

工程经济学

GONGCHENGJINGJIXUE

主编 宋国防 贾 湖



天津大学出版社

工 程 经 济 学

主 编 宋国防 贾 湖
副主编 梅世强

天 津 大 学 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

工程经济学/朱国防, 贾湖主编. —天津: 天津大学出版社, 2000. 4

ISBN 7-5618-1270-1

I. 工… II. ①朱…②贾… III. 工程经济学
N. F40

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 16151 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 天津市宝坻县第二印刷厂
发 行 新华书店天津发行所
开 本 850mm×1168mm 1/32
印 张 12.875
字 数 335 千
版 次 2000 年 4 月第 1 版
印 次 2000 年 4 月第 1 次
印 数 1—5 000
定 价 18.00 元

内容简介

工程经济学是工程与经济的交叉学科,是研究工程技术实践活动经济效果的学科。在我国经济领域,工程与经济的联系日益密切。本书紧密结合我国经济发展的实际需要,以寻求工程技术与经济效果的内在联系,揭示二者协调发展的内在规律为基本出发点,介绍了工程经济学科的定义及其研究内容、工程经济学的产生和发展历史;在介绍投资、成本与利税相互关系的基础上,论述了投资项目评价指标体系及多项目方案的经济性比较与选优方法;并对包含风险因素的不确定性分析和工程项目的财务评价方法进行了详细介绍;同时,为体现工程技术的先进性与经济的合理性的统一,全面阐述了资金的筹集与运用、设备更新与选择以及价值工程、多目标方案评价与工程经济预测等内容。

本书是工程类、管理类和经济类大学本科生及研究生的理想教学用书;同时也是工程及经济管理实践领域读者的有益参考书籍。

前 言

在工程经济学作为一门独立的学科产生之前,工程与经济都有其相互独立的研究和实践领域。随着人类实践活动的发展,人们对与工程项目相关的资源的稀缺性,工程实践活动将产生的经济效果、社会效果以及对生态、环境的影响有了更清楚的了解,这就迫使人们去研究探寻工程技术与经济效果的内在联系,追求工程技术的先进性与经济合理性的协调统一。

工程经济学源于 1887 年亚瑟姆·惠灵顿 (Arthur M. Wellington) 的著作《铁路布局的经济理论》。他首次将成本分析方法应用于铁路的最佳长度和铁路的曲率选择问题,开创了工程领域中的经济评价工作。本世纪三、四十年代,工程经济学在美国得到了进一步发展和完善,形成了相当完整的学术领域。工程经济学在世界其他国家也得到了广泛的重视和应用,如前苏联的部门经济分析、英国的业绩分析、日本的经济性工程学等,我国的技术经济学也属于工程经济学的范畴。

自实行改革开放政策以来,我国的投融资体制发生了巨大的变化。评价工程项目时,我们不仅仅注重其技术的可行性与先进性,而且逐步重视其软环境指标的研究,诸如经济效果、社会效果、生态环保等。虽然国内也有技术经济学对工程项目的技术与经济的内在联系进行研究,但尚未将工程经济学上升为一个独立的学科领域。为了适应我国经济发展的需要,我们编写了这本书。

本书以揭示工程技术与经济效果的内在联系为基本出发点,以工程项目的技术与经济、功能评价为基本内容,论述了工程经济

学相对完整的学科体系；并结合我国的实际情况，在相关章节附有案例分析，以增强本书的实用性。

本书由宋国防、贾湖进行内容规划设计和统稿，梅世强、高亚洲审稿，其中第四、五两章由宋国防、聂德怀、汪建辉编写；第一、二、三、六、七、十一章由贾湖编写；第九、十章由宋国防、徐梅编写；第八章由梅世强编写。

本书在编写过程中，参阅了许多国内外专家学者关于工程经济学的相关著作和论述，齐飞、辜位清、杨冀核校了表格数据；在出版中，得到了天津大学出版社的大力支持与帮助，在此一并表示谢意。由于工程经济学在我国属于新的学科领域，作者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者多赐宝贵意见。

编 者
2000 年 1 月

目 录

第一章 序论	1
第一节 工程经济学.....	1
第二节 工程经济分析应遵循的基本原则.....	4
第二章 投资、成本与利税	10
第一节 投资概述	10
第二节 投资的估算	14
第三节 产品成本	18
第四节 销售收入、利润和税金.....	22
第三章 资金的时间价值理论	28
第一节 现金流量与现金流量图	28
第二节 资金的时间价值与计息方法	30
第三节 资金的等值换算公式	32
第四节 名义利率与实际利率	43
第五节 连续复利的计算	47
第四章 项目经济评价指标	55
第一节 项目经济评价指标概述	55
第二节 时间性评价指标	59
第三节 价值性评价指标	68
第四节 比率性评价指标	74
第五节 项目经济评价指标的关系及选择	94
第六节 项目经济评价中几个问题的讨论	97
第五章 多项目方案的经济性比较与选优	102

第一节	项目与方案之间的关系及其传统解法·····	102
第二节	互斥方案的选优·····	107
第三节	独立项目的经济比较与选优·····	115
第四节	层混型项目的经济比较与选优·····	126
第六章	不确定性分析·····	131
第一节	盈亏平衡分析·····	131
第二节	敏感性分析·····	136
第三节	风险分析·····	143
第七章	项目的财务评价·····	163
第一节	财务评价与国民经济评价的主要区别·····	163
第二节	工程项目的财务评价·····	168
第三节	资金成本率的动态确定与贷款偿还方式·····	191
第八章	资金的筹集与运用·····	196
第一节	投资项目资金筹措概述·····	196
第二节	传统资金筹集渠道与方式·····	201
第三节	资金成本与资本结构·····	231
第四节	项目融资·····	262
第九章	设备更新与选择·····	292
第一节	设备更新概述·····	292
第二节	设备磨损与设备大修理·····	295
第三节	设备的经济寿命与更新时机选择·····	299
第四节	更新方案的选择·····	304
第五节	设备现代化改装及更新方式选择·····	308
第六节	设备租赁与折旧·····	310
第十章	价值工程与价值分析·····	317
第一节	价值工程概述·····	317
第二节	VE对象的选择与情报收集·····	322
第三节	功能分析与研究·····	330

第四节	VE 方案评价与实施	339
第五节	价值工程功能—成本分析案例	343
第十一章	多目标(属性)方案评价与工程经济预测	347
第一节	多目标(属性)方案评价	347
第二节	工程经济预测	356
附表 1	复利系数表	380
附表 2	正态分布数值表	399
附表 3	F 分布临界值表	400
附表 4	t 分布临界值表	401
参考文献		402

第一章 序 论

第一节 工程经济学

一、工程与经济

1. 工程(Engineering)

工程不同于科学,工程也不同于技术。

科学是人类探索自然和社会现象并取得认识的过程和结果。这里的“过程”是指研究和探索的活动,即认识过程;“结果”是研究和探索得出的科学的理论体系,即理论化的知识。科学本质上属于认识世界的范畴。

技术是人类活动的技能和人类在改造世界的过程中采用的方法、手段。它本质上属于改造世界。

工程是人们综合应用科学的理论和技术的手段去改造客观世界的具体实践活动,以及它所取得的实际成果。在长期的生产和生活实践中人们根据数学、物理学、化学、生物学等自然科学和经济地理等社会科学的理论,并应用各种技术的手段,去研究、开发、设计、制造产品或解决工艺和使用等方面的问题,逐渐形成了门类繁多的专业工程,如机械工程、建筑工程、水利工程、航天工程等。目前,人们在开展活动时愿意用“工程”冠名,有时被随意地用到了难以想象的地步。例如,“希望工程”、“安居工程”等。我们可以将此

理解为广义工程的概念。

2. 经济(Economy)

经济一词在我国古代有“经邦济世”、“经国济民”之意义,是治理国家、拯救庶民的意思。与现在所用的“经济”含义不同,“经济”一词在西方语言中,原意指家庭管理。希腊科学家亚里士多德定义“经济”为谋生手段的意思。19世纪后半叶,日本学者借用古汉语中的“经济”一词,将英文 Economy 译成汉字“经济”,以后一直沿用。人们对经济的理解多种多样,概括起来有以下四种含义:①指生产关系、经济制度、经济基础;②国民经济的总称及其各个部门,如工业经济、农业经济;③指社会的物质生产和再生产过程,如经济效益、经济规模;④节约、节省的意思,如经济小吃、经济实惠。①、②两点是属于宏观经济的范畴,③、④两点主要属于微观经济的范畴。本书涉及的经济概念既有宏观含义又有微观含义,但更多的是指微观方面。

任何工程项目(投资项目)都伴随着对资源(材料、能量、信息)的消耗,经历研究、开发、设计、生产、建造、制造、运行、维护、销售、管理、咨询之中的某些过程。这种实践活动必将产生经济效果、社会效果以及对生态、环境的影响。如何以最少的耗费达到更优的经济效果是工程技术人员被赋予的历史使命,也是工程经济分析的最终目的。

二、工程经济学(Engineering Economics)

工程经济学是工程与经济的交叉学科,是研究工程技术实践活动经济效果的学科。

工程经济学的实质是寻求工程技术与经济效果的内在联系,揭示二者协调发展的内在规律,促使技术的先进性与经济的合理性的统一。工程经济学的对象是各种工程项目(或投资项目),包括公共项目、企业投资项目。而这些项目可以是现有(已建)项目、新

建项目、扩建项目、技术引进项目、技术改造项目等。工程经济学的核心是工程项目的经济性分析。它的任务是对工程项目及其相应环节进行经济效益分析；对各种备选方案进行分析、论证、评价，从而选择技术上可行、经济上合理的最佳方案。工程经济学的目的在于培养工程技术人员经济意识，增强经济观念，运用工程经济分析的基本理论和经济效益的评价方法，从可持续发展的战略高度以市场为前题、经济为目的、技术为手段，确保工程项目有较高的质量，并以最少的投入达到最佳的产出，为人类创造更多的幸福。

工程经济学主要内容包括资金的时间价值理论、工程项目的可行性研究理论、投资项目经济评价指标体系与多方案择优理论、不确定性分析、设备更新的经济分析、生产经济、价值工程理论等。

三、工程经济学的产生与发展

工程经济学源于 1887 年亚瑟姆·惠灵顿 (Arthur M. Wellington) 的著作《铁路布局的经济理论》(The Economic Theory of Railway Location)。

他首次将成本分析方法应用于铁路的最佳长度或路线的曲率选择问题，开创了工程领域中的经济评价工作。在他的著作中，他将工程经济学描述为“一门少花钱多办事的艺术”。本世纪 20 年代，戈尔德曼 (O. B. Goldman) 在他的《财务工程学》(Financial Engineering) 中，提出了决定相对价值的复利程序，并说：“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，获得最佳财务效率。”

1930 年，格兰特 (E. L. Grant) 在他的《工程经济原理》(Principles of Engineering Economy) 一书中指出了古典工程经济的局限性。格兰特教授以复利计算为基础，讨论了判别因子和短期投资

评价的重要性,以及资本长期投资的一般比较。他的许多贡献获得了社会承认,被称为工程经济之父。

此后,工程经济学在美国得到了进一步的发展与完善,形成了相当完整的学术领域。

工程经济学在世界其他国家也得到了广泛的重视及应用,如前苏联的部门经济分析,英国的业绩分析,日本的经济性工程学,中国的技术经济学等都属于工程经济学的范畴。

第二节 工程经济分析应遵循的基本原则

一、工程经济分析的核心原则是经济效益原则

所谓工程实践活动的经济效益是指该实践活动的“产出”与“投入”的比较,一般有两种表达形式,即

$$\text{经济效益} = \frac{\text{产出(有用成果)}}{\text{投入(劳动耗费)}}$$

或

$$\text{经济效益} = \text{产出(有用成果)} - \text{投入(劳动耗费)}$$

第一个式子是相对效果,第二个式子是绝对效果,比值(或差值)越大,则表示经济效益越好。

劳动耗费是指在生产过程中消耗的活劳动和物化劳动。

活劳动消耗是指生产过程中具有一定的科学知识和生产经验并掌握一定生产技能的人的脑力和体力的消耗。

物化劳动消耗包括两个方面:一方面是指原材料、燃料、动力、辅助材料等在投入生产过程中一次被消耗掉,失去原有形态,改变物理和化学的性能,转化为另一种形态和性能的使用价值;另一方面是指厂房、机器设备、技术装备等生产工具,在投入生产过程中

定期循环使用,逐渐磨损或失效,这种磨损也是物化劳动消耗。

有用成果是指生产过程中所创造出来的对社会有用的成果。如果有些产出毫无用处,则这些产出就不会带来任何经济效益。

对工程项目进行分析,要以经济效益为核心考察项目是否具有较好的经济效益,并选择效益好的项目先上马。后面章节中所介绍的指标体系大部分都是以不同的方法,从不同的角度构造的反映经济效益的指标。也就是效益最大化是评价项目的核心宗旨。

作为重点概念,有必要对“经济效益”做进一步的理解与论述。

经济效益可以依不同的标准(或站在不同的角度)划分为以下几种类型。

1. 宏观与微观经济效益

宏观经济效益是从整个国民经济角度考察的经济效益。考察工程项目对国民经济的贡献是不能忽视的环节。项目引起的社会最终产品的增减,对生态、环境的影响以及对就业、国家安定等方面的贡献都属于宏观经济效益的范畴。宏观经济效益也称为社会经济效益或国民经济效益。

微观经济效益是指从个体(或企业)角度考察的效益。生产项目的直接投入、直接产出是微观经济效益的主要构成。利润最大化是企业追求的目标。微观效益大也是评价和选择项目的重要依据。对项目的微观分析也称为财务分析(财务评价)。

2. 直接经济效益与间接经济效益

直接经济效益是指项目自身直接产生并得到的经济效益。即生产项目系统直接创造的经济效益,如产品销售收入等。间接经济效益是指项目导致的自身之外的经济效益,即生产项目引起的其系统之外的效益。如某企业生产项目的上马引起其他企业效益的增加;某大型钢铁基地的建成使重型机械部门的闲置生产能力得以启用,这相当于节约了费用。这些效益都是原项目的间接效益。间接效益的分析只有在对项目进行国民经济评价时才考虑。又如,

某项目对资源的占用与耗费或多或少影响其他项目对资源的利用,进而减少其他项目对国民经济的贡献。这应计入对原项目进行国民经济评价的间接费用。

3. 短期经济效益与长期经济效益

短期经济效益是指短期内可以实现的经济效益,长期经济效益是指较长时间后能够实现的经济效益。

二、工程经济分析的基本原则

1. 系统分析原则

首先将工程经济分析对象视为一个系统,明确系统的功能目的,剖析系统的要素构成、各自的特征及其相互联系,实现要素的有机结合,达到系统的整体最优化。例如,我们把企业看成一个系统,提高经济效益,促进国民经济发展是系统的整体目标。这个系统中还有许多子系统,如生产系统、财务系统、供销系统等等,企业要想提高经济效益必须首先具备优良的生产、财务、供销子系统,使之有机地结合,达到整体目标。

另外,任何工程项目都是一个开放的系统,都处于社会经济大系统之中,与之有着信息和能量的交换和对社会、生态环境的影响。工程经济人员要坚持系统论的观点,在提高项目的经济效益的同时必须兼顾社会效益。

2. 资源最优配置原则

人类的资源是有限的,但人们的需求是递增的、无限的。如何使有限的资源为社会创造出更多、更好的产品和劳务是我们的最终目的。因此生产什么、生产多少、如何生产就成为这一客观矛盾的中心问题。解决好这些问题需要工程经济人员对工程项目进行综合分析、合理筹划,以资源的最优配置为原则,选择那些技术上可行、经济上合理的项目上马。

3. 定性分析与定量分析相结合

在对项目进行评价时要采取定性分析与定量分析相结合的原则。首先能定量的效益与费用要尽量量化,因为只有这样才能更有说服力,才能对项目做出较准确的评价。另外,我们所考察的项目与科学技术、经济、社会、生态、文化(价值)大系统相联系,有些内容是很难(或不能)量化的,需要进行定性的分析,作为定量分析的补充。

4. 静态评价与动态评价相结合

静态与动态之分在于考虑不考虑资金的时间价值。对项目评价不考虑时间价值称为静态评价,适用于对项目的粗略评价。考虑时间价值称为动态评价,适用于对项目进行详细评价。比如在确定投资机会和对项目进行初步选择时一般只进行静态评价。为了更科学、更准确地反映项目的经济情况,必须对其进行详细评价。所以对工程项目进行评价时应静态评价与动态评价结合,并以动态评价为主。

5. 统计分析与预测分析相结合

我们所考察的项目大多是未上马的。所以有关的经济数据大都是预测的。预测方法在工程经济分析中是很重要的。评价结论的准确性很大程度依赖于预测,分析人员要学习和掌握不同的预测方法以便于实际工作中的应用。另一方面,工程经济分析离不开统计分析。许多模型的建立、经验数据(系数)的取得离不开统计、回归分析。掌握适当的统计方法也是十分必要的。

6. 考虑未来情况的不确定性

对项目进行评价主要基于项目未来效益的估计。然而影响未来的因素是众多的。决策者要充分考虑(估计到)项目未来的发展或变化情况,并做出相应的风险分析。

7. 正确处理微观经济效益与宏观经济效益的关系

微观经济效益是个体的、局部的,是宏观经济效益的基础。没

有微观经济效益的提高,宏观经济效益的提高也是难以实现的。所谓“小河有水大河满,小河无水大河干”正是强调微观经济的作用。企业(项目)在追求其微观效益的同时绝不能忽视其宏观经济效益,比如对国民经济的贡献、对社会安定、对生态环境的影响。我们绝不能以牺牲宏观经济效益为代价而达到发展微观经济效益的目的。生态平衡逐渐被破坏,环境污染越来越严重,人类已经清醒地认识到了这一点。人类也正在积极地探索解决这些问题的途径。如环境材料、环境协调型产品的产生,都是出于资源消耗少,给环境带来的负荷小的考虑。总之要正确处理微观经济效益与宏观经济效益的关系,在合理利用资源,保护环境与生态的前提下,以尽量少的劳动消耗,生产和提供更多、更好的符合人和社会需要的产品和服务。

8. 正确处理短期经济效益与长期经济效益的关系

任何项目上马,不能只顾眼前利益,要以发展的眼光,从长远的角度看问题,使项目具有长期的生命力,要正确处理短期(当前)经济效益与长期经济效益的关系。作为一个企业,要合理地安排人力、物力、财力资源,把握好项目的发展方向,加大技术投资力度,如 CAD(Computer Aided Design)技术、CIMS(Computer Integrated Manufacturing System)项目、丰田生产方式的引入,增强企业的竞争能力,长期保持较好的经济效益。凡是只图眼前利益,无计划地盲目生产,不注重设备的维护与保养以及设备的更新,不及时进行技术改造,其结果必然损害其长远经济效益。

从广义上讲,人类为了自己的生存与发展也必须注重短期与长期的利益关系。地球的生命是有限的,据专家预测,地球还有 50 亿年的生命期。虽然 50 亿年对我们来说很遥远,但在宇宙的历史长河中却是有限的、短暂的。如何保持好我们的生态与环境,如何利用好地球上有限的、不可再生的资源,以及如何不人为地缩短人类的寿命,是可持续发展的战略问题,也是我们每个人的历史责