

化工技术

经济分析

杨中文
张铸全
蒋景楠
编

华东化工学院出版社

前 言

技术经济分析是一门新兴学科，它是工程技术学科和经济学科的交叉学科。随着我国社会主义现代化建设的发展，将有许多工程项目在祖国大地上兴起，这些工程项目既有大、中型新建工程、改扩建工程，又有许多现有企业的技术改造项目。无论是新建、改扩建项目，还是技术改造项目，总是需要花费大量投资，才能获得新的经济效益。技术经济分析的根本任务就在于寻求技术与经济的最佳结合，达到技术上先进可行，经济上合理可取，以获得最佳经济效益，为国家经济建设服务。

技术经济分析所研究的内容十分广泛，有宏观的，也有微观的；不同工业部门还有其本身的特点。例如化学工业部门具有较强的工艺特点：化工生产过程，有各种原料路线，有不同产品结构方案；由于使用原料不同，随之产生不同的工艺路线；即使采用同一种原料，也可以有不同的工艺方法；同一化工生产过程还可采用不同的设备进行生产，从而形成多种设备方案的选择。考虑到化学工业在进行技术经济分析工作上有其本身的特点，在本书中除了阐述具有普遍性的原理和方法外，还着重论述了化工生产中的技术经济问题，并把本书命名为《化工技术经济分析》。

《化工技术经济分析》是在华东化工学院管理工程专业原教材《技术经济分析》的基础上改编的。作者结合多年来的实践，在技术经济分析的基本原理和方法方面、理论和化工生产实际相结合方面进行了充实，在本书中还附有化工项目的案例研究，具有化工特色。作者在编写中本着学以致用原则，论述深入浅出，通俗易懂；同时还介绍一些国外的先进方法，供读者学习和掌握，了解国外情况。

本书可用作化工类高等院校学生的教材，也可供从事教学科研、规划咨询、设计研究、方案评价以及投资决策等部门的技术人员、管理人员使用。

由于我们水平有限，书中难免有错误和不当之处，欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

1 概论	(1)
1.1 技术经济分析研究的对象和特点	(1)
1.2 技术经济评价原则与评价指标体系	(3)
1.3 技术经济分析的研究方法与基本步骤	(8)
习题 1	(9)
2 资金的时间价值	(10)
2.1 资金时间价值的概念与衡量尺度	(10)
2.2 计算资金时间价值的方法	(10)
2.3 复利计算公式	(12)
2.4 连续复利	(16)
习题 2	(20)
3 建设投资、生产成本的估算和资金规划	(23)
3.1 建设投资的估算	(23)
3.2 生产成本的估算	(36)
3.3 资金规划	(41)
习题 3	(46)
4 技术经济评价方法	(47)
4.1 工程项目寿命期内现金流量分析	(47)
4.2 净现值法、净现值率法、净年值法、年成本法	(54)
4.3 内部收益率法	(58)
4.4 动态投资回收期法	(61)
4.5 静态评价方法	(63)
习题 4	(65)
5 风险情况下的经济分析	(68)
5.1 概述	(68)
5.2 敏感性分析	(70)
5.3 盈亏平衡分析	(73)
5.4 风险型决策分析	(76)
习题 5	(84)

6 建设项目经济评价方法和评价参数	(87)
6.1 财务评价	(87)
6.2 国民经济评价	(91)
6.3 建设项目经济评价参数体系	(99)
6.4 财务评价与国民经济评价的关系	(101)
习题 6	(102)
7 案例——某中外合资经营化工项目可行性研究财务评价	(103)
7.1 基本数据	(103)
7.2 财务评价	(106)
7.3 合营各方的财务分析	(108)
7.4 结论和问题说明	(108)
7.5 结束语	(127)
习题 7	(127)
8 价值工程	(128)
8.1 价值工程的概念	(128)
8.2 价值工程的工作步骤	(129)
习题 8	(142)
附录	(144)
附录 1 化工建设项目可行性研究报告内容和深度的规定	(144)
附录 2 复利系数表	(153)
表 1 离散的复利系数	(153)
表 2 基准点后某一时刻 n 发生的现金流量的折现系数	(175)
表 3 基准点起 n 年期间均匀发生的现金流量的折现系数	(177)
表 4 基准点后 (n 至 $n+1$) 一年间均匀发生的现金流量的折现系数	(179)
附录 3 化工企业固定资产折旧年限	(181)
附录 4 全国独立核算工业企业财务三率 (化学工业部分)	(184)
参考文献	(186)

1 概 论

技术经济分析, 又称技术经济学、工程经济学。它是介于工程技术学科与经济学科之间的一门新兴的交叉学科。技术经济分析的基本任务是研究技术和经济的相互关系, 对生产建设中的技术活动, 包括对技术路线、技术政策、技术方案和技术措施等进行分析论证, 对它们的经济效益进行评价和评估。技术经济分析的目标是寻求技术与经济的最佳结合。本书的主要内容是阐述化学工业领域的技术经济分析, 故本书的书名定为《化工技术经济分析》。

事实上, 工程技术从来就是以经济为出发点和归宿。任何一项新工艺、新技术, 要能在工业生产中成为现实, 一方面从技术角度来考察, 它要有独到之处, 优于其他的工艺和技术; 另一方面, 从经济角度来考察, 要求有更高的经济效益。一般来说, 先进的技术, 总是伴随着较高的经济效益的。然而, 由于影响工程技术经济性的因素较多, 情况错综复杂, 对某一个技术方案经济性评价的结论, 并非一般想象的那样轻易可得, 而是需要进行一系列的科学分析和论证工作后才能得出, 尤其对于重大工程项目的投资决策, 进行经济性技术经济分析就显得更为重要。遗憾的是, 长期以来, 人们对于工程技术经济性问题, 并没有引起足够的重视。例如某些部门的领导人员、投资决策者, 有时不经过事前详细调查、周密分析和论证, 就草率地作出投资决策, 以致决策失误, 而造成经济上重大损失的事例是屡见不鲜的; 此外, 在工程技术人员和学习工程技术专业的学生中, 往往有一种倾向, 认为工程技术的经济性问题, 不属于工程技术人员所要考虑的问题, 与工程技术的关系不大, 显然, 这种认识具有极大的片面性。工程技术的任务是利用各种生产要素。如原材料资源、能源、资金、劳动力等, 经过各种加工, 生产出具有特定使用价值的产品, 以满足人们的物质需要。在这个过程中, 它受到两方面的制约, 一方面, 工程技术受到自然科学规律的约束; 另一方面, 它的经济性则受经济科学规律的约束。一般说来, 工程师比较重视或比较自觉地去遵循和运用自然科学规律, 而比较轻视或不太自觉地去遵循和运用经济科学规律。因此, 往往会出“从技术而言比较先进、从经济效益而言不很理想”的事例。应当认识到技术经济是工程技术的重要组成部分, 技术经济工作是工程技术人员份内的工作, 技术经济分析要贯穿于工程技术的各个环节, 特别在商品经济的环境中, 工程技术人员应当自觉地把自已培养成为一个具有经济头脑的人。至于经济管理人员或专业技术经济人员, 则更应熟悉和掌握技术经济分析的基本理论和方法, 并应用到各个管理部门中去。

1.1 技术经济分析研究的对象和特点

1.1.1 技术经济分析研究的对象

任何一项经济活动, 一般总是要根据一定的技术方案, 投入人力、物力、财力等各种物质消耗, 经过加工后获得产品, 最后经过经营销售, 使投资者获得经济效益。一般说来, 在经济活动实施之前, 应设计若干个技术方案, 而且每个技术方案都将有各自的经济效果, 然后

对各个技术方案进行分析,比较其优劣。实践证明,由于在经济活动中,各种条件千差万别,情况千变万化,以致有的项目可能在投产后并不能获得预期的经济效益,有的项目甚至可能从投产开始就出现亏损的局面。因此,在事前对经济活动的各个技术方案作一番分析研究,考察一下该方案是否有经济效益、能产生多大的经济效益、怎样才能获得更好的经济效益等问题,对决策将会起到相当重要的参谋作用,显然这是一项十分有意义的工作。所以,技术经济分析所研究的对象,总的来说,就是研究技术与经济的关系问题,具体地说,就是研究各种技术方案,如何利用现有的科学技术,合理而有效地利用各种资源进行物质生产,以获得最好的或最满意的经济效益。很明显,各种经济活动(包括各种新产品、新工艺、新技术、新设备、新工程项目等),在社会需要的前提下,都必须以其经济效果的优劣作为衡量准则。技术经济分析就是对所有为了达到同一目标而可供选择的各种方案,经过分析、比较、论证、评价和选优,最后选出一个最佳的技术方案,以取得最佳的经济效果。

作为技术经济分析研究的重要内容之一,就是如何提高基本建设投资的经济效益和避免工程建设项目投资决策的错误。近20年来,世界各国十分重视项目的前期工作,在进行建设以前要做许多研究工作,进行技术经济分析和评价;其中最重要的工作就是可行性研究。在我国,国家计委规定,对所有新建、改扩建和技术改造的大中型工程项目,以及利用外资和技术引进的工程项目都必须进行可行性研究。所谓可行性研究,主要是对工程项目的建设条件、生产技术等的可靠性、经济性,产品的竞争能力、获利能力等等进行深入的调研,在进行详细的技术经济分析、比较、论证的基础上,对各种技术方案作出评价。可行性研究为决策者决策提供了必要的科学依据,减少和避免决策的失误。关于化工部于1987年颁布的《化工建设项目可行性研究报告内容和深度的规定》,可以参见本书附录1。

1.1.2 技术经济分析的特点

技术经济分析的主要特点有综合性、系统性、预测性、选优性、计量性、动态性和实用性。

(1) 综合性 技术经济分析所研究的对象往往是多目标、多因素的,其中既有技术因素,又有经济因素,还包含有政治、法律、社会等相关联的因素。在分析技术问题时综合运用化学、物理、工程等各种知识;在分析经济问题时既要考虑微观经济、又要考虑宏观经济;在研究中还要运用现代的数学方法。综上所述,技术经济分析的综合性特点是显而易见的。例如,对于一个工程建设项目进行综合评价,不仅要研究项目所产生的经济效果,还要研究项目带来的社会效果;在综合评价过程中,要建立技术经济指标体系,进行多目标、多因素决策。工程建设项目一般投资额大,物资消耗多,对化工建设项目来说,还有化工设备类型多、制造要求特殊、建设工期长等特点,为此,在技术经济分析时,需要建设单位、勘察设计单位、施工单位、建设银行、以及物资供应单位各方面共同协作,以全社会的利益为出发点,采取客观公正的立场,以科学的态度对各种技术方案进行评价。

(2) 系统性 技术经济分析的对象,一般都是由若干个互相联系互相影响的单元组成的有机整体,也就是说,其对象具有系统性的特点。因此要求人们运用系统分析的思维方法和工作方法进行分析研究,要着眼于总体,系统周密地分析各个因素,抓住主要因素,并着重实现总体的优化。例如一个工程建设项目,它本身就是一个系统工程,它是由许多子系统所构成,这些不同的子系统在不同的条件下所要考虑的因素也不尽相同,系统与系统之间又可能

相互发生影响。

(3) 预测性 技术经济分析的基本研究活动是在投资决策之前,即对其进行预先的分析和估价,因而技术经济分析具有预测性的特点。对于这种预测性分析,一方面要求充分掌握必要的信息资料,尽可能准确地预见事物发展的趋向和前景,避免导致错误的决策;另一方面应该看到这种分析的结果总是包含着一定的近似性、不确定性,只能要求这种预测性分析尽可能接近实际结果,但不能要求它绝对准确。

(4) 选优性 在进行技术经济分析研究的课题时,通常都有多个可行的解决方案供选择,这些方案往往各有利弊,因此技术经济分析明显地具有选优性的特点。从一定意义上看,技术经济分析的全部研究过程就是一个选优的过程。所以对所提供的每个方案必须作全面的、综合的分析,并在对各种方案进行对比分析的基础上选出最优的方案。

(5) 计量性 在经济学科中有以定性分析为主的经济学科,也有以定量分析为主的经济学科,技术经济分析是以定量分析为主的经济学科,它具有计量性的特点。因为技术经济分析如果不作定量分析,而仅仅作一些定性分析,就很难说明经济上的合理性,无法表示经济效果的好坏,也无法比较技术方案的优劣。技术经济分析要以数据为依据,采用各种计算方法,得出各种技术方案的评价指标,然后才能加以比较和评价,这样既客观、又科学、清晰明了。

(6) 动态性 在技术经济分析中,要始终强调资金的时间因素,这就是技术经济分析具有动态分析的特点。时间因素在西方称为时间价值,在技术经济分析过程中是一个最基本的、极其重要的概念。在分析时不考虑资金与时间关系(即不考虑时间因素)的分析法,称为静态分析法,反之,在分析时考虑时间因素的分析法,就称为动态分析法。技术经济分析则强调动态分析,尤其对一些重大的工程建设项目,因为其投资额大,工期长,就更应重视时间因素对经济效果所产生的影响。

(7) 实用性 技术经济分析是一门应用性的经济学科,如前所述,它主要研究的对象是技术方案的评价和选优。一般地说组成技术方案的具体内容极其复杂,而且每个方案各不相同,因此,在对技术方案作评价和选优时就要求密切结合当时当地的各种具体条件,包括自然资源特点,物质、技术条件,以及社会经济情况等进行分析,对技术方案进行实事求是的综合分析和评价。尤其在工程项目可行性研究中要广泛地应用经济评价。

1.2 技术经济评价原则与评价指标体系

1.2.1 技术经济的评价原则

对工程项目进行技术经济评价,必须遵循以下几个主要原则:

首先,要正确处理政治、经济、技术、社会等各方面的关系。对一个技术方案进行评价,不只是单纯的技术问题,它往往同时涉及社会、环境、资源等方面的问题,甚至有时还涉及政治、国防、生态等问题。所以考察和评价一个技术方案,在政治上,必须符合国家经济建设的方针、政策和有关的法规等;在经济上,应以较少的投入获得较好较多的成果;在技术上,应尽可能采用先进、安全、可靠的技术;在社会上,应当符合社会发展规划,有利于社会、文化发展和就业的要求;在环境保护方面,也应当符合环境保护法规和维持生态平衡的要求。对一个技术方案的取舍,决定于上述几方面综合评价的结果。

其次,要正确处理宏观经济效果和微观经济效果之间的关系,对技术方案进行经济评价,通常由于出发点不同,可以分为国民经济评价和财务评价。所谓国民经济评价就是从国民经济综合平衡的角度,分析、计算此方案对于国民经济所产生的效益,也就是宏观经济效果。所谓财务评价,主要是在国家现行财务税收制度和价格条件下,分析技术方案经济上的可行性,也就是微观经济效果。显然,技术方案的经济评价应以国民经济评价为主,特别是当两者发生矛盾的情况时,就应当以国民经济评价作为评价的依据。实际上,这是局部利益与整体利益关系处理问题。作为技术经济评价中的一项重要原则,是坚持局部利益服从整体利益,兼顾国家、地方、企业三者的利益。

再次,在方案比较中必须遵循可比原则。为了完成某一任务,实现某一个目标,常常需要拟订几个不同的技术方案,进行分析、比较,从中比选出最优方案。但是,在进行比较时,必须使它们具有共同的比较基础,也就是使方案与方案之间具有可比性,这就是可比原则。可比原则主要反映在下列四个方面:

(1) 满足需要方面的可比 任何技术方案的主要目标是为了满足一定的需要,例如筹建某一新厂,制定了两个方案,从技术经济观点来看,如果甲方案和乙方案要进行比较,则两者都必须满足相同的社会需要,如在产品数量、品种、质量等方面均达到目标规定的标准;两个方案能够相互代替,否则对这两个方案进行比较就失去意义,就没有可比性。例如,建设氮肥厂有两个建设方案,产量均为年产氮肥10万吨。它们是否可比?不一定。因为氮肥的品种很多,有硝酸铵、硫酸铵、尿素、碳酸氢铵等等,虽同是10万吨,由于其中有效成分不同,其使用价值也就不同,要使它们可比,必须都折合成标准化肥,或都用含氮量计算。

(2) 消耗费用方面的可比 由于各个技术方案都有各自的技术特点,为了达到目标要求,所消耗的各项费用和费用的结构也有所不同,在分析、计算投资等消耗费用时,不能只考虑技术方案本身各个部门的消耗,还应考虑到为了实现本技术方案所引起的其他相关部门(如原材料、燃料、动力生产及运输等部门)的投资和费用。例如建设以煤为原料的火电站时,除了对火电站各部门的建设要进行投资外,为了保证火电站用煤的供应必须对配套建设的煤矿和铁路等进行投资。但对相邻部门的投资消耗有一定的限度,一般只对与主体部门密切相关、专为主体部门服务的部门进行投资。至于在建设煤矿时又需要大量木材、机械……因而再延伸出去的诸如林业、采矿、机械等部门的投资一般就不再考虑了。

(3) 价格方面的可比 在评价经济效益时,各项消耗的支出和产出的收入都应按其价值计算,但是由于社会产品的价值量(社会必要劳动时间)很难计算,实际上都是按照它们的货币形态即价格来计算的。在我国目前情况下,价格与价值存在不同程度的偏离,有的甚至背离,这就使我们在计算技术经济效果时,缺乏必要的依据,甚至会导致错误的结论和决策。

价格问题,它既是一个重要的经济理论问题,又是一个重要的社会实际问题。合理制订和调整价格,使各种产品之间的比价趋于合理,这不仅有利于正确地分析经济效益问题,而且能促进生产有计划按比例地发展。但是调整价格并非轻而易举的事,它关系到国家财政收支的平衡和人民的切身利益,只能逐步进行。目前一般采取的办法,是在财务评价中采取现行价格。而在国民经济评价中采取影子价格。有关影子价格的问题将在第6章中介绍。

(4) 时间方面的可比 对于不同技术方案的经济比较,应该采用相等的计算期作为比较的基础。一般应按国家规定的经济效果计算期来进行计算评比,对于化工部门,由于化工产

品种繁多，情况各异，具体计算期应由主管部门分类规定，一般计算期为10~20年。

不同技术方案进行经济比较时，还要考虑资金投入的时间和资金发挥效益的时间，为了使得方案在时间上可比，应当采用共同的基准时间点为基础，然后把不同时间上的资金投入或所得的效益都折算到基准点进行比较（关于资金的时间因素将在第2章中介绍）。显然，早占用、早消耗意味着对国家的资金耗费比迟占用、迟消耗的大；另一方面，早生产比迟生产能为国家早发挥效益，能为国家较早较多地创造财富。

1.2.2 经济效果（或经济效益）的概念

在经济活动过程中，总是要消耗一定量的劳动（包括人、财、物），才能取得一定的劳动成果。也就是说，要有一定量的劳动支出，才会带来一定量的成果收入。将该一定量的支出与它所带来的收入相比较的结果称为经济效果，显然，效果是指收支相抵后的有效成果，它说明收支相抵后有无盈益和盈益水平高低的问题。因此，经济效果就是指经济效益。两者属同一概念，具有相同的涵义。经济效果，可以理解为经济方面的有益效果。所谓经济方面的有益效果，从物质生产（包括产品和劳务）来看，只有生产出来的产品符合社会需要的，同时，还必须是产出大于投入的产品生产才能取得经济效益。因为，只有符合社会需要的产品才有可能实现它的使用价值，同时，也只有产出大于投入的生产，才能使社会生产不断发展，进行扩大再生产，以满足人们日益增长的需求。所以，经济效益所强调的是有益效果。

经济效益有两种形式：绝对经济效益与相对经济效益。

绝对经济效益指收入与支出的差值，可用下列公式计算：

$$\text{收入} - \text{支出} = \text{净收益}$$

它以净收益的绝对额方式表明经济效益，说明有无效益和效益的大小。

相对经济效益指收入与支出的比值，在实际生产中还常用净收益与投资额的比值或净收益与成本额的比值等形式，可用下列公式计算：

$$\frac{\text{收入}}{\text{支出, 成本}} = \text{成本收入率}$$

$$\frac{\text{净收益}}{\text{投资额}} = \text{投资收益率}$$

$$\frac{\text{净收益}}{\text{成本支出}} = \text{成本收益率}$$

1.2.3 经济效益和效率的区别

前文已指出，经济效益是经济活动中的支出与它所带来的收入相比较的结果，用它来衡量该经济活动的最终成果是否有效益以及效益的高低，它着眼于劳动成果的有效性。效率是经济活动中产出的劳动成果，即产品产量或产值（它并不反映净收益）与投入的劳动耗费（包括人、财、物）即支出相比较的结果，可用它来衡量人力、资金以及资源的利用程度的高低，但是它并不考虑劳动成果是否为社会所接受。上述概念可以下式表示：

$$\begin{aligned} \text{经济效益} &= \frac{\text{有效劳动成果}}{\text{劳动消耗}} = \frac{\text{产出的有效的或实现了的使用价值}}{\text{投入的价值}} \\ &= \frac{\text{销售了的产量} \times \text{销售价格}}{\text{投入的价值}} = \frac{\text{收入}}{\text{支出}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{经济效率} &= \frac{\text{劳动成果}}{\text{劳动消耗}} = \frac{\text{产出的使用价值}}{\text{投入的价值}} \\ &= \frac{\text{产量} \times \text{计划价格}}{\text{投入的价值}} = \frac{\text{产出}}{\text{支出}} \end{aligned}$$

由此可见，效益和效率是两个不同的概念，不能混为一谈。在我国经济工作中，往往在经济效果的名义下，把效益和效率两者混淆不分，用效率概念来代替效益概念，用效率指标代替效益指标。例如，实际工作中规定把资金产值率，即单位投资额的产值 = 年总产值 / (基建投资 + 流动资金)，作为经济效果的指标。实质上它只说明资金利用的程度，并不说明资金支出和回收之间的效益问题。有时还会出现下列情况：一个工厂的资金产值率很高，但产出的产品却卖不出去，大量积压在仓库中，不能实现利润，甚至发生亏损，这种情况说明该工厂虽然经济效率很高，而经济效益却极差。这样一类的企业如果越多，对国家、对人民、对社会经济发展只有危害作用，而无益处。可见效率和效益是两个不同性质的概念。

这里应该指出的是，在“四化”建设中，我们要讲求经济效益，并不是不要讲求效率。由于提高效率能提高产量和降低消耗，在销售有保证的情况下，提高产量能增加销售收入，降低消耗能降低成本，从而提高利润。因此，当经营方向正确，产品适销对路时，提高效率能增加效益，效率转化为效益，在这种情况下，效率愈高，效益就愈大。但是在销售没有保证，产品积压的情况下，效率愈高，产品积压愈多，导致效益愈差，亏损愈大。因此，对于经济管理来说，效益和效率都很重要，其中效益更为重要。效益是属于方向的问题，而效率是属于方法上的问题。效率只有在有效益的前提下，才能发挥其增加效益的积极作用；若在无（或负）效益的情况下，不应再盲目地去追求效率，而应当分析原因，研究改进措施，以减少亏损，扭亏为盈。综上所述，效率和效益之间既有区别又有联系。我们必须掌握好这两者的区别和联系，在经济管理中首先要求有效益，其次才要求有效率，两者都要抓。

我们在对工程项目进行方案技术经济评价时，由于是进行事前评价，当然是假定产品能全部按计划价格销售的基础上作出的评价。就是说在进行方案的事前技术经济评价时，总是把经济效益与效率统一起来的。在此，必须强调指出，当方案实施后，在实际生产中，应该以实际的经济效益指标和效率指标来进行反馈，以检查方案的不足之处。

1.2.4 评价指标体系

在评价工程项目的技术方案时，必须要有一定的标准和依据，这就是技术经济指标。所谓指标，就是能综合反映社会某一方面情况（这里是指技术经济活动情况）的绝对数、相对数或平均数的数量概念。

在投资方向正确的条件下以及在进行事前的技术经济评价中，效率与效益是一致的，所以在评价时既要有效益指标，也要有效率指标，对于方案的实践结果，既要求它具有相当高的经济效益，又要求它具有相当高的经济效率。一项指标只能反映一个侧面，要对方案进行全面评价，就需要有一套指标构成一个指标体系从不同角度进行多方面的比较，从而找出最满意的方案。这套互相联系的技术经济指标构成一个多因素的目标函数。

$$U = \sum_{i=1}^n f(x_i) \quad i=1, 2, \dots, n$$

式中， U 为目标函数； x_i 为影响目标的各项因素，即各项技术经济指标。

绝对经济效益指标包括收支相抵后的利润、纯收入、净现值等。

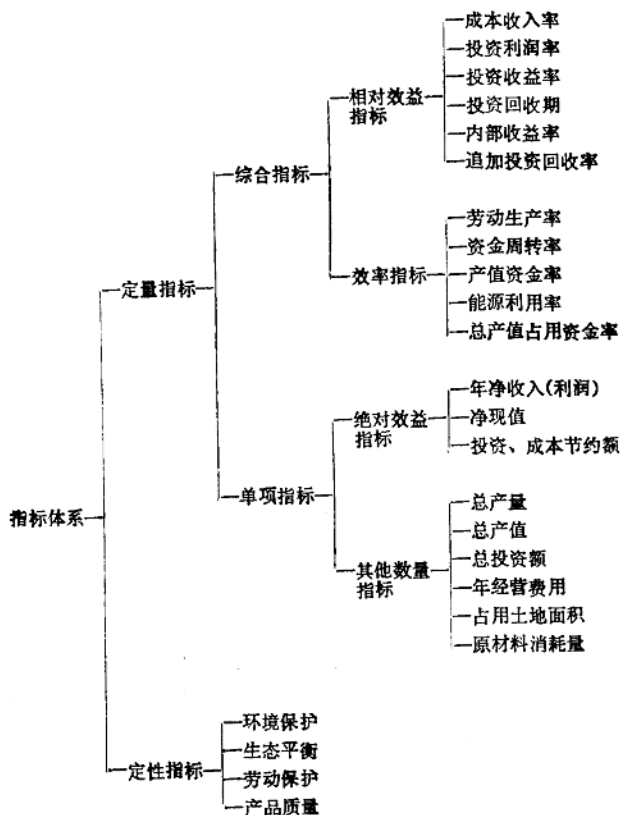
相对经济效益指标包括用经济收支相比的成本收入率、投资收益率、投资回收率和投资回收期等。

经济效率指标是反映投入（支出）和产出之间比率关系的指标。例如，反映经营效率方面的综合指标有产值资金率（每百元产值流动资金占用量）、资金周转率（流动资金周转天数/次）、总产值占用资金率等；又如说明各种资源利用率的单项效率指标有原材料利用率（产量或产值/原材料投入量）、劳动生产率（产量或产值/生产工人数或工时数）、能源利用率（产量或产值/能源耗用量等，也可以用它们的倒数表示单位产品或产值的消耗指标。

在评比方案时，除了采用经济效益和效率指标外，往往还需要用到一些反映产出和投入两方面总的数量方面的指标，如每年的总产量、总产值、原材料、燃料、动力消耗总量；总投资额、占用土地数量、人员数量等；以及质量方面的指标，如产量纯度、产量品种、原材料、燃料规格等。

除上述的可计量的技术经济指标外，还有不能定量计算的定性指标，如外观质量、劳动条件的改善、环境保护、生态平衡等，它们在评价中也是不能忽视的。各类指标可大致归类如表 1-1。

表 1-1 技术经济评价指标体系



1.3 技术经济分析的研究方法与基本步骤

1.3.1 技术经济分析的研究方法

技术经济分析的研究方法主要有下列四种：

(1) 系统分析法 以系统作为研究对象，达到系统的结构和功能最佳的设计和决策，这种分析方法称为系统分析方法。用系统的观点考察一个工程建设项目，技术是一个系统，经济也是一个系统，然而，技术是属于经济这个大系统中的一个子系统。因此，在对不同技术方案进行技术经济分析时，不仅要研究各方案的工程技术的工艺性、安全性、可靠性、可操作性等，还必须研究各方案可能实现的最佳经济效益以及如何组织实施。系统分析通常采用诸如线性规划、非线性规划等运筹学方法，在对各种方案进行比较分析后，从中选取最优方案。

(2) 方案比较法 技术经济分析一般都是多方案分析、论证、比较，从多方案中进行优选。方案比较法就是利用一组能从各方面说明方案经济效果的指标，通过计算、分析比较并优选。在比较过程中当然应当遵循前面所介绍的可比原则。

(3) 效益耗费比较法（或成本效益分析法） 效益与耗费（即成本）之比就是技术经济效果的一种反映。两者之比就是表示单位消耗所产生的效益。用这种方法对技术方案进行比较可以直接判断方案的优劣。

(4) 定量分析与定性分析相结合的方法 在技术经济分析中，对于大量的技术、经济因素通过定量的计算进行分析比较外，由于在技术经济研究的领域中，还存在着大量无法量化的因素，例如，涉及到环境保护、学术发展、社会价值等方面的效益，对这些因素目前还只能做一些定性分析，但在评价时，也可把这些定性分析的因素，采用加法评分法、加权评分法等加以量化，详见第8章。然后再进行比较。这种定量分析与定性分析相结合的方法，是技术经济分析的基本方法之一。

1.3.2 技术经济分析的基本步骤

技术经济分析是科学的推理过程，因此，必须按照一定的分析程序依次进行。步骤如下：

(1) 确定目标 确定目标是技术经济分析的第一步，也是起决定作用的关键步骤，因为技术经济分析评价的目的，是寻求一个达到目标的最优方案，如果目标定错，就会导致整个分析评价工作的方向错误。在选择确定目标时，要有正确的指导思想，要把长远利益与近期利益相结合，需要与可能相结合。此外，确定的目标必须具体、明确，还要制订出具体的标准来衡量目标是否达到。

(2) 分析约束条件 因目标是指在一定的环境和条件下希望达到的结果。目标一旦确定，就要考虑各种相应的约束条件，以使分析评价工作在此条件的范围内进行。对多方案进行比较优选时，还应按约束条件进行处理，使它们具有可比性。

(3) 收集有关资料 针对被分析项目的技术方案，收集国内外的有关资料。如，在技术方面，要收集有关的新技术、新材料、新设备等，以及它们的专利报导；在经济方面，要收集有关的消耗定额、价格资料、成本费用等，收集的情报资料必须正确、及时。

(4) 拟订各种可能的技术方案 为达到目标的要求,一般可以采用许多不同的、可以相互替代的方案,如果只拟订一个方案,那就无所谓选优。我们在拟订方案时要打破框框,大胆设想,尽量做到千方百计,不要把实际可能的技术方案遗漏。然后进一步制订出各方案的细节和具体的行动规划,并且估算方案的投资和实施结果,以供评比选优。

(5) 方案的评价与选优 确定评价项目及合理的标准,为了全面衡量各方案达标的情况,在进行技术经济评价时要用系统分析的方法,即要从整体出发,从整个社会的立场出发,不仅研究技术的经济效果,还要研究其波及效果,即研究方案实施后对整个社会各方面带来的影响。因此,对各技术方案进行评价时,一般要从政治、国防、社会、技术和经济等五个方面制订评价的项目和标准。

至于评价标准,过去一直采用“最佳”标准,即要求评选出所有可能方案中的“最佳”方案。由于各种客观条件的限制,对于复杂的问题,往往不易达到“最佳”标准,而且对于不同的时间、空间而言,同一方案可能有不同的效果,所以“最佳”是相对的,美国经济学家西蒙提出了一个现实的标准,即“满意”或“适用”标准,认为评价结果只是“足够满意”就可以了。当然,不排斥在可能条件下尽量求得相对最佳化的方案。关于各种具体评价指标和评价方法将在第4章中详细讨论。

习 题 1

1. 技术经济分析研究的对象和特点是什么?
2. 技术经济评价原则是什么?
3. 在方案比较中,为何必须考虑可比原则?可比原则反映在哪些方面?
4. 经济效果(或经济效益)、经济效率各自的涵义是什么?两者有何区别?在实际经济活动中为何必须强调经济效益?
5. 表示经济效益和经济效率的评价指标主要有哪些?
6. 技术经济分析的研究方法主要有哪几种?
7. 技术经济分析的基本步骤有哪些?

2 资金的时间价值

2.1 资金时间价值的概念与衡量尺度

资金的时间价值是指将一定量资金投入经济活动一段时间后所产生的增值或经济效益。如参加银行储蓄可取得利息，投资办企业可获得纯收益，这些资金的利息和资金的纯收益是资金时间价值的具体体现。

既然资金的时间价值直接体现为利息或纯收益形态的增值，那么，客观上必然存在一个资金随时间增值的速率，可以用来作为不同时间点资金价值的换算率，这种换算率就是计算资金时间价值的尺度。这方面的尺度有两种：(1) 银行利率；(2) 动态投资收益率。

可以设想，当资金所有者决定把资金投放于某一工程项目时，他就必需放弃利用该资金于其他有利可得的时机，例如，他不再可能把该资金放在银行里去提取利息。因此，项目投资人希望该项目的动态投资收益率至少要大于银行利率。这是由于把钱存入银行可稳拿利息，而投入企业就要承担一定的风险。

在资本主义社会中，由于自由竞争和价值规律起着充分的作用，各部门、各行业之间有一个平均的动态投资收益率，而银行利率就在接近该平均的动态投资收益率上下浮动。因此，各行业普遍采用银行利率作为计算资金时间价值的尺度。

动态投资收益率和银行利率是一个国家经营水平和盈利能力的反映。我国现行的银行利率带有一定的政策性，用它作尺度则不能充分反映资金的时间价值。在社会主义条件下，各行业要有计划按比例地发展，所以在国民经济各部门、各行业之间并不存在平均的收益率（或利润率），而且资金在各部门发挥的经济效益也是不同的，为此应该由各主管部门来规定各自的标准投资收益率作为其衡量尺度。

2.2 计算资金时间价值的方法

2.2.1 单利与复利

利息的计算可分单利和复利两种方法。利息的计算期又称为计息周期，计息周期可以是一年或较短、较长时间，工程项目多以一年为计。

(1) 单利 在资金运动过程中，只考虑原始投入的资金（本金）生利息，而此利息不再生利息的计算方法叫单利法。单利的利息 I 与投入的本金 P 及所约定的计息周期数 n 成正比，即：

$$I \propto Pn$$

令其比例常数为 i ，则单利的利息公式为：

$$I = Pni$$

当 $n=1$ 时， $i = I/P$ ，所以 i 的涵义为每个计息周期本金增值的百分率，称之为利率。当计息期为年时称年利率或年息，计息期为月时称月利率或月息。

综上所述，采用单利法求本利和 F 的公式为：

$$F = P + I = P(1 + ni) \quad (2-1)$$

【例2-1】 已知当前银行定期3年存款的年利率为13.14%（不考虑保值贴补率），今存入定期3年的本金100元，问三年到期时可取得多少利息？本利总和为多少？

【解】 到期应得利息 $I = Pni = 100 \times 3 \times 13.14\% = 39.42$ 元

本利和 $F = P + I = P(1 + ni) = 139.42$ 元

单利法计算的出发点是资金在投入生产部门后的全部作用时间内，每年（或每个周转期）以一定的投资收益率为社会提供一定的经济效益（纯收入），但是这部分纯收入不再投入生产建设中去，不进行扩大再生产。所以单利法仅是从简单再生产的角度来计算经济效果。

(2) 复利 资金在运动过程中，不仅本金生利息，此利息在下一个计息周期中转化为本金，也生利息的计算方法叫复利法。显然，这种方法比较客观地体现了资金的时间价值。

【例2-2】 现借款100元，年利率13.14%，按复利计息，则第3年末应偿还多少？

该题用表2-1求解。从表中可以明显地看出这种利息反复生利息的效应。

表 2-1

计息期 n , (年)	年初欠款 P , (元)	年末利息 I , (元)	年末欠款总额 F , (元)
1	100	$100 \times 0.1314 = 13.14$	$100 \times (1 + 0.1314) = 113.14$
2	113.14	$113.14 \times 0.1314 = 14.87$	$100 \times (1 + 0.1314)^2 = 128.01$
3	128.01	$128.01 \times 0.1314 = 16.82$	$100 \times (1 + 0.1314)^3 = 144.83$

计算结果与例2-1比较，由于复利同时体现了利息的时间价值，三年后的本利和比单利计算多了5.41元。当利率越高，计息期越长，本金越大时，两者的差额就更悬殊，因此，对于大型工程项目更应注意时间因素。

2.2.2 现金流及其有关概念

2.2.2.1 现金流量图和时间标尺

在计算技术方案的经济效益时，常用到所谓现金流量图，即把方案的现金收支情况在一根时间标尺上形象地表现出来。

时间标尺是一根水平线如图2-1所示。从0到 n 标志着经济活动的时间推移过程。最左端为0时点，代表目前、现时。时点2代表已经历了2个计息期（年），它相当于第2个计息期的末了和第3个计息期的开始。

现金流量图就是把各个计息期初发生的或期末结算的现金收支，用带箭号的线绘在上述时间标尺的相应时间点上构成的。箭头指向表示现金流动的方向，通常以垂直向上的箭号表示正现金流量（流入），相反，向下的箭号表示负现金流量（流出）。图2-2即表示例2-2的现金流量图。

通过这个图例可以看到，现金流量图揭示了所研究的问题的含义，图上标

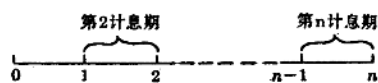
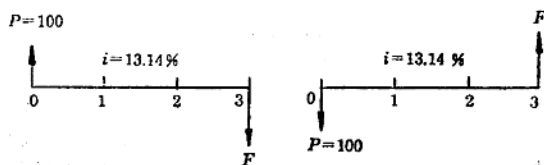


图 2-1 现金流图时间标尺示意图



(a) 借款人的现金流量图

(b) 贷款人的现金流量图

图 2-2 例2-2的现金流量图

出了所给定的条件（如 P 、 i 、 n ），并且指出所需求解的项目 F 。

2.2.2.2 几个术语的含义

A 时值与等值

一定量的资金在运动过程中所处某一时点的价值称为时值。而等值则是指不同时点的绝对值不等的金额，却具有相等的时间价值。例如，当年利率为10%时，今天的100元，一年后就达到110元，这110元就是今天的100元在一年以后的时值，就其价值来看，这两者是相等的。依此类推，下列这些资金的数额不同却具有等值（年利率10%）。

1988年10月1日	1989年10月1日	1995年10月1日
90.91元	⇔ 100元	⇔ 177.16元

B 贴现与现值

将资金在运动过程中某一时刻发生的现金流量折算成现在时刻的价值，这种折算过程叫做贴现（或折现）。而经折算得出的现在时刻的金额值就叫做现值（或期初值）。见图2-3。

C 将来值

现在的资金一旦投入经济活动，经过一定的时间后就增长为新的资金值，称为将来值，即指未来某一时间的金额。求将来值的现金流量图如图2-4所示。

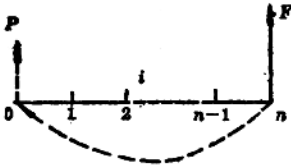


图 2-3 贴现现金流量图

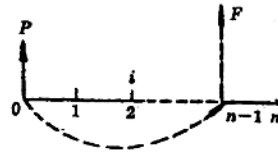


图 2-4 求将来值的现金流量图

D 年金

资金活动是多种多样的，有的是逐年（期）等额投入，到期终一次回收，也有的是一次投资后逐年（期）等额回收。这种系列连续地发生于每一计息期（年）末的等额的现金流量称为年金 A 。其现金流量图如图2-5所示。

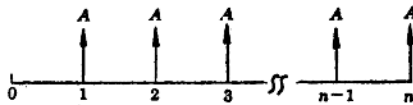


图 2-5 年金现金流量图

2.3 复利计算公式

常用的复利公式主要表明 P 、 F 、 A 三者间的变换关系。其基本公式有六个，可分为两大类，如图2-6所示。

2.3.1 一次支付复利公式

A 复利终值公式

$$F = P(1 + i)^n \quad (2-2)$$

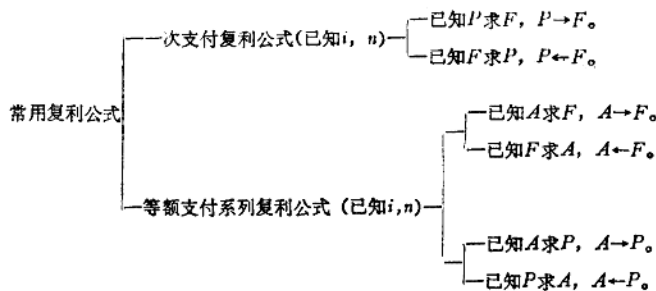


图 2-6 常用复利公式分类

P ——现值； F ——将来值； A ——年金； i ——利率，一般指年利率，以百分率表示； n ——计息期数，一般以年为单位

公式 2-2 用于已知某项资金 P 按年利率 i 进行投资，求算 n 年后的本利和，其现金流量图模式可见图 2-4。通常把 $(1+i)^n$ 称为一次支付复利终值系数，用符号 $(F/P, i, n)$ 表示，利用这个系数可以由现在值 P 求出未来值 F 。为便于计算，按照不同的 i 和 n 求出 $(F/P, i, n)$ 值，并列入复利系数表中（包括后续各个系数）以备查用，见附录 2 复利系数表。于是式 2-2 可改写成

$$F = P(F/P, i, n) \quad (2-2)'$$

【例 2-3】 某企业技术改造，向银行贷款 10 万元，年利率 5%，到第 5 年末还清贷款，按复利计算需偿还本利共几何？

【解 1】 按公式 2-2 计算

$$F = 10 \times (1 + 0.05)^5 = 12.76 \text{ 万元}$$

【解 2】 查表计算

$$F = 10 \left(\frac{F/P, 5, 5}{1.276} \right) = 12.76 \text{ 万元}$$

B 复利现值公式

$$P = F \frac{1}{(1+i)^n} \quad (2-3)$$

式中， $\frac{1}{(1+i)^n}$ 称做一次支付复利现值系数，用符号 $(P/F, i, n)$ 表示，利用这个系数可以根据未来值 F 求出现在值 P 。公式 2-3 的现金流量图模式见图 2-3。式 2-3 也可改写成

$$P = F(P/F, i, n) \quad (2-3)'$$

式中利率 i 在贴现公式中又特称为贴现率或折现率。

【例 2-4】 为了在 5 年后得到 1000 万元，按 10% 复利计息，现在应投入资金多少？

【解】

$$P = 1000 \left(\frac{P/F, 10, 5}{0.6209} \right) = 620.9 \text{ 万元}$$

2.3.2 等额支付系列复利公式

A 年金终值公式