

高等学校试用教材

水运工程经济

(港口及航道工程专业)

李国臣 编著

人民交通出版社

92
F550.3
1
2

XA105/12

高等学校试用教材

Shuiyun Gongcheng Jingji

水运工程经济

(港口及航道工程专业)

李国臣 编著



人民交通出版社

B

843471

高等学校试用教材
水运工程经济
(港口及航道工程专业)

李国臣 编著

插图设计: 陈竞 正文设计: 刘晓方 责任校对: 刘素燕

人民交通出版社出版
(100013北京和平里东街10号)
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 850×1168 $\frac{1}{16}$ 印张: 8.75 字数: 228千

1991年12月 第1版

1991年12月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—4000册 定价: 3.15元

ISBN7-114-01166-0

U·00767

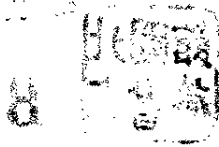
(京)新登字091号

内 容 提 要

本书重点介绍水运工程项目经济评价与投资决策。全书共分七章：资金等值计算、工程经济分析方法、水运工程可行性研究中的经济评价、经济调查和运量预测、工程经济分析方法在水运工程中的应用、水运工程建设招标投标以及价值工程等。

本书可作为港口及航道工程专业的教材或教学参考书，也可供从事水运工程设计、施工、管理和科研工作的技术人员阅读、参考。

经济科学出版社



前 言

技术与经济存在密切的联系，在任何工程活动中，先进技术的应用必须以取得经济效益为首要前提。在改革开放下的今天，提高工程建设及管理的效益越来越受到人们的重视，作为水运工程技术人员，其任务不仅仅是设计和施工，还肩负着工程的决策和管理的重任。因此，许多专家学者主张把工程技术与经济管理结合，使培养的人材从单一型转向复合型。编著者正是怀着这样美好的愿望，自1986年始，多年从事港口及航道工程专业本科生的工程经济学教学任务，并两次自编讲义。本书就是在原讲义的基础上修改删补而成的，力求通俗易懂，学以致用。

本书在撰写过程中，得到蔡志长教授的热情指导和帮助。全书由闵朝斌高级工程师和蔡教授共同主审，他们对本书提出了许多宝贵的意见，在此一并致以衷心感谢。

由于编著者水平有限，实践经验不足，书中可能存在许多错误，敬希读者批评指正。

编著者

1990年9月于南京

目 录

绪 论	1
第一章 资金等值计算	3
第一节 资金的时间价值	3
第二节 利息公式	4
第三节 等值计算	20
第二章 工程经济分析方法	26
第一节 现值法	26
第二节 年金法	33
第三节 内部收益率法	38
第四节 效益费用比法	47
第五节 投资回收年限法	50
第六节 几种分析方法的比较	52
第三章 水运工程可行性研究中的经济评价	54
第一节 经济分析与财务分析	54
第二节 不确定性分析	66
第三节 投资决策	78
第四章 经济调查与运量预测	91
第一节 经济调查	91
第二节 运量预测	97
第五章 工程经济分析方法在水运工程中的应用	124
第一节 概述	124
第二节 综合建设项目经济分析	128
第三节 水资源综合利用工程中的航运工程经济分析	138
第四节 确定码头泊位数和作业线数的经济分析	145
第五节 设备更新经济分析	147

第六节	码头改扩建工程的经济分析	157
第七节	驳船变吃水营运方式的经济分析	161
第八节	港口工程经济分析实例	164
第六章	水运工程建设招标投标	171
第一节	水运工程建设招标	171
第二节	水运工程建设投标	188
第七章	价值工程	216
第一节	价值工程的基本概念	216
第二节	价值工程的对象选择与情报收集	219
第三节	功能分析	226
第四节	应用实例	234
复利系数表		243
主要参考文献		271

绪 论

加强经营管理，讲求经济效益，是工程建设必须遵守的重要原则。而提高工程经济效益的主要途径在于把经济学的科学原理应用到工程建设的每一环节中。就水运工程一项，我国现有数百亿元的固定资产，每年的基建投资也有数十亿元，如能讲求经济效益，每年增收节支 5%~10% 是完全可能的，这样每年就可增加经济效益数亿元。此外，随着科学技术的发展，对某一项目可能采用的技术方案越来越多，故在进行投资决策时，除应论证方案的技术可行性、先进性外，还应以经济效果为标准比较各种技术上可行的方案，从中选出最优方案。

某种意义上说，水运工程经济是工程经济学 (Engineering economy) 的一个分支，是工程经济学在水运工程中的应用，故就基本理论和计算方法，两者是一致的、类同的，如利息与资金的时间效应，经济分析与比选方法等。但水运工程经济也有其自身的特殊性，例如，河流航运资源的开发往往是多元的，涉及到防洪、灌溉、发电、环保、养殖等诸方面，故在经济分析时，会遇到投资的分摊问题，又如，航道开发是为船舶运输服务的，现行收取的航道养护费极低，有的河道甚至不收取，所以，在整体经济分析中，需合理、妥善地解决效益计算问题；再如，水运只是诸运输方式的一种，故应根据系统观点，将水运纳入整个交通网络及运输之全过程计算其效益与费用；对专门为新开发地区或新建厂矿兴建的水运工程项目，其费用和效益应纳入该地区或厂矿联合体中统一计算。

工程项目的经济评价，一般可分为以企业为对象的财务分析（微观分析）和以整个社会为对象的经济分析（宏观分析）两种。在社会主义国家，项目的宏观经济效果与微观经济效果本质

上是统一的。但由于这两种评价方法的出发点及范围不同，再加上我国现行价格体制不甚合理，故两者也会出现矛盾的情况。一旦出现此类情况，微观经济评价必须服从宏观经济评价，两者间的矛盾可通过国家的有关政策（如税收，财政补贴等）加以协调。

水运工程经济评价的内容大致可概括成如下三个方面：

1.分析投资方向的合理性。我国是一个人口众多的发展中国家，能投入到基建的资金有限，因此应根据国家当前的经济政策、自然条件及运量预测，寻求最佳的投资方向，选择最合理的建设项目，保证有限的资金发挥出最大的经济效益。

2.分析实现某一工程项目的总目标，选择最优方案。虽然经济效益是方案取舍的重要依据，但在具体分析时，除应考虑项目的直接经济效益外，还应注意项目外部的间接经济效益。同时，还应处理好局部经济效益与整体经济效益，当前经济效益与长远经济效益间的关系。

3.分析实施工程项目的资金来源，如资金的筹措，投资额及最有利的偿还方式等。

相对而言，工程经济方面的规律远没有自然规律那么严格，因为经济规律还牵涉到人的行为及社会环境，其内容因此更复杂，更难以把握而有所遵循。所以，学习这门课程，更重要的是掌握基本概念和原理，以求在实际问题中灵活运用。

第一章 资金等值计算

第一节 资金的时间价值

我们通常用货币单位来计量工程技术方案的得失，因此，在经济分析时主要着眼于方案的整个寿命期内的货币收入与支出的情况，这种货币的收入与支出称为现金流量。由于资金具有时间价值，在进行经济分析时，就不能把方案寿命期内不同时期发生的现金流量加总（代数和）来代表方案的经济效果。

货币的价值随时间而变，随着时间的推移而逐渐增值。把资金投入工程建设，可以获得工程的效益而增值。把钱存入银行，可以获得利息而增值。简单说来，“时间就是金钱”。譬如，今天存入银行100元，若年利率7%，则1年后得到的本利和为107元，这说明时间使货币获得增值。

当资金用于工程时，早投产则早受益。例如：

1.有甲、乙两项工程，投资额都为100万元，投产后预期每年可获得净收益10万元。一个工程3年建成并投产，另一个工程要5年才能建成投产，显然，早投产2年的工程可以使国家多收入20万元，因而经济效果要比晚投产的工程好。

2.假设上述两个工程都是3年完工，但各年使用的资金数量不同，甲工程各年资金使用额为20万、20万、60万元，而乙工程各年资金使用额为60万、20万、20万元。甲工程头2年使用的资金少，国家可以拿出一部分资金用于别的急需建设项目，充分发挥建设资金的作用，因而，甲工程投资效果比乙工程好。

由上可以看出，资金所能发挥的作用与时间有着密切的关系，资金确实具有时间价值。

这里需要指出两点：第一，承认资金的时间价值并不是否定

劳动创造价值的原理，虽然从形式上看资金会产生新的价值，但这只是承认这样一种事实：劳动只有与生产资料相结合才能创造新的价值。讲资金的时间价值就是承认与生产资料相结合才能创造新的价值，也就是承认生产资料的重要性。第二，在工程经济计算中，考虑资金的时间价值与通货膨胀因素无关。通货膨胀就是物价上涨，使一定量的货币的购买力降低，随着时间的推移愈来愈贬值。而这里所说的资金时间价值是指不考虑通货膨胀的情况下，资金的购买力随着时间推移而增值。因此，考虑资金时间价值的动态经济分析中的年利率与银行存款的年利率是不同的，前者不包括通货膨胀，而后者已包括通货膨胀。所以，动态经济分析中的年利率（折算率）总是比银行存款的年利率要低。

第二节 利息公式

一、符 号

兹将利息计算中最重要的符号说明如下：

i ——利率，通常以百分率表示，在不作其他说明时概指年利率，其意即在一年内本金所得与原来本金之比。

n ——期数，即计算利息的次数，通常不作说明时，其单位都是年。当给定 n 为某值时，可能指某一定时段的年数，也可能指时间坐标上的某一点，务必弄清其不同意义。

P ——本金，表示一笔可供投资的现款，也可称为资金的现值。在经济分析中，它一般表示现金流量图中位于零点的一笔投资，或者是整个投资系统折算到零点的价值。

F ——本利和，按利率 i ，本金 P 经过 n 次计算利息后，本金与全部利息的总和，又称终值或将来值。故在同一个计算系统中，它恒大于 P 值。

A ——等额年金，连续 n 期的等额系列中的期末现金收入或支出，全系列在利率为 i 时等值于 P 或 F 。

G ——等差年金，即在各期期末的不均等年金的级差。

二、利息种类

利息有单利及复利之分。

1. 单利

每期均按原始本金计算利息，这种计息方式称为单利。在以单利计息的情况下，利息与时间为线性关系，不论计息期为多大，只有本金计息，而利息不再计息。设 P 代表本金， n 代表计息期数， i 代表利率， I 代表所付或所收的总利息，则 $I = Pni$ 。

例如某人借款100元，期限10年，年利率7%，按单利法计息，则10年后的总利息 $I = 100 \times 10 \times 0.07 = 70$ 元，其负债总金额为 $100 \text{元} + 70 \text{元} = 170 \text{元}$ 。

2. 复利

将本期利息转为下期的本金，下期将按本利和的总额计息，这种计息方式称为复利，也就是通常说的“利上加利”，除本金计息外，利息再计利息。

复利法的计算公式如下：

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

$$I_n = P[(1+i)^n - 1]$$

式中： F_n 、 I_n 分别为 n 年的本利和与利息。

若基本数据同上例，用复利法计息则某人10年后的负债总金额为197元，比单利法利息多27元。因此，同一条件下用复利计算出的利息金额数比用单利计算出的利息金额数大，当所借本金愈大、利率愈高、年数愈多时，两者差距也就愈大。

三、现金流量图

在动态经济分析中，通常要探讨其在一段时期的收支情形。对这种收支情形，我们可以用一种图解的办法，以了解其内在的关系。

作图方法甚为简便。在纸上画一条水平直线，线上画出相等的若干间距，自0点开始向右手方向递增，表示时间之历程。整

条水平线，可以看成是一项工程的建设过程，或是逐年投资的过程。

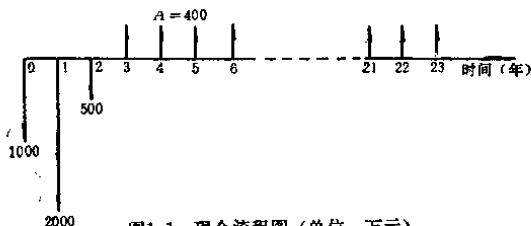


图1-1 现金流量图 (单位: 万元)

图 1-1 为某航运工程投资过程的现金流量图。此工程计划头 3 年年初分别投资 1000 万元、2000 万元、500 万元，在第三年年末开始受益，连续 20 年每年可收益 400 万元，年利率为 10%。相对于时间坐标的垂直线，代表工程投资过程的收支金额。垂直线的长度按比例画成，箭头的方向有专门的意义：箭头向下表示支出（现金的减少），箭头向上表示现金收入（现金的增加）。

四、基本公式

(一) 一次支付情况

先讨论一次支付的情况。这种情况是指某年年初一次投资 P 元。年利率为 i ，要推求经过 n 年后的总付款（或偿还款数）。这种情况很象银行里的整存整取。

设 P 元本金以年利率 i 投资，第一年中所得之利息为 iP 元，故到第一年年末共有的本利和应为 $P + iP = P(1+i)$ 元。

再将 $P(1+i)$ 元作为第二年之投资，利率仍为 i ，则第二年中应得之利息为 $iP(1+i)$ 元，到第二年的最后一天，共有的本利和应为

$$P(1+i) + iP(1+i) = P(1+i)(1+i) = P(1+i)^2 \text{ (元)}$$

依次类推，投资到 n 年之最后一天，共有本利和 F 为

$$F = P(1+i)^n \quad (1-1)$$

式中，如将 F 及 P 移项，则可得 F 、 i 、 n 等三个因素与 P 之间

的关系式:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad (1-2)$$

该式表示: n 年后一次付款 F 元之现值为 P 元, P 必小于 F 。

为使用方便起见, 我们把公式(1-1)中的 $(1+i)^n$ 称为复利终值因子, 简记为 $(F/P, i, n)$ 。公式(1-2)中的 $1/(1+i)^n$ 称为复利现值因子, 简记为 $(P/F, i, n)$, 于是公式(1-1)、(1-2)又可记为

$$F = P(F/P, i, n) \quad (1-1')$$

$$P = F(P/F, i, n) \quad (1-2')$$

例如: 如果在第一年年初以年利率7%投资1000元, 则第四年年末本利共得

$$F = P(F/P, i, n) = 1000(F/P, 7, 4) = 1310.8 \text{元}$$

反之, 欲在第四年年末得到资金1310.8元, 按年利率7%计算, 则现在必须投资:

$$\begin{aligned} P &= F(P/F, i, n) = 1310.8(P/F, 7, 4) \\ &= 1310.8 \times 0.7629 = 1000 \text{元} \end{aligned}$$

(二) 等额多次支付情况

在工程经济分析中, 常常需要求出连续在 n 期的期末支付等额的资金最后所积累起来的资金。这种财务情况可用图1-2表示。

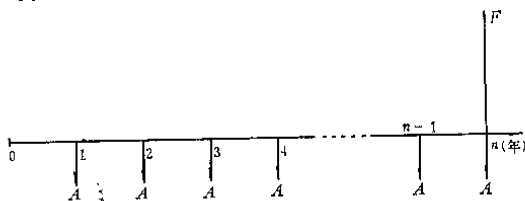


图1-2 等额支付现金流图

第一年年末投资 A 元, 可获得利息之年数为 $(n-1)$ 年, 其本利和为 $A(1+i)^{n-1}$; 第二年年末投资 A 元, 可获得利息之年数为 $(n-2)$ 年, 本利和为 $A(1+i)^{n-2}$; 依此类推, 第 n 年年末所

投资 A 元不能获得利息，故 n 年中每年末付款 A 元之本利和为

$$F = A(1+i)^{n-1} + A(1+i)^{n-2} + \dots + A(1+i) + A \\ = A[1 + (1+i) + (1+i)^2 + \dots + (1+i)^{n-1}]$$

两边同乘以 $(1+i)$ 得

$$F(1+i) = A[(1+i) + (1+i)^2 + \dots + (1+i)^{n-1} + (1+i)^n]$$

此式与原式相减，得

$$Fi = A(1+i)^n - A = A[(1+i)^n - 1]$$

$$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad (1-3)$$

式 (1-3) 中的系数 $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$ 称为年金终值因子，简记为 $(F/A, i, n)$ ，故式 (1-3) 又可记为

$$F = A(F/A, i, n) \quad (1-3')$$

例如某港务局连续 5 年每年末存入 100 万元，以作为修理基金，按年利率 7% 计算，第五年年末可得到的本利和为

$$F = 100 \times 5.7507 = 575.07 \text{ 万元}$$

(1-3) 式又可改写成：

$$A = F \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (1-4)$$

式中系数 $\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$ 称为偿债基金因子，简记为 $(A/F, i, n)$ ，于是式 (1-4) 又可记为

$$A = F(A/F, i, n) \quad (1-4')$$

该公式表示：如希望在 n 年后得到一笔资金 F ，则每年年末须投资 A 元（年利率 i ）。例如为在 10 年后用款 10000 元更新一台设备，如年利率 5%，则现在起每年年末应等额提存资金为

$$A = F(A/F, i, n) = 10000(0.0795) = 795 \text{ 元}$$

将式 (1-1) 代入式 (1-4) 中，可得

$$A = F \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] = P(1+i)^n \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$= P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (1-5)$$

式中，系数 $\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$ 称为资金收回因子，简记为 $(A/P, i, n)$ ，故式(1-5)又可记为

$$A = P(A/P, i, n) \quad (1-5')$$

该式表示，投资一笔现金 P 元，在利率 i 的情况下，在 n 年中可借每年年末收回 A 元而偿还。例如一次存款 10000 元，年利率为 7%，分 8 年等额支取年金 A 作为奖励基金，则每年可提取：

$$A = 10000(A/P, 7, 8) = 10000(0.1675) = 1675 \text{ 元}$$

公式(1-5)也可写成：

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad (1-6)$$

式中，系数 $\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$ 称为年金现值因子，简记为 $(P/A, i, n)$ ，故式(1-6)又可记为

$$P = A(P/A, i, n) \quad (1-6')$$

该式表示，在利率 i 的情况下， n 年中每年收入 A 元，相当于零年时的现值。例如某码头投产后可得纯收入 100000 元，年利率 7%，该码头寿命期 50 年，则码头在其寿命期间的纯收入相当于现值

$$P = A(P/A, 7, 50) = 100000(13.8007) = 1380070 \text{ 元}$$

(三) 基本公式中各计算因子间的关系

上面介绍的 6 个公式，为经济分析中的基本公式，每个公式都含有一个计算因子，现将它们汇总列于表 1-1，以便相互比较记忆。

由表 1-1 可看出，各种因子间具有以下关系：

(1) 倒数关系：

复利终值因子与复利现值因子互为倒数；

表1-1

求	已知	因子名称	标准代号	代数式	计算公式	说明
F	P	复利终值因子	$(F/P, i, n)$	$(1+i)^n$	$F = P(F/P, i, n)$	一次支
P	F	复利现值因子	$(P/F, i, n)$	$\frac{1}{(1+i)^n}$	$P = F(P/F, i, n)$	付情况
F	A	年金终值因子	$(F/A, i, n)$	$\frac{(1+i)^n - 1}{i}$	$F = A(F/A, i, n)$	等额
A	F	偿债基金因子	$(A/F, i, n)$	$\frac{i}{(1+i)^n - 1}$	$A = F(A/F, i, n)$	多次
A	P	资金回收因子	$(A/P, i, n)$	$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	$A = P(A/P, i, n)$	支付
P	A	年金现值因子	$(P/A, i, n)$	$\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$	$P = A(P/A, i, n)$	情况

年金终值因子与偿债基金因子互为倒数；

资金回收因子与年金现值因子互为倒数。

(2) 资金回收因子 $(A/P, i, n)$ 与偿债基金因子 $(A/F, i, n)$ 间之差为 i 。

(四) 等差变额年金情况

工程经济分析中，有些情况的费用或收益是逐年变化的，例如港口装卸机械设备的保养费用可能逐年增加，而不属等额年金的情况。故其计算方法与上面介绍的有所不同。

为计算方便，我们这里讨论每年变化量相等的情况，即等差变额年金情况，如图1-3所示。

第一年年末的支付为 A_1 ，第二年年末的支付为 $A_1 + G$ ，若以每年递增一个 G 计算，则第 n 年年末的支付为 $A_1 + (n-1)G$ 。

我们可以把图1-3所示的现金流程图转换成等额支付的形式，这样，就可以根据上面介绍的等额多次支付情况的复利公式求得 n 年年末的将来值 F 和零年时的现值 P 。

等差增加（减少）的支付系列可以看作是由两个系列组成：一个是等额支付系列，其等额的年末支付是 A_1 ；另一个是由0，