



高等学校统编教材

船舶设计原理

(修订本)

林杰人 主编

国防工业出版社

52
3
1)

U662

L58

(1.1)

425340

船舶设计原理

(修订本)

林杰人 主编



00425340

国防工业出版社

田宝珠

内 容 简 介

本书着重介绍了船舶初步设计的基本原理、方法和过程。全书共九章。主要内容包括：根据设计技术任务书进行设计方案构思所涉及的基本因素（船舶重量与重心位置、总布置地位、各项船舶性能）的分析与确定方法，船的主要要素的确定，船舶经济性计算，型线设计，总布置设计及船型论证。

本书可作为高等院校船舶工程专业的教材，亦可供造船工程技术人员参考。



国防工业出版社出版

(北京市车公庄西路老虎庙七号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张15¹/₂ 357千字

1989年5月第一版 1989年5月第一次印刷 印数 0,001—2,780册

ISBN 7-118-00473-1/U·44 定价：3.10元

出版说明

根据国务院国发〔1978〕23号文件批转试行的“关于高等学校教材编审出版若干问题的暂行规定”，中国船舶工业总公司承担了全国高等学校船舶类专业教材的编审、出版的组织工作。自1978年以来，完成了两轮教材的编审、出版任务，共出版船舶类专业教材116种，对解决教学急需，稳定教学秩序，提高教学质量起到了积极作用。

为了进一步做好这一工作，中国船舶工业总公司成立了“船舶工程”、“船舶动力”两个教材委员会和“船电自动化”、“惯性导航及仪器”、“水声电子工程”、“液压”四个教材小组。船舶类教材委员会（小组）是有关船舶类专业教材建设的研究、指导、规划和评审方面的业务指导机构，其任务是作好高校船舶类教材的编审工作，并为提高教材质量而努力。

中国船舶工业总公司在总结前两轮教材编审出版工作的基础上，于1986年制订了《1986年~1990年全国高等学校船舶类专业教材选题规划》。列入规划的教材、教学参考书等共166种。本规划在教材的种类和数量上有了很大增长，以适应多层次多规格办学形式的需要。在教材内容方面力求做到两个相适应：一是与教学改革相适应；二是与现代科学技术发展相适应。为此，教材编审除贯彻“打好基础，精选内容，逐步更新，利于教学”的原则以外，还注意了加强实践性教学环节，拓宽知识面，注重能力的培养，以适应社会主义现代化建设的需要。

这批教材由各有关院校推荐，同行专家评阅，教材委员会（小组）评议，完稿后又经主审人审阅，教材委员会（小组）复审。本规划所属教材分别由国防工业出版社、人民交通出版社以及各有关高等学校的出版社出版。

限于水平和经验，这批教材的编审出版工作还会有许多缺点和不足，希望使用教材的单位和广大师生积极提出宝贵意见，以便改进工作。

中国船舶工业总公司教材编审室

1988年3月

编写说明

本书是1981年出版的《船舶设计原理》(林杰人主编)的修订本。修订中贯彻了如下的指导思想:

1. 吸取了近几年的教学经验。为适应学生的学习特点,根据先局部后综合的原则,对原书的内容作了重新安排。
2. 教材内容与设计实践相适应。本着这个原则,在修订本中适当增加了反映最近几年发展的新观念、新方法、新资料。同时删减了部分显得偏、旧的内容。
3. 保持原教材的优点,努力引导学生用正确的思想方法去分析和解决问题。因此在取材和内容的阐述上都注意到尽量符合船舶设计的规律。
4. 本书是船舶工程专业的教材。鉴于本书的任务及性质,书中主要介绍了基础性知识,列出了一些必要的公式和资料。为便利有志于船舶设计的学生作深入研究,将一些有价值的资料以参考文献的形式给出,以便查阅。

在本书编写时,先由林杰人拟定了编写大纲,经上海交通大学船舶设计教研室组织讨论,然后分工编写。再由林杰人负责协调、审阅,经多次修改而成。本书的第二、三、八章由程斌执笔;第四、五章由裘泳铭执笔;第一、六章由谭家华执笔;第七、九章由顾敏童执笔。

对于本书,中国船舶工业总公司船舶工程教材委员会组织专家进行了评审,编者根据评审意见,进行了修改。最后由武汉水运工程学院造船系席龙飞教授对本书进行了主审。特此表示感谢。

由于编者的水平有限,必然存在一些不妥之处,恳切希望读者给予指正。

编 者

1988年1月

目 录

第一章 绪论	1	§ 5-2 基本的利息关系式	88
§ 1-1 设计工作概况	1	§ 5-3 基础经济数据计算	91
§ 1-2 设计的指导原则和基本要求	6	§ 5-4 经济指标	97
§ 1-3 设计工作的方法	7	§ 5-5 计算实例	100
§ 1-4 本书的内容	8	第六章 新船主要要素的确定	103
第二章 船舶重量与重心	10	§ 6-1 有关主要因素的综合分析	103
§ 2-1 概述	10	§ 6-2 可行方案及选优衡准	108
§ 2-2 空船重量的分析与估算	11	§ 6-3 确定新船主要要素的基本原理	112
§ 2-3 载重量估算	23	§ 6-4 方法与举例	118
§ 2-4 重力与浮力的平衡	25	第七章 型线设计	143
§ 2-5 重心估算	28	§ 7-1 概述	143
第三章 船舶的布置地位、登记吨位	31	§ 7-2 主要形状特征和参数的选择	144
§ 3-1 载重型船的布置地位	31	§ 7-3 型线生成	162
§ 3-2 布置地位型船的布置地位	35	§ 7-4 特殊型线	177
§ 3-3 舱容及其形心位置的计算	39	第八章 船舶总布置设计	183
§ 3-4 船舶登记吨位——船舶吨位丈量规范	42	§ 8-1 概述	183
第四章 船舶性能	45	§ 8-2 总体布局的区划	184
§ 4-1 概述	45	§ 8-3 纵倾调整	194
§ 4-2 快速性	45	§ 8-4 舱室及梯道的布置	198
§ 4-3 稳性	54	§ 8-5 船舶的外部造型与内装设计概述	208
§ 4-4 分舱及破舱稳性	66	§ 8-6 船舶设备的配置及舱面布置	210
§ 4-5 耐波性	73	第九章 船型论证简介	218
§ 4-6 船舶最小干舷	78	§ 9-1 概述	218
§ 4-7 其它性能	85	§ 9-2 船型论证的一般步骤	219
第五章 船舶经济性计算	88	§ 9-3 船型与经济性的一些规律	222
§ 5-1 概述	88	§ 9-4 船型论证举例	231
		参考文献	239

第一章 绪 论

船舶是一种历史最悠久的运输工具。现代化的船舶运输与铁路、公路相比，具有成本最低，单位能耗最少，承载能力最大的特点。据统计，美国的密西西比河，就运输能力而言，相当于20条铁路。

我国的海岸线长，岛屿众多，湖泊面积广，河流资源丰富，具有发展水上航运的优越条件。

新中国成立以来，我国的水上航运业获得了比较大的发展。至1984年末，我国交通运输系统拥有海洋运输船舶1900万载重吨；拥有各种内河船只大约14万艘，约1000万载重吨。它们担负我国对外贸易、沿海和内河的繁重的运输任务。

然而，我国目前的船队仍不能满足国民经济发展的需要。根据我国国民经济发展规划，要使水上运输能力与工农业生产的发展相适应，据预测，水上运输量平均每年将递增6~7%。同时，为了满足渔业、海军建设、港口及水利工程、海洋开发和出口船舶的需要等等，我国还需要大量的更经济、更有效、更先进的船舶。因此，规划船型、设计和建造新船是国民经济中的大事。

§ 1-1 设计工作概况

船舶与国民经济和国防建设关系密切，同时船舶的技术综合，配套复杂，投资较大，使用周期较长，因此对新船舶的设计和建造必须持认真、慎重的态度。设计、建造出的新船一定要符合我国的国情，在技术上能满足各种规定和使用要求，在经济上有好的效益。

一艘重要的船舶问世，大致要经历船型论证、设计和建造三个大的阶段。经过船型论证（见第九章），产生新船的设计任务书，对新船提出使用任务和技术要求，作为新船的设计出发点。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。

一、设计技术任务书

新船的使用任务和技术要求，通常是由用船部门根据客观需要和可能，经船型论证后提出。船型论证对于运输船而言，就是对不同船型方案的技术可行性，投资规模和经济效益进行比较和分析，因此，又称为船型的技术-经济论证；对于军用舰艇而言，则是服从战略要求下，进行战术-技术论证。将论证结果与有关资料和经验结合，就可以确定适宜新船使用任务的主要技术性能（如货船的载重量，航速等），主要装备（如主机、起货设备等），对新船主尺度附加的约束条件等。将这些编制成设计任务书，经规定的主管部门审批后下达，作为设计单位进行设计工作的依据。

民用船舶的设计技术任务书主要包括：

① 用途方面：规定新船的航行区域，担负的任务。

航区、航线：海船航区常依距离而分为沿海、近洋、远洋。内河船常按水系名称来分。我国主要水系长江根据风浪情况分A、B、C级。不固定航线的船（游荡船或不定航线船）通常只给出航区。定线船需给出停靠的港口。定线定期船（如客船、快速集装箱货船）除给出停靠港口外，还需指定班期。这类船在营运组织上又称班船。

载货性质，数量以及其它用途：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 ），液货的重度（ 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。

其它船种的使用要求，依具体情况而定。

② 布置方面：提出新船在建筑方面如甲板层数、机舱部位、上层建筑的型式、货舱划分等应满足的要求或希望。

③ 船级方面：提出新船符合的规范和船级的要求，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；其它规定，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，如《国际海上人命安全公约》、《1965年国际航行船舶载重线公约》、《1973年国际防污染协定》（1978年签字生效）等。

④ 动力装置方面：给出主机的类型、功率（或型号）及台数。

⑤ 航速、续航力等方面：航速——一般民船为要求达到的满载试航速度（kn）。拖船常提出拖带航速下拖力的要求。港作拖船且提出自由航速的要求；续航力——在规定的航速或主机功率下（民用船舶通常用主机按额定持续功率），船上所带的燃料储备量可供航行的距离（nmile）；自持能力——船上所带淡水和食品可供使用的天数，或称为自给力。

⑥ 船体结构方面：提出有关新材料、结构型式、特殊加强部分、甲板负荷的要求。

⑦ 设备方面：如起货设备的能力及型式、舵设备、减摇装置、助航设备等方面提出要求或希望。

⑧ 船舶性能方面：对新船在各种装载情况下的浮态及初稳性提出希望或要求。有时也对耐波性、操纵性等方面提出要求。

⑨ 船员配备及其生活设施方面：给出新船各类人员的编制、居住舱室及其他舱室的标准、空调标准等。

⑩ 尺度限制：对新船的主尺度限制，大船常限制吃水。有些港口限制船的总长，内河船除吃水外，常根据桥闸的尺寸限制船的总宽及水面上固定建筑的高度。

上面所述是民用船舶设计任务书的大体内容，而新船的设计任务书的实际条目及内容，依船舶的类型、复杂程度与其它原因（特别是船型论证工作的情况），可有相当大的差别。如果在编制任务书时进行了充分而深入的船型论证工作，提出的设计任务书往往条目繁多，内容详细具体。但也有的设计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，内容简明。表1-1所给出的多用途不定线货船的设计技术任务书就

是属于后者。

表1-1 设计技术任务书

17500吨载重量多用途不定线货船设计技术任务书。

1. 航区、航线 无限航区，不定线航行。
2. 用途 本船适应于装载下列货物：集装箱、包装杂货、散装谷物、工业成品、原材料、成形木材等。在装载重货时，载重量不低于17500 t。此外，由于本船在营运中，集装箱运输占有相当比重，故在设计时，应有利于集装箱的安放及装卸。
3. 货舱容积 包装容积不低于25000m³。
4. 船级 除须满足中华人民共和国船舶检验局颁发的有关规范外，还应符合有关国际公约及规则。
5. 主机 主机型号：B & W6L67GF。
主机台数：1台。
额定常用功率：7497kW (10200马力)。
转数 115r/min。
6. 航速 在静水中、风力不超过蒲氏3级时的满载试航速度不低于15.9kn。
7. 续航力 12000nmile。
8. 起货设备 采用25吨电动液压起重机，以便和集装箱的装卸。
9. 舱口盖负荷 上甲板舱口盖的设计负荷为2.5t/m²。
10. 船员人数 高级船员：14人；
一般船员：23人；
备 员：2人；
总 计：39人。
11. 舱室设施，
 - (1) 居住舱室 本船每人都应有单独住舱。船长居住舱室共四间；办公室、卧室、卫生间及单独会客室。轮机长、大副、大管轮各设有办公室、卧室及卫生间三间。
 - (2) 公共场所 设置二间餐厅及二间休息室；供高级船员及一般船员分别使用。二间餐厅应一次可供20人同时进餐。
 - (3) 生活设备 船上各舱室应有空调设备。厨房分二间，供高级船员及一般船员分别使用。船上设有病房，病房内有专用病床。病房旁边还应设单独小药房一间。

设计技术任务书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，供领导机关审批。

还应该指出的是，设计技术任务书是进行后面设计的基础，是关系设计建造新船的方向性环节，如果任务书对新船的使用任务及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。

二、设计阶段的划分

设计部门以技术任务书为依据设计新船时，一般分阶段进行。但设计阶段的划分并不是一成不变的。它以提高产品质量和缩短设计周期为目的。它受到经济管理体制和产

销规律等因素的制约，它与设计理论和方法的发展息息相关。

以前，我国的造船工业单纯地执行指令性计划，由国家投资造船，而且设计船舶主要依靠设计者的手工劳动。在此前提下，结合我国的设计实践，将船舶设计大体划分为初步设计阶段、技术设计阶段、施工设计阶段和完工设计阶段。目前不少设计单位仍在沿用这种划分办法。各设计阶段的具体内容如下：

（一）初步设计阶段

这一阶段的主要工作，是在深入分析任务书和调查研究的基础上，从全局出发，提出船体、轮机、电气几个方面的各种可行方案，通过绘图与计算，得出有关的技术、经济或其它指标，经比较鉴别后，确定一个或几个能满足任务书要求的设计方案及其技术、经济论证数据，提交审查讨论，然后再根据审查意见修改确定设计方案。这阶段只要求提供新船方案的主要技术文件，船体方面包括：

- ① 船体说明书；
- ② 型线图；
- ③ 总布置草图；
- ④ 中剖面结构图及结构强度计算书；
- ⑤ 航速、稳性、舱容等估算书；
- ⑥ 主要设备、材料规格明细表。

这一阶段的设计工作虽然是初步的，但也应保证结果比较可靠，技术措施可行。视完成内容的深度和广度的不同，有的称为初步设计，有的称为方案设计，也有的称为扩大初步设计或基本设计。

（二）技术设计阶段

技术设计是根据审查批准后的初步设计方案而进行的深入的设计工作。这阶段的工作，是在整体设计的基础上，对各个局部问题进行深入分析，并进行各个分项目的详细设计和计算，为施工设计提供较完备的技术文件。有些重要产品还要进行性能等方面的模型试验。在这阶段中要求船体方面完成的技术文件有：

- ① 船体设计说明书；
- ② 较详细的总布置图；
- ③ 正式的型线图；
- ④ 结构计算书，中剖面结构图，基本结构图，机舱结构图，外板展开图，肋骨型线图，首、尾及舱壁等结构图；
- ⑤ 锚泊、起货、操舵等设备的计算书及图；
- ⑥ 各系统的原理图；
- ⑦ 重量及重心计算书；
- ⑧ 各项性能的详细计算及有关说明书（包括试验报告）；
- ⑨ 详细的设备材料规格明细表等。

这些技术文件经用船单位、船检局和上级机关审查同意后，作为施工设计和签订合同的依据。

（三）施工设计阶段

根据审批后的技术设计文件，结合新船建造厂的具体生产技术条件，制定建造中所

需的整套技术文件。所需文件的范围依各厂情况而有所不同，在船体方面主要为分段结构的施工图和工艺规程，以及设备、舾装的零件图等等。

(四) 完工设计阶段

新船建成后，实际情况往往不可避免地会与原来的设计有所出入。设计中虽然对重量、重心作了详细计算，但不可能完全精确。建造时，对原来设计不合理之处进行修改，在不太影响基本性能的前提下，改用承造厂内的现有材料或现有规格接近的设备也是常有的事。这样就会引起船舶重量、重心、布置、结构等的稍有变动。因此，船造好以后，应根据建造期间对原设计图纸所作的改动，绘出完工图纸，根据实船倾斜试验结果，修改原来的有关计算书（如稳性、抗沉性、浮态），完成各项试验并写出报告书等等。总之，制订出完整的完工技术文件。这些文件是船舶营运维修工作的依据，也是船舶设计和研究工作的宝贵资料。

由上述可知，从技术任务书到设计工作的几个阶段，它们在新船整个设计中既具有相对的独立性，而又是相互联系的。各个阶段要求完成一定的计算、图纸和说明书。前一阶段是后一阶段设计的依据，后一阶段是前一阶段工作的深入和发展。然而，上述各个阶段的划分以及各阶段的具体内容，并不是严格不变的，往往根据具体情况（如任务的紧迫性、产品的复杂程度、参考资料的完备情况等）而有所不同，有时各阶段之间并无明确的界限，如某些重要产品在进行船型论证以及拟定任务书时，所完成的技术文件不少已是上述初步设计的内容。

近几年来，随着我国经济体制的改革，国内造船资金逐步从国家拨款变为银行贷款，而且广泛实行了合同制等一系列的经济措施。同时，我国的造船工业加强了对外联系。现在的造船业不再是单纯地执行指令性计划，它必须适应国内外船东的要求，适应以经营竞争为主的形势。

另外，随着计算机辅助船舶设计的大力开展，传统的设计理论和方法正受到改造；由于人们对新船型开发的重视，预设计的工作是更加全面、更加深入；丰富的船舶设计资料和先进的数学处理方法，使船舶设计者掌握到更多、更普遍的船舶设计规律。这使得船舶设计的质量和速度都有很大提高。

根据这些新的情况，中国船舶工业总公司民用船舶设计工作座谈会建议，把船舶设计过程划分成：初步设计、详细设计、生产设计和完工文件等四个阶段。此外，在投标竞争中，还有报价设计的阶段。

报价设计的目的是让船厂对造价作出估算，并根据市场情况向船东提出报价，争取中标。另一方面使船东了解船的概貌及造价，挑选中标单位。

初步设计要求能达到提供合同谈判所需的文件，如主要图纸及说明书，全船设备规格清单等。有人将这个设计阶段又称为合同设计阶段。在合同生效后，此设计阶段中确定的技术要素及形态，在以后的设计过程中一般不允许更改，只能是在此基础上的补充和深化。

详细设计要求提供船舶检验机构所需送审的图纸及技术文件，以及按合同规定送交船东审查的图纸及技术文件；提供工厂所需的各种订货清单及技术要求。

生产设计要求按工厂生产设计规格要求的全部生产所需的图纸及技术文件。

完工文件是在船舶建造好后完成的图纸及技术文件。

§ 1-2 设计的指导原则和基本要求

用正确的原则来指导船舶设计工作，是关系设计质量的一个重大问题，必须加以重视和认真研究。然而，船舶设计是一项涉及面很广的复杂工作。下面只从普遍意义上提出船舶设计指导原则和一艘新船应达到的基本要求。

一、基本原则

(一) 要密切结合我国的国情

我国是社会主义国家，船舶设计与其他工作一样都要贯彻执行国家的方针、政策，不能脱离我国的具体情况。我们设计船舶，一定要重视船舶本身的经济性，但同时也要考虑船舶的社会效益，对国家，对人民有利的事，即使赚钱少，也是要做的；同时，既要考虑到我国目前和长远的需要，又要适合当前的经济发展水平。在开发研究新的船型时，不能照搬国外的经验，应实事求是，走自己的道路。

(二) 遵守国家和国际上的有关规范和公约

与船舶有关的国家规范和国际公约相当多。它们是人们根据现在的生产、科学水平和长期的使用经验所作出的一种共同约定，经过国家机关批准或签字承认，而且由船检部门监督执行。因此规范和公约在某种意义上具有法律的作用。它们是设计制造、验收船舶的重要依据。所以在船舶设计中必须遵守各种规范和公约。船舶设计者应能很好地理解和执行有关的规范和公约。

但是，新技术的发展对规范和公约会有很大的影响；理论水平的提高，人们认识的深化，会引起规范和公约的变革；重大的事故对规范和公约的修订或制订有很大的促进作用；新型船舶的出现会提出各种旧规范和公约无法回答的新问题。因此，设计者在执行规范和公约时，应具有灵活性，应根据规范和公约的精神实质，结合新的具体情况，合理地加以处理。

二、基本要求

(一) 适用

所谓适用是指适宜于预定的任务和使用要求。对运输船，主要是保证运输能力与提高运输质量。如货船的载货量、航速、装卸效率等；而客船的载客量、舱室标准及设备条件、航速（保证班期）、耐波性（旅客舒适）等都是影响船的适用性的重要因素。

努力保证新船的适用性，这是船舶设计中处理一切问题的前提。

(二) 经济

所谓船舶经济性，就是指船舶完成规定任务时，资金的耗费和积累情况。显然，适用性是经济性的重要前提，不适用就谈不上经济。但在达到适用的前提下，不考虑经济效果，也是错误的。因为这会造成国家资金和物资的浪费，得不到应有的投资效果。对民用船舶，这个问题尤其重要。事实上，综观现代运输船舶的发展，新船型的出现，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，两者互相渗透、互相推动。因此，设计中加强经济观念是十分

重要的。

(三) 安全可靠

船舶的安全可靠，是一个关系到国家和人民生命财产的重大问题。因而船舶的安全性和人员的安全保障，是船舶的一个基本质量指标，在我们社会主义国家里，更应该是船舶设计的基本前提。国家和国际上所颁布的各种技术法规，为了保证船舶的安全，对构造、载重线、稳性、分舱、消防、救生、起重、信号设备、通讯等方面都作了明确的规定，设计人员应该认真钻研，做到心中有数，在船舶设计中必须贯彻执行。

还应指出，船上一些重大设备（如主机）和某些部件（如推进器、舵）的可靠与否，对船舶的安全性影响很大，在选定设备和进行局部设计时，应该充分注意。

(四) 美观

对船舶来说，美观包括外部造型与内部装璜两个方面。随着国民经济的发展与人民生活水平的提高，对美观的要求越来越高。要从船舶美学观点，求新求美，给人们艺术享受。

§ 1-3 设计工作的方法

一、认真调查研究，重视市场信息

设计实践的许多经验教训证明，不真正领会使用部门的意图和要求，不掌握有关的实际情况，设计就成了无源之水，无本之木，常常徒劳无功，而且客观情况也在不断变化，人们的认识必须与之相适应，设计者的指导思想也必须随之修正。因此，进行全面、深入的调查研究，是搞好设计工作的基础环节。

设计人员从接受设计任务时起，就应考虑进行调查研究工作，广泛征求使用部门及航道、港务、船厂等有关部门的意见和看法，搜集有关的资料（包括国外实船资料和文献），在可能情况下，更应到相近的实船上作深入调查和体验，以获得第一手资料。再经过一番去粗取精、去伪存真的改造制作过程，便可以形成初步的设计方案，使设计从一开始就建立在较能符合客观实际的基础上。随着设计工作的深入，设计人员有时还需带着设计方案和问题，通过各种形式做深入的调查研究，征求意见，可少走弯路。

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、燃料价格变化、造价的变更等都直接影响船型方案的选取。在经营竞争的形势下，市场信息甚至会使船东撤回合同，另作打算，给设计者和建造者带来重大损失。另外，在科学技术日新月异的年代，对科技市场的信息也应给予极大的重视。

二、在借鉴与继承的基础上创新

现代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。各类船舶都有其独特的发展演变过程，都有由它们的使用任务所决定的共性问题，这就决定了他们必然具有许多相近的技术特征和内在规律。合理地吸取和利用这类经验和规律性，可以减少盲目性，使新船设计有较可靠的基础。

在设计新船时，设计者常采用一种行之有效的方法——母型改造法。此种方法正是

以上述理论为基础的。所谓母型，即为与新船在主要方面相近的实船或已设计好的船，以母型为基础，对母型进行修改，使之满足新船的使用任务要求。这是一种既方便，又可靠的设计新船的办法，至今仍被人们广泛应用。另外，统计同类型船的技术、营运资料，分析其规律性，研究其发展趋势，以此作为设计新船的指导，这也普遍地受到人们的重视。

但是，借鉴并不是意味着不加分析地生搬硬套，继承也只能继承过去的精华，而且新设计的船一般都有新的要求和新的情况，因此设计者必须结合新船的特点，考虑到新技术、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造、有所前进。

三、设计者应具有系统工程的思想

所谓系统，通俗地讲就是研究问题所涉及的范围。船、码头和陆上运输组成了一个大的运输系统。船是这个运输系统中的子系统。而船这个系统又可分为：外壳、结构、装卸设备、动力装置、操纵设备、生活舱室和安全设备等分系统。所以船本身是一个复杂的系统。设计船舶必须摆正船在整个运输系统中的地位，还必须处理好船的各分系统的关系。所以，无论设计者有意识还是无意识，都必须在设计中贯彻系统工程的思想，而且主要体现在如下几方面：

① 全面的考虑问题，即了解情况全面，分析问题周密，决策时统筹兼顾。比如在船上采用某一先进设备，首先必须调查这种设备的生产，销售和使用情况，分析用与不用的利弊，然后从技术性和经济性角度全面衡量，才能决定采用与否。

② 要善于抓住主要矛盾。在船的设计中，船与整个运输系统间(如船与码头设备、船与航道等)、船的各分系统之间、各种技术性能之间(如稳性与摇摆等)、技术性与经济性之间(如航速与货运量等)、各种经济指标之间都存在矛盾，而且每一种船都有其特殊要求。因此在设计工作中能否抓住主要矛盾，并合理地解决，这是设计成功的关键。设计者必须善于抓住主要环节，并在主要环节上下功夫。然后以先主后次的原则，逐步解决各种矛盾。

③ 要自觉应用多次反馈和逐步近似的工作方法。对于船这样一个复杂的系统，设计者的认识不可能一次完成，只能由浅入深，由片面到更多的方面，逐步地认识，而且设计目标也只能在多次的反馈控制中实现。这就决定了船舶设计是一个逐步近似的过程，设计者的工作方法只能与此相适应。

§ 1-4 本书的内容

船舶设计包括了船体设计和轮机、电气等专业设计，而船体设计又可分为总体设计和局部设计(如结构设计等)。总体设计解决船舶设计中的一些全局性的问题，是局部设计和各专业设计的基础与纽带。总体设计成功与否，对新船的质量具有根本性的影响。本书主要以民用船舶总体设计为对象阐述船舶总体设计的一些基本内容，全书共九章。

第二章至第四章介绍了船舶重量、建筑地位、各种性能的确定和校核方法，分析了它们与船舶主要尺度和主要系数间的规律。第五章介绍船舶设计中常用的经济指标及其

计算方法。第六章叙述了确定新船主要尺度及主要系数（统称为主要要素）的一般原理。第二、三、四、五章是第六章的基础。对于一个有经验的设计者，在分析了新船的设计技术任务书和进行了调查研究之后，可以马上进行新船设计方案的构思（见第六章）和确定主要要素的工作。但对于初学者只能是由片面到全面，由分析到综合。本书采用了适应初学者的写法。第七章和第八章分别介绍了在主要要素确定之后的型线设计和总布置设计。第九章对船型论证的主要内容和一般步骤作了简略介绍，对与船型有关的一些规律作了扼要叙述，其目的是使初学者能较深刻地认识船型论证的作用，知道设计技术任务书的基本来源，明确船型论证与具体设计间的关系。

第二章 船舶重量与重心

§ 2-1 概 述

从《船舶静力学》知道，船浮在水上，重力一定与浮力平衡。但是，为了满足使用要求，保证船的性能，使它准确地浮在预定的水线位置，这却并不容易。为此，必须比较准确地计算并控制船的重量与重心位置。船的重量可分成空船重量与载重量。空船重量决定了船的造价，载重量反映了船的装载能力，所以船的重量与船的经济性直接相关。

在船的各个设计阶段，计算重量和重心位置都是必不可少的工作。在本章中，将对船的重量进行分析，寻找船的主要要素与重量及重心位置之间的规律，介绍各种计算方法。

一、平衡条件

根据浮性原理，船舶平衡于静水中的条件是：①重力等于浮力；②重力与浮力的作用线在同一铅垂线上。如图2-1所示。

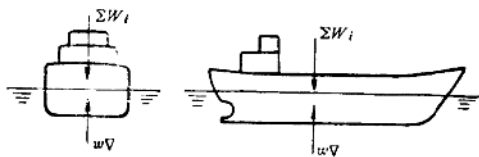


图2-1 船舶平浮于水面示意图

船在某一装载情况下的总重量为 ΣW_i (单位为吨)，此时船体排开水的重量为

$$\Delta = w\nabla = wkLBTC_s \quad (2-1)$$

式中 w ——水的重量密度 (t/m^3)，海水为1.025，淡水为1.0；

∇ ——该装载情况下的型排水体积(m^3)；

k ——附体体积系数，通常为1.004~1.01。因为 ∇ 为型排水体积，不包括外板厚度及附体（如舵、螺旋桨、轴支架、舵龙骨等）在内， k 值为考虑这些因素的系数。通常对小船取大值，大船取小值。

L, B, T, C_s ——分别为船长、型宽、吃水及方形系数。

根据平衡条件可得浮性方程式：

$$\Delta = \Sigma W_i = wkLBTC_s \quad (2-2)$$

二、民船重量分类及典型载况

(一) 重量分类

船的排水量由各部分重量组成。通常在设计中，将排水量 Δ 分成空船重量和载重量

两部分, 即

$$\Delta = LW + DW \quad (2-3)$$

$$LW = W_k + W_f + W_m \quad (2-4)$$

式中 LW ——空船重量(t);
 W_k ——船体钢料重量(t);
 W_f ——舾装重量(t);
 W_m ——机电设备重量(t);
 DW ——载重量, 包括货物、旅客、船员、行李、油水、食品、备品及供应品等的重量(t)。

(二) 典型载况

船舶在营运及航行过程中, 载重量如货、油、水等都是变化的, 随着载重量的变化, 排水量也不同, 因而船的各种性能也就有差别。在这变化的许多排水量中, 取出若干个典型排水量, 掌握了这些典型情况, 也就控制了船在使用过程中各种载况的性能。

民船通常取的典型排水量为

空船排水量 = LW , 此时动力装置管系中有可供主机动车的油和锅炉中的水, 但不包括航行所需的燃料, 滑油和炉水储备以及其他载重。

满载排水量 = $LW + DW$

一般, 满载排水量 Δ 是决定船的主要要素的出发点, 因此也叫做设计排水量。

对于货船, 设计中通常取四种典型载况, 即:

满载出港——设计状态;

满载到港——这时船上的油水等重量, 规定为设计状态时油水(不包括滑油)储备量的10%;

空载出港——船上不载运旅客与货物, 但油水储备量为设计状态之值;

空载到港——船上不装载客、货, 且油水等于其总储备量的10%。

在《稳性规范》中, 对各类船的典型载况作了规定。如客船再增加核算满客无货出港及满客无货到港二种载况, 有时尚需核算中途的载况; 对渔船、拖船、运木船等也有具体规定。

§ 2-2 空船重量的分析与估算

一、空船重量估算的重要性

空船重量 LW 占整个排水量 Δ 的很大一部分(见表 2-1), 且影响因素多, 不容易估算准确。而如果船建成以后, 空船重量与原先估计的相差较大, 特别是超重过多的话(即原先估算过于偏小), 船的技术性能与经济指标都会发生很大变化, 引起的后果比较严重。当然, 重量估算得过大, 则船的尺度也大, 对经济性不利。对于某些船舶, 空船重量估算的准确与否是设计能否成功的关键之一。因此对空船重量的估算, 要特别注意, 切不可粗心大意。