

第一章

绪 论

引 例

工程经济学是一门研究如何分析工程经济活动的成本以及目标实现的程度,并在此基础上寻求实现目标的最有效途径,设计和选择最佳实施方案的科学。通过对工程项目的有效分析,寻求技术与经济的最佳结合点。

协和式飞机是 20 世纪 60 年代英、法两国共同研制的超音速客机。协和原型机于 1965 年开始制造,法国组装的第一架协和 001 飞机于 1967 年 12 月 11 日出厂,1969 年 3 月协和式飞机试飞,同年 10 月 1 日进行的第 45 次试飞时突破了音障。1974 年后,英航和法航开始利用协和飞机进行各种示范和飞行测试。1976 年 1 月,协和飞机正式投入航线上飞行,至此为止,英法两国政府已经在超音速客机计划上投资了超过 8 亿英镑,超过最初预算(1.5 亿英镑)近 6 倍。1977 年,协和飞机实际价格为 2 300 万英镑(4 600 万美元),超过预计价格 600 万英镑。然而,据当时的预算,协和飞机要售出至少 64 架才能保本,结果巨额开发成本根本无从收回。协和式飞机于 1979 年停产,总共生产了 20 架,英法两国各生产 10 架。协和号票价高昂,一张伦敦至纽约的来回票要价逾九千美元,飞行时间不到三个半小时。

2003 年 5 月 31 日,法航的协和客机进行了最后一次商业飞行。2003 年 10 月 24 日,英航的协和客机结束了最后一次飞行。由于成本高昂,协和式飞机被评价为“成功的技术,失败的经济”。

第一节 工程经济学的基本概念

一、工程经济学的含义及特点

工程经济学(engineering economics)是微观经济学的一个特殊领域,它涉及工程和经济两个领域之间的关系。工程泛指需要人们应用科学理论、技术手段和设备去完成的较大而

复杂的具体实践活动,如土木工程、水利工程、机械工程、化学工程、航天工程等。工程经济学中的“工程”涵盖了一般概念中的工程(制作过程与方法)和技术(软技术和硬技术),不仅包括相应的物资设备、生产的工艺过程或作业程序方法,同时也包括物化的科学技术即生产工具和知识化的科学技术即生产技术、管理技术等应用技术。而工程经济学中的“经济”则涵盖了社会经济制度(生产关系)、国民经济的总和(工业经济、农业经济等)、社会生产和再生产经济效益以及资源的节约与有效利用。

工程经济学是为适应市场经济的需要而产生的一门工程技术科学与经济科学相互渗透的边缘科学,具体来说它是以技术经济系统为核心,来研究工程领域中经济效益、经济效率和经济规律问题的科学。

工程经济学是一门决策性科学,具有以下特点。

(1) 综合性。工程经济学既是一门新兴学科,又是与一般专业学科不尽相同的边缘性学科,由于工程经济的研究领域非常广泛,科学方法较多,在工程经济的理论中融合了数学、统计、概率论、运筹学等各种理论基础知识,同时又涉及工程技术、经济、管理、法律等知识,是一门综合性较强的学科。

(2) 系统性。工程技术发展与经济发展的关系及其最佳结合的相关因素非常复杂,涉及社会、生态、文化等多个方面,而且这些因素都是不断的运动和变化的,它们是一个互相关联、互相制约和互相促进的复杂系统。因此,必须运用系统工程的理论方法进行全面的系统分析和论证,将影响其效果的全部因素纳入一个系统中综合考虑,才能全面揭示出所研究问题的实质,所以它具有系统性的特点。

(3) 预测性。工程经济研究的问题,一般是在事情发生之前,或正在决策中,为把握采用技术的效果,判断是否值得采用该项技术而必须进行全面的工程经济论证,涉及许多内容,需要对市场需求、销售价格、原料供应、风险估计等方面进行预测。由于预测是在事件实际发生之前进行,所以必须有一定的假设条件,或以过去的统计数据为依据,它所提供的结果只能是近似值,而不是实际值,在处理资料数据时,要去粗取精,去伪存真,方法要科学实用。

(4) 实践性。工程经济学是研究与国民经济直接相关的工程与经济问题,是实实在在的应用科学,从工程经济学的产生,到其飞速发展,无不与社会实践紧密相连,在经济学理论的指导下,主要解决工程与经济结合中的实际问题,既为实践服务又接受实践检验,具有很强的实践性。

(5) 选择性。在对工程方案取舍之前,都应找出可类比的方案,而任何一项工程,又可以找出若干不同的采纳方式、采纳条件,因此决定取舍某一方案时,可以综合各方面的因素进行比较,以便选择出最恰当的方案,并赋以最适当的条件。

二、工程、技术、经济及其关系

(一) 工程

工程是人们综合运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。在长期的生产和实践中,人们根据数学、物理、化学、生物等自然科学和经济地理等社会科学的理论,应用各种技术手段,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,如土木工程、机械工程、交通工程、水利工程等。

一项工程要为人们所接受,必须具备两个条件:一是技术上的可行性;二是经济上的合理性。在技术上无法实现的项目是不可能存在的,但一项工程只讲技术上的可行性而忽略经济上的合理性,也同样是不能被接受的。技术的先进性与它的经济合理性是一致的,凡是先进的技术一般来说总是具有较高的经济效果。因此为了保证工程项目更好地服务于经济,最大限度地满足社会需要,就必须研究、寻找技术与经济的最佳结合点,在具体目标和条件下,获得投入产出的最大效益。

(二) 技术

工程建设活动离不开技术,一般认为,技术是人类在利用自然和改造自然的过程中积累起来的、在生产劳动中体现出来的经验和知识以及操作技巧的科学总结,是人类改造自然的手段和方法。技术是在生产和生活领域中,运用各种科学所揭示的客观规律,进行各种生产和非生产活动的技能,以及根据科学原理改造自然的一切方法,如电工技术、木工技术、焊工技术等。

人们往往把科学与技术视为一体,严格来说,科学是人们对客观规律的认识和总结,而技术是人类改造自然的手段和方法,是应用各种科学所揭示的客观规律进行各种产品开发、设计和制造所采用的方法、措施、技巧等水平的总称。

要进行工程活动,必须依赖于技术,但并非先进的技术都能生产出市场需要而又价廉物美的产品。因此,工程技术的应用必须结合经济因素的分析,也就是说,必须符合工程经济的基本原则:技术上先进,经济上合理。

(三) 经济

现代汉语所使用的“经济”一词,源于19世纪后半叶,由日本学者从英语单词“Economy”翻译而来。

经济一词具有多种含义,包括以下几方面。

(1) “经济”是指生产关系。经济是人类社会发展到一定阶段的社会经济制度,是政治和思想意识等上层建筑赖以建立起来的基础。从政治经济学角度来看,“经济”指的是生产关系和生产力的相互作用,研究的是生产关系运动规律。

(2) “经济”是指国民经济的总称,或指国民经济的各部门如工业经济、农业经济、运输经济等。

(3) “经济”是社会生产和再生产。即指物质资料的生产、交换、分配和消费的总称,如国民经济、部门经济等。

(4) “经济”是指节约或节省,也就是人们所说的经济实惠。

工程经济学研究中较多使用的概念就是第四种含义,是指人、财、物、时间等资源的节约和有效使用。

(四) 技术与经济的关系

经济是技术进步的目的地和动力,技术则是经济发展的手段和方法,技术的先进性和经济的合理性是社会发展中一对相互促进、相互制约的既有统一又有矛盾的统一体。

(1) 在社会生产过程中,技术和经济是密切联系、相互促进、相互制约的两个方面,既有矛盾又有统一。

技术进步是经济发展的重要条件和物质基础,技术包括自然技术和社会技术两方面。自然技术是根据生产实践经验和自然科学原理而发展形成的各种工艺操作方法、技能和相应的生产工具及其他物质装备。社会技术是指组织和管理生产即流通的技术。由这两部分组成的技术,是变革物质代谢过程的手段,是科学与生产联系的纽带,是改造自然、变革自然的手段和方法。

(2) 技术进步促进经济发展,而经济发展是技术进步的归宿和基础。

经济发展的需要是推动技术进步的动力,任何一项新技术的产生都是由经济上的需要引起的,同时技术发展是要受到经济条件制约的。一项新技术的发展、应用和完善,主要取决于是否具备必要的经济条件,是否具备广泛使用的可能性,这种可能性包括与采用该项技术相适应的物质和经济条件。

(3) 在技术与经济关系中,经济占据支配地位。

技术进步是为经济发展服务的,技术是人类进行生产斗争和改善生活的手段,它的产生具有明显的经济目的。因此任何一种技术在推广应用时首先要考虑其经济效果问题。随着技术的进步,人类能够用越来越少的人力和物力消耗获得越来越多的产品和服务,从这方面看,技术和经济是统一的,技术的先进性和它的经济合理性是相一致的。但有时新技术缺少社会条件的经济适应性,与经济又是相互矛盾、相互对立的。例如,有的技术在国外的社会综合条件下是先进的,而一旦引进到国内来,由于电力、运输、原料、原料质量、特别是技术管理等问题,而致使新技术发挥不出应有的经济效益。工程经济学的主要任务,就是研究技术与经济之间的配置关系,找出它们协调发展的规律,促进技术的发展和经济效益的提高。

三、工程经济学的研究目的和意义

(一) 工程经济学是实现投资决策科学化的重要手段

工程经济学是一门新兴学科,它是在国民经济发展十分需要的条件下建立和发展起来的,工程项目必须与经济发展结合,在方案决策之前确定其先进性和可行性,掌握可能获得的经济效益。随着经济的发展,拟建项目很多,但国家的财力、资源却非常有限,必须从中选

出对国家经济发展有重要影响且社会、经济效益好的项目,予以资金、物质的支持,这就要求投资决策建立在科学的基础上。

随着科学技术的迅猛发展,各种新技术、新设备、新工艺和操作方法以及新材料、新能源层出不穷,使实现同一目标的方案越来越多,达到同一目标的手段也越来越多,不同的方法经济效果也各不相同,无疑给人们的决策带来了一定的复杂性,这就要求项目的投资决策应建立在科学的工程经济评价基础上。

(二) 工程经济学是联结技术与经济的桥梁和纽带

由于历史的原因,我国的绝大多数工程人员不懂经济,而懂经济的又不懂工程,这种状况的出现,导致工程、经济两层皮现象的存在,无法保证投资项目决策的科学化。而工程经济学正是横跨工程和经济两大学科之间的桥梁,是使工程和经济两者有机结合的直接途径,也是改变工程和经济长期脱离的有效措施。

(三) 工程经济学是培养优秀的工程师和管理者的摇篮

通过学习工程经济学,可以培养优秀的工程师和管理者。

1. 有利于正确了解国家的经济、技术发展战略和有关政策

国家的发展战略和有关政策牵动全局,影响长远,其中国民经济发展战略是在各项具体工作中确定决策目标的依据,没有明确的目标,拟定方案就是盲目的,分析评价就没有正确的标准,也就谈不上决策的科学化。

2. 可以学会预测工作

在复杂的经济和工程工作中,单靠对本部门、本企业所处环境的某种感觉或直觉来进行决策,变得越来越不管用了,而且还会导致很多错误,因此,对经济和工程的未来发展情况做出准确的预测,可以减少决策失误,少犯错误。所谓预测就是对与决策问题有关的各种内部外部情况所进行的事先估计和推测,是对事物发展将要导致的结果进行探讨和研究。

3. 学会拟定多种替代方案并从中选择最优方案

事物的好与坏、优与劣都是相互比较而言的,在决策时,只有拟定一定数目的具有一定质量的备选方案,进行对比选择,才能保证决策的科学性。

在当代技术经济条件下,要解决一个问题,总是可以根据不同的经验,从不同的角度构思出多种途径和方法的,在构思多种方案之后,还要进一步确定各个方案的细节,估计各个方案的执行结果,既要考虑方案的直接后果,又要考虑方案的间接后果,既要考虑有形后果,又要考虑无形后果,通过综合比较从中选出最好的方案。

4. 要善于把定性分析和定量分析结合起来

以定性分析为主的传统决策方法是一种在占有一定资料基础上,根据决策人员的经验、直觉、学识、洞察力和逻辑推理能力来进行决策的方法,这种决策方法具有主观性,属于经验

型决策。

随着应用数学和计算机的发展,在决策中引入了更多的定量分析方法,使决策不再以感觉为基础,而是以定量分析为基础,使决策更加科学化。工程经济学是一门具有丰富内容并大有发展前景的新兴学科,科技与经济的日益发展及其相互作用的加强,必将提出许多新课题、新要求,需要我们去研究并运用工程经济学的原理与方法去解决问题。

第二节 工程经济学的研究内容及流程

一、工程经济学的研究内容

工程经济学的研究任务是正确地认识和处理工程和经济之间的关系,寻找工程经济的客观规律,寻找工程和经济之间的合理关系,包括最佳关系和协调关系。

工程经济学的研究内容主要有以下三方面。

(一) 研究工程方案的经济效果,寻找具有最佳经济效果的方案

工程方案的经济效果是指实现工程方案时的产出和投入比,所谓产出是指工程方案实施后的一切效果,包括可以用经济指标度量的和不能用经济指标度量的产品和服务;所谓投入是指各种资源的消耗和占用,任何工程的实施都必须消耗和占用人力、物力和财力,由于资源的有限性,特别是一些自然资源的不可再生性,要求人们有效地利用各种资源,以满足人类社会不断增长的物质生活的需要,工程经济学就是研究在各种工程的实施过程中如何以最小的投入取得最大产出的一门学问,即研究工程的经济效果。投入和产出在工程经济分析中一般被归结为货币量计算的费用和效益,所以也可以说,工程经济学是研究工程应用的费用与效益之间关系的科学。

研究工程的经济效果,既包括工程方案实施前,也包括工程方案实施后。在工程方案实施前,通过各种可能方案的分析、比较、完善,选择出最佳的工程方案,保证决策建立在科学分析之上,以减少失误,这是关系到有限资源最佳利用的大事,关系到国家和企业竞争力强弱的重大问题。可行性研究就是在工程方案实施前,在调查研究基础上,通过对工程方案的市场分析、技术分析、经济效益分析,对工程可行性和经济合理性进行综合评价。

研究工程的经济效果,不仅仅应用在投资项目实施前的科学论证上,还广泛应用于产品设计开发中的经济效果比较和分析,应用于设备更新、原料选择、工艺选择等领域。

在工程方案实施后,通过实际调查分析,得到方案实施后的工程经济效果,为工程方案的更好运行提供相关建议,也为以后决策提供借鉴价值。

(二) 研究工程技术和经济相互促进与协调发展

技术和经济是人类社会发展不可缺少的两个方面,技术和经济是相互促进、相互制约

的,工程经济的研究就是要从这对矛盾关系中寻找一条协调发展的途径,以求经济快速、持续地发展。

技术和经济的关系体现在两方面:一方面发展经济必须依靠一定的技术,技术的进步永远是推动经济发展的强大动力,人类社会的发展历史雄辩地证明了这一点。18 世纪末,从英国开始的以蒸汽机的广泛应用为标志的工业革命,使生产效率大大得到提高;到 19 世纪中叶,科学技术的进步使生产效率提高到手工劳动的 108 倍,20 世纪 40 年代以来,科学技术迅猛发展导致的社会生产力的巨大进步更是有目共睹的。另一方面,技术总是在一定的经济条件下产生和发展的,经济上的需求是技术发展的直接动力,技术的进步要受到经济条件的制约,只有经济发展到一定的水平,相应的技术才有条件广泛应用和进一步发展。

技术和经济之间这种相互渗透、相互促进又相互制约的紧密联系,使任何技术的发展和应用都不仅是一个技术问题,同时又是一个经济问题,研究技术和经济的关系,探讨如何通过技术进步促进经济发展,在经济发展中推动技术进步,是技术经济学进一步丰富和发展的一个新领域。

技术与经济的协调包含两层含义:第一层是技术选择要视经济实力而行,不能脱离实际;第二层意思是协调的目的是发展,所以在处理技术和经济关系时,发展是中心问题。以发展为中心,在发展中协调,在协调中发展,是一种动态的协调发展。处理技术与经济的协调发展的核心问题是技术选择问题,从国家层面上要研究在一定的发展阶段内各行业和经济部门的技术政策、技术路线,要明确鼓励什么、限制什么,淘汰什么,技术选择要符合技术发展的趋势,要符合我国的国情,要符合可持续发展的战略。

(三) 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

科学技术是第一生产力,技术创新是促进经济增长的根本动力,是技术进步中最活跃的因素,它是生产要素一种新的组合,是创新者将科学知识与技术发明用于工业化生产,并在市场上实现其价值的一系列活动,是科学技术转化为生产力的实际过程。技术创新的这种特殊地位,决定了它是技术经济学的重要研究对象。

20 世纪 70 年代以来,技术创新已成为世界性的热门研究课题,技术创新包括新产品的生产、新生产技术在生产过程中的应用、开辟原材料的新的供应来源,开辟新市场和实现企业的新组织,技术创新强调的是新的技术成果在商业上的第一次运用,强调的是技术对经济增长的作用。

所谓经济增长是指在一个国家范围内,年生产的商品和劳务总量的增长,通常用国民收入或国民生产总值的增长来表示,经济增长可以通过多种方式途径取得,可以通过增加投入要素、增加投资、增加劳动力等实现经济增长,也可以通过提高劳动生产率、技术进步来实现经济增长。

这里所说的技术进步并不仅仅指人们通常理解的技术的发展 and 进步,而是在经济增长

中,除资金和劳动力两个投入要素增加以外所有使产出增长的因素,即经济增长中去除资金和劳动力增长外的余值。

学习技术创新的理论就是要树立技术创新意识,掌握技术创新规律和一些基本的实施要领,建立技术创新的机制和环境,推动技术进步,促进企业的发展方式的转变和国家经济增长方式的转变。

二、工程经济学研究的程序

任何工程方案在选定之前,都应该进行工程经济分析和评估,以便从中选出较为理想的方案,研究时应遵循科学的程序,工程经济学的研究程序如下所述。

(一) 确定分析目标

依照分析对象的不同,确定分析目标。目标可分为国家目标、地区或部门目标、项目或企业目标,目标内容可以是项目规模、设备选择或技术改造等。

(二) 收集资料

根据确定的目标,进行调查研究,收集有关技术、经济、财务、市场、政策法规等资料。

(三) 设计各种可能方案并进行分析

根据目标集思广益,尽可能收集各种可能的方案,从中筛选出所有可能的方案。从国家目标出发,兼顾企业目标,拟定工程经济分析指标,分析各方案的利弊得失以及影响技术经济效果的内外因素。

(四) 方案综合分析评估

除对方案进行定性分析外,根据建立的工程经济指标,建立有关各参数变量之间的函数关系或数学模型,进行定量指标的计算,然后采用定性与定量相结合的方法,对方案进行综合评估。综合评估的正确与否,关键取决于定性分析的正确与否以及所引入的数据是否准确可靠,否则影响评估结果。

(五) 确定最优方案

根据综合评估的结果,优选出工程技术上先进、工程经济上合理的最佳方案,若方案满意,则选中最优方案,若不够满意,则检查方案、指标的合理性。

(六) 最终完善方案

在最优方案基础上,综合相关各方建议提出完善的方案。

具体过程见图 1-1。

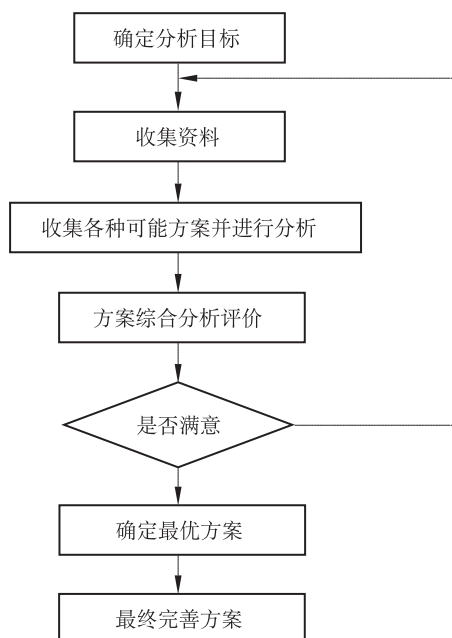


图 1-1 工程经济学的分析流程

第三节 工程经济学的产生与发展

一、国外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线选择中,开创了工程领域中的经济评价工作。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的经济评价工作。

惠灵顿的精辟见解被后来的工程经济学家所承袭。20 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*)名称的著作。他将投资模型和证券市场结合起来,分析内容包括投资、利率、初始费用和运营费用、商业组织与商业统计、估价与预测等。

真正使工程经济学成为一门独立的、系统化科学的学者,是格兰特(E. L. Grant)教授。1930 年,格兰特在他的《工程经济原理》(*Principle of Engineering Economy*)中指出了古典工程经济的局限性,提出了以复利计算为基础,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,被称为工程经济学之父。所谓工程经济即指某些经济上的比较方法,运用数学技巧,采用合理的步骤,从经济观点出发,衡量为达到某一特定目的而采

用的各种不同手段的优劣。

20 世纪 30 年代美国在开发西部的田纳西流域中,就开始推行可行性研究,把技术与项目的经济问题研究提高到了一个新的阶段,通过总结完善,逐步形成了一套比较完整的理论、工作程序和评价方法,此后工程经济学在各国得到了很大发展。

20 世纪 50 年代以后,数学、计算机科学、计量经济学、系统工程学、运筹学等学科在建设工程领域大量应用,使工程经济学得以长足发展。

20 世纪 60 年代以来,工程经济学的研究范围进一步扩大发展,不确定性因素分析和敏感性分析受到重视。美国的三位教授德加莫、卡纳达和塔奎因都为这一时期工程经济学的发展做出了巨大的贡献。德加莫偏重于研究企业的经济决策分析,他于 1968 年出版的《工程经济学》对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;卡纳达则重视外资经济因素和风险性投资分析,他的代表作是 1980 年出版的《工程经济学》;塔奎因等人则强调投资方案的比选,他们提出的多种经济评价原则已经成为美国工程经济学教材中的主要理论。1978 年,布西出版的《工程项目的经济分析》全面系统地总结了工程项目的资金筹措、经济评价、优化决策以及项目的风险和不确定性分析等基本方法与理论。1982 年,曾任世界生产力科学联合会主席的里格斯出版的《工程经济学》则系统地阐明了货币的时间价值、货币管理、经济决策、风险和不确定性分析等内容,将工程经济学的学科水平向前推进了一大步。

近年来,随着经济理论的不断丰富以及计算机技术的飞速发展与普及,工程经济学的研究无论是在分析评价或者是技术方案的比较选择上都有了新的突破。随机经济因素的引入以及一些以往只能定性处理的因素的定量化使得工程经济分析中考虑的因素和变量更加的全面,工程经济学的理论和方法的研究进入到一个新的时期。

二、我国工程经济学的产生与发展

我国 20 世纪 50 年代从苏联引进建设项目技术经济分析方法,在我国经历了开创发展、全面破坏和全面发展三个时期。

(一) 工程经济学的开创发展阶段

工程经济学最早在我国被称为技术经济学。技术经济这门科学是在 1963 年中共中央和国务院批准的我国第二个科学技术发展规划纲要中诞生的。20 世纪 60 年代初是我国国民经济调整时期,当时有了第一个五年计划,比较注意技术和经济相结合的正面经验,深感生产技术和发展必须考虑经济规律,技术和经济必须结合。为此有必要建立一门专门研究技术和经济相结合的科学,研究技术经济问题的科学,这就是我国技术经济学产生的历史背景。经济科学原来是一门科学,随着专业化发展的结果,产生了许多经济学的分支学科,技术经济学就是其中的一个分支。技术经济学不是单纯从经济科学中产生出来的,而是从技术科学和经济科学互相交叉中形成和发展起来的,是科学发展综合化的必然结果,这是技术