

船舶設計基础

席龙飞 冯恩德 陈宾康

孙长龙 张乐文

合 编

(上 册)

武汉造船工程学会

《武汉造船》编辑部.....

U652.1

X-22

1

215572

船舶设计基础

席龙飞 冯恩德 陈宾康

孙长龙 张乐文

合 编



《武汉造船》编辑部

一九八五

82-111.

序 言

D296/05

这是一本学习船舶设计的入门书。基本上是按着船舶设计工作的顺序，讲述确定设计船主要要素及船体参数的规律和方法，介绍型线设计和总布置设计的方法和步骤。为了掌握船舶设计的一些规律，还逐次学习船舶原理中有关浮性、稳性和快速性方面的问题，学习各种性能计算的原理和方法，然后还有螺旋桨和舵的设计。关于船舶结构的设计，则要参阅本书的续篇“船舶结构设计”一书。

为了便于自学，编写中注意由浅入深，注意采用由特殊到一般的讲述问题的方法。各章节中都给出一些例题和数字实例，实例中以中小型船舶和内河船舶为多。计算中牵涉到的高等数学只限于微积分。

对于学习最基本的船舶原理知识以适应船舶设计工作的需要，本书对初学者或可提供一些方便，使他们对船舶设计工作不致于望而生畏。但是在本书中既不可能较系统的阐述船舶原理，就是对船舶设计这一门学科也只能是讲述一些最基本的规律，介绍一些常用的方法。为要深入钻研，则有待于参阅有关专著。

本书的编写组在1976年4月开始组成，在1976年底初稿相继完成。经征求意见、改写第二稿、绘制插图和校订工作，在1977年底开始付印。我们的分工是：冯恩德编第一、第二章和第四章；陈宾康编第三章；孙长龙编第五、第六章和§8—6；张乐文编第七、第八章；席龙飞负责总的校订并对有些章节进行了改写，全书的插图大部分是冯恩德完成的。

船舶原理教研室和船舶设计教研室的许多老师，或对本书的编写指导思想和编写大纲提供了宝贵的建议，或对初稿进行了认真的审阅并提出了中肯的修改意见。对此，我们深表谢意。对书中存在的错误和缺点，我们更热诚欢迎各位老师和所有读者同志们的批评和指正。

* 重 印 序 言 *

应造船界广大工程技术人员的要求，武汉造船工程学会编辑出版委员会《武汉造船》编辑部决定重印既利于中小型船厂工程技术人员与管理干部提高船舶理论水平，又可作造船院校有关课程设计和毕业设计参考的《船舶设计基础》一书。

为了使此书更臻完善，我们在一九七八年原书的基础上，对“规范”部分与某些章节作了一些修改。但书中的缺点与错误至今仍在此难免。我们衷心希望读者们加以批评指正。

编 者

一九八五年六月

目 录

第一章 绪 论

§ 1—1 船舶设计的特点和方法	13
§ 1—2 船舶设计程序	40
§ 1—3 船舶的基本性能	140

第二章 船舶主要要素的确定

§ 2—1 概 述	21
§ 2—2 船长的确定	21
§ 2—3 船宽的确定	26
§ 2—4 吃水的确定	35
§ 2—5 型深的确定	37
§ 2—6 方形系数的确定	42
§ 2—7 棱形系数的确定	44
§ 2—8 中剖面系数的确定	46
§ 2—9 水线面系数的确定	50
§ 2—10 浮心纵向位置的确定	52
§ 2—11 船舶重量计算和排水量估算	55
§ 2—12 性能校核	66
§ 2—13 确定主尺度和排水量的基本步骤	84
§ 2—14 确定船舶主要要素的计算实例	85

第三章 型线设计

§ 3—1 概 述	98
§ 3—2 型线要素的选择	100
§ 3—3 双折角型、隧道型及纵流型的型线特点	111
§ 3—4 型线图的设计绘制方法	124
§ 3—5 型线绘制中的一些注意点	141

第四章 总体布置

§ 4—1 概 述	143
§ 4—2 总布置设计中应处理的主要问题	145

§ 4—3	总布置设计的一般程序	186
§ 4—4	容 量	188

第五章 浮性和初稳性

§ 5—1	船体近似计算方法	191
§ 5—2	浮性曲线	200
§ 5—3	初稳性及初稳性曲线	208
§ 5—4	静水力曲线图	220
§ 5—5	纵倾时排水体积和浮心座标的计算	227
§ 5—6	各种装载情况下的浮态和初稳性计算	235
§ 5—7	悬挂载荷对初稳性的影响	239
§ 5—8	倾斜试验	240

第六章 大倾角稳性

§ 6—1	概 述	246
§ 6—2	形状稳性力臂的计算方法—克雷洛夫二法	249
§ 6—3	静稳性曲线	261
§ 6—4	动稳性	265
§ 6—5	船舶要素对稳性的影响	274
§ 6—6	稳性衡准	286
§ 6—7	改善船舶稳性的主要措施	293

第七章 螺旋桨设计

§ 7—1	有效功率及其估算	295
§ 7—2	螺旋桨的基本性能	317
§ 7—3	螺旋桨设计	336
§ 7—4	高恩阔叶螺旋桨	380
§ 7—5	导管螺旋桨	389

第八章 舵 设 计

§ 8—1	舵对船舶回转运动的作用	408
§ 8—2	舵的类型及布置	410
§ 8—3	舵的要素和水动力特性	413
§ 8—4	舵的设计	422
§ 8—5	襟翼舵	438
§ 8—6	舵设备的主要零部件	441

第一章 绪 论

§ 1—1 船舶设计的特点和方法

船舶是一种既庞大而又复杂的水上建筑物，船舶工程的设计与制造所涉及的学科和工程范围是十分广泛的。因此，从事船舶设计的工程技术人员应当具备较为渊博的知识，要善于解决船舶设计中暴露出来的错综复杂的矛盾，从最优化的角度出发，设计出最佳性能的船舶。

为了实现船舶设计的现代化，船舶设计工作运用电子计算机辅助设计也是当代船舶设计人员必须掌握的重要设计手段之一。

船舶设计是造船的前奏。船舶设计的任务，就是根据国民经济发展的需要，设计出技术先进、经济合理、安全耐用、操作及维修简便，能充分适应不同航区不同用途的要求，并能反映出我国社会主义革命和建设的新面貌，深受广大工农兵群众欢迎的船舶。

船舶设计的工作内容，就是通过调查和研究，选出设计船最适宜的尺度、形状、布置、结构、设备以及动力装置等等，制定出建造该船所需要的全部技术文件和图样。

一、船舶设计的特点

1. 船舶设计是不断揭露矛盾和解决矛盾的过程

同一切事物无不存在着矛盾一样，船舶本身也存在着多种错综复杂的内在矛盾，例如在排水量不变情况下提高载重量与提高航速之间有矛盾，提高稳性与改善横摇缓和性之间有矛盾，提高航向稳定性与改善回转性之间有矛盾，提高旅客舒适性、货物运输质量与降低造价之间有矛盾，希望采用先进技术与现实可能性之间有矛盾。这种矛盾是普遍存在着的，而且贯穿在船舶设计过程的始终。由此看来，船舶设计工作是一项充满着多种矛盾的复杂过程。正如毛泽东在《矛盾论》中所指出：“任何事物内部都有这种矛盾性，因此引起了事物的运动和发展。事物内部的这种矛盾性是事物发展的根本原因”。船舶本身的各种内在矛盾，是船舶发展的基本动力。正是由于这些矛盾的存在，由于这些矛盾之间相互依存又相互转化的辩证统一关系，才推动一条船的设计由浅入深地一步步进行下去，所以船舶设计过程实际上就是揭露矛盾、分析矛盾和解决矛盾的过程。

在船舶设计中，若想在错综复杂的多种矛盾中找到解决问题的合理途径，就必须首先找出其中起决定作用的主要矛盾。“研究任何过程，如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的话，就要用全力找出它的主要矛盾。捉住了这个主要矛盾，一切问题就迎刃而解了”。解决船舶设计中的各种矛盾，就是要首先全力找出设计船的主要矛盾，也就是说应当抓住设计中的关键性问题或称中心问题。在此基础上，才能形成正确的设计思想，明确处理各种矛盾的基本原则，弄清楚对设计船来说应当确保哪项性能，适当照顾哪项性能，更可以把某些性能置于次要地位，这样才能使各种矛盾得到合理的解决。

由于船舶的类型、它的用途、航行条件及其它特点的不同，其设计中的主要矛盾（即中心问题）也各不相同。例如内河短途区间客轮往往载客较多，所以稳性就成为设计中的主要矛盾；拖轮则要求在给定的主机和指定航速下保证最大的拖力；航行于浅水急流的船舶，因航道条件的限制，水浅流速大，所以严格控制船舶的重量保证上滩的能力就成为设计中的主要矛盾；航行沿海的船舶，特别是沿海中小型船舶，由于海上的风和浪远比内河为剧烈，因此适航性就可能成为设计中主要矛盾。总之关于船舶的主要矛盾，只有针对某一条设计船的具体情况，才能作出确切的分析。

2. 船舶设计过程是逐步近似的过程

由于一条船的设计是一个充满矛盾的复杂过程，这就带来了船舶设计的另一特点，即逐步近似。逐步近似法符合马克思列宁主义唯物辩证法的发展观，即把发展过程了解为“前进的运动，上升的运动，由旧质态进到新质态，由简单发展到复杂，由低级发展到高级的过程”。按照辩证唯物论认识论的观点，人们对事物的认识不可能一次完成，而是“由低质向高级发展，即由浅入深，由片面到更多的方面”。所以一条船的设计过程，也是由浅入深，由片面到更多方面的逐步近似过程。

船舶设计中采用逐步近似法的实质是将复杂的设计工作分成若干个近似步骤，初次近似只考虑少数主要的因素，后一次则计入较多的因素，反复进行几次近似，每后一次近似所得结果是前次近似的补充、修正和发展。如此进行若干次近似之后，最终就能获得一个符合要求的设计结果。这样的逐步近似过程虽然是循环进行，但却不是简单的重复，而是个螺旋式上升的过程。

3. 船舶设计中广泛应用型船资料

毛泽东曾经指出“世界上总是这样以新的代替旧的，总是这样新陈代谢、除旧布新或推陈出新。”这就说明世界上的任何新生事物都是由它的前身——旧事物中脱胎而来的，这种继承性在船舶设计工作中表现得尤为明显。任何新型优秀船舶的出现都必然是既往船舶发展的结果，在设计过程中以分析批判态度应用以往经验不仅是十分重要的而且是不可缺少的，这是船舶设计工作的又一个特点。

二、展船设计的方法

根据船舶设计工作的特点，船舶设计最常用的方法是型船设计法。

所谓型船设计法，就是设计时首先选择一艘与设计船技术性能相近的优秀实船做为母型船，新船的各项要素都是在母型船的基础上加以改造而得到的。这种方法的好处是有经过实践考验的母型船作为新船设计的借鉴，设计时能比较准确地抓住设计船的主要矛盾，比较容易确定设计船的改造方向及措施，能比较有把握地选取设计船的各项要素，因而不但可使设计工作大为简化，而且还可提高准确程度，减少逐步近似的次数。

设计中所选用的母型船，不必只限于一条船，在决定设计船某些局部问题时可选用不同母型。例如型线可以参考某一条型船，而总布置则可参考另一条型船。各取其长，以便更好地满足设计的需要。

应用型船设计法时，为了克服参考型船的片面性增加可靠性，在设计中还经常应用一些

同类型船舶的统计资料，例如统计公式或统计图表。这些公式和图表是从一定类型的大量船舶的有关资料中统计归纳出来的，能够反映出该类船舶的一般规律。但是，这些公式和图表所给出的数据，大约相当于所统计船舶的平均值，对于个别船舶的具体特点，却反映不出来，这一点在应用统计资料时应当注意。

船舶设计中广泛应用以往的经验是十分重要而不可缺少的。但是，这种应用绝不是过去事物的重复，而是一个创造过程。为此在设计中必须分析型船的优缺点，并根据一些带原则性的规律和理论，“吸收那些用得着的东西，拒绝那些用得不着的东西，增加自己所特有的东西。”“洋为中用”、“古为今用”、“推陈出新”，关键是“推陈出新”。在设计新船时应当利用新的科学技术成就和其它合理化措施使船舶的技术经济性能得到改善。

目前在船舶设计中，采用型船设计法，大多数情况下是能够找到合适的型船的。但有时，设计者无法找到一条合适的和资料完整的型船。此时，只能依据逐次近似的原则，首先按设计船的主要要求完成一个初步方案，此方案既是第一次近似的结果，又是后一次近似的母型，然后在此方案基础上经过若干次近似，逐步修改完善，最后即可得到符合要求的设计。

最后还应该指出船舶设计方法的另一种特点，即在确定设计船要素等若干重大问题，不仅需要计算分析，而且也要绘图制表，设计时须根据任务的特点把两者合理地结合起来。

近三十年来由于电子计算机的应用，运筹学发展迅速。最优化技术促进了工程设计。七十年代初开始了船舶最优化设计工作，并取得了一定成果。

最优化设计，无非是充分利用资源，挖掘潜力，也就是调动一切积极因素为发展国民经济服务。其基本构思是，把设计问题处理为有约束的非线性规划问题，应用电算技术以求解问题的“最优解”，而不是仅仅提出若干个供人工再选择的较优方案。船舶最优化设计，就是寻找一个能满足所有限制条件并且使重要的综合技术经济指标最为先进的设计方案。因此，设计变量、目标函数和约束条件是最优化设计中首先要确定的三要素。

首先，在船舶设计中总是有一些未知量，是需要在设计过程中决定的，通常称为设计变量。设计变量是矛盾着的彼此独立的因素，例如船的主要尺度、载重量、航速等等。

其次，在船舶设计中我们总是注意追求若干重要的技术经济指标的先进性，而这些指标总是受设计变量影响的，往往与设计变量成一定的函数关系，我们称之为目标函数。对于运输船舶通常取吨成本与设计变量的函数关系式为目标函数，使目标函数——吨成本极小化的一组解就是船舶设计的最优解。

最后，使目标函数极小化的一组最优解必须合于造船工程中各项准则和有关规范的约束，这称之为约束条件或约束集。约束集往往能列出许多个关系于设计变量的方程式。

目标函数和约束集通常是多元非线性方程组。为便于求解，需要进行一系列的线性迭代，使之线性化。同时，还要对有约束的目标函数进行改造，使之成为包含了各约束条件的新的无约束的目标函数。然后再使这目标函数极小化以求最优解。这就是当前流行的“序列无约束极小化技巧”，即SUMT方法。

最优化方法对设计方法是一次革命性变革。其优越性在于能一次优选出技术经济综合指标最先进的方案，而不是先优选一批技术上先进的方案，再从中优选经济上合理的方案，更勿需对若干较优方案进行人工挑选。应当指出，最优化设计在目前还需要不断充实完善。某些设计问题难于用单目标函数概括，而需用多目标函数，例如目标函数有时不应限于吨成

本, 还要考虑航速。

最优化设计虽然是设计方法的革命性变革, 但是在分析和确定设计变量, 选取目标函数, 列出目标函数和各约束条件的函数式等工作中, 仍然需要传统设计方法中的知识和技巧。本书作为初学船舶设计的入门书, 主要讨论传统的设计方法——型船设计法。

§ 1—2 船舶设计程序

一般船舶的设计程序, 首先是编制设计技术任务书, 作为设计的依据。然后进行方案设计、施工图设计。对于技术难度较高或者是对于缺乏设计经验的新型船舶, 则可分方案设计、技术设计、施工图设计三个阶段。当船舶完工后还要按实船绘制竣工图纸。

一、船舶设计技术任务书的制定

设计技术任务书是船舶产品设计中作为主要依据的文件。通常由用船部门负责编制, 或由用船部门、设计部门及建造部门结合起来共同编制。

1. 船舶设计技术任务书的内容

设计技术任务书应能反映对设计船舶性能和使用上的基本要求。一般包括船舶航区、船舶用途、船舶主要技术性能、主辅机及主要设备、舱室标准、估计予算、拟定建造厂、开工建造年月等。有关规范或标准已有的规定和要求, 毋须作详细叙述, 只要说明按何规范、标准设计即可。

技术任务书中的条文不宜过于繁琐, 力求简明扼要。任务书中的要求避免彼此矛盾, 并应避免把所提的要求定得过死, 以便充分调动和发挥设计部门的主动性与积极性。

技术任务书具体内容如下(可视具体船舶予以删减):

(1) 提出任务书的依据

(2) 船舶用途、类型和航区 船舶类型是指钢质或木质、机舱位置、甲板层数和特点、上层建筑特点和数量、船艏型式、推进主机类型及螺旋桨数目等。航区即该船将在那些区域范围内航行。用途系指载客、装货和运油等。

(3) 船级 说明要求按何种船级进行设计建造。

(4) 船舶主要尺度 在技术任务书中仅规定受航行条件限制的船舶尺度。

(5) 技术性能要求 简要地阐明各项主要性能, 以便对该船有一较完整的概貌, 一般包括下列各点:

- ① 载客量、载货量和舱容系数;
- ② 满载静水时设计试航速率, 对拖船、渔船说明拖曳时的具体要求;
- ③ 续航力或航距, 即自持力;
- ④ 稳性及适航性;
- ⑤ 抗沉性。

(6) 结构特殊要求 简要说明船舶结构参照何种规范设计、采用何种规格的材料, 船壳结构型式及部分结构有那些特殊要求, 如冰区加强装置、特种固定装置、防火隔堵等。

(7) 舾装设备特殊要求

(8) 居住设备

- ① 船员人数及舱室要求;
- ② 公用舱室要求;
- ③ 旅客舱室要求。

(9) 船舶设备

- ① 装卸设备 说明起货装置的类型、数量和安置地点;吊杆数量,每杆起重量和舷外跨距;装卸货物速度,并考虑到货舱口大小及其开启方法等要求;
- ② 操舵设备 说明舵和操舵装置的类型;转舵时间及舵机有无应急操纵设备;
- ③ 锚泊设备 可说明锚的类型及备锚数量;抛锚深度和起锚速度;绞盘及起锚机的类型和数量等;
- ④ 拖曳设备 说明拖曳方法、拖曳绞车和拖钩的类型
- ⑤ 救生设备 可简单说明按何规范要求配备,如有特殊要求可具体列出所需设备;
- ⑥ 其它空调、通风和冷藏等要求。

(10) 动力装置特殊要求

- ① 主机特殊要求 (机型功率由设计部门选定或由委托单位提库存设备规格供设计部门采用);
- ② 辅机特殊要求 说明需配备的辅机类型和传动方式的要求 (具体项目与规格,根据需要与规范要求决定,设计任务书中可不必详列);
- ③ 说明机修设备规格和要求。

(11) 船舶电气设备

- ① 电站及电制;
- ② 自动化要求;
- ③ 主要电气设备特殊要求。

(12) 航行通讯设备 规定船上主要航行设备及对外通讯设备和安装处所;规定装在船上的内部通讯设备及其主要要求。

(13) 特殊设备要求 如渔船的渔捞设备,拖船的拖曳设备等。

2. 技术任务书实例

宜昌——巴东客货轮设计技术任务书

(1) 航区及用途

本船系航行于宜昌至巴东的短途客货轮,要求终年通航并能停靠该航区各港口,担任该航区客货运输任务。

(2) 船型

本船系双层底、双内燃机、双螺旋桨的钢质客货轮。双层底高度要求便于施工和维修保养。

船型采用纵流消波型,要求作与常规船型的船模对比试验。

(3) 船级

本船应符合长江钢船建造规范对“B”级船舶的要求。

(4) 主尺度

本船总长在55米之内，型宽、型深根据稳性、强度及布置要求由设计部门选择决定。

满载平均吃水不大于2.5米，枯水期该轮各部吃水不超过2.4米。

根据川江航道枯水水浅的特点，要求严格控制船舶重量，确保该船的吃水要求。

(5) 航速

满载额定功率时，深静水航速不低于24公里/时，要求宜巴线当天往返一次。

(6) 稳性

本船稳性应符合长江船舶稳性规范对“B”级客货轮的要求，并考虑川江急流泡漩等影响后的要求。

在客满货空、旅客集中一舷的情况下也应满足稳性要求。

(7) 操纵性能

本船在20公里/时航速时，回转直径要求不大于2倍船长，前进后退及停车时均应有良好的舵效。

(8) 续航力

应满足主辅机在额定功率时，连续运转70小时的要求。

(9) 船体结构

船体材料应符合我国有关规范。船体强度除应符合长江钢船建造规范关于“B”级客货轮的要求外，应结合具体情况对总强度、局部强度以及难以修理的壳板构件等予以适当加强加厚。

本船应尽量避免有关轴系、主辅机等可能产生的妨碍安全生产和令人不适的振动。机舱两舷比部建议设防撞舱。

(10) 客运要求

本船旅客定额450人，其中硬卧40~80人、另设部分五等坐席供年老体弱工农旅客乘坐，其余均为散座。

本船设客运室、小卖部、广播室、厨房及其储藏室，并布置适当位置。本船旅客餐厅一间可供50人同时进餐。

本船设足够的盥洗室、厕所等卫生设备，大小便池均采用槽式。

要求能在主甲板、上甲板上下旅客。

(11) 货运要求

载货量30吨，积载因素3吨/米³。并考虑少量鲜货、牲畜的装载。

(12) 船员定额和舱室设备

船员定额60人。船员舱室除船长、政委、轮机长、报务员、广播员设单人间外，其余为多人间，每室4—6人。设船员餐厅兼会议室一间。

船员盥洗、卫生设备与旅客分开，全部集中在船员生活区域内。

(13) 主机

主机采用6300ZC柴油机两台。过渡机型可选用8NVD36AM柴油机两台，持续功率578马力，额定转速500转/分。

(14) 辅机

本船电站为6135柴油发电机组两台，其它辅机由设计部门根据生产需要选择。

(15) 电源

采用三相交流电制，400/300V。照明电源220V，低压照明24V。

本船设应急照明和舵机应急电源，供主电机发生故障时自动供电使用。靠泊码头能接用岸电。

(16) 舵系

本船采用电动液压舵机三套，两套由交流电动机驱动，平常两套轮换使用，一套由直流电动机驱动油泵自动启动工作。

本船要求舵从一舷35°至另一舷35°操舵时间不超过12秒。

(17) 系泊设备

本船采用霍尔式锚，锚及锚链规格长度除按长江钢船建造规范外，需结合川江安全需要配备。锚机为电动起锚机，尾部设电动绞盘一座。绞滩葫芦、系统桩等合理布置，应保证绞滩系统安全可靠切合需要。可考虑必要的绑拖设备。

(18) 其它

报务室设电台一套，并设应急供电设备。驾驶台顶设对外喊话喇叭一只，探照灯3只，驾驶室设无线电对讲机一台；为照明船头水域，须设船头灯一只。

除驾驶室设暖气外，船员旅客舱室均不设暖气。设300公斤/时蒸发量自动燃油付锅炉一台。本船设制冰机和1.3米³冰箱一只，制水量3吨/时的小型净水器一座供饮用盥洗用水。

广播室设收扩两用广播机一台。

救生舢板采用宜昌舢板，其余救生设备按规范并结合实际需要配备。

消防设备按规定并结合实际配备。

居住舱室、公共舱室须考虑自然通风、采光。

从设计技术任务书的内容可以看出，船舶设计任务书从根本上对设计船的质量和技术水平做了规定。如果任务书本身所规定的船型方案不合理，那末依据它所完成的设计，也难以改变这种不合理状态。因此技术任务书制定是船舶生产过程中一个极为重要的环节。

3. 设计技术任务书制定的过程

(1) 调查研究

从技术任务书的内容我们可以看出，任务书中规定的各项技术性能要求和使用要求，它们对设计船的技术经济性具有决定性的作用。为此在确定这些技术性能和使用要求时，必须根据船舶营运任务要求，作充分调查研究。“实践的观点是辩证唯物论的认识论之第一的和基本的观点。”向实际做调查是产生一个合理船型方案的重要步骤。忽视这一步骤，制定船型方案的正确思想就确定不起来。毛泽东的这一论述是非常重要的：“你对于那个问题不能解决么？那末，你就去调查那个问题的现状和它的历史吧！你完完全全调查明白了，你对那个问题就有解决的办法了。”通过调查研究，获得必要的第一性资料，然后再经过一番去粗取精去伪存真的改造制作过程，便可以确定设计船主要技术性能和使用性能，从而为形成合理的船型方案打下了基础。

一般在任务书制定过程中，应对下述几个方面进行深入调查研究：

① 航域自然条件 对设计船所经航域的自然条件，必须了解清楚。例如航线上的水文、气象、波浪、结冰以及港口航道情况。因航道的尺度，对船舶尺度有限制。如航道宽度对能

调头的最大船长有限制，航道的弯度（以曲率半径计）对船长也有限制，航道的水深则直接影响船舶吃水，而桥梁、闸门的高度及宽度则对上层建筑距水面高度及船的最大宽度起限制的作用。海上气象及波浪情况，对船舶各项性能有影响，海上的气象及波浪情况恶劣者，船舶应有较高的航速及较好的适航性。航线上有结冰的应考虑对船体做适当的加强。

②客货运输情况 要调查旅客的流向、流量特点，货物种类、流向、流量、批量、运程、货物理化性质。它们对设计船的载客量、载货量、航速及结构类型有重大影响。显而易见，旅客的流向和流量及其随季节的波动情况是决定客船或客货船客位数的依据。同理，货物的流量及一次发送批量是决定货船载货量的依据。船舶所运货物的价值越高，为了减少处于运输途中的时间以免大量资金的长时间积压，船舶的合理航速也应越高些。

③港口的装卸作业条件 装卸定额的高低，对确定载货量和航速的合理数值有重大影响，因此对港口的装卸能力应做周密的调查，以合理地确定装卸定额。其次，还应调查各种装卸机械的配备和使用情况及其对船舶货舱口尺寸及舱内布置的要求等，以使设计船适应港口情况。

④现有船舶的技术状况、使用经验及经济性能 要了解同类型船舶的航速、稳性、操纵性及推进器性能；听取船员及工人对船舶结构的意见，对易于损坏部位的结构，应了解其损坏原因及加强措施，调查船上每一舱室的位置、大小及其内部布置；此外对船上各种设备的地位、大小、操作使用和维修情况以及全船外形等亦应认真听取意见。

⑤收集同类型船舶的技术资料 收集资料，也是调查研究中的一个重要方面。同类型船舶的技术资料包括船舶尺度、尺度比值、船型系数，型线特点，布置特点，结构型式及构件尺寸，各项主要性能的指标，船舶重量重心资料等。

在调查研究基础上，对调查中所获得材料，需进行去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里的分析研究，从而确定对新船的大体技术性能和使用要求，然后再选择几艘与设计船任务大体接近的船，作为新船设计的母型船。对型船，特别是主要型船，应作比较详细的调查，过细了解该船在设计、建造及实际使用中的情况分析其优缺点，作为制定技术任务书的依据。

（2）拟定船型方案

在完成了以上所述的调查及分析工作之后，对新船的技术要求和使用要求即可确定下来，如船舶尺度的限制、载客（货）量、航速、动力装置类型及结构的型式，这些因素构成了设计船的船型方案。但对于重要船舶或大型船舶，为了得到技术上、经济上最合适的船型方案，还须经过必要的多种方案的论证比较工作。

（3）编制设计技术任务书

根据确定的新船技术性能和使用要求，按照编制任务书的要求，将各种细节性的内容编进去，即可写成设计技术任务书，做为该船设计的依据。

二、方案设计

根据批准的技术任务书进行。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，如确定船舶主要尺度、船型系数和排水量，绘制型线图，确定建筑形式绘制总布置图，确定结构形式及构件尺寸绘出船中横剖面结构图，同时要进主要航行性能的设计

算，提出主要材料的规格及设备选型。以判断设计的技术先进性、经济合理性及施工可能性及满足任务书上各项要求的程度，以便提供审批。

三、技术设计

在方案设计审查批准之后，即可着手技术设计。技术设计是方案设计的进一步深化，解决方案设计中性能、布置及结构等各方面的技术问题。确切落实各项技术经济指标，保证满足任务书的要求。故要详细地计算各项性能、绘制和编拟各项图纸及技术文件，落实主要材料、设备的选型，提供说明书、计算书和图纸、材料及设备订货清单、造价预估单、工具、属具、备品、配件和生活供应品清单。这个阶段所提出的技术文件，应满足验船部门审查，承造厂进行生产准备以及估算造价和订货、绘制施工图等方面的需要。

四、施工设计

根据审批的方案设计或技术设计进行。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，包括绘制施工图纸、编制材料设备清单及制订各种试验大纲等。

五、绘竣工图

船舶在施工过程中，往往对施工图纸要进行一些修改，因此原设计图纸就不能与实船完全相符，为反映真实情况，在船舶竣工后，应按实船绘制竣工图纸，并进行必要的修改计算。绘制竣工图的目的是供船员使用及做为维修管理的依据，并为以后的设计提供可靠的型船资料。

上面所述的船舶设计程序及设计阶段的划分并不是绝对的，根据产品特点、资料完整程度、设计人员的经验等具体情况的不同可以有所不同。例如有时就把方案设计与技术设计的主要内容合并在一起，称扩大初步设计，有些小型船舶方案设计、技术设计、施工设计全部合在一起，整个设计一次搞完。

表1—1为各个设计阶段所需提供的主要技术文件及图纸。显然，根据船舶类型及其结构、设备的繁简程度，表列部分内容可酌情删减。

表 1-1

序号	图 纸 及 文 件 名 称	二阶段设计		三阶段设计			备 注
		设 方 案	施 工	方 案	技 术	施 工	
	(甲)文件部分						
1	船体部分图纸及文件目录	○	○	○	○	○	
2	调查报告	○		○			视需要决定
3	技术、经济论证	○		○			视需要决定
4	船体说明书*	○	○	○	○	○	
5	主尺度估算书	○		○			
6	航速及螺旋桨计算书	○	○	○	○		方案设计提供估算书
7	重量重心计算书	○	○	○	○	○	方案设计提供估算书
8	各种装载情况稳性计算书*△	○	○	○	○	○	方案设计提供估算书
9	船体主要构件计算书*		○		○		
10	干舷计算书*△		○		○		
11	破舱稳性计算书*△		○		○		
12	稳性辅助计算书	○	○	○	○		方案设计提供估算书
13	抗沉性计算书*△	○	○	○	○		方案设计提供估算书
14	舱容计算书		○		○		
15	舵系计算书*		○		○		
16	起重设备计算书*		○		○		特殊起重设备作技术设计
17	船舶总强度计算书*		○		○		根据规范要求决定
18	造价预算书	○		○	○		
19	试车试航大纲		○			○	
20	倾斜试验大纲		○			○	
21	船体密性试验大纲		○			○	
22	船舶舾装设备计算书	○		○			
23	船舶下水计算书		○			○	

(续上表)

序号	图 纸 及 文 件 名 称	二阶段设计		三阶段设计			备 注
		设 方 案	施 工	方 案	技 术	施 工	
24	电焊规格表		○			○	
25	主要材料明细表	○	○	○	○	○	方案设计提供清单
26	全船油漆明细表		○			○	
27	锚泊、系泊、起重、救生、消防、 拖带设备及金属门窗盖明细表		○			○	
28	航行仪器及图书明细表		○			○	
29	舱面属具工具及物料供应明细表		○			○	
30	房间设备明细表		○			○	
	(乙)主要图纸部分						
31	总布置图*△	○	○	○	○	○	
32	型线图*	○	○		○	○	
33	横剖面图*△	○	○	○	○	○	
34	基本结构图*△		○		○	○	
35	静水力曲线图*		○		○	○	
36	邦戎曲线图		○		○	○	
37	肋骨型线图		○		○	○	
38	船形稳性力臂曲线图*		○		○	○	
39	防火区域划分图*△	○			○		按需要定
	(丙)结构图纸部分						
40	外板展开图*△		○			○	
41	艏艉柱结构图*		○		○	○	
42	艏结构图		○		○	○	
43	艉结构图		○		○	○	
44	总分段划分图		○			○	由承造厂根据生产条件 编制
45	各分段结构图		○			○	由承造厂根据生产条件 编制

(续上表)

序号	图 纸 及 文 件 名 称	二阶段设计		三阶段设计			备 注
		设 方 案	施 工	方 案	技 术	施 工	
46	水密舱壁图*		○			○	
47	各层甲板图*		○			○	
48	各层甲板室围壁图		○			○	
49	底部结构图		○		○	○	
50	舷侧构架结构图		○			○	
51	支柱结构图		○			○	
52	货舱口结构图*		○		○	○	
53	轴隧结构图		○			○	
54	机炉舱棚图		○			○	
55	舷墙图		○			○	
56	烟囱图		○			○	
57	人字架及轴包图*		○		○	○	
58	主机底座图*		○		○	○	
59	各种辅机底座图		○			○	
60	护舷材图		○			○	
61	天桥结构图		○			○	
62	比龙骨图		○			○	
63	锚链舱结构图		○			○	
	(丁)舳装设备部分						
64	系泊设备布置图	○	○		○	○	
65	锚链筒图		○			○	
66	弃锚装置图		○			○	
67	舵系布置图*		○		○	○	
68	舵链结构图*		○			○	