



· 普通高等院校“十二五”规划教材

船体结构与制图

(第2版)

龚昌奇 刘益清 谢玲玲 编著

C H U A N T I J I E G O U Y U Z H I T U



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校“十二五”规划教材

船体结构与制图

(第2版)

龚昌奇 刘益清 谢玲玲 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书介绍了船体图样表达的内容与方法以及国家和行业关于船体制图的标准与规定;以船舶总体图样为重点,主要内容包括型线图、总布置图、船体主要结构和中横剖面图、基本结构图、节点图、肋骨型线图和外板展开图、分段划分图与分段结构图等各种船体图样的绘图和识读方法;简要介绍了工程设计的常用软件 AutoCAD 的基本使用方法,主要侧重于在船体制图中的应用和作图技巧。

附录提供了国内外有关的标准摘要以及最常用的船舶型材资料。

本书为船舶工程专业本科教材,也可以作为各类船舶院校教学参考书或造船行业有关人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

船体结构与制图/龚昌奇,刘益清,谢玲玲编著.—2
版.—北京:国防工业出版社,2013.6
ISBN 978-7-118-06937-2

I. ①船... II. ①龚... ②刘... ③谢... III. ①船
体结构—高等学校—教材②船体—制图—高等学校—教
材 IV. ①U663

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 128795 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 396 千字

2013 年 6 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

本书是为船舶工程专业学生所编写的专业基础教材,目的是使读者通过学习了解船体图样的主要内容和表达方法,熟悉船体制图的国家和行业标准及其有关规定。

船体制图教学,以图为主。本书在编写中突出这一特点,以 1000t 沿海货船为基础,结合新近设计和建造的船舶,配以大量的平面及立体图,力求做到深入浅出,通俗易懂。

“船体结构与制图”是一门实践性较强的课。该课程的学习,必须通过实践与练习加深理解和巩固知识。为便于教学和学生自学,本书每章前编写了章节的学习要点、目的要求以及学习方法;章末汇编了适量的思考题和习题。使用者可以针对不同教学对象的程度和特点,对教学内容和习题进行取舍和调整。

本书主要编写人:第 3 章及部分附录由谢玲玲编写;第 10 章由刘益清编写;龚昌奇编写其余章节和绘制全书插图,并负责全书的统稿。

在本书的编写中,武汉理工大学船舶与海洋工程设计学科教研团队和武汉理工华东船舶设计研究院给予了大力的支持;吴俊逸教授对全书的所有章节进行了通读并作了详细审改,提出了具体的意见和建议;王肇庚教授对全书的选图和配置进行了审阅和修改。在此,对这些前辈和同事表示由衷感谢!

本书再版,根据教学过程中反馈的信息,对第 1 版不够严谨和错、漏之处作了相应的调整与修改。

编 者
2013 年 2 月
于武汉理工大学

目 录

绪论	1
0.1 船体图样的分类与作用	1
0.2 船体图样的发展沿革	2
0.3 关于本课程学习方法的建议	4
练习题	5
第1章 船体图样和船舶标准	6
1.1 船体图样的相关标准及送审图纸	6
1.1.1 船舶设计与图纸	7
1.1.2 船体制图的一般规定	8
1.1.3 船体图样中的图形符号	9
1.2 船体图样的投影体系与表达方式	10
1.2.1 投影体系与图名	10
1.2.2 船体图样的表达方法	12
1.3 船体制图图线及其应用	17
1.4 金属船体构件理论线	19
1.4.1 金属船体构件理论线的基本原则	19
1.4.2 金属船体构件理论线的其它规定	20
1.5 船舶焊缝符号及标注	22
1.5.1 焊缝形式	22
1.5.2 焊缝符号	23
练习题	24
第2章 型线图	27
2.1 船体型表面与主尺度	28
2.1.1 船体型表面及特殊型线	28
2.1.2 船体形状的描述	29
2.1.3 船体主尺度	30
2.2 型线图的基本视图	32
2.2.1 纵剖线图	33
2.2.2 横剖线图	33
2.2.3 半宽水线图	33

2.2.4	型线图的布置	35
2.3	型值表	35
2.3.1	型值	35
2.3.2	型值表	35
2.4	型线图的标注	38
2.4.1	编号与标注	38
2.4.2	尺寸标注	38
2.5	型线图绘制与识读	40
2.5.1	绘制格子线	40
2.5.2	绘制肋位线	41
2.5.3	轮廓线的绘制	41
2.5.4	横剖线的绘制	42
2.5.5	半宽水线的绘制	42
2.5.6	纵剖线图的绘制	43
2.5.7	其它图线的绘制	45
2.5.8	型表面上几何要素的求作	47
	练习题	48
第3章	总布置图	55
3.1	总布置图表达方法的特点	55
3.1.1	图形符号表示	56
3.1.2	视图省略尺寸	56
3.2	总布置图的组成和画法	57
3.2.1	侧面图的画法	57
3.2.2	甲板和平台图的画法	59
3.2.3	舱底图的画法	59
3.2.4	总布置图的图线应用	61
3.2.5	总布置图的图形符号及梯道表达特点	62
3.3	总布置图的表示内容及识读方法	63
3.3.1	布置图表示的内容	63
3.3.2	识读总布置图	64
3.4	总布置图的绘图步骤	68
	练习题	69
第4章	节点图	73
4.1	船体板材与各种型材的视图表达和尺寸标注	73
4.1.1	板材的表达方法	74
4.1.2	板材与肘板的尺寸标注	74
4.1.3	常用型材的画法及尺寸标注	76
4.1.4	型材的端部形式	77

4.2	板材和型材的连接画法	78
4.2.1	板与板的连接	78
4.2.2	型材与型材的连接	79
4.2.3	板材与型材的连接	80
4.2.4	型材的贯穿	80
4.2.5	结构上的流水孔、透气孔和通焊孔	82
4.3	典型节点读图	84
4.3.1	典型节点图例	84
4.3.2	典型节点及尺寸标注举例	85
4.4	绘制节点图	90
	练习题	91
第5章	船体主要结构与中横剖面图	94
5.1	船体强度与船体骨架	94
5.2	船体骨架的结构形式	95
5.3	船体基本结构(一)	95
5.3.1	船底结构	96
5.3.2	舷侧结构	101
5.3.3	甲板结构	104
5.3.4	舱口结构	106
5.3.5	舷墙	107
5.3.6	支柱	107
5.4	典型横剖面结构	108
5.5	中横剖面图	111
	练习题	115
第6章	船体结构与基本结构图	118
6.1	船体基本结构(二)	118
6.1.1	艏、艉结构	118
6.1.2	艏、艉柱结构	121
6.1.3	舱壁结构	122
6.2	基本结构图	124
6.2.1	基本结构图的表达内容	124
6.2.2	基本结构图的绘制	130
	练习题	131
第7章	肋骨型线图与外板展开图	132
7.1	肋骨型线图	132
7.1.1	肋骨型线图的组成、表达内容和图线的运用	132
7.1.2	绘制肋骨型线图	133

7.2	外板与甲板板	137
7.2.1	外板	138
7.2.2	甲板板	139
7.3	外板展开图	140
7.3.1	外板展开图的表达内容及特点	140
7.3.2	外板展开图的图线应用	141
7.3.3	绘制外板展开图	141
	练习题	143
第8章	船体分段划分与分段结构图	145
8.1	分段划分图的组成、表达内容和特点	145
8.1.1	分段划分图的视图	145
8.1.2	船体分段的编号	146
8.1.3	分段划分图的特点	150
8.1.4	分段划分图绘制方法和步骤	150
8.2	船体分段结构图	151
8.2.1	分段结构图的作用	151
8.2.2	分段结构图的组成和表达内容	151
8.2.3	分段结构图的绘制方法和步骤	155
	练习题	157
第9章	船体舾装图简介	159
9.1	舾装设备布置图	159
9.1.1	舾装设备布置图的特点	159
9.1.2	各种典型舾装布置图	160
9.1.3	舵装置图	160
9.1.4	其它船体舾装布置图	160
9.2	舾装结构图	166
9.2.1	舵设备结构图	166
9.2.2	锚设备结构图	166
9.2.3	其它舾装结构图	166
	练习题	167
第10章	计算机船舶绘图基础	168
10.1	概述	168
10.1.1	AutoCAD 的功能特点	168
10.1.2	AutoCAD 绘图环境	169
10.2	用户绘图环境设置	170
10.2.1	绘图单位与幅面	170
10.2.2	绘图辅助工具	171

10.2.3	绘图的常用术语	173
10.2.4	层的概念及线型和色彩设置	173
10.3	基本作图	175
10.3.1	坐标系	175
10.3.2	数据的输入	175
10.3.3	命令的输入与执行	176
10.3.4	基本绘图命令及选项	176
10.4	图形显示控制	179
10.4.1	图形缩放	179
10.4.2	图形移动	179
10.5	图形编辑	180
10.5.1	目标选择的方式	180
10.5.2	基本图形编辑命令	180
10.6	块的定义与应用	186
10.7	图样文本标注	188
10.7.1	建立文本样式	188
10.7.2	文本标注	188
10.8	图样尺寸标注	190
10.9	船体图样绘制示例	192
10.9.1	绘型线图	192
10.9.2	绘结构和节点图	193
10.9.3	绘总布置图	196
10.10	绘图机输出	196
	练习题	198
附录一	船舶建造图纸中的图线(ISO 128-25)	199
附录二	船体相关国标与船标	208
附录三	船舶焊缝符号及标注	218
附录四	手工绘制型线图格子线	222
附录五	船舶布置图图形符号(CB 3894—83)摘要	226
附录六	常用船舶型材表	229
附录七	图样及技术文件分类号	241
附录八	船舶工程 AutoCAD 制图标准的相关规定	244
附录九	船体结构与制图常用中英文名词术语	249
	参考文献	254

绪 论

(1) 内容要点 船图分类、船图的历史沿革。

(2) 目的要求 了解船体图样的分类。

(3) 学习方法 通读本章,检索相关产品图样标准,参观船模或实船,建立对船舶的总体认识。

“千言万语抵不上一张图。”船体图样在船舶工程中的作用是语言和其它交流形式无法替代的。

船体制图课程主要研究运用正投影法绘制船体图样,并解决在船舶设计和建造过程中遇到的空间几何问题的理论和方法;是一门理论与实践相结合的专业基础课程;目的是培养学生具有绘制和阅读船体图样的能力,并能够解决实际工程中的图解问题。

课程和主要任务是:

(1) 研究船舶设计与制造过程中的图示和图解问题。

(2) 培养绘制和阅读船体图样的能力。

(3) 培养对船体工程中空间几何问题的想象与解决能力。

用图样来表达船舶设计意图,进行科技思维和技术交流,指导和组织生产,是现代造船技术的基本方法和交流手段。没有船体图样,船舶的设计和生产过程是无法进行的。因此,船体图样是船舶科技和工程人员必须掌握的工程语言。

由于船舶具有形体大、结构复杂、设备和材料种类繁多、技术综合性强等特点,船体图样在表达方法、尺寸标注和图线运用等方面具有自身的特点。

0.1 船体图样的分类与作用

船舶图样包含船体、轮机和电器三大类,船体图样是其中重要的组成部分。船体图样的种类如表 0-1 所列。

表 0-1 船体图样种类

类 型	名 称		表 达 内 容	图 例
总体图样	型线图		描述船体的几何特征	附图一
	总布置图		全船总体布置	附图二
船体结构图	中横剖面图	全船总体结构	若干主要舱室横向构件的形式及其连接方式	附图三
	基本结构图		船舶构件的形式及其连接方式等	附图四
	肋骨型线图		肋骨形状、板缝布置、船体构件布置	附图五
	外板展开图		外板展开后形状和各种纵向构件展开后的位置	附图六
	分段结构图	主体分段	主体各分段的立体或平面结构	图 8-5 ~ 图 8-9
		首尾分段	首部和尾部的结构	
		舱壁结构图	纵、横舱壁的结构	
		上层建筑结构图	上层建筑的甲板及围壁的结构	
		首尾柱结构图	首、尾柱结构	
船体工艺图	分段图	分段划分图	船体分段情况和工艺基准	图 8-1
		构件理论线图	金属船体构件定位理论线	
		胎架结构图	船体胎架结构与尺度	
		分段装焊程序图	分段装配和焊接程序	
		全船余量布置图	分段余量的布置及大小	
		船台墩木布置图	船台上墩木的布置	
船体舾装图	舾装布置	锚泊设备布置图	全船锚泊设备的布置和定位	图 9-2
		系泊设备布置图	全船系泊设备的布置和定位	
		起货设备布置图	全船起货设备的布置和定位	
		其它布置图	信号、消防、舱室属具的布置……	图 9-3
	舾装结构	桅结构图	船舶桅杆的结构与布置	
		烟囱结构图	船舶烟囱的结构与布置	
		舱盖结构与布置图	船舶舱口盖的结构与布置	
		其它结构图		

注:附图均见书末插页

0.2 船体图样的发展沿革

地球表面 3/4 为水覆盖。人类为生存和发展,在与自然的互动中发明了舟船,从而使人类自身的活动范围由陆地扩展到海洋,大大加快了人类走向文明的步伐。

据考古发掘成果和文献记载,人类最早接触舟船技术的历史可以上溯到距今 8000 年前。由于早期船体结构简单,技术原始粗糙,造船也不需要现代意义上的船体图样。虽然中国人“制器尚象”的原始思想早在 5000 多年前就已出现,但实用意义上的工程船图,在宋代以后才得以广泛应用。

以造船为目的而绘制的船体图画最早见于北宋曾公亮所著《武经总要·前集卷十一》。该卷绘有船图六幅,如图 0-1 所示。尽管在表达上与现代图示方法有所不同,但是它产生于近千年前的宋代,目的是为了建造舰船,说明当时船体图样发展已达到了一定的水平。

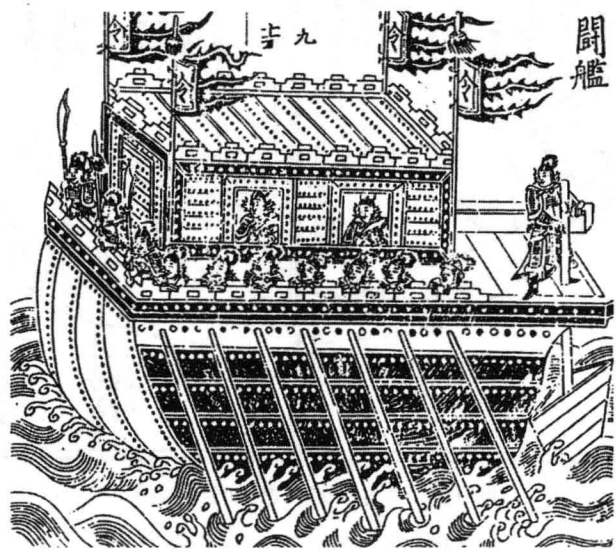


图 0-1 《武经总要》所绘斗舰

明代,中国古代造船技术达到顶盛期,不仅船舶设计、船舶建造水平居世界前列,管理水平也达到了一个新的高度,相关法式、制度也相应出台。与此同时,《龙江船厂志》、《南船记》等一批图文并茂、专业性极强的专门著作也相应问世。这些著述,对中国传统造船技术和造船工艺以及船厂管理作了全面的总结。在这些文献中,以相当大的篇幅,用船图记载了明代典型船舶的尺度、结构形式、木作工艺、用材制度等多项船舶技术。其中船体图样的图示方法和图说理论体现了中国古代船体图样的很高水平,如图 0-2 所示。

近代西方采用多面正投影方法绘制的船体图样是通过总结、整理传统的图示方法,并结合近代几何学理论总结出的一套科学、完善的理论和方法,沿用了 200 多年,至今仍然在船舶工程的各个技术部门广泛运用并不断发展。

随着现代计算机科学的发展和普及,船舶设计与制造正在朝着自动化、专业化、集成化的方向发展。与之相适应的专业化船舶三维设计软件也相继出现。这些设计软件,运用可视化技术,在虚拟的设计空间完成船舶几何形态、结构构件的设计;进行管系、轮机、电器元件和舱室属具及船舶设备的布置设计,减少了二维设计中可能出现的一些不切实际的布置方案和船机电不协调而产生的种种矛盾,解决了以往需要机舱模型才能解决的问题,从而使整个设计过程合理、可靠、可视;大大减轻了设计人员的工作强度,并优化了设计过程,节约了设计成本。其中图示方法和图解方法是这些软件的基本构架和基础理论。

表 0-2 列举了世界船舶工程界几款主要应用软件。

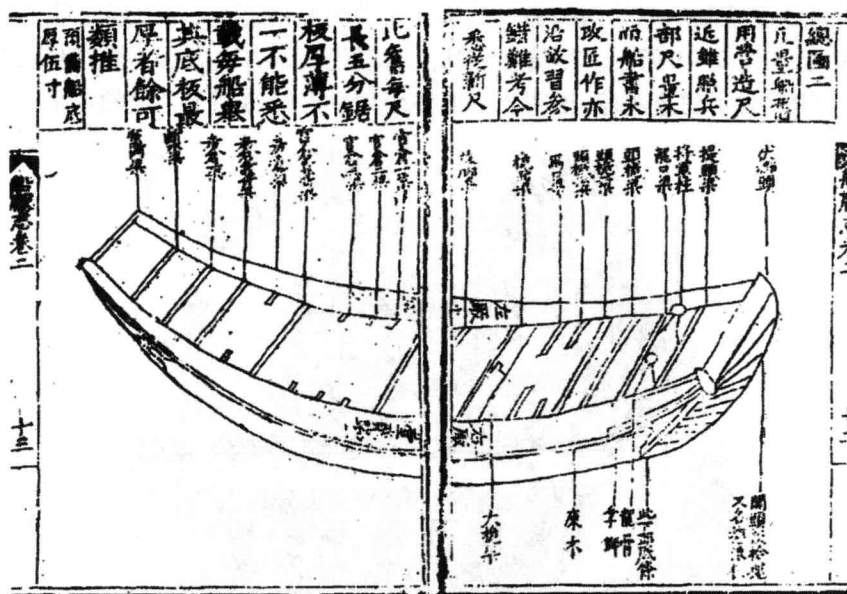


图 0-2 《龙江船厂志》所绘大黄船

表 0-2 船舶工程应用软件

序号	名称	功能、特点	设计公司
1	FORAN	基本概念设计、钢结构设计、机舱布置、舾装布置(专业型软件)	西班牙
2	TRIBON	船舶初步设计、生产设计、计划管理(专业型软件)	瑞典 KCS 公司
3	CADSS	船型与数据结构、钢材结构设计、电力、通信、空调设计(通用型软件)	美国 PTC 公司
4	EUCLID	船舶管理设计、海洋平台设计(通用型软件)	法国 MATRA 公司
5	NAPAS	船舶 CAD/CAE/CAM(联合型软件)	荷兰 NUMERIEK GRONING 公司 船体舾装 芬兰 CADMATIC 公司 电器管理 美国 X-Eagle 三维图形、工程数据库
6	NASD	船舶集成系统、三维模型、生产信息、管理、材料控制(集团型软件)	日本日立、三菱、石川岛播磨、日本钢管

现代船舶三维软件的应用,使得造船技术有了飞跃性的进步,同时,也为船舶图形学开辟了更广泛的应用前景,提供了更多的研究课题。

0.3 关于本课程学习方法的建议

学习本课程,可以在每一章节前的学习方法指导下,通过参观、多媒体演示、绘图和读图练习、考试考查等教学环节进行。

1. 阅读教材

教材是学生学习的依据,学生阅读教材,应针对本课程的特点,了解各章节的目的和内容,以图为主,围绕教材例图,弄清基本概念和基本作图方法,抓住重点内容、努力攻克难点。

2. 练习

每章之后附有一定量的练习题。通过练习,学生可以理解基本理论,掌握绘图方法,了解船体结构特点及工艺特点,并掌握一定的绘图技巧。具体练习可以根据不同专业教学大纲的要求和学时规定进行选择、取舍。

练习方法可以手工、计算机绘图并举,灵活处理,但必须完成部分重点章节的手工作图,或进行部分徒手绘图训练。

3. 实践课

船体制图的对象复杂,几何形态多样,涉及工程、工艺问题很多,包含各种天然和人工材料,需要加强直观感性认识,以保证图形、空间想象和船舶实物之间有很好的过渡和联系。因此,针对具体章节的学习,可以分阶段进行参观、实践、现场教学等多种形式。在学时受限的情况下,可以利用多媒体形式进行。

4. 考核

考核是保证教学质量的重要环节,目的是检验学生的学习情况,帮助学生更好地理解 and 巩固所学知识,同时督促学生进行系统的复习和总结。

练 习 题

思考题

1. 船体图样有哪些类型?
2. 船体图样发展经过了哪些阶段?
3. 初步了解主要船舶应用软件。

第 1 章 船体图样和船舶标准

内容要点:

介绍船体图样的相关标准及送审图样。

目的要求:

了解船体制图的投影体系;熟悉《金属船体制图》标准。通过本章学习,应达到以下要求:

- (1) 初步了解船舶设计的分类及其与船体图样的关系。
- (2) 了解金属船体制图的最基本内容。
- (3) 熟悉船体图样的基本符号与名称。
- (4) 了解船体图样的图线及表达方法。
- (5) 了解金属船体构件理论线的基本内容。

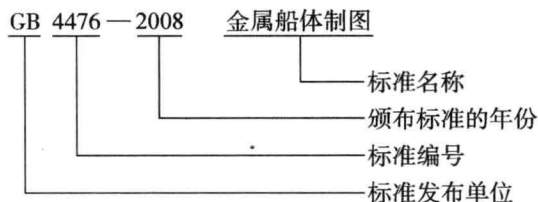
重点:

- (1) 学习船体制图的基本表达方法。
- (2) 了解船体图样的图线及表达内容。

1.1 船体图样的相关标准及送审图纸

船舶是一种特殊的工业产品。具有技术门类多样复杂并与人类生命财产密切相关这两大特点。因此,各国船舶主管部门为了严格把握船舶安全性,统一各国乃至国际航行船舶的管理标准;同时,为了便于设计、生产和进行技术交流,颁布了一系列的相关技术标准。在中国,船舶工业的标准及指导文件由国家标准总局(GB)、船舶标准化委员会(CB*、CB*/T)、中国船舶工业总公司(CB、CB/T)、中华人民共和国交通部(JT、JT/T)颁布。这些标准作为船舶工业的技术法规,具有一定的强制性和广泛全面的指导意义。

船舶标准代号的组成:



与金属船体图样直接相关的标准如表 1 - 1 所列。

表 1-1 船体图样标准

标准代号	标准名称	发布单位
GB 4476—2008	金属船体制图	国家标准局
GB 3894—83, 85, 86	船舶布置图图形符号	国家标准局
CB/T 860—1995	船舶焊接符号	中国船舶工业总公司
CB/T 253—1999	金属船体构件理论线	中国船舶工业总公司
CB* 14—1995	船舶产品专用图样和技术文件编号	船舶标准化委员会
CB* 3182—83	船体结构相贯切口与补板	船舶标准化委员会
CB* 3183—83	船体结构型材端部形状	船舶标准化委员会
CB* 3184—83	船体结构流水孔、透气孔、通焊孔	船舶标准化委员会
CB/T 3990—2007	船舶工程 CAD 制图规则	中国船舶工业总公司
JT/T 293—1995	定义船体线型的几何信息	交通部

其中:

GB 4476—2008 包含:

GB 4476.1—2008 金属船体制图 一般规定

GB 4476.2—2008 金属船体制图 图形符号

GB 4476.3—2008 金属船体制图 图样画法及编号

GB 4476.4—2008 金属船体制图 尺寸标注

GB 3894—83 包含:

GB 3894.1—83 船舶布置图图形符号 舱壁、门、窗及舱壁孔,舱口及舱口盖

GB 3894.2—83 船舶布置图图形符号 舱室家具

GB 3894.3—83 船舶布置图图形符号 生活卫生设备

GB 3894.4—83 船舶布置图图形符号 航行设备、灯具及修理间设备

GB 3894.5—83 船舶布置图图形符号 梯及舷墙

GB 3894.6—83 船舶布置图图形符号 救生设备

GB 3894.7—83 船舶布置图图形符号 系泊设备

GB 3894.8—85 船舶布置图图形符号 甲板机械

GB 3894.9—86 船舶布置图图形符号 起货设备

1.1.1 船舶设计与图纸

因为船舶在特定的环境下工作,所以船舶的性能不仅影响到它的使用功能和经济效益,更重要的是直接影响人员的生命安全。因此,船体图样作为船舶设计和生产中的主要技术文件,从设计绘制开始,直至船舶报废的全生命过程,都受到海事部门和船舶检验机构的法定检验。并且在不同的阶段,对船体图样有不同的要求。

一、船舶方案(合同)设计与图纸

船舶方案设计是船舶设计的意向性设计阶段。这一阶段的图样为方案设计图,是合同双方为达成共同的实施目的进行相互交流和沟通的基本文件之一。方案图根据船东的要求不同而详略不同。总布置图是这一阶段必不可少的图样。

二、船舶技术(送审)设计与送审图纸

技术设计是船舶设计的主要阶段,是船舶设计工作的核心和关键技术实施的重要阶段,对船舶建造工作的开展乃至船舶设计的成败影响重大。所以这一阶段的设计图,必须提交船检部门审核、检验。以 1000t 沿海货船为例,按照《船舶与海上设施法定检验规则》的要求,在其技术设计完成后,开工建造之前,需送交相关审图部门的船体主要图纸有:

- (1) 总布置图。
- (2) 中横剖面图。
- (3) 基本结构图。
- (4) 船艏结构图(包括艏柱结构)。
- (5) 船艉结构图(包括艉柱结构图)。
- (6) 外板展开图。
- (7) 油密和水密舱壁图。
- (8) 机舱结构图。
- (9) 主机座和推力轴承座结构图。
- (10) 货舱口结构图。
- (11) 金属舱盖结构图(和强度计算书)。
- (12) 甲板室和上层建筑结构图。
- (13) 通风筒、空气管和排水口布置及结构图。
- (14) 锚及系泊设备布置图(及其强度计算书)。
- (15) 舵叶、舵杆、舵柄结构图(及其强度计算书)。
- (16) 桅杆结构图。
- (17) 螺旋桨图(及其强度计算书)。
- (18) 防腐蚀控制设计图。
- (19) 供备查的图纸。

① 型线图。

② 静水力曲线图。

③ 舱容图。

三、施工(详细)设计图纸

详细设计是将前一阶段的图样,根据具体建造加工的要求,进一步地补充和细化。比如,按照船厂的加工能力和生产习惯进行分段划分和工艺设计的相关图样。

四、竣工设计图

在船舶建造完工后,因为设备的更变、材料的替代和工艺施工过程中的调整,对原设计图样必然会有一些改动。因此,船检部门要求提交依据改动后建造的实船所绘制的设计图样,根据竣工设计完成的图样即为竣工图。

1.1.2 船体制图的一般规定

“没有规矩,不成方圆”。船体图样作为船舶设计、建造的主要技术文件,除了要遵循图学的一般规定,如投影理论、图示方法、图样体系外,还必须执行前面提到的各种标准、法规,以便于管理、交流和存档。