

# 工 程 经 济 学

陈守伦 编著

河海大学出版社

## 内容提要

本书重点介绍工程经济分析的基本原理,通过大量算例阐述工程项目决策及方案优选的过程,以直观的图表来描述基本概念,借助简洁的数学推演反映技术经济变量之间的关系。

全书共分三部分:资金时间价值及复利计算,经济评价和方案优选时常用的分析方法,经济分析中特殊问题及其处理方法。

本书可作为高等工科院校各专业工程经济学课程的教材,也可以作为工程技术人员接受知识更新教育的参考书,工程规划、设计人员和财政、金融部门专业人士在工程项目论证、评估时,可选用本书作为工具书。

责任编辑 陈玉国

## 工程经济学

陈守伦 编著

---

出版发行:河海大学出版社

(南京西康路1号 邮编:210098)

印刷:河海大学印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 12.5 字数 300 千

1996年11月第1版 1996年11月第1次印刷

印数 1—1500 册

---

ISBN 7-5630-0810-1

---

F·118

定价:22.00 元

## 前 言

八十年代以来,我国经济迅速发展,改革开放使国内许多大中型建设项目进入国际市场,这就需要大批既懂技术又懂经济的专门人才,在这种背景之下,许多高等工科院校相继开设了一系列的经济管理类课程,而工程经济学就是其中之一,它将工程技术的方案比较和项目论证评估有机地联系起来。

开设工程经济学课程也涉及到教育的长远效益问题,工科学生,尤其是水利、土木类学生在毕业后的开始几年,所遇到的常常是构件、单项工程的设计、施工和管理等技术问题,凭着良好的数学、力学基础,他们解决这些问题的能力往往是游刃有余。当岁月流逝,地位变迁,他们面临的将是更复杂的工程项目大方案的决策问题,如铁路或公路选线,桥梁选型,发电厂选址等,如果缺乏像工程经济、系统规划等科目方面的教育,在处理这些全局性问题时,他们会有捉襟见肘之难。

本书重点是阐述工程经济的基本原理,通过大量算例来展示项目决策和方案优选的过程,力求使全书体现教科书的系统和严谨的特色,又尽可能使其具有工具书实用、简洁的功能。

全书共分三大部分,第一部分包括第一至第三章,重点介绍工程经济基本知识,经济评价的内容和准则,资金的时间价值和复利计算。第二部分详细阐述工程经济分析的各种方法,即本书第四章至第七章,如现值分析法,年金分析法,益本比分析和内部回收率分析等。第三部分研究工程经济分析中的一些特殊问题,即第八章至第十一章,其中包括不确定性分析,设备折旧和设备更新问题,资金调配问题等。本书编写的思路是:在每一章中先讲述基本概念,然后介绍原理的应用,最后再提出本章所涉及的难点,在部分章节中还引入相关的最新研究成果。

本书能成功地完稿,要感谢支持、帮助和鼓励过编者的各方面人士,包括本人的师长前辈、同窗同事以及教授过的学生,尤其要感谢周之豪教授、沈曾源教授,书中前三章许多内容都是他们提供的资料。

书中如有疏漏、不妥之处,恳请读者批评、指正。

十年登堂讲授,三载寒夜挑灯,几经蹉跎,得以付梓。天命之年,未忘授业解惑之责。鬓角染霜,更盼年轻学子青出于蓝而胜于蓝。

编 著 者

1996年10月

# 目 录

<b>第一章 绪 论</b> .....	( 1 )
第一节 工程经济分析与评价的作用 .....	( 1 )
第二节 工程经济分析的基本准则 .....	( 2 )
第三节 工程经济分析的基本内容 .....	( 4 )
<b>第二章 资金的时间价值</b> .....	( 5 )
第一节 资金的时间价值 .....	( 5 )
第二节 利息和利率的概念 .....	( 8 )
第三节 等值的基本概念 .....	( 11 )
第四节 现金流和现金流量图 .....	( 13 )
<b>第三章 复利计算</b> .....	( 17 )
第一节 复利折算基本公式 .....	( 17 )
第二节 几种特殊的复利折算公式 .....	( 22 )
第三节 名义利率、实际利率和连续复利 .....	( 28 )
第四节 复利表及其应用 .....	( 29 )
<b>第四章 现值分析法和年金分析法</b> .....	( 33 )
第一节 基本概念 .....	( 33 )
第二节 现值分析法 .....	( 35 )
第三节 现值分析法中若干特殊问题 .....	( 38 )
第四节 年金分析法 .....	( 44 )
第五节 年金分析法中的特殊问题 .....	( 47 )
<b>第五章 效益、费用比分析</b> .....	( 54 )
第一节 效益、费用比分析 .....	( 54 )
第二节 增量益本比分析 .....	( 58 )
第三节 特殊问题研究 .....	( 63 )
<b>第六章 内部回收率分析</b> .....	( 68 )
第一节 内部回收率分析方法 .....	( 68 )
第二节 增量内部回收率分析方法 .....	( 73 )
第三节 外部利率和内部回收率 .....	( 79 )
第四节 特殊问题研究 .....	( 82 )
<b>第七章 其他经济分析方法</b> .....	( 90 )
第一节 终值分析法 .....	( 90 )
第二节 投资回收年限分析 .....	( 93 )
第三节 敏感性分析技术 .....	( 98 )
<b>第八章 不确定性分析方法</b> .....	( 103 )
第一节 概率分析方法 .....	( 103 )
第二节 风险分析 .....	( 107 )

第三节	风险分析应用·····	(110)
第四节	蒙特卡罗方法·····	(114)
<b>第九章</b>	<b>折 旧·····</b>	<b>(121)</b>
第一节	折旧的基本概念·····	(121)
第二节	折旧方法介绍 (一) ·····	(123)
第三节	折旧方法介绍 (二) ·····	(127)
第四节	特殊问题分析·····	(132)
第五节	折旧与税金分析·····	(136)
<b>第十章</b>	<b>更新分析·····</b>	<b>(140)</b>
第一节	更新分析基本概念·····	(140)
第二节	更新分析方法·····	(142)
第三节	更新分析方法的应用·····	(146)
第四节	特殊问题分析·····	(151)
<b>第十一章</b>	<b>经济分析中的特殊问题·····</b>	<b>(154)</b>
第一节	资金调配·····	(154)
第二节	价格对现金流的影响·····	(160)
第三节	内部回收率分析中的特殊问题·····	(162)
<b>附录一</b>	<b>复利表·····</b>	<b>(171)</b>
<b>附录二</b>	<b>二位随机数表·····</b>	<b>(193)</b>
<b>参考书目</b>	<b>·····</b>	<b>(194)</b>

# 第一章 绪 论

工程经济学是一门综合工程技术和经济学的边缘科学,它的主要内容是对工程建设或技术活动进行正确的经济分析和评价,是科学地分析和评价工程建设或技术活动经济效果的基础。

## 第一节 工程经济分析与评价的作用

经济建设要求有计划有步骤地兴建各种各样工程项目,并且管好用好各项已投产的工程设施(或企业)。这中间包含着一系列的技术活动,例如,调查和收集各种有关资料;对资源和自然环境进行勘测;规划和设计拟建的工程;开展必要的科学研究;进行工程施工和设备安装;正确运用已投产的工程设施、组织产品生产;改建和扩建已有工程;开展技术革新与试制新产品等等。所有这些工程建设或技术活动的目的,都是为了更多地创造和积累社会财富,以求最大限度地满足人民对物质和文化生活不断增长的需求。要想更好地达到这个目的,就应该在各项工程建设或技术活动中努力提高经济效果,即要根据现有的资源条件(自然资源、资金、劳力和原材料)和技术水平,并按照社会需求情况,尽量用最少的耗费(代价)去实现尽可能大的工程效用和获取尽可能多的经济效益。

评价一项工程建设或技术活动的经济效果,常常不是一件很容易的事,首先必须收集到足够而又可靠的资料、数据,其次还要有正确的分析方法,这两条要求在现实生活中并不是总能得到满足的。

人们在生产实践中逐步体会到工程经济分析的重要性,很多重大工程决策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。工程经济分析的作用主要体现在以下几方面:(一)工程项目的方案比较,如某地区工农业生产迅速发展,人民生活水平不断提高,电力供应不足问题日趋严重,经考查该地区有条件兴建水电站和火电站,究竟采用哪一种方案,除了进行社会、环境等因素分析外,主要通过工程经济分析。首先将所有可能量化的指标均量化,再选定统一的评价准则和分析方法,建立相应的数学模型,最终通过分析与评价,可以选出水电或火电方案。(二)具体方案的站址、参数选择,仍以水、火电方案为例,如果经初步比较选择了火电方案,又可能存在着火电厂站址选择问题,如我国南方某省经济发达,为改善电力供应紧张状况,有两个方案可供选择,一是在本省建设几个大型火电厂,燃料从西南某省输入;二是就在西南某个燃料基地建设坑口电厂,采用超高压远距离输电方案,显然最终又要通过经济分析与评价的方法才能最后确定哪一个方案。(三)当工程项目大方案确定后,其主要设施和设备的参数选择也要进行方案比较,如采用水电站方案,机组台数、引水系统断面尺寸、溢洪设施的型式和尺寸等,无一例外都要通过经济比较才能选出最优的型式和参数。

国内外许多重大工程项目由于正确地进行工程经济分析获得成功的例子比比皆是,而由于忽略或错误地经济决策造成重大损失的项目也屡见不鲜。例如英、法两国联合研制的协

和式超音速客机,无论在当时或现在,技术上都相当先进,但由于其耗油量大、噪音大,至今销售不旺,这是国际公认经济决策失误的典型例子。

工程技术经济方面的规律性远没有自然规律那么精密和严格,这是因为经济规律牵涉到人们的行为和社会现象的研究,情况远比自然现象复杂多变。因此,工程经济学的内容也在不断地充实和发展之中,不能期望立即找到一种能给出绝对正确结论的方法,重要的是要掌握基本的经济概念以求在实际问题中灵活地运用。

## 第二节 工程经济分析的基本准则

工程经济分析与评价是针对不同的技术方案进行的,任何一个严谨的实事求是的工程技术人员,对待所研究的工程技术问题必须要列出若干个可能的技术方案来加以分析、比较,以利选用其中的“最佳方案”。即使是某个轻率的、不愿认真思考的决策者,在他决定要做某件事的时候,也必然存在不止一个可供选择的方案,充其量是他自己主观上有时可能并没意识到这一点而已。假设某个领导人打算在他主管的地域内建造一个剧场,显然,不论他是如何想的,这至少已经有了两个方案:建剧场、或不建剧场(也就是“维持现状”的方案,或称“零方案”),该领导人是选用了建剧场的方案。也许他可以说:“心中只有一个方案——建剧场,不建剧场的方案根本就不存在!”这是不确实的。在他决定建剧场之前,那个不建剧场的方案实际上已经存在了,因为原来的现状是没有剧场,那是由于种种原因使得过去被迫采用了不建剧场的方案。现在这个领导人“不假思索”地决定建剧场,只是因为条件变得有利于建剧场的方案了。如果现在条件仍然不利,这个领导人仍然会“不假思索”地被迫采用不建剧场的方案,尽管他口头上不愿承认。所以,存在不同的方案是客观现实,究竟采用哪个方案则与客观条件和主观意图分不开,请问有谁能举出一切只有一个方案的决策事件呢?

同一项技术决策中,也许有很多个(一般会有3~5个以上,有时可达数十个甚至更多)可能的不同方案,所有这些方案必须具有可比的同一基础,即这些方案必须:

1. 都能符合国民经济在同一时期和同一地区的发展计划,即可以“互相代替”;
2. 技术上都是现实的、合理的;
3. 在自然资源利用,环境保护和生态平衡等方面都能符合国家的有关规定;
4. 采用的原始资料和计算方法基本上具有一致的精度;
5. 对各项共同的参数、计算期、时段、物价等原始数据应采用同一数值。

在具有可比条件的许多方案中,可能有一部分“显然不利”的方案。例如,当研究某种产品的生产工艺时,在若干个可能方案中,假设某方案生产成本比其他方案都高,产品质量比其他方案都差,产值比其他方案低,从经济上衡量,这种方案是显然不利的。又如:明显亏本的方案,投资超过允许上限的方案等等,也都是显然不利的。对于这类有明显致命弱点的方案,没有必要去进行深入分析评价,应该在工程经济分析比较的一开始,就将其淘汰了。只有那些不能一眼就分辨出优劣的方案,才需要进行下一阶段的深入经济分析。

在拟定可能的方案时,注意不要遗漏掉“零方案”(即维持现状的方案),这种方案虽然是“无所作为”,但有时也许会成为最佳方案。即可能从经济上看或从非经济条件看,目前就改变现状的时机暂不成熟,还不如维持现状好。当然,只要时机成熟,就可考虑改变现状的方案。

决定方案的取舍既不应是闭着眼睛“摸彩”，也不应单凭个人主观上的偏爱，而应该根据客观的统一标准。这种标准可能有非经济的，诸如：政治的、社会的、国防的、环境保护的……等等，当然也有经济标准。这里暂不讨论非经济标准，只讨论经济标准，即“评价方案经济效果的准则”。

在讨论“评价方案经济效果的准则”之前，先引述两个经济学的名词——“投入”和“产出”。所谓“投入”广义地是指为了进行某项工程建设或技术活动所需要耗费的资金、人力、物力（即“代价”）；而广义的“产出”则是由于完成该项工程或技术活动后，所获得的利益、工程效用或因而增加的社会财富（即“报酬”）。为了便于分析计算，投入与产出通常要统一折合成货币（如人民币），这就成为狭义的投入与产出。于是，对于工程建设来说，投入即是工程费用而产出即是工程效益；对于产品生产来说，投入即是生产或本，产出即产值，以此类推。对于各种不同的技术决策来说，不论如何千变万化，都可以归纳成三种情况：

①投入相同，产出各不相同。即各个可能的技术方案都有相同的生产成本或工程费用，但产值或工程效益不同。

②产出相同，投入各不相同。即各个可能的技术方案都有相同的产值或工程效益，但生产成本或工程费用不一样。

③投入和产出均不相同。即各个可能的技术方案既有不同的生产成本或工程费用，又有不同的产值或工程效益。

我们讨论这个问题的前提是暂不考虑各种非经济标准，只根据经济效果的好坏来评价方案的优劣。评价经济效果的目的，在于进一步提高经济效果，而提高经济效果的目的，又是为了增加更多的社会财富。从这一点出发，经济效果最佳的方案，就应该是能够为国民经济创造最多净产值（即产值减去成本）或净效益（即效益减去费用）的方案。对照上述技术决策的三种情况，评价方案经济效果的准则应是：

1. 当投入相同产出不相同时，产出最大的方案最好；
2. 当产出相同而投入不同时，投入最小的方案最好；
3. 当产出与投入均各不相同时，净产出（即产出减投入）为最大的方案最好。

下面举一些简化的例子来说明上述准则（稍详细的例子请看第四章）。

**【例 1-1】** 某市城建部门计划修筑一条新马路，以缓解市内交通拥挤问题，有两条路线可供选择，二者具有同等工程效用。路线甲要求投资 500 万元，路线乙要求投资 450 万元，设二者维修费相同。显然，两个方案的产出（本例中为工程效用）相同，而投入不同，应以投入小者为佳，即路线乙较佳。

**【例 1-2】** 某厂向国际银行借得低息贷款 1000 万美元，用以引进一条自动化生产线，有两个外国公司可以供货，索价相同，但 A 公司提供的生产线的生产能力比 B 公司的大 10%，设两种生产线投入后的生产成本与产品质量大体上相同。这个例子中的两个方案投入相同而产出（本例中为生产能力）不同，应以产出大者为佳，即宜采用 A 公司的生产线。

**【例 1-3】** 1994 年某农场在完成了按国家计划进行的农作物生产布局后，尚余有可供自主安排的农田 1000 亩，经研究可种双季水稻或棉花。若种水稻，总生产成本约需 110 万元，而总产值为 125 万元。若种棉花，总生产成本约需 115 万元，而总产值可达 135 万元。问应种何种作物为佳？显然，净产值（即总产值减去总生产成本）最大者为佳，即种棉花为宜。

### 第三节 工程经济分析的基本内容

工程经济分析与评价包括：经济分析、财务分析与社会效益分析三个部分。

1. 经济分析 它是从整个国民经济整体利益出发，分析各技术方案经济效果好坏。既然提高经济效果的目的是为了更多地创造和积累社会财富，那么对技术方案进行经济分析就应是比较各方案能为社会增加多少财富，从中选出为社会增加财富最多的方案，作为经济效果最佳的方案。为此，首先要拟定若干个有同一可比基础的可能方案，然后初步淘汰掉其中一些显然不利的方案，留下的方案，在经济分析之前要先将其投入和产出进行“动态折算”。所谓“动态折算”，即要计及“资金的时间价值”。经过以上步骤，才可以进行经济分析，计算各方案中能反映其经济效果的有关指标，然后加以比较，决定方案的优劣。如何进行经济分析计算？将在第三章以后各章中介绍。

2. 财务分析 尽管经济分析可以寻找出经济效果最好的方案来，但是对企业（或工程业主）本身来说，这样的方案有时却可能并不有利。企业（或工程业主）除了首先要为社会作出最大的贡献外，还必须十分关心本身的财务收支盈亏情况，这关系到企业本身的生存与发展。尽管在社会主义制度下，国民经济的整体利益，从全局来说是与个别企业的本身利益一致的，但是有时也可能出现一些矛盾。当出现矛盾时，企业就应在努力为社会多增加财富的同时，也力争本身有较好的盈利水平和偿还贷款本息的能力，才能使本身不断兴旺发达。由于这个原因，要求在经济分析的基础上，对经济效果较好的少量技术方案进行财务分析，以审查这些方案在企业本身财务上的有利程度，作为最后决策时的一个重要因素。财务分析如何进行将在第八章以后各章中介绍。

3. 社会效益分析 有时，单凭上述的经济分析和财务分析还不能最后决定方案的取舍，因为经济分析和财务分析所反映出的只是用货币形式表达的社会财富与企业盈利水平，但有时一项工程建设或产品生产的影响所及可能会超出这个范围。例如，研制和发射人造卫星，抢救大熊猫和保护中华鲟，对建筑物进行抗地震加固，防御特大洪水威胁等等，能够单单用货币来衡量其价值吗？许多工程建设或产品生产，既有用货币来衡量的经济影响，又有不能用货币而只能用物质或人力数量来表示的经济影响，还有若干种非经济影响，有时影响发生在当地、眼前，并且是直接的；也有一些影响则波及到远方、今后若干年，也许还是间接的；有些影响可以定量地表述，而另一些影响只能定性地说明。这些形形色色的影响，其中的一部分，有时会形成对决定技术方案取舍的主要或次要因素，在工程经济分析与评价中，必须予以考虑。除了能用货币表明的经济影响可以在经济分析与财务分析中加以研究之外，其他各种各样的影响因素，可以统称为社会效益，要在社会效益分析中加以研究。有的文献中将其称之为“间接效益”、“无形因素”等等。关于社会效益分析的内容和方法，本书不予介绍。

还有一些有关工程经济分析和评价的专门问题，也是工程经济学方面要研究的问题，将在第七章起的最后几章中介绍。

## 第二章 资金的时间价值

工程经济分析中的时间因素,主要是指在技术经济效果评价中所要考虑的资金时间价值。资金的价值与时间有密切的关系,投资者都明白这一点,今天可以用来投资的一笔资金,即使不考虑通货膨胀的因素,比起将来同等数量的资金也更有价值。因为当前可用的资金能够立即用来投资,并在工程投产后可立即获得更多的资金。而将来可取得的资金,则不能在今天投资,也就不能适时地获得更多的资金。

### 第一节 资金的时间价值

本章中的“资金”是指款项、金额、现金等,狭义的投入或产出既然用货币来表示,也就是一种“资金”了。按照西方经济学概念,资金是有“时间价值”的,设某人有10万元资金,他将有三种处理办法:①投资,即投入工业生产或商业活动;②借给别人或存入银行;③存放在保险柜中。第一种处理办法,他而面临着可能亏损的风险,但若经营得好,将获得一定的利润。假定年利润率为20%,计2万元。第二种处理办法,借款人或银行在借期(或存款期)满后,除偿还10万元的“本金”外,还要付给一定的“利息”。假定年利率为10%,则此人将不承担风险地在1年后获得1万元的利息,从而使他的资金“增殖”了(比第一种办法少些),增加为11万元。这里也解释一下,向此人借款的人,通常较少将这10万元用于生活上的耗费(因为这将有可能丧失偿还借款的能力),而往往会将这笔资金投入生产,以便1年以后赚到远超过10%的利润。这样,他才有可能将所获得的利润中的一部分(1万元)作为利息付给借钱给他的债主。第三种处理办法,这笔资金将不能“增殖”,就称为“资金积压”,将使此人“蒙受损失”。由此可见,此人的论点是:若资金不被积压,而是投入生产或经商,则经过一定时间,将有一定的“增殖”。即:资金天生地具有随时间而“增殖”的特性,称为“资金的时间价值”,而利息和利润则是这种“增殖”的结果。所以,“资金的时间价值”也就意味着利息或利润。我国古代商品生产和流通的过程中,也有“权衡子母”、“将本求利”的说法。用“本钱”求取“利钱”,也就是用“母金”去生殖“子金”,这和“资金增殖”的说法是类似的。因此,资金的时间价值,可以从两方面来理解:

1. 将资金用作某项投资,由资金的运动(流通—生产—流通)可得到一定的收益或利润,即资金增了值。资金在这段时间内所产生的增值,就是资金的时间价值。

2. 如果放弃资金的使用权力,相当于失去收益的机会,也就相当于付出了一定的代价。在一定时期内的这种代价,就是资金的时间价值。

正因为如此,当你将现金存入银行,银行将支付给你一定数额的利息,这既是对存款者的鼓励,也是对其损失代价的一种补偿。

从代价补偿的角度来看,资金的时间价值,可用社会平均资金收益率  $R_0$  表示,  $R_0$  又可用下式来推求:

$$R_0 = R_{01} + R_{02} + R_{03} \quad (1-1)$$

式中： $R_{01}$ ——仅考虑时间补偿的收益率；

$R_{02}$ ——仅考虑通货膨胀因素应补偿的收益率；

$R_{03}$ ——考虑社会平均风险因素应补偿的收益率；

$R_{01}+R_{02}$ ——称无风险收益率，应为最低的银行利率。

【例2-1】某企业拟建造一工厂，需基建投资1000万元，预计工厂建成后，每年收益扣除生产成本后，可得利润250万元，用以回收投资。问：自施工开始后的第几年可以收回全部投资？投资全部回收后，至施工开始后的第10年，累计的剩余利润共计有多少？假设：①不计利息；②施工期为3年。

解：作收支平衡表如下

表2-1 某企业拟建厂收支平衡表(不计利息) 单位:万元

年 末	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	共计
年利润	0	0	0	250	250	250	250	250	250	250	1750
年末回收投资	0	0	0	250	250	250	250	0	0	0	1000
尚未回收投资	1000	1000	1000	750	500	250	0	0	0	0	/
年末剩余利润	0	0	0	0	0	0	0	250	250	250	750
累计剩余利润	0	0	0	0	0	0	0	250	500	750	750
备 注	施 工 期			投 资 回 收 期				盈 利 期			

由表可见，施工开始后的第7年可收回全部投资，至施工开始后的第10年累计剩余利润共有750万元，情况尚好。但若要计及利息，情况就很不妙，请看下例。

【例2-2】资料与例2-1相同，但基建投资需向银行贷款，设贷款年利率为10%，剩余利润存入银行，设存款年利率为7%，其他资料不变。要求计算还清全部贷款和贷款利息的年份，以及第10年末的剩余利润和利息。

表2-2 某企业拟建厂收支平衡表(计利息) 单位:万元

年 末	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	共计
年利润	0	0	0	250	250	250	250	250	250	250	1750
年初欠贷款	1000	1100	1210	1331	1214	1085.5	944.1	788.5	617.4	429.1	/
年末应付 贷款利息	100	110	121	133.1	121.4	108.6	94.4	78.9	61.7	42.9	
年末偿还 贷款本息	0	0	0	250	250	250	250	250	250	250	1750
年末尚欠 贷款本息	1100	1210	1331	1214.1	1085.5	944.1	788.5	617.4	429.1	222	尚 欠 222
备 注	施 工 期			偿 还 贷 款 期							未 还 清

由表可见，从第4年起至第10年，将全部利润1750万元偿还贷款本息，尚欠222万元，形成亏损现象，根本没有剩余利润。为了扭亏为盈，企业领导人必须采取措施，设法提高经济效益，请看以下二例。

【例 2-3】针对例 2-2 的情况,企业领导人采取了缩短施工工期的措施,设施工期缩短为 1 年,其他资料按例 2-2 中不变。

表 2-3 某企业拟建厂收支平衡表(工期缩短) 单位:万元

年 末	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	共计
年利润	0	250	250	250	250	250	250	250	250	250	2250
年初欠贷款	1000	1100	960	806	636.6	450.3	245.3	19.8	0	0	/
年末应付 贷款利息	100	110	96	80.6	63.7	45.0	24.5	2.0	0	0	521.8
年末偿还 贷款本息	0	250	250	250	250	250	250	21.8	0	0	1521.8
年末尚欠 贷款本息	1100	960	806	636.6	450.3	245.3	19.8	0	0	0	/
本年剩余 利 润	0	0	0	0	0	0	0	228.2	250	250	728.2
上年利润在本 年末的存款利息	0	0	0	0	0	0	0	0	16.0	34.6	50.6
累计剩余利润	0	0	0	0	0	0	0	228.2	494.2	778.8	
备 注	施工期	偿 还 贷 款 期						盈 利 期			

由表可见,至第 7 年末已基本上还清贷款本息,尚欠很小的尾数也在第 8 年还清。至第 10 年末累计剩余利润 728.2 万元,以及利润存款利息 50.6 万元,共计 778.8 万元。这一结果与例 2-1 大致相近,与例 2-2 的结果相比,较大地提高了经济效益。

【例 2-4】针对例 2-2 的情况,企业领导人拟采取的另一措施是:施工期仍为 3 年,但努力改善产品生产的经营管理,降低成本,提高产品的质量和产量、扩大销售额等,并且注意不提高产品单价,以便不使顾客受损失,从而提高了产品信誉。结果估计每年利润将增加 40%,达到 350 万元,其他资料仍按例 2-2 中不变,作收支平衡表如下。

由表 2-4 可见,至第 8 年末已基本上偿还了贷款本息,尚欠微小尾数也在第 9 年一次还清,至第 9 年末累计剩余利润 343.2 万元,再加上利润存款利息 24.0 万元以及第 10 年利润,共计 717.2 万元,比例 2-2 的结果也较大地提高了经济效益。

从上述例 2-1 至例 2-4 的结果可见,当不考虑“资金时间价值”时,工厂在 10 年中总利润达 1750 万元,回收资金后,尚余 750 万元,为社会增加了 750 万元财富,投资在第 7 年也全部回收了。可是,当不得不计及“资金的时间价值”时,情况就发生了很大变化。虽然 10 年总利润仍为 1750 万元,为社会增加了同样多的财富,但企业自身却形成了“亏损”,显示了较坏的经济效果,这就迫使企业领导人产生了危机感,不得不采取措施努力提高经济效益。从所采取的两个不同措施来看,结果均能使企业不再亏损,不但还清了贷款,还可积累剩余利润 700 多万元,并且给社会增加的财富分别加大到 1250 万元和 1450 万元,因而有利于加快社会主义经济建设的速度。这正是在经济建设中,利用“资金的时间价值”这一经济杠杆作为理财手段的重要意义。

国家把贷款“利率”作为对贯彻国民经济发展计划的辅助性的宏观经济控制手段,国家规定:贷款实行“差别利率”,即对不同行业的贷款年利率有所不同。并且,国家还根据各个不同时期的产品供需情况,对其建设项目实行浮动利率,或者对行业内部不同产品的建设项目实行“调节利率”,这些也充分体现了利用“资金时间价值”作为经济杠杆的实质。

表 2-4 某企业拟建厂收支平衡表(提高利润) 单位:万元

年 末	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	共计
年利润	0	0	0	350	350	350	350	350	350	350	2450
年初欠贷款	1000	1100	1210	1331	1114.1	875.5	613.1	324.4	6.8	0	/
年末应付 贷款利息	100	110	121	133.1	111.4	87.6	61.3	32.4	0	0	756.8
年末偿还 贷款本息	0	0	0	350	350	350	350	350	6.8	0	1756.8
年末尚欠 贷款本息	1100	1210	1331	1114.1	875.5	613.1	324.4	6.8	0	0	/
本年剩余 利 润	0	0	0	0	0	0	0	0	343.2	350	693.2
上年利润在本 年末的存款利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.0	
累计剩余 利润本息	0	0	0	0	0	0	0	0	343.2	717.2	/
备 注	施 工 期			偿 还 贷 款 期				盈 利 期			

## 第二节 利息和利率的概念

### 一、利息和利率

正如第一章所述,资金的时间价值就意味着利息或利润,例 2-2 中的利息计算表明,若贷款的年利率为 10%,贷款 1000 万元则一年后的利息为 100 万元。这正好说明了“本金”(例中为贷款)“利率”(例中为年利润)、利息和计算利息的“期数”(例中一年计算一次利息,故一年为一“期”)四者之间的相互关系,可以有以下的定义:

- ①本金:资金在借贷开始时的量,符号为  $P$ ;
- ②利息:借用本金经过某一“期数”后,按某一利率所应付给债主的报酬,符号为  $I$ ;
- ③利率:“期”利息所占本金的百分比  $i$ ,若一年计算一次利息,则为年利率,若一月计算一次利息,则为月利率,以此类推;
- ④期数:计算一次利息的时段为一“期”,在一定时间内,计算利息的次数为计息“期数”,符号为  $n$ ;
- ⑤本利和:经过某期数后,按照某一利率,本金与各期利息之总和,符号为  $F$ 。

由此可见,例 2-2 中的本金  $P=1000$  万元,年利率  $i=10\%$ ,贷款满一年时,期数  $n=1$ ,相应的利息  $I=100$  万元,而本利和  $F=1100$  万元。在  $n=1$  的情况下,有以下关系

$$\begin{aligned} I_1 &= Pi \\ F_1 &= P + I_1 = P(1 + i) \end{aligned} \quad (2-1)$$

但若  $n>1$ ,将会如何呢? 有两种不同的算法,导致两种不同的结果,现分述于下。

## 二、单 利

1995 年 8 月起,一年定期存款的月利率为  $i=6.0\%$ ,或年利率为  $i=7.2\%$ ,每存款 100 元,一年期满后可得利息 7.2 元。若我们按年利率计算,显然一年为一期,即  $n=1$ , $P=100$  元, $i=7.2\%$ ,由式(2-1),年利息  $I=Pi=100 \times 0.072=7.2$  元。若按月利率计算会得出什么结果呢? 先看储满一个月后的月利息,由式(2-1), $P=100$  元, $i=0.006$ ,一个月为一期,则  $n=1$ 。于是月利息  $I=Pi=100 \times 0.006=0.6$  元。这恰恰为前面年利息  $I$  的  $1/12$ ,而一年有 12 个月,按月利率计算时,一年中  $n=12$ ,可见  $I_{\text{年}}=Pi_{\text{月}}n$ 。再以 5 年定期存款为例,银行规定(自 1995 年 8 月起)年利率为  $9.36\%$ ,并且,每存款 100 元,5 年到期后可得利息 46.80 元。 $i=9.36\%$ ,于是年利息  $I_{\text{年}}=Pi=100 \times 0.0936=9.36$  元。若将 9.36 乘以 5,恰恰等于 46.80 元。对于年利率来说,5 年期满时, $n=5$ ,又是  $I_{\text{年}}=Pin$ ,由此得出以下关系式

$$\begin{aligned} n \text{ 期纯利息} & \quad I = Pin \\ n \text{ 期本利和} & \quad F_n = P + I = P(1 + ni) \end{aligned} \quad (2-2)$$

上述这种计算方法求出的利息,称为“单利”。其特点是:各期利息相等,利息不按期支付,也不将上期利息加入本金再计算下期利息,期数满后,一次支付总利息,总利息是一期利息与期数的乘积。

**【例 2-5】** 某人存 8 年定期款 250 元,按规定以单利计息,年利率为  $10.44\%$ ,问 8 年到期总利息及本利和各为若干?

**解:**  $P=250$  元, $i=10.44\%$ , $n=8$ ,由式(2-2),8 年总利息为

$$I = 250 \times 0.1044 \times 8 = 208.8 \text{ 元}$$

$$8 \text{ 年末本利和} \quad F_8 = 250 \times (1 + 0.1044 \times 8) = 458.8 \text{ 元}$$

## 三、复 利

回顾一下例 2-2 和例 2-4 中施工期 3 年的贷款利息计算,显然与式(2-2)不相等。因为,若按式(2-2)计算,应有以下结果:

①第 1 年初,本金  $P_1=1000$  万元,年利率  $i=10\%$ ;

第 1 年末,利息  $I_1=100$  万元,本利和  $F_1=1100$  万元。

②第 2 年初,本金  $P_2=1000$  万元;

第 2 年末,利息  $I_2=100$  万元,第一、二年总利息  $I_{1-2}=2 \times I_1=200$  万元,两年本利和  $F_2=1200$  万元。

但是例 2-2 中的计算结果却是:

①第 1 年初,本金  $P_1=1000$  万元,年利率  $i=10\%$ ;

第 1 年末,利息  $I_1=100$  万元,本利和  $F_1=1100$  万元。

②第 2 年初,本金  $P_2=F_1=1100$  万元;

第2年末,利息  $I_2=110$  万元,第1、2年总利息  $I=210$  万元,两年本利和  $F_2=1210$  万元。

产生上述差别的原因是:后一种算法将上一年末未偿付的利息加入到本金中去,成为下一年的本金,再计算下一年的利息,用这种方法计算出的利息称为“复利”。其特点是:各期利率相同,利息不按期支付,而是将上期本利和作为下期本金,再计算下期利息,因而各期利息是递增的,期数满后一次支付总利息,而总利息的计算比单利复杂些,其计算公式推导如下:由式(2-1)得

第一期:利息  $I_1=P_1i$ ,本利和  $F_1=P(1+i)$ ;

第二期:本金  $P_2=F_1=P_1(1+i)$ ,利息  $I_2=P_2i=P_1(1+i)i$ ;

本利和  $F_2=P_2(1+i)=P_1(1+i)^2$

两期总利息  $I=P_1i+P_1(1+i)i=P_1i[1+(1+i)]$

第  $n$  期:本金  $P_n=F_{n-1}=P_1(1+i)^{n-1}$ ,利息  $I_n=P_ni=P_1(1+i)^{n-1}i$

本利和  $F_n=P_n(1+i)=P_1(1+i)^n$

$n$  期总利息  $I=P_1i[1+(1+i)+(1+i)^2+\cdots+(1+i)^{n-1}]$

可以化简如下,等号两侧各乘以  $(1+i)$ ,则得

$$(1+i)I = P_1i[(1+i) + (1+i)^2 + \cdots + (1+i)^n]$$

二式相减得  $[(1+i)-1]I = P_1i[(1+i)^n-1]$ ,或

$$iI = P_1i[(1+i)^n-1]。因此 I = P_1[(1+i)^n-1]$$

或  $I = P_1(1+i)^n - P_1$ ,因  $P_1(1+i)^n = F_n$ ,恰恰符合式  $I = F_n - P_1$ 。若以符号  $P$  代替  $P_1$ ,表示最初的本金,则复利计算的基本公式为

$n$  期总利息  $I = P[(1+i)^n - 1] = F_n - P$

$n$  期本利和  $F_n = P(1+i)^n$  (2-3)

【例2-6】某公司向银行贷款500万元,按银行规定,以复利计算利息,若借期为5年,年利率为9.36%,问5年到期后总利息及本利和各为若干?

解:  $P=500$  万元,  $i=9.36\%$ ,  $n=5$ ,由式(2-3)

5年总利息  $I = 500 \text{ 万元} \times [(1+0.0936)^5 - 1] = 282.1 \text{ 万元}$

5年末本利和  $F_n = 500 \text{ 万元} \times (1+0.0936)^5 = 782.1 \text{ 万元}$

#### 四、复利与单利的差值

由前述可知复利计算的结果与单利计算的结果不等,通常复利利息比单利利息大些,其差随  $i$  和  $n$  值的增加而迅速扩大,可由以下两个例子说明之。

【例2-7】设本金  $P=100$  元,期数  $n=4$  年,年利率分别为  $i=5\%$ 、 $10\%$ 、 $20\%$ 、 $30\%$ ,要求分别用单利和复利计算4年末本利和,并加比较。

解:计算结果列表如下,计算过程略去。

表 2-5 单利和复利对照表 单位:元

年利率 $i$	单 利		复 利		单利、复利的差
	$I$	$F_n$	$I$	$F_n$	
5%	20	120	21.55	121.5	1.55
10%	40	140	46.41	146.41	6.41
20%	80	180	107.36	207.36	27.36
30%	120	220	185.61	285.61	65.61

由表中数据可见,随着  $i$  值的加大,单利与复利的差更大。

【例 2-8】 设本金  $P=100$  元,年利率为 5%,期数分别为  $n=10$  年、50 年、100 年、200 年,要求分别用单利和复利计算  $n$  期总利息和  $n$  期本利和,并加以比较。

解:计算过程略去,结果列在下表之中。

表 2-6 单利、复利对照表 单位:元

期数 $n$ (年)	单 利		复 利		单利、复利差
	$I$	$F$	$I$	$F$	
10	50	150	62.9	162.9	12.9
50	250	350	1046.7	1146.7	796.7
100	500	600	13050.1	13150.1	12550.1
200	1000	1100	1729158.1	1729258.1	1728158.1

由表中数据可见,随着  $n$  值的加大,单利与复利的差以何等惊人的倍数在迅速扩大。当  $n=200$  年时,二者相差达单利的 1700 多倍,而复利的利息已达到本金的 17000 多倍。

在工程经济分析计算中,财务分析要按照贷款利率进行复利计算(银行规定贷款按复利计算)。但经济分析不是计算贷款利息,而是要进行资金的“动态折算”,这就要引用“等值”的概念。

### 第三节 等值的基本概念

#### 一、贴 现

在西方社会,从利息的概念出发,引伸出了“贴现”概念,举例说明之。某甲向一工厂预订一批货物,该货物现在价格为 10000 元,要在一年后交货,厂主要求某甲现在预付货款 10000 元,某甲显然不能同意。因为现在付款 10000 元,到一年后交货时,由于“资金增殖”,已不止 10000 元了。设“利率”为 10%,则这 10000 元届时已变成 11000 元,即厂主实际上多收了 1000 元的货款。因此,某甲只能同意现在支付一笔小于 10000 元的货款,使得一年后交货时,恰好增殖成 10000 元。按照式(2-1),若已知本利和  $F=10000$  元,“年利率” $i=10\%$ ,则本金  $P=9090.91$  元。所以,某甲只能同意现在支付 9090.91 元给厂主作为全部货款,如果某甲手边没有现金,只有一张票面 10000 元的立即可兑现的支票,则某甲以此支票支付货

款的同时,应要求厂主找还 909.09 元的现金差价,这称为“贴现”,而“利率”10%也可称为“贴现率”。再举一例,某乙用一张票面 100 元一年后到期的“期票”(现在不能兑现,要以后到期时才能兑现的支票)去购买价值 100 元的现货,货主当然不能接受。因为,一年后兑现 100 元,现在价值将小于 100 元,按式(2-1),设贴现率为 10%,则此期票现在价值只有 90.91 元,因此货主接受此期票的同时,还要求某乙另外支付 9.09 元的现金,这也称为“贴现”。由这两个例子可见,“贴现”已经超越了利息的原来概念,但更切合“资金增殖”的观点,这就引出了“等值”的概念。

## 二、现值与终值

从上述“贴现”的例子可见,价值 10000 元的货款,若贴现率为 10%,在一年之前,只相当于 9090.91 元。价值 10000 元货款,若贴现率为 10%,在一年之后,将相当于 11000 元。换句话说,在贴现率为 10%的条件下,一年年初的 9090.91 元与该年末的 10000 元“等值”(或称“等价”Equivalence),当前的 10000 元与一年后的 11000 元“等值”。上述例子是指期数  $n=1$  而言,若  $n>1$ ,则“等值”要按式(2-3)类似于复利那样去计算。通常是以一年为一期,贴现率相当于年利率,期数即为年数。

**【例 2-9】** 投入生产的资金 1000 元,若贴现率为 5%,问 10 年后的等值资金为若干?  
解:  $P=1000$  元,  $i=5\%$ ,  $n=10$ , 按式(2-3)得

$$F = P(1+i)^n = 1000 \text{ 元} \times (1.05)^{10} = 1628.89 \text{ 元}$$

即 10 年后的等值资金为 1628.89 元。

由例 2-9 可见,资金现在价值 1000 元,在贴现率为 5%的条件下,与 10 年后的期末价值 1628.89 元等值。由于用等值的概念取代了利息的概念,名词“本金”、“本利和”将不确切了,因而采用了以下的名词和定义。

①现值:资金“增殖”开始时的量,或“折算期”开始时的量,仍取符号为  $P$ ;

②终值:又称“期末值”、“未来值”,资金按照某一利率或贴现率  $i$  经过某期数  $n$  后,与现值  $P$  等值的量,仍取符号为  $F$ 。

于是,例 2-9 的计算结果,可以表述成:现值  $P=1000$  元,在利率(或贴现率)  $i=5\%$  和期数  $n=10$ (年)的条件下“折算”为终值  $F=1628.89$  元。要注意,现值与终值之间“等值”是在一定的利率(或贴现率)与期数值条件下成立的,若利率与期数不同,现值或终值也将随之而变,如例 2-10 所示。

**【例 2-10】** 若终值  $F=500$  元,利率  $i=5\%$ ,期数  $n=5$ (年),问现值应为若干?若利率  $i=8\%$ ,但期数仍为  $n=5$ (年),问现值应为若干?又若利率  $i=8\%$ ,而期数  $n=8$ (年),现值应为若干?

解:按式(2-3),终值 = 500 元,

$$\text{①若 } i=5\%, n=5, \text{ 则 } P = \frac{F}{(1+i)^n} = \frac{500 \text{ 元}}{(1.05)^5} = 391.76 \text{ 元}$$

$$\text{②若 } i=8\%, n=5, \text{ 则 } P = \frac{500 \text{ 元}}{(1.08)^5} = 340.29 \text{ 元}$$

$$\text{③若 } i=8\%, n=8, \text{ 则 } P = \frac{500 \text{ 元}}{(1.08)^8} = 270.13 \text{ 元}$$

本例显示了等值关系随利率  $i$  和期数  $n$  变化的情况。