

高等职业教育教材

港口与航运管理专业

# 水运技术经济实用教程

刘念 主编



高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS

高等职业教育教材  
港口与航运管理专业

# 水运技术经济实用教程

刘 念 主编

高等教育出版社

## 内容提要

本书是全国高等职业技术教育研究会与高等教育出版社共同组织编写的高等职业教育港口与航运管理专业教材之一。

本书从水运技术经济学的基础知识、基本方法入手,从运量预测、运输船舶技术经济论证、港口项目评价三个方面,全面介绍了技术经济学在水运建设生产管理中的应用。全书重点介绍了货运量的形成、运量预测的作用、运量预测的方法;船舶技术经济论证的程序、方法、方案比选;港口项目的财务评价、国民经济评价、社会经济影响分析。每一部分配有案例分析,以利于读者掌握所学内容。

本书除供港口与航运管理专业作为教材外,还可供水运经济管理、交通运输等相关专业作为教材,也可供从事水运工程项目建设、管理和设计研究人员学习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

水运技术经济实用教程/刘念主编. —北京:高等教育出版社,2001

ISBN 7-04-009763-X

I. 水… II. 刘… III. 水陆运输—技术经济学—高等学校—教材 IV. F550

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 025982 号

水运技术经济实用教程

刘念 主编

---

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 北京市鑫鑫印刷厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 2001 年 6 月第 1 版

印 张 13

印 次 2001 年 6 月第 1 次印刷

字 数 300 000

定 价 21.90 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

# 前 言

水运技术经济学是研究水运技术的经济合理性,研究水运生产技术的经济属性和社会属性的学科。

在实现水运建设项目投资决策科学化和合理化的过程中,水运技术经济学的研究和应用,起着十分重要的作用。随着社会主义市场经济的建立和完善,水运技术经济学的研究和应用也在逐渐的深入和完善。

水运技术经济研究包含以下三个重要内容:(1) 水运运量预测;(2) 运输船舶技术经济论证;(3) 港口项目评价。

在水运技术经济研究中,这三者是密切相关的,运量是船舶投资和港口投资的依据,而船型和港口能力在水运技术经济论证中互为边界条件。

《水运技术经济实用教程》介绍了以费用效益分析为理论基础的经济评价方法和评价参数。每部分都有基本理论、基本方法、基本程序、案例分析,使三方面的内容既自成体系,又连串贯通,相互关联。本教材重概念、重应用,不重推导,突出了实用性和系统性。

本教材由刘念主编,顾伟主审;参加编写的人员还有:邢国江、徐力、王宏达。在本教材的编写过程中,得到了中国交通规划研究院高原所长和钟奕斌主任大力支持和帮助,得到了何家祥教授的悉心指导,以及申红、骆军福、刘嫦、潘泽龙、罗颖真、黄泽彬、黄文欢等在资料录入工作中的大力帮助,在此一并致谢。

由于作者水平有限,错误在所难免,请读者批评指正。

编者

2000年12月

|      |     |
|------|-----|
| 责任编辑 | 赵 洁 |
| 封面设计 | 刘晓翔 |
| 版式设计 | 史新薇 |
| 责任校对 | 尤 静 |
| 责任印制 | 张小强 |

# 目 录

|                          |     |                          |     |
|--------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 绪论 .....                 | 1   | 第四节 船舶营运分析 .....         | 108 |
| 第一章 水运技术经济学基础知识 .....    | 4   | 第五节 船舶经济分析 .....         | 112 |
| 第一节 资金的时间价值 .....        | 4   | 第六节 论证方案的优选 .....        | 119 |
| 第二节 动态计算的基本因数和公式 .....   | 6   | 第七节 敏感性分析 .....          | 123 |
| 第三节 等值计算方法 .....         | 11  | 第八节 论证报告编写及案例 .....      | 127 |
| 第四节 费用效益分析 .....         | 14  | 第五章 港口项目评价 .....         | 133 |
| 第二章 水运技术经济学基本方法 .....    | 18  | 第一节 概述 .....             | 133 |
| 第一节 水运技术经济分析中的基本概念 ..... | 18  | 第二节 项目运量的确定 .....        | 136 |
| 第二节 水运技术经济分析的基本程序 .....  | 31  | 第三节 项目财务评价 .....         | 139 |
| 第三节 水运技术经济分析的评价指标 .....  | 33  | 第四节 国民经济评价 .....         | 153 |
| 第四节 不确定性分析 .....         | 45  | 第五节 方案的经济比较 .....        | 164 |
| 第三章 运量预测 .....           | 53  | 第六节 不确定性分析 .....         | 167 |
| 第一节 货运量的形成 .....         | 53  | 第七节 社会经济影响分析 .....       | 169 |
| 第二节 运量预测程序及方法 .....      | 71  | 第八节 港口项目评价案例分析 .....     | 173 |
| 第三节 运量预测案例 .....         | 88  | 第六章 水运建设项目可行性研究程序 .....  | 192 |
| 案例一:××地区交通运输量预测 .....    | 88  | 第一节 可行性研究的必要性 .....      | 192 |
| 案例二:用直线趋势预测法预测××集装箱码头    |     | 第二节 可行性研究阶段的划分 .....     | 193 |
| 未来5年的吞吐量 .....           | 93  | 第三节 水运建设项目可行性研究的内容 ..... | 195 |
| 第四章 运输船舶技术经济论证 .....     | 99  | 第四节 水运建设项目可行性研究的步骤 ..... | 196 |
| 第一节 概述 .....             | 99  | 第五节 项目周期中各个阶段评价的         |     |
| 第二节 论证背景分析 .....         | 102 | 特点和要求 .....              | 198 |
| 第三节 论证方案的设立 .....        | 106 | 参考文献 .....               | 201 |

# 绪 论

## 一、技术经济学的定义及学科特点

技术经济学是研究对社会的各项技术活动,如技术方案、技术措施等,进行经济效益计算、分析、评价的理论和方法的应用学科,是一门介于自然科学和社会科学之间的新兴学科,或称边缘学科。

### (一) 基本概念

技术是人们控制自然和科学的手段的总和。

经济是指社会生产关系的总和,即是指物资的生产、交换、分配、消费的总和。

技术和经济之间的关系极为密切,两者互为依赖、互相影响、互相制约。

#### 1. 技术进步是经济发展的重要条件和手段

技术进步改善了人们的劳动条件 and 环境,减轻了人们的劳动强度,合理地利用了自然资源,创造了工业化和信息化社会;推动了社会经济向前发展。

#### 2. 经济的发展为技术进步提供了物质保障

技术进步是有前提的,它的发展不能脱离一定的社会经济基础。任何一项技术的产生和发展都是由于社会经济发展的需要而引发的,也是在一定的社会经济条件下得以应用和推广的。

#### 3. 技术和经济的协调发展才能促进社会的进步

不难得出结论,取得最大经济效益的途径,应是技术和经济的协调发展。因为,经济的发展,脱离技术进步是不能长久的,而技术的进步,必须建立在雄厚经济实力的基础上。

技术经济学是具体研究如何最有效地利用技术资源以达到促进经济增长的理论与方法。由此可见,技术经济学的研究对象是一切与经济增长有关的技术项目、技术措施、技术方案以及一切涉及技术先进性和经济合理性最佳结合的诸方面。技术经济学是研究技术与经济如何相互促进、相互制约和相互发展的问题,它的主要任务就是将技术的先进性和经济的合理性科学地统一起来。

### (二) 技术经济学的学科特点

#### 1. 综合性

技术经济学的研究领域非常广泛,涉及的学科也非常多。如:数学、统计学、经济学以及各种工程知识。因此,技术经济学是一门综合性很强的边缘学科。

#### 2. 实践性

技术经济学是研究与国民经济直接相关的技术与经济问题,它的产生与发展都直接依赖于各行各业的社会生产实践。因此,技术经济学是一门实实在在的应用学科。

#### 3. 系统性

技术经济学的研究是在一定的系统中进行的,系统内的资金、资源、人力、生态、社会、文化等诸多因素以及系统边界的改变,都会对研究结果产生影响。这就是技术经济学的系统性。

#### 4. 预测性

技术经济研究的问题,一般是在事情发生之前,或正式决策之前。研究选用的参数是预测和估算的,这就使其研究结果具有一定的风险性。一般采用不确定性分析来估计风险的大小。这就是技术经济学的预测性。

#### 5. 选择性

技术经济学的研究是在一组满足应用条件的技术方案和组织管理方案中,通过计算、分析、评价选择技术先进和经济合理的方案,这就是技术经济学的选择性。

## 二、水运技术经济学

### (一) 水运技术经济学定义

水运技术经济学是研究水运系统设施建设技术、水运生产技术的经济合理性的学科。

水运业作为一个独立的、特殊的生产部门,它的产品是货物或旅客的位移,其特点是生产过程也是消费过程。在水运业的建设和生产过程中,既有技术方面的问题,也有经济方面的问题。技术与经济这对矛盾存在于水运系统建设和生产的统一体中。而水运技术经济学,就是要正确处理这一对矛盾,使水运系统建设和生产做到既在技术上先进,又在经济上合理,而且是在技术先进条件下的经济合理,在经济合理基础上的技术先进,使技术上的先进性和经济上的合理性,很好地统一在水运系统建设和生产的统一体中。

水运技术经济学要正确处理技术与经济这一对矛盾,首先要研究分析水运业中技术与经济的辩证关系。

众所周知,先进的技术,往往具有较好的经济效果。比如,18世纪瓦特改造的蒸汽机投入航运作为航行动力以来,较之人力、畜力和风力,在技术经济方面具有无比的优越性。因此,得到广泛地采用和推广,促进了世界航运的发展。

但是,不是所有的先进技术就一定有较好的经济效果。往往有这样的情况,技术本身是先进的,但一时没有很好的经济效果。如煤炭液化或气化运输、水翼船等新的运输方式,从技术本身来说是比较先进的,但在该技术诞生时的经济条件和技术条件下,它们并不能产生好的经济效果。因而当时这种技术就不能在生产实践中被广泛采用。然而,随着时间的推移,一旦条件具备,原来不经济的技术,可能转化为经济的技术,比如,滚装船运输现已被广泛用于集装箱和汽车运输。这种技术和经济之间相互矛盾的转化,就是水运技术经济学研究的主要课题。

### (二) 水运技术经济学的发展过程

在水运基本建设和生产过程中,对拟应用的若干组技术及组织管理方案进行技术经济的综合分析论证,以期使采用的方案达到最佳经济效果。这种方法,在前苏联和东欧称为技术经济论证,在西方则称可行性分析。

20世纪50年代,我国学习前苏联经验,对一些大的建设项目进行技术经济论证,当时仅限于一些简单的静态投资分析方法,这种方法基本上延续到70年代末。

改革开放后,我国从国外引进了可行性研究技术,充实和完善了水运技术经济学。目前我国在进行建设项目可行性研究经济评价时,推广使用的是世界银行推荐的费用效益分析方法。该方法在工业项目上采用动态的投入产出盈利分析,对于交通运输业中的公共项目则要从国民经济总体的角度考虑费用与效益的关系,分析投资行为的经济合理性。

1983年2月,国家计划委员会颁发了《关于建设项目进行可行性研究的试行管理办法》,规定每个建设单位都要事先编制出建设项目的可行性研究报告。对于引进项目、向国外取得贷款等,也须有可行性研究报告为依据。1987年9月,国家计划委员会颁发了《关于建设项目经济评价工作的暂行规定》、《建设项目经济评价方法》、《建设项目经济评价参数》和《中外合资经营项目经济评价方法》四个规范性文件。上述四个文件自发布试行以来,在全国范围内得到了广泛的应用,不但成为各类规划设计单位和工程咨询公司进行投资项目经济评价和评估的指导性文件,而且也是各级金融机构审批贷款项目的重要依据。四个规范性文件的发布试行,标志着我国进入了项目决策科学化、民主化的新阶段。

1993年4月,国家计委和建设部又对上述四个文件进行了补充和修改,颁发了《关于建设项目经济评价工作的若干规定》等四个文件,提高了经济评价方法的科学性、实用性和可操作性。

水运建设项目可行性研究工作,有关部门自70年代末以来就着手科学研究。在此基础上,1983年制定并由交通部颁发了《水运建设投资效益计算试行办法》,继而通过实际应用,总结经验,于1988年又颁布了《水运建设项目经济评价办法》。

在我国实现水运建设项目投资决策科学化和合理化的过程中,水运技术经济学的研究和应用,起着十分重要的作用。50多年来,水运技术经济学的研究也逐渐的深入和完善。

### (三)水运技术经济学研究的内容

水运技术经济学的研究主要包括运输系统规划和布局、水运建设项目投资决策分析两方面的内容。本教材着重介绍水运建设项目投资决策分析。具体介绍运量预测、运输船舶技术营运经济论证、港口建设项目经济评价与分析、水运建设项可行性研究的一般程序等的基本理论和基本方法。

从广义上说,水运建设包括港口、航道、船舶、水运工业、通信、环境保护和交管系统等项目:

1. 港口项目:包括新建港口、码头、泊位;港口码头的改建、扩建和恢复;港口设备的更新和技术改造等。

2. 航道项目:包括运河的开辟;航道的渠化、疏浚和整治等。

3. 船舶项目:包括海河运输船舶、公务辅助船舶和工程船舶等。

4. 水运工业项目:包括修造船厂、船机修造厂、港机修造厂、航标厂、航海设备仪器厂等。

5. 通信项目:包括有线通信和无线通信。

6. 环境保护项目。

7. 交通管理系统项目。

# 第一章 水运技术经济学基础知识

## 第一节 资金的时间价值

在人们的经济活动中,资金是资源(如土地、生产资料、劳动力等)的一种货币表现形式,而任何资源随着时间的推移并通过劳动会产生价值。如果资源随着时间的推移不通过劳动去产生价值,那就是损失了价值。这种随着时间的推移产生的或损失的价值就叫作资金的时间价值。资金的时间价值有三种表现形式。

### 1. 企业运用资金进行生产获得的收益率

收益率是各种形式的资金时间价值得以存在的基础。但在不同行业、不同企业与不同时期之间,这种收益率不是一成不变的,而是有很大差异的,其高低,取决于时代的经济环境,行业的经济特性与企业的经营水平,即取决于人们对占有资金的利用效果。

### 2. 合同利息

合同利息是以存款人与银行、或借款人与贷款人(通常为银行)为甲乙方,按照双方商定的、或由银行根据金融活动规律公布各种活期、定期的存款利息,以及短期、长期的贷款利息率计算的利息。它常常被用作进行技术经济比较的相对标准。

在市场经济中,合同利率主要取决于资金市场供需关系,随供需关系的变化而上下波动;在市场经济中,合同利率除了反映各生产部门平均投资效益高低的影响以外,主要取决于政府的投资政策,其高低,体现了政府鼓励何种投资、限制何种投资的方针。

### 3. 社会的平均利润率

资金投入不同的行业会有不同的投资利润率,一般为 $0.08 \sim 0.25$ ;水运取低值,即 $0.08 \sim 0.12$ ,渔业是 $0.13$  机器制造业为 $0.12 \sim 0.18$  轻工业为 $0.25$ 。世界银行在发展中国家投资,要求其项目投资利润率达到 $0.12$ 。

掌握运用资金的时间价值规律,可以使资金利用效率得到提高,并可以使投资决策具有明显的可比性。

### 一、利率、利息

人们把一定的资金存入银行或投资进行经济活动,经过一段时间以后,就可获得一定的货币增值,这种在某段时间内所获得的货币增值量与原来资金之比,称之为利率,而把货币增值量称之为利息。例如,某人在1997年12月1日在银行存入100元,到1998年12月1日他从银行共取到了110元,一年内他比存入时多获得了10元,也就是说,这一年他所获得货币增值量为10元,即增10%。我们称这10%为他在银行存款的年利率,而把增值量10元称为年利息。换言之,他这100元钱的存款年利率为10%,所得利息为10元。

又如,某人1998年1月10日将10 000元投资于某商业活动,到1999年1月10日结账时,

他已拥有 12 000 元,一年内他获得的货币增值为 2 000 元,即增

$$2\,000/10\,000=0.2\times 100\%=20\%$$

我们称这 20% 为他投资某商业活动的年利润率,而把增值量 2 000 元称为年利润。即他这笔投资的年利润率为 20%,所得年利润为 2 000 元。

对于不同的经济活动所得的利率、利息可有不同的称谓,习惯上,把存入银行所得的利率叫做利息率,把投资于某项企业所获得的利率叫做利润率,与此相对应,就有利息、利润之名称。

由上述概念和简单的例子,可以导出如下关系式:

$$i = I/P$$

式中:

$i$ ——利率或利润率

$I$ ——利息或利润

$P$ ——原来资金(初始投资)

这个关系式表示了利率、利息和原来资金三者之间的关系。

## 二、单利、复利

单利和复利是指利息计算的两种不同的种类或方法。

所谓单利,就是只计本金即原有资金或初始投资的利息,而产生的利息不再计息,例如:某人本金 100 元,存入银行,年利率为 6%,按单利计算,则

一年后本金加利息为 106 元;

二年后本金加利息为 112 元;

三年后本金加利息为 118 元;

.....

他每年所获得的利息为  $100 \times 6\% = 6$  元,且其每年利息的绝对值相等,以公式表示,则为:

$$I = P \times i$$

所谓复利,则是本、息都要计息,也就是人们常说的利滚利。在技术经济中,常用的计息期是年、季、月。若以复利计算上例,则有:

一年后本金加利息为 106 元;

二年后本金加利息为 112.36 元;

三年后本金加利息为 119.1 元;

.....

即每年获得的利息的绝对值不等,且逐年增加。

第  $n$  期的本利和用公式表示为:

$$F = P(1 + i)^n$$

## 三、名义利率、有效利率

利率一般包含了三个因素,即有效利率、通货膨胀和风险因素,因此,人们又称之为名义利率,真正使货币具有时间价值的那部分(即除后两个因素的那部分),则称为有效利率。

## 第二节 动态计算的基本因数和公式

动态分析、动态计算的实质是考虑了资金的时间因素。人们研究时间价值、时间因素,就是考虑在资金运动过程中资金与时间的动态关系,资金的经济效益与时间的关系,以解决不同时期发生的费用和收入的可比性,从而正确评价各种不同经济活动的效益。由于资金的投入与支付的方式不同,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,为此,我们将对动态计算及动态分析中涉及的基本因数及计算公式分述如下。

### 一、终值因数与现值因数

$F = P(1+i)^N$  式中的  $F$  是按照复利关系计息,  $N$  期后归还的本息之和,称为未来值或终值。 $P$  是现在发生的金额(资金或贷款等)称为现值  $P$ 。

现值  $P$  与终值  $F$  之间的换算关系,在一次支付与一次偿还的条件下,为  $F = P(1+i)^N$

其中  $(1+i)^N$  称为终值因数,用  $(F/P, i, N)$  作为代号。即:  $(F/P, i, N) = (1+i)^N$

$F = P(1+i)^N$  式可改写成  $F = P(F/P, i, N)$

终值因数就是把现在发生的金额(现值)按复利关系换算成将来某时刻一次发生的未来值金额所用的乘数。

反过来,如果已知未来值  $F$ ,求现值  $P$ ,可变换  $F = P(1+i)^N$  式,得:

$$\frac{P}{F} = \frac{1}{(1+i)^N}$$

其中  $\frac{1}{(1+i)^N}$  称为现值因数,用  $(P/F, i, N)$  作为代号。即:

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

$\frac{P}{F} = \frac{1}{(1+i)^N}$  式可改写成  $P = F \times (P/F, i, N)$

现值因数就是把未来发生的金额(终值)按复利关系换算成现在某时刻一次发生的金额所用的乘数。

例[1-1] 某公司计划投资 5 000 万元购买运输船舶,投入营运后预计可获得的年利润率为 15%,每年所得利润仍用于扩大再生产,试求该公司经营 10 年后的资本总额。

解:已知:  $P = 5\,000$  万元  $i = 15\%$   $N = 10$  年

求:  $F$

$$\begin{aligned} F &= P \times (F/P, i, N) = P \times (1+i)^N \\ &= 5\,000 \times (1+0.15)^{10} = 20\,228 \text{ 万元} \end{aligned}$$

答:10 年后该公司的资本总额为 20 228 万元。

例[1-2] 某施工单位拟建设一个大型临建工程,有甲乙两个可供选择的方案,两方案投资及建设期相同。甲方案预计使用 3 年,第 1、2、3 年预计获利分别为 200 万元、250 万元、230 万元。乙方案预计使用 5 年,第 1、2、3、4、5 年预计获利分别为 120 万元、160 万元、160 万元、140 万元、120 万元,假设折现率为 10%,试比较甲乙两方案的经济性?

解:甲乙两方案投资及建设期均相同,则利润大的方案经济性较好,但因两方案使用期不同,为了可比,可将两方案各年的利润分别折算成现值,比较它们的现值之和。

已知:甲方案  $N=3$ ,  $F_1=200$  万元,  $F_2=250$  万元,  $F_3=230$  万元,

乙方案  $N=5$ ,  $F_1=120$  万元,  $F_2=160$  万元,  $F_3=160$  万元,  $F_4=140$  万元,  $F_5=120$  万元

折现率  $i=10\%$

求:  $P_{\text{甲}}$ ?  $P_{\text{乙}}$ ?

$$\begin{aligned} P_{\text{甲}} &= F_1 \times (P/F, i, 1) + F_2 \times (P/F, i, 2) + F_3 \times (P/F, i, 3) \\ &= 200 \times \frac{1}{(1+0.1)} + 250 \times \frac{1}{(1+0.1)^2} + 230 \times \frac{1}{(1+0.1)^3} = 561.2 (\text{万元}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{乙}} &= F_1 \times (P/F, i, 1) + F_2 \times (P/F, i, 2) + F_3 \times (P/F, i, 3) \\ &\quad + F_4 \times (P/F, i, 4) + F_5 \times (P/F, i, 5) \\ &= 120 \times \frac{1}{(1+0.1)} + 160 \times \frac{1}{(1+0.1)^2} + 160 \times \frac{1}{(1+0.1)^3} + 140 \times \frac{1}{(1+0.1)^4} + 120 \times \\ &\quad \frac{1}{(1+0.1)^5} = 531.7 (\text{万元}) \end{aligned}$$

可见:  $P_{\text{甲}} > P_{\text{乙}}$ , 故, 甲方案优于乙方案。

## 二、等额终值因数与等额预付因数

在技术经济分析中,经常遇到分期存储,分期支付与分期偿还的情况。在分期的间隔与每期利率一定的条件下,如果每期的存储,支付或偿还的金额相等,就给比较各工程项目方案的计算带来很大的方便。

把分期等额发生的金额  $A$ ,按复利关系换算成将来某一时刻一次发生的未来值金额  $F$ ,其计算公式如下:

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

其中  $\frac{(1+i)^N - 1}{i}$  称为等额终值因数,其代号为  $(F/A, i, N)$ 。即:  $(F/A, i, N) = \frac{(1+i)^N - 1}{i}$ 。

等额终值因数为把分期等额发生的金额  $A$ ,按复利关系换算成将来某一时刻一次发生的未来值金额  $F$  时所用的乘数。

等额终值,相当于零存整取。

例[1-3] 每年存入银行 500 元,年利息 5%,按复利计算,6 年后可得本息多少?

解: 已知:  $A=500$ (元),  $i=5\%$ ,  $N=6$ (年)

求:  $F$

$$F = A \times (F/A, 0.05, 6) = 500 \times \frac{(1+0.05)^6 - 1}{0.05} = 3401 (\text{元})$$

相反地,如果已知  $F$  求  $A$  可将  $F = A \frac{(1+i)^N - 1}{i}$  式变换为:

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

其中  $\frac{i}{(1+i)^N - 1}$  称为等额预付因数, 其代号为  $(A/F, i, N)$ 。

$$\text{即: } (A/F, i, N) = \frac{i}{(1+i)^N - 1}$$

等额预付因数就是把将来某时刻一次发生的未来值金额按复利关系换算成分期等额发生的金额所用的乘数, 在水运技术经济论证中, 可用于残值处理等。

例[1-4] 某一种物资运输需要一种特殊船舶, 营运 5 年。国外有这种二手船出售, 价格较贵, 但预计 5 年后将船售出尚可得 700 万元, 按年收益率 12% 计, 求这笔残值在每年的营运成本中可冲销多少费用?

$$\text{解: } (A/F, 12\%, 5) = \frac{0.12}{(1.12)^5 - 1} = 0.15741$$

$$A = 700 \times 0.15741 = 110.19 \text{ (万元)}$$

每年现金流量中可以分摊到 110.19 万元的流入量。

例[1-5] 一台设备的现价为 2 000 万元, 以每年 5% 的幅度上涨, 某单位计划 3 年后购买一台这样的设备, 若银行存款利率为 9%, 该单位每年应在银行存款多少?

解: 欲知每年平均存款数, 先应求出 3 年后需用多少钱, 本题可分两步解:

(1) 已知:  $P = 2\,000$  (万元),  $i = 5\%$ ,  $N = 3$  (年)

求:  $F$

$$F = P \times (F/P, i, N)$$

$$= 2\,000 \times (1 + 0.05)^3 = 2\,315.3 \text{ (万元)}$$

(2) 已知:  $F = 2\,315.3$  (万元),  $i = 9\%$ ,  $N = 5$  (年)

求:  $A$

$$A = F \times (A/F, i, N)$$

$$= 2\,315.3 \times \frac{0.09}{(1 + 0.09)^5 - 1} = 706.3 \text{ (万元)}$$

答: 每年应在银行存款 706.3 万元, 3 年后正好可买这种设备一台。

### 三、等额现值因数与资金回收因数

由银行贷款  $P$ , 以后定期地 (例如一年一次或半年一次) 均等地分期还款, 每期还本息  $A$ , 期末总的还款数为  $F$ , 则  $A$  与  $P$  的关系式为:

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

其中  $\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}$  称为等额现值因数, 其代号为  $(P/A, i, N)$ , 即:  $(P/A, i, N) = \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}$

等额现值因数为把分期等额发生的金额按复利换算成现金总额所用的乘数。

例[1-6] 某公路建设工程, 预计需 5 年建成, 计划的每年投资额均为 1 000 万元, 若折现率为 6.48%, 试求全部工程投资的现值为多少?

解:已知:  $A = 1\,000$  万元  $N = 5$  年  $i = 6.48\%$

求:  $P_B$ ?

$$\begin{aligned} P_B &= A \cdot (P/A, i, N) \\ &= A \times \frac{(1+i)^N - 1}{(1+i)^N \cdot i} \\ &= 1\,000 \times \frac{(1+0.0648)^5 - 1}{0.0648 \times (1+0.0648)^5} \\ &= 4\,157.9 (\text{万元}) \end{aligned}$$

因此,此项公路工程全部投资的现值为 4 157.9 万元。

例[1-7] 为新船选用船壳涂料,普通漆的涂装费用为 27 000 元,耐用 1 年,即将投产的长效漆可耐用 5 年,但涂装费用较大,假定长效漆对进坞、节能费用的影响与普通漆技术进步的影响相抵消,在年利率 12% 的条件下,求涂装该长效漆的费用不应超过多少?

解:比较用长效漆一次投入和用普通漆多次投入(每年投入 27 000 元)的现值。

长效漆比普通漆多用 4 年,当  $A = 27\,000$  元,  $i = 12\%$ ,  $N = 4$ ,普通漆的涂装费用为:

$$\begin{aligned} P_1 &= 27\,000 + 27\,000 \times (P/A, 12\%, 4) \\ &= 27\,000 \times \frac{1.12^4 - 1}{0.12 \times 1.12^4} \\ &= 27\,000 + 82\,008 \text{ 元} \\ &= 109\,008 \text{ 元} \end{aligned}$$

长效漆的涂装费用如不超过 109 008 元,即具有经济性。

上面的例子,如果年利率为 3%,则

$$\begin{aligned} P_2 &= 27\,000 \times \frac{1.03^4 - 1}{0.03 \times 1.03^4} \\ &= 100\,362 \text{ 元} \end{aligned}$$

在年利率为 3% 时,长效漆的涂装费用不超过 127 362 元,即有经济性。

可见利息越低,越有利于长寿命而初始投资大的项目。

上述  $P$  与  $A$  的关系,在已知  $P$  的情况下求  $A$ ,即:

$$\begin{aligned} A &= P \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \\ \frac{A}{P} &= \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \end{aligned}$$

其中  $\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$  称为资金回收因数,其代号为  $(A/P, i, N)$ 。即:

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

资金回收因数为已知资金的现值,按复利关系,将其换算成分期等额偿还金额所用的乘数。

例[1-8] 某项工程,折算至投产年的总投资为 3 000 万元,按年利率 5% 计算,要求投产后 5 年收回全部投资,平均每年应回收的资金应为多少?

解:已知:  $P = 3\,000$  万元  $i = 5\%$   $N = 5$  年

求:  $A$ ?

$$\begin{aligned}
 A &= P \times (A/P, i, N) \\
 &= P \times \frac{i \cdot (1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \\
 &= 3\,000 \times \frac{0.05 \cdot (1+0.05)^5}{(1+0.05)^5 - 1} \\
 &= 692.9 \text{ 万元}
 \end{aligned}$$

因此,平均每年应回收的资金应为 692.9 万元。

例[1-9] 个人按揭买房:某人向银行贷款 100 万元购房,年利息 5.2%,8 年偿还,问每年需向银行还款多少?

$$\begin{aligned}
 \text{解: } (A/P, 5.2\%, 8) &= \frac{0.052(1.052)^8}{1.052^8 - 1} = 0.155\,975 \\
 A &= 100 \times 0.155\,975 \\
 &= 15.597\,5 \text{ (万元)}
 \end{aligned}$$

8 年共偿还本息  $8 \times 15.597\,5 = 124.78$  (元)

每年虽然以等额方式偿还,而这笔还款的实际涵义却是每年不同的,等额还款  $A$  中的利息成分由大到小,而还本金的成分则由小到大。这可以用表格表示,见表 1-1(表中单位为元,表中各年都是年末),还可用现金流量图来表示,见图 1-1。

表 1-1

| 年 度 | 持还本金         | 相对于本金的利息   | 当年还本息        | 当年还本金        |
|-----|--------------|------------|--------------|--------------|
| 1   | 1 000 000.00 | 52 000.00  | 155 975.00   | 103 975.00   |
| 2   | 896 025.00   | 46 593.30  | 155 975.00   | 109 381.70   |
| 3   | 786 643.30   | 40 905.45  | 155 975.00   | 115 069.55   |
| 4   | 671 573.75   | 34 921.84  | 155 975.00   | 121 053.16   |
| 5   | 550 520.58   | 28 627.07  | 155 975.00   | 127 347.93   |
| 6   | 423 172.63   | 22 004.98  | 155 975.00   | 133 970.02   |
| 7   | 289 202.63   | 15 038.54  | 155 975.00   | 140 936.46   |
| 8   | 148 266.17   | 7 709.84   | 155 975.00   | 148 265.16   |
| 合计  | 0.00         | 247 800.00 | 1 247 800.00 | 1 000 000.00 |

上述 6 个复利因数的关系及应用,可以用表 1-2 表示如下:

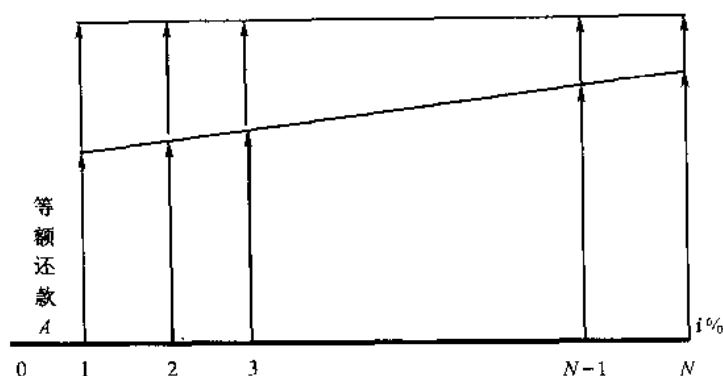


图 1-1 现金流量图

表 1-2 复利因数关系表

| 支付条件         | 一次支付          | 等额支付          |               |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
|              |               | 求总额           | 求每期金额         |
| 已知现值求未来值倒数关系 | $(F/P, i, N)$ | $(F/A, i, N)$ | $(A/P, i, N)$ |
|              |               |               |               |
|              |               |               |               |
|              |               |               |               |
|              |               |               |               |
| 已知未来值求现值     | $(P/F, i, N)$ | $(P/A, i, N)$ | $(A/F, i, N)$ |

除上述 6 个常用的复利因素外,还有等差现值因素、等比现值因素和定期级数调整等,在此不作详细介绍。

### 第三节 等值计算方法

#### 一、现金流量及等值概念

任何形式的经济活动,如商业经营,企业生产以及建设项目的实施,都会发生各种不同方式的资金支付,而每一项经济活动一般都要持续相当长的时间。在这段时间里,经常会发生资金的流通,即不断的收与支。这些发生在不同时间的资金如何表达及衡量,于是产生了现金流量的概念。用表格形式记录各个时点发生的资金支付叫现金流量表;用图示形式记录各个时点发生的