

GONGCHENGJINGJIXUE

# 工程经济学

(第5版)

邵颖红 黄渝祥 邢爱芳 等 编著



同济大学出版社  
TONGJI UNIVERSITY PRESS

# 工程经济学

(第5版)

邵颖红 黄渝祥 邢爱芳 等 编著



同济大学出版社  
TONGJI UNIVERSITY PRESS

ISBN 978-7-311-04212-1

定价：38.00元

ISBN 978-7-311-04212-1

## 内 容 提 要

本书系统地阐述了工程经济分析的原理和方法,给出了现金流量的识别和估算方法、利息公式和等值计算方法,介绍了如何根据方案研究期内的现金流量计算有关指标,以确定方案经济效果的高低和比较选择最优的方案。结合工程项目所处的经济环境,介绍了会计对折旧、利润、所得税等的核算方法,在此基础上进一步介绍了工程项目的盈利性分析和清偿能力分析,并从应用的角度全面而实用地阐述了贷款融资、价格变化、所得税等对工程经济分析的影响。此外就公共项目经济分析、资产更新、租赁与改扩建方案比较、工程项目方案的不确定性和风险估计技术、价值工程进行了专题介绍。

本书是在第4版的基础上修改而成,可作为大专院校各类工科专业工程经济类课程的基础教材,也可作为计划、设计、咨询部门或企业的工作人员(如经济师、造价师、建筑师和咨询师等)自学或培训用的教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程经济学/邵颖红等编著. --5版. --上海:同济大学出版社,2015.2

ISBN 978-7-5608-5767-1

I. ①工… II. ①邵… III. ①工程经济学—高等学校—教材 IV. ①F062.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第024589号

---

## 工程经济学(第5版)

邵颖红 黄渝祥 邢爱芳 等 编著

责任编辑 张莉 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵

---

出版发行 同济大学出版社 [www.tongjipress.com.cn](http://www.tongjipress.com.cn)

(地址:上海市四平路1239号 邮编:200092 电话:021-65985622)

·经 销 全国各地新华书店

印 刷 启东市人民印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 16.75

印 数 1—8100

字 数 418000

版 次 2015年2月第5版 2015年2月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5767-1

---

定 价 35.00元

## 前 言

本书写作的主要目的就是把工程经济实践带到课堂上来,帮助学生结合实际考虑工程项目决策问题。

第5版是在第4版的基础上吸收了编著者在本领域的最新的研究成果,根据我国投资体制、财税体制和会计制度改革的新要求重新修改而成。新版延续了第4版简明扼要、注重应用的特点,删除或更新了章节间重复或过时的内容。本版的改进和新增内容如下:

(1) 第2章补充和明确了现金流量要素,建筑安装工程费组成按照最新《建标(2013)44号文件》修订,同时更新了经营成本估算内容。

(2) 第3章新增了几何梯度系列复利计算公式、利息加总等额还款计算公式、计息期长于支付期的计算以及若干计算实例。

(3) 第4章引入了修正内部收益率、外部收益率、项目余额概念,清楚地解释了多个收益率问题。

(4) 第5章更新了折旧年限、摊销、折耗等相关数据资料。

(5) 第6章把工程项目的盈利性分析的现金流量按营运活动、投资活动、债务融资活动和权益投(融)资活动进行了划分,使报表更简洁、清晰,更贴近市场经济环境下的经济行为。

(6) 用 Excel 生成了所有的现金流量表,补充若干 Excel 电子表格计算的复杂实例。

(7) 书中添加了大量结合工程实际全新的实例和习题。

另外应该说明的是,随着经济体制改革的深化,各种行政法规和经济参数也在不断变化中,读者在实际运用本书时,应着重于原理和方法的理解,注意随时变化的工程项目所处的经济环境。

第5版由邵颖红、黄渝祥策划统稿,并执笔所有修改。此外一些同事也给出了修改意见,在本书的编写过程中参考了国内外众多学者的著作,在此一并表示衷心的感谢。

编者

2014年12月

# 第 1 版前言

本书是在我校翟立林教授 1981 年编写的《工程经济学》教材的基础上,根据我们几年来教学实践的经验,并吸收国内近几年可行性研究的成果修改补充而成的。本书阐述了国外工程项目经济分析的理论和方法,并力求与我国过去采用的技术经济分析方法相衔接,同时反映我国当前经济分析中的一些实际做法。本书注意把各个行业技术经济分析中共同的、带有规律性的原理和方法抽象出来,进行系统阐述,因此,它适于作为各类工科专业的技术经济课的基本教材,各个专业可以结合不同行业的特点适当加以补充。

采用本书作为教材的课内教学时数建议为 35~40。为了帮助学生加深理解、掌握内容,每章都附有一定数量的习题,学生以选做一半左右为宜。

翟立林教授、华南工学院王剑琴副教授对全书的编写提出了许多宝贵意见与帮助,改正了一些错误,并做了最后的审核。参加本书编写修改的还有朱懿铭同志。

由于我们水平有限,编写时间又仓促,书中一定还有不少缺点和错误,请广大读者不吝指正。

同济大学经济管理学院

黄渝祥 邢爱芳 樊益群

1984 年 9 月

同济大学本科

同济大学本科

同济大学本科

同济大学本科

# 目 录

## 前 言

### 第 1 版前言

<b>1 基本概念</b> .....	1
1.1 工程技术的两重性 .....	1
1.2 工程经济学的研究对象和出发点 .....	3
1.3 工程经济分析的原则和方法框架 .....	3
1.4 在工程经济分析中使用电子表格 .....	6
习题 1 .....	7
<b>2 工程项目投资现金流量识别与估算</b> .....	8
2.1 工程项目投资的现金流量 .....	8
2.2 估算技术 .....	13
2.3 投资估算 .....	21
2.4 投资项目税前收益的估算 .....	27
习题 2 .....	28
<b>3 含时间因素的货币等值计算</b> .....	31
3.1 货币的时间价值 .....	31
3.2 利息公式 .....	32
3.3 等值计算实例 .....	44
3.4 常用的还本付息方式 .....	49
3.5 电子表格的运用 .....	51
习题 3 .....	55
<b>4 投资方案评价和比选指标</b> .....	58
4.1 投资回收期 .....	58
4.2 净现值、将来值和年度等值 .....	61
4.3 内部收益率 .....	65
4.4 几种评价方法的比较 .....	73
4.5 互斥方案的比选方法 .....	74
4.6 项目方案的排序 .....	81
4.7 服务寿命不等的方案比较 .....	86
4.8 电子表格的运用 .....	88
习题 4 .....	91
<b>5 折旧、利润与所得税</b> .....	96
5.1 折旧(含摊销)与折旧方法 .....	96
5.2 利润与利润分配 .....	103
5.3 所得税的估算 .....	106
5.4 工程项目投资的获取利润能力分析 .....	108
5.5 折旧、利润与税后现金流量 .....	112

习题 5 .....	116
<b>6 工程项目投资的盈利性和清偿能力分析 .....</b>	<b>118</b>
6.1 融资方案和资金成本 .....	118
6.2 投资项目盈利性分析 .....	123
6.3 投资项目清偿能力分析 .....	133
6.4 通货膨胀、所得税与税后现金流 .....	139
6.5 小结 .....	142
习题 6 .....	144
<b>7 资产更新、租赁与改扩建方案比较 .....</b>	<b>146</b>
7.1 经济寿命和更新方案比较 .....	146
7.2 设备租赁的经济分析 .....	159
7.3 改扩建项目方案的经济比选 .....	162
习题 7 .....	163
<b>8 公共项目的经济分析 .....</b>	<b>165</b>
8.1 公共项目及其经济分析的特点 .....	165
8.2 从盈利性分析到费用-效益分析 .....	166
8.3 公共项目的费用-效益分析 .....	170
8.4 费用-效果分析 .....	178
8.5 公共项目的民间参与——特许权经营 .....	182
习题 8 .....	186
<b>9 不确定性分析与风险分析 .....</b>	<b>188</b>
9.1 不确定性与风险 .....	188
9.2 临界分析 .....	188
9.3 敏感性分析 .....	190
9.4 多因素组合敏感性分析与临界值 .....	193
9.5 概率分布 .....	195
9.6 蒙特卡罗模拟分析 .....	203
9.7 决策树方法 .....	207
习题 9 .....	211
<b>10 价值工程 .....</b>	<b>216</b>
10.1 价值工程的产生和发展 .....	216
10.2 什么是价值工程 .....	216
10.3 对象的选择和情报资料的搜集 .....	219
10.4 功能分析、整理和评价 .....	221
10.5 目标的选定 .....	226
10.6 方案的评价和选择 .....	231
10.7 试验与提案 .....	236
10.8 活动成果的评价和总结 .....	237
习题 10 .....	238
<b>参考答案 .....</b>	<b>240</b>
<b>附录 .....</b>	<b>245</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>260</b>



# 1 基本概念

## 1.1 工程技术的两重性

工程技术和科学不同,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,知识本身不是目的,而是被他们用来作为设计和制造各种结构、系统、过程等的素材。

工程技术的先进性表现在两个方面。一个方面是它能够创造出落后技术所不能创造的产品和劳务,例如宇宙航行技术、海底资源开发技术、原子能利用技术,等等;另一方面是它能够用更少的物力和人力创造出相同的产品和服务。

工程技术作为人类进行生产斗争的手段,它的经济目的性是十分明显的。因此,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。

既然人类发展技术是为了经济的目的,因而技术不断发展的过程,也就是其经济效果不断提高的过程。随着技术的日新月异,人类越来越能够用较少的人力、物力获得更多更好的产品或服务。从这一方面来看,技术的先进性是同它的经济合理性相一致的。凡是先进的技术,一般说来,总是具有较高的经济效果;恰恰是较高的经济效果才决定它是先进的技术。

但是另一方面,在技术的先进性和其经济的合理性之间又存在着一定的矛盾。这是因为在实际的生产斗争中采用技术时,不能不凭借当时当地的具体的自然条件和社会条件,而条件不同,技术所带来的效果也不同,某种技术在某种条件下体现出较高的经济效果,而在另一种条件下就不一定是这样。可能从远景的发展方向来看,应该采用某种技术,而从近期的利益来看,则需要采用另一种技术。这类的例子是很多的。例如,大家知道,铁路机车的牵引动力,从总效率方面比较,以电力牵引为最优,内燃牵引其次,蒸汽牵引最差。采用电力牵引,可以节省燃料,提高行车速度,降低运输成本,减少污染和排放,但是需要建设庞大的电力网和许多发电站。因此,目前阶段,世界上很多山区和偏僻地区仍然以蒸汽牵引或内燃牵引作为主要的牵引动力。由此可见,联系到具体的自然条件和社会条件,并非一切先进的技术都是经济合理的。

因此,为了保证工程技术很好地服务于经济,最大限度地满足社会的需要,就必须研究在当时当地的具体条件之下采用哪一种技术才是适合的。这个问题显然不是单单由技术是先进或落后所能够决定的,而必须通过经济效果的计算和比较才能够解决。

归纳以上所述,可见工程技术有两类问题。一类是科学技术方面的问题,另一类是经济分析方面的问题。前者是研究如何把自然规律应用于工程实践,这些知识构成了诸如工程力学、工程材料学等学科的内容;后者是研究经济规律在工程问题中的应用,这些知识构成工程经济类学科的内容。

随着科学技术的飞跃发展,为了用有限的资源来满足人们的需要,可能采用的工程技术方案越来越多。怎样以经济效果为标准对许多技术上可行的方案互相比,做出评价,从中选择



最优方案的问题,就越来越突出,越来越复杂。工程经济学<sup>①</sup>(Engineering Economy)这门学科就是在这样的背景下产生的。

一般而言,一项成功的工程项目,除了技术上可行和成功外,还要产生预期的效益。在有些情况下还要求产生的效益要超过为实施该工程而付出的费用,从而使所设计的工程(或产品)能实现净的效益。工程经济学就是研究有关工程设计和分析的效益和费用,并对此进行系统计量和评价的学科。我们以后会看到,大到工程项目的投资决策,小到工程设计人员的材料设备选择,工程经济学都能提供有用的经济学知识和分析的框架。

人们在生产实践中逐步体会到工程经济的重要性。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。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。但是由于耗油量太大,噪声太响,尽管速度快,并不能吸引足够的客商,由此蒙受了极大的损失。在平等的通货膨胀率下,“协和”号的票价比普通客机的票价上涨快得多。所以,随着机票价格的上涨,很快“协和”号的机票价格就远远地超过了人们的接受能力。经过 27 年的商业运营,世界上著名的超音速客机“协和”号终于在 2003 年 10 月结束了它的飞行生涯。它给航空迷留下了美好的回忆,但被商界公认为是投资决策失误的例子。

20 世纪 90 年代末,以美国硅谷为代表的网络泡沫,就是因为被媒体等炒作,脱离了经济的基础,一味追求成长性,导致股价与基本面的背离。一旦投资者发现光有网络的点击,没有现实的现金流进账,投资回报不能实现时,纷纷抛售股票,股市狂泻,导致整个经济的衰退。事实上目前很多高科技项目,如新能源汽车、新型材料和生物技术产品,在技术上实现功能已没有问题,问题往往是成本太高,无法实现商业价值。任何没有商业价值的工程技术不能说是成功的,也可以说是没有经济意义的。

我国迄今为止,最成功、经济效益最好的工程,当数都江堰水利工程。都江堰位于四川成都平原西部的岷江上,建于公元前 3 世纪,是中国战国时期秦国蜀郡太守李冰及其子率众修建的一座大型水利工程,是全世界至今为止,年代最久、唯一留存、以无坝引水为特征的水利工程。2200 多年来,一直发挥巨大效益,灌溉土地达 1000 多万亩(1 亩=666.6m<sup>2</sup>),不愧为文明世界的伟大杰作,造福人民的伟大水利工程。从工程本身来说,没有宏大的水坝,也没有自动开启的水闸,用看上去并不起眼的鱼嘴、飞沙堰和宝瓶口实现了分水、溢洪和引水。所用的技术也谈不上先进。在没有火药的情况下,用火烧石使之爆裂开凿山岩;在没有水泥的情况下,就地取材,用竹笼裹卵石筑堰;在没有钢材的情况下,用树木编成的木排实现分水。其了不起之处还在于工程巧妙地解决了水利工程常见的泥沙淤积的问题,使工程能延续数千年不辍。可以说都江堰以最小的代价实现了最大的社会效益。而我们近代实施的一些大水利工程,可谓高峡出平湖,非常雄伟,技术也先进,但不出数年,泥沙淤积,水位提高,造成上游被淹。这些工程即便不算是完全失败,但至少可说是没有达到规划设计的要求。

我国在社会主义经济建设中取得了重大的成就。但是由于体制和观念上的原因,很多工程项目的经济效益是不好的。产品不对路、资源利用率不高、盲目引进国外资金密集的成套项目而不重视国内丰富资源的利用等情况长期严重地存在,以致耗用了大量的人力物力而并没有使人民生活水平得到应有的改善。改革开放以来,党和政府再三强调了经济建设要以提高经济效益为中心的方针,这是完全符合经济发展的客观规律和我国具体情况的。一个合格的

<sup>①</sup> 工程经济学与工程经济(Engineering Economy)经常交叉使用,没有什么区别。

工程师不仅要对他所提出的方案的技术可行性负责,也必须对其经济合理性负责,只有这样,他的工作才有利于社会主义经济建设,才有利于满足广大人民的需要,这就要求他掌握这门学科所探讨的规律性。

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。不能期望一下子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。

## 1.2 工程经济学的研究对象和出发点

工程经济学的研究对象是工程项目的经济性。这里所说的项目(project)是指投入一定资源的计划(plan)、规划(programme)或方案(alternatives)并具有相对独立功能的,可以进行分析和评价的单元。因此,工程项目的含义是很广泛的,它可以是一个拟建中的工厂、车间,也可以是一项技术革新或改造的计划;可以是设备,甚至设备中某一部件的更换方案,也可以是一项巨大的水利枢纽或交通设施。

任何工程项目都可以划分成更小的、便于进行分析和评价的子项目(subproject)。通常,一个项目需要有独立的功能和明确的费用投入者。例如,拟建一个汽车工厂,采用的是通用轮胎,轮胎可以由本厂制造,也可以向其他工厂购进甚至进口,这样轮胎一项可以作为一个独立项目进行专门研究。但是,如某水利工程,其水坝和引水渠道等在规划、设计和效益发挥上密不可分,把它们分成两个项目就不合适了。

工程项目的经济方面研究还有个出发点(viewpoint)的问题。在以市场机制为导向的经济中,可以证明,在满足完全竞争的市场均衡,不存在外部效果和公用物品等一系列前提条件下,从企业角度出发的利润最大化的决策和从社会角度出发的资源配置效率最大化的目标是一致的。尽管这些前提假设很难完全得到满足,但从社会角度的经济分析,还是可以在企业角度分析的基础上进行修正。因此,我们可以以企业(或投资者)角度的分析作为基本的平台和框架。这就是通过产出的收益和投入费用的计算比较得出结论,而这些计算多数是以市场价格为基础,以货币量为单位的。因为在市场经济中,我们还没有办法找到比价格和货币更为一般的度量尺度。此外,作为国家和社会的目标,资源配置的效率有时可能不是唯一的,还有诸如公平分配、社会稳定等政治目标。即便如此,也要计算实现这些目标所付出的经济代价,还要问为实现这些目标是否还有更好的方案,为什么要选择这个方案而放弃其他技术上可行的方案?要回答这些回题,尽可能地用货币度量效益和费用还是必要的。

## 1.3 工程经济分析的原则和方法框架

工程经济分析是帮助决策者(设计人员或管理者)做出正确的决策的过程,它是与工程技术的考虑紧密联系在一起,贯彻于设计和决策的全过程。经验表明,很多决策失误往往不是具体计算的失误,而是由于分析的原则和方法框架选择不当。因此,有必要对这些原则和方法框架作必要的说明。

### 1.3.1 形成尽可能多的备选方案

迄今为止,多数情况下的设计、决策变量还不可能是连续的,只能在给定方案中进行选择。所谓决策就是在两个或两个以上的备选方案(alternatives)中做出选择。因此,形成尽可能多的备选方案是提高工程设计和决策水平的基础。如果一旦忽略了潜在的、可行的备选方案,就有可能失去进一步优化决策的机会。工程技术人员经常要多问“还有没有其他可行的方案?”诸如此类的问题。例如,大到发电厂方案是建火电还是水电?在火电方案下是用煤、油还是天然气?每台机组功率是90万kW还是75万kW?小到在厂房结构上是用钢结构还是钢筋混凝土结构?在形成备选方案过程中,工程技术人员的创新精神是极为重要的。

在这些备选方案中,有一个特殊的方案,这就是使原有的情况延续的方案,也就是所谓“不干什么”或“无”项目方案(doing nothing)。实际上,最终选定的项目方案都得与这个“无”项目方案进行评价比较,这就是所谓“有、无”对比(with vs. without)，“有”这个项目与“没有”这个项目进行比选,以确定项目是否实施。例如,在考虑改善城市道路的交通项目时,方案一是新建干线,方案二是对原有干线拓宽。如果比选的结果是方案一(新建干线)较好,最后还要与既不新建也不拓宽的维持现有道路延续的“无”项目方案进行比较。有可能因为投资太大,暂时不建为好。对“无”项目的界定要合情合理,不可有意拔高“无”项目状况以贬低项目实施的必要性。以上面这个城市道路建设为例,有项目的交通状况不能与目前状况相比(可能改善不大),而应与不搞这个项目以后可能出现的交通状况相比(可能会得出有较大改善的结论)。

### 1.3.2 形成比较的基础,着眼方案的差异

不同方案的使用寿命、产出效益(功能)、投资和运行费用可能都不相同(如果都相同,就不存在比较和决策的问题了,随机地选一个方案就可以了)。要注意项目方案之间的可比性。如果两个方案的寿命期不同,我们就失去了总量比较的基础,就要设法通过更新,使寿命期相同,或者采用年度费用作为比较的基础。又如,费用支出总量相同,而分布的时间不同,比较费用总量就没有意义。例如,功能相同的设备,投资大的项目的经常性运行费用就比较省,投资小的项目运行费用高。由于投资是近期的支出,运行费用是日后的支出,简单加总的比较是没有意义的。这就要设法通过考虑资金时间价值的换算来比较,以后的章节中会详细说明这种比较的方法和指标。

只有方案产生的结果间有差别,才对方案的比选有意义,因此我们可只集中注意方案结果之间有差异方面的比较。功能完全相同的,我们可只比较费用;投资相同的,我们可只比较经常性的运行费用;费用相同的,我们可只比较功能和效用。如,企业内部某车间局部设备的更新和改造项目,我们就可以只比较“有”或“无”这种更新改造项目对企业支出和收益产生的差异,可只看收益由此增加了多少,费用又增加了多少,就以这种差额来进行比较和评价。这就是所谓增量比较(incremental comparison),而无需太多关注企业由此产生的总量变化。

### 1.3.3 选择影响正确决策的恰当的成本费用数据

成本或费用(cost),有很多不同的含义。从会计角度,为了保证会计数据的完整正确,按交易发生时的凭证加以记录,称为会计成本(accounting cost),也称账面或历史成本。从财务税收角度,考虑税收的合理性和及时性,成本是按一定周期(年、季或月)、与收入相对应调整的成本费用,称为应税成本,除了包含在产品内的各种物料投入费用外,还包括各种税法规定的

费用分摊,如折旧和摊销等非现金成本(参见第5章)。还有与其他用途相对应的如单位产品成本、全寿命周期成本(life cycle cost)、固定成本(fixed cost)、可变成本(variable cost),等等。在工程经济分析中,成本费用(包括收入,下同)的界定是为今后的决策服务的,这与会计、财务或税务的成本费用不同。其主要区别是:工程经济分析中强调的是机会成本(opportunity cost),而避免用与此对立的沉没成本(sunk cost)。沉没成本是指过去已发生的、与以后的方案选择均无关的成本费用。也就是说,这些费用对所有的备选方案都是相同的、无法改变的,因此,在工程经济分析中应不予以考虑。联系我们生活中的决策例子:一个学生准备在外面租一个月的房子写论文,看中了一套,月租金1300元,付了定金100元,无论租与否,定金都不退。过了一周,他又发现了一套,面积和使用条件都相同,月租金只有1210元,不收定金。从月租金看,似乎后者便宜了90元( $1300-1210=90$ ),但正确的决策应该选择前面那个方案。因为已付的定金100元是沉没成本,无论租或不租那个房子,这笔钱都已经花了,是无法挽回的。正确的比较应是第一方案的1200元( $1300-100=1200$ )与第二方案的1210元相比。按费用最小的判据,应选择第一方案。

关于沉没成本,再举一个经典例子,企业在过去买了一台设备花了50万元(原值),现在账面上的净值(原值扣除使用期间的折旧)是20万元。现在这台设备在市场上只值5万元。如果现在考虑是否要对该设备进行更新的决策,“无”方案(不更新)的设备价值既不是50万,也不是20万,正确的认定应是5万元。前面的50万或20万都是沉没成本,是无法挽回的支出。也有人把设备的减值15万元( $20-5=15$ )看做是沉没成本<sup>①</sup>,这个减值损失同样也不能用来作为设备更新决策的数据。设想,如果市场上有同样功能(包括使用费和使用年限都相同)的设备可供更换,价格只有6万元(包括拆除、安装等各种费用和损失)。想一想,要不要更换?如果按沉没成本比较,会得出要更换的结论,而显然这个结论是错的。正确的做法是新设备的6万元与老设备的5万元进行比较,结论是不更换。如果更换,同样的效果,企业多付了1万元( $6-5=1$ ),因为更换出来的设备只能卖5万元,而更新需花6万元,净损失1万元。这里,对旧设备的价值估计的原则是:用做其他用途(备选方案),最大机会价值是多少。这就是机会成本的概念。

机会成本是指,由于资源的有限性,考虑了某种用途,就失去了其他被使用而创造价值的机会。在所有这些其他可能被利用的机会中,把能获取最大价值作为项目方案使用这种资源的成本,称之为机会成本。作为决策,采用机会成本是合理的:只有把有可能实现的、最大的效益牺牲作为成本,才能保证决策有现实性,而又不浪费资源。在上面的例子中,老设备出卖是最好的机会,那么,机会成本就是5万元。有些资产,特别是房屋、土地,机会成本有可能比沉没成本高出许多,把它们作为项目投入时就要以机会成本作价,如果按这样的计算,投资回报不理想还不如把这些资产变现。机会成本通常是隐性的(implicit)而非账面的或显性的(explicit)。譬如,某企业考虑搞一个项目,要用到原来空着的仓库。作为新项目的这笔投入,可能没有账面上显性支出。但是,如果这个仓库有出租的机会,就应该把最大可能的出租收入作为新项目的占用仓库的费用。又如,投资者用自有资金来投资,尽管项目没有为此支付资金占用的利息,但这笔资金被占用肯定会牺牲其他获利的机会。这就要求新项目的投资回报不应低于其他投资机会的回报,如至少不应低于存银行或买国债的利息。这种对资金要求的回报

<sup>①</sup> 这里,关于沉没成本有不同的表述:一种是原值50万,另一种是账面净值20万,还有就是净值与当前市场值(机会成本)的差15万。这些都可以看做是过去发生费用衍生出来的成本,都可以看做是沉没成本,不能作为今后决策的依据。



就叫**资金占用的机会成本**(opportunity cost of capital)。

工程经济分析通常是考察比较工程项目方案长期的投资效果。在项目的使用寿命、经济寿命或产品寿命周期中选定一个**研究期**(或称**计算期**, study period)来分析项目的投入费用和产出收入,同时为了充分反映资金的时间价值,成本费用和收入用的是**现金流量**(cash flow)而不用财务会计上的成本和收入的概念。现金流量是指在特定时刻经济实体或投资者实际收到或支出的用货币度量的现金、货币等价物和可以变现的资产<sup>①</sup>。现金流量在两个方面区别于财务会计中的收入和费用。一是有些非现金的费用分摊,如折旧和摊销不是现金流出;二是有些仅是权属变化的收入和支出,如应收而未收、应付而未付的现金,在会计财务核算上是作为收入和支出,而在现金流量中还不能作为现金流入和流出。

### 1.3.4 选择恰当的评价量纲和评价判据

前面说过,作为经济分析,在市场导向的经济中,用货币来度量工程项目的效果(outcome)是最普遍的。有些效果不直接表现为货币的量纲,但是为了比较,也希望能尽可能地转化为货币单位。例如,环境、安全、教育和卫生等效果,由于治理资源的有限性以及与经济协调发展的必要性,这些效果通过权衡也有可能转化为货币度量。实在不行,也应尽可能加以量化(如用物理量),与所花的代价进行比较(详见第8章)。工程经济分析不能代替最终的决策,但要为决策提供尽可能多的信息。把一些目标定性地绝对化是不科学的。如“安全第一”、“环境保护一票否决”等,作为重视这些问题的口号是可以的,但不具有可供操作的意义,因为我们不可能把所有的经济活动都停下来保证安全和环境。

本书的中心内容是介绍工程经济分析中的各种判据(criteria),也就是通过一个或几个指标的比较来评判选择项目方案(见第4章)。本书着重从企业(或组织)所有者的长期经济利益角度选择这些判据。这是基于这样的假设:这些所有者以一定投资资本,通过工程项目的实施,取得最大的投资回报。

### 1.3.5 充分揭示和估计项目的不确定性

对工程项目的经济分析涉及对未来可能发生结果的预测和估计。这些结果都具有不确定性(uncertainty)。这种不确定性是无法避免的,即便是**不**搞工程项目、按现状延续的“无”项目,将来可能出现的变化也是不确定的。分析人员的任务是尽可能事先揭示和估计这种不确定性有多少以及对项目的影响程度。这将在本书的第9章中详细讨论。

## 1.4 在工程经济分析中使用电子表格

电子表格(spread sheet)是解决工程经济学问题的一种有用的工具。大多数工程经济学问题都可以用电子表格来解决,理由如下:

- (1) 工程经济学问题都是由结构化的、重复的计算组成的,因此可以通过一些函数关系用公式来表示。
- (2) 工程经济学问题都是相似的,但不是完全相同的。

<sup>①</sup> 这里现金流量的现金(cash)已约定成俗,并不限于日常所说的货币现金。在投资分析中可泛指以用货币度量的资源或财富,甚至还可包括未变现的资产的增值。

- (3) 工程经济问题的参数是变化的。
- (4) 需要用图表输出,同时控制图表的格式。
- (5) 工程经济问题的求解采用手算非常复杂和困难。

电子表格的属性使建立工程经济问题的结构化模型非常容易。所以,比起用手工解决问题,用电子表格更容易使读者发现其中的问题。此外,电子表格的柔性特性使它更容易改正在学习过程中发生的不可避免的错误。

有关 Excel 的基础知识参见一些 Excel 专业书籍,本书主要介绍如何用 Excel 建立电子表格来解决工程经济问题。

## 习 题 1

1. 请列举国内外重大工程建设项目成功和失败(或没有达到原设计计划目标)的例子各 3 个,并分析造成成功和失败的主要原因。
2. 就你所学的专业,试列举社会经济因素是怎样推动或制约新技术(或新产品)的商业化的?
3. 通过实地考察或网上搜索,说明都江堰水利工程成功的主要原因是什么?有些什么经验值得我们今天借鉴?
4. 以城市交通设施改造项目为例,项目效益比较的基准(也就是“无”项目)如何确定?为什么“前、后”对比(指改造工程实施前后)代替“有、无”对比会造成较大的误差?
5. 世界银行援助我国第一个项目是在我国华北的一个 20 万  $\text{hm}^2$  的地区进行土地改良和改善灌溉的试验。该项目 1980 年开始,1987 年完成。按项目实施前后的农产品产出收益的实际增加算得投资回报率(相当于支付投资的年利率)达到 56%,你是否认为这个项目有如此高的效益?为什么?
6. 为什么说工程项目实施和运行中,用货币现金的支付都等于其机会成本?
7. 请举 3 个机会成本与沉没成本(或历史成本)产生差异的例子。再举 3 个属于隐性机会成本的例子。
8. 如果你大学本科毕业后再攻读研究生,试列出各种可能的机会成本。如果从纯收入角度,你选择读研究生方案的判据应是怎样的?

## 2 工程项目投资现金流量识别与估算

工程项目的现金流量分析是资本投资决策中最重要的一环。现金流量包括项目所需的投资额、项目投入运营后的经营现金流量以及项目终结时的现金流量。在预测现金流量过程中,将会遇到很多可变因素,预测不仅建立在对多种变量的估计基础之上,例如售价、销售量、成本费用额、资本成本、折现率等,而且还涉及公司内众多部门的参与,如销售部门、生产部门、计划部门、会计部门等。投资项目的长期性,决定了预测的不确定性;多部门参与的预测过程,决定了协调的必要性。

在实际经济生活中,投资项目的失败屡见不鲜。既有现金流量估计困难的客观因素的影响,也存在人为因素的影响。例如,缺乏正确的现金流量分析技术,存在现金流量估计偏差等。下面详细讨论有关现金流量识别和估算方法,以避免或减少我们在预测中的错误。

### 2.1 工程项目投资的现金流量

#### 2.1.1 现金流量的概念

现金流量(cash flow)的概念参见1.3节,在投资决策中是指一个项目引起的企业(或投资主体)现金(或现金等价物,下同)支出和现金收入增加的数量。这时的“现金”是广义的现金,它不仅包括各种货币资金,而且还包括项目投入企业拥有的非货币资源的变现价值。现金流量可以分为现金流入量、现金流出量和净现金流量。

##### 1. 现金流入量(cash inflow)

指在整个计算期内所发生的实际现金流入,或者说是某项目引起的企业现金收入的增加额。通常来自于营业(销售)收入、固定资产报废时的残值收入以及项目结束时收回的流动资金。这里的中心指标是营业现金流入。

##### 2. 现金流出量(cash outflow)

指在整个计算期内所发生的实际现金支出,或者说是某项目引起的企业现金支出的增加额。通常支付于企业的投入资金(建设投资和流动资金投资)、营业税金及附加和经营成本等。

##### 3. 净现金流量(net cash flow)

指一定期间现金流入量与现金流出量的差额。流入量大于流出量时,其值为正;反之,其值为负。

#### 2.1.2 相关现金流量的确定

在投资项目决策中很关键的一点是,经济分析是严格建立在现金流量的基础上,也就是说,项目分析是建立在一定时期内项目的收益和支出的实际资金数量之上的。而影响项目投资决策结果的现金流量是相关现金流量,因此我们要在现金流量分析中考虑相关的现金流。

在辨别相关现金流量时,应坚持以下的原则:



(1) 明确净现金流量不是利润。

(2) 相关现金流量是有无对比的增量的现金流量,而非总量的现金流量。

(3) 相关现金流量是未来发生的,而非过去发生的,即沉没成本不应该考虑在内。

(4) 相关现金流量不能忽视机会成本。

当项目需要建设厂房、购买设备等资产时,称之为项目投资。企业进行项目投资是为了将来从中获得收益。此类投资与银行贷款类似。对银行贷款而言,未来现金流量包括利息和本金。对项目而言,未来收益是项目资产利用所产生的现金流量。估计资本投入时,只考虑由项目投资直接产生的现金流量。此类现金流量称为增量现金流量(incremental cash flows),表示由项目投资直接导致的企业总现金流量所发生的变化。以下章节将分析大多数投资中常见的现金流量要素。

### 2.1.3 现金流出要素

#### 1. 投资

项目全部增量投资表示投资于某项目所必须增加的资金总额,可从以下三种角度进行分类:

##### 1) 从工程投资估价角度

从工程投资估价角度新建项目的全部投资(total capital investment)包括建设投资(construction investment)、流动资金(working capital)和建设期利息(interest in construction period)。事实上,一个项目的投资到底是多少,可以有很多不同的说法。一种是计算资本金基数的总投资,指建设投资与铺底流动资金之和,铺底流动资金为全部流动资金的30%。还有一种是所谓“静态”的投资额,指的是项目建设期间将要实际支出的总费用,不包括建设期利息和物价上涨等数额。如果包括建设期利息和物价上涨等数额,则被称为“动态”的总投资。在项目经济评价采用现金流量折现方法时,因为已经考虑了货币的时间价值,全部投资指的是建设投资和全部流动资金投资,不包括建设期利息。图2-1加总的建设项目全部投资是目前国内统计上的口径。

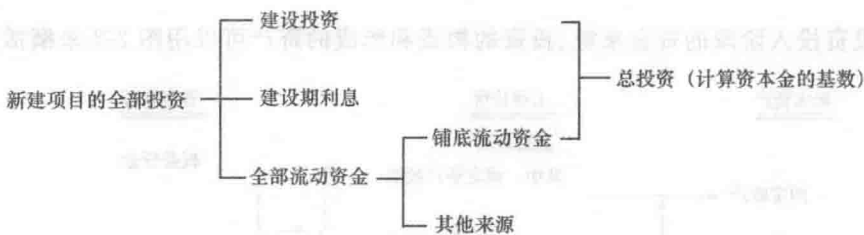


图 2-1 建设项目全部投资构成

建设投资是指从工程项目确定建设意向开始直至建成竣工投入使用为止,在整个建设过程中所支出的总建设费用,这是保证工程建设正常进行的必要资金。建设投资按概算法分类,由工程费用、工程建设其他费用和预备费用三部分构成。工程费用又由建筑工程费、设备购置费和安装工程费构成,预备费用包括基本预备费和涨价预备费。

流动资金(working capital)是指为维持生存所占用的全部周转资金。它是流动资产(current assets)与流动负债(current liabilities)的差额。流动资产包括各种必要的现金、各种存款、应收款项、预付款项及存货,流动负债主要是指应付账款、预收账款。值得指出的是,这里

说的流动资产是指为维持一定规模生产所需的最低周转资金和存货；流动负债只含正常生产情况下平均的应付账款、预收账款，不包括短期借款。为了表示这种区别，把资产负债表通常含义下的流动资产称为流动资产总额，它除了上述最低需要的流动资产外，还包括生产经营活动中新产生的盈余资金。同样，把通常含义下的流动负债叫流动负债总额，它除应付账款外，还包括短期借款，当然也包括为解决流动资金投入所需要的短期借款。

建设期利息是指筹措债务资金时在建设期内发生并按规定允许在投产后计入固定资产原值的利息，即资本化利息。建设期利息包括银行借款和其他债务资金的利息，以及其他融资费用。

### 2) 从资产投资角度

从资产投资角度，新建项目的全部投资包括固定资产投资、无形资产投资、其他资产投资、流动资金投资。

固定资产(fixed assets)是指使用期限超过一年的房屋、建筑物、机器、机械、运输工具以及与生产经营有关的设备、器具、工具等。这些资产的建造或购置过程中发生的全部费用都构成固定资产投资。投资者如果用现有的固定资产作为投入的，按照评估确认或者合同、协议约定的价值作为投资。融资租赁的，按照租赁协议或者合同确定的价款加运输费、保险费、安装调试费等计算其投资。耕地占用税，也应算做固定资产投资的组成部分。

无形资产(intangibles)投资是指专利权、商标权、著作权、土地使用权、非专利技术和商誉等的投入。其他资产投资主要指开办费，包括筹建期间的人员工资、办公费、培训费、差旅费、印刷费和注册登记费，等等。

### 3) 从投资资金来源角度

投资的资金来源可划分为两大块，即权益资金(equity capital)和负债资金(debt capital)。权益资金指的是企业股东提供的资金。权益资金不需要归还，筹资的风险小，但其期望的报酬率高。负债资金包括长期负债(长期借款、长期债券发行收入和融资租赁的长期应付款)和流动负债(这里指的是短期借款)。负债资金在使用上具有时间限制，必须到期归还，无论企业经营好坏，均须按时还本付息，财务风险较大，筹资成本比权益资金低，不会分散投资者对企业的控制权。

整个投资投入阶段的资金来源、投资的构成和形成的资产可以用图 2-2 来概括地表述。

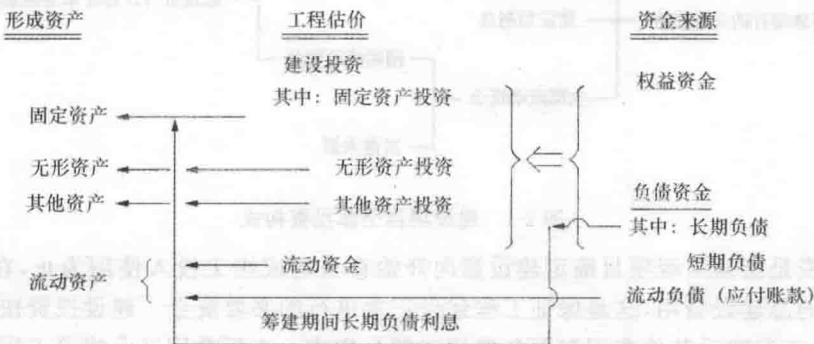


图 2-2 项目全部投资的三种分类