

工程经济与 项目评价

ENGINEERING ECONOMY AND
PROJECT APPRAISAL

赵国杰 主编

天津大学出版社

工程经济与项目评价

赵国杰 主编

天津大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工程经济与项目评价/赵国杰主编. —天津: 天津大学出版社, 1999. 9

ISBN 7-5618-1134-9

I. 工… II. 赵… III. ①工程经济学②工程经济-项目评价-案例 IV. F40

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 49018 号

出 版 天津大学出版社
出版人 杨风和
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内 (邮编: 300072)
电 话 发行部: 022-27403647 邮购部: 022-27402742
印 刷 河北省昌黎县印刷总厂
发 行 新华书店天津发行所
开 本 850mm×1168mm 1/32
印 张 10
字 数 280 千
版 次 1999 年 9 月第 1 版
印 次 1999 年 9 月第 1 次
印 数 1—4 000
定 价 14.00 元

前 言

中国社会主义市场经济的发展需要工程经济学,需要大力培养懂工程经济并能从事项目评价的人才。

为满足国务院向国家出资的重大建设项目派出的稽察特派员稽察项目的需要,以及注册结构工程师、注册造价工程师、注册建筑师参加资格考试的需要,急需出版一本既简明易懂地阐述工程经济学原理,又深入浅出地介绍项目评价案例的专门著作。根据近几年我们受托承办注册三师培训的经验和接受承办培训稽察特派员的迫切需要,我们编撰了这本《工程经济与项目评价》。

本书除满足注册三师和稽察特派员培训使用之外,更可作为大学本科生学习工程经济、技术经济、工业项目可行性研究、项目经济评价的教材,也可作为规划设计单位、金融与银行系统和企业从事项目评价者、投资决策者的学习用书。

本书由赵国杰拟定大纲,负责全书结构设计,并统纂定稿。各章撰写分工如下:赵国杰第一章,第二章,第四章,第六章;刘迪第三章;刘立秋第五章、第八章、第九章;杨克磊第七章、第十章、第十一章。

编著者

1999年8月于天津大学

第一章 导论

许多高等院校都设有工程经济学、公司理财学、技术经济学和管理经济学等应用经济学课程。这些课程既饶有趣味,又颇为有用。对置身于改革开放、正向市场经济过渡的中国社会的工程师、造价工程师、结构工程师、建筑设计师和经济管理界人士来说,尤其如此。

本书的目的,就是为工程师、设计师、结构师、造价师、经济管理界人士和在校的工科大学本科生、MBA 和管理工程、工业工程专业的硕士研究生们解决实际经济问题提供一本现代工程经济学教程。

第一节 工程经济学的产生与发展

一、工程经济学的萌芽与形成(1887—1930)

如同经济学的历史渊源可以追溯到 1776 年亚当·斯密(Adam Smith)《国富论》的出版一样,工程经济学的历史渊源则可追溯到 1887 年惠灵顿(Arthnar M. Wellington)的《铁路布局的经济理论》的出版。

作为一名建筑工程师,惠灵顿认为资本化的成本分析法,可应用于铁路最佳长度或路线曲率的选择,从而开创了工程领域中的经济评价工作。工程经济(学)破土萌芽了。什么是工程经济呢?惠灵顿认为,不把工程学简单地理解和定义为建造艺术是很有好处的。在他看来,工程经济并不是建造艺术,而是一门少花钱多办事的艺术。

惠灵顿的精辟见解被后来的工程经济学家所承袭。本世纪初，斯坦福大学教授菲什(J. C. L. Fish)出版了第一部直接冠以《工程经济学》(Engineering Economics, 1915 年第一版, 1923 年第二版)名称的著述。他将投资模型与证券市场联系起来, 分析内容包括投资、利率、初始费用与运营费用、商业组织与商业统计、估价与预测、工程报告等。与此同时, 戈尔德曼(O. B. Goldman)教授在其《财务工程学》一书中提出了决定相对价值的复利模型。非但如此, 他还颇有见地地指出: “有一种奇怪而遗憾的现象, 就是许多作者在他们的工程著作中, 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考虑成本, 以便取得真正的经济效益, 即盈得最大可能数量的货币, 获得最佳的财务效益。”

然而真正使工程经济学成为一门系统化科学的学者, 则是格兰特(Eugeng L. Grant)教授。他在 1930 年发表了被誉为工程经济学经典之作的《工程经济原理》。格兰特教授不仅在该书中剖析了古典工程经济的局限性, 而且以复利计算为基础, 讨论了判别因子和短期评价的重要性以及资本长期投资的一般比较, 首创了工程经济的评价理论和原则。他的许多理论贡献获得了社会公认, 故被誉为工程经济学之父。

从惠灵顿到格兰特, 历经 43 年的曲曲折折, 一门独立的、系统化的工程经济终于形成。

二、工程经济学的发展(1950—1990)

第二次世界大战之后, 工程经济学受凯恩斯主义经济理论的影响, 研究内容从单纯的工程费用效益分析扩大到市场供求和投资分配领域, 从而取得重大进展。这当然与两门和工程经济学密切相关的学科的重大发展有关。这两门学科, 一是 1951 年由乔尔·迪安(Joel Dean)教授开创的新应用经济学——《管理经济学》, 另一门是战前就已存在, 但在 50 年代发生了重要变化的公司理财学(企业财务管理学)。二者对研究公司的资产投资, 把计算现金流的

现值方法应用到资本支出的分析上,起了重要作用。更重大的转折发生于1961年,因为乔尔·迪安教授的《资本预算》一书不仅发展了现金流量的贴现方法,而且开创了资本限额分配的现代分析方法。

60年代以来,工程经济学(包括公司理财学)研究主要集中在风险投资、决策敏感性分析和市场不确定性因素分析等三个方面。主要代表人物是美国的德加莫、卡纳达和塔奎因教授。而提供投资分析和公司理财一般理论基础和方法的则是4位先后获诺贝尔奖的大经济学家——莫迪里安尼(Franco Modigliani)、马克维茨(Harry Markowitz)、夏普(William Sharpe)和米勒(Merton Miller)。德加莫教授偏重于研究工程企业的经济决策分析,他的《工程经济》(1968年)一书以投资形态和决策方案的比较研究,开辟了工程经济学对经济计划和公用事业的应用研究途径。卡纳达教授的理论重视外在经济因素和风险性投资分析,代表作为《工程经济学》(1980年)。塔奎因教授等人的理论则强调投资方案的选择与比较,他们提出的各种经济评价原则(如利润、成本与服务年限的评价原则,盈亏平衡原则和债务报酬率分析等)成为美国工程经济学教材中的主要理论。美国俄勒冈州立大学工业和通用工程系主任J·L·里格斯教授(曾任世界生产力科学联合会主席)1977年出版的《工程经济学》可为其代表作。

近十几年来,西方工程经济学理论出现了宏观经济研究的新趋势,工程经济中的微观部门效果分析正逐渐同宏观的社会效益研究、环境效益分析结合在一起,国家的经济制度和政策等宏观问题成为当代工程经济学研究的新内容。

第二节 工程经济学的研究对象与学科体系

一、工程经济学的研究对象

任何一门科学作为一门独立的学科能够存在,必须有其独立的与其他学科不同的研究对象和(或)研究方法,工程经济学的研究对象是什么呢?目前看来,大体有4种观点。

第一种观点:从经济角度选择最佳方案的原理与方法。

在工程经济学教科书《管理经济与工程经济》中,泰勒教授认为,工程经济学和管理经济学的研究对象是如何进行经济决策,亦即按经济准则选取最佳方案的学科,工程经济的主题就是对经济决策提供原理和技术方法。由此可见,泰勒教授的观点是,工程经济学是一门为从一组方案中选择出经济角度的最佳方案提供科学原理和技术方法的应用经济学科。

美国堪萨斯州大学的布西教授(Lynn. E. Bussey)不仅持与泰勒相同的观点,而且走得更远。在其1978年的《工业投资项目的经济分析》一书中,他将“工程经济学”与“工业投资项目的经济分析”严格区分开来。在布西教授看来,“工程师们熟悉的工程经济与工业投资项目的经济分析相比,存在根本的区别”,因为“工程经济的历来教法,主要是各种可行方案的经济选择方法”,亦即“我们从这些可行方案中去执行哪个方案”?而工业投资项目经济分析的方法尽管源于工程经济,但是它的分析方法已大大突破了工程经济传统而有限的范畴,它要研究的是“从总体上看,什么方案对企业最为有利?因此,工业投资项目分析的意义,是将局限于企业某个部门的、孤立和缺乏远见的资金使用决策,转变为从整个企业出发的资金使用决策”,亦即对某些相互竞争的方案,不仅要求它们为合理分配资源展开竞争,而且更要求它们为企业日益增长的总体利益展开竞争。这样一来,“为了解决这种资源分配上的竞争,不但要

一对一地将待选方案做出经济比较,而且更需要找出使企业的整体利益(通常指企业的总体净现值)最大的子集项目(Subset of Project)。这正是工程经济与工业投资项目选择之间最根本的区别所在”。

布西教授的观点和严谨治学之风值得称道和重视,但在我们看来,不将二者截然分开,而是把工业投资项目经济分析视为传统工程经济学取得突破性发展与深化的新阶段,将二者视为现代工程经济学的应有范围更有价值。

第二种观点:为工程师的经济学。

无论是第一代的工程经济学家惠灵顿、菲什、戈尔德曼,还是当代的里格斯,乃至布西,都或明或暗地认为工程经济学就是为工程师而准备的经济学。惠灵顿直接地将工程经济学定义为“使工程师少花钱多办事的艺术”。戈尔德曼则力诫工程师要考虑成本,追求最佳财务效率。里格斯教授更直接地写道:“工程师是规划者和建设者,同时又是问题解决者、管理者和决策者。工程经济学涉及上述各项活动。……工程经济学致力于解决经营水平和管理决策,遵从次优化原则(注意,与戈尔德曼的追求最佳有所不同——本书作者注)。注意实现局部目标,通过收集大量资料和细致的分析,促使风险最小化。”

这样一来,工程经济学的具体对象就涵盖了工程项目规划、投资项目经济评价、投资决策分析及生产经营管理领域的决策问题。这可能就是为什么里格斯教授曾研究了大量生产经营管理决策问题却不像泰勒教授那样将其著述定名为《管理经济与工程经济》,而直接冠之以《工程经济学》的原因所在。

第三种观点:研究经济性的学科领域。

日本学者千住镇雄、伏见多美雄教授和中村善太郎副教授自50年代开始,就对西方的工程经济学进行了研究、反思和新的探索,创建了颇具特色的经济性工学。他们认为,不论是企业还是非

盈利组织,为合理地运营发展,都以“经济性”为准则或尺度选择行为方案,这种基于经济性的分析称为经济性分析。但以往的经济性分析一直是在各种学科领域中相互孤立地进行研究发展的,如管理会计(Managerial Accounting)、管理经济学(Managerial Economics)、工程经济学(Engineering Economics)、运筹学(OR)、质量控制(QC)、工业工程(IE)等学科领域均从略有不同的立场、角度探究经济性,并发展出实用的分析方法。但从经济性的综合性应用角度观之,这些理论仍无法充分地发挥应有实践效果,为此,他们开发出经济性工程学这样一种综合而实用的研究、分析、评价经济性的学科。

千住镇雄教授的学生、我国台湾(省)学者陈光辰副教授在翻译千住镇雄等撰著的《经济性分析》一书时,将其改译为《工程经济与决策分析》。我们认为,这体现出陈光辰博士虽能洞悉经济性工学与工程经济学之间的重大差别和前者对后者的发展与综合,但却囿于二者的亲缘性,特别是因为工程经济学为国际学术界所公认而不得不将从MA、ME、EE、OR、QC和IE等综合创新而成的经济性工学改译为工程经济的无奈与良苦用心。

第四种观点:研究工程项目节省或节约之道的学科。

我国学者任隆洵,陈云鹏1987年出版了一本《工程经济》。与里格斯教授百余万言的《工程经济学》相比,任隆洵、陈云鹏的《工程经济》以其实际的21万言之篇幅,不得不仅仅研究“工程项目的节约即经济性”。更具体地说,就是工程经济“从拟议中的一个或若干个工程项目投资的财务和经济效果出发,运用事先的成本效益分析方法,通过对同一工程项目的方案优选和最佳方案的可行性判断,或不同工程项目财务和经济效果的排队和最佳的项目组合,力求实现最大限度的节省或节约,从而为正确的工程项目决策(投资决策)提供可靠依据的介于工程学科与经济学科之间的一门边缘性应用性的管理学科。”

任隆洵、陈云鹏的《工程经济》与泰勒、里格斯教授等人的工程经济学不同,他们将企业经营管理决策,特别是生产经济学等领域排除在外,但又将布西教授坚持认为不属于传统工程经济学的工业投资项目经济分析纳入自己的工程经济学体系之中,确有其独到之处。

二、工程经济学体系

工程经济学目前我国依然处于引进、吸收阶段。国内学者的两本代表性著述,一为黄渝祥、邢爱芳编著的《工程经济学》(1985年,同济大学出版社),一为任隆洵、陈云鹏合著的《工程经济》(1987年,西南财经大学出版社)。从体系的完备性衡量,二者均不及目前已译为中文的里格斯教授的《工程经济学》。

里格斯教授的《工程经济学》被赞誉为一本“内容丰富而新颖的工程经济专著”,其“价值在于它汇集了70年来国外工程经济综合发展的成果”。故本书以里格斯教授的《工程经济学》中文版为范本,图示工程经济学体系。

里格斯教授的《工程经济学》在带有导论性质的第一章“工程经济学介绍”中,回顾了工程经济思想的发展,并将其余24章分为6篇,构成了图1—1所示的体系。

三、日本的经济性工学体系

与里格斯教授的庞大体系相比,日本学者千住镇雄等人创立的经济性工学颇具特色。他们首先抓住工程经济学的核心是方案选择,故集中探讨互斥方案选择、独立项目选择和两层次的独立—互斥混合的项目—方案选择的简明而学用的方法,利用边际报酬递减原理提出无资格方案概念和右下一右上法则,以内部收益率和增量内部收益率指标统一地处理三类选择的双向排序均衡解法;其次,他们力求避开繁杂的他们认为实效不大的敏感性分析和风险分析,集中探讨并建立盈亏平衡分析与图解敏感性分析相结合的不确定性分析方法;最后,也许更为重要的是他们为使工程经

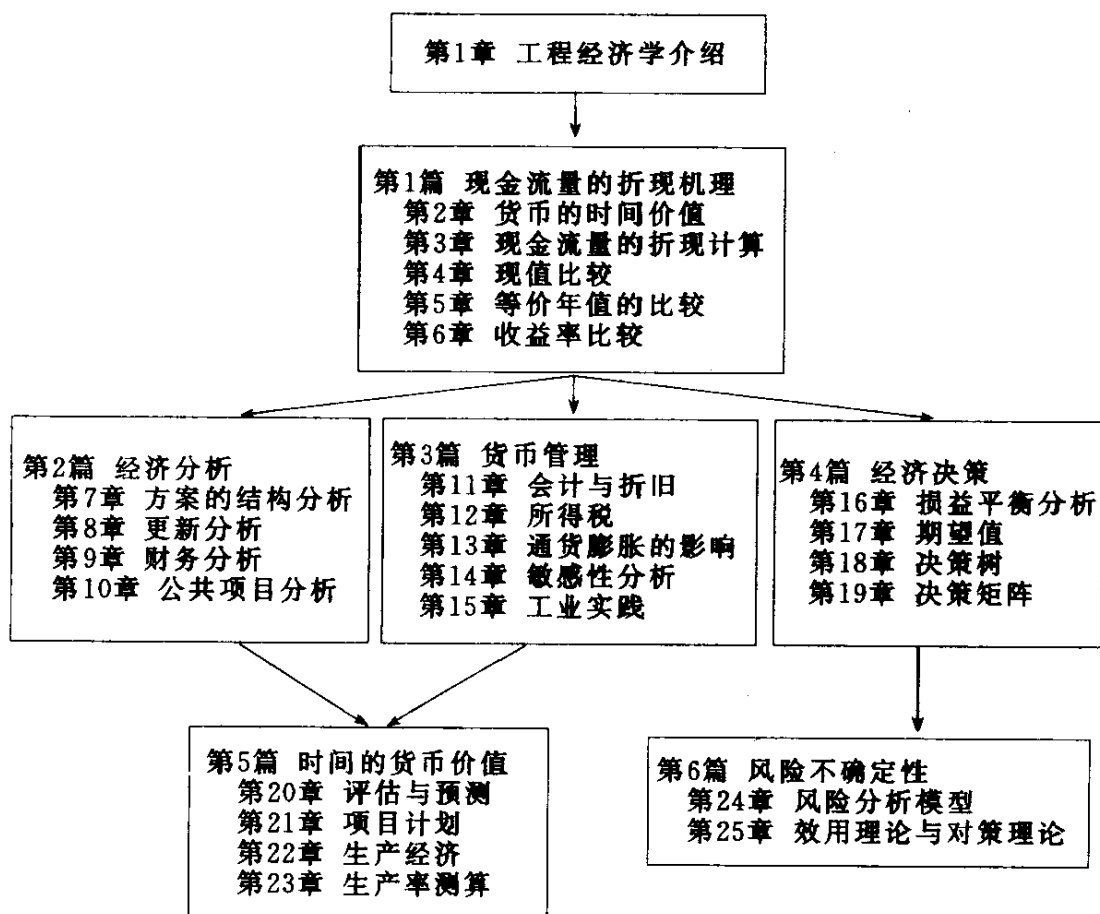


图1—1 里格斯的工程经济学体系

济学或其经济性工学能被正确地广泛应用和普遍接受,特别剖析了应用于工程技术经济分析中的两类错误,即在收集、分析成本,利用数据时发生的错误和为确定方案的经济性在选择评价准则时发生的错误,并以简明易懂的数例反复阐明在涉及实际问题时应当使用什么数据和怎样使用这些数据与原则,推出一系列简明易学的图解法,鼓励管理人员和工程师消除对工程经济学的神秘感,大胆使用这些方法进行分析。

他们的努力终于获得社会承认,在日本企业实践中成效显著,历经 20 余年检验之后,于 1984 年荣膺日本经营技术开发大奖。千住镇雄教授等人在《经济性工学的基础》《经济性分析》《设备投资计划》《企业经济性分析》等专著中建构起一个新的工程经济学体

系。1984年联合国工业发展组织(UNIDO)在东京举办国际培训班时推荐了该体系。这一体系被概括在“Profitability Analysis for Managerial and Engineering Decisions”(中文版译名《投资与经营决策的效益分析》)一书中。全书共分六章,前四章为基本概念和原理,包括效益评价基本原理,不同经营条件、不同类型投资方案的评价准则,后两章着重论述如何把基本概念、原理、分析方法应用于解决复杂的投资、经营、生产、管理控制等问题领域。该书正文共14万余字,内容却如此丰富而新颖(如“考虑生产能力与需求关系的效益分析”的第二章和“效益分析方法的进一步应用”的第六章等),故被誉为“工程经济学和财政学的巧妙结合,在同类著作中不多见。”该书堪称内容丰富、言简意赅、深入浅出、面向实际的典范。

如果说里格斯教授的宏大体系具有气势磅礴的雄浑之势,那么千住镇雄教授等的袖珍体系则具简明隽永的飘逸之美。将二者整合为一体,自是本书作者们的奢望,但我们还是希望能朝此方向迈出哪怕是小小的一步。

第三节 本书的观点与体系

一、工程经济的研究对象与学科性质

我们认为千住镇雄教授等日本学者的观点颇具启迪价值。第一,工程经济学的确是研究经济性的学科,但它与管理会计学、管理经济学等学科一样,是从一个侧面一个角度研究经济性的。不过,千住镇雄等并未明确指出这些学科各是从哪个侧面哪个角度研究经济性的。经过对管理会计学、管理经济学和工程经济学的比较研究之后,我们认为,管理会计学是从会计学角度,为主计长参与企业经济决策与控制,提供经济分析信息和优化方案的学科;管理经济学是从微观经济学角度,为企业多层次多部门人士提供经济决策分析原理和一般性分析方法的学科;而传统的工程经济学

则是利用管理经济学原理和方法论、借助于数学模型和计算机手段,为工程师参与工程、技术、生产和经营领域的策略性、战略性决策提供经济决策原理与具体方法的应用性经济学科。

第二,工程经济学应该有所发展,不能停留在传统的研究领域和研究层面上。我们认为具体表现在两个方面。首先,现代工程经济学应该突破 L·E·布西教授给传统工程经济学和工业投资项目经济分析设置的界限,把工业投资项目经济分析融入其工程经济学体系之中。这是变传统工程经济学为现代工程经济学的第一步。其次,既然工程经济学的最终的最直接的服务对象是工程师,那么就应将千住镇雄等人开拓的分析方法纳入传统工程经济学,迈出实现工程经济学现代化的第二步。

将传统工程经济学、工业投资项目经济分析、经济性工学方法融为一体而形成的现代工程经济学绝不仅仅是现代西方经济学科群中的一门应用学科,它是现代市场经济社会中的一门应用学科,既适用于资本主义市场经济社会,也适用于社会主义市场经济社会,其适用的前提是现代市场经济中真正存在具有独立而完整决策权的企业。

基于上述认识,我们把现代工程经济学界定为:运用市场经济理论、分析方法和技术手段,研究和解决具有独立而完整决策权的企业在市场经济社会中的工程、技术、生产和经营领域的经济决策问题,提供分析原理与具体方法的技术性或工程性经济学科。

这里所说的技术性和工程性,依据的是我国著名科学家钱学森院士的学科分类法。钱学森教授把整个科学体系分为九群四层,九群为自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、文化理论、军事科学和行为科学;四层为哲学层次、基础科学、技术科学和工程技术。我们认为,若据此划分,工程经济学是跨第三层次和第四层次,即兼有技术学科属性和工程技术学科属性的应用经济学科。譬如资金时间价值理论、风险测度理论具有技术

科学的属性,而项目财务评价、设备经济寿命确定则更富有工程技术的属性。如果借用千住镇雄等为经济性工学的学科命名方式,则现代工程经济学的称谓应是现代工程经济性工学。

二、《工程经济与项目评价》

我们这本《工程经济与项目评价》,包括这篇鸟瞰工程经济学的导言在内,由十一章构成。其中第二章介绍经济与项目评价的分析框架和理论基础,第三章介绍工程经济与项目评价的基本工具——资金时间价值及其等值变换;第四章介绍工程经济学中常用的经济评价指标、方法和判断标准;第五章介绍不确定性分析的三种基本方法;第六章介绍常见的互斥方案选优、独立项目组合及二者混合在一起的层次混和问题的简便而实用的决策方法;第七章介绍设备大修与更新的经济分析原理与方法。这六章构成工程经济学篇。

本书第八章概述项目评价;第九章介绍项目的财务评价;第十章介绍国民经济评价;第十一章介绍项目后评价。这四章构成本书的项目评价篇。

第二章 投资决策框架与优化原理

社会主义市场经济中,决定企业投资项目取舍涉及许多因素,而市场需求与供给的状态和趋向将在很大程度上决定企业投资项目的成败,商品的寿命周期、集约化水平和经济规模变动则从根本上规定了投资项目的整体效益。

本章首先介绍企业投资项目决策的战略—项目分析框架,然后介绍投资决策的三项基础理论:利润历时最大化原理、企业投资规模优化原理和风险理论。

第一节 投资项目决策分析框架

一、战略分析法

就一个具体的投资项目来说,其经济分析决策过程包括环境

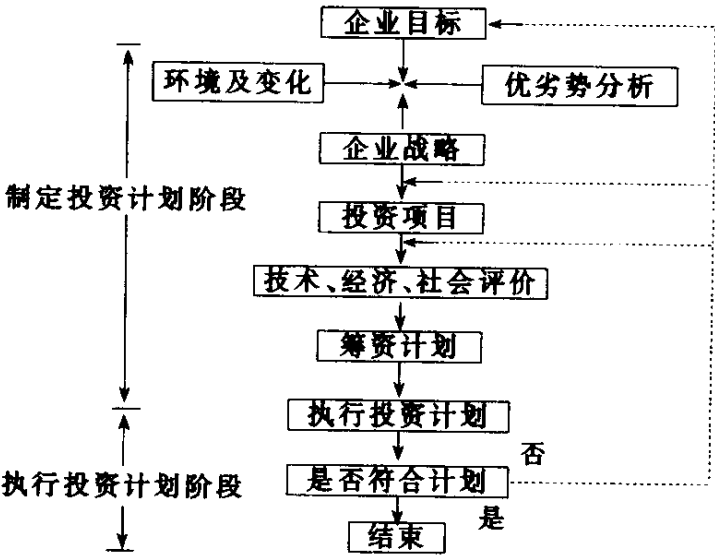


图2-1 投资项目全过程

分析,主体优势劣势分析,制定发展战略,提出投资项目和方案,进行技术、经济、社会评价,制定筹资计划,直至开始执行计划为止的全部活动。全过程如图 2—1 所示。

当企业对环境 and 自身作出尽可能透彻的分析之后,即可开始选择适当的发展战略。发展战略的基本点包括三项选择:第一,选择战略方向,即发展方向,如选择产品和细分后的子市场(目标市场);第二,选择战略态势,即如何发展,如产品性能特点和价格等;第三,选择战略类型,即投资策略(投资政策)。下面以企业投资为例,介绍发展战略的基本点。

1. 战略方向

企业的战略方向是指产品和市场的综合选择。共有五种可能的选择:

- (1)维持原有产品和市场,条件是原市场需求稳定,原产品处于其寿命周期饱和期的前期;
- (2)利用原有产品发展某个细分市场;
- (3)改善现有产品,维持原有市场,条件是原市场需求稳定,原产品处于其寿命周期的饱和期后期;
- (4)开拓新的细分市场;
- (5)开发新产品。

2. 战略态势

企业的战略态势取决于产品性能价格的协调选择。在图 2—2 所示的产品性能—价格平面上选择什么部位占领市场,反映着企业的竞争态势。共有 7 种战略态势可供选择。

(1)“领导者”。某产品市场占有率最大的企业即所谓的领导者,其产品性能和价格成为市场规范。一个同行

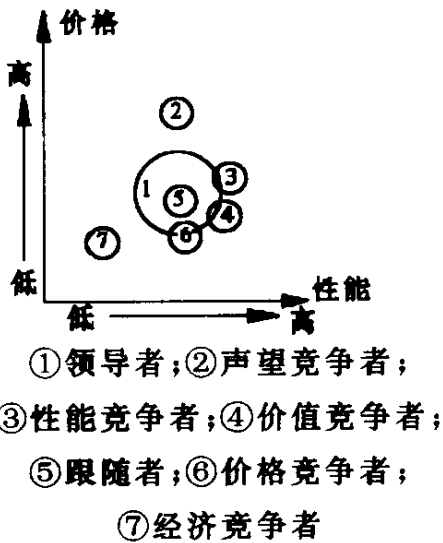


图 2—2 战略态势分布