

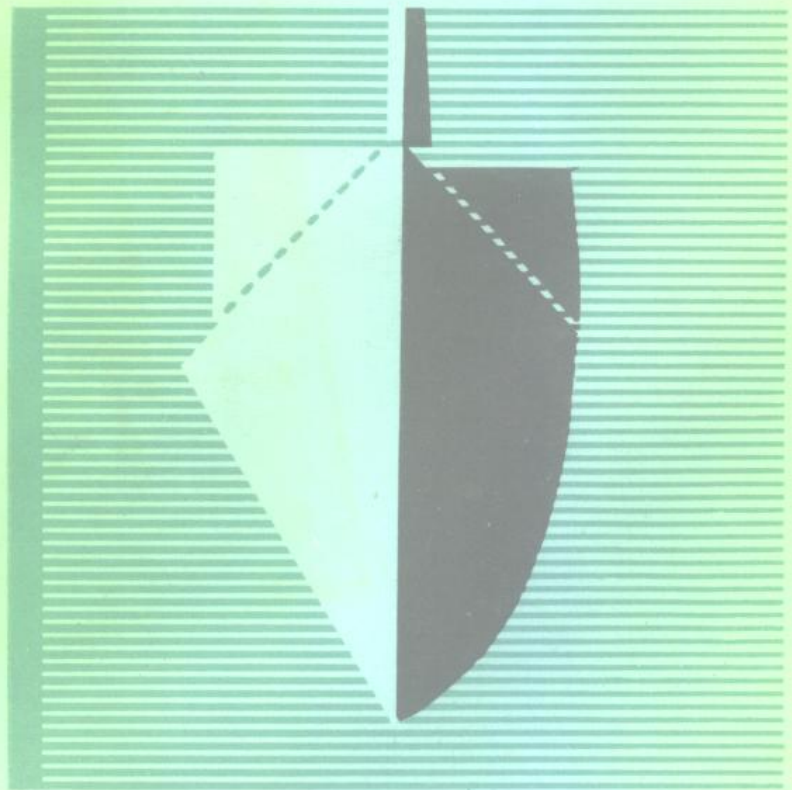
yunshu chuanbo  
kexingxing fenxi

YCK

# 运输船舶 可行性分析

李树范 主编

李树范 纪卓尚 王世连 编著



U674.102  
L34

425356

# 运输船舶可行性分析

李树范 主编

李树范 纪卓尚 王世连 编著

大连理工大学出版社

田宝荣

D. 275 / 12

## 内 容 简 介

本书论述运输船舶可行性分析基本知识、原理、方法和过程。内容包括：主要运输船（客船、散货船、运木船、油船、集装箱船、滚装船、多用途船）船型和性能特点；评价船型方案技术与经济指标；数学模型建立方法及程序；可行性分析基本原理、方法和过程；水运系统分析基础。书中并附有干货船、散货船、油船三种船型可行性分析实例。该书文字通俗，内容丰富，实用性强。

本书可作为高等院校船舶工程专业教材，还可供造船、航运以及船舶科研、设计部门工程技术人员应用及参考。

## 运 输 船 舶 可 行 性 分 析

yunshu chuanbo kexingxing fenxi

李树范 主编

李树范 纪卓尚 王世连 编著

大连理工大学出版社出版  
(大连市凌水河)

辽宁省新华书店经销  
大连船舶印刷公司印刷

开本：787×1092      1/16      印张：15      字数：350千字  
1990年6月第1版      1990年6月第1次印刷

印数：0001—1000册

责任编辑：刘杰

封面设计：葛明

责任校对：苗田

ISBN 7-5611-0298-4/U·10

定价：3.35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 and 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 者 的 话

“运输船舶可行性分析”是列入中国船舶工业总公司所制订的《1986年~1990年全国高等学校船舶类专业教材选题规划》中的选题之一。我们选择这一选题，编著“运输船舶可行性分析”一书，本书是在总结多年来教学和科研实践经验，并引进国内外在这一学科领域最近几年发展的新观念、新方法、新资料的基础上编写的。该书经过“船舶工程教材委员会”组织同行专家进行评审和1989年5月于武汉召开的委员会成员会议上进行终审后，被选定为正式出版教材。

运输船舶是水上运输必须具备的物质技术装备之一，它具有技术设备复杂、使用期较长、投资较大的特点。运输船舶的使用质量好坏，营运经济效果的高低，为交通和航运企业部门切切关心的问题。

运输船舶可行性分析是根据船舶的使用任务和营运条件，从技术性能、经济性能等方面，对运输船舶型或设计方案进行分析论证、评价、优选排序的一种方法。由于它关系到造船和航运部门的投资效果，一些造船和航运发达的国家十分重视投资决策前的可行性分析论证，我们期望所编写的这本书能够在我国设计、建造运输船舶方面起到良好的作用。

本书由李树范主编，拟定全书内容体系、编写大纲，并组织编写。书中第一、二、三、五章由李树范执笔，第四章由王世连执笔，第六章由纪卓尚、谢新连执笔，第五章中§5.2和§5.9由谢新连执笔，李树范协调修改。

同行专家和教材评审委员对本书提出了宝贵的评审意见，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主审，特此表示深切谢意。

由于编者水平有限，必然存在一些不妥之处，恳切希望读者指正。

编 者

1990年2月

# 目 录

<b>第一章 绪 言</b> .....	1
<b>第二章 主要运输船船型与性能特点</b> .....	4
§ 2.1 客船 .....	4
§ 2.1.1 客船发展概况 .....	4
§ 2.1.2 客船和客货船船型和性能特点 .....	6
§ 2.2 散货船 .....	9
§ 2.2.1 散货船船型与性能特点 .....	10
§ 2.2.2 散货船主要技术参数选择 .....	11
§ 2.3 运木船 .....	14
§ 2.3.1 现代运木船船型特点 .....	14
§ 2.3.2 运木船主要技术参数选择 .....	15
§ 2.3.3 运木船空船重量和技术性能估算 .....	15
§ 2.4 油船 .....	16
§ 2.4.1 现代油船船型特点 .....	17
§ 2.4.2 油船主要技术参数选择 .....	18
§ 2.4.3 油船重量与容积估算 .....	19
§ 2.5 集装箱船 .....	21
§ 2.5.1 集装箱船船型与性能特点 .....	22
§ 2.5.2 集装箱船主要技术参数选择 .....	23
§ 2.6 滚装船 .....	28
§ 2.6.1 滚装船船型与性能特点 .....	28
§ 2.6.2 滚装船主要技术参数选择 .....	30
§ 2.7 多用途船 .....	32
§ 2.7.1 多用途干货船船型与性能特点 .....	33
§ 2.7.2 多用途船主尺度确定特点 .....	34
<b>第三章 评价运输船舶方案指标</b> .....	37
§ 3.1 技术性能指标 .....	37
§ 3.1.1 航速 .....	37
§ 3.1.2 稳性 .....	37
§ 3.1.3 耐波性 .....	38
§ 3.1.4 振动性能 .....	38

§ 3.1.5	操纵性 .....	39
§ 3.1.6	载重量系数 .....	41
§ 3.1.7	容量 .....	41
§ 3.1.8	海军部常数 .....	41
§ 3.2	营运指标——运输能力 .....	42
§ 3.3	静态经济指标 .....	44
§ 3.3.1	单位运输成本 .....	44
§ 3.3.2	单位投资 .....	46
§ 3.3.3	投资回收期 .....	47
§ 3.3.4	综合经济指标 .....	47
§ 3.3.5	年利润 .....	47
§ 3.4	动态经济指标 .....	47
§ 3.4.1	利息与基本利息计算式 .....	48
§ 3.4.2	总现值 $PV$ .....	52
§ 3.4.3	平均年度费用 $AAC$ .....	53
§ 3.4.4	必需运费率 $RFR$ .....	53
§ 3.4.5	净现值 $NPV$ .....	53
§ 3.4.6	净现值指数 $NPVI$ .....	54
§ 3.4.7	平均年盈利 $AAB$ .....	54
§ 3.4.8	平均年盈利指数 $AABI$ .....	54
§ 3.4.9	内部收益率 $IRR$ .....	54
§ 3.4.10	投资偿还期 $PBP$ .....	55
§ 3.4.11	允许船价 $ASP$ .....	55
§ 3.4.12	运输经济费 $ECT$ .....	55
§ 3.5	船舶节能经济指标 .....	56
§ 3.6	客货船经济指标特点 .....	57
§ 3.7	等价技术措施 .....	57
<b>第四章</b>	<b>船型分析所需数学模型建立</b> .....	<b>61</b>
§ 4.1	概述 .....	61
§ 4.2	基本概念 .....	61
§ 4.2.1	通用统计术语 .....	61
§ 4.2.2	事件的概率、随机变量 .....	63
§ 4.2.3	随机变量的数学期望、方差和协方差 .....	63
§ 4.2.4	正态分布 .....	65
§ 4.2.5	中心极限定理 .....	66
§ 4.3	统计资料的搜集与整理 .....	67
§ 4.3.1	统计调查方案的设计 .....	67

§ 4.3.2	算术平均值及其精度 .....	67
§ 4.3.3	等精度观测数据的精度估计 .....	69
§ 4.3.4	平均值及其误差的计算校核 .....	69
§ 4.3.5	不合理观测数据剔除 .....	71
§ 4.4	用回归分析法建立线性统计模型 .....	76
§ 4.4.1	最简单的正态线性回归 .....	77
§ 4.4.2	多元正态线性回归 .....	83
§ 4.4.3	逐步回归分析简介 .....	86
§ 4.4.4	非线性回归 .....	91
§ 4.4.5	船舶技术性能指标的常用数学模型 .....	94
§ 4.5	用回归方法建立估算公式举例 .....	96
§ 4.5.1	渔船船型有效功率的统计分析 .....	96
§ 4.5.2	建立船体高谐调振动固有频率的估算公式 .....	105
§ 4.6	逐步回归程序简介 .....	111
<b>第五章</b>	<b>运输船舶可行性分析方法与过程</b> .....	<b>115</b>
§ 5.1	原始资料调查 .....	115
§ 5.2	运量预测 .....	116
§ 5.3	可行性分析论证方案设立 .....	118
§ 5.3.1	载重量选择 .....	119
§ 5.3.2	航速选择 .....	121
§ 5.3.3	动力装置选择 .....	122
§ 5.4	船型方案技术参数与技术性能计算 .....	124
§ 5.4.1	非布置型(载重量型)船舶 .....	124
§ 5.4.2	布置型船舶 .....	127
§ 5.5	主要技术性能预报方法 .....	128
§ 5.5.1	航速、主机功率预报 .....	128
§ 5.5.2	稳性预报 .....	135
§ 5.5.3	振动预报 .....	136
§ 5.6	船型方案造价与营运经济性计算 .....	142
§ 5.6.1	船价估算 .....	142
§ 5.6.2	营运参数与营运经济性计算 .....	144
§ 5.7	船型方案优选与排序 .....	149
§ 5.7.1	参数分析法 .....	149
§ 5.7.2	最优化方法 .....	149
§ 5.7.3	模糊综合评判法 .....	151
§ 5.8	敏感性分析 .....	155
§ 5.9	风险性分析 .....	157



§ 5.10 运输船舶可行性分析实例 .....	160
§ 5.10.1 按单目标最优化方法确定 15 000 吨载重量干货船 的最佳主尺度方案 .....	160
§ 5.10.2 连—埔航线原油船船型方案选择 .....	168
§ 5.10.3 秦—申线浅吃水运煤船船型与主尺度合理方案选择 .....	177
§ 5.10.4 苏伊士运河型油船船型方案选择 .....	184
<b>第六章 水运系统分析</b> .....	194
§ 6.1 水运系统及水运系统分析 .....	194
§ 6.2 数学规划 .....	195
§ 6.2.1 线性规划模型及图解 .....	196
§ 6.2.2 线性规划问题的标准形式 .....	198
§ 6.3 用线性规划构造船队规划模型及算例 .....	199
§ 6.3.1 船队规划模型 .....	199
§ 6.3.2 一个算例 .....	202
§ 6.4 系统仿真 .....	206
§ 6.5 用系统仿真确定煤炭海上过驳系统的最佳参数 .....	207
复利计算附表1~7 .....	223
参考文献 .....	230

# 第一章 绪 言

运输船舶可行性分析,就是依据使用任务要求,从船舶技术性能、经济性能、营运环境、公约和规范、技术政策等方面,对运输船舶型和设计方案进行论证分析、优选和实验研究的过程。可行性分析的目的,就是从满足使用任务要求的众多可行方案中,依据评价指标和综合分析,选出技术与经济性能最佳的方案,使船舶在实际营运中产生良好的经济效果。

评价船型方案的指标有多项,总的来说分技术指标和经济指标。然而,在船舶设计中往往只注意引进新技术,选用高技术性能指标(如最小阻力、最快的航速),以追求设计方案的“先进性”,却轻视了经济方面,从而导致设计的不合理,因而使船舶在实际营运中出现了较差的经济效果。在我国的设计实践中这种事例也是有的。

我国在70年代初设计建造了排水量为7500吨,主机功率为8424kW的沿海客货轮(“长字型”),营运实绩具体证实该船型每年亏损较重。据营运部门有关人员分析,该型船舶的折旧、修理、燃料三项费用占总成本的75%左右,其中燃料费占总成本31~34%。由此可见,该型船舶由于造价高而折旧费大,主机功率大而耗油量高,造成营运成本过高,导致年亏损,出现较差的经济效果。

我国在70年代初设计建造的载重量25000吨远洋散装货船,由于设计任务书规定的航速偏高,当时不重视经济效果,所以船长选得较长(超过日本和欧美同类型船的船长)。因而造成空船重量大,载重量系数低,经济性较差的结果。

上述事例,反映了设计中只注重技术性能,忽视经济性,因而导致了设计不合理,促成船舶在实际营运中出现较差的经济效果。此外,还足以说明只有重视可行性分析,经过技术性能和经济性等方面全面论证分析和综合评价,才能选出合理的设计方案。

运输船舶又是港、航、船三者组成的水运系统中的重要组成部分,这三者间互相联系、互相制约。船舶设计者在选择船型及设计方案的技术参数和技术性能时,不能只从单船的方面去考虑,而应以系统的观点,从港口和航道的现实情况出发,考虑远景发展规划去分析选择,不仅要使单船的技术经济性能较佳,而且要使水运系统的经济效益也较高。

近十几年来,船用燃料价格比60年代有了大幅度增长,从而使营运成本中燃料费的比例急剧上升(从70年代初期的6~10%上升到30~40%),因此,节能指标已成为评价运输船舶设计方案合理性的重要指标之一。在可行性分析阶段,选择船舶技术参数、技术性能时,考虑节能措施已成为不容忽视的重要问题。

运输船舶是技术复杂、投资较大、使用期较长的运输工具。一般来说,对重要的(投资较大)运输船和属于我国新开发的新船型,在正式进行详细设计之前,应开展可行性研究。应根据给定的运输任务和使用条件,在吸取同类型营运船舶的经验和国内外有关这类船舶技术性能的研究成果的基础上,拟定不同的船型(建筑形式、结构形式、主要要素、装卸方

式、推进系统等)方案,通过技术性能和营运经济性的大量计算,按所选择的评价指标进行分析对比,选择一个初步的方案。接下去应围绕初步方案船舶技术参数范围,就阻力和推进、耐波性、操纵性、稳性与横摇、结构及强度、振动等一些关键项目开展必要的试验和深入的分析研究和详细计算,经过这样一个可行性研究过程,从而可选择出技术上可能并先进,性能上协调又可靠,能最大限度地满足生产使用要求,与航行环境相适应,营运经济效益高的方案。根据这样的研究方案进行设计和建造,船舶的技术经济性能质量会比较有把握得到保证。

运输船舶可行性研究较完整的过程大体为如下几个阶段:

(一)依据水运系统综合技术经济论证(即把港口码头、航道、船舶作为一个综合体进行论证)得出船型概貌的方案,结合具体的运输任务要求、港口码头和航道的具体条件、外界环境条件、技术水平等,对运输船舶型做深入的论证分析,确定出切合实际情况的、合理的船型方案。

(二)依据前面研究得出的合理船型方案,开展最佳尺度、船形系数和技术经济性能分析选择,从工程技术和工程经济角度分析选择船舶主要技术参数和技术性能。

(三)就该船型的技术性能关键做出分析,制订相应的研制计划,开展深入研究和试验。例如,浅吃水肥大运输船采用双尾鳍线型的阻力和推进性能试验的研究,结构合理形式及强度,船体总振动及尾部振动(螺旋激励引起)等关键性能的深入研制。通过上述的可行性研究,为设计与建造新船或引进国外设计技术提供了技术依据。

我国政府及交通部门非常重视可行性研究,早在1979年就为做好基本建设的前期工作,规定在编制工程项目设计任务书之前必须开展可行性研究,否则上级单位不予批准,设计单位拒绝承担设计任务。交通部于1983年就秦—申线浅吃水肥大运输煤船船型,组织国内船舶研究、设计、使用、院校等部门进行了较系统的可行性研究,在可行性研究的基础上编制出设计任务书,依据设计任务书和可行性研究取得的技术成果,设计部门完成了该船型的全部设计。

造船和航运界的专家和工程技术人员也非常重视运输船舶可行性研究及其论证分析工作,发表了许多学术论文和专著。早在50年代何志刚在“中国造船”第19期上发表了“船舶的经济性能”一文,颜家骥、蒋慰昌在“中国造船”第24期上发表了“船舶性能及其经济价值”一文。这些文章反映了我国建国初期学者和专家们从技术性能和经济性能来探讨和评价船型技术参数方法的动向和水平,受到国内造船界的重视。这一时期,苏联专家又来我国造船院校讲学,系统地介绍了苏联的典型技术经济论证方法和“当量技术措施”,对于推动这一领域的研究和人员培养起了积极作用。

60年代初期,在国民经济“调整、巩固、充实、提高”八字方针指导下,掀起了讨论经济效果的高潮,发表许多文章,如许富良在“中国造船”发表了“运输船设计中经济论证方法的探讨”一文,都是结合我国实际,全面介绍了船型论证方法,反映了船型论证方法逐渐发展的动向和水平。从总的方面来说,我国的船型开发和船舶设计在60年代和70年代就比较重视船型论证分析,但70年代以前,就论证分析方法中的经济评价指标体系特点来看基本上是苏联的静态的经济评价指标体系。张德洪主编的《运输船舶船型技术经济论证方法》一书,

书中的主要内容是苏联的典型技术经济论证方法体系，该书的出版对发展我国船型论证分析和人材培养起到了推动作用。

80年代，我国造船投资由以往指令性计划转向银行贷款的方式，资金的使用由静态变成动态，这将引起船舶论证分析方法要做相应改变。我国造船界著名学者杨樾教授及时地发表了“关于船型经济论证的几个问题”，该文引用了国外经常使用的一些经济指标。其中主要之点是考虑贷款造船支付利息之后，要计算时间对资金价值的影响，计算由此种影响所导出的若干新的经济指标。同时，欧美造船界有关船舶设计中经济分析方面的专著，如美国H. Benford的“船舶设计中的工程经济学”、“船舶设计经济学基础”，英国I. L. Buxton的“工程经济与船舶设计”（已被译成中文），在我国船舶设计和研究领域中得到了广泛重视。国外的这些著作中提出的计算方法和动态的经济评价指标体系，对于贷款投资造船的船型论证分析是有益的。我国高等船舶教育界席龙飞教授、张仁颐副教授相应于新的经济指标体系，分别编写出《船舶设计经济学》、《船舶技术经济论证方法》著作，这些著作在培养船舶工程专业的科技人材上已起到积极作用。

由于电子计算机在各个学科领域得到应用，也推动了船舶可行性研究论证分析方法深入发展，使得过去单凭手工计算无法较好完成的、大量复杂的论证计算由计算机辅助完成，一些复杂的理论和方法，如大系统论、最优化理论、不确定性和风险性分析方法等得以很好的应用，从而使船舶论证分析能够做得更加全面和深透。进一步探讨和研究新的科学论证方法和对船舶性能的深入研究，对于促进船舶可行性分析论证学科的深入发展具有十分重要的意义。

## 第二章 主要运输船船型与性能特点

### §2.1 客 船

#### § 2.1.1 客船发展概况

18世纪80年代, 蒸汽机的发明和采用, 使冶金、机器制造等部门得到了进一步的发展, 这个时期有不少外国人在探讨利用蒸汽机推进船舶的方案。美国人富尔顿(Robert Fulton)于1807年完成了世界上第一艘蒸汽机内河客船“克雷门特”号(长40.54m, 宽5.49m, 深2.74m), 当时在哈德逊河上载客。到了1838年又建造出如“天狼星”号(703总吨, 长54.25m)、“大西方”号、“路易·威廉”号(617总吨, 长53.7m)、“利物浦”号(1150总吨, 长67.96m)等横渡大西洋的蒸汽机客船。

进入19世纪, 客船发展受殖民政策影响, 殖民地出现后, 宗主国与殖民地之间产生了大量的人口流动, 而客船就成了这种人口流动的海上交通工具。当时从英国本土经过大西洋到美洲、大洋洲的移民很多。如当时连结欧洲各国与北美的北大西洋航线(航距为3000n mile), 成为黄金航线。从1840年起, 历经40年间又建造了许多大西洋客船。如美国1850年建造的“大西洋”号(2845总吨, 长86.56m, 木壳, 明轮推进, 航速12kn), 英国1871年建造的“大洋”号(3707总吨, 长128.01m, 铁壳, 螺旋桨推进, 航速14kn)均为当时的典型大西洋客船。这期间海洋客船造船材料和推进方式有了发展, 即从木壳转变为铁壳, 由明轮转变为螺旋桨为主, 航速也有显著提高。

进入20世纪后, 大型客船出现了, 从1936年起世界上相继建造出三艘巨型客船, 即英国的“玛丽皇后”号和“伊丽莎白皇后”号, 法国的“诺曼地”号, 这三艘巨型客船的要素如表2-1所列

表 2-1 世界上最大的三艘客船

船 名	诺 曼 地	玛 丽 皇 后	伊 丽 莎 白 皇 后
总 吨 数	79 280 83 423(1936改装后)	80 774	83 673
长 (m)	299.12	297.23	300.94
宽 (m)	33.93	36.1	36.14
主 机	透平电动	透 平	透 平
功 率(kW)	11 768	11 768	11 768
推进器数量	4	4	4
航海速度(kn)	30	30	30
建造年份	1935	1936	1940

第二次世界大战的爆发阻碍了巨型客船的发展，尤其是1959年喷气客机用于洲际航空，给大型客船以致命打击。就在这大型客船无法与喷气客机竞争的情况下，定期客船转向兼做旅游船。因此，从60年代末挪威一些新的轮船公司开始建造新型旅游船，如“挪威之声”号（18 416总吨，1970年建造，RCCL公司）、“皇家之星”号（21 848总吨，1972年建造，RVL公司）等船。这些旅游船活动在加勒比海上从事旅游业，可谓世界上第一代旅游船。

进入80年代后，新型旅游船又有了发展，挪威RCCL公司建造出世界上最大的豪华客船“海王”号（74 000总吨，长265.5m，客位2600人）。从表2-2所列的部分旅游船可以看出80年代第二代旅游船的概貌。新型旅游客船设计非常重视提高舒适性和满足旅客沿途风景风光的适应性，航速要求不是太高，多数在20~22kn范围。

表 2-2 80年代第二代旅游客船要目

船名	国籍	总吨数	载客数	总功率(kW)	船速(kn)	船区, 船线	建造年
阿斯托	西德	18 883	638	13 239	21		1981
欧洲	西德	33 819	758	21 270	22		1981
热带	利比里亚	36 674	1420	19 564	21	北美水域	1982
大西洋	利比里亚	33 000	1278	22 065	24	纽约—百慕大, 加勒比	1982
斯堪的纳维亚	巴哈马	26 747	1607	17 652	21	纽约—巴哈马	1982
美国之声	挪威	37 900	1575	16 475	17	迈阿密为起点的加勒比	1982
新阿姆斯特丹	荷兰	33 930	1120	22 440	21	阿拉斯加—旧金山—墨西哥	1983
晴空	利比里亚	38 000	1770	11 032	19	阿拉斯加—洛杉矶—墨西哥	1984
诺丹	荷兰	33 930	1120	22 440	21		1985
皇家公主	英国	40 000	1200	29 126	22	洛杉矶为起点	1984
假日	巴拿马	45 000	1800	22 359	22		1985
纪念	巴拿马	48 000	1800	22 359			1986
庆祝	巴拿马	48 000	1800	22 359			1987

中国造船业在中华人民共和国成立后，才得到了飞跃的发展。旧中国的造船业极其落后，1905年，外商在上海经营的船厂（耶松船厂）造了长江客货船“江新”号，1912年我国的江南船坞也造了长江客货船“江华”号。建国以后，从1954年起到1985年我国自行设计建造了大量江河客船（各船型主要数据如表2-3）和海洋客船（各船型主要数据如表2-4），这些新型客船和客货船投入营运，对客货运输的发展起到良好作用。新中国成立以来，客船的设计与制造得到了很大发展，成绩显著。然而我国仍处于发展阶段，我国客船的指标比世界先进水平仍有很大差距。我国的水上客运，在相当长的时期内，仍将持续增长，水上客运占相当大的比重（据统计，1980年，水上客运量占总客运量5.7%），另外随着国民收入的提高，我国人民旅游的频数大大提高。我国沿海、沿江有许多名胜古迹和旅游胜地，近年来外国朋友来我国旅游不断增多，旅游业得到蓬勃发展。由此可见，我国的客船和旅游船将有广阔的发展前景。

表 2-3

我国设计建造的代表性内河客货船主要数据

建造 成分	船 名	主尺度 (m)					吃水 (m)	主 机		航速 (kn/h)	排水 量 (t)	载客 量 (人)	载货 量 (t)	建造 厂	航 线
		总长	水线长	垂线 间长	型宽	型深		类 型	功 率 (kW)						
1905	江 新	106.3	96.6		13.4	4.42	3.8	蒸汽机	2×809	23	3500	364	2100	耶松	长江中下游
1912	江 华	103.6	100.6		14.15	4.5	3.95	蒸汽机	2×919	22.2	3774	384	2321	江南	长江中下游
1954	民 众	84.5	80	78	13	3.4	2.8	柴油机	2×1056	24	1557	500	1007	江南	长 江
1955	江 峡	60	56	55	10	3.2	2.2	柴油机	2×662	22.5	1112	406	300	江南	长江中上游
1958	江 蓉	71.2	67	65	12.5	3.4	2.4	柴油机	2×882	25.9	1200	761	380	江南	汉口—重庆
1960	新 中	73.7	67.5		12.5	3.55	2.8	蒸汽机	2×411	22.8	1380	740	150	中华	苏北区间
1972	东方红 38	77	72	70	13	3.4	2.4	8NVD48	2×970	27.8	1372	973	300	青山	上海—重庆
1974	东方红119	68.2	64.3	61.6	13.2	3.5	2.4	6L350	2×720	27.5	960	732	50	东风	宜昌—重庆
1974	东方红 11	113	108	105	16.4	4.7	3.7	12V 300	2×1471	28.5	3712	1252	450	上海	上海—汉口
1974	东方红411	82.8	75	72	13.3	3.8	2.75	6L350	2×720	25	1555	1213	120	金陵	申—高
1974	东方红259	55.9	52	49.8	10	3.4	2.3	8NVD 36	2×425	24	612	592	30		宜昌—巴东
1963	湖南客船	39.6	38		7.5	2.6	1.4	6250	1×220	19.5	221	400			
1965	吉林客船	25.03	23.8		5.0	1.7	1.05	6135	1×88	17.7	6464	160			
1973	淮河客船	49	45		8.0	2.6	1.5	6300	2×294	24.5	322	450			
1973	黑龙江客船	51.5	48		8.0	2.6	1.3	12V 135	2×176	22	286	250			
1982	杭—锡客船	31.37	30	29	5.0	1.6	1.0	6135	2×88	18.5	101	196			
1976	汉江客船	32.5	30		5.4	1.6	0.9	6135Z	1×143	18.5	84.5	200			
1984	扬子江	84.5	80.05	78.0	14.0	3.5	2.4	6MG31EZ	2×1544	30.6	1660	150	0	武昌	上海—重庆

表 2-4

我国设计及建造的代表性沿海客货船主要数据

建造 年分	船 名	主尺度 (m)					吃水 (m)	主 机		航速 (kn)	排水 量 (t)	载客 量 (人)	载货 量 (t)	建造 厂	航 线
		总长	水线长	垂线 间长	型宽	型深		类 型	功 率 (kW)						
1955	民主 11 号	80	75.6	73.2	14	6.1	4.27	蒸汽机	1103	11.5	2672	474	750	江南	大连—天津
1958	民主 14 号	90.6	83.6	82	14	6.7	4.2	蒸汽机	1103	12	2915	485	520	沪东	上海—青岛
1960	民主 18 号	105.62	100.69	97.0	15.8	5.3	3.8	柴油机	2×1470	16	3660	500	774	沪东	上海—宁波
1966	红卫 6 号	78.08	72.6	70.0	13	7	3.3	柴油机	2×882	15	1770	553	250	文冲	广州—三亚
1966	工农兵 2 号	105	98.5	96	15.2	8.9	5.3	蒸汽机	1766	14.6	3871	980	410	新港	大连—烟台
1971	长 征	138	128.5	124	17.6	8.4	6.0	柴油机	2×3310	18	7703	858	2000	沪东	上海—大连
1971	天 山	111	106	102	15.4	9.0	5.3	8NVD48A	2×970	13	4430	1306	400	新港	大连—烟台
1975	丁 香			94.3	13.8	7.5	3.6	8NVD48A	3×970	14	2350	553	250	广州	广州—三亚
1977	琼 沙			86	13.4	7.3	3.9	8NVD48A	2×2206	16.2	2150			广州	南沙、西沙I级海区
1977	茂 新	106.67	100.69	87	15.8	7.7	3.8	43/82	2×2206	16	3630	918	140	求新	上海—宁波
1983	天 河	120			17	7.3	5.8	6RD44	2×1470	16	5900	948	995	新港	大连—青岛
1980	天 湖	120			17	7.3	8.5	16V300		14	5900	800	1000	新港	大连—新港
1985	瑞 昌	94.4	86.94		26/8	5.4	4.4				3688	1570	175	江州	申温双体船

### § 2.1.2 客船和客货船船型与性能特点

#### 一、客船及客货船船型特点

客船是用来载运旅客及其携带物的船舶，兼运少量货物的客船称客货船。

客船及客货船船型具有发达而丰满的上层建筑、造型实用而美观的外型、多层连续甲板

(小型客船由于船深限制,一般只设一层连续甲板)的特点。客船及客货船的机舱地位,多数习惯布置中部,以机舱为中心布置多层上层建筑客舱,首尾布置货舱,此种布置有利纵倾调整。也有将机舱设于尾部,这可使居住区域集中于中部地位,适合布置客舱。机舱设于尾部,在机舱布置、纵倾调整和抗沉性保证上会存在一定困难,故也有将机舱设在中后部。

客船及客货船,除首、尾尖舱之外,还需设若干横向水密舱壁。横舱壁数根据强度(建造规范规定了不同船长时的舱壁总数),使用性能及抗沉性要求决定。对于客船,在满足强度和抗沉性要求的条件下,尽量减少横舱壁数,有利于客舱布置。

## 二、客船的技术性能特点

### 1. 快速性

快速性是客船的重要技术性能之一。保证快速性问题,是客船设计的主要着眼点之一。要从型线设计和推进器设计两个方面着手,采用阻力低的型线和高效率的推进器,保证客船具有良好的航速。航速适宜值的选取要从多方面考虑确定。从旅客心理方面总是希望航速高些,这样能迅速到达目的地,单就这一点,高航速对旅客是有吸引力的。但是航速提高,将使船体和主机投资增加,燃料费增加,对船舶经济性不利,这种不利性对短途航线客船来说更明显。从我国的具体情况,沿海申连、申青两航线的“长字型”客货船由于航速有些偏高,导致成本过高,出现年度亏损严重。所以客船和客货船的航速要依据旅客类别、航线等具体情况而定。国际上客船航速比我国的客船和客货船航速高得多,80年代的国际旅游客船航速20~22kn,我国沿海船航速12~16kn,国内外客船航速一般范围为12~22kn左右。

### 2. 安全性

为了保证旅客的安全,客船的安全性是十分重要的。船舶稳性、船体强度、抗沉性以及防火结构和设施问题都应解决好,并满足有关公约(或规范)要求。

设计时应采取各种合理措施以求得到适宜的稳性指标。

就初稳性来说,初稳性过低不安全,过高摇摆性不好。由于航区不同,客船的 $\overline{GM}/B$ 值差别很大。一般说来,满载出港时的 $\overline{GM}/B$ 能保持在下列范围,其稳性可得到满意结果。

船 型	$\overline{GM}/B$
远 程 客 船	0.04~0.05
沿 海 客 货 船	0.06~0.07
内 河 客 货 船	0.20~0.25

列举的数字表明,内河船的 $\overline{GM}/B$ 值较大,这是因为上层建筑较发达,受风面积较大,可能有较大的旅客集中一舷力矩,重心较高等原因。又因内河船的摇摆轻微,也不会影响舒适性。

注意保证海损后的稳性。船宽吃水比 $B/T$ 越大海损后稳性降低越显著,因此船宽较大的船应具有较大的初稳性,否则难于保证海损稳性。

### 3. 耐波性

要求客船有良好的耐波性,即避免剧烈的纵摇、升沉,防止甲板上浪和减小波浪中失速



以及具有和缓的横摇等。采用较大的相对长度  $L/\Delta^{1/3}$  和V形首剖面并将水上部分适当外飘对耐波性有利。为了缓和船舶的摇摆并避免谐摇，初稳性高度不要过大，其上限值为：

$$\overline{GM}_{\max} \leq \left( \frac{KB}{T_0} \right)^2$$

式中的系数K，对客船约为0.80~0.87。

当船舶自摇周期 $T_0$ 与波浪周期 $T_B$ 处于下式关系时船舶将产生谐摇。

$$\begin{aligned} T_0 &= (0.7 \sim 1.3) T_B \\ &= (0.7 \sim 1.3) \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}} \end{aligned}$$

式中  $T_B$  为波浪周期， $\lambda$  为波长。

据统计，远洋波浪长度在150~160m；沿海波长多在60~80m；长江中下游波长约20m。则远洋客船 $T_0 > 13s$ 、沿海客船 $T_0 > 9s$ ，而长江客船 $T_0 > 6s$ 发生谐摇的机会较少。

#### 4. 操纵性

海上长途客船，航线较长，靠离码头较少，要求具有良好的航向稳定性。对内河客船，因航道弯曲狭窄，且靠离码头频繁，要求有良好的回转性。应根据航区情况，选择舵效高的舵设备。除常规舵外，襟翼舵与组合舵能更好的改善操纵性。舵面积是船舶操纵性的一个重要要素，舵面积大，舵的回转力矩就越大，操纵性要求容易得到满足。从回转性来看，选取较短的船长和较大的舵面积为宜，双桨客船的桨轴间距适当增大，对改善操纵性有利。从航向稳定性角度看， $L/B$ 小， $C_B$ 及 $B/T$ 较大都是不利的，为解决航向稳定性，有的内河平底船需加呆木（或称鳍）。

#### 三、客船主尺度确定特点

客船的主尺度确定与油船、干货船、散货船等载重型船舶有很大的不同，客船的载重量系数小，且不稳定，用载重量系数求得的排水量之相应的主

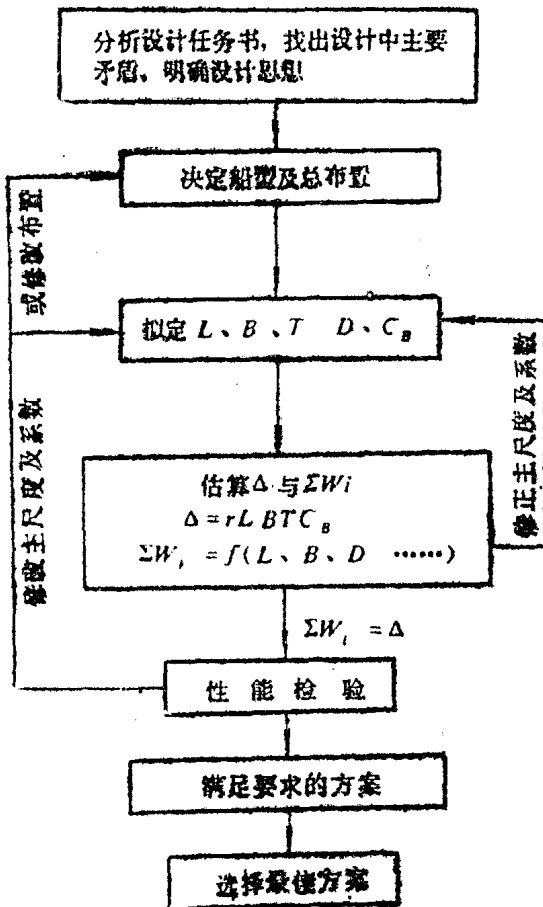


图2-1 客船主尺度确定步骤框图