

# 工程经济学

黄有亮 徐向阳 编  
谈 飞 李希胜

陈梦玉 主审

东南大学出版社

## 内 容 提 要

本书系统介绍了工程经济学的基本原理和方法及其在工程中的应用,主要包括:资金时间价值及计算、工程经济要素的构成、工程经济分析与评价的基本方法、多方案的比较与选择、建设项目财务评价与国民经济评价以及其他类型项目的经济评价、不确定性经济分析、工程设计与施工中的经济分析、设备更新分析等。

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,也可作为相关专业的研究生、其他专业的本科生学习工程经济学和技术经济学课程的参考用书,还可供在工程规划、设计、施工、管理和投资决策咨询等单位 and 部门的工程技术与工程经济专业人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程经济学 / 黄有亮等编. —南京:东南大学出版社,  
2002.8

工程管理系列教材

ISBN 7-81050-871-7

I. 工... II. 黄... 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 (2002) 第 039643 号

东南大学出版社出版发行  
(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人 宋增民

江苏省新华书店经销

印刷厂印刷

B<sub>3</sub> 印张:22.75 字数:446 千字

2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—5000 定价:28.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向发行科调换。电话 025-3792327)

# 前 言

随着社会生产力的发展,工程技术已经成为经济的一个不可分割的部分,孤立于经济之外的工程技术是没有生命力的,经济的发展更离不开工程技术的进步。工程经济学正是研究工程技术与经济之间关系的一门学科,它的核心过程,即对工程技术方案进行经济分析与评价,选择技术上先进、经济上合理的最佳方案。

本书编写者力图为读者提供工程经济学完整的理论与应用图景,通过本书的学习,能掌握工程经济分析的基本方法,具有初步的工程经济分析的能力。全书共分11章。前4章是工程经济学基本原理部分,包括资金的时间价值及计算、工程经济要素的构成、工程经济分析评价的基本方法和多方案的比较与选择过程等;后7章是实践应用部分,包括建设项目的财务评价和国民经济评价、建设项目不确定性经济分析、建设项目可行性研究及其他类型项目的经济评价和工程经济学在工程中的应用等。

本书具有三个方面的特点:(1)本书在体系结构上基本参照建设部工程管理专业指导委员会制定的教学大纲编写,但在某些地方做了一些调整,主要是将价值工程和费用效益分析纳入工程经济分析评价的基本方法中,并增加了工程经济学在工程中的应用这一部分;(2)本书在内容上更注重与实践的结合,力求体现我国目前在工程经济分析和建设项目经济评价中的实际做法,注重实用性和可操作性;(3)由于本书主要是为工程管理专业和土木工程专业的学生所编写的教材,所以书中绝大部分的例子和习题都具有土木工程的背景。

采用本书作为教材,建议课内教学时数为48~64学时。有些专业本课程的教学时数不足40学时,可重点讲授原理部分,即前4章的内容,而将后面的应用部分穿插其中。

本书是由在宁高校讲授工程经济学和技术经济学的教师合作编写的。全书由黄有亮和徐向阳主编,陈梦玉主审。具体分工如下:黄有亮编写绪论,第3章第2

节,第4章和第10章,李希胜编写第1章,第2章,第3章第1、3、4节,第10章第2节实例,徐向阳编写第5章,第6章和第11章,谈飞编写第7章,第8章和第9章;刘景韬参加了第6章的编写工作。

本书的出版得到了东南大学出版社、江苏土木建筑学会工程管理专业委员会和许多同行的大力支持,建设部工程管理专业指导委员会委员、江苏省土木建筑学会工程管理专业委员会主任委员、博士生导师成虎教授还亲自审阅了编写大纲,在此一并致以谢忱。

书中的不足之处,敬请读者和专家同行们批评指正。

编 者

2002年6月于南京

# 绪 论

## 1) 什么是工程经济学

在日常生活中,我们对生活中所遇到的事情都要进行选择,譬如采购一样物品,我们总是选择适合自己使用的同时价格又便宜的物品,为此,我们可能要多询问几个商品供应者。同样,在工程实践中,工程技术人员将涉及到各种设计方案、工艺流程方案、设备方案的选择,工程管理人员会遇到项目投资决策、生产计划安排和人员调配等问题,解决这些问题也有多种方案。由于技术上可行的各种行动方案可能涉及不同的投资、不同的经常性费用和收益,因此就存在着这些方案是否划算的问题,即需要与其他可能的方案进行比较,判断一个方案是否在经济上更为合理。这种判断不能是无根据的主观臆断,而是需要作出经济分析和研究。如何进行经济分析和研究,就是工程经济学所要解决的问题。

那么,什么是工程经济学呢?这个问题至今尚无一个统一的说法,归纳起来有下面几种观点:一是工程经济学研究技术方案、技术政策、技术规划、技术措施等的经济效果,通过计算分析寻找具有最佳经济效果的技术方案;二是工程经济学研究技术与经济的关系,它们之间的相互促进与协调发展,以达到技术与经济的最佳结合;三是工程经济学研究生产、建设中各种技术经济问题的学科;四是工程经济学是研究技术创新、推动技术进步、促进企业发展和国民经济增长的科学。

实际上,工程经济学的产生正是为了解决从经济角度对技术方案的选择问题而提出的,这正是工程经济学区别于其他经济学的显著标志。本书将工程经济学概念限定于第一和第三种观点综合所表达的含义,即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,具体地说,就是研究对为实现一定功能而提出的在技术上可行的技术方案、生产过程、产品或服务,在经济上进行计算、分析、比较和论证的方法的科学。

## 2) 工程与经济之间有什么关系

要弄清楚工程与经济的关系,首先要了解工程技术与经济的概念。在日常生活中,技术一词更多是指一种劳动的技能和技巧,工程则是指制作过程与方法。工程经济学中的工程与技术的概念不同于我们日常生活中的工程技术的概念,它属于广义的范畴,包括:

(1) 劳动技能 包括生产技术、制造技术、管理技术、信息技术和决策技术等;

②) 劳动工具 包括生产设施、生产设备和生产工具等；

③) 劳动对象 包括原材料和产品等。

总之,工程经济学中的工程和技术是指物质形态的技术、社会形态的技术和组织形态的技术。所以工程和技术一词的概念应该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,以及在劳动生产方面的经验、知识和技巧,也泛指其他操作方面的技巧。

经济一词,包括三个方面的含义:一是指生产关系,指社会经济体制,是生产关系的总和,如马克思的政治经济学研究的经济的含义;二是指社会生产和再生产,指物质资料的生产、交换、分配、消费的现象和过程,如工业经济学研究的经济含义;三是指节约,或节省,指对资源的有效利用和节约,如工程经济学研究的经济含义。工程经济学研究的经济不仅是指可以用货币计量的经济效果,还包括不可用货币计量的经济效果,不仅包括工程所直接涉及的经济效果,还包括由此而引起的间接效果。

在人类进行物质生产、交换活动中,工程(技术)和经济是始终并存,是不可分割的两个方面,两者相互促进又相互制约。首先,任何技术的采用或者工程的建设总是为一定的经济目标服务,经济发展是技术进步的动力和方向。其次,经济的发展必须依赖于一定的技术手段,世界上不存在没有技术基础的经济,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。第三,任何新技术的产生与应用又都必须消耗人力、物力和资金等资源,这些都需要经济的支持,同时经济发展又将推动技术的更大进步。第四,技术具有强烈的应用性和明显的经济目的性,技术生存的必要条件是其先进性和经济合理性的结合,没有应用价值和经济效益的技术是没有生命力的。技术与经济的这种特性使得它们之间有着紧密而又不可分割的联系,它们之间的这种相互促进、相互制约的联系,使任何工程的实施和技术的应用都不仅是一个技术问题,同时又是一个经济问题。

### 3) 工程经济学的研究对象是什么

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有利于现在作这个工程?第三

个问题可以延伸为：有没有其他可行的方式？这些方式中哪种更经济？

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，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、资源开发利用问题、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的经济现象，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显著特征。

#### 4) 为什么要学习工程经济学

最早讨论工程经济的一本著作是威灵顿的《铁路选线的经济理论》(A. M. Wellington, *The Economic Theory of Railway Location*, New York John Wiley & Sons, Inc., 1887)。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的运营费用和收益的影响。在他的这本著作中，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。”提出相对价值的复利模型的戈尔德曼教授在他的《财务工程学》(O. B. Goldman, *Financial Engineering*, Wiley, New York, 1920)著作中也提到“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，工程师的最基本的责任是分析成本，以达到真正的经济性，即盈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》(J. L. 里格斯著，吕薇等译，工程经济学，中国财政经济出版社，1989 年)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。这就是为什么工程专业类的学生为什么学习工程经济学的原因。

工程师不同于其他的就业者，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。技术的目的是经济性的,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,任何的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。要求工程专业类的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。

## 5) 本书的主要内容

本书主要是作为培养未来的土木工程师、结构工程师、建筑设计师、造价工程师和营造师的工程管理和土木工程等专业的教材。全书分为11章。前4章是工程经济学的基本原理,包括资金时间价值理论、工程方案的经济要素构成、工程经济分析与评价的基本方法和多方案的比较与选择等;后7章是工程经济分析研究与应用,包括建设项目财务评价和国民经济评价、建设项目不确定性经济分析、建设项目可行性研究及其他类型项目的经济评价方法、工程设计和施工及工程项目运营中的经济分析等。通过本书的学习,读者能掌握工程经济学的基本原理,并具备初步的进行工程项目经济分析和工程方案比较与选择的技能。

# 1 资金的时间价值

## 本章提要

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。本章主要介绍了资金时间价值含义、资金等值原理、现金流量图、资金时间价值计算公式、名义利率和有效利率等。

## 1.1 资金时间价值的含义

### 1.1.1 资金时间价值概念及其意义

货币如果作为贮藏手段保存起来,不论经多长时间仍为同等数量的货币,而不会发生数值的变化。货币的作用体现在流通中,货币作为社会生产资金参与再生产的过程即会得到增值、带来利润。货币的这种现象,一般称为资金的时间价值。简单地说,“时间就是金钱”,是指资金在生产经营及其循环、周转过程中,随着时间的变化而产生的增值。

资金具有时间价值并不意味着货币本身能够增值,而是因为资金代表一定量的物化产物,并在生产与流通过程中与劳动相结合,才会产生增值。

资金的时间价值原理在生产实践过程中有广泛的应用。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。在基本建设投资活动过程中,必须充分考虑资金的时间价值,千方百计缩短建设周期,加速资金周转,提高建设资金的使用效益。

资金的时间价值与因通货膨胀而产生的货币贬值是性质不同的概念。通货膨胀是指由于货币发行量超过商品流通实际需要量而引起的货币贬值和物价上涨现象。货币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。但在现实经济活动中,资金的时间价值与通货膨胀因素往往是同时存在的。因此,既要重视资金的时间价值,又要充分考虑通货膨胀和风险价值的影响,以利于正确地投资决策、合理有效地使用资金。

## 1.1.2 衡量资金时间价值的尺度

资金的时间价值是社会劳动创造能力的一种表现形式。衡量资金时间价值的尺度有两种：其一为绝对尺度，即利息、盈利或收益；其二为相对尺度，即利率、盈利率或收益率。

### 1) 利息

利息是货币资金借贷关系中借方支付给贷方的报酬。

利息是劳动者为全社会创造的剩余价值（即社会纯收入）的再分配部分。借贷双方的关系是国家通过银行，在国家、企业、个人之间调节资金余缺的相互协作关系，所以贷款要计算利息，固定资金和流动资金的使用也采取有借和付息的办法，其目的都是为了鼓励企业改善经营管理，鼓励节约资金，提高投资的经济效果。

### 2) 利率

利率是指在一定时间所得利息额与原投入资金的比例，也称之为使用资金的报酬率，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。

用于表示计算利息的时间单位，称为计息周期，有年、季、月或日等不同的计息长度。

因为计息周期不同，表示利率时应注明时间单位，单说利息为多少是没有意义的。年息通常以“%”表示，月息以“‰”表示。

例如，现借得一笔资金 10 000 元，一年后利息为 800 元，则年利率为

$$800 / 10\,000 = 8\%$$

利率的确定，在完全的市场经济条件下，由借贷双方竞争解决，即所谓的市场利率，在计划经济或有计划的商品经济条件下，则主要由国家根据经济发展的需要来制定。由国家制定的利率，遵循“平均利润和不为零”的原则。所谓“平均利润和不为零”，是指借方所获得的平均收益（-）与贷方所获得的平均利润（+）之代数和不为零，即借方借用货币资金所获得的利润不可能将其全部以利息的形式交给贷款者，而贷方因为放弃了货币资本能够增值的使用价值（资金的时间价值），因而必须获得报酬，利息就不能为零，更不能为负数。一般说来，利息是平均利润（社会纯收入）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，利率的作用表现在以下几个方面：

(1) 影响社会投资的多少 利润是企业的经营目标，利息是影响投资的重要因素。用借入本金进行投资的企业将利息计入成本，并在此基础上获得一个平均或更高

的利润率,用自有资金进行投资的企业,要将存款的利率作为自己投资的最低利润率,并在此基础上追求更高的利润率。当利率降低时,投资增加,反之,则减少。

2) 影响社会资金的供给量 一国投资利率的提高会增加居民的储蓄倾向,也会吸引国际的游资进入该国市场,因而能增加该国社会资金供给量。资金供给的增加,能降低贷出资本的利率从而扩大社会投资。若筹资利率下降,则会减少该国资金供给和投资。

3) 利率是调节经济政策的工具 正因为利率可以影响投资的多少和社会资金的供给,各国政策也就利用利率来调节宏观经济。当经济过热或发生通货膨胀时,各国中央银行就会通过提高再贴现率,以此影响商业银行提高贷款利率,抑制投资需要,从而使经济降温;当一国经济增长缓慢或衰退、萧条时,中央银行往往降低再贴现率,以此影响商业银行降低贷款利率,刺激社会投资,刺激经济发展。在市场经济中,利率对经济有较大的调节作用。

技术经济分析中,利息与盈利、收益,利率与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的概念,在研究某项投资的经济效果时,则常使用收益(或盈利)或收益率(盈利率)的概念。项目投资通常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。

## 1.2 资金的等值原理

### 1.2.1 资金等值

“等值”是指在时间因素的作用下,在不同的时间点绝对值不等的资金而具有相同的价值。例如现在的100元,与一年后的106元,虽然绝对数量不等,但如果在年利率为6%的情况下,则这两个时间点上的两笔绝对值不等的资金是“等值”的。

在方案比较中,由于资金的时间价值作用,使得各方案在不同时间点上发生的现金流量无法直接比较,必须把在不同时间点上按某一利率折算至某一相同的时间点上,使之等值后方可比较。这种计算过程称为资金的等值计算。资金的等值计算通常要用到现金流量图。

### 1.2.2 现金流量与现金流量图

#### 1) 现金流量图

方案的经济分析中,为了计算方案的经济效益,往往把该方案的收入与耗费表示为现金的流入与流出。方案带来的货币支出称为现金流出,方案带来的现金收入称为现金流入。研究周期内资金的实际支出与收入称为现金流量,现金流入表示为

“+” 现金流出表示为“-” 现金流入与现金流出的代数和称作净现金流量。将现金流量表示在二维坐标图上, 则此图称为现金流量图, 如图 1.1 所示。

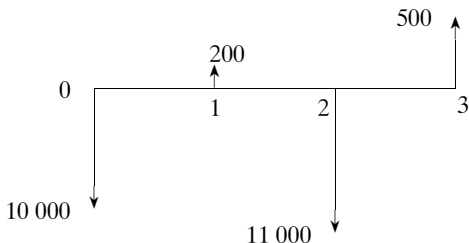


图 1.1

此图表示在方案开始时, 即第 1 年年初支出现金 10 000 元, 在第 2 年年初 (第 1 年年末) 收入现金 200 元, 在第 2 年年末支出现金 11 000 元, 第 3 年年末收入现金 500 元。

现金流量图具有以下特点:

(1) 是一个二维坐标矢量图, 横轴表示时间, 纵轴表示现金。向上为正, 表示收入, 向下为负, 表示支出。各线段长度与收入、支出数额基本成比例。

(2) 每个计息期的终点为下一计息周期的起点, 而下一计息周期起点为上一期的终点, 各个时间点称为节点。第一个计息期的起点为零点, 表示投资起始点或评价时刻点。

(3) 现金流量图因借贷双方“立脚点”不同, 理解不同。

## 2) 累计现金流量图

当分析某一具体工程项目的现金流量时, 还要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图, 它是首先计算各时间点处的净现金流量 (现金流入与现金流出的代数和) 的累计值, 然后将其值在各点上表示出来, 即要把项目研究周期将要发生的现金流量作出预计与测算 (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, 以及终了时的残值), 然后把所有预算好的现金收支的结果绘制在“时间-现金”坐标图上, 使分析计算者对项目在整个研究周期上的现金收支一目了然, 便于校核。如图 1.2 所示。

图 1.2 表示某工程项目的累计现金流量图, 横轴代表时间 (年), 纵轴代表累计现金流量 (币值)。在项目开始前, 其现金流量为零 (A 点), 花钱时, 现金流量为负值, 有收入时现金流量为正值。在工程项目的初期要进行开发、设计和其他准备工作, 这些都要花钱, 故累计流量曲线下降到 B 点, 接着是主要的建设投资期, 要投资建设厂房和生产装置以及其他设备, 于是曲线更陡地下降到 C 点。以后要使用流动资金进行试车到交付正式生产, 曲线降到 D 点, D 点表示工程项目的最大累计支出。过了这个时期, 由产品出售获得的收入超过了生产成本及其他业务费用,

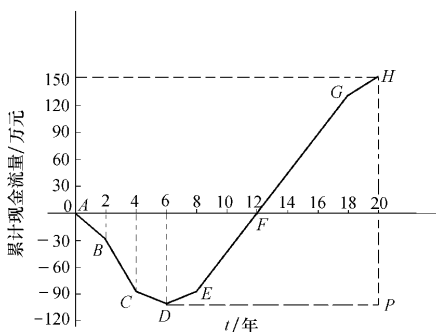


图 1.2 某项目累计现金流量图

所以曲线转而上升,当达到  $F$  点时,全部收入正好与以前花在这一项目上的支出相平衡。过  $F$  点后,曲线继续上升,表明现金流为正值,有净收入。最后到这一工程项目的有效寿命期的末尾,现金流入可能下降,或许由于这样一些原因:如生产成本增加,产品售价由于竞争而下降,或由于产品品种落后导致销售量减少等等。如果有流动资金回笼或者固定资产还有残值,则在这个工程项目的寿命末期还有资金流入。工程项目的累计现金流量曲线图与上图是类似的,从整个工程项目来看,初期的现金流量常是负值,后期的现金流量常为正值。

### 1.2.3 资金的时值、现值、终值、年金、折现

为了计算资金的时间价值,利用现金流量图对现金流量进行分析和计算,须掌握资金时间价值的相关概念。

#### 1) 时值 (Time value) 与时点

资金的数值由于计算利息而随时间的延长而增值,在每个计息期期末的数值是不同的。在某个资金时间节点上的数值称为时值。现金流量图上,时间轴上的某一点称为时点。

#### 2) 现值 (P: Present value)

发生在时间序列起点处的资金值称为资金的现值。时间序列的起点通常是评价时刻的点,即现金流量图的零点处。

#### 3) 折现

将时点处资金的时值折算为现值的过程称为折现。

折现又称贴现。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,扣取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, 即资金在某一时间点的时值折算到零点时的值。

#### 4) 年金 (A :Annuity)

年金是指一定时期内每期有相等金额的收付款项, 如折旧、租金、利息、保险金、养老金等通常都采取年金形式。年金有普通年金、预付年金和延期年金之分。

年金的收款、付款方式有多种:

(1) 每期期末收款、付款的年金称为后付年金, 即普通年金。

(2) 每期期初收款、付款的年金称为预付年金, 或先付年金。

(3) 距今若干期以后发生的每期期末收款、付款的年金, 称为延期年金。

普通年金、预付年金和延期年金之间的关系:

普通年金是每期期末收付的年金, 是最常用的年金形式。

预付年金是每期期初等额收付的款项, 所以预付年金计算要以普通年金为基础, 并考虑款项提前收付的时间差异。

延期年金是距今若干期以后等额收付的款项, 所以, 计算时要考虑款项延期收付时间对货币资金价值的影响。

#### 5) 终值 (F :Future value)

即资金发生在 (或折算为) 某一特定时间序列终点时的价值。

## 1.3 资金时间价值的计算

利息和利率、净收益和收益率是衡量资金时间价值的的尺度, 故计算资金的时间价值即是计算利息的方法。计算利息的方法有两种, 即单利法与复利法。

### 1.3.1 单利法

单利法是以本金为基数计算资金的时间价值 (即利息), 不将利息计入本金, 利息不再生息, 所获得利息与时间成正比。

单利计息的利息公式为

$$I = P \cdot n \cdot i \quad (1.3.1)$$

单利计息的本利和公式为

$$F = P \cdot (1 + n \cdot i) \quad (1.3.2)$$

式中  $i$ ——利率;

$n$ ——计息期数;

$P$ ——本金;

$I$ ——利息;

$F$ ——本利和,即本金与利息之和。

注:后续章节中  $I, n, P, i, F$  符号的意义同此处。

例如,我国国库券的利息是以单利计息的。设国库券面额为 100 元,3 年期,年利率为 14%,则到期后的本利和为:

$$F = P \cdot (1 + n \cdot i) = 100 \times (1 + 3 \times 14\%) = 142 \text{ (元)}$$

单利法在一定程度上考虑了资金的时间价值,但不彻底。因为以前已经产生的利息,没有累计计息,所以单利法是个不够完善的方法。目前工程经济分析中一般不采用单利计息的计算方法。

### 1.3.2 复利法

复利法是以本金和累计利息之和为基数计算利息的方法,也就是通常所说的“利滚利”的方法。例如,某项投资 1000 元,年利率为 7%,则未来 4 年的利息与本利和如表 1.1 所示。

表 1.1

单位:元

年份 ( $t$ )	年初本金 ( $P$ )	当年盈利 ( $I$ )	年末本利和 ( $F = P + I$ )
1	1000	$1000 \times 7\% = 70$	1070
2	1070	$1070 \times 7\% = 74.9$	1144.9
3	1144.9	$1144.9 \times 7\% = 80.143$	1225.04
4	1225.04	$1225.04 \times 7\% = 85.75$	1310.79

由表 1.1 计算结果可知,复利法不仅本金逐期计息,而且以前累计的利息,亦逐期加利,即“利滚利”。复利法能够较充分地反映资金的时间价值,也更符合客观实际。这是国外普遍采用的计息方法,也是我国现行信贷制度正在推行的方法。工程经济分析中普遍采用复利计息。复利计息的计算按支付方式不同,分为以下几种形式。

#### 1) 一次支付复利公式

(1) 复利终值公式 (已知  $P$ , 求  $F$ ) 假设在某一时间点上,有一笔资金  $P$ ,计息期利率为  $i$ ,复利计息,则在第一期末该笔资金的本利和  $F_1 = P(1+i)$ ,第二期末本利和  $F_2 = P(1+i) + i \cdot P(1+i) = P(1+i)^2$ ,依此类推,直至  $n$  期末的本利和  $F_n = P(1+i)^n$ 。具体如表 1.2 所示。

表 1.2 复利终值计算表

期数 (期末)	期初的本金	本期利息	期末本利和
1	$P$	$Pi$	$F_1 = P + Pi = P(1+i)$
2	$P(1+i)$	$P(1+i)i$	$F_2 = P(1+i) + P(1+i)i = P(1+i)^2$
3	$P(1+i)^2$	$P(1+i)^2i$	$F_3 = P(1+i)^2 + P(1+i)^2i = P(1+i)^3$
...	...	...	...
$n$	$P(1+i)^{n-1}$	$P(1+i)^{n-1}i$	$F_n = P(1+i)^{n-1} + P(1+i)^{n-1}i = P(1+i)^n$

$$F_n = P(1+i)^n \quad (1.3.3)$$

称作一次支付复利公式,简称复利公式,为简便起见,可以表示为: $F_n = P(F/P, i, n)$ ,其中, $(1+i)^n$ 或 $(F/P, i, n)$ 称作一次支付复利系数。

**【例 1.1】** 现在把 500 元存入银行,银行年利率为 4%,计算 3 年后该笔资金的实际价值。

**【解】** 已知  $P = 500$ ,  $i = 4\%$ ,  $n = 3$  求  $F$ 。其现金流量图如图 1.3 所示。

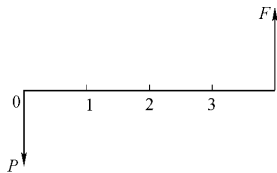


图 1.3

由公式 (1.3.3) 得

$$F = P \cdot (1+i)^3 = 500 \times (1+4\%)^3 = 562.4 \text{ (元)}$$

即 500 元资金在年利率为 4% 时,经过 3 年后变为 562.4 元,增值 62.4 元。

(2) 复利现值公式 (已知  $F$  求  $P$ ) 即将某一时点 (非零点) 的资金价值换算成资金的现值 (零点处的值)。

若  $F$  为已知,则由公式 (1.3.3) 可求出

$$P = F \frac{1}{(1+i)^n} \quad (1.3.4)$$

公式 (1.3.4) 可以表示为: $P = F(P/F, i, n)$ ,其中, $\frac{1}{(1+i)^n}$ 及 $(P/F, i, n)$ 称作一次支付现值系数。

**【例 1.2】** 假使你 4 年末得到 800 元的存款本息,银行按年利率 5% 计息,现在应存入银行多少本金?

**【解】** 已知  $F = 800$ ,  $i = 5\%$ ,  $n = 4$  求  $P$ ,其现金流量图如图 1.4 所示。

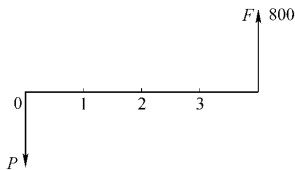


图 1.4

由公式 (1.3.4) 得

$$P = 800 \times \frac{1}{(1 + 5\%)^4} = 800 \times 0.8227 = 658.16 \text{ (元)}$$

即若想 4 年末得到 800 元的储金, 现在必须存入 658.16 元。

## 2) 等额现金流量序列公式

即现金流量序列所发生的现金收入与支出是以年金的形式出现的复利分析与计算。在前面介绍过, 关于年金有普通年金、延迟年金、预付年金之分。它们的计算是以普通年金的计算为基础的, 通过普通年金的计算可以推算出延迟年金和预付年金的计算结果。只是在实际计算时, 一定要注意年金的类型。现以普通年金为例, 就期末投资的情况, 介绍有关等额收支的复利公式。

(1) 年金终值公式 (已知  $A$ , 求  $F$ ) 其含义是在一个时间序列中, 在利率为  $i$  的情况下, 连续在每个计息期的期末收入 (支出) 一笔等额的资金  $A$ , 求  $n$  年后由各年的本利和累计而成的总额  $F$ , 即已知  $A, i, n$ , 求  $F$ 。类似于我们在储蓄中的零存整取, 其现金流量图如图 1.5 所示。

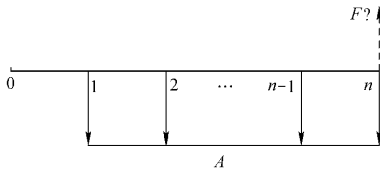


图 1.5

各期期末年金  $A$  相对于第  $n$  期期末的本利和可用表 1.3 表示。

表 1.3 普通年金复利终值计算表

期数	1	2	3	...	$n-1$	$n$
每期末年金	$A$	$A$	$A$	...	$A$	$A$
$n$ 期末年金终值	$A(1+i)^{n-1}$	$A(1+i)^{n-2}$	$A(1+i)^{n-3}$	...	$A(1+i)$	$A$

$$\begin{aligned}
 F &= A(1+i)^{n-1} + A(1+i)^{n-2} + A(1+i)^{n-3} + \dots + A(1+i) + A \\
 &= A \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (1.3.5)
 \end{aligned}$$

公式 (1.3.5) 即为复利年金终值 (未来值) 公式, 也可表示为  $F = A \cdot (F/A, i, n)$ ,

其中,  $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$  或  $(F/A, i, n)$  称作年金复利终值系数, 简称年金终值系数, 或年金未来值系数。

**【例 1.3】** 某公路工程总投资 10 亿元, 5 年建成, 每年末投资 2 亿元, 年利率为 7%, 求 5 年末的实际累计总投资额。