

船舶设计原理



CHUANBO
SHEJI YUANLI

谢云平 陈悦 张瑞瑞 刘可峰 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

船舶设计原理

谢云平 陈悦 张瑞瑞 刘可峰 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书着重介绍船舶总体设计的基本原理、基本方法以及法规、规范等相关知识。全书共分九章,内容包括:船舶设计概论、船舶重量重心与载重线、船舶容量与吨位、船舶技术与经济性能、船舶主要要素确定、型线设计、总布置设计、计算机辅助设计及应用和海洋移动平台设计。

本书力求将专业知识与相关法规内容融为一体,并适量设有相关案例,可作为普通高等院校船舶与海洋工程专业的教材,也可供从事船舶与海洋工程的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

船舶设计原理/谢云平等编著. —北京:国防工业出版社,2015.2

(船舶系列丛书)

ISBN 978-7-118-09940-9

I. ①船… II. ①谢… III. ①船舶设计 IV. ①U662

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 036833 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)

三河市腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 19 字数 470 千字

2015 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 39.00 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

多年来,我校“船舶设计原理”课程一直使用上海交通大学编写的相关教材。在此基础上,根据我校船舶与海洋工程专业教学大纲和课程设置要求,结合编者多年的教学和工程实践经验作了一定的补充和调整,在内容上吸取了一定的船舶设计新思想、新方法、新技术和新规则,逐步形成了适合我校船舶与海洋工程专业本科生培养特色的教学方案和教学资料。

船舶设计涉及总体设计、结构设计、舾装设计、轮机设计和电气设计等诸多方面,而且还需满足与船舶设计相关的规范、法规、规则和公约等。本教材主要介绍船舶总体设计的基本原理和方法,学生除了应具备船舶静力学、船舶阻力、船舶推进、船舶结构与强度、船舶建造工艺等方面的专业基础知识外,还必须对相关法规、规范、规则有一定的了解,并能综合运用相关专业知识来分析和解决船舶总体设计过程中的各种问题。

为此,考虑到船舶设计初学者的特点,本书在内容和结构上作了精心的选择和安排,并尽可能与船舶设计的工作顺序相吻合。本教材编写时,首先对船舶重量、船舶容量、船舶性能进行阐述,并在相关章节分别增加了与之相关的载重线、吨位、稳性等基本内容;其次对船舶主要要素的确定、型线设计和总布置设计进行重点描述。此外,考虑到“船舶设计原理”是一门实践性很强的课程,为加深相关内容的理解和掌握,本教材适当增加了工程案例,并在各章后附有复习思考题。

本教材各章编写人员如下:第一章、第二章和第三章由陈悦编写;第四章和第五章由张瑞瑞编写;第六章和第七章由谢云平编写;第八章和第九章由刘可峰编写。本教材由陈悦负责统稿,谢云平负责定稿工作。

在本教材的编写过程中,学校相关部门领导和老师给予了大力支持与帮助,并提出了不少有益的意见和建议,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,本教材还存有一些不足和不妥之处,恳请使用本教材的老师、学生和读者多提宝贵意见,以便进一步完善。

编著者
于江苏科技大学
2014年10月

目 录

第一章 船舶设计概论	1
1.1 船舶设计的特点和要求.....	1
1.2 设计工作方法.....	8
1.3 船舶设计阶段的划分和工作内容	12
1.4 船舶设计原理研究的主要内容及本书内容安排	14
复习思考题.....	15
第二章 船舶重量重心与载重线	16
2.1 概述	16
2.2 空船重量的分析与估算	18
2.3 载重量估算	36
2.4 重心的估算	38
2.5 载重线	42
复习思考题.....	53
第三章 船舶容量与吨位	56
3.1 概述	56
3.2 载重型船的布置地位	57
3.3 布置型船的布置地位	65
3.4 容量图与舱容要素曲线	72
3.5 船舶吨位丈量	74
复习思考题.....	76
第四章 船舶技术与经济性能	78
4.1 快速性	78
4.2 稳性	83
4.3 耐波性	95
4.4 操纵性	98
4.5 经济性.....	100
复习思考题	106
第五章 船舶主要要素确定	107
5.1 总体设计方案构思.....	107
5.2 船舶主要要素的考虑和选择.....	112
5.3 确定船舶主要要素的方法.....	125
5.4 设计方案的优化与技术经济性评估.....	142

复习思考题	145
第六章 型线设计	146
6.1 概述	146
6.2 型线特征要素及其选择	147
6.3 型线设绘方法	164
6.4 特殊型线简介	175
复习思考题	187
第七章 总布置设计	188
7.1 概述	188
7.2 总体布局的区划	189
7.3 纵倾调整	199
7.4 舱室布置	201
7.5 通道与出入口布置	206
7.6 船舶设备配置	209
复习思考题	219
第八章 计算机辅助设计及应用	221
8.1 概述	221
8.2 计算机辅助船舶设计简介	230
8.3 船舶设计软件应用实例	242
复习思考题	251
第九章 海洋移动平台设计	252
9.1 概述	252
9.2 海洋平台的环境载荷	256
9.3 平台总体性能	264
9.4 移动平台总体设计简介	273
复习思考题	281
参考文献	283

第一章 船舶设计概论

1.1 船舶设计的特点和要求

1.1.1 船舶设计特点

1. 船舶的特点

船舶是一种可移动的水上建筑物,具有使用环境条件特殊、类型多、系统复杂、技术含量高、投资巨大、使用周期长等特点,与国民经济和国防建设等许多方面有着密切的联系。因此,船舶设计是一门复杂的综合性科学,在此过程中,必须持认真、谨慎的态度。

船舶的种类繁多。就民用船舶而言,有运输类船舶、工程类船舶、观光旅游类船舶以及特种用途类船舶。其中运输类船舶有散货船、集装箱船、滚装船、运木船、多用途货船、冷藏船、油船、化学品船、液化气体船、驳船等各型船舶。每种船舶的设计都有其各自的特点。

2. 船舶的组成

每艘船舶都是由许多部分组成的一个大系统,主要由以下各部分组成:

船体与结构——具有支持全船重量的浮力;满足装载和安装各种设备所需的容积和地位;有优良的各项性能(如稳性、快速性、分舱与破舱稳性、耐波性等);其结构能保证水密完整性和必要的强度、刚度以及能避免发生有害的振动。

舾装设备——包括锚泊和系泊、舵装置、起货设备、消防与救生、生活设施等。

动力装置——包括主机与控制、轴系、各系统设施、防污设备等。

电气设备——包括电站、通信及导航设备、照明系统等。

3. 船舶设计分类

基于船舶的组成及特点,船舶设计需要分专业、分部门协调完成。通常,船舶设计分为船体设计、轮机设计、电气设计三大专业(不包括各种通用设备产品的设计),其中船体设计又分为总体设计、结构设计和舾装设计三大部分。以上各专业和部分的设计工作相互间的关系如图1-1所示,其中,总体设计是核心,与其他各部分的设计都有着密切的联系。总体设计的工作主要包括主尺度和船型参数的确定、总布置设计、型线设计、各项性能的计算和保证等。

4. 船舶设计的特点

根据以上所述可知:一艘船是由许多不同功能的部分所组成的,各部分既是一个独立的系统,相互间又有着密切的联系;设计工作是由多种专业合作协调完成的。现就船舶设计的特点总结如下:

(1) 必须贯彻系统工程的思想,考虑问题要全面,决策时要统筹兼顾;在总体设计中一定要分清主次矛盾,协调好各专业,使之达到最佳配合。

(2) 船舶设计是一个多参数、多目标、多约束的求解和优化工作,其过程是由粗到细、逐步近似、反复迭代。例如,最初粗估的船舶主尺度完全可能是不符合各项要求的,只有通过反复迭代、逐步近似的设计过程来校验和修正,才能得到最终的可靠结果。

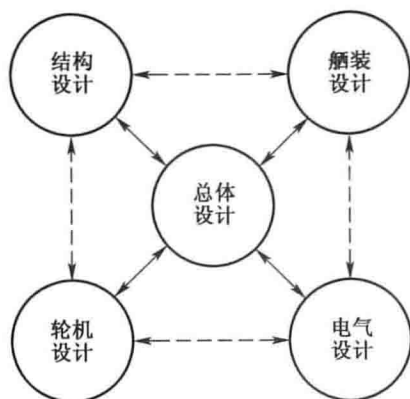


图 1-1 船舶设计关系框图

1.1.2 船舶设计的基本要求

新设计建造的船舶成功与否的标准是什么？这是一个很难回答的问题。这是因为：船舶的种类多种多样，其使用任务各不相同，即使船种相同，其使用任务和技术要求也不尽相同；另外，对船的要求有些可用技术上或经济上的某一数量指标来衡量，而有一些因素则很难用某种数量指标来反映；再者，某些要求间关系错综复杂，相互影响，因此，要提出一个适用于所有新设计船的具体要求或标准是有困难的。然而，对于新设计船，我们可以提出一般性的标准或基本要求，大致可以概括为适用、经济、安全、可靠、先进、环保。

1. 适用、经济

所谓适用是指满足船舶预定的任务和使用要求。对运输船舶而言，主要从保证运输能力和提高运输质量方面考虑，如装载能力、航速、装卸效率等；对于专用的作业船舶和海洋平台，要能具备完成特定的施工或作业的能力，并能保证作业质量。此外，船舶的航海性能、操作、船员的生活设施等也是影响适用性的重要因素。这一目标是设计中处理一切技术经济问题的中心。

经济是指船舶有较低的投入，并在完成规定任务时要有较少的消耗和较多的盈利。提高船舶的经济性是设计工作的重要目标。船舶的经济性涉及三个基本要素，即建造成本、营运开支和营运收入。设计中的技术措施是否恰当，决策是否正确，对船舶的经济性会产生很大的影响。设计工作中必须把经济性放在十分重要的地位来考虑。有时，一项好的技术措施可能会节约可观的投资。

但是，一般来说，设计中经常遇到的是技术性能和经济性相互矛盾的情况，这就需要进行技术与经济的综合评估或论证，使之趋于合理的统一。显然，适用性是经济性的重要前提，不适用就谈不上经济。反之，在达到适用的前提下，若不注重船舶的经济性，也是不妥的。因为这会造成资金和物资的浪费，达不到应有的投资效果。对民用船舶而言，这个问题尤为重要。事实上，综观现代运输船舶的发展、新船型的出现和新技术的采用，无一不是受经济因素的刺激。经济是技术发展的基础和动力，技术是实现经济目的的手段和工具，两者相互渗透，相互推动。因此，设计中加强经济观念是十分重要的。

举例来说，对某一航线的货运进行船型论证时，即使采用常规船型，也可以建立不同的船型方案，如载货量大些但航速低些的方案，载货量小些但航速高些的方案，两种船型方案能完成相同的年货运量。但显然，两种船型方案在投资上和运输成本上会有所不同。选取哪一种

方案有利,就要从技术及经济角度加以全面衡量。

针对某一具体设计技术任务书的要求,设计中必然也会涉及经济性问题。例如,可采用主要尺度小些但较丰满的船型方案,也可采用主要尺度大些但较纤瘦的船型方案。显然,前者的造价要低些,与造价有关的营运开支也会低些;但后者可能在航速上有利些(假定用相同主机),因航速提高可使航次时间稍短些,年货运量会稍多些,且每个航次的燃料开支可能节省些等。何者有利,须从总的经济效果并结合技术性能作综合分析才能决定。在研究采用某项新的技术装备的合理性时,也常从技术上的先进性和经济上的有利性方面加以综合考虑。

2. 安全、可靠

船舶的安全是关系到国家和人民生命财产安全的重大问题。因而安全性是船舶的一个基本质量指标。为保证船舶的安全性,政府主管机关制定了船舶设计和建造的法规,国际组织(例如 IMO——国际海事组织)通过政府间的协定,制定了各种国际公约和规则。这些法规、公约和规则对船舶的安全措施提出了全面的要求。政府法规是强制执行的,凡是船籍国政府接受、承认或加入的国际公约和规则都纳入在法规之中,船舶设计必须满足这些法规的要求。此外,入级船舶还要满足船级社制定的入级与建造规范,规范的规定主要也是基于船舶安全方面的考虑。总之,船舶设计中必须严格遵守法规和规范的规定,满足法规和规范的要求,这是保证船舶安全的最基本的措施。例如,设计人员应根据相关规范和公约,对船舶的构造、载重线、稳性、分舱、消防、救生、航行、信号、通讯等方面给予足够的重视。

应该指出,在船舶设计和建造的实践中船东为了降低造价,往往希望减少或免除某些安全方面的设备。设计者在设计中,既要考虑造价的因素,又要保证船舶的安全性,一般来说,至少应满足法规和规范的最低要求。因此设计人员对法规和规范必须认真研究,熟悉、掌握各项规定,对这些规定的基本精神也要加深理解。

此外,船舶设计中的可靠性问题也必须加以重视。船舶使用周期长,船上重要设备和部件的可靠性对安全性和经济性影响很大。某些设计或设备虽然能满足有关规定,但其可靠性仍可能有很大差别。因此在设计方案的优选和设备的选用中对可靠性问题要给予充分的重视。例如,对船上的重大设备(如主机)、重要装置(如舵桨设备、锚设备),在选型和局部设计时应给予充分注意。

3. 先进、环保

先进是指性能优良、技术和装备先进。在船舶设计中,结合船型特点,采用先进技术和装备可以改善性能,提高船舶的质量和经济效益。例如,采用优秀的船体型线和有效的节能装置可以提高船舶的快速性,达到节能的效果;先进的控制设备可以提高船舶的自动化程度;等等。当然,先进设备的采用有一个性能价格比的问题,选用中要综合考虑。

船舶的节能和环保已经越来越受到人们的重视。近年来,IMO 讨论并提出了新船能效设计指数(EEDI),并于 2013 年 1 月 1 日正式生效,即该日期以后建造的所有 400 总吨及以上的国际航行船舶须满足新的能效标准。造船厂、船舶设计者、船舶设备商都积极利用各种措施来提高船舶能效,促进技术进步和革新。EEDI 是衡量船舶设计和建造能效水平的一个指标,或者说是在船舶设计时每单位船舶运输量而产生的环境成本(CO_2 的排放量)衡量指标,即根据船舶在设计最大载货状态下以一定航速航行所需推进动力以及相关辅助功率消耗的燃油计算出的 CO_2 排放量。对 EEDI 起决定作用的主要参数有航速、船舶装载量或总吨位、为达到该航速而需要的安装功率等。由于 EEDI 对设计方法、生产工艺技术、配套设备、新能源技术应用等提出了更高的要求,所以船舶设计、建造及配套单位就必须努力对不能满足要求的现有船型

及设备进行优化,以满足 EEDI 的要求。

因此,在船舶设计的错综复杂的技术经济矛盾中又增加了能效指标优化的新要求。这就涉及到绿色设计(Green Design)的概念。绿色设计也称生态设计(Ecological Design)、环境设计(Design for Environment)、环境意识设计(Environment Conscious Design)。在产品整个生命周期内,着重考虑产品环境属性(可拆卸性、可回收性、可维护性、可重复利用性等)并将其作为设计目标,在满足环境目标要求的同时,保证产品应有的功能、使用寿命、质量等要求。绿色设计的原则被公认为“3R”的原则(Reduce, Reuse, Recycle),减少物质和能源的消耗,减少有害物质的排放,又要使产品及零部件能够方便地分类回收并再生循环或者重新利用。利用绿色设计基本思想,设计出资源省、能耗低、无污染、效益高的绿色船型,这就是绿色船舶设计。所以,就要求设计者在船舶设计工作中综合、全面地统筹和平衡整个船舶系统中的各种矛盾和因素,降低能耗,减少排放。

总之,上述几个方面,既统一又矛盾,是辩证的统一,要结合具体情况,认真分析,抓住主要矛盾及矛盾主要方面,妥善处理。同时,设计工作者还要不断学习和创新,吸取各种新的技术和科研成果,扩大知识面,提高自身的艺术修养,推陈出新,才能设计出一艘优秀的船舶。

1.1.3 船舶设计依据

1. 设计技术任务书

一艘重要船舶的问世一般要经历船型论证、设计和建造三个大的阶段。经过船型论证产生新船的设计技术任务书,并作为设计的出发点,再经过逐步深入的分阶段的设计工作,提供大量的设计文件,作为建造新船的依据。

对于民用船舶,设计技术任务书主要包括对新船的使用任务、主要技术性能和主要装备以及主尺度附加的约束条件等。一般包括以下几方面:

1) 用途方面

(1) 航区

规定新船的航行区域,担负的任务。航区是指设计船航行的区域。海船航区是根据航线离岸距离和风浪情况划分的。航区不同,对船舶的安全性和设备配置要求也不同。我国法规对国内航行海船的航区划分为远海航区、近海航区、沿海航区、遮蔽航区。

有关海船法规中对航区的界定如下所列:

① 远海航区:系指国内航行超出近海航区的海域。

② 近海航区:系指中国渤海、黄海及东海距海岸不超过 200n mile(海里)的海域;台湾海峡;南海距海岸不超过 120n mile(台湾岛东海岸、海南岛东海岸及南海岸距岸不超过 50n mile)的海域。

③ 沿海航区:系指台湾岛东海岸、台湾海峡东西海岸、海南岛东海岸及南海岸距岸不超过 10n mile 的海域和除上述海域外距海岸不超过 20n mile 的海域;距有避风条件且有施救能力的沿海岛屿不超过 20n mile 的海域。但对距海岸超过 20n mile 的上述岛屿,主管当局将按实际情况适当缩小该岛屿周围海域的距岸范围。

④ 遮蔽航区:系指在沿海航区内,由海岸与岛屿、岛屿与岛屿围成的遮蔽条件较好、波浪较小的海域。在该海域内岛屿之间、岛屿与海岸之间的横跨距离应不超过 10n mile。

内河航行船舶的航区根据不同水系或湖泊的风浪情况划分为 A 级、B 级和 C 级航区,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。

(2) 航线

规定新船的具体航线,分定航线和不定航线。对于不固定航线的船舶通常只给出航区,定线航行的船舶需要给出停靠的港口。

(3) 载货性质、数量以及其他用途

货物运输常常给出船种及所载运的货类;总载重量(t)或载货量(t)(集装箱船则给出某种标准箱的箱数);货物的理化性质,通常是干货的积载因数(m^3/t),液货的密度(t/m^3);某些特殊的要求,如多用途船能适应于装载一定数量的甲板货,能载运规定尺寸的特大货件,适应集装箱以至散装谷物的载运等。

客船及客货船通常给出各级旅客的人数、舱室标准(每人所占面积)及公共处所的设备标准,以及载货的数量及货舱容积等。

其他船种的使用要求,依具体情况而定。

2) 布置方面

提出新船舱室划分、上层建筑的型式及甲板层数等应满足的要求或希望。

3) 船级和船籍方面

船级是指新船准备入哪个船级社,要求取得什么船级标志,确定设计应满足的规范,即提出新船符合的规范和船级要求,如:结构上按哪一个船级社的建造规范设计;稳性应符合哪一稳性规范的哪一级船的要求;其他规定,如载重线规范、抗沉性规范等。国际航线船舶还应符合有关的国际规定或公约。

船籍则是指在哪个国家登记注册的船舶,确定新船应遵守的船籍国政府颁布的法定检验规则。例如,悬挂我国国旗的海船,无论入哪个船级社,都应遵守我国政府主管当局颁布的《船舶与海上设施法定检验规则》。

4) 尺度及型线

提出对设计船主尺度的限制,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;对于内河船舶还受到桥梁、船闸等水上建筑物尺寸的限制。

提出设计船首尾部的形状,比如是否采用球首或球尾等。

5) 动力装置

给出主机的类型、型号(功率)、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)的配备要求等。

6) 船舶性能

(1) 航速

一般民用运输船为提出要求达到的满载试航速度,但对于拖船常提出拖带航速下的拖力要求及自由航速的要求。试航速度是指满载时主机在最大持续功率情况下,新船于静水中所测得的速度。服务航速是指船平时营运所使用的航速(是个平均值),这时主机以常用的功率以保护主机。

(2) 其他性能

对新船的抗风要求、稳性、浮态、抗沉性、耐波性、操纵性等方面做出规定。

7) 设备方面

对新船的起货设备(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、舵设备、锚泊设备、减摇装置、航行设备等方面提出要求和期望。

8) 船员配备及生活设施

给出新船各类人员的编制、居住舱室及其他舱室的配备和标准、空调标准等。

9) 续航力和自持力

续航力是指在规定的航速(通常为服务航速)或主机功率下,船上所带的燃料储备量可供连续航行的距离(n mile)。自持力(又称自给力)是指船上所带淡水和食品可供使用的天数。运输船舶不给出自持力时,淡水和食品的储备数量根据续航力和航速来计算。

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,如在编制任务书时已进行了充分而深入的分析 and 论证甚至完成了方案设计,那么提出的任务书往往详细具体;但也有的任务书只提出主要的使用任务和技术要求(或设想),条目较少,内容简要。这种情况下,船东往往待设计进行一段工作后再将任务书补充完善。

下面是 35000t 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°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》(2012)、修改通报(2014年1月版)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° , 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 34000t。货油密度按 $0.84\text{t}/\text{m}^3$ 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 14.5kn。

续航力为 15000n 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 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)除满足规范规定以外,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《海船船体振动衡准》(GB/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,其供汽量应满足压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、餐厅各设液晶电视机一台。设吸烟室、烘衣室、洗衣室各一间,洗衣室设两台全自动洗衣机。

此外,对厨房设备、各种储藏室和工作间的设置也作出规定。

船舶设计技术任务是船舶设计的依据。它通常由用船部门负责编制。但有的情况下,某些较重要的新船,在船型论证阶段,由用船、设计、科研等部门结合起来,分工协作,进行研究与论证,共同编制任务书草案,供审批后确定。

船东的使用要求是船舶设计的主要依据之一。除非它与法规、规范相抵触,或在设计上不合理,或因生产条件的限制不能制造,否则应予以满足。如果发生任何不能满足任务书要求的情况,应及时与船东协商,并取得一致的修改意见。

在船舶设计过程中,达到相同的使用要求,通常有好几种途径。一个有创新思想的设计师总是想突破常规设计新的、更有效的船舶。然而有经验的船东往往会固执地坚持某些想法。所以设计者在与船东协商之前,必须对他的设计方案在技术和经济性方面具有双重的把握。

事实上,设计技术任务书制定以后,新船是一艘什么样的船,目标已经明确,它通常是由用船部门根据客观需要和可能,考虑技术与经济条件等实际情况,经技术经济论证工作后提出的。船型的技术经济论证是对不同船型方案的投资规模、经济效益和技术上的可行性进行比较和分析。可见,设计技术任务书的制定本身包含了大量的技术和经济论证工作,它是进行后

面设计的基础,关系到设计建造新船的方向性问题。如果任务书对新船的使用任务和技术要求提得不合理,即使后面的设计尽了很大的努力,也不可能设计出一艘成功的新船,甚至会造成重大的损失。因此在设计进行的过程中,如果发现了新船使用任务和技术要求方面的重大问题,就要及时向有关部门反映,协商后妥善解决。

2. 相关“公约”、“法规”、“规范”等

有关船舶设计方面的国际和国内的规范和公约,大多数都是基于保证船舶使用和航行安全而制定的。它们是人们根据船舶使用的历史经验和不断发展的科学技术水平总结的结果,是带有法令性(技术法令)的文件,是设计、建造、检验船舶的重要依据。设计人员必须熟悉和很好地理解公约和规范的精神实质,在设计中合理灵活应用。在遇到规范和公约无法解决的问题时,应会同公约和规范监督部门,结合具体情况加以解决。

新技术的发展、理论水平的提高、人们认识的深化、新船型的出现,都会引起公约和规范的不断改进和完善。因此,国际和国内从事船舶设计公约和规范监督执行和研究的部门,要每隔一段时间,根据发展变化的情况,对公约和规范的内容加以重新修订。

以下列举部分常用“规范”和“公约”名称。

1) 国际航行船舶部分

(1) 《国际航行海船法定检验技术规则》(2008)及其后续修改通报(2009、2010、2011、2012);

(2) 《IMO 国际海上人命安全公约》(SOLAS 公约)2009 综合文本及其后续修正案;

(3) 《国际海运固体散装货物规则》;

(4) 《IMO 国际防止船舶造成污染公约》(MARPOL 公约)2011 综合文本及其后续修正案;

(5) 《国际救生设备规则》;

(6) 《国际海运危险货物规则》。

2) 国内航行船舶部分

(1) CCS《国内航行海船建造规范》(2012);

(2) CCS《钢质内河船舶建造规范》(2009)及其后续修改通报;

(3) CCS《内河高速船入级与建造规范》(2012);

(4) 《国内航行海船法定检验技术规则》(2011)及其后续修改通报;

(5) 《内河船舶法定检验技术规则》(2011);

(6) 《沿海小型船舶法定检验技术规则》(2007);

(7) 《内河小型船舶法定检验技术规则》(2007);

(8) CCS《绿色船舶规范》(2012)及其后续修改通报。

1.2 设计工作方法

设计工作与科学研究不同,科学研究是发现事物性质,设计是发明事物,是通过主观对客观的适应而创造人为事物的科学。设计是一种技术实践活动,目的是解决所面临的问题。设计除了需要科学知识以外,还需要工艺和技巧方面的知识。设计工作的过程如同一般事物的发展一样,总是不断地从肯定走向否定到再肯定,具有螺旋式上升的特点。

下面从一般意义上来总结船舶设计的工作方法。

1.2.1 消化任务书、调查研究、搜集资料

设计工作的许多经验教训证明,不重视调查研究,没有正确领会用船部门的意图和要求,不能掌握有关的实际情况,设计工作常常徒劳无功,甚至失败。船舶设计如果没有足够的技术资料,工作将很难开展,即使勉强地去做,也很难设计出一艘成功的好船。因此,作为设计人员,应认真阅读设计任务书,这是一切工作的基础。在正确领会用船单位的意图和要求、掌握有关的实际情况的前提下,深入地调查研究,全面地搜集资料,设计工作才能够井然有序地进行。

调查研究包括以下主要内容:

(1) 用船部门的意图和要求。船东从决定建造一艘新船到制定出设计技术任务书通常有一个很长的反复过程。这个过程反映了客观情况的不断变化和人们认识的不断深入与更新。设计者从接到设计任务书起,首先应该详细地了解用船部门对新船的任务、使用的具体要求、设计的原则以及各种客观因素对新船的限制等情况,也就是对任务书中各项要求的背景情况和资料进行调查,弄清这些要求的来龙去脉,这样才能使设计真正做到有据可依、有源可寻。

(2) 相关方面的情况。与新船相关方面情况的调查内容很多,在调查研究时,应针对新船的特点来进行。比如,航道港口、建造维修、船型资料、新技术及成果等,这些都与新船主要要素等重大问题的确定密切相关,需要掌握第一手资料。此外,市场信息对设计者也是非常重要的。如货源的波动、运费的涨落、燃料价格的变化、造价的变更等都直接影响船型方案的选取。

设计工作所需的技术资料是保证设计工作顺利开展和进行的必要条件,也是保证设计质量的重要因素。搜集资料的内容包括参考型船的资料、与设计新船有关的新技术成果、船用设备的样本及供应情况等。其中参考型船的资料十分重要。型船的资料包括主要要素、载重量、舱容、航速、主机参数、重量重心、总布置图、型线图、船模及实船试验资料等。对于船舶总体设计来说,型船的重量重心资料特别重要,在可能的情况下重量重心资料越详细越好,一般至少应有船体钢料、机电设备、舾装设备三大项的分类资料。此外,同类船的各种统计资料也很必要。以上这些资料在平时工作中就要随时注意搜集和整理。丰富的技术资料是设计人员的宝贵财富。

1.2.2 综合分析、合理解决

船舶是一个复杂的系统,设计中矛盾是很多的。例如,船舶各项技术性能之间、安全性与经济性之间,对设计的要求常常是矛盾的。设计工作的一项重要内容就是通过系统的分析、综合的考虑,对问题提出一个合理的解决方案。设计人员应具备这方面的能力。设计工作中矛盾是不可避免的,但矛盾之间也存在互相依存、互相转化的统一关系,要在综合分析的基础上,抓住主要的矛盾,有侧重、有兼顾地考虑问题,从而找出解决问题的合理途径。在这里,我们要强调综合分析的重要性,即确立船、机、电一盘棋思想,从错综复杂的矛盾中,找出要达到技术经济指标的关键问题(中心问题)。在深入调查和广泛听取各方意见的基础上,确定初步设计方案。

对于不同类型、用途、使用区域的船舶,其设计中的中心问题也各不相同。对货运船舶,是不断地提高运输效率;对拖推船,是在给定的主机功率和指定的航速下保证最大的拖力或推力。

在船舶设计工作中,无论是全局性的总体设计还是某项局部设计,出现了某个问题不能就

事论事地加以修改,而不顾前后左右的影响,这样的结果往往会引起其他的甚至更大的矛盾。综合分析,就是强调考虑问题要全面周到,要弄清前因后果,要顾此及彼,这一点要给予充分的重视。有人认为:“船舶设计是‘大折衷’,是多方妥协的产物”,这不无道理。但如何折衷,如何妥协却大有文章可做,解决问题的方法可能有许多种,但最合理的也许只有一种。设计工作中还要注意和加强各专业、各部门之间充分的协商和协调。许多时候,设计中出问题的往往是在各专业和部门之间的交叉和衔接处。

1.2.3 母型改造、推陈出新

在新船设计时,设计者常采用一种行之有效的方法——母型设计法,即在现有船舶中选取一条与设计船技术性能相近的优秀船舶作为母型船,将其各项要素按设计船的要求用适当的方法加以改造变换,即得到设计船的要素,从而使设计船有较可靠的基础,减少设计时的盲目性和逐步近似次数。

现有船舶是人们造船和用船经验的结晶,也是科学技术不断发展的成果。某一类型船舶的发展和演变过程,存在着由它们的使用任务和要求所决定的共性问题,这就决定了这类船舶必然具有许多相近的技术特征和内在规律,这些特征和规律也是人们合理解决船舶设计中众多矛盾的结果。合理地吸取和利用这些经验和规律,可以减少盲目性,使新船设计有较可靠的基础。这就是船舶设计中经常采用的母型设计法的理论依据。

母型设计法中,母型的概念是广泛的。一方面,与新船在主要技术性能方面相近的优秀实船,是最直接的母型,这种经过实践考验的母型船资料可以使设计者比较容易地把握新船的主要性能和改进的方向;此外,经过模型试验研究的优良船模资料也是母型。另一方面,与新船同一类型船的统计资料是设计中常用的资料。这些资料虽然代表的是统计船的平均值,但反映了这类船的一般规律和趋势,因此可作为设计新船的一般指导。

设计中选用的母型船可不必限于一条,而是根据所需可以在设计的不同局部选用不同的母型,以便更好地满足设计船的要求。例如,在快速性方面选择甲船为母型,重量估算方面可参考乙船,而布置方面又可吸取丙船的经验,等等。总之,选用母型的标准一是相近,二是优良。

用母型设计法设计新船要突出一个改造,即在参考母型的过程中要有所改进和创新。母型设计方法不是一种简单的拼拼凑凑,而是设计者根据新船的特点和要求,在熟练掌握船舶设计原理和方法基础上的创造性的工作。每一艘新船都有其特殊性,设计中要用好同类船的统计资料和回归公式,但不能不加分析地生搬硬套,没有创新和改进也不可能产生优良的新船。因此,设计者必须结合新船的要求和特点,考虑新技术、新设备、新工艺、新材料在新船上的应用,做到在设计中有所创新、有所前进。

事实上,在强调用母型设计法设计新船的有效和可靠时,并不排斥所谓全新概念的新船设计,特别是在新船型开发设计中,会遇上根本不可能找到合适完整的母型船资料的情况,这时往往要采取边研究、边试验、边设计的方法,就是所谓的全新概念的“全新设计法”。通常的做法是,首先对新船的特点加以研究,形成一个初步方案后,开展相对深入的方案设计工作,然后对设计结果进行必要的试验,以验证设计的正确性并寻找改进的方向和方法。在此基础上再进行下一个循环的设计、试验和研究工作。新船型的开发都需要一个相对漫长的过程。

1.2.4 逐步近似、螺旋前进

船舶设计是一个逐步深化、逐步近似的设计过程。其原因是船舶设计是一项复杂的系统工作,在设计时,解决任一问题,涉及到的方面和要考虑的影响因素很多,有些因素在设计之初,由于条件不具备而难以考虑,因此问题的真实解是通过逐步近似过程获得的,如船体钢料的计算。这些因素相互交叉,相互影响,设计者对新船的认识有一个由表及里、由浅而深的过程。因此,船舶设计工作也有一个与其相适应的工作方法和程序。

逐步近似过程就是把复杂的设计工作分成若干循环,也就是分阶段完成。不同设计阶段中所考虑的问题是有所重复的,但重点和详细程度不同,考虑因素的多少不同,工作的深度和侧重也就不同。初次近似时只考虑少数主要因素,后一次再考虑较多因素,这样反复进行,直到取得符合要求的设计结果。需要说明的是,近似过程的每一次循环都不是简单的重复,而是前一次结果的补充和发展。可以说,整个近似过程是一个螺旋式上升的过程,图 1-2 为船舶设计螺旋线,其表示了船舶设计的过程。当然,螺旋上升的每次重复过程中并非需要对每个步骤都要开展深入的工作,而是根据具体情况有些侧重、有些简要,也有些可以省略。

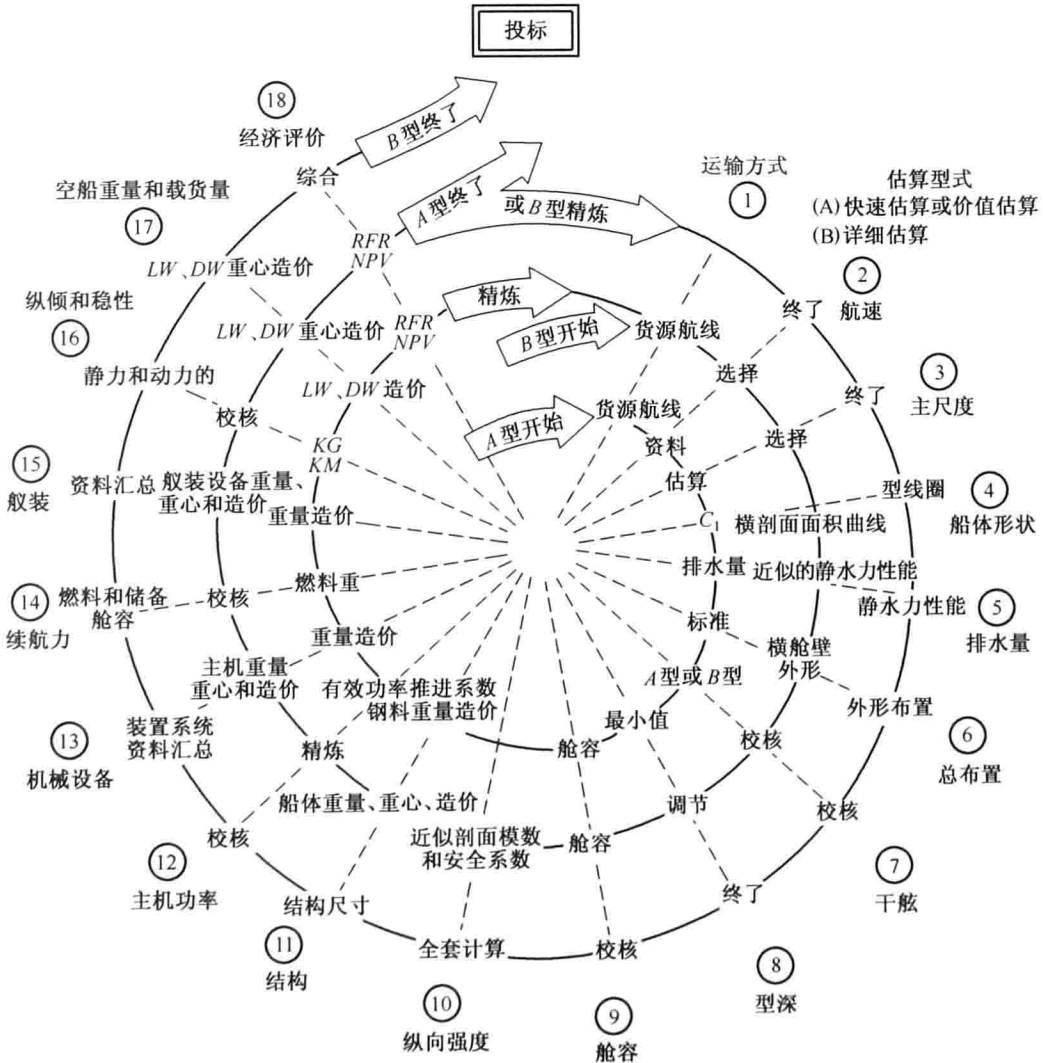


图 1-2 船舶设计螺旋线