

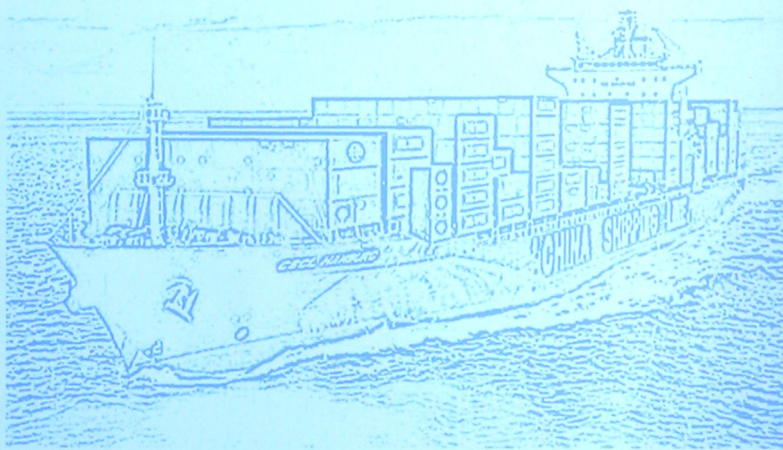


普通高等教育农业部“十二五”规划教材

# 船舶技术经济论证方法

( 第一版 )

张光发 张维英 主编



中国农业科学技术出版社

014037422



普通高等教育农业部“十二五”规划教材

F550  
04

# 船舶技术经济论证方法

(第一版)

张光发 张维英 主编



北航

C1725411

F550  
04

中国农业科学技术出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

船舶技术经济论证方法 / 张光发, 张维英主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2013. 12

ISBN 978 - 7 - 5116 - 1491 - 9

I. ①船… II. ①张…②张… III. ①船舶运输 - 技术经济 - 研究 IV. ①F550

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 313762 号

责任编辑 穆玉红

责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82106626 82109707(编辑室)

(010)82109702(发行部) (010)82109709(读者服务部)

传 真 (010)82109707

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 全国各地新华书店

印 刷 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张 10

字 数 210 千字

版 次 2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷

定 价 29.00 元

—— 版权所有 · 翻印必究 ——

# 前 言

船舶技术经济论证是船舶设计工作过程中一项重要的先行环节。随着造船业的发展,船型不断更新和改造,对船舶技术经济论证工作提出了新的要求。为了适应我国船舶工业在教学、科研、设计制造等方面发展的需要,满足新型船舶专业人才培养以及该领域技术发展的需要,本教材在吸收现有同类及相关教材与专著精华内容的基础上,总结了船舶技术经济论证的基本原理以及一般内容和方法,并进行了相应扩展和深入探讨。本着内容全面、精炼、求新和实用的原则,本教材具有如下几方面的特点。

(1) 教材由浅入深,逐步展开。既满足一般教学的需要,又在有些方面进行了深入的探讨,以适合研究人员在相关领域的参考。

(2) 教材阐述问题时力求辩证、全面,简明扼要,注重内容精炼和理论联系实际。书中给出的一些典型实例、资料与数据多是作者科研和工作实践中的总结,内容设置力求与船舶技术发展水平以及该领域的技术发展趋势保持同步,章节顺序尽量体现船舶技术经济论证的过程。

(3) 搜集、吸收和引用了船舶技术经济论证领域的最新方法和研究成果以及相关经验公式、设计参数等。

本教材由张光发与张维英主编,参编人员有黄亚南、王运龙、桑松、胡丽芬。具体分工为:第1、第6、第8章由张光发编写,第5、第9章由张维英编写,第2章由黄亚南编写,第3章由胡丽芬编写,第4章由桑松编写,第7章由王运龙编写。全书由张光发与张维英统稿并最后定稿。

本书在编写过程中参阅了同行专家的大量资料和研究成果，在此向他们表示感谢。

尽管在教材编写过程中做了大量工作，但是限于编者的水平和经验，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宝贵意见，批评指正。

编 者

2013 年 10 月 31 日

# 目 录

|                              |      |
|------------------------------|------|
| 第一章 概述 .....                 | (1)  |
| 第二章 技术经济学的基本原理 .....         | (4)  |
| 2.1 资金的时间价值 .....            | (4)  |
| 2.2 资金时间价值计算的基本概念与公式 .....   | (5)  |
| 2.3 计算实例 .....               | (9)  |
| 第三章 船舶营运的主要经济指标 .....        | (11) |
| 3.1 静态经济指标 .....             | (11) |
| 3.2 动态经济指标 .....             | (15) |
| 3.3 船舶节能技术评价指标 .....         | (22) |
| 3.4 物价对船舶营运经济性的影响 .....      | (23) |
| 3.5 计算实例 .....               | (24) |
| 第四章 船价估算 .....               | (26) |
| 4.1 船价的组成 .....              | (26) |
| 4.2 影响船价的因素 .....            | (27) |
| 4.3 船价估算方法 .....             | (30) |
| 4.4 批量生产对船舶建造成本的影响 .....     | (36) |
| 第五章 船舶方案的营运经济性计算 .....       | (39) |
| 5.1 船舶的运输能力 .....            | (39) |
| 5.2 船舶的年营运成本 .....           | (46) |
| 5.3 年收入 .....                | (51) |
| 5.4 年收益与年利润 .....            | (53) |
| 5.5 货物在途积压费用及其影响 .....       | (54) |
| 第六章 不确定因素的处理 .....           | (59) |
| 6.1 不确定性因素及其营运环境中的评价指标 ..... | (59) |
| 6.2 不确定因素的处理方法 .....         | (63) |
| 6.3 不确定因素的敏感性分析 .....        | (65) |
| 6.4 简单概率分析 .....             | (67) |

|      |                       |       |
|------|-----------------------|-------|
| 6.5  | 蒙特卡洛法 .....           | (77)  |
| 6.6  | 计算实例 .....            | (83)  |
| 第七章  | 最佳船型的技术经济论证方法 .....   | (87)  |
| 7.1  | 概述 .....              | (87)  |
| 7.2  | 调查研究与背景分析 .....       | (89)  |
| 7.3  | 设立船型论证方案 .....        | (94)  |
| 7.4  | 船型方案技术、营运及经济性计算 ..... | (101) |
| 7.5  | 船型方案优选 .....          | (102) |
| 7.6  | 船型论证实例 .....          | (113) |
| 第八章  | 渔船的技术经济论证方法 .....     | (123) |
| 8.1  | 渔船的技术经济指标及其计算 .....   | (123) |
| 8.2  | 渔船的技术经济论证内容 .....     | (125) |
| 8.3  | 渔船造价与营运成本估算 .....     | (127) |
| 8.4  | 实例 .....              | (128) |
| 第九章  | 船舶的更新与经济寿命分析 .....    | (135) |
| 9.1  | 船舶更新方案比较的特点和原则 .....  | (135) |
| 9.2  | 船舶的经济寿命 .....         | (136) |
| 9.3  | 船舶经济寿命的确定方法 .....     | (137) |
| 9.4  | 船舶更新分析 .....          | (146) |
| 9.5  | 船舶租赁的经济分析 .....       | (148) |
| 参考文献 | .....                 | (151) |

# 第一章 概 述

船舶（尤其是运输船舶）是一种建造复杂、投资大、试用期长的水上作业工具。一艘船舶的产生，要经过方案选择与论证、设计、制造到运营等过程。在现代船舶设计中，不仅要使设计的船舶具有良好的技术性能以满足其使用要求，更重要的还应该对其经济性能进行论证，以满足其经济方面的要求。船舶的运营不仅涉及船舶本身的设计、制造与运营，而且涉及港口码头、航道等方面的因素；船舶运营的技术经济性，不仅与其本身单船的技术经济性有关，而且涉及船队以及整个水运系统的技术经济性。

船舶技术经济论证，是对船舶及其相关技术政策、发展规划，运输工艺、投资等作出决策之前，根据一定的运输任务和使用条件，总结现有船舶的营运经验，吸取现代科学技术成就，进行综合分析和优化的研究过程。设计建造一艘新船或者一个运输系统时，应根据已定的运输任务和使用条件，在总结现有同类型营运船舶或运输系统经验的基础上，建立不同的船舶或运输系统方案，这些方案的技术性能与经济效果往往各不相同，互有利弊，需要通过技术经济论证，选择技术上先进可行、性能上安全可靠、生产上科学合理、营运上经济合算的方案，以提高船舶或运输系统的经济效益，这是船舶技术经济论证的直接目的。另外，通过船舶技术经济论证，为规划船舶和简化统一船型、机型提供科学依据；为制定船舶设计技术任务书提供科学依据；为制定船舶技术政策提供科学依据。在建造新船时，船舶技术经济论证既是设计新船的前奏，又是设计全过程的一个重要组成部分。

从横向来说，船舶技术经济论证涉及水运系统中港口、船舶与航道等几方面的内容。从纵向来说，船舶技术经济论证涉及船舶、船队和运输系统（或作业系统）等不同层次的研究。图 1.1 显示了船舶技术经济论证系统所涉及的内容及其相互关系。

从较狭义的角度来讲，船舶技术经济论证主要是指图 1.1 中间一列阴影部分所涉及的内容，即水运系统船队发展技术政策及规划、船队发展规划、最佳运输方式和船型的选择，最佳船型尺度论证与开发。这些内容从纵向构成了船舶技术经济论证的不同层次。

尽管船舶技术经济论证包含的内容比较多，但其中最重要和最基本的内容是在已确定运量、航线和港口码头的前提下，选择最佳运输方式（船队及其调度）和船型。水运系统以及船队发展技术政策研究与规划是较高层次的研究内容，属于宏观控制的范

畴，其研究前提是国家政治、经济状况、市场供求状况、国内外船舶及水运发展动向等，而其研究结果是船型论证的前提。

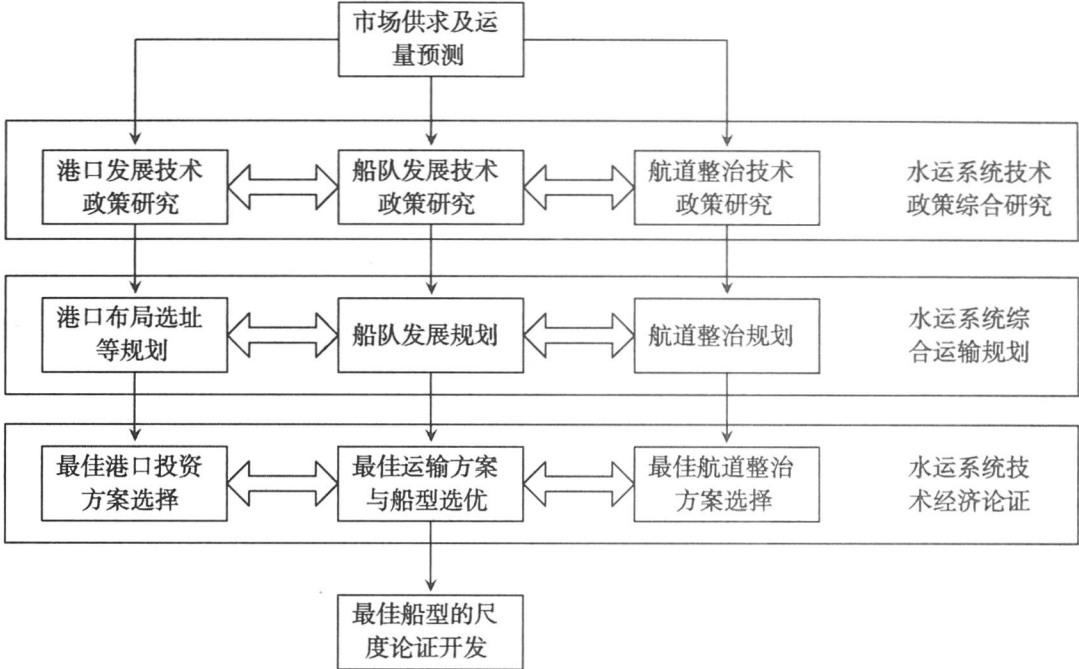


图 1.1 船舶技术经济论证系统

最佳船型的尺度论证与开发是较低层次的研究内容。船队规划与船型论证是从相对宏观的角度在给定的货运经济条件下，寻求运输能力与运输任务之间矛盾的最佳解决方案，侧重于从运输工艺的角度来研究船舶的主要运输性能参数对船型论证的影响。而最佳船型的尺度论证与开发，是从相对微观的角度在船队规划和船型论证结果的基础上，寻求船舶本身作为一个复杂的水上运输或作业工程建筑物的一系列内部矛盾（即船舶的几何尺度、型线、总布置、稳性、快速性、耐波性等因素与船舶建造成本和营运成本之间的矛盾）的最优解决方法。最佳船型的尺度论证与开发侧重于从工程技术角度来研究船舶的一些关键性设计变量（如尺度比、船型系数等）对船舶技术经济性能的影响。

船舶技术经济论证的主要任务如下所述。

(1) 为规划船舶发展提供科学依据

包括合理运输方式及相应船型方案的论证、远期船舶发展规划方案的论证、为制定船型及机型提供依据等。

(2) 为制定造船设计技术任务书提供科学依据

包括船舶类型（专用、兼用、通用）及合理吨位、主机类型、功率及合理航速、船舶自动化程度、船舶装卸设备选型等。

(3) 为制定船舶技术政策提供科学依据

包括各类船舶的类型及合理吨位、合理航速、合理主辅机型、合理装卸设备、合理使用年限等。

(4) 新船设计时, 选择最佳船型和设计方案

包括合理吨位、主要要素、主要技术性能及经济效果等。

国外造船和航运发达的国家都很重视船舶技术经济论证工作。设计建造新船时, 均根据确定的运输目的, 通过周密的技术、经济分析, 选定合理船舶方案, 以保证其竞争力和利润率。目前, 包括中国在内的许多国家已把船舶技术经济论证作为设计新船时不可缺少的一个步骤。在学术研究方面, 日本、美国、俄罗斯、波兰等国从 20 世纪 50 年代开始专门研究船舶技术经济论证的理论及方法, 将船舶的技术、营运、经济分析结合起来, 逐步形成一门新的学科。中国的船舶设计制造以及航运实践, 长期以来受到专家们的关注。自 20 世纪 50 年代以来, 专家们从不同角度, 利用各种优化论证方法, 对不同船型, 进行了一系列研究工作。尤其是自 20 世纪 70 年代以后, 随着计算机在各学科领域的应用, 在船舶技术经济论证领域, 应用系统论和计算机技术, 结合数学中的运筹学、概率论数理统计方法和最优化方法, 使得论证工作由单船论证和手工运算向系统论证和计算机辅助论证的方向发展, 相继出现了各种大系统论证方法、不确定性和风险分析方法、最优化论证方法等新的科学论证方法。探索和研究这些新的科学论证方法, 对于研究船舶技术经济论证的客观规律, 促进该学科的发展有着十分重要的意义。

本书将着重介绍船舶技术经济论证中最主要、最基本的内容, 并主要围绕船型论证这方面的内容, 对船舶技术经济论证的基本原理与一般方法进行详述; 对于经济方面的一般概念与原理, 如资金的利息、单利、复利等, 本书仅对涉及主题方面的内容做简要介绍; 对于宏观方面的论证, 如水运系统优化论证以及船队规划与船舶调度等方面的内容, 读者可参考其他文献。

另外, 本书中涉及大量技术和经济数据, 这些数据尤其是经济数据受到时间的影响, 将随工资、材料设备、燃料价格等因素的变化和科学技术的进步而不断发生变化, 因此书中所用数据可能与当前实际数据有所不同, 但是这些并不影响论证的方法、思路和程序。读者在应用这些理论和方法时, 需要深入调查研究, 采用实际收集的数据, 使论证的结果可靠、实用。

## 第二章 技术经济学的基本原理

### 2.1 资金的时间价值

资金的时间价值，是指资金（用货币表示的财富）在扩大再生产及其循环周转过程中，随着时间变化而产生的资金增值或经济效益；也就是资金放弃即时使用的机会，在一段时间以后，从借入方获得的补偿（补偿数量与持续时间成正比）。资金本身不能自行增值，资金只有在运动过程中才能创造价值。所谓运动过程，即是资金（生产资料的货币形式）与劳动相结合的再生产过程，只有在这个运动过程中才能创造新的价值。

资金的时间价值具体体现在资金的利息和纯收益两个方面，最直接的体现就是银行利息（Interest）。可从绝对尺度和相对尺度两个方面来衡量资金的时间价值。

#### （1）利息、盈利或净收益

利息、盈利或净收益，都可视为使用资金的报酬，它是投入资金在一定时间内产生的增值。一般把银行存款获得的资金增值叫利息；把资金投入生产建设产生的资金增值称为盈利或净收益。可见，利息或盈利都是资金时间价值的体现。利息或盈利是衡量资金时间价值的绝对尺度。

#### （2）利率、盈利率或收益率

利率、盈利率或收益率是一定时间（通常为年）的利息或收益占原投入资金的比率。也可称之为使用资金的报酬率。它反映了随时间变化的增值率。因此，它是衡量资金时间价值的相对尺度。

在技术经济分析中，利息与盈利，利率与盈利率或收益率是不同的概念，一般在研究某项投资的经济效果时，往往使用净收益率（或盈利）和收益率（或盈利率）的概念。在计算分析资金信贷时，则使用利息和利率的概念。

下面是在技术经济论证中使用的几个关于资金时间价值的基本概念。

#### （1）单利（Simple Interest）

单利是为了偿付货币的时间价值，仅对本金计算的利息。该计息体系不考虑先前的

利息在货币运转周期中累积增加的利息。单利的计算公式为：

$$I_n = P \cdot i \cdot N \quad (2.1)$$

式中， $P$  为本金； $i$  为每期的利率（Interest Rate），此处利率指在单位时间里使用单位资金所支付的代价， $N$  为计算利息的期数（以月、季或年计），以下同。按照单利计算的本息总额，即本金的未来值为：

$$F_n = P(1 + i \cdot N) \quad (2.2)$$

中国国库券的利息以单利计算，计息周期为年。

#### (2) 复利（Compound Interest）

复利是充分计及货币的时间价值，对本金加上先前周期中累积利息总额之和计算而得的利息。该计息体系中，每期利息对以后各期均可产生利息。由于资金的投入和支付方式不同，可分为一次整付、等额支付、等差支付及等比支付等多种方式，以一次整付作为基本方式。在船舶技术经济论证中，多用复利进行计算。复利的计算公式为：

$$I_n = P \cdot (1 + i)^{N-1} \cdot i \quad (2.3)$$

按照复利计算的本息总额为：

$$F_n = P \cdot (1 + i)^N \quad (2.4)$$

#### (3) 合同利息（Contracted Interest）

合同利息是以存款人与银行，或借款人与贷款人（通常银行）为甲乙方，按照双方商定的或由银行公布的活期、定期存款利率，或短期、长期的贷款利率计算利息。

#### (4) 收益利息（Returned Interest）

收益利息是指企业投资进行生产，在一定时期所得的盈利。通常用它与银行利息比较，以衡量投资的盈利性。

#### (5) 现金流量图（Cash Flow Diagram）

在船舶经济分析中，为了清楚而直观地表示不同时间资金收入和支出地区流动情况，通常用现金流量图表示。现金流量是指在同一利息周期中由于收入（现金流入）与支付（现金流出）所形成的净收入或净支出。将各个周期的现金流量绘入一个时间坐标图中，即为现金流量图，如图 2.1 所示，图中横坐标代表时间，时间 0 代表现在或规定的基准年，时间 1 代表第一时间周期末，依次类推。各点上纵向值是该利息周期内（通常是期末）的现金流量，垂直向上的箭头表示正现金流量（收入），向下的箭头为负现金流量（支出）。箭头长短与收入或支出的大小成比例。

## 2.2 资金时间价值计算的基本概念与公式

下面介绍船舶技术经济论证中所涉及的关于资金时间价值计算有关的基本概念和公式，对于公式的详细推导，本书从略，读者可参考与工程经济学有关的文献。

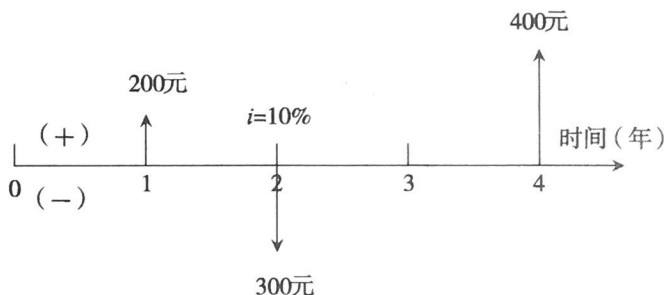


图 2.1 现金流量图

## (1) 资金的等值计算

不同时间发生的等额资金在价值上是不等的, 把一个时点上发生的资金金额折算成另一个时点上的等值金额, 称为资金的等值计算。

## (2) 折现 (或贴现) (Discount)

折现是指把将来某时点发生的资金金额折算成现在时点上的等值金额。

## (3) 现值 (Present Value)

现值是指将来时点上发生的资金折现后的资金金额。

## (4) 终值或将来值 (Final Value)

终值是指与现值等价的将来某时点上的资金金额。

## (5) 折现率 (Discount Rate)

折现率是指资金等值计算中反映资金时间价值的参数。

## (6) 终值因数 (Compound Amount Factor with Single Payment)

终值因数是指把现在发生的金额 (现值) 按照复利关系换算为将来某时刻一次发生的未来值金额所用的乘数, 用符号  $(F/P, i, N)$  表示, 按式 (2.5) 计算。

$$(F/P, i, N) = F/P = (1 + i)^N \quad (2.5)$$

符号  $F/P$  表示由  $P$  求  $F$ , 以下同。

## (7) 现值因数 (Present Worth Factor)

现值因数是指把未来某时刻一次发生的金额按照复利关系换算为现在发生的金额 (现值) 所用的乘数, 用符号  $(P/F, i, N)$  表示, 按式 (2.6) 计算。

$$(P/F, i, N) = P/F = 1/(1 + i)^N = \frac{1}{(F/P, i, N)} \quad (2.6)$$

图 2.2 和图 2.3 表示终值因数和现值因数的现金流量图。

## (8) 等额现值因数 (Uniform Series Present Worth Factor)

等额现值因数是指把分期等额发生的金额按照复利关系换算为现值总额所用的乘数, 用符号  $(P/A, i, N)$  表示, 按式 (2.7) 计算。

$$(P/A, i, N) = P/A = \frac{(1 + i)^N - 1}{i(1 + i)^N} \quad (2.7)$$

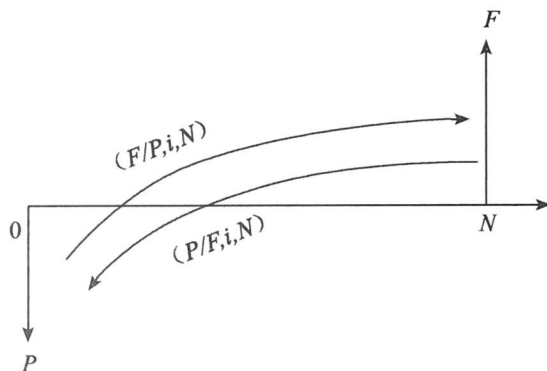


图 2.2 一次支付的现金流量图

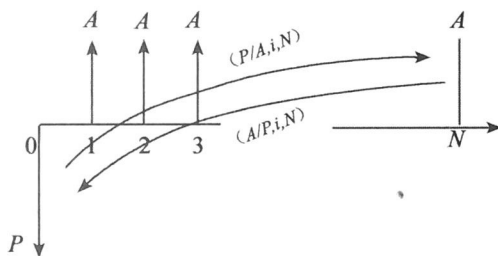


图 2.3 一次支付等额分期偿还的现金流量图

## (9) 资金回收因数 (Capital Recovery Factor)

资金回收因数是指把资金的现值总额按照复利关系换算为分期等额还款金额所用的乘数, 用符号  $(A/P, i, N)$  表示, 按式 (2.8) 计算。

$$(A/P, i, N) = A/P = \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} = \frac{1}{(P/A, i, N)} \quad (2.8)$$

## (10) 等额终值因数 (Uniform Series Compound Amount Factor)

等额终值因数是指把分期等额发生的金额按照复利关系换算为将来某一时刻一次发生的未来值金额所用的乘数, 用符号  $(F/A, i, N)$  表示, 按式 (2.9) 计算。

$$(F/A, i, N) = F/A = \frac{(1+i)^N - 1}{i} \quad (2.9)$$

## (11) 等额预付因数 (Sinking Fund Factor)

等额预付因数是指把将来某一时刻一次发生的未来值金额按照复利关系换算为分期等额发生的金额所用的乘数, 用符号  $(A/F, i, N)$  表示, 按式 (2.10) 计算。

$$(A/F, i, N) = A/F = \frac{i}{(1+i)^N - 1} = \frac{1}{(F/A, i, N)} \quad (2.10)$$

## (12) 等差现值因数 (Uniform Gradient Present Worth Factor)

等差现值因数是指把分期按等差发生的金额 (基础金额为 0) 按照复利关系换算为

现值总额所用的乘数，用符号  $(P/G, i, N)$  表示，按式 (2.11) 计算。

$$(P/G, i, N) = P/G = \frac{1}{i} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} - \frac{N}{(1+i)^N} \right] \quad (2.11)$$

(13) 等差因数 (Arithmetic-gradient Conversion Worth Factor)

等差因数是指把等差支付转化为等额分期支付所用的乘数，用符号  $(A/G, i, N)$  表示，按式 (2.12) 计算。

$$(A/G, i, N) = A/G = \frac{1}{i} - \frac{N}{(1+i)^N - 1} \quad (2.12)$$

(14) 等比现值因数 (Geometric Series Present Worth Factor) 等比现值因数是指把分期按等比发生的金额按照复利关系换算为现值总额所用的乘数。设基础金额为  $E$ ，现金流量的年增长率为  $d$ ，则每年度的支付为  $E(1+d)^t$ ，设系数  $R = \frac{1+i}{1+d}$ ，则等比现值因数可用符号  $(P/E, R, N)$  表示，按式 (2.13) 计算。

$$(P/E, R, N) = P/E = \frac{R^N - 1}{R^N(R - 1)} \quad (2.13)$$

(15) 有残值情况下的资金回收

所谓残值是指船舶、设备或运输系统使用一定时期后余下的价值，用符号  $L$  表示。按式 (2.8) 计算的资金回收因数适用于初始投资  $P$  在  $N$  年内等额偿还的计算，其条件是在  $N$  年末没有残值，若在论证中考虑残值，则计算资金回收的公式也要做相应改变。在考虑残值  $L$  时，每年等额回收的并非全部投资  $P$ ，其中一部分  $L$  将在  $N$  年末回收，可按利率  $i$  将它折算成  $N$  年内每年的等额预付，于是有下面关系式：

$$P = (P/A, i, N) [A + L(A/F, i, N)] \quad (2.14)$$

通过推导计算后，可得有残值情况下的资金回收计算公式 (2.15)。

$$A = (P - L)(A/P, i, N) + Li \quad (2.15)$$

(16) 名义利率 (Nominal Interest Rate) 与实际利率 (Effective Interest Rate)

在船舶技术经济论证中，如果计算复利的周期小于 1 年（如半年、一个月等），因为习惯上都用年利率，那么这时的年利率即为名义利率。例如，如果年利率为 6%，每月计息一次，则每月按  $6\%/12 = 0.5\%$  的利率复利计息。

当计息周期小于 1 年，将用周期利率乘以年内计息周期数得到的年利率，即按单利计算的年利率称为名义利率，用  $i_N$  表示，如式 (2.16) 计算。而将以周期利率为基础进行复利计算得到的年利率称为实际利率，用  $i_e$  表示，可根据名义利率按式 (2.17) 计算。

$$i_N = i_M \times M \quad (2.16)$$

$$i_e = (1 + i_M)^M - 1 = (1 + \frac{i_N}{M})^M - 1 \quad (2.17)$$

式中， $i_M$  为小于 1 年期的每期利率， $M$  为 1 年内计算利息的周期数。

## (17) 经济等值

当考虑资金的时间价值时,相等的金额,如果发生的时间不同,其价值并不一定相等;反之,不同时间上发生的不相等的金额,其价值可能相等。资金的等值是考虑了资金的时间价值的等值。研究资金的等值时,需要考虑3个因素:金额、金额发生的时间和利率。

例如,现值  $P = 10\,000$  元,如果按照 10% 的利率等额分摊到以后的 10 年中,每年的金额为  $A = 10\,000(A/P, 10\%, 10) = 1\,627$  元,于是,可以说现在的 10 000 元与 10 年中按照 10% 利率计算的每年 1 627 元总额等值。

对于两个等值的现金流量,在任何时间其相应的值必定相等。在船舶的经济分析时,在论证方案的比较中都采用等值的概念进行分析和评定。

## 2.3 计算实例

例 2.1 考虑在新造的货船上设置废汽锅炉——汽轮机发电装置,以供航行时船上用电,这样,航行时不必开动船上的柴油发电机,每天可节约柴油 1 吨。柴油价格为每吨 3 800 元。货船每年在海上航行时间约为 200 天。该项设备的使用寿命与船的使用年限相同,均为 25 年。设备每年维修费约 46 000 元。设置该项设备需增加投资,要求投资收益利率不小于 12%。求设置该项设备所允许的最高投资额。

解:设置该项装置后,每年现金流量的变化为

节省柴油发电机燃料费(现金流入)  $= 200 \times 3\,800 = 760\,000$  元

装置维修费(现金流出)  $= 46\,000$  元

年节省金额(净现金流量)  $A = 760\,000 - 46\,000 = 714\,000$  元

在船营运 25 年期间,节省金额的现值总额可通过等额现值因数求得

$P = A(P/A, i, N) = 714\,000 \times (P/A, 12\%, 25) = 714\,000 \times 7.8431 = 5\,600\,000$

这就是允许的最大投资额。

例 2.2 载重量 10 万吨油轮,船价 4 600 万元,租给石油公司运输石油,因航线不定,采用期租方式,按每载重吨每月租金计算。航运公司要求得到 15% 的投资收益率。油轮每年营运 11 个月,每年营运费为 380 万元,租期 15 年。求载重吨每月租金的最低限额。

解:船的年度费用由船的年度资本回收费用和营运费两项相加而得。船的年度资本回收费用  $P_R$  为

$P_R = 4\,600 \times (A/P, i, N) = 4\,600 \times (A/P, 15\%, 15) = 4\,600 \times 0.1710 = 786.68$  万元

年度营运费  $Y = 380$  万元

年度费用 = 最低年度租费 =  $P_R + Y = 786.68 + 380 = 1\,166.68$  万元

因此, 最低年度租金费率  $R$  为

$$R = \frac{\text{最低年度租费}}{\text{载重量} \times \text{年营运月数}} = \frac{1\,166.68 \times 10^4}{10^5 \times 11} = 10.61 \text{ 元/吨} \cdot \text{月}$$

例 2.3 例 2.2 中的油船, 如每载重吨每月租金仅为 10 元, 同时船的年营运费可降低到 350 万元, 求可获得的投资收益率。

解: 每年租金收入 = 载重量  $\times$  年营运月数  $\times$  租金费率 =  $100\,000 \times 11 \times 10 = 1.1 \times 10^7$  (元) = 1 100 万元

年营运费 = 350 万元

年收益  $A$  = 年租金收入 - 年营运费 =  $1\,100 - 350 = 750$  万元

$(A/P, i, N) = A/P = 750/4\,600 = 0.163$

代入  $N = 15$ , 求得投资收益率  $i = 14\%$ 。

例 2.4 如果例 2.3 中, 船的造价可稍稍降低, 但要求投资收益利益达到 14.5%, 求能支付的最高船价。

解: 年度收益  $A = 750$  万元

$P_{\max} = A(P/A, 14.5\%, 15) = 750 \times 5.991\,8 = 4\,494$  万元

即能支付的最高船价为 4 494 万元。