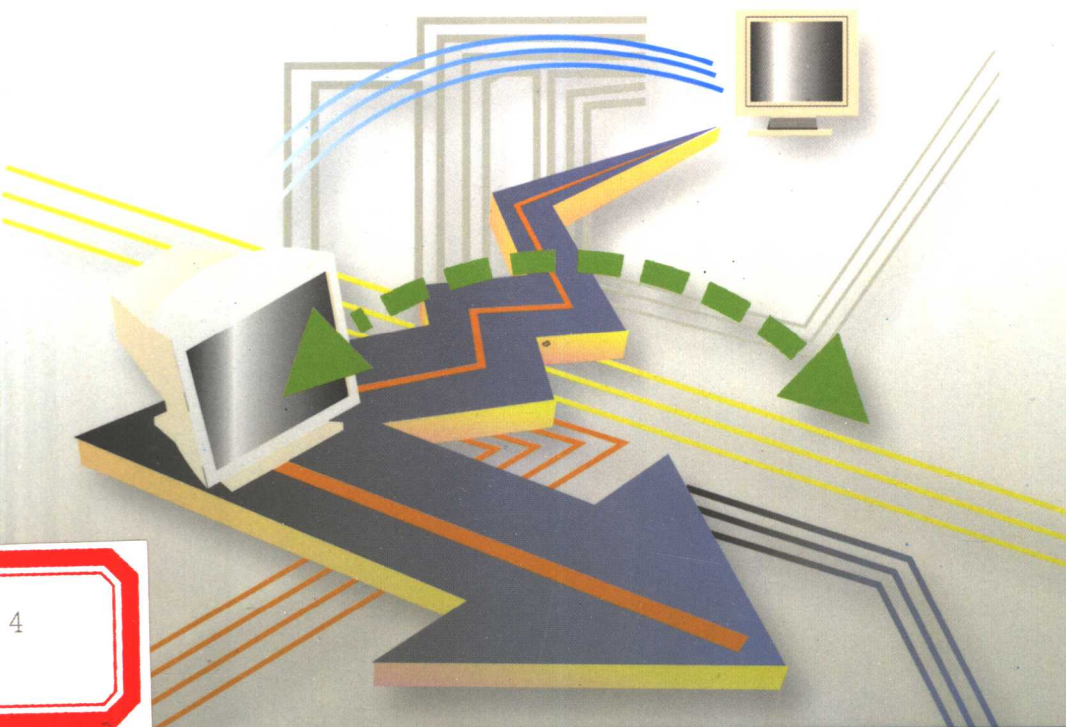


高等学校工程管理专业系列教材

工程经济学

申金山 主编



黄河水利出版社



GONGCHENG JINGJIXUE

高等学校工程管理专业系列教材

工 程 经 济 学

申金山 主编

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了工程经济学的基本原理和经济分析方法。其主要内容包括:资金的时间价值及等值计算、工程经济分析与投资方案的比较与选择、建设资金的筹措、建设项目的财务评价及国民经济评价、不确定分析、建设项目后评估、价值工程、预测技术和方案的综合评价。

本书主要作为高等院校工程管理专业和土木工程专业的本科生教材及相关专业的研究生、其他专业本科生学习工程经济学的参考用书,也可作为规划设计、施工管理和投资咨询等单位 and 部门的工程技术与工程经济专业人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程经济学/申金山主编. —郑州:黄河水利出版社,
2004.6

(高等学校工程管理专业系列教材)

ISBN 7-80621-720-7

I.工… II.申… III.工程经济学—高等学校—
教材 IV.F40

中国版本图书馆.CIP数据核字(2004)第026401号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路11号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrp@public.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:16

字数:370千字

印数:1—3 000

版次:2004年6月第1版

印次:2004年6月第1次印刷

书号:ISBN 7-80621-720-7/F·47

定价:30.00元

前 言

工程经济学作为一门工程技术与经济相结合的综合性交叉学科,是为了实现工程建设决策的科学化而产生的,是以工程为对象,利用经济学的理论与分析方法,基于对技术与经济的关系以及技术经济活动规律的认识,研究工程技术要素优化配置,通过效益的分析与计算,以期确定最佳工程技术方案的科学。

随着社会生产力的发展,工程技术与经济管理愈加紧密。我国小康社会建设迫切需要既掌握工程技术又懂经济的复合型人才。工程技术学科的学生必须熟悉经济方面的相关知识,才能适应我国社会经济建设的要求。工程经济学作为工程管理专业的主干课程和工科专业的必修(限定选修)课程,对完善工程建设与管理专业技术人才的知识结构具有十分重要的作用。

本书力图全面反映工程经济学完整的理论方法体系与应用及本学科内容的最新进展。通过对本书的学习,能够掌握工程经济分析的基本原理与方法,具有初步的建设工程方案分析与评价的能力。本书有以下几个特点:

(1)内容全面。本书的理论和方法体系比较完整,全面阐述了工程经济学各个领域的基本理论与方法。

(2)理论与实践相结合。本书在内容上着重与实践相结合,注重理论与方法的应用,编写了大量的案例。

(3)反映学科的最新进展。本书吸收了工程经济学研究的新成果,以反映学科的最新进展。

全书由申金山主编,具体分工如下:申金山编写第1章、第2章、第7章、第11章、第12章;郭健明编写第3章;赵瑞编写第4章、第5章;孙钢柱编写第8章、第9章;刘洪波编写第6章、第10章。

本书在写作过程中,参考了大量的相关书籍,借鉴了很多相近的研究成果,在此表示衷心感谢。由于编者的学术见识有限,书中难免有疏忽、局限甚至错误之处,恳请读者批评指正。

申金山

2004年5月

目 录

前言

1 绪论	(1)
1.1 工程、技术与经济	(1)
1.2 工程经济学的研究内容和特点	(3)
1.3 研究工程经济学的重要意义	(4)
2 资金的时间价值	(5)
2.1 现金流量与资金时间价值	(5)
2.2 资金时间价值的计算	(7)
2.3 资金等值的计算	(15)
3 投资方案评价与选择	(19)
3.1 投资方案评价的指标	(19)
3.2 多方案的评价和选优	(30)
3.3 设备更新方案比选	(48)
4 建设项目资金筹措	(56)
4.1 建设项目资金筹措概述	(56)
4.2 建设项目筹资渠道与筹资方式	(59)
4.3 资金成本计算与筹资决策	(65)
5 建设项目的财务评价	(74)
5.1 建设项目的财务评价概述	(74)
5.2 财务评价中的主要经济要素及估算方法	(76)
5.3 新建项目的财务评价方法	(86)
5.4 新建项目财务评价案例	(91)
5.5 改扩建项目的财务评价示例	(112)
6 建设项目的国民经济评价	(115)
6.1 建设项目国民经济评价的概念	(115)
6.2 建设项目国民经济评价的效益与费用识别	(116)
6.3 国民经济评价的重要参数及计算	(118)
6.4 建设项目的国民经济评价的指标	(128)
6.5 国民经济评价案例	(130)
7 不确定性与风险分析	(139)
7.1 不确定性与风险分析概述	(139)
7.2 盈亏平衡分析	(140)
7.3 敏感性分析	(145)
7.4 概率分析	(149)

8 价值工程原理与应用	(158)
8.1 价值工程概述	(158)
8.2 价值工程的对象选择与信息资料收集	(161)
8.3 价值工程的功能分析	(166)
8.4 价值工程的功能评价	(168)
8.5 方案创新与评价	(174)
9 建设项目可行性研究	(177)
9.1 可行性研究的相关概念	(177)
9.2 可行性研究的必要性分析	(182)
9.3 市场研究	(182)
9.4 技术可行性分析	(185)
9.5 可行性研究报告	(192)
10 建设项目的后评价	(195)
10.1 建设项目后评价概述	(195)
10.2 建设项目实施后评价的内容	(197)
10.3 建设项目后评价的方法与程序	(198)
11 预测技术	(201)
11.1 预测技术概述	(201)
11.2 定性预测方法	(203)
11.3 时间序列预测	(204)
11.4 回归分析预测法	(211)
11.5 马尔可夫链预测	(214)
12 方案的综合评价方法	(218)
12.1 综合评价概述	(218)
12.2 综合评价指标的规范化及其权重确定	(219)
12.3 综合评价方法	(221)
12.4 模糊综合评价	(223)
12.5 层次分析法	(226)
附表	(233)
参考文献	(249)

1 绪 论

1.1 工程、技术与经济

1.1.1 工程(Engineering)

工程不同于科学,也不同于技术,它是人们综合应用科学理论和技术手段去改造客观世界的具体实践活动,以及所取得的实际成果。在长期的生产和生活实践中,人们根据数学、物理学、化学、生物学等自然科学和经济地理等社会科学的理论,并应用各种技术手段,去研究、开发、设计、制造产品或解决工艺使用等方面的问题,逐渐形成了门类繁多的专业工程,如机械工程、土木工程、航空航天工程等。

1.1.2 技术(Technique)

技术与科学常被视为一体,“科学技术是第一生产力”表达的就是这一内涵。但严格说来,科学和技术是有着根本区别的。科学是人类在探索自然和社会现象的过程中对客观规律的认识和总结,是发现;而技术是人类活动的技能和人类在改造自然的过程中采用的方法、手段,是创造和发明。迄今为止,人们对技术的理解也不尽相同,归纳起来有如下几种表述:

(1)技术是在生产和生活领域中,运用各种科学所揭示的客观规律,并进行各种生产和非生产活动的技能,以及根据科学原理改造自然的一切方法。它具体表现为产品开发、设计和制造所采用的方法、措施、技巧,运用劳动工具正确有效地使用劳动对象和保护资源与环境,对其进行有目的的加工改造,为人类造福。

(2)技术泛指依照自然科学基本原理和生产实践经验发展而成的一切操作方法和技能。它不仅包括相应的生产工具和其他物质设备,还包括生产的工艺过程或作业程序方法。

(3)技术包括劳动者的劳动技能、劳动工具和劳动对象三部分,缺一不可。这实际上是认为技术就等同于生产力。

技术一般包括自然技术和社会技术两方面。自然技术是根据生产实践和自然科学原理而发展形成的各种工艺操作方法、技能和相应的生产工具及其他物质装备。社会技术是指组织生产及流通等的技术。技术发展的标志表现在两个方面:一是能够创造原有技术所不能创造的产品或劳务等;二是用更少的人力、物力和时间,创造出相同的产品或劳务。

1.1.3 经济(Economy)

“经济”一词在我国古代有“经邦济世”、“经国济民”的意义,是治理国家、拯救庶民的意思,与现代的“经济”含义不同。现代汉语中使用的“经济”一词,是19世纪后半叶,由日本学者从英语“Economy”翻译而来的。它的含义大体有以下四方面:

(1)经济指生产关系。经济是人类社会发展到一定阶段的社会经济制度,是生产关系

的总和,是政治和思想意识等上层建筑赖以建立起来的基础。

(2)经济指国民经济的总称,或指国民经济的各部门。如工业经济、农业经济等。

(3)经济指社会生产和再生产,即物质资料的生产、交换、分配、消费的现象和过程。

(4)经济是指节约或节省。工程经济学所研究的主要是人、财、物、时间等资源的节约和有效利用,以及技术经济决策所涉及的经济问题。

任何工程项目的建设都伴随着资源的消耗,经历研究、开发、设计、建造、运行、维护、销售、管理等过程。在工程实践活动中必将产生经济效果、社会效果以及对生态、环境产生影响,如何以最少的耗费达到较优的经济效果正是工程经济学的研究的目的。

1.1.4 技术和经济的关系

技术和经济的关系十分密切,不可分割。发展经济所进行的活动必须运用一定的技术手段,而任何技术手段的运用都必须消耗或占用人力、物力和财力等资源。所以,技术与经济二者相互促进又相互制约,是始终并存的两个方面。经济发展是技术进步的动力和方向,而技术进步是推动经济发展、提高经济效益的重要条件和手段。社会物质文化需要的满足、国民经济的发展都必须依靠技术的进步和应用。技术的作用主要体现在如下几个方面:

(1)技术进步引起劳动资料的变革。劳动资料是人类劳动经验、技能和社会科学技术知识的结晶,是技术进步的显示器。随着技术进步,劳动资料的性质、结构、功能等都发生了巨大变革。比如,机器系统的数控化就是信息论、控制技术及计算机技术等进步的结果。

(2)技术进步引起劳动对象的变革。在人类社会的发展过程中,劳动对象随着技术进步不断地发生着变革。古代生产主要依赖天然资源。利用现代技术手段,不仅增加了有用物的品种和数量,开拓了许多新的用途,还可以进行废料的循环利用,使人们对天然资源的开发利用更加充分有效。

(3)技术进步促进劳动者素质的变革。劳动是一种有目的、有意识的活动。在生产劳动过程中,劳动者充分发挥着自己的体力和智力。随着生产技术的提高,需要劳动者智力投入在不断增加,这对劳动者的素质提出了越来越高的要求,促使劳动和知识技能的结合发展到新水平。

(4)技术进步促进组织与管理的变革。组织与管理是由分工和协作的发展而产生的集体生产力。现代社会化大生产要求各部门之间分工与协作。因此,组织管理的科学化就成为生产发展的重要因素。要实现高效、优化的组织管理,就必须有科学的管理理论、方法和手段,工程技术的进步和管理科学的发展为此奠定了理论基础。进一步提高管理的现代化、自动化水平,减少管理层次,改善管理条件,加快决策速度,节约人、财、物,提高劳动生产率。

(5)技术进步促进社会经济发展。人类社会发生了三次世界性的重大技术革命,导致生产手段和生产方法的重大变革,促进了新产业部门的建立和经济水平的提高,有力地推动了生产的发展和社会的进步。当前的信息技术、遗传工程、新型材料、海洋工程等方面的重大突破,必将大大推动社会生产力的发展,也会对生产组织和社会生活等方面带来巨大影响。

在技术和经济的关系中,经济占据支配地位。技术进步是为经济发展服务的,任何一项技术,在推广应用时首先应考虑其经济效益。通常,技术的进步会带来经济效益的提高。随着技术的进步,人类能够用越来越少的人力、物力和时间消耗获得越来越多的产品和劳务。因此,技术和经济是统一的,技术的先进性和其经济合理性是相一致的。但是,有时技术与经济会发生矛盾和对立,因为任何技术的应用都必须与当地、当时的社会经济条件相适应,条件的变化就会导致技术的经济效益发生变化。因此,我们必须重视技术和经济之间的协调关系,以促进技术进步和效益提高。

1.2 工程经济学的研究内容和特点

1.2.1 工程经济学的研究内容

工程经济学作为一门工程技术与经济相结合的综合性交叉学科,近年来得到了很大发展。但是,学术界对其研究内涵仍存在着不同的认识。我们认为,工程经济学是以工程为对象,利用经济学的理论与分析方法,基于对技术与经济的关系以及技术经济活动规律的认识,研究工程技术要素优化配置,通过效益的分析与计算,以期确定最佳工程技术方案的科学。因此,工程经济学的研究内容主要包括以下几个方面:

- (1)资金的时间价值理论。
- (2)投资方案的评价与优选方法。
- (3)建设项目的经济评价。
- (4)风险和不确定性分析。
- (5)建设项目后评估。
- (6)预测技术。
- (7)综合评价。

1.2.2 工程经济学的特点

工程经济学以自然规律为基础而不研究自然规律本身,以经济科学作为理论指导和方法论而不研究经济规律。它是在尊重客观规律的前提下,对工程方案的经济效果进行分析和评价,从经济的角度为工程技术的采用和工程建设提供决策依据。工程经济学具有如下特点:

(1)工程经济学强调的是在技术可行基础上的经济分析。其研究内容是在技术上可行的条件确定后,即在技术可行性研究的基础上,进行经济合理性的研究与论证工作,为技术可行性提供经济依据,并提供符合社会采纳条件的技术方案改进的途径。

(2)工程技术的经济分析和评价与所处的客观环境关系密切。技术方案的择优过程必须受到包括自然环境和社会环境的客观条件制约。工程经济学是研究工程技术在特定的社会经济环境下的效果的科学,是把技术问题放在社会的政治、经济与自然环境的大系统中加以综合分析、综合评价的科学。

(3)工程经济学是对工程技术各可行性方案的预期效用进行经济效果分析。它在研究各方案可行性与合理性的同时,进一步研究各方案之间的经济效果差别,把各方案相同的因素在具体分析中略去,以简化分析和计算。

(4)工程经济学研究的经济效果问题几乎都是“预期”。这就意味着结果包含有“不确定性因素”与“风险”。因此,工程经济学需要科学的预测。

综上所述,工程经济学具有很强的技术和经济的综合性、技术与环境的系统性、方案差异的对比性、对未来的预测性以及方案的择优性等特点。

1.3 研究工程经济学的重要意义

1949年以来,我国在工程建设中取得了许多成功经验,也有不少失误和教训。第一个五年计划期间,在建设工程项目之前,也曾搞过“方案研究”、“建设意见书”、“技术经济论证”等,虽然研究的工作比较粗浅,但还是发挥了一定的作用,取得了较好的技术经济效益。

20世纪60年代初,国家提出了“调整、巩固、充实、提高”的经济建设方针,制定了1963~1972年科学技术的10年发展规划。这个规划为了适应经济建设的需要,从正反两方面总结了我国自己的技术经济理论和方法,同时还吸收了苏联的行之有效的技术经济理论和方法。因此,20世纪60年代初期是我国工程经济学发展的重要时期。

“十年动乱”期间,已初步形成的以提高经济效益为中心的经济发展路线被取消,国民经济的发展遭到了很大程度的破坏。从“一五”到“五五”时期,每百元积累增加的国民收入由35元下降到22元;每百元国民收入消耗的物资总量却由“一五”时期的79元增加到“五五”时期的127元;建设一个大中型项目的建设周期由“一五”时期的6年左右增加到“五五”时期的14年左右。产生这些变化的原因除政治与经济关系处理不当、生产关系上急于过渡、国民经济管理体制本身有弊病、生产上单纯追求产值等外,不对建设项目进行可行性研究和技术经济论证,盲目上马大批经济效益很低的项目也是重要原因。

中共十一届三中全会以后,工程经济学受到了人们普遍的重视并得以迅速发展。国家在经济建设中强调加强投资前期工作的重要性,要求进行可行性研究和工程技术经济分析,鼓励多方案比较,从中选出花钱少、收效快的方案,并把经济效益作为衡量一切经济活动的主要标志。

21世纪头20年,是我国全面建设小康社会的关键时期。在社会经济的发展中,如何从我国国情出发,更有效地利用现有资源,更好地制定技术政策、技术措施,更好地对工程技术方案进行技术经济分析和论证,对保证我国社会经济发展目标的实现十分重要。因此,在工程建设中加强工程建设过程中的技术经济分析和研究,对提高工程建设的经济效益、社会效益和环境效益有着重要的现实意义。

2 资金的时间价值

资金时间价值理论及计算方法是工程经济学的理论基础和有效的工程经济分析工具。本章主要介绍资金时间价值的含义、现金流量图、资金时间价值计算公式、名义利率、实际利率及资金等值原理与计算等。

2.1 现金流量与资金时间价值

2.1.1 现金流量及现金流量图

2.1.1.1 现金流量(Cash Flow)

生产性建设项目一般要经历建设期、生产期两个阶段。根据项目经济评价的需要,一般取合理的经济寿命期作为计算期。拟建项目在整个计算期内各个时点上所发生的现金流入和现金流出,称为项目的现金流量;同一时点上的现金流入与现金流出之差,称为净现金流量。

2.1.1.2 现金流量图(Cash Flow Diagram)

现金流量图是描述建设项目在整个计算期内各个时点上的现金流入和现金流出序列的图形。现金流量图包括大小、流向、时点三大要素,其中大小表示资金数额,流向指项目的资金流入或流出,时点指现金流入或流出所发生的时间。现金流量图的一般形式如图 2.1 所示。

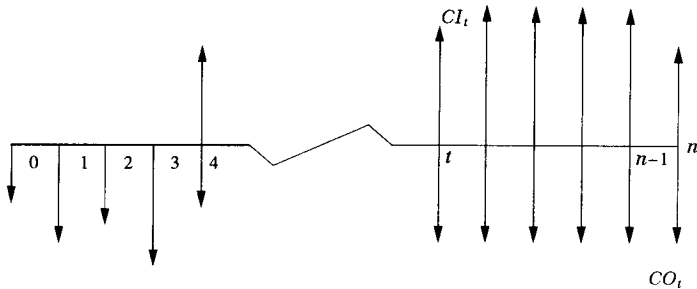


图 2.1 现金流量图

在图 2.1 中,横轴称为时间轴,表示一个从 0 到 n 的时间序列,每一刻度表示一个计息期。在时间轴上,0 代表时间序列的起点, n 代表时间序列的终点。 $t(1, 2, \dots, n-1)$ 既代表第 t 计息期的终点,又代表第 $t+1$ 计息期的始点。各个时点上垂直于横轴的有向竖线用来描述现金流量,箭头向上表示现金流入 CI (Cash Income),箭头向下表示现金流出 CO (Cash Output),第 t 年的现金流入记为 CI_t ,现金流出记为 CO_t 。

现金流量图的位置确定一般有两种处理方法:一种方法是工程经济分析中常用的,其规定是建设期的投资标在期初,生产期的现金流入和流出均标在期末;另一种方法是在项目财务评价中常用的,时点标注遵循期末习惯假设,无论现金的流入还是流出均标在期

末。本书在工程项目经济评价的章节中均采用期末习惯假设,其余相关部分采用第一种处理方法。

2.1.2 资金的时间价值概念及其意义

货币作为生产资金参与再生产过程会得到增值并带来利润,这种现象称为资金的时间价值。“时间就是金钱”,是指资金在生产经营过程中,随着时间的变化而产生的增值。资金必须在生产和流通过程中与劳动相结合才会产生增值。

资金的时间价值是客观存在的,是商品生产条件下的普遍规律,只要商品生产存在,资金就具有时间价值。资金的时间价值原理在生产实践中有广泛的应用,其最大的作用在于使资金的流向更加合理和易于控制,从而使有限的资金发挥更大的作用。在建设投资活动过程中,必须充分考虑资金的时间价值,尽量缩短建设周期,加速资金周转,提高建设资金的使用效益。

2.1.3 衡量资金时间价值的尺度

资金的时间价值是劳动创造价值的一种表现形式。衡量资金时间价值的尺度有两种:一是绝对尺度,即利息、盈利或收益;二是相对尺度,即利率、盈利率或收益率。

2.1.3.1 利息和利率

1) 利息

利息是资金借贷关系中借方支付给贷方的报酬。如果将一笔资金存入银行,过一段时间后,储户可在本金之外再得到一笔利息。若 F_n 表示本利和, P 表示本金, $\sum I_n$ 表示利息,则这一过程可表示为:

$$F_n = P + \sum I_n \quad (2.1)$$

利息是劳动者创造的剩余价值的再分配部分。借贷款要计算利息,固定资金和流动资金的使用也采取有偿和付息的办法,其目的都是为了鼓励企业改善经营管理,节约资金,提高投资的经济效益。

2) 利率

利息通常根据利率来计算。利率是在一定时间所得利息额与投入资金的比例,也称为使用资金报酬率,它反映了资金随时间变化的增值率,是衡量资金时间价值的相对尺度,一般以百分数表示。若 I_1 表示一个计算周期的利息, P 表示本金,则利率 i 的表达式为:

$$i = \frac{I_1}{P} \times 100\% \quad (2.2)$$

一般说来,利息是平均利润的一部分,因而利率的变化要受平均利润的影响。当其他条件不变时,平均利润率提高,利率也会相应提高;反之,则会相应下降。此外,利率的高低还受借贷资金的供求情况、贷款风险的大小、借款时间的长短、商品价格水平、银行费用开支、社会习惯、国家利率水平、国家经济政策与货币政策等因素的影响。利率作为一种经济杠杆,在经济生活中起着十分重要的作用。在市场经济条件下,利率的作用可以影响社会投资的多少,影响社会资金的供给量;同时,利率是调节经济政策的工具。

技术经济分析中,利息、盈利或收益(利率)、盈利率或收益率是不同的概念。在分析资金信贷时使用利息或利率;在分析项目投资的经济效益时,则常使用收益(盈利)或收益

率(盈利率)。项目投资要求其收益大于应支付的利息,即收益率大于利率。收益与收益率是研究项目经济性必需的指标。因此,资金时间价值的计算方法与复利计息的计算方法相同。

2.1.3.2 单利和复利

利息的计算方法有单利法和复利法。

1) 单利法

单利法是只对本金计算利息,而每期的利息不计入下一计息期的本金,从而每期的利息是固定不变的。若利率为 i , 计息期数 n , 则第 n 期期末的本利和 F_n 为:

$$F_n = P(1 + in) \quad (2.3)$$

【例 2.1】 有一笔 50 000 元的借款,借款期为 3 年,按每年 8% 的单利率计息,试求到期时应归还的本利和。

【解】 用单利法计算,其现金流量图见图 2.2。根据式(2.3)有:

$$F_3 = P + Pin = 50\,000 + 50\,000 \times 8\% \times 3 = 62\,000(\text{元})$$

即到期应归还的本利和为 62 000 元。

单利法虽然考虑了资金的时间价值,但仅是对本金而言,而没有考虑每期所得利息再进入社会再生产过程而实现增值的可能性,这不符合资金流动的客观情况。因此,单利法未能完全反映资金的时间价值。

2) 复利法

复利法的基本思想是:将前一期的本金与利息之和(本利和)作为下一期的本金来计算下一期的利息,也就是利上加利的方法。若 F_{n-1} 表示第 $n-1$ 期期末的本利和,第 n 期利息计算公式为:

$$I_n = iF_{n-1} \quad (2.4)$$

n 期本利和的计算公式为:

$$F_n = P(1 + i)^n \quad (2.5)$$

【例 2.2】 在【例 2.1】中,若年利率仍为 8%,但按复利计息,则到期应归还的本利和是多少元?

【解】 用复利法计算,根据复利计算公式(2.5)有:

$$F_3 = P(1 + i)^n = 50\,000 \times (1 + 8\%)^3 = 62\,985.60(\text{元})$$

与单利法计算的结果相比增加了 985.60 元,差额所反映的就是利息的资金时间价值。复利法的思想符合社会再生产过程中资金运动的规律,完全体现了资金的时间价值。在工程经济分析中,一般都采用复利法。

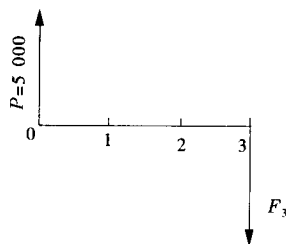


图 2.2 现金流量图

2.2 资金时间价值的计算

2.2.1 有关资金时间价值计算的几个概念

有关资金时间价值计算有如下几个概念。

(1)现值(P):表示资金发生在某一特定时间序列始点上的价值。在工程经济分析中,它表示在现金流量图中0点的投资数额或投资项目的现金流量折算到0点时的价值。折现计算法是评价投资项目经济效益时经常采用的一种基本方法。将时点处资金的时值折算为现值的过程称为折现(贴现),贴现是银行的放款业务之一。票据持有者为了取得现金以未到期的票据(包括期票和汇票)向银行融通资金,申请贴现。银行按一定的比例,扣除自贴现日至到期日的利息,然后将票面余额以现金的形式支付给持票人。期票到期时,银行持票据向最初发票的债务人兑取现金,这就是贴现。贴现值是票面金额扣除利息后的余额,即资金在某一时点的时值折算到0点时的值。

(2)终值(F):表示资金发生在某一特定时间序列终点上的价值。其含义是指期初投入或产出的资金转换为计算期末的期终值,即期末本利和的价值。

(3)年金(A):表示各年等额收入或支付的金额,即在某一特定时间序列期内,每隔相同时间收支的等额款项。年金有普通年金、预付年金和延期年金之分。普通年金是期末收付的年金,预付年金是期初收付的年金,延期年金是距今若干期以后收付的年金。

(4)折现率(i):在工程经济分析中,把未来的现金流量折算为现在的现金流量时所使用的利率称为折现率。

(5)计息周期数(n):指投资项目从开始投入资金到项目的寿命周期终结为止的期限内计算利息的次数,通常以“年”为单位。

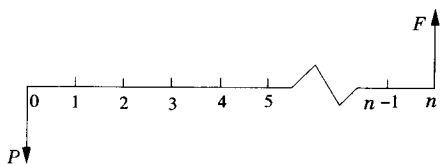


图 2.3 一次支付现金流量图

价值的条件下,现金流入恰恰能补偿现金流出。一次支付的资金时间价值的计算公式有如下两个。

1)一次支付终值公式

一次支付终值公式为:

$$F = P(1 + i)^n \quad (2.6)$$

式(2.6)表示在利率为 i 、计息周期数为 n 的条件下,终值 F 和现值 P 之间的关系。 $(1 + i)^n$ 称为一次支付终值系数,记为 $P(F/P, i, n)$,因而,式(2.6)也可以表示为 $F = P(F/P, i, n)$ 。

【例 2.3】 某企业为开发新产品,向银行借款 100 万元,年利率为 10%,借期 5 年,那么 5 年后一次归还银行的本利和是多少万元?

【解】 由式(2.6)可以得出:

$$F = P(1 + i)^n = 100 \times (1 + 10\%)^5 = 161.1(\text{万元})$$

可以查附表复利系数表进行计算。当折现率为 10%、 $n=5$ 时, $(F/P, i, n)=1.611$, 故:

$$F = P(F/P, i, n) = 100 \times 1.611 = 161.1(\text{万元})$$

2)一次支付现值公式

已知终值 F 求现值 P , 是一次支付终值公式的逆运算。由式(2.6)可直接导出:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad (2.7)$$

式(2.7)中, 系数 $\frac{1}{(1+i)^n}$ 称为一次支付现值系数, 记为 $(P/F, i, n)$ 。因此, 式(2.7)也可表示为 $P = F(P/F, i, n)$ 。

【例 2.4】 如果银行利率为 12%, 假定按复利法计算, 为了在 5 年后获得 10 000 元款项, 现在应存入银行多少元?

【解】 由式(2.7)可得出:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] = 10\,000 \times (1+12\%)^{-5} = 5\,674(\text{元})$$

或先查表求出一一次支付现值系数, 再进行计算:

$$P = F(P/F, i, n) = 10\,000 \times 0.5674 = 5\,674(\text{元})$$

2.2.2.2 等额系列支付类型

等额系列支付是多次支付形式中的一种。多次支付是指现金流入和流出在多个时点上发生, 而不是集中在某个时点上。当现金流序列是连续的, 且数额相等时, 则称之为等额系列现金流。下面介绍等额系列现金流的 4 个计算公式。

1)等额支付终值公式

如图 2.4 所示, 从第 1 年末至第 n 年末有一等额的现金流序列, 每年的金额 A 称为年金。在考虑资金时间价值的条件下, 1 至 n 年内系统的总现金流出恰能补偿总现金流入, 则第 n 年末的现金流入 F 的计算公式为:

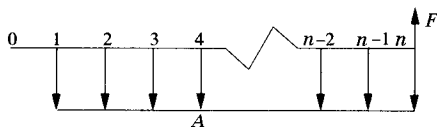


图 2.4 等额支付终值现金流量图

$$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad (2.8)$$

式(2.8)中, 系数 $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$ 称为等额支付终值系数, 记为 $(F/A, i, n)$ 。因此, 式(2.8)也表示为 $F = A(F/A, i, n)$ 。

【例 2.5】 某公司为设立退休基金, 每年年末存入银行 2 万元, 若存款利率为 10%, 按复利计息, 第 5 年末基金总额为多少万元?

【解】 由式(2.8)可得出:

$$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] = 2 \times \left[\frac{(1+10\%)^5 - 1}{10\%} \right] = 2 \times 6.105 = 12.21(\text{万元})$$

图 2.4 所示现金流为普通年金的现金流。实际经济活动中年金方式还包括预付年金、延期年金, 其计算要以普通年金为基础, 并注意收支的时间差异。

【例 2.6】 某学生在大学四年学习期间, 每年年初从银行借款 2 000 元用以支付学费, 若按年利率 6% 计复利, 第四年年末一次归还全部本息需要多少元?

【解】 本例不能直接套用式(2.8),由于每年的借款发生在年初,需要先将其折算成年末的等价金额。

$$F = 2\,000 \times (1 + 6\%) \times \left[\frac{(1 + 6\%)^4 - 1}{6\%} \right] = 2\,000 \times 1.06 \times 4.375 = 9\,275(\text{元})$$

即第四年年末一次归还全部本息需要 9 275 元。

2) 等额支付偿债基金公式

等额支付偿债基金公式是等额支付终值公式的逆运算,其计算公式为:

$$A = F \left[\frac{i}{(1 + i)^n - 1} \right] \quad (2.9)$$

式(2.9)中,系数 $\frac{i}{(1 + i)^n - 1}$ 称为等额支付偿债基金系数,记为 $(A/F, i, n)$ 。因此,式(2.9)也可表示为 $A = F(A/F, i, n)$ 。

【例 2.7】 某厂准备积累一笔福利基金,用于 3 年后建造职工俱乐部。此项投资总额为 200 万元,银行利率 12%,问每年末至少要存款多少万元?

【解】 由式(2.9)可以得出:

$$A = F \left[\frac{i}{(1 + i)^n - 1} \right] = 200 \times \left[\frac{12\%}{(1 + 12\%)^3 - 1} \right] = 59.27(\text{万元})$$

即每年末至少要存款 59.27 万元。

3) 等额年金支付现值公式

等额年金支付现值公式也称年金现值公式(已知 A , 求 P)。其含义是在研究周期内每年等额收支一笔资金 A , 在折现率为 i 的情况下,求此等额年金收支的总现值总额。其

现金流量图如图 2.5 所示。由式(2.7)和式(2.8)得:

$$\begin{aligned} P &= A \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i} \times \frac{1}{(1 + i)^n} \\ &= A \times \frac{(1 + i)^n - 1}{(1 + i)^n i} \end{aligned} \quad (2.10)$$

图 2.5 普通年金现值流量图

式(2.10)中,系数 $\frac{(1 + i)^n - 1}{(1 + i)^n i}$ 称为等额支付现值

系数,记为 $(P/A, i, n)$ 。因此,式(2.10)也可表示为 $P = A(P/A, i, n)$ 。

【例 2.8】 为在未来 15 年中的每年年末回收资金 8 万元,在年利率为 8% 的情况下,现需要向银行存入多少万元?

【解】 已知 $A = 8$ 万元, $i = 8\%$, $n = 15$ 年,求 P 。由年金现值公式(2.10)得:

$$P = A(P/A, i, n) = 8 \times (P/A, 8\%, 15) = 65.95(\text{万元})$$

即现在应向银行存入 65.95 万元的资金。

4) 等额支付资金回收公式

等额支付资金回收公式是在期初一次投入资金数额为 P , 欲在 n 年内全部收回,在折现率为 i 的情况下,求每年年末应等额回收的资金 A ,其计算公式可由等额年金支付现值公式得出:

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (2.11)$$

式(2.11)中,系数 $\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ 称为资金回收系数,记为 $(A/P, i, n)$ 。因此,式(2.11)也可表示为 $A = P(A/P, i, n)$ 。可证明资金回收系数与偿债基金系数之间存在如下关系:

$$(A/P, i, n) = (A/F, i, n) + i \quad (2.12)$$

【例 2.9】 某工程项目初始投资 100 万元,预计年投资收益率为 15%,问每年年末至少要等额回收多少万元资金,才能在 5 年内将全部投资收回?

【解】 已知 $P = 100$ 万元, $i = 15\%$, $n = 5$ 年,求 A 。由资金回收公式(2.11)可得:

$$A = P(A/P, i, n) = 100 \times (A/P, 15\%, 5) = 29.83(\text{万元})$$

即每年至少应等额回收 29.83 万元,才能将全部投资收回。

2.2.3 变额现金流量序列公式

每期收支数额不相同的现金,这种现金流量序列称为变额现金流量序列。变额现金流量序列是经常发生的。按照现金流量的变化规律,可分为两种情况:一是一般情况,即变额现金流量序列无规律可循;二是特殊情况的变额现金流量序列。按照变额现金流量序列的规律又可分为等差、等比(或等百分比)两种情况。

2.2.3.1 一般变额现金流量序列的终值和现值

若每期期末的现金收支数额不等,且无一定的规律可循,可利用一次支付的终值公式 $F = P(1+i)^n$ 和现值公式 $P = F(1+i)^{-n}$ 分项计算后求和。

例如,有一变额现金流量序列,各期末现金流量分别为 $K_1, K_2, \dots, K_{n-1}, K_n$, 如图 2.6 所示,分别求其现值资金总额和终值资金总额。现值资金总额以 K_P 表示,终值资金总额以 K_F 表示,则:

$$K_P = \frac{K_1}{(1+i)} + \frac{K_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{K_{n-1}}{(1+i)^{n-1}} + \frac{K_n}{(1+i)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{K_t}{(1+i)^t} \quad (2.13)$$

$$K_F = K_1(1+i)^{n-1} + K_2(1+i)^{n-2} + \dots + K_{n-1}(1+i) + K_n = \sum_{t=1}^n K_t(1+i)^{n-t} \quad (2.14)$$

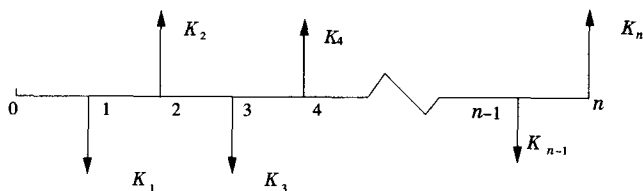


图 2.6 一般变额支付现金流量

式(2.13)及式(2.14)中的 K_t 是有正负之分的,为表示方便而未标出。

【例 2.10】 某工程要求建成投产前的投资总额不能超过 3 000 万元,3 年建成。按计划分配,第 1 年投资 1 200 万元,第 2 年投资 1 000 万元,第 3 年投资 800 万元,贷款年