

高职高专工程造价(经济)专业系列规划教材

# 工 程 经 济 学

时 思 主 编  
郝家龙 王佳宁 副主编

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 提 要

本书系统地介绍了工程经济学的基本原理、基本知识、经济分析方法及其在工程中的应用,并列举了大量工程设计、施工及工程项目运营中的经济分析案例。主要内容有:资金等值计算,融资分析,工程经济要素,工程经济分析与评价的基本方法,不确定性分析,价值工程原理,建设项目的财务评价、国民经济评价、社会评价和可行性研究,设备更新的工程经济分析,以及经济评价的综合案例。每章后面均附思考题或习题,并附习题参考答案及解题要点。根据教学内容的要求,各主要章节还编了30~60分钟的模拟自测题及参考答案,以便学生复习、自学和自测。

本书主要作为工程造价(经济)专业、工程监理专业、建筑工程专业、公路工程专业、市政工程专业、项目管理专业等工程管理类和土木工程类专业的高职高专教材,也可作为工程规划、管理、投资决策咨询、设计、施工等单位 and 部门的工程技术、工程经济和经营管理的专业技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

工程经济学/时思主编. —北京:科学出版社,2004  
(高职高专工程造价(经济)专业系列规划教材)  
ISBN 7-03-013703-5

I. 工… II. 时… 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058520号

---

责任编辑:童安齐 / 责任校对:钟 洋  
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方上林工作室

**科 学 出 版 社** 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004年7月第一版 开本:B5(720×1000)

2006年7月第三次印刷 印张:17 3/4

印数:6 001—9 000 字数:340 000

**定价:23.00元**

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

# 《高职高专工程造价(经济)专业系列规划教材》

## 编委会

主任 张 伟

副主任 沈养中 刘晓敏 王伯林 王耀新  
童安齐

委员 (以姓氏笔画为序)

马 江 王付全 王振武 史商于  
刘 钦 刘宝莉 曲玉凤 沈 建  
时 思 李志成 李社生 杨师斌  
杨映芬 陈茂明 洪树生 赵玉霞  
夏清东 龚健冲

# 前 言

本书主要针对工程造价(经济)等专业的工程技术经济课程的基本要求,结合高职高专教学改革的成果及经验而编写。其目的是为工程造价(经济)专业的主干专业技术基础课程“工程经济学”提供一部从高职高专的培养目标出发,适应教学需要,既能反映现代工程项目建设和管理的发展方向和要求,又能突出、强化学生应用能力和动手能力的具有针对性的教材,使学生掌握工程经济学的基本原理和常用分析方法,初步具备从事建设项目的可行性研究及分析评估的技能和基础。

本教材在结构编排和内容取舍上突出了以下特点:

(1) 全程性。21 世纪的工程建设项目管理是投资者从决策开始到项目建成后运营的全过程的管理,本书力求为学生提供一种完整的工程建设的概念和认识。

(2) 系统性。本教材弥补了高职高专工程造价(经济)专业系列教材中各教材之间内容重复多、知识陈旧、不便教学的缺陷。本书内容顺序合理,思路清晰,概念准确,章节结构紧凑,重点突出,信息量大,配套性好,前后呼应,融为一个完整的知识体系。

(3) 可操作性。工程经济学是一门应用性很强的学科,本书从这一目标出发,在内容和实例分析方面,注重与工程实际相结合,以提高学生的工程实际应用能力为主线,重视培养学生的工程能力素质和动手能力。编者将多年的教学和科研成果融入了教材,吸收并反映了国内外的成果、先进经验和先进思想,体现“讲”、“练”结合的理念。书中列举的大量具有工程背景的实例,力求体现我国在工程项目建设和工程经济评价中的现实做法,具有较强的实用性、可读性和可操作性。同时,从教学考虑,教师可根据学时多少和培养标准要求取舍相关内容。

(4) 新颖性。教材补充了以往此类教材较少涉及的项目融资分析、建设项目的社会评价等内容,并以经济评价案例自成一章,体现了工程建设项目现实发展的方向和实际做法。

本书具体编写分工如下:时思撰写第一、三、四章,郝家龙撰写第二、七章,王佳宁撰写第八、九章,蒋军虎撰写第六章,孙凤艳撰写第五章。全书由时思统一定稿和撰写各章提要。昆明理工大学侯开虎教授、杜葵教授担任主审。

如采用本书作为教材,建议教学时数为 45~ 60 学时。对于本课程教学时数为 30 学时左右的某些专业,可重点讲授前三章的原理部分和相关章节,使学生掌握本学科的基本理论和基本方法。

本书在撰写过程中参阅了大量的文献资料,在此谨向它们的作者表示衷心的感谢。

由于作者的水平有限,书中出现的疏忽、错误之处,敬请读者批评指正。

# 目 录

## 前言

第一章 工程经济学的研究对象和特点	1
1.1 工程技术与经济	1
1.2 工程经济学的研究对象和特点	3
思考题	6
第二章 资金等值计算与融资分析	7
2.1 资金等值原理	7
2.2 资金的等值计算	11
2.3 工程经济要素	21
2.4 项目融资	29
习题	41
模拟自测题	41
第三章 工程经济分析与评价的基本方法	44
3.1 静态评价方法	45
3.2 动态评价方法	50
3.3 投资方案的类型与评价方法	67
3.4 不确定性分析	76
习题	94
模拟自测题	98
第四章 价值工程	101
4.1 价值工程的基本概念及其特征	101
4.2 价值工程的工作程序与方法	105
4.3 价值工程的应用	120
思考题	124
习题	124
第五章 建设项目的财务评价	127
5.1 财务评价概述	127
5.2 财务评价主要基础数据的确定、估算与分析	132
5.3 财务评价的基本报表	136
5.4 案例分析	142
习题	153

<b>第六章 建设项目国民经济评价与社会评价</b> .....	159
6.1 国民经济评价概述 .....	159
6.2 国民经济评价的费用与效益 .....	163
6.3 国民经济评价的重要参数 .....	170
6.4 国民经济效益评价及指标 .....	178
6.5 社会评价简介 .....	183
习题.....	191
<b>第七章 设备更新的工程经济分析</b> .....	192
7.1 设备更新概述 .....	192
7.2 设备的经济寿命 .....	198
7.3 新添设备的优劣比较 .....	202
7.4 设备更新方案的经济分析 .....	210
习题.....	215
模拟自测题.....	216
<b>第八章 建设项目的可行性研究</b> .....	219
8.1 建设项目概述 .....	219
8.2 可行性研究概述 .....	222
8.3 可行性研究的阶段划分 .....	227
8.4 可行性研究报告的格式与内容要点 .....	229
思考题.....	231
<b>第九章 经济评价案例</b> .....	233
9.1 项目概述 .....	233
9.2 基础数据 .....	233
9.3 财务评价 .....	238
9.4 评价结论 .....	241
附表.....	243
<b>附录 间断复利表</b> .....	257
<b>参考文献</b> .....	273

# 第一章 工程经济学的研究对象和特点

本章首先介绍了工程经济学的性质,并对贯穿全书的基本思想进行了论述,指出工程经济学是一门研究工程建设技术领域的经济问题和经济规律的边缘学科,它从项目经济性的角度出发,通过分析、计算、比较和评价,优选出技术上可行、经济上有利的方案,为项目的投资决策提供科学依据。通过本章的学习,使学生理解工程经济学的基本概念以及工程技术与经济的关系,了解本课程的基本任务和基本内容,以及工程经济学的发展简况。

## 1.1 工程技术与经济

### 1.1.1 工程经济学的概念

现代科学技术的发展有两个特点,一是向纵深发展,形成许多的分支科学;二是向广度进军,形成许多的边缘学科。工程经济学(Engineering Economics)也称技术经济学(Technical Economics),就是介于自然科学和社会科学之间的边缘科学,它是根据现代科学技术和社会经济发展的需要,在自然科学和社会科学的发展过程中互相渗透、互相促进,逐渐形成和发展起来的,是工程技术学科和经济学科交叉的边缘学科。在这门学科中,工程技术是基础,经济则处于支配地位。

工程技术和科学不同,工程技术是科学的应用。科学家的目的在于增加人类已经积累起来的系统的知识,发现宇宙间的各种规律。对于工程技术人员来说,掌握知识本身并不是目的,知识只是构建、制造各种系统的结构、过程时所需的素材或原材料当中的一种,这些运动系统的客观效果要通过经济方法和经济尺度去评价和检验。因此,可以说科学是认识和发现,技术是创造和发明。

实际上,工程经济学的产生正是为了从经济角度解决对技术方案的选择问题,这也是工程经济学区别于其他经济学的显著标志。因此,工程经济学是一门研究工程技术领域经济问题和经济规律的科学,即为实现一定投资目标和功能,提出在技术上可行的各种技术方案,从经济性的角度出发,研究如何进行计算、分析、比较和评价。它又是以工程技术为主体,以技术经济系统为核心,研究如何优选出技术上可行、经济上有利的方案,为正确的投资决策提供科学依据的一门应用性经济学科。

## 1.1.2 工程技术与经济的关系

### 1. 工程技术的概念

这里的工程技术是广义的,是指人类利用和改造自然的手段和方法。它不仅包含劳动者的技艺,还包括部分取代这些技艺的物质手段。因此,工程技术是包括劳动工具、劳动对象等一切劳动的物质手段(硬技术)和体现为工艺、方法、程序、信息、经验、技巧和管理能力的非物质手段(软技术)。从另一个角度来分,又可将技术分为自然技术和社会技术。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。

工程技术作为人类利用和改造自然的手段和方法,除了技术的应用特征外,它的经济目的性也是十分明显的。对于任何一种技术,在一般的情况之下,都不能不考虑经济效果的问题。脱离了经济效果的标准,技术是好、是坏、是先进、是落后,都无从加以判断。

此外,工程技术的先进性表现在两个方面,一方面是能够创造原有技术所不能创造的产品或劳务,比如宇航技术、海洋技术、微电子技术、新材料、新能源等等;另一方面是能用更少的人力、物力和时间,创造出相同的产品或劳务。

综上所述,工程技术是为实现投资目标的系统的物质形态技术、社会形态技术和组织形态技术等,这里不仅包括相应的生产工具和物资设备,还包括生产的工艺过程或作业程序及方法,以及在劳动生产方面的经验、知识、能力和技巧。

### 2. 经济的概念

工程经济学中的“经济”,主要是指在工程建设的寿命周期内为实现投资目标或获得单位效用而对投入资源的节约。

随着科学技术的进步和社会经济的发展,人们在生产实践中越来越体会到工程经济的重要性。因为很多重大工程技术的失误不是由于科学技术上的原因,而是经济分析上的失算。如英法两国联合试制的协和号超音速客机在技术上完全达到了原来的设计要求,是世界上最先进的客机。但是由于它耗油量太大,噪声太响,尽管速度快,但并不能吸引足够的客商,由此蒙受了极大的损失。这是国际上公认的重大工程技术失误的一个例子。因此,一个优秀的工程师不仅要对他所提出的方案的技术可能性负责,也必须对其经济合理性负责,这就要求他掌握工程经济学所探讨的客观规律和所体现的这种思想方法以及经济意识。

### 3. 工程技术和经济的关系

技术实践活动常常要面临两个彼此相关且至关重要的环境,一个是技术环境,另一个是经济环境。技术环境是社会生产活动的基础,经济环境是物质环境的服务对象。在技术环境中,只有遵循自然科学的规律,才能保证生产出高质量的产品和提供满意的服务。但是,产品和服务的价值取决于它们带给人们的效用,效用大小

往往要用人们愿意为此付出的金钱来衡量,不论技术系统的设计多么精良,如果生产出的产品和劳务不受消费者的青睐,这样的技术系统的经济效果就会很低。由此看来,技术兼有自然科学和经济学两方面的特性,技术人员只有了解经济环境,懂得经济规律才能卓有成效地工作。

经济环境和技术环境是密不可分的,它们相互依存,协调发展,联接两者的纽带就是技术实践活动,两者之间存在着以下关系:

#### (1) 技术进步是经济发展的重要条件和手段

世界上不存在没有技术基础的经济发展。技术进步极大地改变了生产中的劳动手段和方式,改善了劳动条件和环境,使人们在广度和深度上更合理地利用自然资源,加速了信息的流通,造就了发达的商品经济体系,推动了社会经济的发展。

#### (2) 经济环境是技术进步的物质基础

技术进步是有前提和条件的,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起的,并在一定的社会经济条件下得以推广和应用。实践业已雄辩地证明,一个国家、一个行业、一个企业的技术选择和技术发展,在很大程度上将受其经济实力的制约。

#### (3) 工程技术与经济必须协调发展

技术与经济之间的关系可能会出现两种情况:一种情况是技术进步通常能推动经济的发展,技术与经济是协调一致的;另一种情况是,先进的技术方案有时会受到自然、社会条件以及人等因素的制约,不能充分发挥作用,实现最佳经济效果,技术与经济之间存在着矛盾。工程经济学的任务就是研究工程技术方案的经济性问题,建立起工程技术方案的先进性与经济的合理性之间的联系桥梁,使两者能够得到协调发展。

#### (4) 经济的发展为技术的进步提出了新的要求和方向

社会经济的发展和人类需求增长,对于生产和生活提出了更高的要求。

## 1.2 工程经济学的研究对象和特点

### 1.2.1 工程经济学的研究对象

20世纪初,纽约电话公司总工程师 John J. Carty 在审查提交给他的许多工程建议书时,总是要问下面 3 个问题:

- 1) 究竟为什么要干这个工程?
- 2) 为什么要现在干这个工程?
- 3) 为什么要以这种方式干这个工程?

第一个问题可以延伸为是否可以执行另一个新的工程建设方案? 现在项目是否应当扩大、缩小或报废? 现行标准和生产流程是否要加以修改? 第二个问题可以

延伸为现在是按超过要求的更高生产能力来建设,还是仅用足够的生产能力来及时满足预期的需要?投资的费用及其他条件是否利于现在这个工程?第三个问题可以延伸为有没有其他可行的方式?这些方式哪种更经济?

他所提到的问题是人们在工程技术活动中常遇到的一些问题,工程经济学的研究对象就是解决这类问题的方案和途径。传统工程经济学面对的主要是这类微观技术经济问题,例如某项工程的建设问题、某企业的技术改造问题、某技术措施的评价问题、多种技术方案的选择问题等。随着社会和经济的发展,现代工程经济学面对的问题越来越广泛,从微观的技术经济问题延伸到宏观技术经济问题,如能源问题、环境问题、疫情防治问题、资源开发利用问题、网络安全问题、国家的经济制度与政策问题。工程经济学解决问题的延伸产生了新的工程经济分析的方法,丰富了工程经济学的内容,但不应将工程经济学的研究对象与这些问题的经济研究完全等同起来,工程经济学也无法解释这些问题的所有经济现象,它着重解决的是如何对这些问题进行经济评价和分析。正如前文所述的那样,这是工程经济学区别于其他经济学的一个显著特征。

### 1.2.2 工程经济学的特点

工程经济学与其他学科相比具有以下特点:

#### 1. 立体性

从自身的内容构成上说,工程经济学是由工程技术学科、经济学科以及管理学科互相交叉结合而形成的综合性边缘学科,是一门学科采用另一门学科的理论和方法,或涉及各学科的不同内容“整合”而成新学科,因此它具有边缘学科的特点。但工程经济学又不同于上述任何一门学科,它不研究自然规律,它的任务不是去进行技术发明和创造;同样也不研究经济规律,不去探索或发现新经济理论和方法;而是以自然规律为基础,以经济科学为理论指导和方法论,对成熟的技术、技术政策、技术措施进行经济性分析、比较和评价。

从研究的范围来讲,工程经济学的研究涵盖了工程建设经济活动中所有领域,既涉及微观企业(包括产品、设备等)、中观产业,宏观制度等各个层次,又涉及工程建设项目的初期、中期、后期等各个阶段。

从研究的方法来看,任何技术经济问题都是由若干因素组成的有机整体。当进行方案决策时,需要从整个系统的技术经济效果出发,求得技术方案在全过程的整体最优化。因此,系统观点和系统分析方法是工程技术经济研究中非常重要的观点和方法。

所以说工程经济学是一门立体学科。例如,项目评价和可行性研究涉及市场理论、方案优选理论、价格理论、会计理论、福利经济学理论等,还涉及工程建设的各个阶段以及自然、社会、经济和文化环境等诸方面的条件。

## 2. 实用性

工程经济学之所以具有强大的生命力就在于它非常实用。工程经济学研究的课题,分析的方案都来源于生产建设实际,并紧密结合生产技术和经济活动进行,而它的分析和研究成果又都直接用于并指导生产实践。

## 3. 定量性

工程经济学的研究方法是定量计算与定性分析相结合,以定量分析为主。即使有些难以定量的因素,也要予以量化估计。

## 4. 比较性

世上万物只有通过比较才能辨别孰优孰劣。经济学研究的实质是进行经济比较。工程经济分析通过经济效果的比较,从众多可行的技术方案中选择满意的可行方案。

## 5. 预测性

工程经济分析活动大多在事件发生之前进行。对将要实现的技术政策、措施、方案进行预先的分析评价选优。因此首先要进行技术经济预测。通过预测,使技术方案更接近实际,避免盲目性,尽量减少决策的失误。

此外,工程经济的预测性主要有两个特点:①尽可能准确地预见某一经济事件的发展趋向和前景,充分掌握各种必要的信息资料,尽量避免由于决策失误所造成的经济损失;②预见性包含一定的假设和近似性,它只能要求对某项工程或某一方案的分析结果尽可能地接近实际,而不能要求其绝对的准确。

### 1.2.3 学习工程经济学的意义

最早讨论工程经济学的一本著作是1887年威灵顿所著的《铁路选线的经济理论》<sup>[14]</sup>。很明显,铁路的线路选择是一个包含有多条线路的建设方案的选择问题。然而,作为铁路工程师的威灵顿却注意到,许多选线工程师几乎完全忽视了他们所作的决策对铁路未来运营费用和收益的影响。在他的著作中,他辛辣地写道:“……月薪150美元的少数低能之辈(因选线错误)可以使为数众多的镐、铲和机车头干着徒劳无益的活。”而提出相对价值的复利模型的戈尔德曼教授在他的著作《财务工程学》中也提到“有一种奇怪而遗憾的现象,就是许多作者在他们的工程学书籍中没有或很少考虑成本问题。实际上,工程师的最基本责任是分析成本,以达到真正的经济性,即赢得最大可能数量的货币,获得最佳财务效益”。曾任世界生产力科学联合会主席的J.L.里格斯教授在他的著作《工程经济学》中写道:“工程师的传统工作是把科学家的发明转变为有用的产品。而今,工程师不仅要提出新颖的技术发明,还要能够对其实施的结果进行熟练的财务评价。现在,在密切而复杂地联系着的现代工业、公共部门和政府之中,成本和价值的分析比以往更为细致、更为广泛(如工人的安全、环境影响、消费者保护)。缺少这些分析,整个项目往往很容易成为一种负担,而收益不大。”显然,工程经济学家们是把工程经济学作为一门为工程

师准备的经济学而创立的一门独立的经济学。这就是为什么工程类专业的学生要学习工程经济学的原因。

工程师不同于其他就业者,他所从事的工作是以技术为手段,把自然资源(矿物、能源、农作物、信息、资金等)转变为有益于人类的产品或服务,满足人们的物质和文化生活的需要。这里技术的应用性是十分明显的。此外,技术具有明显的经济目的性,而技术生存的基础又是经济性的(资源的稀缺性),正如前文强调的工程(技术)与经济之间的关系那样。工程师的任何工程技术活动,包括工程管理者的决策和管理的职能等,都离不开经济,任何计划和生产都应被财务化,最终都导向经济目标,并由经济尺度去检查工程技术和工程管理活动的效果。因此,工程师必须掌握基本的工程经济学原理并付诸实践。要求工科专业学生学习工程经济学的目的是帮助他们掌握技术方案的经济分析与决策方法,使他们树立经济意识。

### 思 考 题

- 1.1 工程经济学的概念是什么?
- 1.2 为什么在技术实践活动中要讲求经济效果?
- 1.3 试述工程技术与经济的内涵及其相互关系。
- 1.4 简述工程经济学的研究对象和特点。
- 1.5 为什么要学习工程经济学?

## 第二章 资金等值计算与融资分析

在工程项目的研究与论证中,资金的时间价值是不可或缺的一个重要因素。工程经济学是要解决工程建设项目方案的决策问题,资金时间价值理论及其计算方法是它的理论基础和重要的经济分析工具。在进行工程经济分析时,首先要确定工程技术方案的各种经济要素,并准确计算建设项目的现金流量。此外,作为工程项目的建设方,为了规避融资项目风险,还要根据自身条件进行项目融资,选择融资的渠道和方式,降低融资成本。本章旨在介绍资金时间价值的定义、资金等值计算的原理、现金流量及现金流量图、各种利率的含义、工程经济要素、融资分析与融资风险等。

### 2.1 资金等值原理

任何工程项目的建设及运行及其技术方案的实施都有一个时间上的延续过程。对于投资主体来讲,资金的投入与收益的获取往往构成一个在时间上有先后的现金流量序列,简单的静态经济评价并不能对工程项目的经济效益做出准确的评价,因为资金是有时间价值的,不仅不同时点的等额度的资金和相同时点的不同额度的资金价值不相等,即使相同时点相同额度的资金价值也不一定相等。例如,现在的10 000元与一年后的10 000元在价值上是不会等同的。因为如果不考虑通货膨胀和风险因素,设年利率为2%,以单利计算,现在的10 000元要等于一年后的10 200元,这多出来的200元,就是10 000元钱一年的时间价值。因此,要客观地评价一个工程项目的经济效果,必须要考虑资金的时间价值。

#### 2.1.1 资金时间价值的概念

##### 1. 资金时间价值的定义

资金的时间价值也称为货币的时间价值,是指一定量的货币作为社会资本在生产与流通领域经过一定的时间之后,就会带来利润,使自身得到增值的性质。这种增值,并不意味着货币本身能够增值,而是指资金代表一定的物化产物,在生产与流通中与劳动相结合,产生的价值的增加。因此,可将资金的时间价值定义为资金在生产和流通过程中随着时间推移而产生的增值。实质上,资金的时间价值就是其纯收益(pure reward)或利息(interest)。在资本主义社会里,资本所有者认为,资本具有净生产率,即一定量的资本在一定的时期用于投资项目(或存入银行)会带

来收益,净收益( $\Delta CAP$ )与资本量( $CAP$ )之比,称为资本的净生产率,即: $r = (\Delta CAP / CAP) \times 100\%$ ,也就是资金的时间价值率。应当注意的是,资金或货币的时间价值,实质上是人们对于以货币表现的资本或资金与其带来的价值增值之间一种量的关系的认识,承认这种关系并不是说承认时间价值是由货币本身创造的,资金的时间价值是由社会劳动创造的。

## 2. 资金时间价值的度量

资金的时间价值表示为一定量的资金在一定时间内所带来的利息或纯收益,它们都可以作为使用资金的报酬。利率与收益率就是资金的价格,资金的时间价值具有两个表现形式:利息和纯收益或利率与收益率。利息和纯收益是衡量资金价值的绝对尺度,利率与收益率则是相对尺度。在技术经济分析中,利息与收益是不同的概念,一般把银行存款获得的资金增值称为利息;把资金用于投资所得的资金增值称为收益。所以,研究某项工程投资的经济效果时,经常使用收益或收益率这样的概念,在计算分析资金信贷时,则使用利息与利率的概念。显然,这两个概念是由于资金用途不同而产生了内涵上的差别。

## 3. 资金时间价值的决定因素

衡量资金时间价值的尺度就是一一定量的资金在一定时间内所带来的利息或净收益。一般情况下,我们以银行利率表示资金的价格。决定资金时间价值的因素也就是影响利率的因素,主要有以下几个:

### (1) 社会平均利润率

一般情况下,利率水平比照社会平均利润率来确定,但要略低于之。社会平均利润率高,利率水平就会高一些,资金的时间价值也就比较大,反之,社会平均利润率低,利率水平就会低一些,相应地,资金的时间价值就比较小。

### (2) 信贷资金的供求状况

信贷资金的供求关系是决定资金时间价值的一个重要因子,在货币市场上,供求规律同样在起着价格调节的作用,信贷资金供大于求,利率下降,资金时间价值降低;供小于求,利率上升,资金时间价值增大。

### (3) 预期的价格变动率

价格预期看涨,意味着货币的实际购买力下降,也就是讲,货币将来要贬值,当然,资金时间价值减小;而价格预期看跌,则资金时间价值增大。

### (4) 社会经济运行周期

在经济繁荣与增长时期,由于企业投资利润率较高,所以,一方面社会平均利润率提高,另一方面投资需求增加,对资金需求量增加,两种因素的综合作用,使利率上升较大,资金时间价值增大;在经济萧条与危机时期,社会平均利润率下降,投资减少,资金需求减小,利率下降,资金时间价值减小。

### (5) 税率

税率会增加经营成本,相对地会减少投资的报酬,所以,它是资金时间价值的相抵因素。提高税率会减少社会的投资需求,导致利率降低;降低税率会减少经营成本,增加企业的利润,因此,会影响社会的投资需求,使利率提高。

### (6) 国际利率水平

国际间资本的流动主要看不同国家之间的汇率水平,它对资金的时间价值的影响比较复杂,总体讲来,汇率降低,有利于出口,增加国内的投资,使国内投资需求增加,导致利率上升,资金时间价值增大。

## 2.1.2 现金流量与现金流量图

### 1. 现金流量的概念

一个建设工程项目的实施,往往要延续一段时间,在项目寿命期内,各种资金收入和支出的数额和时间都不尽相同,我们将项目的实际支出称为现金流出,而将资金的收入称为现金流入。同一时点上现金流入与现金流出的代数和称为净现金流量(net cash flow)。现金流量是指在拟建项目和整个项目计算期内各个时点上实际所发生的现金流入、现金流出,以及净现金流量的序列(不包括逐年摊入产品成本的折旧费、摊销费以及所评价投资项目借款的利息),它是进行工程项目决策评价的主要根据和重要信息之一。现金流量有正负之分,正现金流量表示在一定建设时期内的净收入,它能够增加工程项目的货币资金,主要包括:营业收入、回收固定资产余值、回收流动资金及其他现金流入量;而负现金流量则表示在一定建设时期内的净支出,它能够使项目的现实货币资金减少,包括:建设投资、流动资金投资、经营成本、各项税款及其他现金流出项目。

### 2. 现金流量图与现金流量曲线图

现金流量图是描述现金流量作为时间函数的图形,它表示资金在不同时间点流入与流出的情况,包括三个要素:大小、流向和时间点。现金流量图以横轴表示时间,向右延伸表示时间的延续,轴线等分为若干段,每一间隔表示一个计息期,在轴线的下方以数字 $0 \sim n$ 表示计息期,通常以年为计息单位,特殊情况也以月、季、半年为计息单位;与横轴垂直的箭线表示现金流入与流出,箭线的长短表示现金流量值的大小。现金流入划在横轴的上方,现金流出划在横轴的下方,箭线上注明的数字表明现金流量的金额,如图 2.1 所示。

图中, $P$ 表示发生在第0年(期)末或第1年(期)初的现金流出, $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ 表示第1、2、3、 $\dots, n$ 年(期)末的现金流入与流出。 $F$ 表示发生在未来某一时

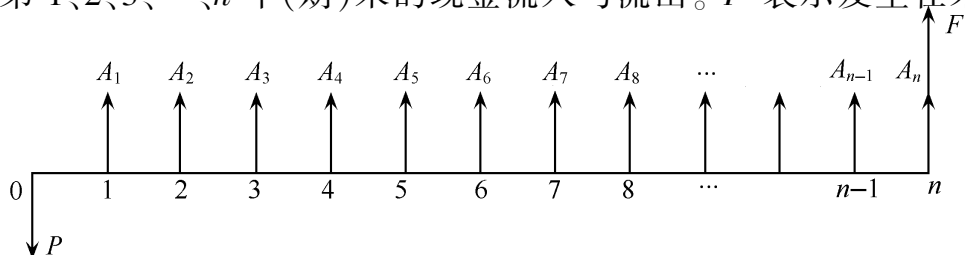


图 2.1 现金流量图

间的金额(本图指发生在第  $n$  期末的现金流)。现金流量图具有这样几个方面的作用:一是有助于阐述人们的经济观点;二是主要表示本单位与外单位的现金流量,而不包括本单位各部门的现金流量及折旧费、杂项开支等非实际现金流量;三是现金流量图是表示经济分析中一切现金流量信息的有效而明晰的方法,利用它便于查找、复核数据,可以减少计算利息时发生的误差。

当分析某一具体工程项目的现金流量时,经常还需绘制该工程项目从开始建设至寿命终结时的累计现金流量曲线图,即要把项目研究周期内将要发生的现金流量做出预计与测算(包括建设期各年发生的投资和投产后历年的销售收入和费用支出,以及经济寿命终结的残值),然后,把所有测算好的现金收支的结果绘制在时间坐标轴上,使分析计算者对项目在整个研究周期中的现金收支一目了然,便于校对,免出差错,如图 2.2 所示。

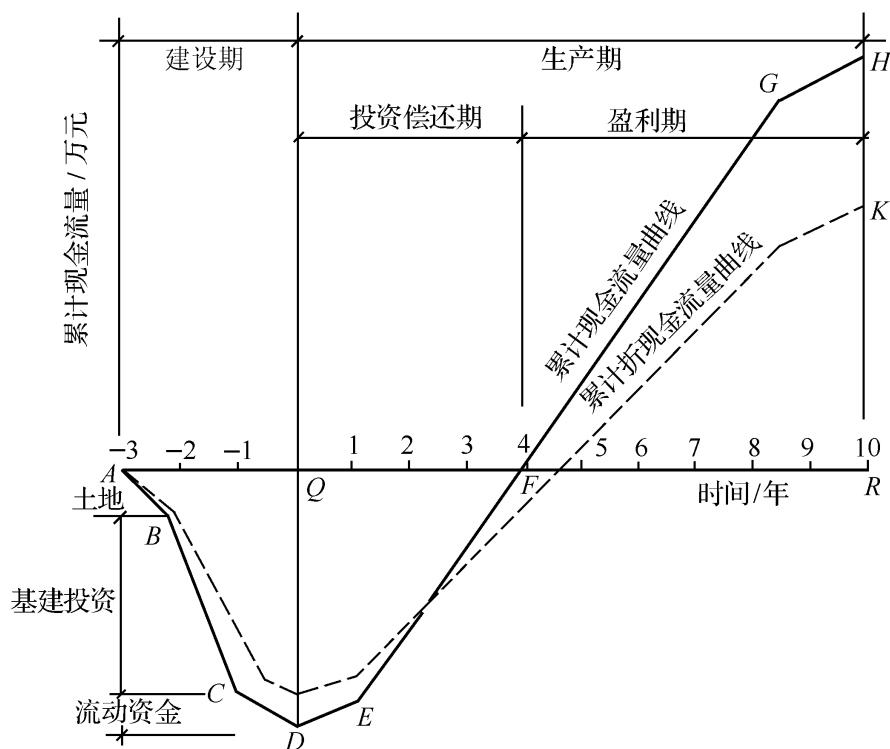


图 2.2 累计现金流量曲线图

$AR$  为工程项目活动寿命; $AB$  为前期费用(研究、开发、可行性研究、设计、土地); $BC$  为基建投资;  
 $CD$  为流动资金; $DE$  为试车合格产品销售收入; $EFGH$  为获利性生产; $F$  为收支平衡点;  
 $QD$  为累计最大投资额或累计最大债务

### 2.1.3 资金的时值、现值、终值、年金及折现

#### 1. 时值

资金的数值在每个计息期末是不等的。所谓资金的时值就是资金在其运动过程中处于某一时点上的价值。例如,当  $i = 2.5\%$  时,本金 1000 元,于 2000 年 1 月 1 日存入银行,那么在 2001 年 1 月 1 日,如果不考虑利息税,并以单利计息,一年计息一次,其时值 =  $1000(1 + 2.5\%) = 1025$  元,而在 2002 年 1 月 1 日其时值 =

$1\ 000(1+2\times 2.5\%)=1\ 050$ 元。

## 2. 现值

现值又称为初值,常用 $P$ 来表示。即在资金运动过程中,把未来一定时间收支的货币折算成计息周期开始时的数值。如前面讲的2000年1月1日时的1000元就是2001年1月1日时1025元的现值。

## 3. 终值

终值是指一笔资金在若干个计息期末的价值,即整个计息期的本利和,也称为未来值,常用 $F$ 来表示。如上述的2000年1月1日的一笔资金,其他条件同上。其在2001年1月1日的终值就是1025元;在2002年1月1日的终值是1050元。

## 4. 年金

年金是指一定时期内每次等额收付的系列款项,通常记作 $A$ 。年金的形式多种多样,在现实生活中经常可以涉及到,如保险费、租金、等额分期收款、等额分期付款以及零存整取储蓄等等,都是年金的形式。年金按其每次收付发生的时点不同,可分为普通年金、即付年金、递延年金、永续年金等。

## 5. 折现

折现也叫贴现,即把终值换算为现值的过程。贴现或折现所用的利率称之为折现率或贴现率。比如,为了在2005年1月1日得到1050元,利率为2.5%,单利计息,那么在2003年1月1日必须存入银行多少钱,就是一个已知终值求现值的资金运算,即贴现。

# 2.2 资金的等值计算

资金等值是指考虑时间因素后,不同时点不等额的资金在一定利率条件下可能具有相等的经济价值。如果利率或收益率一经确定,则可对资金的时间因素作定量的计算。比如,如果利率为4%,现在的1000元,一年以后将增加40元,本利和将为1040元,根据资金时间价值的观点,我们就不能认为一年后的1040元比现在的1000元多,而应视为是相当的,即等值的,这就是等值的涵义。影响资金等值的因素有三个:资金数额的大小、资金运动的时间长短及资金利率的大小。不同时点上数额不等的资金如果等值,则它们在任何相同时点上的数额必然相等。而所谓的资金等值折算就是在进行多个现金流量方案的比较时,由于每个方案的资金支出或收入发生的时间与数额不尽相同,因此,必须将每个方案的所有资金支出与收入以一定的资金时间价值率(利率)折算到某一规定的时间,在价值相等的前提下进行比较,这种折算称为等值计算,也叫资金的等值换算。它是工程技术经济分析、比较、评价不同时期资金使用效果的重要依据。

## 2.2.1 计息制度

### 1. 单利与复利

利息是资本所有者出让资本的使用权而获取的收益,换个角度讲,是因占有资金而支付的费用。出让资本所有权之所以能获取收益,出于三个方面的原因:一是通货膨胀。通货膨胀致使货币贬值,将来的等同数量的货币在经济价值上小于现在;二是风险因素。经济学上讲“两鸟在林不如一鸟在手”,意思指现在拥有的一笔货币比将来拥有更为可靠,所以资本所有者出让资本即时使用权,需要得到补偿;三是由于资本在运动中的增值。通过投资或经营活动,受让者获得了利益,而资本对利益的产生起着关键的作用。

利率是在规定时间内所支付的利息与本金之比,一般分为年利率、月利率、日利率三种。年利率常以百分数表示,如年息 3.975%,表示本金 100 元,一年到期利息为 3.975 元;月利率常以千分数表示,如月息 3‰,表示本金 1 000 元,一个月到期的利息为 3 元;日利率常以万分分数来表示,如日息 2/10 000,表示本金 10 000 元,一天的利息为 2 元。年利率、月利率和日利率之间的换算关系如下:

$$\text{年利率} = \text{月利率} \times 12 = \text{日利率} \times 360$$

$$\text{日利率} = \text{月利率} \div 30 = \text{年利率} \div 360$$

$$\text{月利率} = \text{年利率} \div 12 = \text{日利率} \times 30$$

资金具有时间价值,除风险与通胀因素外,更主要的原因在于资金转变为生产资料后,在劳动的作用下会产生超出投入的收入,即利润。正因为如此,有时将利息的含义扩展为利润,而利率就相当于利润率。当然,从广义上讲,把资金存入银行或借贷与他人也是一种投资。

利息的计算有三个要素:本金、时间和利率。本金可以是存款金额,也可以是贷款金额;时间就是存贷款的实际时间;利率就是规定的一定时间内利息与本金之比。利息计算的方法分为单利与复利两种。

所谓单利法是以本金为基数计算资金的利息,上期利息不计入本金之内,利息不再生息。支付的利息与占用资金的时间、本金及利率呈正比。其计算公式为

$$I = Pni \quad (2.1)$$

$$F = P(1 + ni) \quad (2.2)$$

式中: $I$ ——利息;

$F$ ——本利和或终值;

$P$ ——本金或现值;

$n$ ——计息期数或存贷期限,即资金占用的时间;

$i$ ——利率。

**【例 2.1】** 某储户将 1 000 元存入银行五年,年利率为 2.5%。求存款到期时的利息及本利和。

【解】 所得利息为

$$1\ 000\text{元} \times 5 \times 2.5\% = 125(\text{元})$$

因利息税为 20% ,扣出后实得利息

$$125 \times (1 - 20\%) = 100(\text{元})$$

本利和

$$F = 1\ 000 + 100 = 1\ 100(\text{元})$$

复利法是单利法的对称,即经过一定期间,将本金所生利息即本利和作为下一期计算利息的本金,逐期滚算。复利包括间断复利和连续复利,间断复利的计算公式如下:

$$F = P(1 + i)^n \quad (2.3)$$

【例 2.2】 某工程投资需贷款 10 万元,年利率为 2.5% ,5 年还清,求本利和。

【解】  $F = 10 \times (1 + 2.5\%)^5 = 11.314(\text{万元})$

$$I = 11.314 - 10 = 1.314(\text{万元})$$

单利法和复利法在计算利息时存在较大的差别。同样的利率和相同数额的本金,计息时间相同,而利息则是不相等的,复利的利息要大于单利的利息,而且时间越长,差别越大。由于利息是资金时间价值的体现,而时间是连续不断的,所以利息也可不断地发生。从这个意义上讲,复利计算方法比单利计算方法更能体现资金的时间因素,也更符合客观实际,因此,国外普遍采用复利法来计算资金的时间价值,在国内的工程技术经济分析及评价中也大都采用此方法。在本章中介绍的资金的时间价值均以复利计算作为前提。

## 2. 名义利率与实际利率

许多情况下,我们研究讨论的利率是年利率,且假定每年复利一次,但实际上,复利的计息不一定是一年,有可能是季度、月或日,比如某些债券半年计息一次,有的抵押贷款每月计息一次,银行之间的拆借资金每天计息一次。当利率的时间单位与计息周期不一致时,在同样的年利率下,不同计息周期所得的利息不同,这是因为名义利率与实际利率不同所致。例如,每月存款利率为 3‰,则名义利率为  $3‰ \times 12 = 3.6\%$ ;而实际利率  $= (1 + 3‰)^{12} - 1 = 3.66\%$ 。

所谓名义利率是指按年计息的利率,即计息周期为 1 年;而实际利率是指按实际计息期计息的利率,又称有效利率。

对于一年内多次复利的情况,可采取两种方法计算时间价值。

第一种方法是将名义利率调整为实际利率,然后按实际利率计算资金的时间价值,其公式如下:

$$i = \left[ 1 + \frac{r}{m} \right]^m - 1 \quad (2.4)$$

式中: $r$ ——名义利率;

$m$ ——每年计息次数;

$i$ ——实际利率。

【例 2.3】某企业于年初存款 10 万元,在年利率为 10%,半年复利一次,到第 10 年末,该企业可得本利和多少?

【解】 其实际利率为

$$i = (1 + r/m)^m - 1 = \left[ 1 + \frac{10\%}{2} \right]^2 - 1 = 10.25(\%)$$

则

$$F = P(1 + i)^n = 10 \times (1 + 10.25\%)^{10} = 26.53(\text{万元})$$

第二种方法是不计算实际利率,而是相应调整有关指标,即利率变为  $r/m$ ,计息期数变为  $m \cdot n$  ( $n$  为计息年数),计算公式为

$$F = P(1 + r/m)^{m \cdot n} \quad (2.5)$$

上例用第二种方法计算本利和为

$$F = P(1 + r/m)^{m \cdot n} = 10 \left[ 1 + \frac{10\%}{2} \right]^{2 \times 10} = 26.53(\text{万元})$$

实际利率代表了所获得的实际效益,因而可用它来比较不同名义利率的效益。

【例 2.4】某工程项目为了筹集资金,决定向银行贷款,甲银行年利率为 16%,每年计息一次;乙银行年利率 15%,每月计息一次,试比较哪个银行的贷款对项目有利?

【解】 计算两银行的实际利率。

$$i_{\text{甲}} = 16\%$$

$$i_{\text{乙}} = (1 + r/m)^m - 1 = (1 + 15\%/12)^{12} - 1 = 16.075(\%)$$

显然,  $i_{\text{甲}} < i_{\text{乙}}$ ,故甲银行的贷款条件相较之乙银行对项目更有利。工程建设筹集资金应以从甲银行贷款。

在工程经济及技术分析中,计算资金的时间价值必须考虑通货膨胀率。同时,在方案的比较中要注意,当各方案的计息周期不同时,采用相同的计算期限和名义利率,也要将名义利率换算为实际利率后再进行计算和比较。

## 2.2.2 整付类型的等值换算公式

整付又称为一次性支付,是指所分析的现金流量无论是流入还是流出,均在某一时点上一次支付。对于所考虑的系统来讲,如果说在考虑资金时间因素的条件下,其现金流入恰恰能补偿其现金流出,则终值与现值是等值的。整付分为整付终值和整付现值两类。其典型的现金流量图如图 2.3 所示。

### 1. 整付终值公式

整付终值公式因采用的计息方法不同也分为两种,即单利的整付终值与复利的整付终值公式。

单利的整付公式为

$$F = P(1 + ni) \quad (2.6)$$

复利的整付公式为

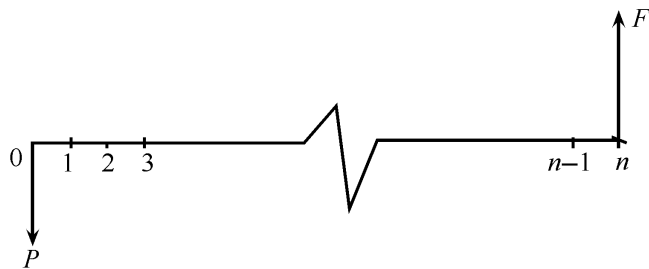


图 2.3 整付类型的现金流量图

$$F = P(1+i)^n \quad (2.7)$$

公式(2.7)表示在利率为  $i$  的条件下,现值与终值的等值关系。显然,  $F$  表示终值,  $P$  表示现值,式中的  $(1+i)^n$  称为一次支付终值系数,也称为一次支付复利因子,用符号  $(F/P, i, n)$  表示,可查复利系数表或直接计算取得。

**【例 2.5】** 一笔基建贷款 100 万元,年利率为 12%,试求其 5 年后的本利和。

**【解】** 以单利计算

$$F = P(1+ni) = 100 \times (1+5 \times 12\%) = 160(\text{万元})$$

以复利计算,查复利系数表得

$$(F/P, i, n) = 1.762$$

则

$$F = P(F/P, i, n) = 100 \times 1.762 = 176.2(\text{万元})$$

显然,两者有较大的差别。

## 2. 整付现值公式

整付现值公式就是已知终值求现值的资金等值计算公式,是一次支付终值公式的逆运算。同样,因计息方法不同,分为单利现值公式和复利整付现值公式。分述如下:

$$P = F/(1+ni) \quad (2.8)$$

$$P = F(1+i)^{-n} \quad (2.9)$$

公式(2.9)中的  $(1+i)^{-n}$  称为一次性收付款项的现值系数,记作  $(P/F, i, n)$ ,也称作一次支付现值系数。同样,可查表或计算得之。

**【例 2.6】** 某投资项目预计 6 年后可获得收益 800 万元,按年利率 12% 计算,其现值是多少?

$$\text{【解】 } P = F(1+i)^{-n} = 800 \times (1+12\%)^{-6} = 800 \times 0.5066 = 405.28(\text{万元})$$

### 2.2.3 等额分付类型

等额分付即等额序列现金流,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,现金流量的大小可以是不等的,也可以是相等的。当现金流序列是连续且相等的,则称之为等额现金流或年金,其特点是  $n$  个等额资金  $A$  连续地发生在每期。年金的形式多种多样,按其发生的时点不同,可分为普通年金、即付年金、递延年金、永续年金等几种。普通年金是

指在一定时期内每期期末等额收付系列款项;即付年金是指发生在每期期初的等额收付的系列款项;递延年金是指第一次收付款项发生时间不在第一期期末,而是隔若干期后才开始发生在相应期期末的系列款项;永续年金是指无限期等额收付的系列款项。从概念可以看到,即付年金和普通年金的区别在于发生的时间不同,即付年金发生在期初,普通年金发生在期末,而递延年金和永续年金显然是普通年金的特殊形式。在本章我们介绍的年金是普通年金,即在一定时期内每期期末等额收付的系列款项。其现金流量图见图 2.4。

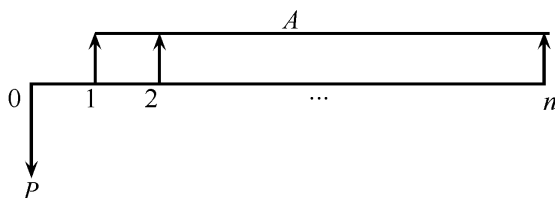


图 2.4 普通年金现金流量图

等额分付计算公式有年金终值公式、偿债(存储)基金公式、年金现值公式、资金回收(还原)公式四个类型,下面分别加以介绍。

### 1. 年金终值公式

年金的终值犹如等额零存整取的本利和,它是一定时期内每期期末收付款项的复利终值之和,其计算公式为

$$F = A (F/A, i, n)$$

式中:  $(F/A, i, n)$ ——年金终值系数或年金终值因子,可直接查表得之。

下面介绍  $(F/A, i, n)$  的计算。

已知年金为  $A$ , 即每期(假若以年为单位)期末收付的款项为  $A$  元, 利率为  $i$ , 总期限为  $n$  年, 现金流量如图 2.4 所示。

首先, 将各年的支出  $A$  用一次支付复利公式分别计算其到  $n$  年年末的终值, 第一年年末的终值为  $A(1+i)^{n-1}$ ; 第二年年末的终值为  $A(1+i)^{n-2}$ ; ... 第  $n-1$  年的终值为  $A(1+i)$ ; 第  $n$  年的终值为  $A$ , 上述各项的总和就是年金的终值, 故有

$$F = A(1+i)^{n-1} + A(1+i)^{n-2} + \Lambda + A(1+i) + A \quad (2.10)$$

这是一个等比数列, 两边同时乘以  $(1+i)$ , 得

$$(1+i)F = A(1+i)^n + A(1+i)^{n-1} + \Lambda + A(1+i)^2 + A(1+i) \quad (2.11)$$

令式(2.11)减式(2.10), 得

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

整理得

$$F = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] = A(F/A, i, n) \quad (2.12)$$

这里

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

**【例 2.7】** 建筑公司在建设某工程项目时,由于自有资金紧张,在 5 年内每年年末需向银行借款 100 万元,以保证项目的顺利完工,借款率为 10%,则该公司在第 5 年年末向银行应付的本利和是多少?

**【解】** 由公式(2.12),得

$$F = 100 \times (F/A, 10\%, 5) = 100 \times 6.1051 = 610.51 \text{ (万元)}$$

必须注意普通年金是在每期期末收付等额的资金,收付的时点是在每期期末,如果不注意这一点,在计算和运用的过程中就容易出错。

## 2. 偿债(存储)基金公式

偿债基金是指为了在未来偿还一定数额的债务,而预先需准备的年金。它是年金终值的逆运算,即已知未来某一时点的终值  $F$ ,求为在将来得到这样一笔货币资金每期应收付的等额的货币数额  $A$ ,其计算公式为

$$A = F \frac{i}{(1+i)^n - 1} = F(A/F, i, n) \quad (2.13)$$

式中:  $\frac{i}{(1+i)^n - 1}$  —— 偿债基金因子或系数,用符号  $(A/F, i, n)$  表示,可在复利系数表中直接查得。

下面举例说明偿债基金的计算问题。

**【例 2.8】** 某项目的资金收益率为 30%,为了在第 6 年末得到 100 万元资金,从现在起每年应将多少资金投入生产?

**【解】** 首先在复利系数表中查利率为 30%,期限为 6 年的偿债因子,得  $(A/F, i, n) = 0.07839$ ,代入公式(2.13)求得每年应投入的资金,即年金为

$$A = 100 \times 0.07839 = 7.839 \text{ (万元)}$$

## 3. 年金现值公式

年金的现值公式是用来研究如果考虑在资金时间价值因素的情况下,几年内系统的总现金流出或流入(当然是等额的),应等于第 0 期期末的多少货币量。即反映的是第 0 期期末的现金流出或流入和从第 1 期期末到第  $n$  期期末的等值关系,显然,其计算公式应为年金终值公式乘以  $(1+i)^{-n}$ 。

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \cdot (1+i)^{-n} = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] = A(P/A, i, n) \quad (2.14)$$

式中:  $(P/A, i, n)$  —— 年金现值系数或年金现值因子。同样,也可以在复利系数表中查得相应的年金现值系数。

**【例 2.9】** 有一项目建成后每年可收益 100 万元,项目的寿命周期为 10 年,如果折现率以年利率 8% 计,计算相当于交付使用时的货币值。

**【解】** 可直接查复利系数表中的  $i = 8\%$ ,  $n = 10$  的年金现值系数,得  $(P/A, 8\%, 10) = 6.71008$ ,则

$$P = A(P/A, 8\%, 10) = 100 \times 6.71008 = 671.008 \text{ (万元)}$$

#### 4. 资金回收公式

资金回收公式用于研究期初借到的一笔款项,在每个计息期末等额偿还本利和,求每期期末应偿还的数额。例如,房地产购买中的抵押贷款就是一个很好的例子。它的实质是已知  $P$ 、 $i$ 、 $n$ ,求  $A$ ,是年金现值的逆运算,其公式为

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = P(A/P, i, n) \quad (2.15)$$

式中:  $(A/P, i, n) = \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$  —— 资金回收系数或资金还原系数。

**【例 2.10】** 某建筑公司从银行借得 100 万元资金,年利率为 5%,要求在借款后的 5 年内,每年等额偿还本利和,求每年偿还的金额。

**【解】** 查表得

$$(A/P, i, n) = 0.23097$$

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = P(A/P, i, n) = 100 \times 0.23097 = 23.097 \text{ (万元)}$$

#### 2.2.4 变额分付类型

在经济活动中,收益经常是变化的,即不等额的,等额的现金流只是一种特殊情况。不等额现金流的现金流量如图 2.5 所示。

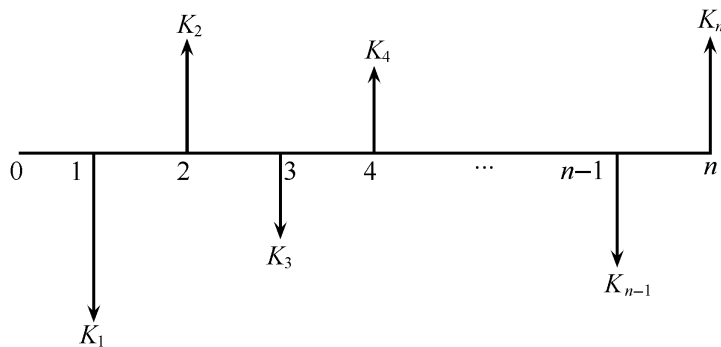


图 2.5 不等额现金流的现金流量图

其等值计算的一般公式分为终值计算公式和现值计算公式。

不等额支付的终值公式为

$$F = K_n + K_{n-1}(1+i) + \cdots + K_1(1+i)^{n-1} = \sum_{t=1}^n K_t(1+i)^{(n-t)} \quad (2.16)$$

显然,不等额支付的现值公式即为

$$P = \frac{K_1}{1+i} + \frac{K_2}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{K_n}{(1+i)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{K_t}{(1+i)^t} \quad (2.17)$$

注:公式(2.16)及公式(2.17)中的  $K_t$  有正负之分。

在工程建设中,每年的投资不一定会相等。因此,可利用上述公式将工程的计划投资额换算成现值,比较其工程预算投资的大小,进行投资决策;也可计算工程

的实际投资额,进行经济效果的评价。

【例 2.11】 一项工程预算为 3 000 万元,按工程进度,计划第一年年末投资 1 200 万元,第二年年末投资 1 000 万元,第三年年末投资 800 万元,建设银行贷款利率为 8%,计算工程投资的现值总额。

【解】 根据公式(2.17),该项工程投资现值总额为

$$\begin{aligned} P &= \frac{1200}{(1+0.08)} + \frac{1000}{(1+0.08)^2} + \frac{800}{(1+0.08)^3} \\ &= 1111.11 + 857.34 + 635.07 = 2603.52(\text{万元}) \end{aligned}$$

可见,工程建设实际所花的资金只有 2 603.52 万元,比预算要少 396.48 万元。可见缩短工程周期对降低工程建造成本有着相当重要的意义。

对于上例,也可计算其实际投资额

$$\begin{aligned} F &= K_n + K_{n-1}(1+i) + K_1(1+i)^{n-1} \\ &= 1200(1+0.08)^2 + 1000(1+0.08) + 800 \\ &= 1399.68 + 1080 + 800 = 3279.68(\text{万元}) \end{aligned}$$

也就是讲,到工程建成时,实际所花投资为 3279.68 万元。

不等额支付的两个特殊形式是等差序列现金流量和等比序列现金流量。下面仅简要介绍等差现金流量序列计算公式。

等差序列的现金流是指按等额增加或减少的现金流量数列,比如设备维护费用一般是逐年增加的,若每年按一个相对稳定的常数增加,就构成了一个等差递增现金流量。等差序列现金流量如图 2.6 所示。

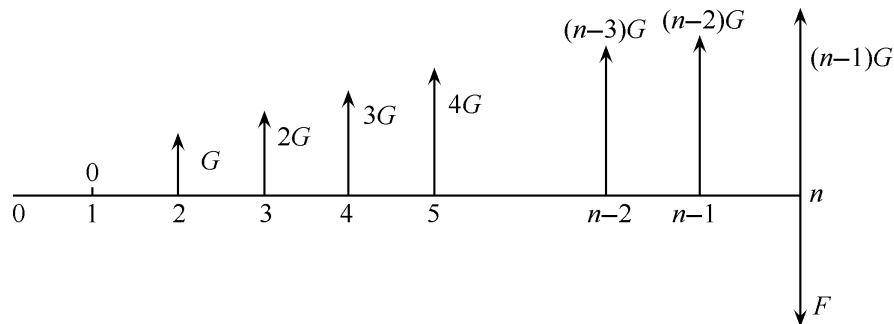


图 2.6 等差序列现金流量图

等差序列的终值计算首先需将各期的款项换算为终值,然后将上述各项相加(推导过程略),得

$$F_c = \frac{G}{i} \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} - n \right] = G [(F/G, i, n)] \quad (2.18)$$

等差序列的现值计算只是在公式(2.18)右边乘以一次支付的现值系数  $(1+i)^{-n}$ , 即可有

$$P_c = F_c (1+i)^{-n} = G (P/G, i, n) \quad (2.19)$$

事实上,得到上述两式之后,可利用偿债基金公式或资金回收公式进行等差序

列和等额序列之间的等值计算,在这里不作介绍,留给大家思考。

综上所述,资金等值计算的公式归纳见表 2.1。

表 2.1 资金等值计算的基本公式

序号	公式名称	公 式	系数代号
1	整付终值公式	$F = P(1+i)^n$	$(F/P, i, n)$
2	整付现值公式	$P = F(1+i)^{-n}$	$(P/F, i, n)$
3	年金终值公式	$F = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$	$(F/A, i, n)$
4	偿债基金公式	$A = F \frac{i}{(1+i)^n - 1}$	$(A/F, i, n)$
5	年金现值公式	$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$	$(P/A, i, n)$
6	资金回收公式	$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	$(A/P, i, n)$
7	等差现金流量现值公式	$P = \frac{G}{i} \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} - \frac{n}{(1+i)^n} \right]$	$(P/G, i, n)$

### 2.2.5 资金等值公式应用中注意的问题

资金的等值公式对于工程方案的决策与经济效果的评价具有重要的作用。然而,上述的资金等值基本公式是标准条件下推演而得的,而实际情况往往是比较复杂的。一般而言,工程投资的借款的偿付方式不外乎以下几种情况:第一,所借本金在还本期前并不偿还,每年计息期末仅偿付利息,在最后一次偿付利息时,本金一次偿还;第二,所借本金有计划地分期等额偿还,在付息期,偿还相应的利息,同时按计划偿还本金,由于本金是逐渐减少的,故支付的利息并不相同,而是递减的;第三,等额偿还本利和;第四,在借款期中,本金及利息不进行偿还,在借款到期时,一次还本付息。因此,在具体运用公式时应注意下列问题:

1) 方案的初始投资,假定发生在方案的寿命期初,即第一年年初,而方案的经常性支出假定在计息期末。

2)  $P$  是在当前年度开始发生的,  $F$  是在当前以后第  $N$  年年末发生的,  $A$  是考察期各年年末的发生额。

3) 要注意弄清公式的原理及其应用条件,能够灵活应用公式。

同时,在工程经济分析的实践中,有时可能很难直接套用公式,而需要根据具体情况进行分析。比如,有时等额支付(年金)是发生在期初的,这种年金称为预付年金,而我们介绍的等值计算公式中的年金是发生在期末的,称为普通年金,这时,就要对现金流量进行调整,调整为普通年金后再利用公式进行计算。对于比

较复杂的情况,可以根据资金等值的原理进行推导与计算;另一方面,对于利率的选用也很重要,因为它直接影响了计算的结果,而计算结果是我们评价与决策的依据,因此,在选用利率时,通常自有资金可以企业自身的基准收益率作为折现率;借款可以借款合同中确定的偿还利率作为折现率;而银行的贷款则要以银行的贷款利率作为折现率来计算。对于利率的形式也要注意,即使各方案采用的计算期和名义利率相同,只要它们的计息期不同,那么彼此也不可比,此时,一定要注意先将名义利率化为实际利率后再进行计算和比较。

## 2.3 工程经济要素

### 2.3.1 工程经济要素的构成

工程项目的建设首先是一个投资活动,必须对其经济效益与社会效益进行分析与评价,当然作为投资主体来讲,经济效益首先具有相对重要的意义,任何项目如果不能取得良好的经济效益,投资方就会受到损失,投资、成本费用、收益、利润和税金是工程建设项目经济分析的基本要素,下面逐一进行详细介绍。

#### 1. 投资

##### (1) 投资的概念

投资是技术经济分析中重要的经济概念。广义的投资是指一切为了获得收益或避免风险而进行的资金经营活动;狭义的投资是指投放的资金,是为了保证项目投产和生产经营活动的正常进行而投入的活劳动和物化劳动价值的总和,即为了未来获取报酬而预先垫付的资金。

##### (2) 投资的构成

工程项目的投资也称为总投资,是用于工程项目全过程(建设阶段及经营阶段)的全部活劳动和物化劳动的投资总和,按其性质可分为固定资产投资、流动资产投资、无形资产投资(专利权)和递延资产投资(指开办费)。一般情况下,我们简单将投资划分为固定资产投资和流动资产投资两大部分;按工程项目的进度可划分为基本建设投资、投产前支出和流动资金三部分。其中,基本建设投资主要指用于固定资产的费用;投产前的支出指项目投产前的准备费用,包括开办费、可行性研究费、咨询服务费、人员培训费和项目规划费等;流动资金,指项目投产后,为进行正常的生产所需要的周转资金。它用于购买原材料,形成生产储备,然后投入生产,经过加工,制成产品,通过销售环节收回资金。其总投资构成见图 2.7。根据现行工程造价规定,工程项目中所指的工程造价不含流动资产投资。建设项目的总投资具体如下:

1) 建筑安装工程费由直接工程费、间接费、利润和税金三部分组成。可分为建筑工程费和安装工程费。建筑工程是指各种建筑物、构筑物的建造工程。如各种房

屋、设备基础、为施工而进行的建筑场地的布置、原有建筑物和障碍物的拆除、平整土地以及建筑场地的清理和绿化等等。所谓建筑工程费是指直接构成固定资产实体的各种工程费,它是建设项目投资的主要部分,占投资的很大比例;安装工程是指永久性的需要安装设备的装配、装置的工程,包括给排水、电气照明、空调通风、弱电设备及电梯和实验等各种需要安装的机械设备的装配与装置工程;与设备相连的工作台、梯子等装设工程;附属于被安装设备的管线敷设工程;被安装设备的绝缘、保温与油漆等工程和为测定安装工程质量而对单个设备进行的试车工作。在上述工程上耗费的投入,就是安装工程费。

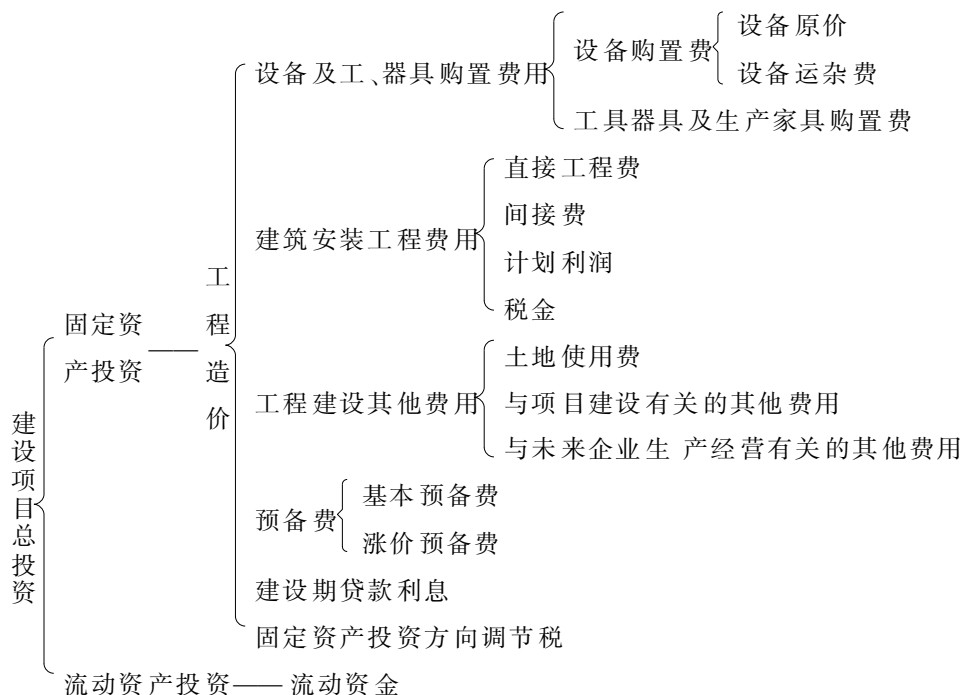


图 2.7 建设项目投资总构成图

直接费是指直接用于建筑安装工程施工中的各种费用的总和。它是由人工费、材料费、施工机械使用费、其他直接费和现场经费等组成。

间接费是指建筑安装企业为组织施工和进行经营管理,以及间接为建筑安装生产服务的各项费用。含企业管理费、财务费用、其他费用。

利润和税金是建筑安装企业职工为社会劳动所创造的那部分价值在建筑安装工程造价中的体现,计划利润等于一定的基数乘以计划利润率,土建工程和安装工程基数不一,其中土建工程的基数为直接工程费和间接费之和,安装工程的基数为人工费;税金即为建筑安装企业根据国家税法规定所应缴纳的税金,主要是营业税、城市维护建设税及教育费附加。

2) 设备及工、器具购置费由设备购置费和工具、器具及生产家具购置费组成。设备购置费是指为建设项目购置或自制的达到固定资产标准的各种国产或进口设备、工具、器具的购置费用,它由设备原价和设备的运杂费构成;工具、器具及生产家具购置费是指新建或扩建项目初步设计规定的,保证初期正常生产必须购置的没有达到固定资产标准的设备、仪器、工卡模具、器具、生产家具和备品备件等的购

置费用,一般以设备购置费为计算基数,按照部门或行业规定的工具、器具或生产家具费率计算,即

$$\text{工具、器具及生产家具购置费} = \text{设备购置费} \times \text{定额费率}$$

在生产性工程建设中,设备及工器具购置费用占建设投资比重的增大,意味着生产技术的进步和资本有机构成的提高。

3) 工程建设其他费用。工程建设其他费用是指除建安费之外的其他费用,主要包括工程的前期费用,如可行性研究费、勘察设计费、土地受让金、临时设施费、工程保险费、建设单位的管理费、专利费、科学研究试验费、职工培训费、办公和生活用具购置费、筹建人员的工资、联合试车费等。

4) 预备费,又称不可预见费,是为保证工程顺利进行,避免不可预见因素(比如在可行性研究及投资估算、初步设计概算内难以预料的工程和费用,一般自然灾害造成的损失和预防自然灾害所采取的措施费用及在工程建设阶段由于人工费、材料费、机械费和设备及工器具购置费价格调整等)造成投资不足而预先安排的一笔费用。包括基本预备费和工程造价调整预备费。不可预见费以上述各费用的3%~7%估算。应当注意以下三种情况不属于不可预见费:一是因技术政策、地质条件发生重大变化,需对原批准的初步设计作全面修改而增加的工程费用;二是建设项目施工过程中,发生不可抗拒的重大自然灾害所造成的损失;三是因管理不善或设计、施工质量低劣所造成的返工、窝工等费用。这些费用不构成工程成本,而由责任单位承担。

5) 建设期间的贷款利息,也称为资本化利息。按我国的财务管理规定,在筹建期间的应计利息支出,计入开办费;与购建固定资产或者无形资产、递延资产有关的,在资产尚未交付使用或已投入使用但尚未办理竣工决算之前,计入购建固定资产、无形资产或递延资产的价值;在生产期间的,计入财务费用;在清算期间的,计入清算损益。

6) 流动资金。是指在工程项目投产前预先垫付、在投产后生产经营过程中周转使用的资金。它等于流动资产减去流动负债。流动资产是指可以在一年或超过一年的营业周期内变现或者运用的资产,包括货币资金、应收账款和存货等;流动负债是指将在一年或超过一年的一个营业周期内偿还的债务,包括短期借款、应付账款、预收货款、应付工资、应交税金等。

### (3) 投资的来源

建设项目的投资的来源从国别来看分为国外投资和国内投资;从资金来源的性质分为投入资金和借入资金,其中投入资金形成建设项目的资本金,借入资金形成项目的负债。资本金可以通过争取国家财政预算内投资、发行股票、自筹资金和利用外资直接投资等方式获取,借入资金可以通过银行贷款、发行债券、设备租赁、国际金融组织贷款、国外商业银行贷款、吸收外国银行、企业和私人存款及利用出