

第 1 章 工程经济学概述

本章概要

工程经济学是对工程技术问题进行经济分析的系统理论与方法，是一门工程与经济学的交叉学科，其核心内容是在资源有限的条件下，运用工程经济分析的思想和方法，研究如何有效利用资源、提高经济效益。

本章主要介绍工程经济学的概念、产生与发展，工程经济学的研究对象及研究范围，工程经济学的研究方法和一般程序，以及学习工程经济学的意义。

1.1 工程经济学的概念、产生与发展

1.1.1 工程经济学的概念

工程，一般是指应用科学理论和技术手段改造客观世界的具体实践活动，以及取得的实践成果。按照专业划分，工程包括多个专业工程内容，它是将数学、物理学、化学等基础科学的原理，结合生产实践中所积累的技术经验，逐渐形成的门类繁多的专业工程学科，如土木工程、交通工程、化学工程、冶金工程、机械工程、电气工程、食品工程、航天工程、水利工程、纺织工程等。工程也可以是一系列计划性活动的总称，如希望工程、幸福工程等。工程的内容由于各专业不同而有所差异，如方案分析与论证、建设勘察设计与施工、生产工艺设计与制订、生产设备的设计制造、材料的研发与制造、线路管道的勘测与铺设、软件的研发、研究实验与检验检测等。人们常将某个具体的工程项目简称为工程，如载人航天工程、南水北调工程、京沪高速铁路工程、基因工程、网络建设工程、“菜篮子”工程等，这些工程涉及国民经济各个领域，但它们都有一个共同的特点，即通过利用科学知识和技术手段，满足人们生产和生活的需要。

工程经济学中的工程主要指工程技术方案和技术措施。任何一项具体工程的完成，都有明确的开始和结束时间，都有某一特定的目标，且需要有效利用资源，从这个意义上讲，工程就等同于项目。

“经济”一词，在不同的范畴有不同含义，其具体包括以下几种含义。

(1) 社会生产关系。经济是人类社会发展到一定阶段的社会经济制度，是生产关系的总和，是政治和思想意识等上层建筑赖以建立起来的基础。

(2) 国民经济的总称，如国民经济的工业经济、农业经济、运输经济等。

(3) 人类的经济活动，即对物质资料的生产、交换、分配和消费活动。

(4) 节约或节省，即人们在日常工作与生活中的节约，既包括了对社会资源的合理利用与节省，也包括了个人家庭生活开支的节约。

工程经济学研究中较多应用的概念是第四种含义，即人、财、物、时间等资源的节约和

有效使用。例如，工程建设过程中，用较少的投资建成具有同样效用的工程；或以同样数量的投资，建成更多更好的工程等。不管哪种情况，都可表现为为了获得单位效用所消耗费用的节约。

工程经济学是对工程技术问题进行经济分析的系统理论与方法。工程经济学是工程与经济学的交叉学科，是研究工程技术实践活动经济效果的学科，是在资源有限的条件下，运用工程经济学分析方法，对工程技术方案进行分析比较，选择并确定最佳方案的学科。工程经济学的主要任务是研究工程项目如何有效利用资源，提高经济效益，其核心是对工程技术方案进行经济决策。

工程经济学关注的重点不是工程项目如何设计或施工，而是该项目是否应该建设，需要多少投资，资金如何筹措，建设在什么地点，工期是多少，资源条件如何，是否对生态环境造成影响，建成后能产生多大经济效益和社会效益等等。

随着我国经济的长期高速增长，投资规模日益增加，各种工程项目的经济效益和社会效益成为人们日益关注的问题。尤其是一些关系国计民生的大型工程项目，出现了投资超出控制、生态环境严重破坏、资源大量浪费、产品滞销、移民拆迁处理不当、盲目压缩工期等一系列问题，而这些问题在很大程度上是可以避免的。这就要求工程的管理者或工程师对各种工程方案进行经济决策的时候，必须谨慎分析，科学评价，既要保证完成工程预期的技术经济目标，又不能因盲目追求经济效益而牺牲工程质量或环境。

1.1.2 技术与经济的关系

技术是指人类利用和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（结构、系统及过程）开发、设计和制造所采用的方法、措施、技巧等的总称。工程技术与科学既有区别又有联系：科学是人们对客观规律的认识和总结，即寻找规律和发现规律；而工程技术则是在此基础上应用规律。

技术与经济自人类进行物质生产和交换活动开始，就始终并存，不可分割。技术与经济两者既相互促进，又相互制约，它们之间存在着多层次、多维度的关系。主要表现在以下几个方面。

（1）技术是经济发展的手段和必要条件。

技术的突破会对经济的发展产生巨大的推动作用。纵观世界技术经济发展史，科技革命导致了产业革命，产业革命引起的经济高涨又对新技术提出了更高的要求，并提供了更好的经济支持，进而引发新一轮的技术革命。18世纪的工业革命，蒸汽机的出现取代了人们的繁重体力劳动，产生了现代意义上的工厂，促使冶金、纺织、机械制造、交通运输业的出现，使手工作坊转向机械化大生产，生产效率提高到手工劳动的4倍左右，引发了社会生产力的巨大变革。工业革命推动了经济高涨，发展的经济又对新技术提出了更高的要求，促成了以电子、电机应用和无线电通信等为代表的第二次技术革命的产生，电气时代取代了蒸汽机时代，使得社会生产力又产生了一次新的飞跃。电子计算机、信息网络技术、生物医药等为代表的新技术革命将人类带入了又一个新的技术时代，必将引起社会生产力的更大飞跃。可见，每一轮的技术革命都引发了新兴产业的形成与发展，世界的经济就在这种周而复始的运动中取得前进。

从国家和企业层次来看，技术的进步和创新决定了一个国家或企业的兴衰。可以对近现代史上的一些国家进行对比，大部分强国都是依靠技术创新获得和保持国家的领先地位，只有个别国家依赖丰富的石油资源走上富裕的道路，但这些国家技术实力落后，经济命脉受制于人，国家富而不强，甚至战乱不休。而资源极其缺乏的国家比如日本，依靠技术创新始终保持强大的经济实力。反观一些在 20 世纪比较强大的国家，由于不在技术创新上大力投入，在技术竞争中渐渐落后，如今国家实力已经日落西山，甚至陷入债务危机之中。总而言之，经济的发展必须依靠技术实力的提高和进步，技术是经济发展的手段和必要条件。

(2) 经济是技术进步的目的地和物质基础。

就社会生活而言，大部分的技术进步都有其经济目的。“天下熙熙，皆为利来；天下攘攘，皆为利往。”这说明人们的生产活动，都与经济目的息息相关。社会生产中的技术发展是为了创造更多、更好的物质财富，满足人民日益增长的物质文化生活的需要，而经济发展起来了，又为技术进步提供物质基础和动力，每一项新技术的产生都与社会发展的需求有关，同时，技术的发展又需要资源的投入，需要经济基础的保障。比如电脑芯片制造商想要保持市场占有率，就必须不断地进行技术研发，生产出速度更快、体积更小、耗能更低的电脑芯片，而技术进步需要大量的资源投入，没有资金的保障是难以取得进展的。

从国家层面讲，一方面，发展中国家的技术进步水平往往落后于发达国家，其主要原因就是发展中国家的经济基础薄弱，难以投入大量的资金用于技术研发，而技术水平低下往往是造成国家经济发展落后的重要原因，由此形成恶性循环。另一方面，先进技术的应用也需要一定的物质与经济条件，只有具备这些条件，才能产生相对应的技术需求，或者才能发挥技术的功能作用，因此发展中国家引进技术，应该考虑到本国的经济发展水平，选择对本国经济有益的且适用的技术进行引进和吸收。

(3) 在技术与经济的关系中，经济占支配地位。

经济是技术进步的目的地。在社会生产中，任何一种技术的研发，首先要考虑的是其经济效益问题。通常情况下，技术进步和发展会带来经济效益，而经济效益的提高又可为进一步技术投入创造条件，推动技术的发展，从这个角度来说，技术与经济是统一的。绝大多数先进技术都能带来较高的经济效益，而能产生较高经济效益的技术，往往又是先进的。但在人们的具体社会实践中，有时技术与经济也会出现矛盾和不和谐。比如，有的先进技术在发达国家的社会条件下产生，也带来了极大的经济效益，而将之应用到发展中国家后，由于材料、工艺、工人水平等各方面条件的差异，使得新技术不能发挥应有的经济效益。这是技术与经济矛盾的一面。

由于技术与经济既有统一的一面，又有矛盾的一面，那么，在处理技术与经济的关系的时候，应该以哪个为主，才能使得技术与经济协调发展呢？从上面的论述可以看出，经济是技术的目的，在进行技术选择的时候，更多的还是考虑其经济效益。也就是说，在技术条件可行的情况下，主要是经济效益的大小决定着技术路线和技术方案的选择。比如某建设工程土方开挖，有机械开挖和人工开挖两种技术方案，如果两种方案均可行且能达到开挖要求，那么工程负责人主要考虑两种方案的经济效益。发达地区可能人工费贵，机械租赁相对便宜，效率又高，可能会选择机械开挖。而某些落后地区人工便宜，即使有机械可以租赁，但经综合考虑后仍然会采用人工开挖的方式。由此可见，在大多数情况下处理技术与经济的关系，经济往往占据着支配地位，经济效益决定着技术选择。

1.1.3 工程经济学的产生与发展

工程经济学的产生距今已有 100 多年的历史。1887 年美国工程师阿瑟·惠灵顿 (Arthnar M. Wellington) 发表了《铁路布局的经济理论》一书,为工程领域的经济评价工作做出了开创性的贡献。他在书中写道:“不把工程学简单地理解和定义为建造艺术是很有好处的。从某种意义上来说,工程经济并不是建造艺术。我们不妨把它粗略定义为一门少花钱多办事的艺术。”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,在铁路路线的计算中他首次运用了资本费用分析法,并提出了工程利息的概念。他的观点为在工程投资领域开展经济评价工作奠定了重要的基础。

进入 20 世纪,工程经济学得到了迅速的发展,许多经济学家在工程经济学的发展中起到了积极的推动作用。20 世纪初,斯坦福大学教授菲什 (J. C. L. Fish) 出版了第一部《工程经济学》著作。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。

1920 年,戈尔德曼 (U. E. 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。复利模型为人们确定方案的比较价值提供了可行的方法,其比较选优的思路也为工程经济评价原理奠定了基础。戈尔德曼还指出,“有一种奇怪而遗憾的现象,就是许多作者在他们的工程学书籍中,没有或很少考虑成本问题。实际上,工程师最基本的责任是分析成本,以便取得真正的经济效益,即赢得最大可能数量的货币,获得最佳的财务效率。”

1930 年,尤金·格兰特 (Eugeng L. Grant) 教授在他的《工程经济原理》一书中第一次对工程经济学原理做了系统的论述,不仅指出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投资评价的重要性,以及工程经济学与资本长期投资的一般比较。《工程经济原理》的出版标志着工程经济学真正成为一门重要的学科,他的许多理论贡献获得了社会公认,并作为教科书进入了高等学府,成为投资经济分析中的一门重要课程。格兰特的卓越贡献使他获得了“工程经济学之父”的美称。《工程经济原理》也被誉为工程经济学的经典之作。

第二次世界大战之后,受到凯恩斯主义经济理论的影响,工程经济学的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方面,从而取得重大进展。这些进展与两门相关的学科——管理经济学和公司理财学的快速发展有关。1951 年,乔尔·迪安 (Joel Dean) 教授出版了《管理经济学》,开创了应用经济学新领域;虽然 20 世纪初就有企业财务管理学存在,但公司理财学在 20 世纪 50 年代发生了重要变化。这两门学科在研究公司的资产投资方面,都把计算现金流的现值方法应用到资本支出的分析上,在投资收益与风险分析上起了重要作用。1961 年,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,这些重要发展和变化对工程经济学的发展起了重要的推动作用。

20 世纪 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三方面,主要代表人物是美国的德加莫、卡纳达和塔奎因教授。德加莫 (DeGarmo) 教授偏重于研究工程企业的经济决策分析,他的《工程经济学》(1968)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 (Canada) 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)。塔奎因(Da Quirin)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》为其代表作。另外,乔治·泰勒(George Taylor)的《管理经济与工程经济》(1980年)一书,系统全面地介绍了经济决策的方法,即按经济准则选取最佳技术方案的科学方法。

近些年来,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分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。可以预见,随着科学技术的发展和人类社会的进步,工程经济学的研究方法会不断创新,还会出现许多新的发展趋势,工程经济学理论的不完善和发展将引领人们对工程技术方案做出更加科学的决策。

1.2 工程经济学的研究对象及研究范围

1.2.1 工程经济学的研究对象

从前面工程经济学的概念可以得知,工程经济学既不研究具体的工程技术原理和应用,也不研究影响经济效果的各种因素,而是研究各种技术方案的经济效果及其之间的关系。具体而言,工程经济学的研究对象包括通过对工程技术方案的经济效果的研究,即从经济角度选择最佳工程技术方案,也包括研究工程项目(项目)的经济性,以及工程项目的节约之道,另外,工程技术与经济之间的关系,工程技术创新等内容也属于工程经济学研究领域。

任何社会实践都会产生某种结果,该结果就是该社会实践的“效果”。人类在社会实践从事某种活动,都有一定的目的,即都是为了取得一定的效果。

经济效果是指人们在生产活动当中的劳动消耗与所得效果的比较,或是消耗的资源(人力、物力、财力)总量与所取得的成果的比较。长期以来,对经济效果的概念有很多错误的理解。一种认为产量越大,经济效果越好;一种认为速度越快,经济效果越好;还有一种认为利润越高,经济效果越好。这些理解都是片面的,计算经济效果既要看中产出,也要衡量消耗,产出高但消耗大,甚至可能消耗大于产出,这样的经济效果都是不佳的。经济效果也有正负之分,正的经济效果叫经济效益。例如,一个面包生产企业生产了一万个面包,成本也很低廉,但是这些面包最终没有如期卖出去,这样的经济效果也只能为负效果了。另外还有一些企业,利润非常高,但是生产过程中对环境造成了严重的污染,这些环境成本有些可能没有计入企业成本中,没有的这部分或许由其他经济体或政府甚至个人来承担了,但这些应该由企业承担的环境成本可以看作负效果,虽然其没有纳入经济效果的计算。所以利润越高,经济效果也不一定越好。

经济效果可以用绝对量表示,也可以用相对量表示,它的表示方式有三种:差额表示法、比值表示法和差额比值表示法。

(1) 差额表示法,其表达式为

$$E = B - C \quad (1-1)$$

式中 E ——经济效果；
 B ——劳动成果；
 C ——劳动消耗。

注意，式中的 E 、 B 、 C 必须使用相同的计量单位， $B - C$ 大于或等于 0 是工程技术方案可行的经济界限。当 B 、 C 都以货币单位计量时，计算的经济效果常称为净收益，如利润额、国民收入等都是用差额表示法表示的常用的经济效果指标。显然，其差额大于或等于 0 表示工程技术方案在经济上可行，否则不可行。

这种经济效果指标计算简单，概念明确。但一般不宜用来衡量工程技术装备水平和内外条件差异较大的方案经济效果的高低与好坏。

(2) 比值表示法，其表达式为

$$E = \frac{B}{C} \quad (1-2)$$

该表示法中的 B 、 C 既可使用相同的计量单位，也可使用不同的计量单位。当计量单位相同时， $B/C > 1$ 是工程技术方案可行的经济界限。采用比值表示法表示的指标有劳动生产率和单位产品原材料、燃料、动力消耗水平等。

(3) 差额比值表示法，其表达式为

$$E = \frac{B - C}{D} \quad (1-3)$$

式中 D ——可以为劳动消耗、原材料消耗、燃料动力消耗等，也可以为劳动成果。

差额比值表示法可表示单位劳动消耗或劳动成果取得的净效果，在工程经济分析中也非常常用，如单位成本利润额、单位销售收入利润额、单位投资净收益、单位钢材消耗净收益等。一般而言， $(B - C)/D > 0$ 是工程技术方案可行的经济界限。

通过对工程技术方案的经济效果的研究可以看出，如何从经济角度选择最佳工程技术方案是工程经济学关注的主要内容。应当指出，工程经济学的研究对象是工程项目经济分析的一般方法，即研究采用何种方法及方法体系才能正确评价工程项目的经济合理性，才能寻求工程技术与经济的最佳结合点，它为具体工程项目的经济效益分析和评价提供了方法基础。

1.2.2 工程经济学的研究范围

1. 工程经济基本要素

对技术方案进行工程经济分析必须使用的基本要素包括工程项目（方案）的投资及其构成、项目的成本（费用）、项目的收入与税费、项目利润，以及上述这些基本要素的估算方法。

2. 现金流量与资金的时间价值

资金的时间价值是工程经济分析的重要基础，具体内容包括现金流量概念和现金流量图、资金的时间价值的计算、名义利率与实际利率、资金等值的计算方法。

3. 工程项目经济评价与方法

工程项目经济评价与方法集中讨论了工程项目（方案）的评价指标体系和方案比较的基本方法，具体内容包括工程项目经济评价指标（静态与动态方法）、工程项目方案经济评价方法、费用效益分析方法。

4. 工程项目可行性研究

工程项目可行性研究是工程项目投资前期的重要工作，可行性研究的工作质量直接影响到工程项目决策的科学性。可行性研究的具体内容有工程项目建设程序、可行性研究的含义和作用、可行性研究的工作程序、可行性研究的依据、可行性研究的主要内容、可行性研究报告、可行性研究中的市场研究和技术可行性分析。

5. 工程项目财务评价

工程项目财务评价是从项目投资人或企业的角度对项目的经济评价，具体内容包括财务评价目的与内容、财务评价方法、财务评价基本步骤、项目财务预测、项目财务评价基本报表、项目财务评价指标体系。

6. 工程项目国民经济评价

工程项目国民经济评价是从国民经济全局的角度考查工程项目的经济合理性，该评价体现了社会资源最优配置和社会经济可持续发展的原则，具体内容包括国民经济评价的意义与内容、国民经济评价的费用与效益、国民经济评价的参数、影子价格、国民经济评价指标。

7. 价值工程原理

价值工程原理应用于对技术方案、工程项目的比较和优选中，能够取得明显的效果，在工程建设领域同样得到广泛应用。价值工程原理的具体内容包括价值工程基本概念、提高工程项目、技术方案价值的途径、工程项目价值分析程序与方法。

8. 设备更新经济分析

设备更新经济分析包括设备的磨损及其补偿、设备经济寿命、设备更新经济分析、不同设备更新方案的比较分析。

9. 工程项目不确定性分析

工程项目在实施期间存在着各种不确定因素，分析这些因素对项目的影响，无论是对项目的决策还是对项目的实施都意义重大。工程项目不确定性分析的具体内容包括不确定性分析的概念与分类、盈亏平衡分析、敏感性分析、风险分析等。

10. 工程项目后评价

工程项目后评价是项目建成、竣工投产后若干年，根据实际数据对整个项目实现原定目标的评价。它的具体内容包括工程项目后评价的概念与分类，项目后评价的现实意义，项目后评价基本程序，项目后评价的范围、内容和基本方法。

1.3 工程经济分析的研究方法和一般程序

1.3.1 工程经济学的研究方法

工程经济学是工程技术和经济学相结合的交叉学科，必须以自然规律和经济规律为基础。工程经济学不同于技术科学研究自然规律本身，又不同于其他经济科学研究经济规律本身，而是以经济规律的基本原理作为理论指导和方法论。显然，工程经济学的任务不是创造和发明新技术，而是对成熟的技术和新技术的选用进行分析、比较和评价，从经济的角度检查技术方案的合理性，为决策提供依据。工程经济学不研究技术发展的规律性，它是在尊重客观规律的前提下，对工程方案的经济效益进行分析和评价。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，去解决工程技术实践中大量出现的技术方案的决策问题。它所具有的重要现实意义要求人们掌握好工程经济分析的理论与方法，而要想掌握它的理论知识，就需要了解工程经济学的研究方法。工程经济学的研究方法有以下几种。

1. 方案比较方法

工程经济学的主要研究内容之一就是对比工程技术方案进行比较选择，因此方案比较方法是贯穿于工程经济分析始终的基本方法。任何一项工程技术项目，如工程施工方案、工程技术的开发、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，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，通过方案比较与选择，才能找到最优解决办法，提高项目决策的科学性，而方案的比较选择也存在如何建立可比性，如何确定比选标准，如何衡量和计算技术差异，如何评价经济效果等诸多问题，这些都需要科学的方法来解决和实现。

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：一是考虑工程项目使用资金的时间价值，这是强调评价技术方案的投入与产出必须用复利计算，才能真实地反映技术方案的效益价值。因此，经济分析中，考虑资金时间价值的动态指标占据着重要的位置，不考虑资金时间价值的静态指标仅作为参考和补充。二是要考虑工程技术项目本身是在不断变化着的，即要考虑到项目发展过程中各种条件的变化。这主要是指在对工程项目进行分析时，不能以静止的眼光看待问题，很多项目在投资之初，按照当时的市场条件来看可能盈利前景良好，前途一片光明，但是经济风险、社会风险、环境风险、自然风险等各种风险因素随时可能侵蚀项目的盈利，考虑这些变化因素，以动态的眼光和分析方法来分析和评估项目，可以帮助人们做出更加科学的投资决策。

3. 定性与定量相结合的方法

一般而言，定量的方法比定性的方法更加精确和科学，在进行项目决策时能够给出更加明确的结论，因此工程经济学里有很多定量分析内容，包括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，这些分析方法通过计算定量的结果，从而得出明确的指标。因此，其是工程经济分析中十分重要的手段。

但是，工程项目评价仍存在大量无法量化的因素，所以定性分析方法在工程经济学中的应用也十分广泛，包括价值工程、项目后评价、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等。例如，在国民经济评价中考虑技术性外部效果，当不能定量计算时，也要做出定性的评价。又如，大型建设项目对区域经济与社会的影响存在大量无形效果和非经济效果，只能进行定性分析。定性分析更加依赖于分析者的主观认识和判断，方法简单效率高。

由此可见，定性分析与定量分析是工程经济学不可缺少的两种工具，它们可以互相补充。尤其在有些领域可以采用定性和定量相结合的方法进行分析，如对产品的外观评价，将主观感受定量化，最终可以得出量化的结果。因此，灵活运用这两种工具，对工程经济分析和工程技术方案决策是非常有帮助的。

4. 系统分析法

系统分析法是运用系统理论来研究工程经济问题的方法。系统理论是研究系统的模式、原则、规律及其功能的科学。所谓系统是由一些相互联系、相互作用的要素或工作单元（又称子系统）组成的集合。作为一个整体来看，系统同其组成（子系统或分系统）在性质上有所不同，不能简单地将其看成是所包含的各个子系统的总和。系统具有目的性、开放性、相互关联性、动态性等特点，总系统的功能大于子系统功能之和。

系统分析法应用于工程经济分析中，首先要求树立整体观念，即把一个技术项目、工程项目看成一个独立、完整的系统，它由许多子系统组成，各个子系统之间相互独立又相互关联。树立整体观念要求在工程项目实施过程中建立全局意识，把各个局部工作、子项目工作视为实现项目总目标的手段和过程。同时，重视工程项目系统和外界的联系，即将工程项目视为一个开放的系统，项目的外部社会环境会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，才能保障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。

在评价一个工程项目时，不但要分析项目本身的投资效益，而且要评价它产生的社会效益，考查它对国民经济、区域经济和生态环境的影响，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。此外，工程项目的可行性研究和工程项目的后评价也都是系统分析法的体现，由此可见，系统分析法是研究工程经济问题不可缺少的方法。

1.3.2 工程经济分析的一般程序

工程经济分析的过程主要是通过对备选工程技术方案的分析和评价，选择最佳方案的过程，为项目决策提供科学的依据，其一般程序如下。

1. 确定经济目标

任何一个工程技术方案都应该有一系列明确的目标，工程经济学所关注的是其中的经济目标。不同的工程技术方案，其经济目标也会有差异，这个目标有的是实现技术方案的最小成本，有的是整个工程项目的投资收益，有的是项目的投资回收期在可接受的范围之内，还有的是达到一定的社会效益等等。经济目标的确定是首先要做的一项重要工作，它不仅明确了工程技术方案要完成的经济目的，也为评价方案的优劣指引了方向，在此基础上才能确定评价标准和指标，后面的工作才能有的放矢地进行下去。

2. 调查研究和信息资料的收集

调查研究和信息资料的收集主要是针对经济目标确定后如何实现展开的。实现经济目标就需要制定工程技术方案，而足够的信息是构思和制定方案的前提，这些信息既包括技术方面的信息，也包括涉及经济方面的价格信息、成本信息等。只有将制定方案所需的信息资料收集了解清楚了，工程师和管理人员才能设想出各种可行的方案。实践证明，信息资料收集的全面性、准确性、及时性很大程度上决定了备选方案的质量。

3. 拟订备选方案

实现经济目标的途径可能有很多种，对决策者来说，有多种方案可供选择总比只有一、两种甚至没有方案要强得多，这些可供选择的方案都可以称为备选方案。要提出备选方案依赖于上述的调查研究和信息资料的收集工作，也需要工作人员对信息资料归类整理、鉴别筛选和研究分析，对方案的构思和制定当然也离不开资金的投入和一定时间的工作，因此，拟订备选方案会受到资金、时间、人员，以及各方面条件的限制，穷举所有备选方案是很难做到的。通常，一个工程技术项目，最好拟订 5~7 个备选方案，供决策者比较与选择。如果遇到资料信息十分有限的情况，也应该拟订 2 个及以上备选方案。

4. 比较、评价备选方案

各工程技术方案是否满足经济目标，方案的优劣如何，这些有待进一步比较和评价。工程技术方案的经济评价有两项内容，一是考查各方案是否满足项目经济目标的评价标准，如投资回收期、内部收益率、净现值等的要求，这是合格性检验，考查所有备选方案必须达到的条件；二是在满足这些要求的方案中，比较选择最优方案。

在比较、选择备选方案的过程中，有时候还要根据各个项目的特点，考虑备选方案之间的关系，比如有些情况下备选方案之间是互相排斥的，只能选出一个最佳的方案，而有时候备选方案之间可能是相互独立或者有一定关联的，这样在多方案评价的时候方法就会有所不同，这是要注意的。

在做方案比选的时候，还有个需要特别注意的就是方案的可比性问题。各方案的内容、特点、时间、环境甚至货币等的不同，可能在计算的时候难于直接对比。因此，需要对一些不能直接对比的指标进行处理，使方案在使用价值上等同化，将不同的数量和质量指标尽可能转化为统一的具有可比性指标。等同化处理是方案比较的基础性工作，常见的等同化处理方法有时间的等同化、效用的等同化、价格的等同化等。