

高等院校工程管理类系列教材

(第二版)

工程经济学

石振武 苏义坤 主编



科学出版社

高等院校工程管理类系列教材

工 程 经 济 学

(第二版)

石振武 苏义坤 主 编

郑晓云 刘 洁 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书根据工程管理专业的培养要求,系统地介绍了工程经济学的基本原理和相关应用方法,主要内容包括:绪论、工程经济分析的基本要素、现金流量与资金时间价值、工程项目经济评价的指标和方法、工程项目经济评价不确定性与风险分析、工程项目财务评价、工程项目国民经济评价、设备更新的经济分析、价值工程和经济评价课程设计。

本书可作为高等院校工程管理和土木工程相关专业的教材用书,也可供各类工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程经济学/石振武,苏义坤主编. —2版. —北京:科学出版社,2017
(高等院校工程管理类系列教材)

ISBN 978-7-03-054087-4

I. ①工… II. ①石… ②苏… 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(2017)第186992号

责任编辑:田悦红 任锋娟 王一茜 / 责任校对:王万红
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华平面设计部

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>

三河市良远印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017年8月第 二 版 印张:17 1/2

2017年8月第五次印刷 字数:410 000

定价:38.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈良远印务〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62132460

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

第二版前言

近年来,国务院和教育部均表示把高等教育结构调整作为“十三五”高等教育改革的主要任务。作为高等教育重要组成部分的普通本科院校面临着构建以就业为导向的现代教育体系的改革和转型问题。“工程经济学”是根据《全国高等学校土建类专业本科教育目标和培养方案及主干课程教学基本要求》,结合专业建设、课程建设和教学改革,以及学科的最新研究成果设置的专业主干课程。本书在应用技术型大学专业建设论证与能力导向课程开发的背景下,广泛地吸收了国内外优秀教材和研究成果,从知识的系统性和完整性出发,阐述工程经济学的基本原理和方法;并依据国家发展改革委和建设部颁布的《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)介绍了工程经济分析的基本概念、基本原理和方法。

本书的特色之一是理论与实践相结合,各章均安排了适量的习题和典型案例,并在最后一章编写了三个课程设计,以帮助学习者加深理解,巩固所学知识,使理论教学与实践教学能够有机地结合;特色之二是既适用于工程管理专业,又适用于土木工程专业,是工程技术人员和管理人员必备的参考书之一;特色之三是将复利系数表、思考与练习参考答案的内容以二维码方式呈现,供学生随时查阅。

本书由东北林业大学石振武、苏义坤担任主编,东北林业大学郑晓云、刘洁任副主编,南京工程学院宋雅钦、石家庄铁道大学四方学院吴雪娟参加编写,袁甜甜、邵珠晨、华树新等研究生参与了编辑和校对工作。

本书第1章由石振武、邵珠晨编写,第2章由刘洁编写,第3章由宋雅钦编写,第4章由刘洁编写,第5章由苏义坤编写,第6章由郑晓云编写,第7章由石振武、袁甜甜编写,第8章由石振武、吴雪娟编写,第9章由宋雅钦编写,第10章由石振武、苏义坤、郑晓云、袁甜甜编写,附录由石振武、华树新编写;全书由石振武定稿。

赵凤山教授主审本书并提出了许多建设性的意见,在此表示衷心感谢。

编写过程中,编者参考了许多国内有关教材、论著和资料,在此向有关作者表示感谢。书中不妥之处,欢迎批评指正。

编 者

2017年1月

第一版前言

E.L.格兰特(E.L.Grant)教授撰写的现代工程经济学著作距今还不到百年,工程经济学的教学和研究就已经风靡全球。正像一位哲人所言,社会的需要比任何力量都要更强大地推动一门学科的发展。工程经济学源起于英国工程师惠灵顿(Arther M. Wellington)。1887年,Arther M.惠灵顿发表了《铁路布局的经济理论》(*The Economic Theory of Railway Location*)一书,首次把成本分析方法应用于铁路最佳长度和曲率选择,突破了技术与经济两大学科互不相干的界限,为工程经济学的产生奠定了基础。一百多年来,特别是近几十年来,工程经济学作为一门学科不断发展,内容不断扩展,方法体系不断完善。这一发展有着深厚的实践基础。随着现代科学技术的进步,市场竞争日趋激烈,产品与劳务必须同时具有技术优势和价格优势;工程项目规模越来越大、内部结构日趋复杂,人们的经验判断和简单评估已不足以解决工程项目的评价决策问题,任何一门单一的学科也不足以解决工程项目的决策问题,而只有把工程技术、经济理论、管理科学、计量方法等相关学科的成就有机地融合在一起,形成分析评价的方法体系才能满足现代经济活动的要求。

中共十六届四中全会提出树立和落实科学发展观,这是马克思主义社会发展理论的深化。20多年前,小平同志做出“不争论”“发展才是硬道理”的著名论断,为我国的发展赢得了宝贵的时间,使中国改革开放的巨轮驶上了正确的航程,从而解决了“要发展”的问题。而20多年以后,当我国的人均GDP已达到1800美元时,我们需要也有能力深刻思考“如何发展”的问题——坚持科学发展就是我国今后的正确选择。这就要求我们在各项经济活动中,改变长期以来形成的高积累、高消耗、高增长的老路子,加强管理、降低消耗、维护环境、增加产品的科技含量。由此可见,当今时代比以往任何时候都更需要工程经济学。

应当指出,工程经济学中所说的“工程”是一个含义广泛的概念,不仅包括能形成实物资本的土木工程,而且包括任何一个可以评价的独立的技术方案。它所讲述的是采用何种方法对方案进行分析才能真正反映事物的本源,才能促进经济效益的提高。因此可见,不仅工程管理专业的学生需要学习工程经济学,所有将来从事管理、经济、技术工作的学生也都应具备一定的工程经济学知识。

近年来,有关工程经济学教材的编写、翻译、研究出现喜人局面,不同风格、不同体系的版本不断推向市场,这一方面反映了本学科社会需求的不断增加,另一方面也反映出我国工程经济学研究、教学队伍的壮大与水平的提高。本书是在广泛吸收国内外优秀教材、研究成果的基础上编写而成的。本书的编写力图突出两大特色:①在内容上坚持从实用出发,在讲清理论的基础上,重点讲述各种评价、分析方法及其综合应用,注重解决实际问题。②在体系上坚持完整性,不仅指内容的完整,包含了一般教材中不涉及投资项目的国民经济评价、后评价等内容,还指适宜自学的完整性,即书中设置了小结、关键概念、思考与练习等,特别适宜读者的自学和复习。

本书由武献华、石振武负责章节设计和总纂。编写的具体分工是:武献华编写第一章,李伟编写第二章,马淑文编写第三章,宋维佳编写第四章,叶蔓编写第五章,郑晓云编写

第六章，石振武编写第七章，陆书斋编写第八章，杨晓冬编写第九章，屈哲编写第十章，郑晓云编写第十一章。在本书编写过程中，我们得到了东北财经大学、东北林业大学、哈尔滨工业大学、北京联合大学、浙江工商大学、昆明理工大学、科学出版社等单位的大力支持，得到了有关专家的指导，借鉴了相关的文献资料，在此一并致谢。

工程经济学这门学科还很年轻，还处在发展和完善的过程中，加之作者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见。

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 绪论	1
1.1 工程经济学概述	1
1.2 工程经济研究	6
1.3 工程经济决策	8
本章小结	9
典型案例	10
思考与练习	10
第 2 章 工程经济分析的基本要素	11
2.1 工程项目投资及构成	11
2.2 成本与费用	27
2.3 折旧与摊销	31
2.4 销售收入、利润与税金	37
本章小结	44
典型案例	44
思考与练习	45
第 3 章 现金流量与资金时间价值	46
3.1 项目计算期与现金流量	46
3.2 资金的时间价值	53
3.3 利息、利率与计息方式	55
3.4 资金等值的计算与应用	60
本章小结	68
典型案例	69
思考与练习	70
第 4 章 工程项目经济评价的指标和方法	72
4.1 工程项目经济评价指标	72
4.2 工程项目经济评价的方法	84
本章小结	99
典型案例	100
思考与练习	100

第5章 工程项目经济评价不确定性与风险分析	102
5.1 盈亏平衡分析	102
5.2 敏感性分析	109
5.3 风险分析	117
本章小结	131
典型案例	132
思考与练习	132
第6章 工程项目财务评价	134
6.1 财务评价概述	134
6.2 财务效益与费用估算	136
6.3 工程项目的融资分析	139
6.4 财务评价报表的编制	144
6.5 财务评价的指标计算与分析	150
本章小结	153
典型案例	154
思考与练习	170
第7章 工程项目国民经济评价	171
7.1 国民经济评价概述	171
7.2 国民经济评价与财务评价的关系	173
7.3 效益与费用的识别	174
7.4 影子价格	177
7.5 国民经济评价步骤、报表及指标	181
本章小结	186
典型案例	186
思考与练习	193
第8章 设备更新的经济分析	194
8.1 设备更新概述	194
8.2 设备寿命及设备经济寿命	196
8.3 设备更新方案及比较	200
本章小结	206
典型案例	206
思考与练习	207
第9章 价值工程	209
9.1 价值工程概述	209
9.2 价值工程对象的选择与情报收集	214
9.3 功能分析	219

9.4 价值工程方案的创造与评价	226
本章小结	231
典型案例	232
思考与练习	234
第 10 章 经济评价课程设计	236
10.1 工业建设项目经济评价案例	236
10.2 民用项目经济评价案例	244
10.3 公路项目经济评价案例	254
参考文献	270

第1章 绪 论

【学习目标】

掌握工程经济学等概念;
熟悉工程经济学的研究对象与范围;
熟悉工程经济学的研究过程和方法;
了解工程经济学的产生与发展;
了解技术与经济的关系;
了解工程经济决策的内容。

【关键概念】

工程经济学 工程决策 机会成本 经济效益 资金的时间价值原则

1.1 工程经济学概述

1.1.1 工程经济学的产生与发展及相关概念

1. 西方工程经济学的产生

工程经济学的产生至今有 100 多年,其标志是 1887 年美国土木工程师亚瑟·M.惠灵顿出版的著作《铁路布局的经济理论》(*The Economic Theory of Railway Location*)。很显然,铁路线路的选择可以有多种方案,而且不同方案对铁路的建设费用、未来的运营费用和收益会产生很大影响。于是,作为铁路工程师的惠灵顿首次将成本分析方法应用于选择铁路的最佳长度和路线的曲率,并提出了工程利息的概念,开创了工程领域中经济评价的先河。在其著作中,工程经济学被描述为“一门少花钱多办事的艺术”。

1920 年,O.E.歌德曼研究了工程结构的投资问题,并在著作《财务工程》(*Financial Engineering*)中提出了用复利来分析各个方案的比较值的方法。实际上,工程师最基本的职责是分析成本,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”。

1930 年 E.L.格兰特教授出版了《工程经济学原理》(*Principles of Engineering Economics*)一书,这是一本公认的学科代表著作,奠定了经典工程经济学的基础。在《工程经济学原理》一书中,作者指出了古典工程经济学的局限性,并以复利计算为基础,讨论了判别因子和短期投资评价的重要性,以及长期资本投资的一般比较。格兰特教授的许多贡献获得社会认可,被称为“工程经济学之父”。

当今盛行的现金流量贴现法和投资分配限额原理,在一定程度上源于 J.迪安,迪安指出,“时间具有经济价值,所以近期的货币要比远期的货币更有价值”。1978 年,布西在其著作《工业投资项目的经济分析》中,对工程项目的资金筹集、经济评价、优化决策以及项目的风险和不确定性分析等进行了较为全面的总结。1982 年,J.L.里格斯教授出版的

《工程经济学》，系统地阐述了工程经济学的内容，具有观点新颖、内容丰富、论述严谨的特点，把工程经济学的学科水平向前推进了一大步。书中写道：“工程师的传统工作是把科学家的发现转变为有用的产品。”如今，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。

2. 我国工程经济学的发展

我国对于工程经济学的研究和应用起步于 20 世纪 50 年代。新中国成立后的“一五”时期，在学习苏联工程经济论证方法的基础上，对重点投资项目进行的经济评价作为投资决策的依据。之后，工程经济研究在《1956~1967 年全国科学技术发展十二年规划》和《1965~1974 年全国科学技术发展十年规划》中作为独立的学科被列入了规划。但总体而言，在 20 世纪 80 年代以前，我国对发展工程经济的重视受政治因素影响较大，时有起落。

20 世纪 80 年代之后，我国工程经济学的发展才步入正轨。随着改革开放的深入发展，传统计划经济不讲核算、不讲效益的观点被逐渐摒弃，工程项目的成本核算中开始出现折现现金流量的概念。1984 年，交通部组织编制了《运输船舶技术经济论证名词术语》的部颁标准（JT 0013—1985），其中已经出现了工程经济学的若干基本概念。1987 年国家计委发布了《建设项目经济评价方法与参数》，初步确定了我国建设工程项目经济评价的原则和方法体系。之后根据我国社会主义市场经济环境的需要相继于 1993 年和 2006 年进行了修订。

20 世纪 90 年代以来，（技术）经济分析论证工作普遍在经济建设中展开，工程经济学的原理和方法在经济建设中的宏观和微观项目评价中得到广泛应用。国内对工程经济学学科体系、理论和方法、性质与对象的研究也十分活跃。随着有关工程经济投资理论、项目评价等著作和文章的大量出现，逐步形成了有体系的、符合我国国情的工程经济学。尤其是最近几年，工程经济学被作为主干课程列入专业目录中，国务院也成立了工程经济中心，全国形成了一支庞大的工程经济工作者队伍，为工程经济学的发展和应用奠定了基础，并在吸收、借鉴国外先进经验的基础上建立了较为完善的工程经济学学科体系。

2006 年，《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》的出版不但为提高我国经济评价工作质量提供了有力保证，也持续推动了工程经济学在我国的应用与发展。随着经济的腾飞，大型工程项目的显著增加，工程经济学的理论与方法已经在我国得到了广泛的普及与实践。如今，在复杂又密切联系着的现代工业、公共部门和政府之中，成本和价值的分析比以往更为细致、广泛（如工人的安全、环境影响、消费者保护）。缺少这些分析，整个项目极易成为一种收益不大的负担。因此，工程经济学家们把工程经济学作为为工程师创立的一门独立的经济学科。

3. 工程、经济、技术与工程经济学

一般意义上，工程是指把自然科学的原理应用到工农业生产部门中去而形成的各学科的总称。工程也指投入较多的人力、物力来完成的工作，如“211”工程、“菜篮子”工程等。

本书中的工程是指土木建筑或其他生产制造部门使用比较庞大且复杂的设备来进行的工作，如土木工程、机械工程、水利工程等，也常指具体的建设项目和各种项目建设方案。

近代和现代对于“经济”（economy）“经济的”（economic）等词的含义有以下表述：

①指经济关系或经济制度,如马克思主义政治经济学中的经济的含义;②一个国家国民经济部门或总体的简称,如国民经济(national economy)、农业经济中经济的含义;③指物质资料的生产,以及与其相适应的交换、分配、消费等生产和再生产活动,如工业经济学中研究的经济的含义;④指节约、精打细算之意,指对资源的有效利用和节约,如工程经济学中研究的经济的含义。

经济学是研究人类社会在各个发展阶段上的各种经济和各种相应的经济关系及其运行、发展规律的科学。技术是指人类在认识自然和改造自然中根据生产实际经验和自然科学原理而形成的有关生产劳动的经验、知识、技巧等。在人类物质生产、交换活动中,技术和经济是始终并存、不可分割的两个方面,两者相互促进又相互制约。①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;②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;③任何新技术的产生与应用必须消耗人力、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;④技术具有很强的应用性和明显的经济目的性,技术生存的必要条件是其实用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不可分割的联系,它们之间这种相互促进、相互制约的联系使任何工程的实施和技术的应用不仅是技术问题,更是经济问题。

对于工程经济学的定义,归纳起来有以下几种观点:①工程经济学是研究技术方案、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的学科;②工程经济学是研究技术与经济之间相互促进与协调发展,以达到两者最佳结合关系的学科;③工程经济学是研究生产、建设中各种技术经济问题的学科;④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学科。

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,这也是工程经济学区别于其他经济学的显著标志。

综上所述:工程经济学(engineering economy)是工程学与经济学的交叉学科,是研究工程技术实践活动的经济效果的学科,即以工程项目为主体,以技术—经济系统为核心,研究如何有效利用资源,提高经济效益的科学。

1.1.2 工程经济学的研究对象

人们在进行工程项目决策时,通常会考虑以下问题。

1) 为什么建设这个工程项目?(是否可以执行另外的工程建设项目?是否应当扩大或缩小规模?现行标准和施工流程是否需要修正?)

2) 应当在何时建设这个工程项目?(生产能力是否能够及时满足预期的需要?投资的费用及其他条件是否有利于工程目前的进行?)

3) 为什么选择这种方案建设这个工程项目?(是否存在其他可行方案?哪种方案具有最佳经济效果?)

上述是工程项目中通常遇到的一些问题,工程经济学的研究对象就是解决这类问题的方案和途径,即针对各种工程项目(或投资项目)考虑是否建设、何时建设、怎样建设,其核心是项目的经济性分析。这里所说的项目是指投入一定资源的计划、规划或方案,具有相对独立功能的,可以进行分析评价的单元。其含义相当广泛,可以是一个拟建的

工厂、车间，一项技术革新或改造计划，设备或设备某部件的更换方案，也可以是一项规模宏大的水利工程或交通设施等。通常，一个项目需要有独立的功能和明确的费用投入者。

总的说来，工程经济学的研究内容就是工程项目技术、经济分析的最一般方法，即研究采用何种方法、建立何种方法体系，才能正确估计工程项目的有效性，才能寻求到技术与经济的最佳结合点。工程经济学的研究对象是具体的工程项目，不仅指固定资产建造和购置活动中具有独立设计方案、能够独立发挥功能的工程整体，更包括投入一定资源的计划、规划和方案并可以进行分析和评价的独立单位。

1.1.3 工程经济学的理论基础

工程经济学的理论基础包括经济学、财务学和会计学、数学、管理学。

1. 经济学

有关的经济学理论有资源配置理论、机会成本理论、经济效益理论。

经济学是研究如何分配有限的资源来满足人们的需要的科学。人类拥有的资源（人、财、物、时间、信息等）总是有限的，而人们对物质文化产品的需求是无限的。怎样用有限的资源去满足人们日益增长的需要始终是经济学研究的中心课题。

对一个企业或组织而言，在特定的时期内能够使用的资源是有限的，要进行一项技术改造、引进一种先进工艺及其设备、改建扩建某一生产项目，都是在资源限制的范围内开展的。如何配置资金，包括对技术方案的比较选择问题和对不同投资方案的比较问题，所有这些说明资源的稀缺性迫使我们节约资源。我们需要衡量各种备选方案并选择那种能使我们从有限的资源中获得最大报酬的具体分配方案。

经济学实际上与选择问题有关——有限的资源与我们的需求冲突时，就会迫使我们做出抉择。例如，政府用财政资金修建污水处理厂就不能从事道路、医院建设；企业用积累的发展基金购买新设备就不能购买土地进行厂房扩建等。机会成本（opportunity cost）又称“择机代价”，指在经营决策中，以未被选择的方案所带来的丧失利益为尺度，评价被选择方案的一种假定性成本。采纳某一方案的机会成本，就是牺牲放弃方案所带来的利益。我们进行工程经济分析中强调的节约，并不是完全放弃一个项目而投资另一个项目，而是决定在同等条件下是否这个多一点，那个少一点，即在同等技术水平下投资少一点，或同等投资规模下收益多一点。

经济效益（economic benefit）指人们在经济活动中获得的经济成果与资源消耗总量的比较。有的学者认为经济效益是所得与所耗的比较，投入与产出的比较，有效成果与消耗总量的比较。该指标表示经济活动的成果在补偿全部消耗后的剩余与投入资源的相对关系，反映资源的利用效率。

2. 财务学和会计学

有关的财务学和会计学理论有资金时间价值、财务报表、长期投资分析。

资金的时间价值（time value of money）指作为资金的一笔货币，在循环周转过程中，随时间向前（向后）推移产生的增值（或减值）。资金的时间价值是资金运动的基本规律，社会的生产过程也就是资金运动过程。资金作为一种重要生产要素，理应从生产经营过程所创造的新的财富中取得回报，这就是资金增值的由来。在各种技术方案、技术项目、工

工程项目中,资金投入的数量不同,资金投入的时间不同,资金占用的时间不同,资金增值必然不同。要正确地评价技术方案的经济效益,就必须计算资金的时间价值。因此,资金时间价值理论为工程经济分析奠定了基础。

工程经济分析需要运用财务报表(financial statements),如现金流量表、投资估算表、成本费用估算表、资产负债表等,会计学的理论与方法是进行技术项目、工程项目财务评价与国民经济评价的必备知识。没有这些理论与方法,项目可行性研究的经济评价将无法完成。

资本预算决策、现金流量分析技术、资本预算的风险分析等长期投资决策理论也为工程经济分析提供了理论基础。因为有的技术方案、工程项目的实施就是一个长期投资的过程,所以系统地分析它们的经济效益是工程经济学的重要内容之一。

3. 数学

有关的数学理论与方法有概率理论、代数方法。

工程经济分析中数量化的方法是主要的分析手段。代数方法的应用必不可少,如资金的时间价值计算、各方案的经济效益计算等。此外,对项目进行不确定性分析、风险分析时还需要概率论的方法。因此,数学理论也是工程经济学的重要理论基础。

4. 管理学

有关的管理学理论有决策理论、方案比较理论。

综上所述,工程经济分析的目的是为企业、事业和政府部门工作中的每一工程项目(技术方案)的行动路线提供指导。决策是从思维到做出决定的过程,工程经济分析正是这一过程。通过工程经济分析,帮助上述组织的工程技术人员、管理人员提高决策科学性。因此,管理学的决策理论无疑是工程经济学的理论基础。决策理论的创始人赫伯特·西蒙(Herbert A. Simon)教授指出“管理的重心在于经营,经营的重心在于决策,决策的重心在于方案的比较与选优”。这说明了决策在企业和社会经济活动中的重要性,也强调了方案比较对正确决策的重要性。

1.1.4 工程经济学的基本原则

1. 资金的时间价值原则

工程经济学中的基本概念是货币具有时间价值。由于现在获得的资金可以用来赚取利息,所以对于同一笔资金来说,越早获得越好。这是工程经济分析最基本的原则。

2. 机会成本原则

机会成本是指做出一种选择后放弃的机会中可能获得的最大效益。假设有一笔资金,投资者可以选择把它存进银行或者投入到企业运营中,假设选择投入企业,那么这笔资金的储蓄利息就是把资金投入到企业中的机会成本。

3. 增量分析原则

增量分析符合人们对不同事物进行选择的思维逻辑,经济分析必须以备选方案间的差

异为基础，方案间的相同之处与决策无关（表 1.1）。进行比较时，应从增量角度进行分析，即考察增加投资的方案是否是值得的，从而将两个方案的比较简化为单个方案的评价问题，决策的目标是最佳地利用有限的资源。做出一个选择势必要有所舍弃，一项选择的机
会成本就是所放弃的最佳选择的价值。

表 1.1 设备购买和租赁方案比较

单位：美元

方案	燃料费/月	维护费/月	初始费用	月偿还	第三年年末残值
购买	760	550	7 400	370	9 000
租赁	760	550	2 200	550	

无论如何进行决策，在燃料和维护费用上的花费相同，因此是决策中的不相关项 增量分析项

4. 边际收益大于边际成本原则

有效的决策需要比较备选方案的增量成本和增量效益。任何有意义的经济活动都应符合基本的经济原则，即边际收益必须大于边际成本。其中，边际收益指每增加一单位活动所增加的收益，边际成本指每增加一单位活动所增加的成本。

5. 风险与收益相匹配原则

额外的风险需要额外的收益进行补偿。投资任何项目都存在不同程度的风险（表 1.2），因此必须考虑方案的风险和不确定性。如果不能获得弥补风险的收益，投资者会提前购买他们所需的商品，或将资金投入可以获取充足回报的其他资产。

表 1.2 风险和收益权衡（股票、债券与储蓄存款的对比）

投资类别	潜在风险	预期收益率
股票（股权）	高 	11.5% 
债券（债权）	中 	4.8%
储蓄存款（现金）	低或无	1.5%

上述原则是基本的理论准则，提供了工程经济分析的基本逻辑。我们在工程项目中所做的经济分析均以这些原则作为基础。

1.2 工程经济研究

1.2.1 工程经济研究和工程设计过程

工程经济研究通常是使用结构化的分析过程和数学建模技术完成的。一个良好的工程经济分析过程包含基本的 7 个原则和 7 个步骤。基本的 7 个原则包括：开发备选方案；着眼于方案差异；运用协调一致的观点；选择恰当的评价量纲；周全考虑相关技术标准；明确风险与不确定性；决定的重新审视。7 个步骤列于表 1.3 左侧栏，但分析过程中存在的一些反馈并未明显在表格中反映出来。例如，在步骤 1 中，对问题发展的评估可以被用作优化问题的反馈；此外，通过步骤 5“备选可行方案的分析”可以确定是否需要改变其中一个或多个因素，或者寻求除此之外的选择。

同时，分析过程的 7 个步骤还用于工程设计过程中的辅助决策（表 1.3 的右侧栏）。通过这种应用，使得设计过程中的活动能够为与其相关的经济分析步骤提供信息，两者之间的一般关系见下表。与工程经济分析过程相似，直至完成设计工作前，工程设计过程都是可重复的。例如，在第一阶段确定项目定位或初步设计方案时，会进行一个完整的工程设计过程的循环；在第二阶段确定设计方案时，设计活动将会以所选的初步设计方案为基础进行反复选择，以期得到满足设计细节和经济效益的首选方案；当决策过程中需要时，工程经济分析过程的 7 个步骤将会被重复运用，以协助总设计工作每个阶段的决策。

表 1.3 工程经济分析过程的步骤同工程设计过程的一般关系

工程经济分析过程的步骤 Step	工程设计过程 Activity
1. 问题识别、定义和评价	1. 问题/需求定义
2. 可行方案的开发	2. 问题/需求分析及评价
3. 各可行方案的产出和现金流	3. 可能结果（可行方案）的综合
4. 标准（准则）的选择	4. 分析、优化及评价
5. 备选可行方案的分析、比较	
6. 首选方案的确定	5. 首选方案的质量规格
7. 性能监视及获得评价结果	6. 交流

1.2.2 工程经济学的研究方法

工程经济学以工程技术为背景，将经济学、财务学的理论相融合，形成了独特的理论知识体系，以解决工程技术实践中大量出现的技术方案的决策问题。常用的工程经济学的研究方法有以下四种。

1. 方案比较方法

方案比较方法是贯穿于工程经济学始终的基本方法。任何一项技术项目，如技术开发项目、工艺改进项目、设备更新项目或技术改造项目，都存在替代方案；企业要实现技术进步的目的，总有不同的技术路径、技术措施；工程项目投资也有不同的生产方案。因此，通过方案的比较与选择，才能找到最优的解决办法，从而提高项目决策的科学性。

2. 动态分析方法

工程经济学要运用动态分析方法，主要包括两个方面的内容：一是必须考虑工程项目使用资金的时间价值，即强调项目的投入资金与产出收益必须用复利计算才能真实地反映项目的效益价值；二是要考虑工程项目本身的发展变化过程，即要考虑项目发展过程中环境条件的变化。因此，经济分析中投入与产出的动态计算是主要内容。要针对未来市场环境价格的变化来预测工程项目的效益和可能面临的风险，从而帮助人们做出科学的工程项目投资决策。

3. 定性定量结合的方法

工程经济学既要运用定量方法进行工程项目的经济评价、项目不确定性分析、项目财务评价与国民经济评价、设备更新的经济分析等，又要运用定性方法对项目评价、项目可

行性研究中的资源评价、建设规模与产品方案、实施进度、无形效果等非经济效果内容进行分析研究。由此可见，定性分析与定量分析是工程经济学不可或缺的两种工具。

4. 系统分析方法

系统分析方法是运用系统理论来研究工程经济问题的方法。将系统分析方法应用于工程经济分析中，首先，需要树立整体观念，把一个技术、工程项目看成一个由多个子系统组成的独立、完整的系统，各个子系统之间相互独立又相互联系。这与工程项目由许多子项目组成相似，例如，一个企业技术改造项目，包含若干子项目（生产工艺、机械设备、控制系统、测试检验、车间布置、土建工程等），子项目有各自的使用功能，所有子项目使用功能的聚合才能成为技术改造后的生产系统，各个局部工作、子项目的工作可视为实现技术改造项目总目标的手段或过程。其次，要将技术项目、工程项目系统视为一个开放的系统，明确它与外界（社会环境）的密切关系。项目的外部社会环境给项目提供技术资源、物质资源、劳动力资源、信息资源等，只有重视项目组织与社会环境之间物质、能量、信息的交换，才能保证工程项目系统具有活力，在资源有限的约束条件下，更好地实现项目目标。最后，评价一个技术项目、工程项目时，不仅要分析项目自身的投资效益，而且要评价其产生的社会效益，包括对生态环境的影响，从而实现技术项目与人文、社会、自然、环境的和谐发展。特大型建设项目对区域和宏观经济影响的评价就必须采用系统分析方法，才能得出科学的结论。

1.3 工程经济决策

我们将与工程项目相关的经济决策称为工程经济决策（engineering economic decisions）。

1.3.1 工程经济决策的难点

在生产建设过程中，决策问题涉及各个细节。工程经济决策的任务是能正确地认识和处理工程技术和经济之间的关系，包括最佳关系和协调关系。事实上，工程决策解释了大部分生产成本（约 85%）。工程师必须考虑厂房设备等资本资产的有效使用，主要任务之一就是指定设备购置（capital expenditure，资本支出）计划，从而使企业产品设计和生产更为经济。在购置设备等固定资产时，我们需要估计该资产在使用期间会产生的利润。换言之，资本支出决策是建立在未来预期的基础上。

企业对资产需求不合理的估计可能导致严重的后果。企业如果对一项资产投资过多，会导致不必要的沉重支出。相反地，对于固定资产的投入过少，可能会由于设备过时不能高效地进行生产活动。缺乏足够的生产能力也会导致企业丧失市场份额，想挽回失去的顾客可能需要支出巨大的营销费用，或将产品降价或改进产品，采取这些措施将付出高昂的代价。

1.3.2 工程经济决策的一般类型

工程经济决策有助于管理者抓住问题的关键，有助于公司排除在现有的公司资源下不可行的方案。对于一项工程，其投资规模越大，所需要的分析就越详细。例如，旨在提高