

高等学校理工科船舶工程类规划教材  
普通高等教育“九五”国家级重点教材

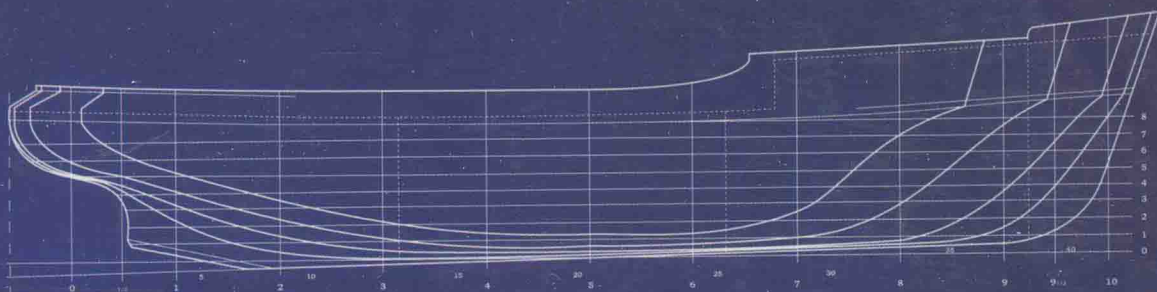


# 船舶设计原理

THE PRINCIPLES OF SHIP DESIGN

(第三版)

林 焰 陈 明 王运龙 王世连 主编



大连理工大学出版社  
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高等学校理工科船舶工程类规划教材  
普通高等教育“九五”国家级重点教材

# 船舶设计原理

THE PRINCIPLES OF SHIP DESIGN

(第三版)

主编 林 焰 陈 明  
王运龙 王世连

编者 陈 明 金朝光 于雁云  
林 焰 陆丛红 王运龙



大连理工大学出版社  
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

船舶设计原理/林焰等主编. —3版. —大连:  
大连理工大学出版社, 2011. 8  
ISBN 978-7-5611-0112-4

I. ①船… II. ①林… III. ①船舶设计 IV.  
①U662

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 181838 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 传真:0411-84701466 邮购:0411-84703636

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn

丹东新东方彩色包装印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

---

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:22 字数:517千字  
1988年12月第1版 2011年8月第3版  
2011年8月第3次印刷

---

责任编辑:刘新彦 于建辉

责任校对:李 慧

封面设计:宋明亮

---

ISBN 978-7-5611-0112-4

定 价:35.00 元

# 序

船舶及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工程物统称为船舶。

**尺度大,质量大** 当代的超大型船舶,船长接近 400 m,船宽可达 70 m,水面以下吃水可达 22 m 或更大,水面以上高度可达 30 m 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,还要有与陆地及其他船舶联系的通讯系统;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,还要有人员的救生系统;为确保船舶安全,要有消防系统,还要有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的工作量大、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基础知识,更要掌握必要的解决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,才能制定出最合适的设计工作逻辑和具体计划,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、结构安全性、人员舒适性等。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,对船舶及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,采用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。

船舶设计原理的学习,表面看是船舶主尺度确定、型线设计、总布置设计、舾装设计等具体设计内容的学习,但是读者的注意力不要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,有的是需要经过大量实践才能逐渐体会深刻的。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,都在相应章节中得到了反映,这是本书的一个特色。

本书是在近四十年来大连理工大学船舶设计原理教学组先后四次编写《船舶设计原理》校内讲义和正式出版教材的基础上的第五次编写(修订)。五次编写(修订)过程中,教学组的教师不断把船舶工程领域的最新科研和技术成果以及新的教学经验引入本教材,使本书的内容不断得到更新和充实。

期望读者在学习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。

纪卓尚  
于大连理工大学  
2011年8月

# 前 言

《船舶设计原理》是大连理工大学船舶工程类的国家级重点教材,由最初的《船舶设计》讲义,发展到了1988年由大连理工大学出版社出版的《船舶设计原理》,且荣获了部委级教材一等奖。随后,根据原国家教委对“九五”期间高校教材建设的“抓好重点教材,全面提高质量,继续增加品种,整体优化配套,深化管理体制和运行机制的改革”的要求,原船舶总公司于1996年组织制定了“全国高等学校船舶类专业教材(九五)选题规划”,列入规划的选题共129种,其中,部委级重点选题49种,一般选题80种。我校的《船舶设计原理》经原船舶总公司教材编审室审核,经原船舶总公司船舶工程教材委员会重点教材立项评审会评审,被确定为全国高等学校船舶类专业“九五”部委级重点教材,并被列入国家级重点选题,再次由大连理工大学出版社正式出版(第二版)。

本教材再版至今已过去了十年。十年来,我们通过教学、科研和设计实践,积累了大量船舶工程领域的最新科研和技术成果及教学经验,在此基础上对《船舶设计原理》作必要的继承、修改和补充,定会使本教材内容更加完善、充实、提高。根据教学、科研、设计及造船事业发展的需要,编者决定对《船舶设计原理》再次修订。

新版《船舶设计原理》仍然保持原有特点,阐述问题时力求辩证、全面、简明扼要,注重内容的精炼和理论联系实际,书中给出的典型实例、资料、数据等多是作者科研、设计实践的总结,内容设置力求与船舶技术发展水平保持同步,章节顺序尽量体现船舶设计过程。本书最突出的特色有两点:一是注重理论联系实际;二是注重培养学生分析问题和解决问题的能力。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,在有关章节中都得到了体现。

本次修订主要做了如下工作:

- (1)对原版中的错误之处作了修改、纠正;
- (2)对“规则”、“规范”的名称、生效时间及内容作了更新;
- (3)删去了一些陈旧的内容及与现代船舶设计关系不大的内容;
- (4)型线设计一章增添了图谱设计、甲板边线设计及船体曲面表达等内容;
- (5)讲述的设计方法及原理尽量与设计院所和工厂设计部门所使用的方法一致;
- (6)引进了一些新概念、新方法。

在此,特别要向李树范教授、纪卓尚教授以及对本书作过贡献的同志表示感谢。本书的编写曾得到兄弟院校有关专家、学者的支持和帮助,武汉理工大学席龙飞教授、陈宾康教授对本书第二版进行过审核,并提出了宝贵的意见和建议,武汉理工大学朱美琪教授参加了本书第二版第2章船舶重量、容量的编写,在这里,再次向他们表示感谢。他们的建议、意见和

工作对本次修订工作仍起到良好的促进作用。

本书编写和修订工作分工为:第 1、2 章由陈明编写,第 3 章由金朝光编写,张明霞对船舶分舱和破舱稳性部分内容进行了修订,第 4 章由于雁云编写,第 5 章由林焰、陆丛红编写,第 6、7 章由王运龙编写。全书由王世连统稿并最后定稿。

尽管在教材的编写和修订过程中,我们做了大量工作,但是书中的缺点和不妥之处在所难免,恳切希望使用本教材的老师、同学和相关读者多提意见,以便修订时不断改进和提高。

王世连  
于大连理工大学  
2011 年 8 月

# 目 录

## 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 / 7
    - 1.2.1 揭露、分析与解决船舶内在的技术经济矛盾 / 7
    - 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 船舶设计遵循的基本原则和基本要求 / 9
    - 1.3.1 船舶设计遵循的基本原则 / 9
    - 1.3.2 船舶设计遵循的基本要求 / 10
  - 1.4 船舶设计原理研究的主要内容 / 11
- 复习思考题 / 12

## 第 2 章 船舶重量、容量 / 13

- 2.1 船舶重量 / 13
  - 2.1.1 重量重心计算的目的 / 13
  - 2.1.2 船舶重量及排水量分类 / 14
  - 2.1.3 空船重量计算 / 16
  - 2.1.4 载重量计算 / 24
  - 2.1.5 重心估算 / 26
- 2.2 船舶容量 / 28
  - 2.2.1 船舶容量的基本知识 / 28
  - 2.2.2 所需容量的确定 / 30
  - 2.2.3 容积估算及校验 / 34
  - 2.2.4 舱容要素曲线 / 37

复习思考题 / 40

## 第 3 章 相关船舶公约及规范的基本内容 / 42

- 3.1 船舶公约及规范概述 / 42
  - 3.1.1 船级社与国际海事组织 / 42
  - 3.1.2 IMO 的主要公约和规则 / 43
  - 3.1.3 公约、规范与船舶设计的关系 / 46
  - 3.1.4 海事局(船检局)与船级社的性质 / 46
  - 3.1.5 关于常用名词术语的说明 / 47
- 3.2 船舶完整稳性 / 47
  - 3.2.1 关于稳性的基本要求 / 48
  - 3.2.2 稳性特殊要求 / 52
  - 3.2.3 散装谷物船舶稳性 / 54
- 3.3 船舶分舱和破舱稳性 / 54
  - 3.3.1 适用范围 / 55
  - 3.3.2 参数定义 / 55
  - 3.3.3 计算 / 56
  - 3.3.4 稳性衡准 / 58
  - 3.3.5 破舱稳性说明 / 58
- 3.4 船舶最小干舷 / 58
  - 3.4.1 影响最小干舷大小的主要因素 / 58
  - 3.4.2 国际航行船舶最小干舷计算 / 59
  - 3.4.3 载重线与甲板线标志勘绘 / 64
- 3.5 船舶吨位丈量 / 65
  - 3.5.1 国际航行船舶吨位计算 / 67
  - 3.5.2 国内航行船舶吨位计算 / 69
  - 3.5.3 设计中应该注意的问题 / 70
- 3.6 防止船舶污染 / 70
  - 3.6.1 防止船舶污染的主要规定 / 70



- 3.6.2 油船防油污结构和设备要求 / 71
- 3.6.3 意外溢油性能 / 72
- 3.7 船舶防火 / 74
  - 3.7.1 主要名词解释 / 74
  - 3.7.2 一般防火措施 / 76
  - 3.7.3 结构防火措施 / 79
  - 3.7.4 船舶消防设备 / 82
  - 3.7.5 油船惰性气体保护系统 / 83
  - 3.7.6 消防用品的配备 / 84
- 3.8 船舶建造规范与法定检验的其他方面 / 84
  - 3.8.1 救生设备 / 85
  - 3.8.2 船员与乘客舱室设备 / 85
  - 3.8.3 船舶构造 / 87
  - 3.8.4 其他方面 / 87
- 复习思考题 / 87
- 第4章 排水量及主要尺度确定 / 88**
  - 4.1 概述 / 88
    - 4.1.1 矛盾错综复杂 / 88
    - 4.1.2 问题具有多解 / 88
    - 4.1.3 过程逐步近似 / 89
  - 4.2 选择船舶主要要素考虑的主要因素 / 90
    - 4.2.1 选择船长考虑的主要因素 / 90
    - 4.2.2 选择型宽考虑的主要因素 / 93
    - 4.2.3 选择吃水考虑的主要因素 / 95
    - 4.2.4 选择型深考虑的主要因素 / 96
    - 4.2.5 选择方形系数考虑的主要因素 / 97
    - 4.2.6 小结 / 99
  - 4.3 确定船舶主要要素的基本原理 / 100
    - 4.3.1 确定船舶主要要素的基本思路及流程图 / 100
    - 4.3.2 确立设计船的基本设计思想 / 102
    - 4.3.3 船舶主要要素的初步拟定 / 102
    - 4.3.4 重力与浮力平衡 / 110
    - 4.3.5 性能校核 / 112
  - 4.4 确定载重量型船舶主要要素的步骤及实例 / 119
    - 4.4.1 一般步骤 / 119
    - 4.4.2 实例 / 120
  - 4.5 确定布置地位型船舶主要要素的步骤及实例 / 138
    - 4.5.1 一般步骤与方法 / 138
    - 4.5.2 实例 / 141
  - 4.6 其他性能计算实例 / 162
  - 复习思考题 / 166
- 第5章 型线设计 / 168**
  - 5.1 概述 / 168
  - 5.2 主要型线要素 / 169
    - 5.2.1 横剖面面积曲线 / 170
    - 5.2.2 设计水线形状 / 177
    - 5.2.3 横剖线形状 / 180
    - 5.2.4 船首和船尾形状 / 182
    - 5.2.5 螺旋桨的布置 / 195
    - 5.2.6 龙骨线与甲板线 / 196
  - 5.3 型线设计及绘制方法 / 198
    - 5.3.1 绘制型线图的基本要求 / 199
    - 5.3.2 自行设计法 / 200
    - 5.3.3 改造母型法 / 206
    - 5.3.4 船模系列资料法 / 217
  - 5.4 型线设计例题 / 225
  - 5.5 船体曲面表达 / 231
    - 5.5.1 NURBS 相关知识初步 / 231
    - 5.5.2 船体曲面 NURBS 表达 / 235
  - 复习思考题 / 248
- 第6章 总布置设计 / 250**
  - 6.1 概述 / 250
  - 6.2 船舶总体规划及建筑形式的选择 / 252
    - 6.2.1 主船体内部船舱的划分 / 252
    - 6.2.2 上层建筑及甲板室的形式、尺度

及层数 / 263	
6.3 运输船的浮态与纵倾调整 / 264	
6.3.1 船舶浮态要求 / 264	
6.3.2 浮态计算 / 265	
6.3.3 船舶纵倾调整方法 (或措施) / 268	
6.4 工作舱室及生活舱室的布置 / 270	
6.4.1 工作舱室设置与分布 / 273	
6.4.2 生活舱室的区划和布置 / 274	
6.4.3 通道、出入口与扶梯的 布置 / 282	
6.5 船舶设备的布置 / 283	
6.5.1 锚泊及系泊设备 / 283	
6.5.2 救生设备的布置 / 286	
6.5.3 操纵设备的布置 / 287	
6.5.4 信号设备的布置 / 288	
6.5.5 其 他 / 289	
复习思考题 / 289	
<b>第7章 船型技术经济分析与论证 / 290</b>	
7.1 概 述 / 290	
7.2 船价估算 / 291	
7.2.1 船价组成 / 291	
7.2.2 造船成本 / 292	
7.2.3 船价估算方法 / 295	
7.3 营运经济性计算 / 298	
7.3.1 运输能力 / 298	
7.3.2 年营运开支 (年运输成本) / 299	
7.3.3 年收入及年利润 / 304	

7.4 船舶的主要经济指标 / 305	
7.4.1 不考虑资金时间价值的 经济指标 / 305	
7.4.2 考虑资金时间价值的 经济指标 / 306	
7.5 船型技术经济论证的基本步骤和 方法 / 313	
7.5.1 调查研究 / 314	
7.5.2 论证方案的设立 / 315	
7.5.3 船型方案的技术、营运及 经济性计算 / 318	
7.5.4 船型方案优选与排序 / 319	
7.5.5 船型论证中的敏感性 分析 / 328	
7.6 秦—申线运煤船船型 论证实例 / 329	
7.6.1 设计要求及船型的 基本构思 / 329	
7.6.2 船型论证的基本步骤及 计算模型 / 330	
7.6.3 最优化计算的问题构造及 方法选择 / 331	
7.6.4 主机选择 / 332	
7.6.5 最优区分析及最佳方案的 确定 / 333	
7.6.6 敏感性分析 / 334	
7.6.7 结 论 / 336	
复习思考题 / 336	
<b>参考文献 / 338</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,一般要经历制订设计技术任务书、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,则局部设计时无论如何努力,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,设计船舶是一门综合性的、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。船舶吨级和主要尺度与码头前沿水深、泊位长度、航道水深和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、航、船三者之间的关系,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、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、沿海(Ⅲ类航区)、近海(Ⅱ类航区)和无限航区(Ⅰ类航区)。内河船舶航行区域,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)。

货物的种类多种多样,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( $\text{m}^3/\text{t}$ ),对液货舱则指相对密度( $\text{m}^3/\text{t}$ )。

#### (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( $\text{kn}$ ,  $\text{km/h}$ )——民用运输船为要求达到的满载试航速度。拖船常提出拖带航速、拖力的要求及自由航速的要求。

续航力( $n$  mile,  $\text{km}$ )——在规定的航速或主机功率下(民船通常按主机额定功率的85%~90%的螺旋桨设计点时),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、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,有的提出的条目相当详细,有的提出的条目较少,内容简要。这里给出的 35 000 吨油船设计技术任务书是较详细的一种。

### 35 000 吨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,其闪点在  $28^{\circ}\text{C}$  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)及各种有关规范和有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 $<28^{\circ}$ , ICB3, IGS

#### 3. 船舶主要尺度及型线

本船设计平均吃水为 10.5 m。满载出港时允许有不大于 300 mm 的尾纵倾。建造船台限制船宽为 28.4 m,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 10.5 m 时,载重量不小于 34 000 t。货油密度按  $0.84\text{ t/m}^3$  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》和 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 14.5 kn。

续航力为 15 000 n mile,自持力按 50 天考虑。

#### 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 10 s。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  $0.02L+2(\text{m})$ ;首尾吃水差不大于  $0.015L(\text{m})$ ,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)在满足规范规定以外,对易腐蚀和难修处适当加厚,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“海船船体振动衡准 CB/Z 310—79”。

## 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:采用 B&W6L60 MC/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机发电机组。

锅炉:设置全自动燃油锅炉两台。设置主机、辅机废气锅炉各一台,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

对电源种类、配电系统、电缆及照明、通讯导航设备(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、电机员各类人员组成。

对船员舱室布置要求:政委、船长及轮机长为套间;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、大副设独用厕浴室,其他人员设公共厕浴室。船长、政委、管事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作出规定。

### 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若干规定(试行)》。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,对船的主要技术要素都作了具体规定,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,并能据以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,并作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、备件、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,制定工艺规程,以及船舶设备、舾装施工图和各种试验大纲等。

## 5. 完工设计

船舶在建造施工中,往往会对原设计作一些更改,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以及作为维修管理的依据,并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,它们在整个船舶设计中既有相对独立性,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,前一阶段是后一阶段设计的依据,后一阶段是前一阶段设计工作的深入和发展。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,整个设计一次搞完,设计方案审批的工作也只搞一次。

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。我国造船产品已进入

国际船舶市场,出口船舶逐年增多。为适应国内外船东的要求,作为造船生产中重要环节的船舶设计,必须从以往单纯执行指令性计划的一套程式,改变到适应当前以经营竞争为主,结合技术进步所要求的一套程式上来。

实行合同制和由银行贷款提供造船资金后,在签订合同之前,首先必须把新船的基本技术形态固定下来,否则无法确定船价。在签订合同之后,经双方确认的技术要素及形态(有时甚至是很具体的要求),在以后的设计过程中不允许更改,否则要对由此而造成的经济上及延误交船期的损失负责。因此,各个设计阶段之间不像以往那样是一种反复修改的过程,下一阶段的工作只能是前一阶段工作的补充和深化。

为了适应这些情况,原中国船舶工业总公司制订了《民用船舶产品设计阶段划分和审批工作的若干规定(试行)》。这一规定将新建船舶的设计阶段划分为制定产品设计技术任务书、报价设计、合同设计、详细设计、生产设计、编制完工文件等阶段。其中生产设计与过去的施工设计并不相同,它是与造船生产现代化相适应的。现将各设计阶段及设计任务大致介绍如下:

### 1. 制定设计技术任务书

以运输船舶为例,航运公司以设计技术任务书或询价单(ENQUIRY)对船的类型、用途、载重量或载货量、货舱容积、航速、续航力,对船的尺度和登记吨位的限制,对国籍、入级的船级社、订购艘数和交船期等提出要求。此外,对船员定额、主机类型、动力装置与设备系统的自动化、旅客设备、货舱与起货设备也可能提出要求。设计任务书也可由设计单位提供咨询服务协助编制,但需有关航运公司审批确认。设计单位对船东提供的设计技术任务书要进行可行性分析研究,必要时可向船东提出合理的修改建议。

### 2. 报价设计

报价设计也称投标设计(DESIGN FOR TENDERING),是根据用船单位提出的技术要求或招标说明书进行的。报价设计的主要内容为初步确定船的技术条件和形状,决定船的主要尺度,进行载重量、货舱容积、稳性与航速估算,编制一份简要说明书,也称主要技术规格书,绘制一张总布置简图,编制船体、轮机与电气部分的主要设备供应厂商表,估算造价。报价设计是商谈签订造船合同之前的一项设计环节,船东接到报价单(QUOTATION)后,如认为满意,即与中标单位进行技术与商务谈判,明确船的技术细则,同时就船价、付款方式、交船日期等达成协议。

报价设计是商谈签订合同之前的一项设计环节,它不作为最终签订造船合同的技术附件。

### 3. 合同设计

本阶段根据需方提出的设计技术任务书进行船舶总体的研究和简明设计,应对船舶总体性能和主要技术指标进行计算,对船舶动力装置和各种系统及原理进行设计。通过理论计算和必要的试验,确定产品的技术形态、工作原理、主要参数、主要设备选型和主要结构形式等重大技术问题。这一阶段要完成的主要技术文件有:

(1)全船说明书;(2)总布置图;(3)型线图;(4)船中剖面结构图;(5)机舱布置图;(6)主要设备系统布置图;(7)航速、稳性、干舷、舱容、船体强度等计算书;(8)材料预估单,主要设备明细表。

合同设计属初步设计范畴,它是初步设计的先行部分。合同设计完成之后,就为签订造



船合同提供了必要的图样和技术文件,又为进行详细设计提供了必须的技术条件和依据。

#### 4. 详细设计

详细设计的依据是造船合同及其技术文件和经审查修改后的合同设计技术文件。这个阶段的设计工作是在总体设计的基础上,对各个局部问题进行深入分析,并进行各个项目的详细设计计算和绘制图样,解决设计中基本的和关键性的技术问题,最终确定船舶全部技术性能、船体结构、重要材料、设备选型、订货要求等各项技术要求和标准。

详细设计阶段所提供的技术文件,应能满足验船部门审查,用船单位认可,造船单位订购材料、设备和进行生产准备,开展生产设计所需技术文件等方面的需要。在详细设计阶段,船体方面所完成的主要图样和技术文件有:

(1)船体设计说明书;(2)详细的总布置图;(3)正式的型线图;(4)中剖面结构图、基本结构图、外板展开图、全船分段划分图、首柱图、尾柱图、肋骨型线图、甲板结构图、主横舱壁结构图等;(5)船舶舾装方面的布置图和零件图;(6)各系统原理图;(7)各项性能的详细计算及有关说明书和试验报告书;(8)详细的设备和材料规格明细表等。

#### 5. 生产设计

根据认可的详细设计绘制各项生产、加工作图样,结合工厂建造工艺和生产组织管理,编制各项施工辅助图样、工艺技术指标以及管理指标的工作图表,提供施工信息等技术文件。

生产设计涉及的范围广,设计文件的深细程度高,其主要特点是:

(1)把船舶设计、造船生产和生产管理有机地结合起来,通过设计文件(图、表或其他信息)体现出来,并以此作为组织生产的依据;(2)把船体、轮机、电气及其他工程的纵向专业系统进行横向融合沟通,构成纵横结合的综合系统,使各专业、各工种、各施工阶段能协调平衡,均衡生产,提高综合生产能力。生产设计是促使船舶设计、工艺技术和生产管理现代化的有效措施之一;(3)虽说生产设计是在详细设计的基础上进行的,但实际上却是贯穿在合同设计、详细设计这两个设计阶段始终的。从设计一开始就把“造什么样的船”同“怎样造船”一起考虑,把订船者的要求同承造厂的装备条件结合起来,真正体现了设计为建造服务的思想。

## 1.2 船舶设计工作方法

### 1.2.1 揭露、分析与解决船舶内在的技术经济矛盾

自然界一切事物无不存在内在矛盾,船舶本身的内在矛盾更加错综复杂。在讨论船舶设计的一般方法时,首先应当对船舶本身所具有的各种技术经济矛盾有所认识。例如载重量的多与少,航速的快与慢,稳性的好与坏,造价的高与低,营运成本的高与低等。在不同的矛盾之间又存在着矛盾,如在排水量不变的情况下,提高载重量与提高航速之间的矛盾,提高稳性与改善横摇缓和性之间的矛盾,航向稳定性与操纵灵活性之间的矛盾;在水密分舱上,使用合理性与抗沉性之间的矛盾,增加船舶吃水与航道和港口水深限制之间的矛盾,降低造价与要求高航速之间的矛盾,采用先进技术与可靠性、经济性之间的矛盾等。由此看来,船舶设计是一项充满着多项矛盾的复杂过程,正是由于这些内在矛盾的存在及其互相依