船体结构与识图

林国庚 编



哈尔滨船舶工程学院出版社

内 容 简 介

本书主要包括船体结构和船体制图基础, 船体识图两部分。船体结构部分着重介绍海洋干货船船体结构特点和构件布置原理与要求。船体识图部分着重介绍投影原理, 船舶制图基本知识和船体分段结构图的识读。本书内容充实, 通俗易懂, 切合实际。

本书可作为船厂工人技术理论教育和船舶技工学校船体专业的教材。

船体结构与识图

林国庚 编

哈尔滨船舶工程学院出版社出版

北京市新华书店发行

哈尔滨船舶工程学院印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张8 插页3 字数218千字

1987年11月第1版 1987年11月第1次印刷

印数: 1—5,500 册

统一书号: 15413·009 定价: 1.85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、船舶导航概论、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

目 录

第一章 船体图样概述	
第一节 船体图样的分类	1
第二节 图纸规格与图样比例	3
第三节 图线的型式、规格与用途	4
第二章 制图基础	
第一节 正投影与物体的三视图	7
第二节 物体上的面、线、点的投影特点	9
第三章 船舶制图基础	
第一节 钢板和常用型钢的规定画法	13
第二节 视图、剖视图和剖面图	19
第三节 节点图的画法与识读	23
第四节 尺寸与焊缝符号的标注	27
第四章 船体结构概述	
第一节 船舶度量	44
第二节 船体的组成	47
第三节 船体的受力、变形和强度	53
第四节 船体骨架的两种布置形式	57
第五章 舱壁结构	
第一节 舱壁的作用、种类和布置特点	59
第二节 平面舱壁结构	60
第三节 槽形舱壁和轻型舱壁	62
第六章 舷侧结构	
第一节 舷侧外板结构	65
第二节 舷侧骨架	67
第七章 船底结构	
第一节 单底结构	70
第二节 双层底结构	72
第三节 舳部结构	79
第八章 甲板结构	
第一节 甲板板的结构	81
第二节 甲板骨架	83
第三节 舱口结构	87
第四节 甲板结构的连接节点	88
第九章 首尾结构与上层建筑结构	
第一节 船首结构及其加强	93

第二节	船尾结构及其加强·····	96
第三节	上层建筑结构·····	100
第十章	基座和其它结构	
第一节	主机、辅机和锅炉的基座结构·····	103
第二节	轴隧、舵龙骨、舷墙和护舷材结构·····	106
第十一章	船体分段结构图的识读	
第一节	船体分段结构图的用途和种类·····	110
第二节	分段结构图的内容·····	110
第三节	识读分段结构图·····	112

第一章 船体图样概述

第一节 船体图样的分类

造船工业是一个综合性的工业，造船作业面大，内容也比较复杂。一般地说，它包括船体、轮机、电气、舾装等几大部分。船舶在建造过程中是严格按照有关图样进行施工的，因此船舶从设计到建造完工，需绘制大量图样，而船体图样则是船舶图样中的一部分。为了高质量、高效率地完成船舶建造任务，船体建造工人必须能熟练地识读各种船体图样。现将船体图样作一个大致的分类，以便于识读。

一、按图样内容分类

1. 船体基本图样

船体基本图样是全船性的图样，它是绘制其它局部性图样的依据，船体基本图样包括：

(1) 型线图：表示船体形状和大小，是进行船体理论计算和船体线型放样的主要依据。

(2) 总布置图：表示船体的外形、上层建筑形式以及船舶舱室划分、机械设备布置的图样。

(3) 船中剖面图（中横剖面图）：包括船体中段范围内的数个横向剖面图，表示船体纵向、横向构件的尺度大小，结构形式及其在船宽和船深方向的布置情况，是校核船体强度和绘制其它结构图样的主要依据。

(4) 基本结构图：包括一个纵向和数个水平方向的剖面图或剖视图，表示船体各构件的尺度大小，结构形式及其在船长、船宽和船深方向的布置情况。基本结构图与船中剖面图组成了表示全船结构的三向视图，也是校核船体强度和绘制其它结构图样的主要依据。

2. 船体结构图样：表示船体各构件的形状、大小、数量、连接情况、安装位置及工艺要求等。主要包括：

(1) 肋骨型线图：表示全船肋骨剖面的形状以及外板的纵横接缝位置和与外板相接的纵横构件的位置。

(2) 外板展开图：表示船体外板在横向展开（纵向不展开）后的形状、外板厚度的分布、外板纵横接缝的排列和外板上开孔的位置、大小尺寸。

(3) 分段结构图：根据船体分段划分情况，并依据基本结构图、肋骨型线图等图样绘制而成。表示船体各分段中所有构件的形状、大小、数量、材料、连接情况和工艺要求等。

(4) 基座结构图：表示各种主机、辅机基座的结构情况、构件形状和大小。

3. 船体舾装图样：表示各舾装件的布置和结构。可分为：

(1) 舾装布置图：表示各种舾装设备的布置情况，如锚设备布置图、舵设备布置图、起货设备布置图、救生设备布置图、扶梯栏杆布置图、木作和绝缘布置图等。

(2) 舾装结构图：表示舾装零件的结构、形状和大小，如舵结构图、桅结构图、烟囱结构图、水密门结构图和各种舱口盖结构图等。

4. 船体工艺图样：表示船体建造方法、安装顺序和工艺设备等。主要有：

(1) 分段划分图：表示船体分段划分情况和数量。

(2) 理论线图：表示船体构件的理论线位置，是船体放样、装配时确定构件形状和位置的依据。

(3) 胎架结构图：表示船体胎架的结构情况及其构件大小、形状等。

二、按设计与建造阶段分类

船舶从提出技术任务书到建造完工，需绘制一系列图样。目前，按其不同过程，通常分为初步设计、技术设计、施工设计、竣工设计四个阶段，这种划分的方法与先进造船国家相比，有一定差异，尤其是在设计深度上相差很多。所以，中船总公司在1983年对设计阶段的划分方法作了新的规定。现就两种划分方法及其内容分述如下：

1. 目前通常使用的设计阶段的图样

(1) 初步设计图样：初步设计的主要任务是根据船舶技术任务书中的各项要求，通过理论计算和必要的试验，初步决定船舶主要技术性能，如确定船舶的主要尺度、重量、航海性能等。在这一阶段，船体方面主要绘制船体型线图、中横剖面图、总布置图等。

(2) 技术设计图样：初步设计审查后，详细地考虑初步设计的审查意见，对原设计作必要的修改，并详细计算船舶的航海性能、船体强度以及考虑全船的舱室、机械、设备等的布置，更精确、更详尽地绘制总体图样、主要结构图样（中横剖面图、基本结构图、肋骨型线图、外板展开图、首尾端结构图等）和部分舾装图样（主要设备的布置和结构图等）。绘图时，更多地考虑到工艺方面的要求。

(3) 施工设计图样：技术设计审查后，结合工厂的技术水平和设备条件进行施工设计。施工设计图样比技术设计图样更多，且更多地考虑建造工艺问题。除了绘制经过修改后的技术设计中的所有图样外，还须绘制其它所有结构图样，以及舾装图样和部分工艺图样（船体分段划分图、船体理论线图）。为便于施工，这些图样都绘制得内容详尽，尺寸正确完整。

(4) 竣工图样：在船体建造过程中，实际施工与施工图样往往不可能一致，这时就对施工图样作必要的改动，所以完工后的船体在一些地方与原施工图样不一致。为此，必须绘制完工后的船体图样，供船舶修理时使用。通常竣工图样仅绘制型线图、总布置图、船中横剖面图、基本结构图、外板展开图、首尾柱图和船底、舷侧、甲板结构图等。

2. 国内正在推行的新的设计阶段

1983年中船总公司为学习国外经验，推动国内造船工业的发展，将我国造船设计的三个阶段作了新的划分：

(1) 初步设计：是解决造什么样船的第一个阶段。其内容包括详细的技术规格说明书、总布置图、中横剖面图、机舱布置图、主要设备厂商表等。作为签订合同的依据。

(2) 详细设计：详细设计是根据造船合同确认的初步设计以及修改意见书进行的，是解决造什么样船的第二个阶段。这个阶段的设计是：通过各个具体的技术专业项目的设计、计算和关键图纸的绘制，解决设计中的基本和关键技术问题，最终确定船舶的全部技术性能、重要材料和设备的选型及订货要求、各项技术要求和标准，提供验船机构规定送审的

图纸和技术文件、提出材料设备订货单，以及为生产设计提供必须的图纸、技术文件和数据等。

(3) 生产设计：是解决怎样造船的一个阶段。是根据已认可的详细设计，结合工厂的具体情况，提出零件加工、装配步骤和程序的图表、建造方案和施工要领、管理图表。船体部分的生产设计包括建造方针、施工要领、钢材预估、钢材管理、工程管理、放样、套料、号料、拼板、切割、加工、部件装配、分段装配、船台合拢、分段重量、焊接方法与条件、脚手架、吊环、临时开孔等。

第二节 图纸规格与图样比例

一、图纸的规格

为了便于装订和统一保管图纸，国家对图纸的幅面尺寸作了规定。在绘制船体图样时，采用的图纸标准幅面有五种，每种都用代号表示，代号每大一号，图纸面积缩小一半，见表1-1。

表1-1 图纸幅面规格(mm)

幅面代号	0	1	2	3	4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				

表 1-1 中字母 B 和 L 分别表示图纸短边和长边的尺寸。每张图样不论是否装订，都要用粗实线画出边框，字母 c 和 a 既表示图内边框到图纸边的距离，如图1-1所示。

绘制图样时，以上五种图纸标准幅面得到优先采用，但有的图纸根据实际需要按规定作了加长或加宽。

每张图纸除边框线外，在图框右下角有一标题栏，标题栏的大小和格式，也有统一规定，一般已预先印刷好。

二、图样的比例

1. 比例的选择和标注

船体结构的实际尺度很大，绘制图样时不可能按它们的实际尺寸绘制在图纸上，一般要缩小很多倍，才能绘成图。而有的零件、部件尺寸又较小，如果要表示得清晰，就需将它们放大绘出。这种图形大小与实物大小之比称为图样的比例。例如比例1:50，就是说图样上的1mm长代表实际长度50mm，即图样上图形是实物大小的1/50。又如比例2:1，表示图形大小是实物大小的2倍。

图样中比例的选用，应根据国家标准规定的比例优先选取。绘制船体图样采用的比例

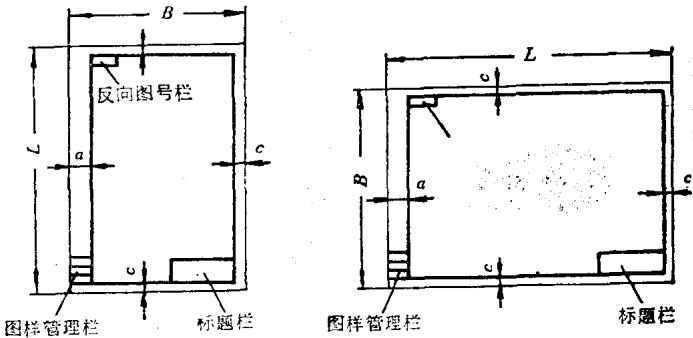


图1-1 图样的格式

见表1-2规定。

表1-2 船体图样的比例

	优 先 采 用 的 比 例				允许采用的比例	
与实物相同	1:1					
缩小的比例	1:2	1:2.5	1:5	1:10 ⁿ	1:30	1:40
	1:2×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ		1:5×10 ⁿ		
放大的比例	2:1	2.5:1				

表中 n 为正整数

选取比例时主要根据绘制物体的尺寸、画在图纸上的清晰程度以及图纸幅面的大小来决定。在同一张图纸中可能包括若干个视图，而在同一个视图中应采用同样的比例，不同的视图可采用不同的比例。

在每张图样上都注明所采用的比例。在同一张图样中各视图都采用同一种比例时，此比例标注在标题栏内。同一张图样中各视图采用不同比例时，主要视图的比例标注在标题栏内，其它各视图的比例标注在该视图名称线的下方，同时在比例的前面加写字母 M ，如 $M1:10$ 等。标题栏内已有比例二字，在填写比例时，可省略字母 M 。

2. 比例尺的使用

当图样采用缩小比例绘制时，为了避免换算，可用比例尺直接量取尺寸。常用比例尺的形状是一个三棱柱，故比例尺又叫三棱尺。三棱柱的三个面上刻着六种不同的比例。一种比例尺上刻着1:500、1:1000、1:1250、1:1500、1:2000和1:2500；另一种比例尺上刻着1:100、1:200、1:300、1:400、1:500和1:600。在船体制图中多采用前一种比例尺，因为它的六种比例较符合表1-2中所规定的优先采用的缩小比例。在比例尺中虽然只刻着六种比例，但可以用它量取表1-2所列的各种缩小比例。因为相差10ⁿ倍数的比例，只要把比例尺上所表示的长度除以或乘以10ⁿ即可。例如比例尺中1:500一项中，尺上的第一个数码标注为10m，尺上0~10m这段长度即表示10m长缩小到1/500后的长度。0~10m之间分为10格，每格为1m，每格又分为两小格，每小格为0.5m，见图1-2。小于0.5m或0.5~1m间的数值用目测估计。如果1:50或1:5的比例用1:500的比例尺来量取尺寸时，只要把比例尺上所标注的长度除以10或100即可。例如作为1:50来量取时，将尺上的刻度10m除以10得1m，即1:500尺标中的10m在1:50中表示1m，其它刻度类推。同样地，1:500尺标中的10m在1:5中表示0.1m。例如，用1:500量取12300和用1:50量取1230；1:5量取123时，在尺上为同一刻度，见图1-2中箭头所指处。其中第三位数字3是用目测估计的。

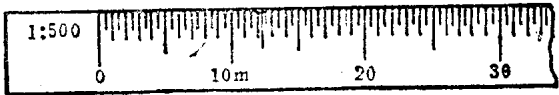


图1-2 1:500比例的尺标

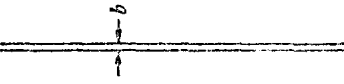
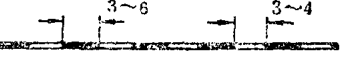
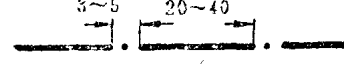
第三节 图线的型式、规格与用途

船体图样是由图线、数字和一些文字说明组成的。船体图样中的图线除用来绘出物体的形状外，还用它来表示船体构件的投影。因此，熟悉图线的型式，正确地掌握它的画

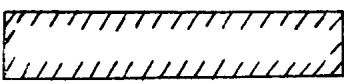
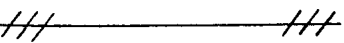
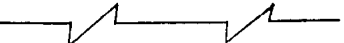
法及其在图样中所表示的意义, 对于绘制和阅读船体图样具有重要意义。

船体图样中所采用的图线型式、规格及其用途, 见表 1-3 所列。

表1-3 图线的型式、规格和应用

序号	名称	型式和规格	图线宽度	应用范围
1	粗实线	1.粗实线 	b (0.4~1.2 mm)	1.小比例时钢板和型钢的可见剖面 2.移出剖面和剖视图中的轮廓线
2	细实线	2.细实线 	$b/3$ 或更细	1.船体、钢板、型钢和各种开孔的可见轮廓线 2.型线图上的型线和格子线 3.尺寸线和尺寸界线 4.剖面线和指引线 5.板缝线 6.件号圆圈线及局部放大图的范围线 7.基线、水线及总布置图和型线图的中心线
3	双细实线	3.双细实线 	每根线为 $b/3$ 或更细	1.小比例时钢板、型钢厚度的可见轮廓线 2.总布置图中木板厚度的可见轮廓线
4	粗虚线	4.粗虚线 	b	1.小比例时, 非水密板材厚度的不可见投影, 如T型钢腹板、肘板、各种非水密舱壁、平台、甲板、围壁、肋板等 2.在不需区分水密与非水密的图样上可用来表示不可见的水密构件, 如总布置图中的内底板、横舱壁板、甲板等
5	细虚线	5.细虚线 	$b/3$ 或更细	1.钢板、型钢的不可见轮廓线 2.肋骨、横梁、纵骨、扶强材等小构件的不可见投影的简化线
6	轨道线	6.轨道线 	b	小比例时, 水密、油密板材厚度的不可见投影, 如水密或油密的肋板、内底板、甲板、平台、舱壁等。
7	粗点划线	7.粗点划线 	b	1.甲板纵桁、强肋骨、强横梁、舷侧纵桁及加强筋材等强构件的可见投影的简化线 2.非本图所显示而邻接的钢板、型钢在小比例时的可见剖面
8	细点划线	8.细点划线 	$b/3$ 或更细	1.轴中心线、对称中心线、折角线和开孔对角线 2.肋骨、横梁、纵骨、扶强材等小构件的可见投影的简化线 3.总布置图中液舱的对角线

续表

序号	名称	型式和规格	图线宽度	应用范围
9	细双点划线	9. 细双点划线 	$b/3$ 或更细	9. 非本图或本剖面所属范围内的构件可见投影轮廓线 10. 假想线，如肋骨型线图上的截肘板顶线、肋板顶线等
10	粗双点划线	10. 粗双点划线 	b	1. 甲板纵桁、强肋骨、强横梁、舷侧纵桁及加强桁材等强构件的不可见投影的简化线
11	阴影线	11. 阴影线 	$b/3$ 或更细	焊接覆板的可见轮廓线
12	斜栅线	12. 斜栅线 	$b/3$ 或更细	分段或总段的接缝线
13	折断线	13. 折断线 	$b/3$ 或更细	长距离断裂线
14	波浪线	14. 波浪线 	$b/3$ 或更细	1. 短断裂线 2. 视图与剖视、剖面的分界线 3. 局部剖视或局部放大图的边界线

图线粗细的选择主要根据图样的大小、复杂程度以及图样的用途而定。粗实线的宽度 b 取 $0.4 \sim 1.2\text{mm}$ 为宜。图线粗细一经选定，则在同一图样中所有的视图、剖面图、节点详图等同类图线的粗细、浓淡都要保持一致。虚线、点划线、双点划线和轨道线的线段长短和间隔也要各自大致相等。但用点划线或双点划线画小圆或小圆弧有困难时，允许用细实线代替，在地位较小处画虚线或点划线时，允许线条规格较规定尺寸为小。

习 题

1. 用比例尺在纸上画出下列长度的直线：

- (1) 以 $M1:2$ 、 $M1:2.5$ 画出：50、78、100、163、248；
- (2) 以 $M1:5$ 画出 160、242、306、431、583；
- (3) 以 $M1:10$ 画出 230、313、574、946、1129；
- (4) 以 $M1:20$ 、 $M1:25$ 画出 750、895、1036、1565、2354；
- (5) 以 $M1:50$ 画出 1087、1312、1892、2437、4540；
- (6) 以 $M1:100$ 画出 2373、4484、7900、1152、1322。

2. 按照图线的宽度和规格要求，在纸上用铅笔每种图线各画四根，每根之间的间距为 5mm ，每根长 100mm 。

第二章 制图基础

第一节 正投影与物体的三视图

一、物体的正投影

图 2-1 是船底的一块肋板的立体图。它虽然很直观,也符合人们通常所观察到的物的形象,但是这种立体图并不能表示出这块肋板的真实形状,而且绘图十分麻烦。但采用正投影法绘制的投影图,即可避免立体图的上述缺点。

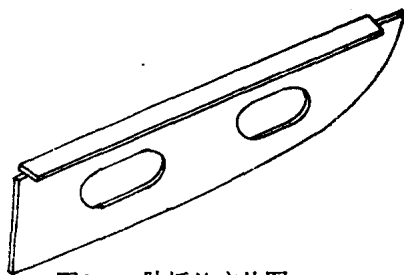


图 2-1 肋板的立体图

如果在 T 型钢的后面设一竖直的平面,并使 T 型钢的腹板平面与此竖直平面相平行,再用一束平行光线垂直地向竖直平面照射,这样就在竖直平面上得到 T 型钢的影子,见图 2-2(a)。这个影子即称为 T 型钢的投影,而此竖直平面称为投影面,平行光线称为投影线。但是用光线作投影线只能得到物体的外形轮廓,并没有把物体的形状表达完整。如果以人的眼睛的视线来代替平行光线,并把所看到的物体的所有轮廓用规定的图线画出来,就得到了该物体的平面投影图。如图 2-2(b), T 型钢面板与腹板的轮廓都清晰地表示出来了。这样的绘图方法称为正投影法,所得到的平面图形称为正视图。

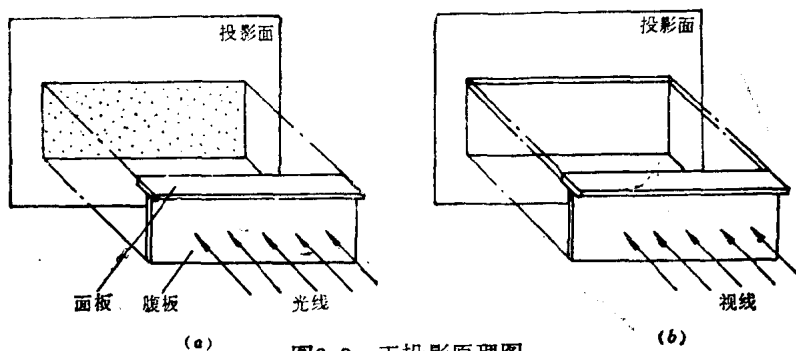


图 2-2 正投影原理图

正投影法的特点是:

1. 物体的位置在观察者与对应的投影面之间。
2. 投影线相互平行,且垂直于投影面。
3. 观察者与物体以及物体与投影面之间的距离,不影响物体的投影。

二、物体的三视图

一个方向的视图只能反映出这个方向上物体的真实形状,其它方向上的真实形状要由其它方向上的视图来反映。如图 2-3 中角钢正视图与图 2-2(b) 中 T 型钢的正视图是一样的。要区别它们,就要从几个方向对物体进行投影,通常是从三个互相垂直的方向将物体投影到三个互相垂直的投影面上得到三个视图,如图 2-4 所表示的 T 型钢的三视图。一

般选择能够清楚地反映物体基本形状的方向作为主要投影方向，其视图称为主视图。从上向下投影得到的视图称为俯视图，从左向右投影得到的视图称为左视图。主视图、俯视图和左视图所在的投影面分别称为正投影面、水平投影面和侧投影面。对于形状特殊的物体，除主视图外可采用从右向左投影得到的右视图和从下向上投影得到的仰视图。

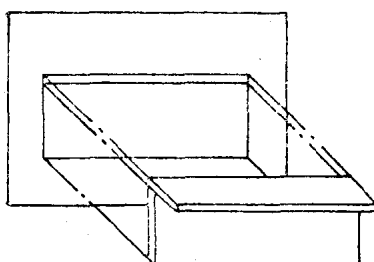


图2-3 角钢的正投影

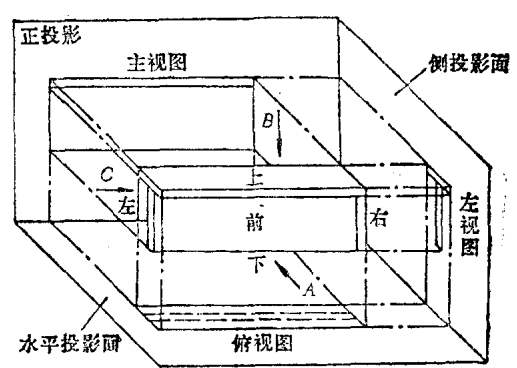


图2-4 T型钢的三视图

在船体图样中，规定物体可见轮廓线以细实线表示，不可见的轮廓线以细虚线表示。这与机械制图中物体的可见轮廓线用粗实线表示不一样。在船体图样中，粗实线表示的意义，已在第一章中作了说明。

为了把空间的三个视图画在同一张纸上，必须把三个视图展平。方法是正投影面不动，水平投影面向下旋转90°，把左视图向右旋转90°，这样，三个投影面就在同一个平面上了。这时俯视图在主视图的下方，左视图在主视图的右方（如图2-5所示）。由于投影面的大小以及物体与投影面的距离与视图无关，因此投影面的边框与它们相互的交线都不必画出。三个视图相互位置既已规定，视图的名称就不必标注。

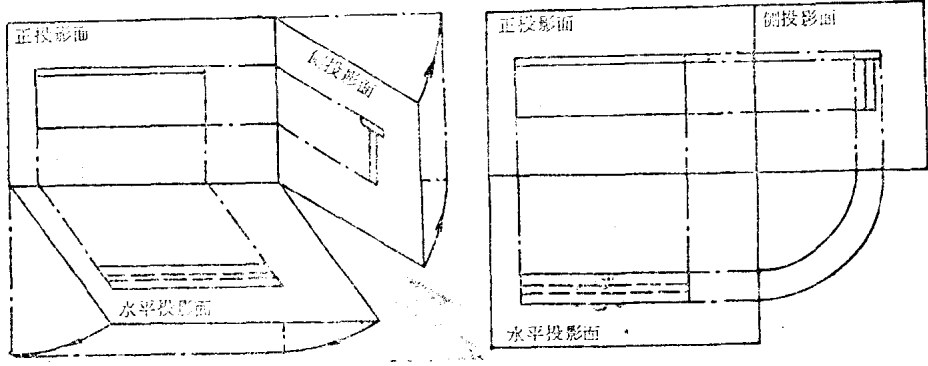


图2-5 三视图的展平

三个投影面展开后，三个视图间保持如下的投影关系：

1. 主视图和俯视图都反映了物体的长度，而且长对正。
2. 主视图和左视图都反映了物体的高度，而且高齐平。
3. 俯视图和左视图都反映了物体的宽度，而且宽相等。

第二节 物体上的面、线、点的投影特点

船体结构图样就是用正投影法绘制的船体结构的视图。船体构件的形状、大小是由构件表面的面、线所决定的。因此要正确地绘制、识读船体图样,就必须掌握面、线的投影规律。

一、平面的投影特点

图 2-6 所示的是一块梯形肘板的投影。肘板的梯形表面 $ABCD$ 平行于正投影面,而垂直于其它两个投影面。由图 (a) 可看出梯形表面 $ABCD$ 与它在正投影面上的投影梯形 $a'b'c'd'$ 的形状是完全相同的;而在水平投影面和侧投影面上的投影分别是直线 bc 和直线 $a''b''$ 。肘板的左侧面 $ABEF$ 垂直于正投影面,但倾斜于其它两投影面,由图 (b) 可看出左侧面 $ABEF$ 在正投影面上的投影为直线 $a'b'$,而在水平投影面和侧投影面上的投影分别为比原长方形侧面 $ABEF$ 缩小的长方形 $abef$ 和长方形 $a''b''e''f''$ 。

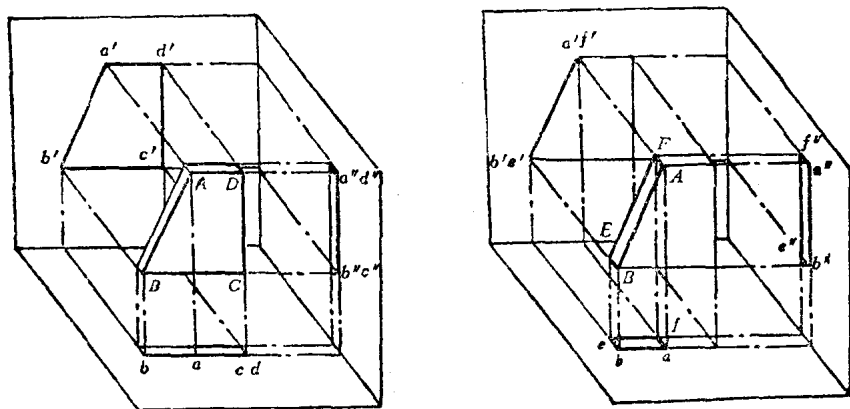


图2-6 平面的投影

因此,平面相对于投影面的位置不同,投影也不同。平面的投影特点是:

1. 平面平行于投影面时,其投影为原平面的真实形状。
2. 平面垂直于投影面时,不论平面的形状如何,其投影都是一条直线。同时,在该平面内的任何图形、线和点的投影都重合在这条直线上。
3. 平面倾斜于投影面时,其投影的形状改变,而且比原来的平面缩小。

二、直线的投影特点

两平面相交所得的交线是一条直线。在图 2-7 中梯形肘板的每条边都是由相邻两个平面相交而成的。如直线 AB 是由肘板的前面和左侧面相交而成,直线 CD 是由肘板的前面和右侧面相交而成,而且直线 AB 平行于正投影面而倾斜于水平投影面和侧投影面,直线 CD 平行于正投影面和侧投影面而垂直于水平投影面。由图中可以看到直线 AB 的正投影 $a'b'$ 也是一条直线,其长度与直线 AB 的长度相等;直线 AB 的水平投影 ab 和侧投影 $a''b''$ 也分别是一条直线,但是直线 ab 和直线 $a''b''$ 的长度都小于直线 AB 的长度。同时直线 CD 的正投影 $c'd'$ 和侧投影 $c''d''$ 也是直线,它们的长度都等于直线 CD 的长度,而直线 CD 的水平投影缩小为一个点。

因此直线相对于投影面的位置不同, 投影也不同, 其特点为:

1. 直线平行于投影面时, 投影为长度相等的直线。
2. 直线垂直于投影面时, 投影为一个点。
3. 直线倾斜于投影面时, 投影为长度缩短的直线。

三、圆柱曲面的投影特点

曲面分简单曲面和复杂曲面两类。只在一个方向上弯曲的称为简单曲面, 如圆柱曲面和流线型舵面等。在两个方向上都弯曲的曲面称为复杂曲面, 如船体外板的表面。船体外板表面的形状无法用一般的三视图表达, 而是用型线图的方法表达。而船体结构中除船体外板的表面为复杂曲面外, 其它曲面大多为圆柱曲面或与其基本相似的柱形曲面。这里只介绍圆柱曲面的投影。

圆柱曲面可以看成由直线 AA 绕轴线 OO (AA 平行于 OO) 旋转而成。在圆柱面上任意位置的一条直线称为圆柱面的一条素线, 见图 2-8。因此, 圆柱面是由许许多多素线集合而成的。因此圆柱面只在与素线垂直的方向上 (现为水平方向) 具有曲度, 而在素线方向是没有曲度的。现对此圆柱面进行投影, 并使它的素线垂直于水平投影面, 见图 2-9。由于直线垂直于投影面时, 其投影是一个点, 因此圆柱面上每一根素线在水平投影面上的投影都是一个点, 而所有素线在水平投影面上的投影就组成了一个圆, 且此圆的直径与圆柱面的直径相等。在正投影面和侧投影面上此圆柱面的投影各为一个矩形。这两个矩形的上、下两条直线是圆柱体的顶面和底面的投影, 它的长度等于圆柱的直径; 而矩形的两条垂直线, 在主视图上为最左、最右的两条素线的投影, 它们是圆柱面的前、后面转向轮廓线; 在左视图上的则为最前、最后两根素线的投影, 它们是圆柱面的左、右两半部的转向轮廓线, 它们的长度等于轮廓素线的长度。

四、平面曲线的投影特点

平面曲线是由平面和曲面相交而得到的, 因此组成平面曲线的每一个点都处于同一个平面上。

图 2-10(a) 所示的平面曲线 $ABCD$ (圆周曲线) 的投影可通过 A 、 B 、 C 、 D 四个特殊位置的点的投影来表示。从图中可见, 曲线 $ABCD$ 所

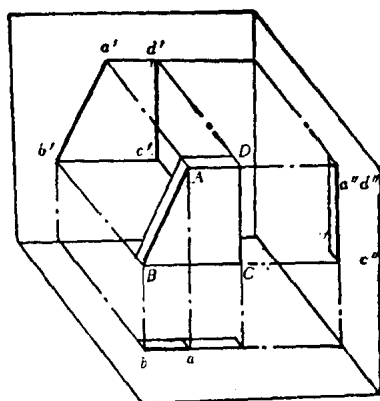


图 2-7 直线的投影

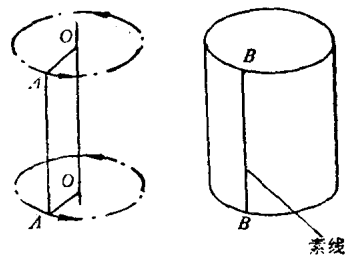


图 2-8 圆柱面的形成

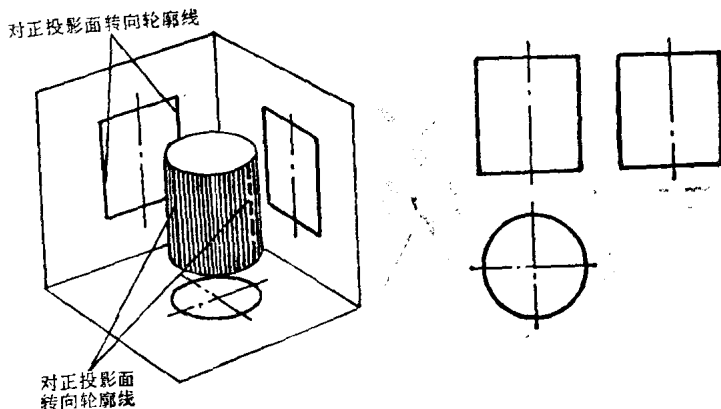


图 2-9 圆柱面的三视图

构成的平面平行于水平投影面，它在水平投影面上的投影 $abcd$ 为曲线的真实形状；曲线 $ABCD$ 所构成的平面垂直于正投影面和侧投影面，因此曲线 $ABCD$ 在这两个投影面上的投影 $a'b'c'd'$ 和 $a''b''c''d''$ 都是直线。

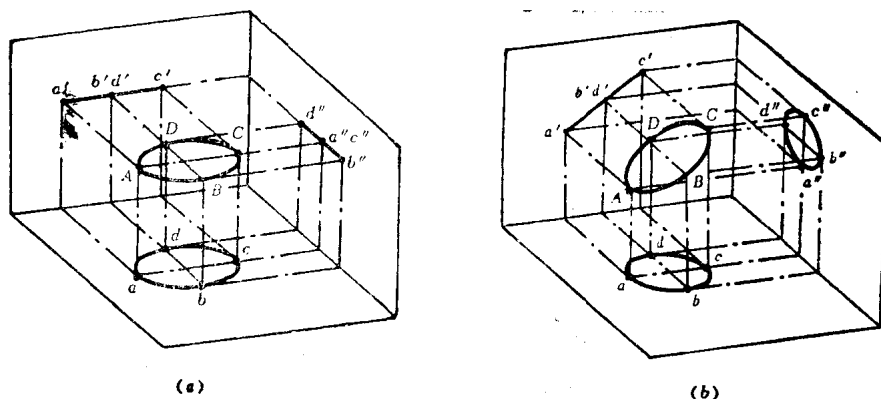


图2-10 平面曲线的投影

当平面曲线不平行于任何一个投影面，而曲线所构成的平面垂直于正投影面时，它在正投影面上的投影为一条直线，而在水平投影面和侧投影面上的投影是变形的曲线，见图2-10(b)。所以在此三视图中没有一个能反映它的真实形状。

因此，平面曲线的投影特点是：

1. 平面曲线所在的平面平行于投影面时，平面曲线的投影是它的真实形状。
2. 平面曲线所在的平面垂直于投影面时，平面曲线的投影是一条直线。
3. 平面曲线所在的平面倾斜于投影面时，平面曲线的投影是一条形状改变了的曲线。

五、点的投影特点

点是组成物体形状的最基本的要素，连接平面上任意两点，可以得到唯一的一条直线。因此求直线的投影，实际上就是求直线上两个点（一般是线段的两个端点）的投影。

点在物体上的位置可用长、宽、高三个数值来确定。通常是先确定三个基准平面（可以是三个投影面，也可以是物体上三个假定的互相垂直的基准平面），然后以该点距三个基准平面的长、宽、高来确定其位置。图2-11(a)中的肘板，是以其底面、右面和后面作为三个基准平面。点A的位置，可以用点A距右面的长度 x_a 、距后面的宽度 y_a 、距底面的高度 z_a 来确定。因此前述三视图中“长对正、高齐平、

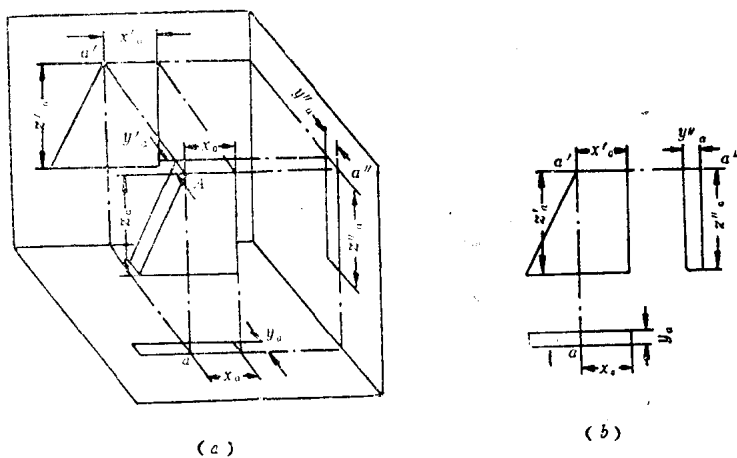


图2-11 点的投影

度 x_a 、距后面的宽度 y_a 、距底面的高度 z_a 来确定。因此前述三视图中“长对正、高齐平、