

船舶与海洋结构物先进设计方法



# 船舶设计原理

The Principles of Ship Design

林 焰 主编

于雁云 陈 明 王运龙 编



科学出版社

船舶与海洋结构物先进设计方法

# 船舶设计原理

The Principles of Ship Design

林 焰 主编

于雁云 陈 明 王运龙 编

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

船舶设计原理是研究与船舶总体设计有关的基本规律和方法的学科。本书系统论述了船舶设计工作方法和原则要求、船舶重量和容量计算、船舶主要要素确定方法、船体型线设计和总布置设计方法,以及船型技术经济分析与论证等内容。通过阅读本书,读者可以初步掌握船舶总体设计的基本原理和方法,提升运用专业基础知识综合分析和解决船舶总体设计问题的能力。

本书可作为高等学校船舶与海洋工程及相关专业本科生、研究生的教材或参考书籍,也可供相关领域专业人员阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

船舶设计原理/林焰主编;于雁云,陈明,王运龙编. —北京:科学出版社, 2019. 6

(船舶与海洋结构物先进设计方法)

ISBN 978-7-03-061549-7

I. ①船… II. ①林…②于…③陈…④王… III. ①船舶设计  
IV. ①U662

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 111972 号

责任编辑:裴 育 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:师艳茹 / 封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

天津新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2019 年 6 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2019 年 6 月第一次印刷 印张:21

字数:498 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## “船舶与海洋结构物先进设计方法”丛书编委会

名誉主编:纪卓尚(大连理工大学)

主 编:林 焰(大连理工大学)

副主编:刘祖源(武汉理工大学)

何炎平(上海交通大学)

陈超核(华南理工大学)

冯 峰(哈尔滨工程大学)

金良安(中国人民解放军海军大连舰艇学院)

编 委:(按姓氏汉语拼音排序)

陈 明(大连理工大学)

陈 武(集美大学)

陈 欣(中国船舶重工集团大连渔轮有限公司)

湛志新(中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所)

关贵注(航天长征火箭技术有限公司)

管伟元(中国船舶工业集团公司第七〇八研究所)

桂洪斌(哈尔滨工业大学)

蒋志勇(江苏科技大学)

黎春梅(中国核动力研究设计院)

李玉平(中远海运重工有限公司)

李忠刚(中国船舶重工集团船舶设计研究中心有限公司)

刘增武(中国船舶工业集团公司第七六〇研究所)

陆 晟(上海船舶研究设计院)

马 坤(大连理工大学)

盛苏建(中海油能源发展股份有限公司)

王和文(中国人民解放军陆军军事交通学院)

王立真(中国船级社)

谢新连(大连海事大学)

谢永和(浙江海洋大学)

詹树明(中远海运重工有限公司)

战希臣(中国人民解放军海军航空大学)

秘 书:于雁云(大连理工大学)

裴 育(中国科技出版传媒股份有限公司)

## “船舶与海洋结构物先进设计方法”丛书序

船舶与海洋结构物设计是船舶与海洋工程领域的重要组成部分,包括设计理论、原理、方法和技术应用等研究范畴。其设计过程是从概念方案到基本设计和详细设计;设计本质是在规范约束条件下最大限度地满足功能性要求的优化设计;设计是后续产品制造和运营管理的基础,其目标是船舶与海洋结构物的智能设计。“船舶与海洋结构物先进设计方法”丛书面向智能船舶及绿色环保海上装备开发的先进设计技术,从数字化全生命周期设计模型技术、参数化闭环设计优化技术、异构平台虚拟现实技术、信息集成网络协同设计技术、多学科交叉融合智能优化技术等方面,展示了智能船舶的设计方法和设计关键技术。

(1) 船舶设计及设计共性基础技术研究。针对超大型船舶、极地航行船舶、液化气与化学品船舶、高性能船舶、特种工程船和渔业船舶等进行总体设计和设计技术开发,对其中的主要尺度与总体布置优化、船体型线优化、结构形式及结构件体系优化、性能优化等关键技术进行开发研究;针对国际新规范、新规则和新标准,对主流船型进行优化和换代开发,进行船舶设计新理念及先进设计技术研究、船舶安全性及风险设计技术研究、船舶防污染技术研究、舰船隐身技术研究等;提出面向市场、顺应发展趋势的绿色节能减排新船型,达到安全、经济、适用和环保要求,形成具有自主特色的船型研发能力和技术储备。


(2) 海洋结构物设计及设计关键技术研究。开展海洋工程装备基础设计技术研究,建立支撑海洋结构物开发的基础性设计技术平台,开展深水工程装备关键设计技术研究;针对浮式油气生产和储运平台、新型多功能海洋自升式平台、巨型导管架平台、深水半潜式平台和张力腿平台进行技术设计研究;重点研究桩腿、桩靴和固桩区承载能力,悬臂梁结构和极限荷载能力,拖航、系泊和动力定位,主体布置优化等关键设计技术。

(3) 数字化设计方法研究与软件系统开发。研究数字化设计方法理论体系,开发具有自主知识产权的船舶与海洋工程设计软件系统,以及实现虚拟现实的智能化船舶与海洋工程专业设计软件;进行造船主流软件的接口和二次开发,以及船舶与海洋工程设计流程管理软件系统的开发;与中国船级社和航运公司共同进行船舶系统安全评估、管理软件和船舶技术支持系统的开发;与国际专业软件开发公司共同进行船舶与海洋工程专业设计软件的关键开发技术研究。

(4) 船舶及海洋工程系统分析与海上安全作业智能系统研制。开展船舶运输系统分析,确定船队规划和经济适用船型;开展海洋工程系统论证和分析,确定海洋工程各子系统的组成体系和结构框架;进行大型海洋工程产品模块提升、滑移、滚装及运输系统的安全性分析和计算;进行水面和水下特殊海洋工程装备及组合体的可行性分析和技术设计研究;以安全、经济、环保为目标,进行船舶及海洋工程系统风险分析与决策规划研究;在特种海上安全作业产品配套方面进行研究和开发,研制安全作业的智能软硬件系统;开展机舱自动化系统、装卸自动化系统关键技术和 LNG 运输及加注船舶的 C 型货舱系统国产化研究。

本丛书体系完整、结构清晰、理论深入、技术规范、方法实用、案例翔实，融系统性、理论性、创造性和指导性于一体。相信本丛书必将为船舶与海洋结构物设计领域的工作者提供非常好的参考和指导，为船舶与海洋结构物的制造和运营管理提供技术基础，对推动船舶与海洋工程领域相关工作的开展也将起到积极的促进作用。

衷心地感谢丛书作者们的倾心奉献，感谢所有关心本丛书并为之出版尽力的专家们，感谢科学出版社及有关学术机构的大力支持和资助，感谢广大读者对丛书的厚爱！



大连理工大学

2016年8月

## 前 言

船舶与海洋结构物是人类设计建造的尺度最大、质量最大的海上可移动人工建筑物。这类建筑物不仅体积庞大,而且功能多样,组成复杂,工作环境恶劣,服务寿命长久。一般把船舶及各类海洋结构物统称为船舶,其特点如下:

**尺度大,质量大** 当代的超大型船舶,船长接近 400m,船宽可达 70m,水面以下吃水可达 22m 或更深,水面以上高度可达 30m 或更高,排水量已接近 40 万吨,无疑是水上的庞然大物。

**功能多样,组成复杂** 船舶要有完成自身功能所必需的整套装备,如货物运输、装卸及保质系统,旅客装载及服务系统,军船的作战及防护系统,工程船的作业系统等;船舶能够航行,要有主推进系统和导航系统;船舶能独自长期工作于海上,要有自己的发电及输配电系统,以及与陆地和其他船舶联系的通信系统;人员长时间在船上,要有供各类人员生活起居的一系列设备设施,以及救生系统;为确保船舶安全,要有消防系统,以及自行对抗各类其他事故的相应设施。

**环境恶劣,寿命长久** 船舶要长时间工作在汪洋大海之中,其寿命少则十几年,多则几十年。在其漫长的生命期中,恶劣天气条件下的狂风巨浪环境肯定会经常遇到,船舶会处在风浪的极端载荷作用之下,此时船舶不仅要保持自己的生存能力,还必须维持正常工作。

由此可以看出,船舶是一个复杂的大系统,其设计是一项充满了风险和挑战、工作量大、矛盾复杂、涉及因素众多的庞大系统工程。船舶设计者不仅要具有扎实的船舶设计知识,还要充分了解相关专业知识,更要掌握必要的实现复杂大系统设计的系统工程理论和方法,才能在一个特定船舶设计项目面前产生有针对性的设计思想以指导设计工作,才能制订出最合适的设计工作流程和具体计划以设计出性能优越的船舶。

衡量船舶优劣是多指标的,有经济方面的指标和技术方面的指标。衡量船舶性能优劣也是多指标的,有浮态、稳性、耐波性、抗沉性、快速性、操纵性、舒适性等。所有指标都比较优,所有性能都比较好,是船舶使用者的希望,也是设计者的努力目标。但是,上述不同指标往往相互矛盾,有时一项性能的优化会带来其他性能的劣化,此时如何恰当地权衡定夺,是摆在设计者面前的难题。

不同的用途、不同的环境及不同的性能要求使船舶的种类繁多,千差万别,人类活动的不断扩展,对船舶与海洋工程不断提出新的要求。面对一个具有个性要求的新产品,如何形成有个性的设计指导思想,选择出对该船最适宜的技术装备,设计出最符合船东要求的船舶,完成一个有特色、有个性的完美设计,是摆在设计者面前的又一个难题。

工程设计是一项继承与创新相结合的工作,借鉴已有的优秀设计成果,用相似性设计法参考母型开展新产品设计,是一种稳妥快捷的设计方法。但是如何在众多已有产品中恰当地选择出最合适的母型,如何在变换母型的过程中发扬其优点,克服其不足,也是设计中的一个难点。

船舶产品种类繁多,虽然不同产品有不同的具体设计方法和工作流程,但其基本设计规律是一致的。找出这个统一规律,认识其本质,对深入掌握船舶设计原理至关重要。

本书主要介绍船舶主尺度确定、型线设计、总布置设计、舾装设计等具体设计内容,但是注意力不要仅停留在这些具体设计方法上,更为重要的是学习渗透于具体设计方法中的方法论。例如,如何针对要设计的产品确立合适的设计思想,如何抓住产品设计中的主要矛盾,如何权衡处理相互矛盾的多种不同要求,如何参照已有产品变换产生设计船等,是更为重要的学习内容,当然这也是较难学习的内容,是需要经过大量实践才能逐渐深刻体会的。设计方法论方面的内容,特别是设计思想的确立、多种矛盾的权衡处理、设计中的逐步近似等思想方法性的内容,都在本书相应章节中得到了体现,这是本书的一个特色。期望读者在阅读本书的过程中,既能学到具体的设计方法,又能学到一些船舶设计方法论。

参与本书编写工作的有:于雁云(第 1、3 章,第 4.4 节)、陈明(第 2 章)、陆丛红(第 4.5 节)、王运龙(第 5、6 章)、林焰(第 4.1~4.3 节),最后由林焰统编及校订。

由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

# 目 录

## “船舶与海洋结构物先进设计方法”丛书序

### 前言

第 1 章 绪论	1
1.1 船舶设计工作概况	1
1.1.1 船舶设计工作的重要性	1
1.1.2 船舶设计技术任务书	1
1.1.3 船舶设计阶段划分及提供的主要图样和技术文件	4
1.2 船舶设计工作方法	8
1.2.1 揭露、分析与解决船舶内在的技术经济矛盾	8
1.2.2 逐步近似深化的过程	8
1.2.3 在借鉴与继承的基础上创新	8
1.2.4 调查研究	9
1.3 船舶设计的基本原则和基本要求	10
1.3.1 船舶设计的基本原则	10
1.3.2 船舶设计的基本要求	10
1.4 本书主要研究内容	12
第 2 章 船舶重量及容量	13
2.1 船舶重量	13
2.1.1 重量及重心计算概述	13
2.1.2 重量及排水量分类	14
2.1.3 空船重量计算	17
2.1.4 载重量计算	26
2.1.5 重心估算	28
2.2 船舶容量	30
2.2.1 船舶容量的基本知识	30
2.2.2 所需容量的确定	32
2.2.3 容积估算及舱容校验	37
2.2.4 舱容要素曲线	41
第 3 章 船舶主要要素的确定	44
3.1 概述	44
3.2 选择船舶主要要素考虑的因素	46
3.2.1 选择船长考虑的因素	47
3.2.2 选择型宽考虑的因素	49

3.2.3	选择吃水考虑的因素	51
3.2.4	选择型深考虑的因素	52
3.2.5	选择方形系数考虑的因素	54
3.2.6	小结	56
3.3	确定船舶主要要素的基本原理	57
3.3.1	确定船舶主要要素的基本思路及流程	57
3.3.2	确立设计船的基本设计思想	59
3.3.3	船舶主要要素的初步拟定	60
3.3.4	重力与浮力平衡	68
3.3.5	性能校核	70
3.4	确定载重量型船舶主要要素的一般步骤及实例	79
3.4.1	一般步骤	79
3.4.2	实例	80
3.5	确定布置地位型船舶主要要素的一般步骤及实例	91
3.5.1	一般步骤	91
3.5.2	实例	95
3.6	其他性能计算实例	118
<b>第4章</b>	<b>型线设计</b>	<b>133</b>
4.1	概述	133
4.2	主要型线要素	135
4.2.1	横剖面面积曲线	135
4.2.2	设计水线形状	143
4.2.3	横剖线形状	146
4.2.4	船首和船尾形状	148
4.2.5	螺旋桨的布置	162
4.2.6	龙骨线与甲板线	164
4.3	型线设计及绘制方法	166
4.3.1	绘制型线图的基本要求	166
4.3.2	自行设计法	167
4.3.3	改造母型法	174
4.3.4	船模系列资料法	186
4.4	型线设计实例	194
4.5	船体曲面表达	209
4.5.1	NURBS 基本知识	209
4.5.2	船体曲面 NURBS 表达	213
<b>第5章</b>	<b>总布置设计</b>	<b>227</b>
5.1	概述	227
5.2	船舶总体规划及建筑形式的选择	229

5.2.1	主船体内部船舱的划分	229
5.2.2	上层建筑及甲板室的形式、尺度及层数	241
5.3	运输船的浮态与纵倾调整	243
5.3.1	船舶浮态要求	243
5.3.2	浮态计算	243
5.3.3	船舶纵倾调整	246
5.4	工作舱室及生活舱室的布置	249
5.4.1	工作舱室设置与分布	252
5.4.2	生活舱室的区划和布置	253
5.4.3	通道、出入口与扶梯的布置	261
5.5	船舶设备的布置	263
5.5.1	锚泊及系泊设备的布置	263
5.5.2	救生设备的布置	267
5.5.3	操纵设备的布置	267
5.5.4	信号设备的布置	268
5.5.5	其他设备的布置	269
<b>第 6 章</b>	<b>船型技术经济分析与论证</b>	<b>270</b>
6.1	概述	270
6.2	船价估算	271
6.2.1	船价组成	271
6.2.2	造船成本	272
6.2.3	船价估算方法	276
6.3	营运经济性计算	278
6.3.1	运输能力	278
6.3.2	年营运开支	279
6.3.3	年收入及年利润	285
6.4	船舶的主要经济指标	286
6.4.1	不考虑资金时间价值的经济指标	286
6.4.2	考虑资金时间价值的经济指标	288
6.5	船型技术经济论证的基本步骤和方法	296
6.5.1	调查研究	296
6.5.2	论证方案的设立	297
6.5.3	船型方案的技术、营运及经济性计算	301
6.5.4	船型方案的优选与排序	302
6.5.5	船型论证中的敏感性分析	311
6.6	秦申线运煤船船型论证实例	313
6.6.1	设计要求及船型的基本构思	313
6.6.2	船型论证的基本步骤及计算模型	313

6.6.3	最优化计算的问题构造及方法选择	315
6.6.4	主机选择	316
6.6.5	最优区分析及最佳方案的确定	317
6.6.6	敏感性分析	319
6.6.7	结论	320
<b>参考文献</b>		<b>321</b>

# 第1章 绪 论

## 1.1 船舶设计工作概况

### 1.1.1 船舶设计工作的重要性

一艘船舶的产生,一般要经历制定设计技术任务书、设计和建造、交船试航几个大的阶段。船舶设计是依据设计技术任务书,经过大量详细的设计计算和绘图,提供船舶建造和使用所需的全部技术文件,包括设计说明书、设计图纸、技术条款等。

船舶设计工作,包括总体设计和局部设计两个方面。总体设计解决设计中的一些最基本的问题,诸如确定设计船的建筑与结构形式,决定设计船的主要尺度及船型参数,确定航速和所需主机功率,进行总体布置,设计船体型线等。这些问题对船舶的各项技术性能和经济性能有决定性的影响,对船舶质量好坏起决定性的作用。一艘船舶如果总体设计不合理,则局部设计无论如何努力,一般也是难于改变这种不合理状况的。所以,总体设计在整个设计工作中占据重要地位。局部设计是在总体设计的基础上完成船舶每个局部的设计,诸如船体结构分段设计、螺旋桨设计、舵设计、设备及系统的设计等。

船舶是一种水上活动工程建筑物,具有技术复杂、投资大和使用期较长的特点,与国民经济和国防建设等许多方面有着密切的关系,因此,船舶设计是一门综合性的、复杂的科学技术。从港口、航道、船舶这三者组成运输系统的角度来看,船舶是该系统中的重要组成部分。各部分间相互联系、相互制约。船舶吨级、主要尺度与码头前沿水深、泊位长度、航道水深、曲率半径间互相影响与制约。船舶设计者应以系统工程思想处理好港口、航道、船舶三者之间的关系,不但要使单船的技术经济性能较佳,且要使整个运输系统的经济效益也较高。

我国海岸线长,江河流域面积广,资源丰富,具有发展水上运输的天然优越条件。新中国成立后,我国航运事业和造船事业得到突飞猛进的发展,建立了沿海船队和远洋船队,担负着国内和国际上繁重的运输任务。然而,我国造船工业与国外先进国家相比差距较大,现有船队仍不能满足国民经济发展的需要。为适应国民经济发展规划,我国尚需研制、设计和建造各种类型和吨位的船舶(常规和浅吃水型散货船、油船、自卸船、集装箱船、滚装船、化学品船、液化气船、客船等)。船型规划、船舶设计工作任务艰巨,需持续地培养、造就从事船型规划、船舶设计和研究领域的科学技术人才,以适应国民经济发展的需要。

### 1.1.2 船舶设计技术任务书

船舶设计技术任务书是船舶设计的依据。它是由船东或业主根据使用需要,考虑技术与经济条件等实际情况,经过技术经济论证工作之后编制的。技术经济论证工作有时由船

东委托科研院所或院校来做。

民船设计技术任务书主要包括如下几个方面的内容。

### 1) 航区、航线

航区是指设计船航行的区域,海船稳性规范将其划分为遮蔽航区、沿海航区(Ⅲ类航区)、近海航区(Ⅱ类航区)和无限航区(Ⅰ类航区)。内河船舶航区,根据水文和气象条件划分为A、B、C三级,其中某些水域,依据水流湍急情况,又划分为急流航段,即J级航段。

不定航线船通常给出主要航行的航线或航区,定航线船通常给出停靠的港口等。

### 2) 用途

客船及客货船通常给出各等级旅客的人数、舱室标准以及载货量等。

货船通常给出货物种类、货物理化性质、载重量或载货量,以及对货物舱尺度的特殊要求(如装运特大件货对舱长的要求)。

货物的种类繁多多样,分类方法不尽一致,大致有散货(指粮食、煤炭、散装水泥、矿砂等)、液货(指原油、成品油及液态化学品等)、杂货(指件杂百货等)和特殊货(指特大件货、液化气、危险品、冷藏货、滚装货等)。

货物的理化性质是指干货物的积载因数,即每吨货物所要求的货舱容积( $\text{m}^3/\text{t}$ ),对于液货舱来说,则指货物的相对密度( $\text{m}^3/\text{t}$ )。

### 3) 船型

船型是指设计船上层建筑形式、机舱部位、甲板层数、货舱划分、推进方式、装卸方式及是否采用球鼻首等。

### 4) 船级

船级是指设计船应按何种规范设计和建造,符合何种国际公约要求、规定,以及船级符号等。

### 5) 船舶主要尺度及型线

提出对设计船主要尺度限制,如航道水深对吃水的限制,码头泊位对船长的限制,建造厂的船台对船宽的限制,桥闸尺度对船宽及上层建筑高度的限制等。

提出设计船首部和尾部形状及对采用球鼻首的要求等。

### 6) 船体结构

提出结构形式、材料、特殊加强(如冰区加强)、甲板负荷、船舶振动要求等。

### 7) 动力装置

给出主机型号、功率及台数,对轴系的要求;规定发电机组的型号及台数(对油船还包括货油泵机组)、锅炉的型号及数量、机舱中主要辅机(为主机服务的各种辅机和设备等)的要求等。

### 8) 航速、续航力

航速(kn, km/h):对于民用运输船为要求达到的满载试航速度;拖轮常提出拖带航速、拖力的要求及自由航速的要求。

续航力(n mile, km):在规定的航速或主机功率下(民用运输船通常按主机额定功率的85%~90%的螺旋桨设计点),船上所携带的燃料储备可供航行的距离。

自持力(d):船上所携带的淡水和食品可供使用的天数。

### 9) 船舶性能

对设计船稳性应满足的稳性规范和其他要求,对摇摆周期的要求,对船在压载航行状态的浮态要求等。

### 10) 船舶设备

对设计船的起货设备(油船的货油装卸设备)的能力和型号,以及安全设备、消防设备、救生设备、锚设备、舵设备、减摇设备和助航设备等提出的要求和希望。

### 11) 船员配备及其舱室设施

提出设计船各类人员的编制、实习生的人数、居住舱室及其他舱室的配备和标准、空调标准等。

以上所述为民用船舶设计技术任务书的大体内容。依据设计船的类型、复杂的程度以及编制任务书时进行论证工作的深入程度,设计技术任务书的具体条目有相当大的差别,有的条目相当详细,有的条目较少,内容简要。表 1-1 给出的 35 000t 油船设计技术任务书是较详细的一种。

表 1-1 35 000t 油船设计技术任务书

#### 1) 船舶用途、航区与船型

本船主要装载原油,兼运成品油,闪点在 28℃以下的一级矿质油。

本船航行于沿海各主要港口,也可进入世界各主要港口。

本船为尾楼、单螺旋桨、平衡舵、柴油机油船。

#### 2) 船级

按中国船级社颁布的《钢质海船入级规范》(2009)及各种相关规范和相关国际公约进行设计和建造,并应符合苏伊士运河、巴拿马运河有关规定。

船级为:★CSA OT<28°,ICB3,IGS。

#### 3) 船舶主要尺度及型线

本船设计平均吃水为 10.5m。满载出港时允许有不大于 300mm 的尾纵倾。建造船台限制船宽为 28.4m,其他尺度根据最佳型线及经济性选定。

船舶型线由船模试验决定,球鼻首不宜过大。

#### 4) 载重量及货油舱

在设计平均吃水 10.5m 时,载重量不小于 34 000t。货油密度按 0.84t/m<sup>3</sup> 设计,货油舱设置应满足规范及 1973 年《国际防止船舶造成污染公约》及其 1978 年议定书对分舱的要求,各舱容积尽量相等。设置专用压载舱,其容积应符合《国际防止船舶造成污染公约》的要求。

#### 5) 航速与续航力

满载试航速度在螺旋桨设计点不小于 14.5kn。

续航力为 15 000n mile,自持力按 50d 考虑。

#### 6) 稳性与适航性

本船应满足中国船级社的稳性规范对无限航区的要求,各种装载情况下,横摇周期不小于 10s。在不依靠货油舱装压载水进行压载航行时,船中吃水不小于 0.02L+2(m);首尾吃水差不大于 0.015L(m),螺旋桨全部埋入水中,满载航行时无首倾。

#### 7) 船体结构

船体结构采用纵横混合形式。船舶主体板厚(船底、舷侧、甲板等)在满足相关规范规定以外,对易腐蚀和难修理处适当加厚,并考虑 ICB3 冰区加强。各种装载情况进行静水弯矩和剪力校核。船舶振动要求达到《海船船体振动规范》(CB/Z 310—79)的要求。

续表

## 8) 船舶设备及甲板机械

对货油装卸设备、安全设备、消防设备、救生设备、管系及设备、锚机、舵机、绞缆机等都提出较详细的规定(从略)。

## 9) 动力装置

主机:设置 B&W 6L60MC/MCE 或 SULZER 6RTA58 船用低速柴油机一台。

发电机组:设置 MAN L20/27 型及西门子无刷柴油发电机组。

锅炉:设置全自动燃油锅炉两台。设置主机、辅机废汽锅炉各一台,其供汽量应满足满载航行时生活及燃油加热保温之需。

## 10) 电气设备

提出对电源种类、配电系统、电缆及照明、通信导航设备(收发信机、雷达、罗经、计程仪、测深仪等)等方面的要求(从略)。

## 11) 船员定额及舱室布置

船员定额为 48 人,实习船员为 8 人,共 56 人。

船员由船长、政委、大副、二副、三副、水手长、副水手长、轮机长、大管轮、二管轮、三管轮、机匠长、报务主任、医生、木匠、水手、机匠、生火、管事、厨工、服务员、报务员、电匠、电机员组成。

对船员舱室布置要求:船长、政委及轮机长为套间;干部船员及水手长、机匠长为单人房间;其余一般船员均为双人房间。另设病房、引水员室各一间。

船长、政委、轮机长、大副、大管轮、电机员设办公室、卧室各一间,船长、政委、轮机长、大副设独用卫浴室,其他人员设公共卫浴室。船长室、政委室、管事室及报务室各设小型保险箱一只。床垫均为弹簧床垫,其他设备按生活与工作需要配齐。

对公共舱室要求:设能容纳四分之三船员同时用餐的餐厅一间,并能兼放电影。设供 20 人用的接待室一间,毗邻设小餐厅一间。接待室、餐厅各设彩色电视机一台。设吸烟室、烘衣室、洗衣室各一间,洗衣室设两台双缸洗衣机。

此外,对厨房设备、各种储藏室和工作间的设置也做出规定。

### 1.1.3 船舶设计阶段划分及提供的主要图样和技术文件

一条船从拟定设计技术任务书开始,直到船舶建造完毕,绘制与制定出完工技术文件为止,要分阶段进行。目前,我国的船舶设计阶段划分还处在新、旧方法并用状态。中国船舶重工集团、中国船舶工业集团和设计院所基本上执行《民用船舶产品设计阶段划分和审批工作的若干规定》。国内一些中小船厂仍然沿用由原中国船舶工业总公司制定的传统的划分方法。传统方法将船舶设计大体上划分为以下几个阶段。

#### 1) 编制设计技术任务书

船的设计技术任务书是船舶设计的依据,它全面地反映了对设计船技术性能的要求,对设计船的主要技术要素都做了具体规定,如船舶类型、用途、吨位、航速、航距和机电设备等。设计技术任务书的各项技术要素,是经过充分的调查研究及必要的技术经济论证才确定下来的。而这些要素一旦确定之后,设计船总的技术经济性能大体被确定。从这个意义上说,设计技术任务书的编制也是船舶设计的一个重要组成部分。

#### 2) 初步设计

初步设计是根据设计技术任务书进行的,是船舶总体设计的主要阶段。

在这个阶段里,要确定与船舶的技术经济性能关系最大的一些项目,如船的主要尺度、船型系数和排水量、船体型线、建筑形式及总体布置、基本结构、主辅机及主要装置系统等,同时要对船舶的主要性能诸如航速、稳性、舱容等进行计算或估算,绘制型线图、总布置图、中剖面结构图及机舱布置图等主要图样,编制总说明书、主要材料规格及舾装、机电等设备清单。

这个阶段所提供的图样和技术文件应能表明船的总体性能,并能据此判断设计船在技术上的先进性、经济上的合理性及施工上的可能性,以及满足任务书中各项要求的程度,以便提供审批。

### 3) 技术设计

在初步设计审批之后,即可着手技术设计。技术设计是初步设计的深化,是整个设计中的重要一环。这个阶段的工作是在初步设计的基础上,对各个局部问题进行深入分析,并做各个分项目的详细设计和计算。例如,要详细地计算各项性能,绘制和编拟各项图样及技术文件,落实主要材料和设备的选型,提出材料及设备订货清单、造价预估单、工具、属具、备品、配件及供应品清单等。

这个阶段所提出的图样和技术文件,应能满足验船部门审查、承造厂进行生产准备以及估算造价和订货、绘制施工图样等方面的需要。

### 4) 施工设计

根据验船部门审批的技术设计进行施工设计。施工设计的项目和深度可视承造厂的生产设备能力、工艺、技术条件而定,包括绘制船体、轮机、电气三方面的全部施工图样和技术文件。在船体方面要绘制分段结构施工图以及船舶设备、舾装施工图,制定工艺规程和各种试验大纲等。

### 5) 完工设计

船舶在建造施工中,往往会对原设计做一些更改,如房间设备布置变动、某一设备的更换,以及经倾斜试验测出空船准确的重心垂向高度。因此,原来的设计图纸和技术文件(如浮态与稳性计算等)就不能与实船完全相符。为反映真实情况,在船舶竣工之后,应按实际情况修改图纸及进行必要的修改计算。另外,还要完成各项实船试验并写出报告。制定完工文件的目的是供船员使用,并作为维修管理的依据,为以后的船舶设计和研究提供可靠的资料。

上述从制定设计技术任务书到设计工作的几个阶段,在整个船舶设计中既是相对独立的,又是相互联系的。每个阶段要求完成一定的计算、图样和说明书,前一阶段设计是后一阶段设计的依据,后一阶段设计是前一阶段设计的深入和发展。然而,船舶设计阶段的划分,并不一律如上所述,可以根据产品的特点、资料的完整程度、设计人员的经验等具体情况的不同而有所不同。如有的单位把初步设计与技术设计的部分内容合并在一起称为扩大初步设计。有些小型船舶,把初步设计、技术设计及施工设计全部合在一起,整个设计一次完成,设计方案审批的工作也只进行一次。

随着我国经济体制的改革,造船投资从过去的国家拨款改变为航运企业向银行贷款,我国造船工业从过去执行指令性计划进入到以经营竞争为主的新阶段。我国船舶产品已进入