

前言

一、课程性质、目的和任务

1. 课程性质

本课程属于工商管理、工程管理等专业本科生的学科基础必修课之一。它是介于自然和社会科学之间的边缘性科学，属于应用经济学的一个分支，其核心内容是一套技术经济分析思想和方法，是人类提高技术实践活动效率的基本工具。

2. 课程目的和任务

通过本课程的学习，使学生掌握技术经济学的基本理论、基本方法和基本技能及其在项目前期决策中的应用，对项目资金筹措、项目经济评价指标和方法、不确定性分析、项目可行性研究、财务评价、国民经济评价、设备更新分析、价值工程等内容有一个系统的把握，以达到能对项目进行公正、客观、合理评价的目的。

二、课程教学内容和学时分配

内 容	学时分配				合计
	讲课	习题课	讨论课	其他	
1 绪论	2				2
2 现金流量构成与资金等值计算	5	1			6
3 建设项目资金筹措与资本成本	3.5		0.5		4
4 经济效果评价指标与方法	5.5		0.5		6
5 不确定性分析	4				4
6 建设项目可行性研究	1				1
7 建设项目财务评价	5			2	7
8 建设项目国民经济评价	4				4
9 设备更新分析	4				4
10 价值工程	2				2
课程总结		2			
合计	34	3	1	2	40

三、课程的教学基本要求

1. 教学方面

本课程采用以课堂讲授为主，课堂讨论、展示，上习题课，课下自学等为辅的教学方法。

2. 作业方面

布置作业的目的有两点：一是加深学生对基本概念的理解；二是强化对计算方法的掌握。本课程每章结束后均布置适量的思考题和计算题（见习题集），并选择适当时机上习题课，

学生讲解，教师点评。

3. 结业方面

课程结业方式采用闭卷考试，分 A、B 卷进行。结业成绩评定采用考生成绩和平时成绩（均为百分制）加权确定，考试成绩和平时成绩分别占 80%和 20%。平时成绩根据出勤、作业、提问、课堂展示等综合评定。

四、教学实践环节

本课程课堂讲授结束后进行为期一周的课程设计，设计内容主要是新设法人项目财务评价中的主要内容，以大作业的形式进行，主要是培养、训练学生进行项目经济评价的实际操作能力。

课程设计根据出勤、答辩和设计成果等因素进行综合评定，评定成绩分为优、良、中、及格、不及格五个等级。

五、使用教材及主要参考资料

- [1]《工程经济学》（高职高专规划教材），时思主编，科学出版社，2004.7；
- [2]《工程经济学》（普通高等教育“十五”国家及规划教材、高校工程管理专业指导委员会规划推荐教材），刘晓君主编，中国建筑工业出版社，2003.8
- [3]《投资项目可行性研究指南》（试用版），中国电力出版社，2002.3
- [4]《工程经济学》，虞和锡著，中国计划出版社，2002.1

第一章 绪论

本章要求

- (1) 熟悉工程技术实践活动的概念及其要素；
- (2) 了解工程经济学的性质、发展过程；
- (3) 掌握工程经济学的基本原理；
- (4) 熟悉工程经济分析的过程和步骤；
- (5) 了解工程经济分析人员应具备的知识和能力。

本章重点

- (1) 经济效果的含义
- (2) 工程经济学的基本原理

本章难点

工程经济学的基本原理

§ 1 技术实践活动及其要素

一、工程技术实践活动的概念

是把科学研究、生产实践、经验积累中得到的科学知识有选择、创造性地应用在最有效的利用资源的经济活动和社会活动中，以满足人们需要的过程。

二、工程技术实践活动的要素

1. 活动主体：指垫付活动资本、承担活动风险、享受活动收益的个人或组织。如企业、政府、社会团体等。
2. 活动目标：所有技术实践活动都有明确的目标，但不同活动主体的目标是不同的。如企业的目标是利润最大化、提高市场占有率等；政府的目标是社会经济可持续发展、提高就业率、环境保护等。
3. 实施活动的环境：
 - 自然环境：提供社会实践活动的客观物质基础
 - 经济环境：评价技术实践活动成果的价值
4. 活动的后果：指活动实施后对活动主体目标产生的影响，如有用的和无用的后果、直接的和间接的后果、正面的和负面的后果等。

因此，工程经济学的主要任务就是对工程技术实践活动进行有效的规划、组织、协调和控制，以最大限度地提高技术实践活动的有用效果，降低或消除负效果。

§ 2 工程经济学及其基本原理

一、工程经济学及其发展

1. 工程经济学的概念

是一门研究如何使工程技术实践活动正确选择和合理利用有限资源，挑选最佳活动方案，从而取得最大的经济效果的学科。 是一门工程学和经济学相结合的交叉学科， 是介于自然科学和社会科学之间的边缘科学。

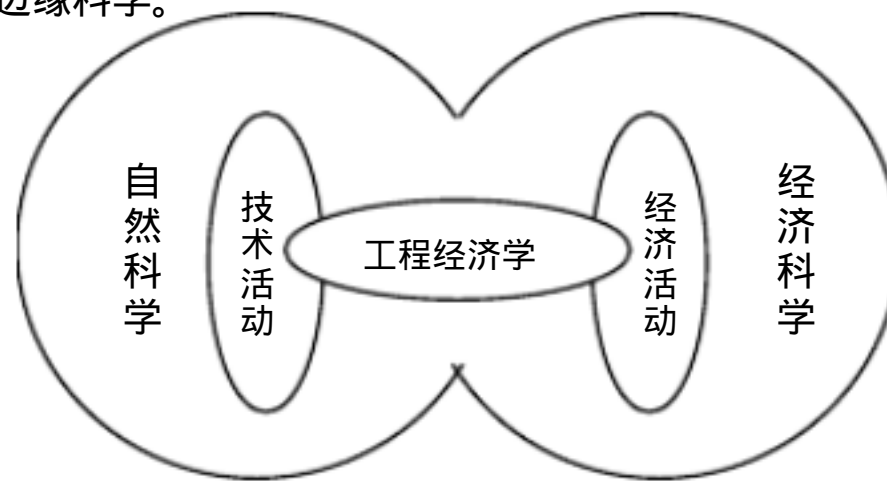


图 1-1

在这门学科中，经济处于支配地位，因此，它的性质属于应用经济学的一个分支。

技术经济学在西方称“工程经济”、“经济性分析”，在日本称“经济工程学”，前苏联和东欧国家称“技术经济计算”或“技术经济论证”。

2. 工程经济学的产生与发展

它是根据现代科学技术和社会经济发展的需要，在自然科学和社会科学的发展过程中，互相渗透，互相促进，逐渐形成和发展起来的。

19 世纪以前，技术相当落后，其推动经济发展的速度极为缓慢，人们看不到技术对经济的积极促进作用，只能就技术论技术。

19 世纪以后，科学技术迅猛发展（蒸气机、发电机、计算机等的兴起和普及），带来了经济繁荣。马克思在《资本论》中以很大篇幅总结了资本主义发展过程中技术进步对经济所起的作用，指出科学技术创造一种生产力，会生产较大量的使用价值，减少一定量效果上的必要劳动时间。

最早在工程领域开展经济评价工作的是美国的惠灵顿（A. M. Wellington），他用资本化的成本分析方法来选择铁路的最佳长度或路线的曲率，他在《铁路布局的经济理论》（1887 年）一书中，对工程经济下了第一个简明的定义：“一门少花钱多办事的艺术”。

20 世纪 20 年代，戈尔德曼在（O. B. Goldman）《财务工程学》中指出：“这是一种奇怪而遗憾的现象，在工程学书籍中，没用或很少考虑，分析成本以达到真正的经济性”，也是他提出了复利计算方法。

20 世纪 30 年代，经济学家们注意到了科学技术对经济的重大影响，技术经济的研究也随之展开，逐渐形成一门独立的学科。1930 年格兰特（E. L. Grant）出版了《工程经济原理》，他以复利为基础讨论了投资决策的理论和方法。这本书作为教材被广为引用，他的贡献也得到了社会的承认，被誉为“工程经济学之父”。

二战后，各国都很重视技术进步对经济增长的促进作用，据测算 50~70 年代发达国家中技术进步对国民收入增长速度的贡献为 50%~70% 左右。在此之后，随着数学和计算技术的发展，特别是运筹学、概率论、数理统计等方法的应用，以及系统工程、计量经济学、最优化技术的飞跃发展，技术经济学得到了长足的发展。

1978 年布西（L. E. Bussey）出版了《工业投资项目的经济分析》，全面系统地总结了工

程项目的资金筹集、经济评价、优化决策以及项目的风险和不确定性分析等。

1982 年里格斯 (J. L. Riggs) 出版了《工程经济学》, 系统阐明了货币的时间价值、货币管理、经济决策和风险与不确定性分析等。

在我国: “一五”, 学前苏联, 对重点项目进行技术经济论证, 取得了较好的经济效益, 但此时的论证是静态的。

“二五”, 由于左的思想的出现, 片面追求速度, 否定技术经济分析的必要性, 遭受了巨大损失。

1962 年, 将技术经济列入十年科学技术规划六个重大科研课题 (资源、工业、农业、医药卫生、基础科学、技术经济) 之一, 技术经济研究较为活跃, 但随之受到 “文革” 的摧残。

1978 年后, 又重新受到重视, 列入 108 项全国重点科研项目, 成立了技术经济研究会, 必修课, 国务院也成立了技术经济研究中心。

二、工程经济学的基本原理

1. 工程经济分析的目的是提高技术实践活动的经济效果

经济效果: 是人们在使用技术的社会实践中效果与费用及损失的比较。

当效果与费用及损失为不同度量单位时,
$$\text{经济效果} = \frac{\text{效果}}{\text{费用} + \text{损失}}$$
 有用的后果
无用的后果

当效果与费用及损失为相同度量单位时,
$$\text{经济效果} = \text{效果} - (\text{费用} + \text{损失})$$

提高经济效果的主要途径:
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{以最低的寿命周期成本实现产品、作业或服务的必要功能} \\ \text{费用一定, 不断提高产品、作业或服务的功能} \end{array} \right.$$

(注: 除此之外, 还有三种途径, 在 “价值工程” 中再介绍)

2. 技术与经济的关系是对立统一的辩证关系

(1) 经济是技术进步的目, 技术是达到经济目标的手段, 是推动经济发展的动力;

(2) 工程技术与经济还存在相互制约和相互矛盾的一面。

因此, 工程经济学是研究工程技术和经济的相互关系, 探讨两者相互促进、协调发展途径的科学。

3. 工程经济分析的重点是科学地预见活动的结果

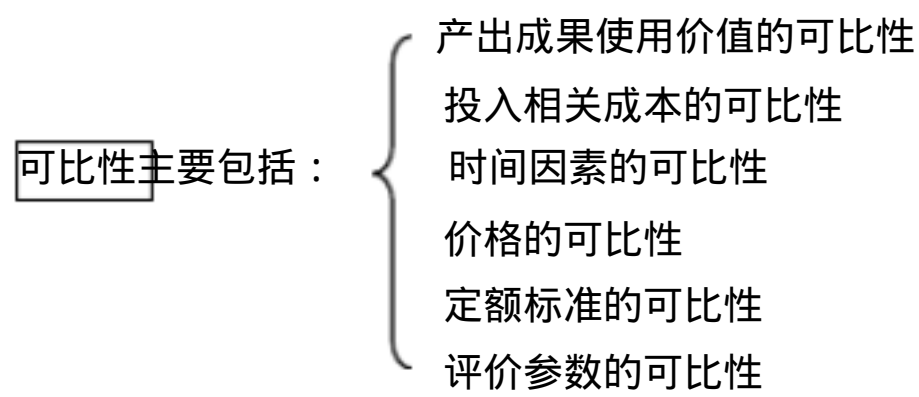
技术经济分析属于事前或事中主动的控制, 即信息搜集 $\rightarrow$ 资料分析 $\rightarrow$ 制定对策 $\rightarrow$ 防止偏差。它要求人们面对未来, 对可能发生的后果进行合理的预测, 只有提高预测的准确性, 客观地把握未来的不确定性, 才能提高决策的科学性。

4. 工程经济分析是对技术实践活动的系统评价

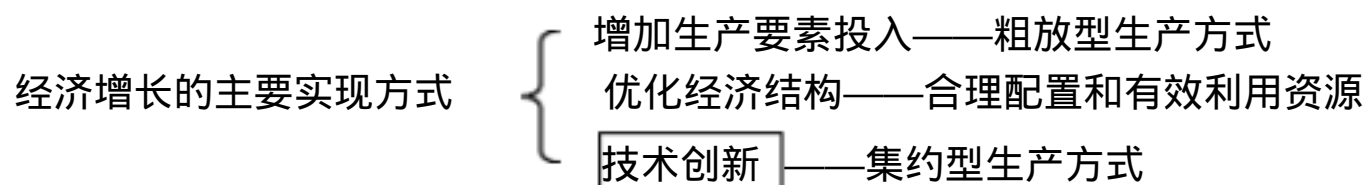
由于不同利益主体追求的目标存在差异, 对同一技术实践活动进行技术经济分析的立场不同、出发点不同、评价指标不同, 因而评价结论有可能不同。为了防止一项技术实践活动在对一个利益主体产生积极效果的同时可能损害到另一些利益主体, 技术经济分析必须体现较强的系统性。

系统性主要表现在:
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{评价指标的多样性和多层性} \\ \text{评价角度或出发点的多样性: 企业、国家、社会等} \\ \text{评价方法的多样性: 定量、定性、动态、静态等评价} \end{array} \right.$$

5. 满足可比条件是技术方案比较的前提



6. 技术创新是经济发展的不竭动力



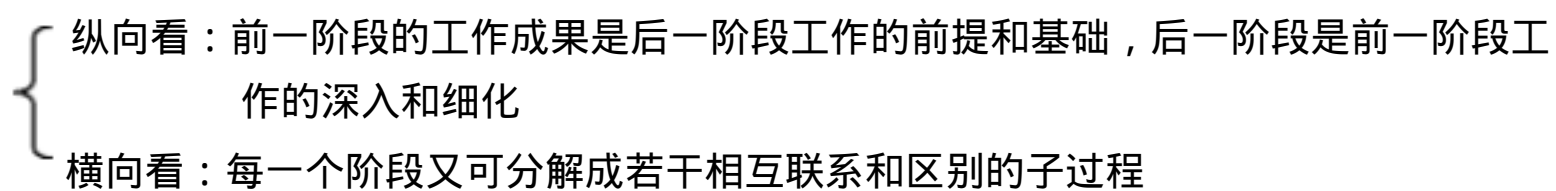
目前从整个世界看，哪里技术最活跃，哪里经济增长就最快。

通过提高劳动生产率，即提高单位资源投入的产出量来影响经济增长

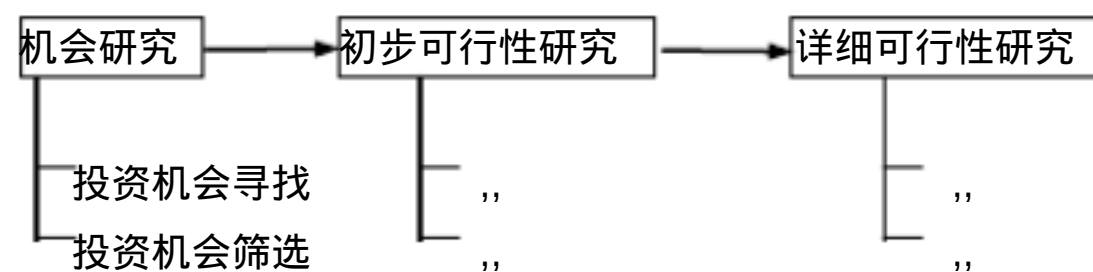
§ 3 工程经济分析的过程和步骤

一、工程经济分析的一般过程

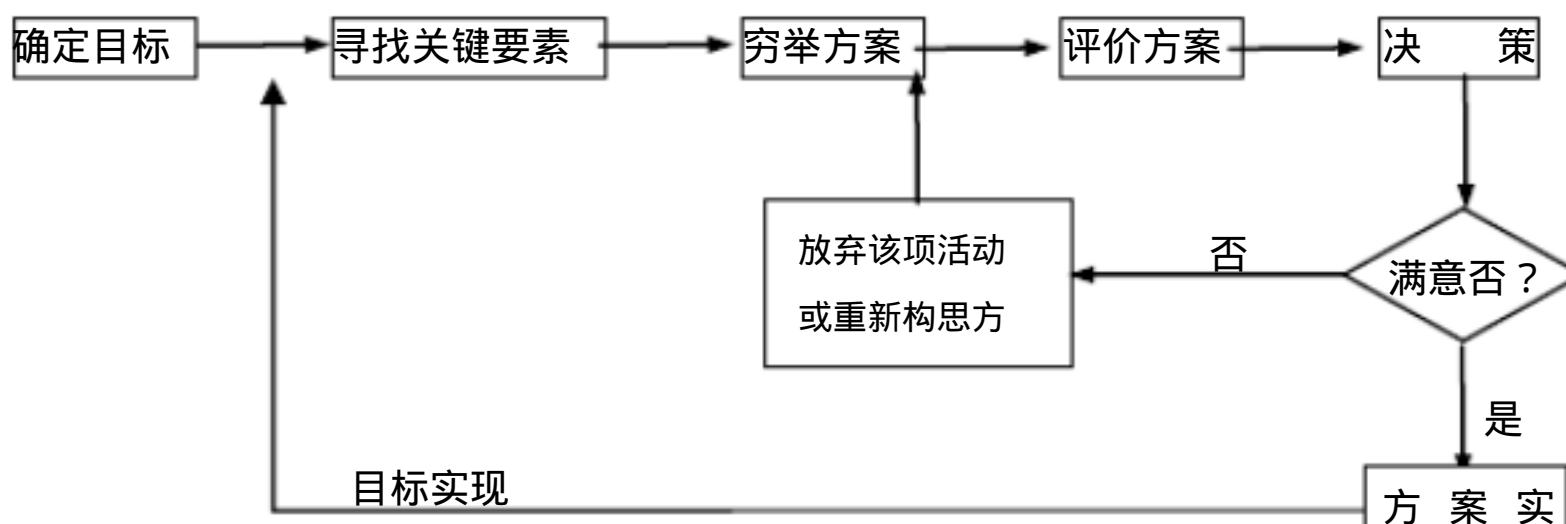
工程经济分析是一个不断深入、不断反馈的 动态规划过程。



例如，工程建设项目前期工作阶段可划分为：



二、工程经济分析的基本步骤



§ 4 工程经济分析人员应具备的知识和能力

一、工程经济学的特点

1. 综合性：必须处理好技术、经济、环境、社会等多方面的关系
2. 应用性：应用相关学科的知识解决技术实践中遇到的经济问题
3. 系统性：应注意系统的平衡
4. 数量性：通过大量的数据进行分析计算
5. 预测性和不确定性：是事前的估计和判断

二、工程经济分析人员应具备的知识和能力

1. 了解经济环境中人的行为和动机（因为技术实践活动的目的是满足人们的需要）
2. 具备市场调查的能力
3. 掌握科学的预测工具
4. 坚持客观公正的原则
5. 遵守国家法律法规等

第二章 现金流量构成与资金等值计算

本章是工程经济分析最重要的基础内容之一，也是正确计算经济评价指标的前提。

本章要求

- (1) 熟悉现金流量的概念；
- (2) 熟悉工程项目投资概念及构成；
- (3) 熟悉成本费用的概念及构成；
- (4) 掌握工程项目的收入和销售税金及附加的计算；
- (5) 掌握利润总额、所得税的计算及净利润的分配顺序；
- (6) 熟悉经营成本、固定成本和变动成本、机会成本、沉入成本的概念；
- (7) 熟悉资金时间价值的概念；
- (8) 掌握资金时间价值计算所涉及的基本概念和计算公式；
- (9) 掌握名义利率和实际利率的计算；
- (10) 掌握资金等值计算及其应用。

本章重点

- (1) 工程项目投资的概念及构成
- (2) 折旧的概念、计算及其与现金流量的关系
- (3) 经营成本、固定成本和变动成本、沉入成本、机会成本的概念
- (4) 销售税金及附加的内容、含义及计算
- (5) 利润总额、所得税的计算及净利润的分配顺序
- (6) 资金时间价值的概念、等值的概念和计算公式
- (7) 名义利率和实际利率

本章难点

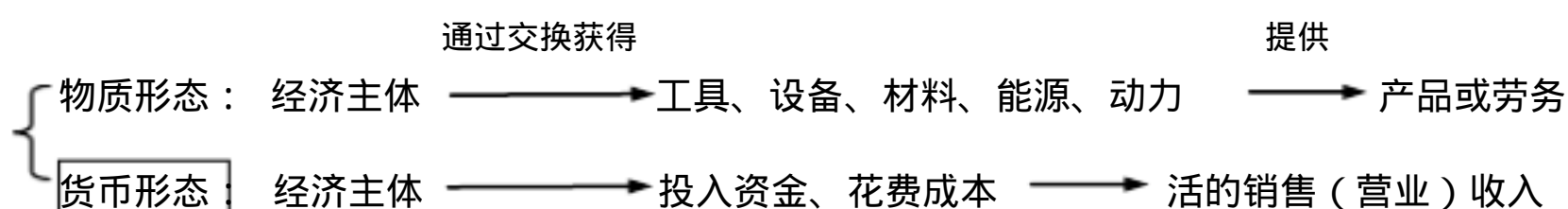
- (1) 经营成本、沉入成本、机会成本的概念
- (2) 等值的概念和计算
- (3) 名义利率和实际利率

§ 1 现金流量及其分类

一、现金流量

1. 涵义

对生产经营中的交换活动可从两个方面来看：



对一个特定的经济系统而言，投入的资金、花费的成本、获取的收益，都可看成是以货币形式体现的现金流入或先进流出。

现金流量就是指一项特定的经济系统在一定时期内（年、半年、季等）现金流入或现金流出或流入与流出数量的代数和。流入系统的称 **现金流入**（CI）；流出系统的称 **现金流出**（CO）。同一时点上现金流入与流出之差称 **净现金流量**（CI - CO）。

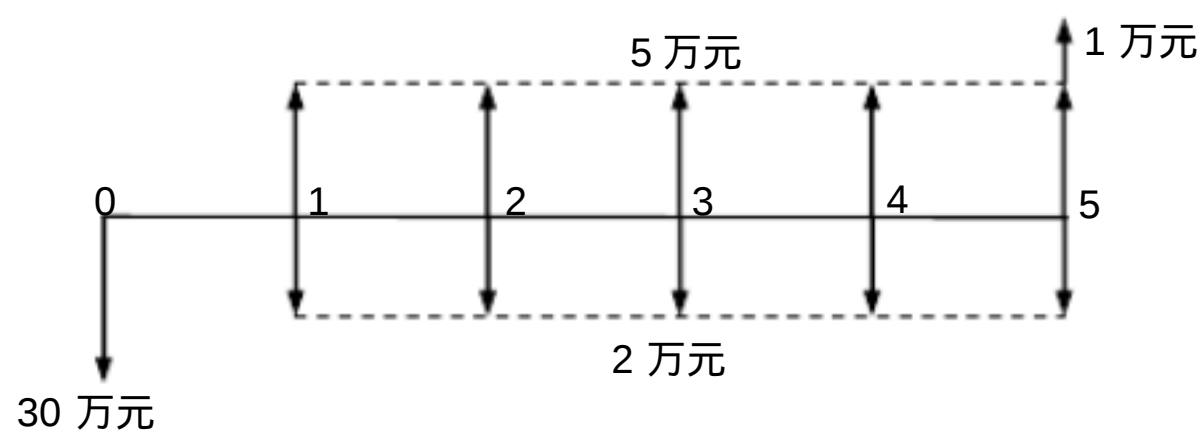
2. 确定现金流量应注意的问题

- （1）应有明确的发生时点
- （2）必须实际发生（如应收或应付账款就不是现金流量）
- （3）不同的角度有不同的结果（如税收，从企业角度是现金流出；从国家角度都不是）

3. 现金流量图——表示现金流量的工具之一

（1）含义

表示某一特定经济系统现金流入、流出与其发生时点对应关系的数轴图形，称为~。



解释：“0”、“时间序列”、“计息期”、“1~5”、“箭头方向”以及该流量图所描述的经济系统等。

（2）期间发生现金流量的简化处理方法（举例加以说明）

年末习惯法：假设现金发生在每期的期末

年初习惯法：假设现金发生在每期的期初

均匀分布法：假设现金发生在每期的期中

4. 现金流量表——表示现金流量的工具之二

序号	项 目	计 算 期					合 计
		1	2	3	„	n	
1	现金流入						
1.1							
2	现金流出						
2.1							
3	净现金流量						

这里仅说明按国家发改委在《投资项目可行性研究指南》（试用版）中的最新要求，从不同角度分析时，现金流量表的具体类型，详细内容在后面第七章介绍。

对新设法人项目而言：项目现金流量表，资本金现金流量表，投资各方现金流量表

对既有法人项目而言：项目增量现金流量表，资本金增量现金流量表

5. 现金流量的作用（根据教材简要介绍）

二、各类经济活动的主要现金流量（根据教材简要介绍）

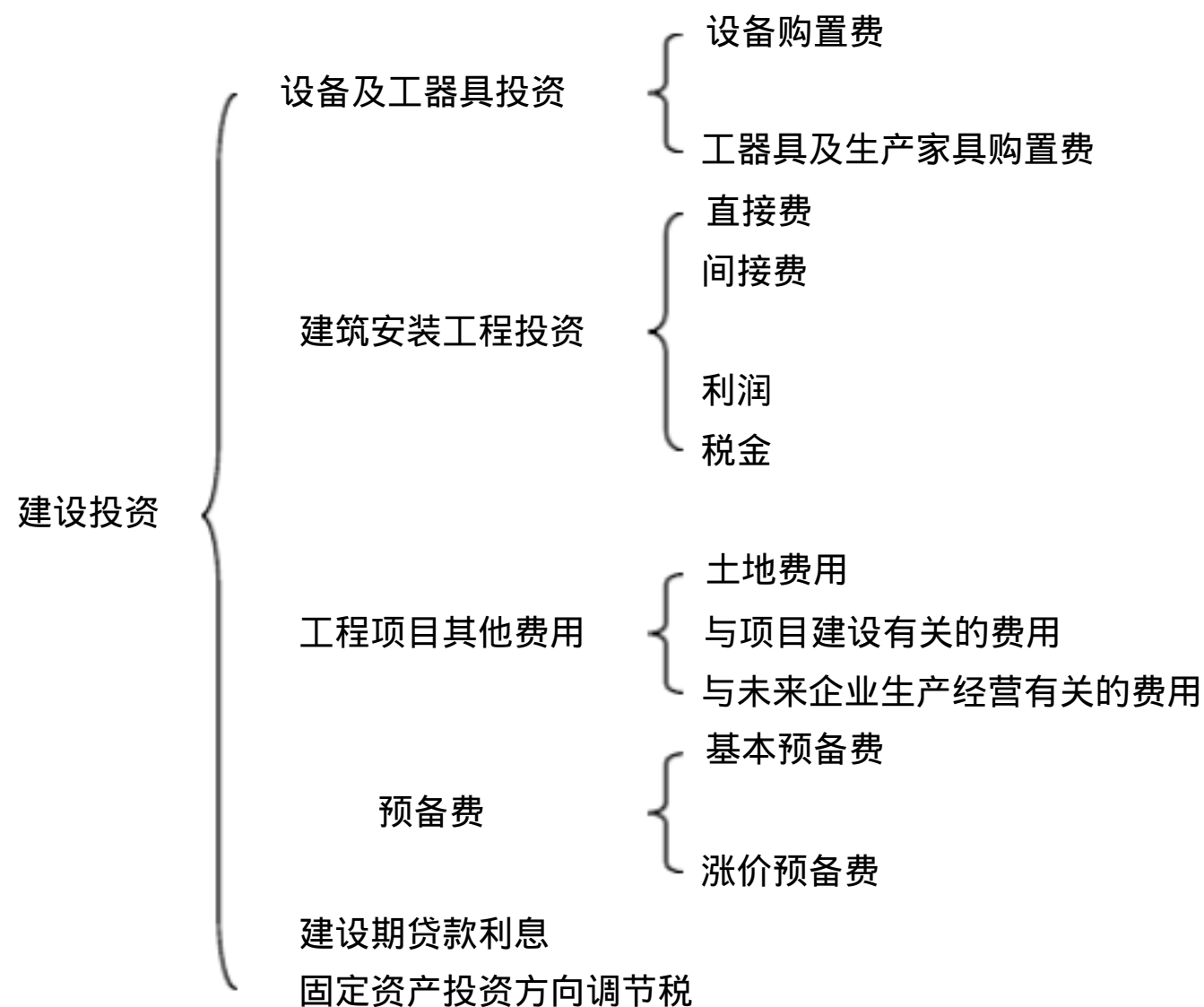
- 1. 投资活动及其现金流量
- 2. 筹资活动及其现金流量
- 3. 经营活动及其现金流量

§ 2 建设项目的现金流量

一、建设项目现金流量的构成

(一) 建设投资 (主要用于建造与购置 固定资产和无形资产 的投资,称为~)

1. 建设投资的构成



这里仅介绍各项投资的概念, 其中建筑安装工程投资的构成, 按最新的 建标 [2003] 206 号文件 简要说明。

2. 建设投资形成的成果及共同费用的分摊

(1) 形成的成果

- 固定资产
- 无形资产: 不具有实物形态, 但能为企业长期提供某些特权或利益的资产, 如
- 递延资产: 不能计入当期损益, 应在以后分期摊销的费用, 如生产职工培训费、开办费

(2) 共同费用的分摊

- 建设单位管理费: 按建筑工程、安装工程、需安装设备价值总额等比例分摊
- 土地费用、勘察设计费等: 按建筑工程价值等比例分摊

(二) 流动资金——对生产性项目而言

流动资金指企业购置劳动对象、支付工资及其他生产周转费用所垫付的资金。

流动资金分别在生产和流通领域以 储备资金 、 生产资金 、 成品资金 、 结算资金 、 货币资金 五种形态存在并循环 (具体构成见教材 P.18 图 2-7)。

$\text{流动资金} = \text{流动资产} - \text{流动负债}$

讲到这里, 重点说明流动资金的运动和建设投资的运动有何不同。

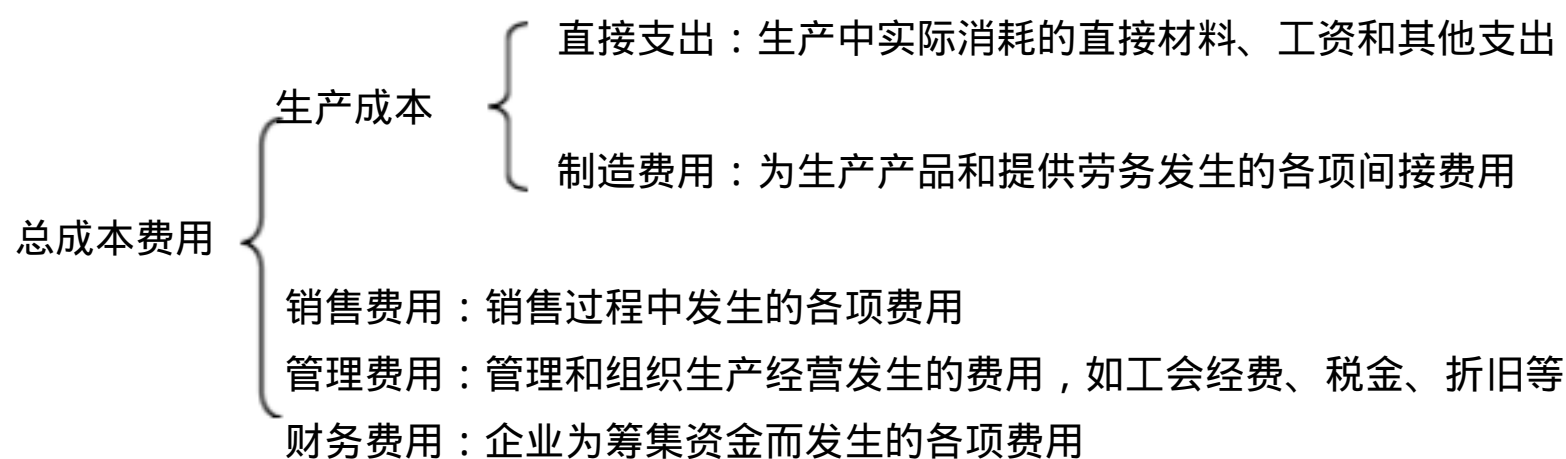
（三）建设项目生产经营期成本费用

1. 概念：为取得收入而付出的代价。

技术经济分析中的成本概念与企业会计中的不完全相同：

- 会计：成本是对实际发生费用的记录，影响因素确定，成本数据唯一。
 - 技经：是对未来发生费用的预测和估算，影响因素不确定，不同方案有不同的数据。
- 技经：引入了企业会计中所没有的成本概念。

2. 产品总成本费用的构成—— 财务会计中的规定



3. 产品总成本费用的计算—— 技术经济中的规定

为便于计算，在技术经济中将工资及福利费、折旧费、修理费、摊销费、利息支出进行归并后分别列出，另设一项“其他费用”将制造费用、管理费用、财务费用和销售费用中扣除工资及福利费、折旧费、修理费、摊销费、维简费、利息支出后的费用列入其中。这样，各年成本费用的计算公式为：

$$\text{年总成本费用} = \text{外购原材料} + \text{外购燃料动力} + \text{工资及福利费} + \text{修理费} + \text{折旧费} + \text{维简费} + \text{摊销费} + \text{利息支出} + \text{其他费用}$$

在上式中的各项费用，一般都很容易理解和计算，这里仅对以下几项学生容易出错的费用作重点解释说明。

折旧

（1）含义：折旧是指在固定资产的使用过程中，随着资产损耗而逐渐转移到产品成本费用中的那部分价值。将折旧费计入成本费用是企业回收固定资产投资的一种手段。按照国家规定的折旧制度，企业把已发生的资本性支出转移到产品成本费用中去，然后通过产品的销售，逐步回收初始的投资费用。

（2）影响固定资产折旧的因素

1) 固定资产原值：指固定资产的原始价值或重置价值。

2) 固定资产净残值 = (估计残值 - 估计清理费用)。一般为原始价值的 3 ~ 5%。

3) 固定资产估计使用年限：指固定资产的预期使用年限。

正确的使用年限：应综合反映有形和无形损耗

使用年限估计 **过长**：固定资产的经济寿命已满，但价值还未全部转移，这等于把老本当收入，人为扩大利润，使固定资产得不到更新，企业无后劲。

使用年限估计 **过短**：使补偿有余，导致人为增大成本，利润减少，少纳所得税，并可能提前报废，造成浪费。

（3）企业计提折旧的相关规定

根据教材 P.19 的内容进行解释，重点解释租赁（经营性或融资性租入或租出）的固定资产应如何处理。

(4) 折旧的计算方法

1) 直线折旧法

平均年限法

设：P—固定资产原值，L—估计净残值，N—估计使用年限，
d—年折旧率，r—净残值率，D—年折旧额

则：折旧额的计取基数为 $(P - L) = P(1 - r)$

年折旧率为： $d = \frac{1}{N} \times 100\%$

年折旧额为： $D = (P - L) \cdot d = \frac{P - L}{N} = \frac{P(1 - r)}{N}$

优点：简便

缺点：
使折旧分布与获利能力分布不相符
只考虑资产存在时间，未考虑资产的使用强度

该方法适用于 生产较为均衡的固定资产。

工作量法

设：M—总工作量，m—单位工作量折旧额， K_t —第t期的实际完成工作量
 D_t —第t期的折旧额，其它符号同前

则： $m = \frac{P - L}{M} = \frac{P(1 - r)}{M}$ ， $D_t = K_t \cdot m$

该方法适用于 各期完成工作量不均衡的固定资产。

【例】：教材 P.19 - 20 的例 2-1 和例 2-2 或随机举例说明

2) 加速折旧法（使固定资产尽快得到价值补偿的折旧计算方法）

余额递减法（定率递减法）

是按各年年初（即上一年末）的账面价值乘以固定折旧率来计算折旧额的方法。

设： B_{t-1} —第t-1年的账面价值， D_t —第t年的折旧额，d—年折旧率

则： $D_t = B_{t-1} \cdot d$ ，下面就来计算 d

年度	年折旧费	年末账面价值
1	$D_1 = B_0 \cdot d$	$B_1 = B_0 - D_1 = B_0 \cdot (1 - d)$
2	$D_2 = B_1 \cdot d = B_0 \cdot (1 - d) \cdot d$	$B_2 = B_1 - D_2 = B_0 \cdot (1 - d)^2$
3	$D_3 = B_2 \cdot d = B_0 \cdot (1 - d)^2 \cdot d$	$B_3 = B_2 - D_3 = B_0 \cdot (1 - d)^3$
,	,	,
N	$D_N = B_{N-1} \cdot d = B_0 \cdot (1 - d)^{N-1} \cdot d$	$B_N = B_{N-1} - D_N = B_0 \cdot (1 - d)^N$

因为， $B_N = L$ ，即 $B_0 \cdot (1 - d)^N = L$

$$\text{则： } d = 1 - \sqrt[N]{L/B_0}$$

双倍余额递减法

原理同上，只是固定折旧率为直线折旧率的 2 倍，即 $2/N$ 。

$$\text{则： } D_t = B_{t-1} \cdot \frac{2}{N}$$

【例】：教材 P.21 的例 2-3 或随机举例说明

注意：实行双倍余额递减法，应当在其固定资产折旧年限到期前两年内，将固定资产净值扣除预计净残值后的净额平均摊销，即最后两年改用直线折旧法计算折旧。

年数总和法

$$D_t = (P - L) \cdot \frac{N - (t - 1)}{N(N + 1)/2}$$

【例】：教材 P.22 的例 2-4 或随机举例说明

小结：加速折旧法的特点

- 优点：第一，促进技术进步；
- 第二，符合收入成本配比原则；
- 第三，使成本费用在整个使用期内较为平衡。
- 缺点：前期成本提高，利润降低，推迟了企业应缴税款，等于国家提供了变相无息贷款。

摊销

（1）含义：无形资产和递延资产的原始价值要在规定的年限内，按年度或产量转移到产品的成本之中，这一部分被转移的无形资产和递延资产的原始价值，称为摊销。企业通过计提摊销费，回收无形资产及递延资产的资本支出。

（2）摊销费的计算

计算摊销费采用直线法，并且不留残值。即：

摊销费 = 无形资产原值 / 无形资产摊销年限 + 递延资产原值 / 递延资产摊销年限

生产经营期利息支出

利息支出是指筹集资金而发生的各项费用，包括生产经营期间发生的利息净支出，即在生产经营期所发生的建设投资借款利息和流动资金借款利息之和。即：

生产经营期利息支出 = 建设投资借款利息 + 流动资金借款利息

注意：在生产经营期利息是可以进入成本的，因而每年计算的利息不再参与以下各年利息的计算。

其他费用

（1）含义：其他费用是指在制造费用、管理费用、财务费用和销售费用中扣除工资及福利费、折旧费、修理费、摊销费和利息支出后的费用。

（2）其他费用的计算

在技术经济分析中，其他费用一般可根据成本中的原材料成本、燃料和动力成本、工资及福利费、折旧费、修理费、维简费及摊销费之和的一定百分比计算，并按照同类企业的经验数据加以确定。

4. 技术经济中的有关成本

（1）经营成本

经营成本是指项目从总成本中扣除折旧费、维简费、摊销费和利息支出以后的成本，即：

经营成本 = 总成本费用 - 折旧费 - （维简费） - 摊销费 - 利息支出

注意：应强调技术经济分析中为什么要引入经营成本，为什么要从总成本中扣除这些费用？

1) 现金流量表反映项目在计算期内逐年发生的现金流入和流出。与常规会计方法不同，现金收支何时发生，就何时计算，不作分摊。由于投资已按其发生的时间作为一次性支出被计入现金流出，所以不能再以折旧费、维简费和摊销费的方式计为现金流出，否则会发生重复计算。因此，作为经常性支出的经营成本中不包括折旧费和摊销费，同理也不包括维简费。

2) 因为全部投资现金流量表以全部投资作为计算基础，不分投资资金来源，利息支出不作为现金流出，而自有资金现金流量表中已将利息支出单列，因此经营成本中也不包括利息支出。

（2）固定成本与变动成本

在技术经济分析中，为便于计算和分析，可将总成本费用中的原材料费用及燃料和动力费用视为变动成本，其余各项均视为固定成本。之所以做这样的划分，主要目的就是为盈亏平衡分析提供前提条件。

（3）机会成本

将资源用于某种用途而放弃其他用途所付出的代价。主要是举例说明

（4）沉入成本：

沉入成本 = 旧资产账面价值 - 当前市场价值。主要是举例说明

（四）销售收入

工程项目的收入是估算项目投入使用后生产经营期内各年销售产品或提供劳务等所取得的收入。销售产品的收入称销售收入，提供劳务的收入称营业收入。

销售收入是项目建成投产后补偿成本、上缴税金、偿还债务、保证企业再生产正常进行的前提。它是进行利润总额、销售税金及附加和增值税估算的基础数据。

销售收入的计算：销售收入 = 产品销售单价 × 产品年销售量

（五）税金及附加

1. 特点：强制性、无偿性、固定性

2. 税种

（1）流转税及附加：增值税、消费税、营业税、城市维护建设税、教育费附加

（2）资源税：资源税、土地使用税、耕地占用税、土地增值税

注：（1）（2）是从销售收入中直接扣除的，故可通称为销售税金及附加。

（3）财产及行为税：房产税、契税等。它是可进产品成本费用的税金。

（4）所得税：从企业实现利润中扣除。纳税人发生年度亏损的，可用下一纳税年度的所得弥补；下一纳税年度的所得不足弥补的，可以逐年延续弥补，但是延续弥补期最长不得超过 5 年。

（六）利润

销售利润 = 销售收入 - 总成本费用 - 销售税金及附加

实现利润（利润总额）= 销售利润 + 投资净收益 + 营业外收支净额

税后利润（净利润）= 利润总额 - 所得税

小结： 销售收入、成本、税金的关系见教材 P.26图 2-9。

二、建设项目现金流量的确定（注意讲明适用条件）

1. 建设期现金流量的确定

$$CI - CO = - \text{固定资产投资} - \text{流动资金}$$

2. 生产经营期现金流量的确定

$$\begin{aligned} CI - CO &= \text{销售收入} - \text{经营成本} - \text{销售税金及附加} - \text{所得税} \\ &= \text{销售收入} - \text{经营成本} - \text{折旧} - \text{销售税金及附加} - \text{所得税} + \text{折旧} \\ &= \text{销售收入} - \text{总成本费用} - \text{销售税金及附加} - \text{所得税} + \text{折旧} \\ &= \text{利润总额} - \text{所得税} + \text{折旧} \\ &= \text{税后利润} + \text{折旧} \end{aligned}$$

3. 计算期末现金流量的确定

$$CI - CO = \text{销售收入} + \text{回收固定资产余值} + \text{回收流动资金} - \text{经营成本} - \text{销售税金及附加} - \text{所得税}$$

§ 3 资金等值计算

一、资金的时间价值

1. 概念： 把货币作为社会生产资金（或资本）投入到生产或流通领域，就会得到资金的增值，资金的增值现象就叫做～。如某人年初存入银行 100 元，若年利率为 10%，年末可从银行取出本息 110 元，出现了 10 元的增值。

从投资者角度看，是资金在生产与交换活动中给投资者带来的利润。
从消费者角度看，是消费者放弃即期消费所获得的利息。

2. 利息和利率

（1）利息：放弃资金使用权所得的报酬或占用资金所付出的代价，亦称子金。

（2）利率：单位本金在单位时间（一个计息周期）产生的利息。有年、月、日利率等。

3. 单利和复利——注意举例说明

（1）单利：本金生息，利息不生息。

（2）复利：本金生息，利息也生息。即“利滚利”。

间断复利：计息周期为一定的时间区间（年、月等）的复利计息。
连续复利：计息周期无限缩短（即 $\rightarrow 0$ ）的复利计息。

4. 等值的概念

指在考虑时间因素的情况下，不同时点的绝对值不等的资金可能具有相等的价值。利用等值的概念，可把一个时点的资金额换算成另一时点的等值金额。如“折现”、“贴现”等。

二、资金等值计算基本公式

（一）基本参数

1. 现值（P）：

2. 终值（F）：

3. 等额年金或年值 (A):
4. 利率、折现或贴现率、收益率 (i):
5. 计息期数 (n):

(二) 基本公式

1. 一次支付类型

(1) 复利终值公式 (一次支付终值公式、整付本利和公式)

$$F = P(1+i)^n = P(F/P, i, n) \quad (\text{讲课时用流量图推导该公式})$$

(2) 复利现值公式 (一次支付现值公式)

$$P = F(1+i)^{-n} = F(P/F, i, n)$$

2. 等额分付类型

(1) 等额分付终值公式 (等额年金终值公式)

$$F = A \cdot \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] = A(F/A, i, n) \quad (\text{讲课时推导该公式})$$

(2) 等额分付偿债基金公式 (等额存储偿债基金公式)

$$A = F \cdot \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] = F(A/F, i, n)$$

(3) 等额分付现值公式

$$P = A \cdot \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] = A(P/A, i, n) \quad (\text{讲课时推导该公式})$$

(4) 等额分付资本回收公式

$$A = P \cdot \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = P(A/P, i, n)$$

总结: 见教材 P.33表 2-7

从表中得出结论:

{

(F/P, i, n) 与 (P/F, i, n) 互为倒数

(F/A, i, n) 与 (A/F, i, n) 互为倒数

(P/A, i, n) 与 (A/P, i, n) 互为倒数

推导 (A/P, i, n) = (A/F, i, n) + i

等

$$\xrightarrow{\text{推导}} (A/P, i, n) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{i + i(1+i)^n - i}{(1+i)^n - 1} = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i = (A/F, i, n) + i$$

【例】：教材 P.34 的例 2-11 或随机举例说明

三、定差数列的等值计算公式

如果每年现金流量的增加额或减少额都相等，则称之为 定差（或等差）数列现金流量。

（一）定差数列现值公式

设有一资金序列 A_t 是等差数列（定差为 G ），则有： $A_t = A_1 + (t - 1) \cdot G$ ($t = 1 \sim n$)

现金流量图如下：

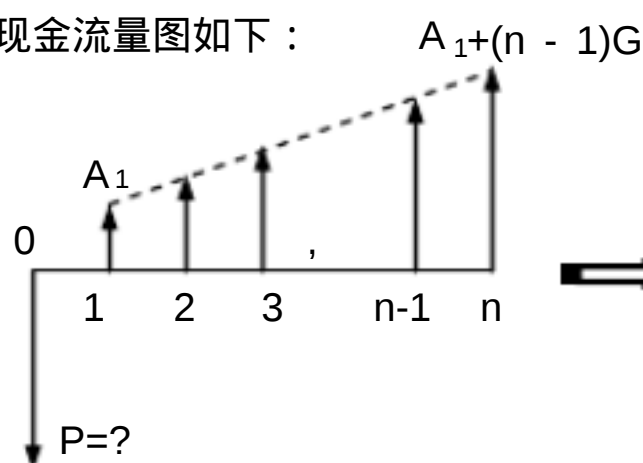


图 a

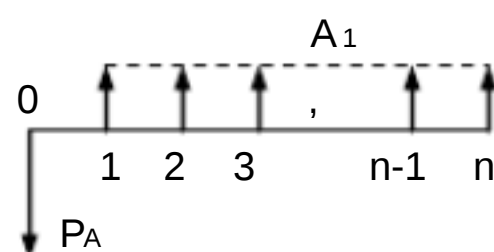


图 b

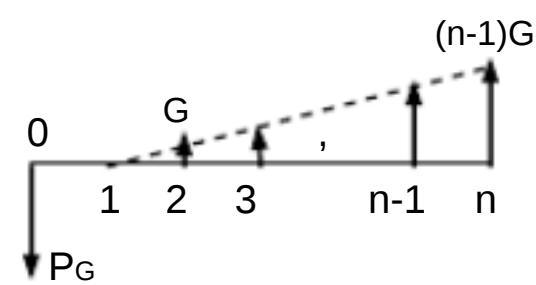


图 c

$$P = P_A + P_G$$

$$\text{又 } P_A = A_1 \cdot (P/A, i, n)$$

$$P_G = G \left[\frac{1}{(1+i)^2} + \frac{2}{(1+i)^3} + \cdots + \frac{n-1}{(1+i)^n} \right] \quad \text{式}$$

式两边同乘 $(1+i)$ ，得：

$$P_G (1+i) = G \left[\frac{1}{(1+i)} + \frac{2}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{n-1}{(1+i)^{n-1}} \right] \quad \text{式}$$

式 - 式，得：

$$\begin{aligned} P_G \cdot i &= G \left[\frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{1}{(1+i)^{n-1}} - \frac{n-1}{(1+i)^n} \right] \\ &= G \left[\frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{1}{(1+i)^{n-1}} + \frac{1}{(1+i)^n} \right] - \frac{G \cdot n}{(1+i)^n} \\ &= G \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \right] - \frac{G \cdot n}{(1+i)^n} \end{aligned}$$

$$P_G = G \cdot \left\{ \frac{1}{i} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n} - \frac{n}{(1+i)^n} \right] \right\} = G \cdot (P/G, i, n)$$

定差现值系数

$$\text{故 } P = A_1 \cdot (P/A, i, n) + G \cdot (P/G, i, n)$$

1. 现金流量定差递增的公式

(1) 有限年的公式
$$P = \left(\frac{A_1}{i} + \frac{G}{i^2} \right) \cdot \left[1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right] - \frac{G}{i} \times \frac{n}{(1+i)^n}$$

(2) 无限年的公式 ($n \rightarrow \infty$)
$$P = \frac{A_1}{i} + \frac{G}{i^2}$$

【例】：教材 P.35的例 2-12 或随机举例说明

2. 现金流量定差递减的公式

(1) 有限年的公式
$$P = \left(\frac{A_1}{i} - \frac{G}{i^2} \right) \cdot \left[1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right] + \frac{G}{i} \times \frac{n}{(1+i)^n}$$

(2) 无限年的公式 ($n \rightarrow \infty$)
$$P = \frac{A_1}{i} - \frac{G}{i^2}$$

(二) 定差数列等额年金公式

$$A = A_1 + A_G$$

($A/G, i, n$), 定
差年金系数

$$A_G = P_G \cdot (A/P, i, n) = \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} - \frac{n}{(1+i)^n} \right] \cdot \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = G \cdot \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

故 $A = A_1 + G(A/G, i, n)$

注意：定差 G 从第二年开始，其 现值必位于 G 开始的前两年。

【例】教材 P.36的例 2-13、2-14 或随机举例说明

四、等比数列的等值计算公式（以现值公式为例简要介绍）

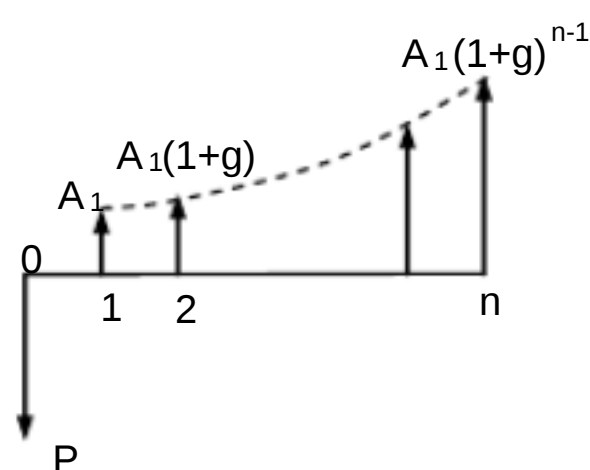
设： A_1 —第一年末的净现金流量， g —现金流量逐年递增的比率，其余符号同前。

1. 现金流量按等比递增的公式

(1) 有限年的公式

当 $i \neq g$ 时，
$$P = \frac{A_1}{i - g} \cdot \left[1 - \left(\frac{1+g}{1+i} \right)^n \right]$$

当 $i = g$ 时，
$$P = \frac{A_1}{1+i} \times n$$



(2) 无限年的公式 (适用于 $i > g$ 的情况)
$$P = \frac{A_1}{i - g}$$

2. 现金流量按等比递减的公式

(1) 有限年的公式
$$P = \frac{A_1}{i + g} \cdot \left[1 - \left(\frac{1-g}{1+i} \right)^n \right]$$

(2) 无限年的公式
$$P = \frac{A_1}{i + g}$$

五、实际利率、名义利率与连续利率

1. 实际利率与名义利率的含义

首先，举例说明实际利率与名义利率的含义：

年利率为 12%，每年计息 1 次——12% 为实际利率；

年利率为 12%，每年计息 12 次——12% 为名义利率，实际相当于月利率为 1%。

2. 实际利率与名义利率的关系

设：P—年初本金， F—年末本利和， L—一年内产生的利息，
r—名义利率， i—实际利率， m—在一年中的计息次数。

则：单位计息周期的利率为 r/m ， 年末本利和为
$$F = P \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m$$

在一年内产生的利息为
$$L = F - P = P \cdot \left[\left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1 \right]$$

据利率定义，得：
$$i = \frac{L}{P} = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1$$

在进行分析计算时，对名义利率一般有两种处理方法：

- ⎧ 将其换算为实际利率后，再进行计算；
- ⎧ 直接按单位计息周期利率来计算，但计息期数要作相应调整。

【例】：教材 P.38 的例 2-15、2-16 或随机举例说明。

3. 连续利率

计息周期无限缩短（即计息次数 $m \rightarrow \infty$ ）时得实际利率。

$$i_{\text{连}} = \lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1 = \lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{\frac{m}{r}}\right)^{\frac{m}{r}} - 1 = e^r - 1$$

因此，间断复利系数与连续复利系数的关系，见教材 P.39 的表 2-8。

【例】：教材 P.39 的例 2-17 或随机举例说明。

六、等值计算公式的应用

1. 预付年金的等值计算

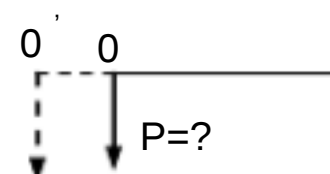
【例 1】：某人每年年初存入银行 5000 元，年利率为 10%，8 年后的本利和是多少？

解：
$$F = 5000(F/A, 10\%, 8) \cdot (1 + 10\%) = 62897.45 \text{ 元}$$

查教材 P.311 的复利系数表知，该系数为 11.4359

【例 2】：某公司租一仓库，租期 5 年，每年年初需付租金 12000 元，贴现率为 8%，问该公司现在应筹集多少资金？

解法 1：
$$P = 12000(P/A, 8\%, 5) \cdot (1 + 8\%) = 51745.39 \text{ 元}$$



解法 2：
$$P = 12000 + 12000(P/A, 8\%, 4) = 51745.39 \text{ 元}$$

解法 3： $P = 12000(F/A, 8\%, 5) \cdot (P/F, 8\%, 4) = 51745.39$ 元

2. 延期年金的等值计算

【例 3】：设利率为 10%，现存入多少钱，才能正好从第四年到第八年的每年年末等额提取 2 万元？

解： $P = 2(P/A, 10\%, 5) \cdot (P/F, 10\%, 3) = 5.7$ 万元

3. 永续年金的等值计算

【例 4】：某地方政府一次性投入 5000 万元建一条地方公路，年维护费为 150 万元，折现率为 10%，求现值。

解：该公路可按无限寿命考虑，年维护费为等额年金，可利用年金现值公式求当 $n \rightarrow \infty$ 时的极限来解决。

$$P = \lim_{n \rightarrow \infty} A \cdot \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] = \frac{A}{i}$$

该例题的现值为 $P = 5000 + \frac{150}{10\%} = 6500$ 万元

4. 求解未知的 i

【例 5】：见教材 P.39 的例 2-18 或随机举例说明。

5. 求解未知期数 n

【例 6】：见教材 P.40 的例 2-19 或随机举例说明。

6. 计息周期小于资金收付周期的等值计算

【例 7】：每半年存款 1000 元，年利率 8%，每季计息一次，复利计息。问五年末存款金额为多少？

解法 1：按收付周期实际利率计算

半年期实际利率 $i_{\text{eff 半}} = (1 + 8\% / 4)^2 - 1 = 4.04\%$

$F = 1000(F/A, 4.04\%, 2 \times 5) = 1000 \times 12.029 = 12029$ 元

解法 2：按计息周期利率，且把每一次收付看作一次支付来计算

$F = 1000(1 + 8\% / 4)^{18} + 1000(1 + 8\% / 4)^{16} + \dots + 1000 = 12028.4$ 元

解法 3：按计息周期利率，且把每一次收付变为等值的计息周期末的等额年金来计算

$A = 1000(A/F, 2\%, 2) = 495$ 元

$F = 495(F/A, 2\%, 20) = 12028.5$ 元

7. 其他

【例 8】：见教材 P.40 的例 2-20 或随机举例说明。

【例 9】：见教材 P.41 的例 2-21 或随机举例说明。

第三章 建设项目资金筹措与资本成本

在市场经济条件下，如何广开资金来源渠道，并且使筹措的资金、币种及投入时序与项目建设进度和投资使用计划相匹配，确保项目建设和运营顺利进行，是工程项目决策时必须专门考虑的问题。

本章要求

- (1) 熟悉建设项目资金总额的构成；
- (2) 熟悉项目资本金融通和项目债务筹资；
- (3) 了解项目融资及其主要模式；
- (4) 掌握不同来源渠道资金的资金成本计算（普通股票的资本成本仅限了解）；
- (5) 掌握加权平均资本成本计算。

本章重点

- (1) 不同类型建设项目主要的资金筹措渠道
- (2) 股票、债券筹资的优缺点
- (3) 项目融资的概念
- (4) 资本成本的概念和计算

本章难点

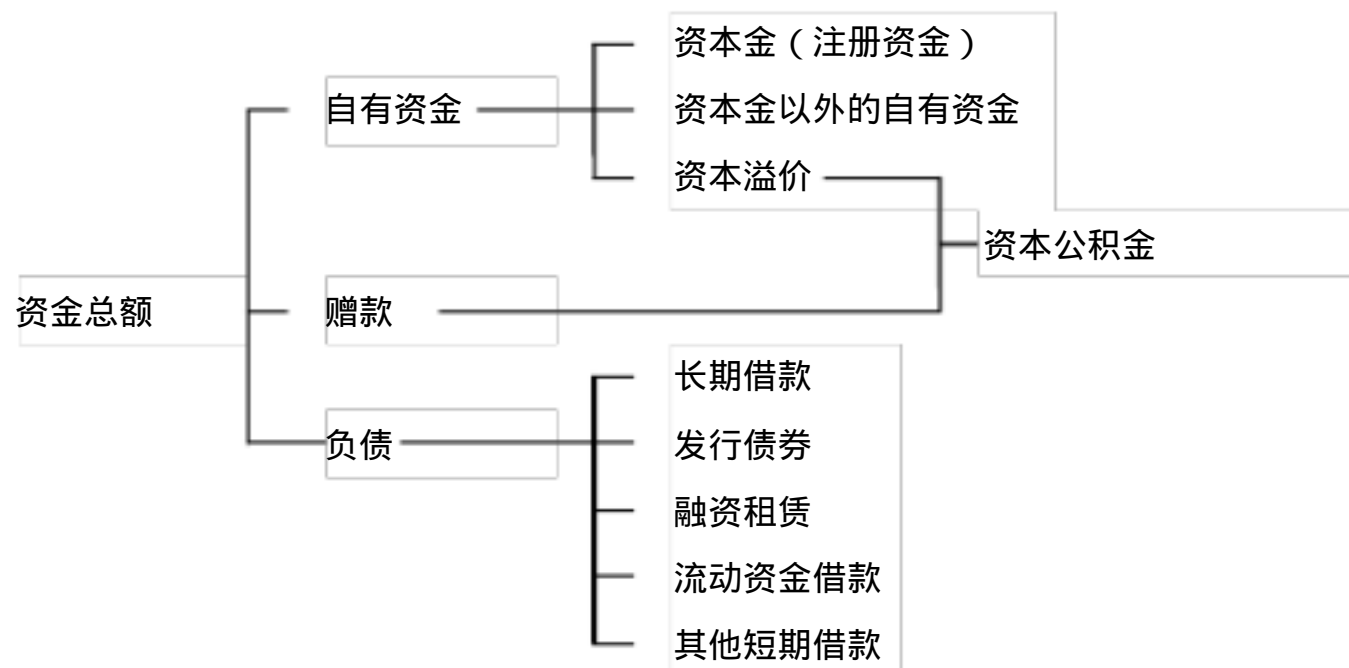
- (1) 不同类型建设项目主要的资金筹措渠道
- (2) 资本成本的概念和计算

§ 1 建设项目资金总额的构成

按不同投资主体的投资范围和项目的特点，可将建设项目分为：

- 公益性项目：由政府拨款建设
- 基础性项目：由政府投资主体承担
- 竞争性项目：企业为基本的投资主体，主要向市场融资。

建设项目资金总额的构成如下：



§ 2 建设项目资金的筹措

一、项目资本金的筹措

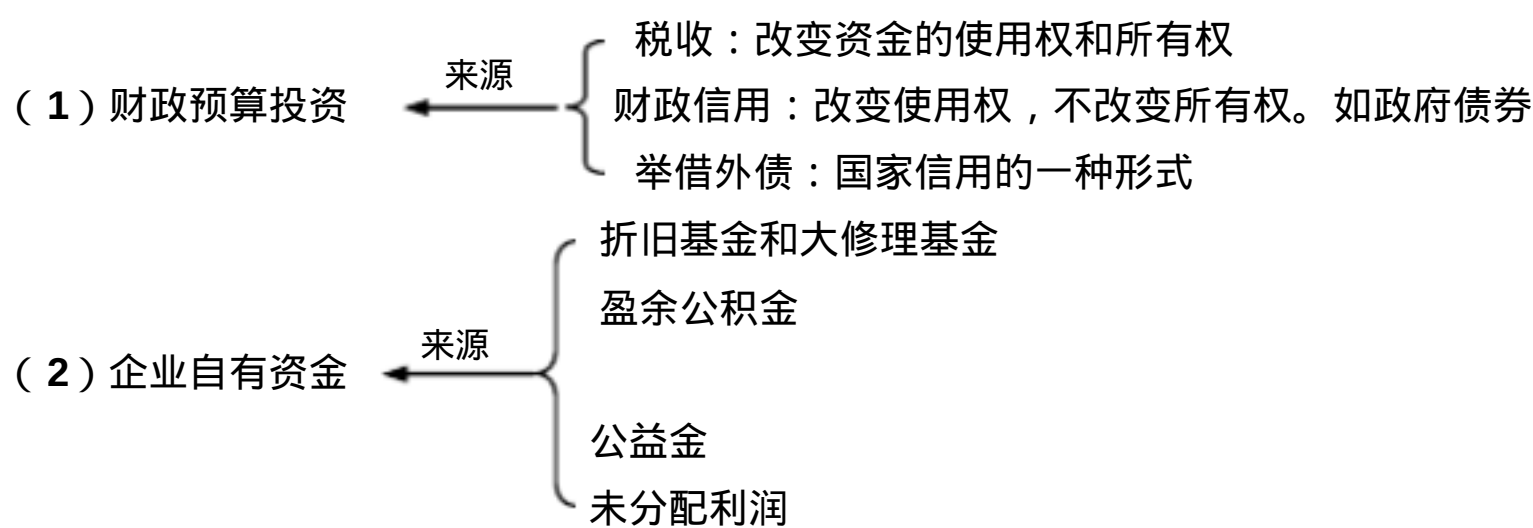
1. 资本金概述

(1) 含义：指投资项目总投资中必须包含一定比例的、由出资方实缴的资金。除了主要由中央和地方政府用财政预算投资建设的公益性项目等部分特殊项目外，大部分投资项目都应实行资本金制度。

(2) 形式：实物、货币、无形资产。对于后者，必须经过有资格的评估机构依照法律法规评估作价。以工业产权、非专利技术作价出资的比例不得超过资本金总额的 20%，但国家对采用高新技术成果有特别规定的除外。

(3) 内容：国家~、法人~、个人~、外商~等。

2. 筹措渠道

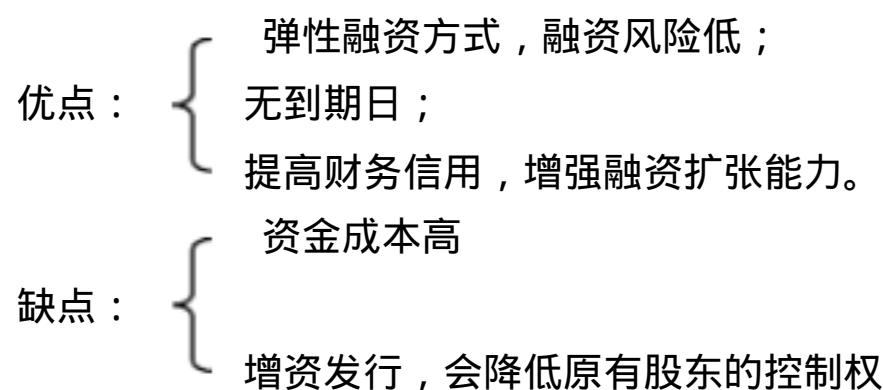


(3) 发行股票

1) 股票的含义

2) 股票的种类：普通股、优先股。

3) 发行股票筹资的优缺点



(4) 吸收国外直接投资

合资经营、合作经营、合作开发、外资独营。 (注意介绍 合资 和合作 经营的区别)

(5) 吸收国外其他投资

“三来一补”：来料加工、来件装配、来样定制、补偿贸易。

3. 项目资本金筹集应注意的问题

(1) 确定项目资本金的具体来源渠道。

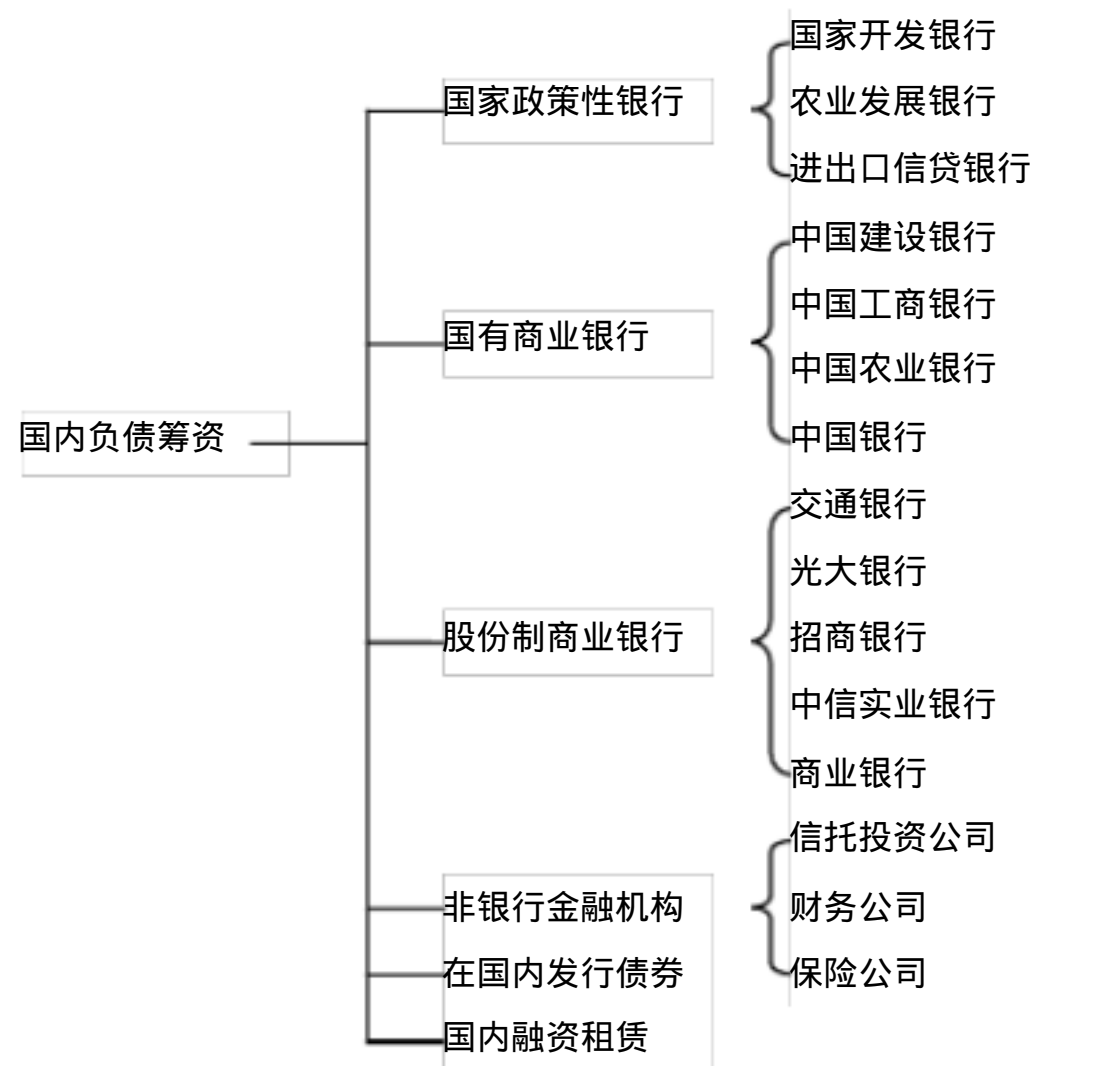
(2) 根据资本金额度拟定项目的投资额。

(3) 合理掌握资本金投入比例。 (不宜过多的投入资本金)

(4) 合理安排资本金到位的时间。 (根据实施进度进行安排)

二、负债筹资

1. 国内来源渠道



（1）国内银行借款 （介绍我国的银行体系）

银行体系 { 央行——中国人民银行
政策性银行——国家开发银行、中国农业发展银行、国家进出口信贷银行
商业性银行——建行、工行、农行、中行、交行、招商行、光大银行等

签订贷款合同时，一般会对贷款期、提款期、宽限期和还款期做出明确规定：

- 1) 贷款期：贷款合同生效日 → 最后一笔贷款本金和利息还清日
- 2) 提款期：贷款合同生效日 → 合同规定的最后一笔贷款本金提取日
- 3) 宽限期：贷款合同生效日 → 合同规定的第一笔贷款本金归还日
- 4) 还款期：合同规定的第一笔贷款本金归还日 → 贷款本金和利息全部还清日

（2）发行债券

1) 债券的含义

2) 债券的种类：国家、地方政府、企业、金融债券。

3) 发行债券筹资的优缺点

优点： { 支出固定
企业控制权不变
少纳所得税
若全部资金收益率大于利息率，该方式可提高股东收益率

缺点： { 支出固定
提高负债比率，降低财务信用
限制性条件较多

（3）设备租赁 （注意介绍以下两种租赁方式的不同）

1) 融资性租赁：

2) 经营性（或服务性）租赁

2. 借用国外资金

根据教材的有关内容做解释说明。

三、项目融资

1. 概念：有广义和狭义之分。广义的概念包括前面介绍的；狭义的概念是指通过项目来融资，即仅以项目的资产、收益作抵押来融资。

举例来进一步解释项目融资的狭义概念。

【例】：某自来水公司现拥有 A、B 两个自来水厂。为了增建 C 厂，决定从金融市场上筹集资金。

方案 1：贷款用于建设新厂 C，而归还贷款的款项来源于 A、B、C 三个水厂的收益。如果新厂 C 建设失败，该公司把原来的 A、B 三个水厂的收益作为偿债的担保。这时，贷款方对公司有完全追索权。

方案 2：借来的钱建 C 厂，还款的资金仅限于 C 厂建成后的水费和其他收入。如果新项目失败，贷方只能从清理 C 厂的资产中收回一部分，除此之外，不能要求自来水公司从别的资金来源，包括 A、B 两个厂的收入归还贷款，这称为贷方对自来水公司无追索权。

方案 3：在签订贷款协议时，只要求自来水公司把特定的一部分资产作为贷款担保，这里称贷款方对自来水公司有有限追索权。

方案 2 和方案 3 称为项目融资。

2. 特点

- (1) 至少有项目发起方、项目公司、贷款方三方参与；
- (2) 项目发起方以股东身份组建项目公司，该项目公司为独立法人；
- (3) 以项目本身的经济强度作为衡量偿债能力大小的依据。

3. 适用范围

- (1) 资源开发类项目：如石油、天然气、煤炭、铀等开发项目；
- (2) 基础设施；
- (3) 制造业，如飞机、大型轮船制造等。

4. 限制

- (1) 程序复杂，参加者众多，合作谈判成本高；
- (2) 政府的控制较严格；
- (3) 增加项目最终用户的负担；
- (4) 项目风险增加融资成本。

5. 主要模式

- (1) 以“产品支付”为基础的项目融资模式

“产品支付 (Production Payment)”是在石油、天然气和矿产品项目中常使用的无追索权或有限追索权的融资方式，产品支付只是产权的转移，而非产品本身的转移。

- (2) BOT项目融资方式

BOT是 Build-Operate-Transfer 的缩写，即建设 - 经营 - 移交。

- (3) TOT项目融资方式

TOT是 Transfer-Operate-Transfer 的缩写，即移交 - 经营 - 移交。

- (4) ABS项目融资模式

ABS是英文 Asset-Backed Securitization 的缩写，即资产支持型资产证券化，简称资产证券化。资产证券化是指将缺乏流动性，但能够产生可预见的、稳定的现金流量的资产归集起来，通过一定的结构安排，对资产中风险与收益要素进行分离与重组，进而转换为在金融市场上可以出售和流通的证券的过程。

§ 3 资本成本 (cost of capital) [是筹资决策考虑的关键问题]

一、资本成本概述

1. 概念：为筹集和使用资金而付出的代价。包括筹集成本 (F) 和使用成本 (D)
2. 计算原理：资金成本一般用相对数表示，称之为资金成本率。其一般计算公式为：

$$K = \frac{D}{P - F} = \frac{D}{P(1 - f)}, \quad \text{其中 } P \text{—筹集资金总额, } f \text{—筹集费率。}$$

3. 作用：
 - (1) 是选择资金来源，拟定筹资方案的主要依据；
 - (2) 是评价项目可行性的主要经济标准；
 - (3) 可作为评价企业财务经营成果的依据。

二、不同来源资金的资金成本

(一) 债务资本成本

债务资本成本 (k) 可通过下式求出：

$$P_0 = C_0 + \frac{C_1}{(1+k)} + \frac{C_2}{(1+k)^2} + \cdots + \frac{C_n}{(1+k)^n}$$

式中：P₀—在 t=0 时筹集到的借款；

C₀—在 t=0 时筹资的费用支出，C₀=P₀·f，其中 f 为筹集费率；

C_t—在 t 时的税后现金流出，其中 t=0,1,2,, n。

1. 银行及金融机构借款的资本成本 (k₁)

$$k_1 = \frac{I(1 - T_e)}{P - F} = \frac{P \cdot i(1 - T_e)}{P(1 - f)} = \frac{i(1 - T_e)}{(1 - f)},$$

其中：I 为年利息，i 为借款年实际利率，T_e 为实际所得税率。

【例】：教材 P.57 的例 3-1 或随机举例说明

2. 债券的资本成本 (k_b)

发行债券按发行价格的不同可分为三种方式：等价发行、溢价发行和折价发行。

这里解释一下当采用溢价或折价发行时，债券的近似税后成本：

设 F—债券的票面价值，P₀—债券发售时的实际价格，N—债券期限；

$$\text{则 年摊还额 } A_t = \frac{1}{N} \cdot (F - P_0) \left\{ \begin{array}{l} \text{若折价, } F > P_0, \text{ 表示有额外支出} \\ \text{若溢价, } F < P_0, \text{ 表示有额外收入} \end{array} \right.$$

又设 I_t—按实际利率定期支付的债息

$$\text{则 债券的近似税后成本可表示为: } k_b = \frac{[I_t + (F - P_0)/N] \cdot (1 - T_e)}{P_0(1 - f)}$$

【例】：教材 P.58 的例 3-2 或随机举例说明

(二) 股票的资本成本

1. 优先股的资本成本 (k_p)

设 D_p —支付的优先股股息, P_0 —发行优先股票的价格, i —优先股票的固定股息率

$$\text{则 } k_p = \frac{D_p}{P_0(1-f)} = \frac{P_0 \cdot i}{P_0(1-f)} = \frac{i}{(1-f)}$$

2. 普通股的资本成本 (k_c)——只简单介绍

股息价值模型 (dividend valuation model)

假设条件: $\begin{cases} \text{投资者不是投机者} \\ \text{未来的股息保持不变} \\ \text{不考虑股东本身的纳税负担} \end{cases}$

设 P_0 —买卖股票的现价, D_t —未来的股息, D_0 —在 $t=0$ 时发行股票的费用支出 ($D_0=P_0 \cdot f$)

$$\text{则 } P_0 = D_0 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_t}{(1+k_c)^t} \quad \text{令 } D_1 = D_2 = \dots = D_t = D, \text{ 代入上式求得 } k_c = \frac{D}{P_0(1-f)}$$

资本资产定价模型

$$K_c = R_f + \beta(R_m - R_f)$$

式中: R_f 为无风险报酬率; R_m 为平均风险股票必要报酬率; β 为股票的风险校正系数。

【例】某一期证券市场无风险报酬率为 11%, 平均风险股票必要报酬率为 15%, 某一份公司普通股 β 值为 1.15, 试计算该普通股的资金成本。

$$\text{解: } K_c = R_f + \beta(R_m - R_f) = 11\% + 1.15 \times (15\% - 11\%) = 15.6\%$$

(三) 保留盈余的资本成本 (仅介绍思路)

因为, 企业所保留的盈利属于股东所有, 同时还存在一个机会成本的原因, 这说明使用保留盈余是需要付出代价的, 即保留盈余存在资本成本。

三、加权平均资本成本 (综合资本成本)

$$K = \sum_{i=1}^n w_i \cdot k_i$$

其中, w_i —第 i 种来源资金的权重, 即第 i 种来源资金所占的百分比;

k_i —第 i 种来源资金的资本成本。

【例】:(随机举例说明)

第四章 经济效果评价指标与方法

在对项目进行技术经济分析时，经济效果评价是项目评价的核心内容，为了确保投资决策的科学性和正确性，研究经济效果评价方法是十分必要的。为分析问题方便起见，本章假定项目的风险为零，即不存在不确定因素，方案评价时能得到完全信息。

本章要求

- (1) 熟悉静态、动态经济效果评价指标的含义、特点；
- (2) 掌握静态、动态经济效果评价指标计算方法和评价准则；
- (3) 掌握不同类型投资方案适用的评价指标和方法。

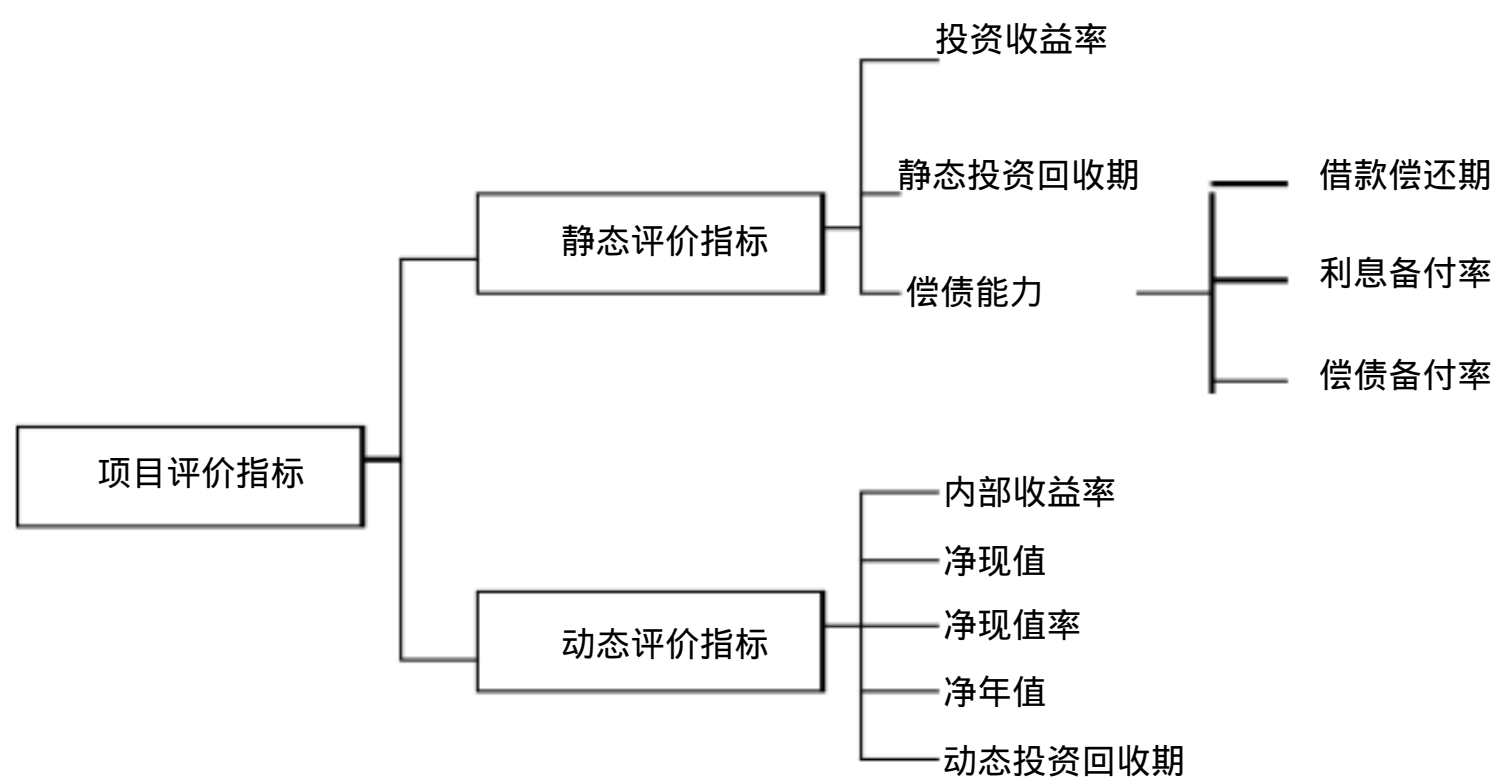
本章重点

- (1) 投资回收期的概念和计算
- (2) 净现值和净年值的概念和计算
- (3) 基准收益率的概念和确定
- (4) 净现值与收益率的关系
- (5) 内部收益率的含义和计算
- (6) 借款偿还期的概念和计算
- (7) 利息备付率和偿债备付率的含义和计算
- (8) 互斥方案的经济评价方法

本章难点

- (1) 净现值与收益率的关系
- (2) 内部收益率的含义和计算
- (3) 互斥方案的经济评价方法

§ 1 经济效果评价指标



经济效果评价指标体系
(注意说明静态和动态指标的适用条件)

一、静态评价指标

(一) 盈利能力分析指标

1. 投资回收期 (P_t): 用项目各年的净收益来回收全部投资所需要的期限

原理公式:
$$\sum_{t=0}^{P_t} (CI - CO) = 0$$

实用公式: 静态投资回收期可根据项目现金流量表计算, 其具体计算分以下两种情况:

(1) 项目建成投产后各年的净收益均相同时, 计算公式如下:

$$P_t = \frac{I}{A}$$

式中: I 为项目投入的全部资金; A 为每年的净现金流量, 即 $A = (CI - CO)_t$ 。

(2) 项目建成投产后各年的净收益不相同, 计算公式为:

$$P_t = \text{累计净现金流量开始出现正值的年份数} - 1 + \frac{\text{上年累计净现金流量的绝对值}}{\text{当年的净现金流量}}$$

评价准则: $P_t \leq P_c$, 可行; 反之, 不可行。

特点: 概念清晰, 简便, 能反映项目的风险大小, 但舍弃了回收期以后的经济数据。

【例】: 教材 P.67 的例 4-1 或随机举例说明

2. 投资收益率 (E): 项目在正常生产年份的净收益与投资总额的比值

计算公式:
$$E = \frac{NB}{K} \times 100\%$$

(1) 当 K 为总投资, NB 为正常年份的利润总额, 则 E 称为 **投资利润率**;

(2) 当 K 为总投资, NB 为正常年份的利税总额, 则 E 称为 **投资利税率**。

评价准则: $E \geq E_c$, 可行; 反之, 不可行。

特点: 舍弃了更多的项目寿命期内的经济数据。

【例】: 教材 P.68 的例 4-2 或随机举例说明

(二) 清偿能力分析指标

1. 财务状况指标 (该部分概要介绍): 资产负债率、流动比率、速动比率

2. 建设投资国内借款偿还期 (P_d)

原理公式:
$$I_d = \sum_{t=0}^{P_d} R_t$$

上式中: I_d —固定资产投资国内借款本金和建设期利息

R_t —可用于还款的资金, 包括税后利润、折旧、摊销及其他还款额

在实际工作中, 借款偿还期可直接根据资金来源与运用表或借款偿还计划表推算, 其具体推算公式如下:

$$P_d = (\text{借款偿还后出现盈余的年份数} - 1) + \frac{\text{当年应偿还借款额}}{\text{当年可用于还款的资金额}}$$

借款偿还期指标适用于那些计算最大偿还能力，尽快还款的项目，不适用于那些预先给定借款偿还期的项目。对于预先给定借款偿还期的项目，应采用利息备付率和偿债备付率指标分析项目的偿债能力。

评价准则：满足贷款机构的要求时，可行；反之，不可行。

3. 利息备付率

利息备付率也称已获利息倍数，指项目在借款偿还期内各年可用于支付利息的税息前利润与当期应付利息费用的比值。其计算式为：

$$\text{利息备付率} = \frac{\text{税息前利润}}{\text{当期应付利息费用}}$$

式中：税息前利润 = 利润总额 + 计入总成本费用的利息费用

当期应付利息：指计入总成本费用的全部利息。

评价准则：利息备付率应当大于 2。否则，表示项目的付息能力保障程度不足。

4. 偿债备付率

偿债备付率指项目在借款偿还期内，各年可用于还本付息的资金与当期应还本付息金额的比值。其计算式为：

$$\text{偿债备付率} = \frac{\text{可用于还本付息资金}}{\text{当期应还本付息金额}}$$

式中：可用于还本付息资金：包括可用于还款的折旧和摊销，成本中列支的利息费用，可用于还款的税后利润等；

当期应还本付息金额：包括当期应还贷款本金额及计入成本的利息。

评价准则：正常情况应当大于 1，且越高越好。当指标小于 1 时，表示当年资金来源不足以偿付当期债务，需要通过短期借款偿付已到期债务。

二、动态评价指标

它不仅考虑了资金的时间价值，而且考虑了项目在整个寿命期内的全部经济数据，因此比静态指标更全面、更科学。

1. 净现值 (NPV —— Net Present Value)

(1) 计算公式和评价准则

$$\text{计算公式：} \quad NPV = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t}$$

评价准则：对单方案， $NPV \geq 0$ ，可行；多方案比选时， NPV 越大的方案相对越优。

【例】：教材 P.69 的例 4-3 或随机举例说明

(2) 几个需要说明的问题

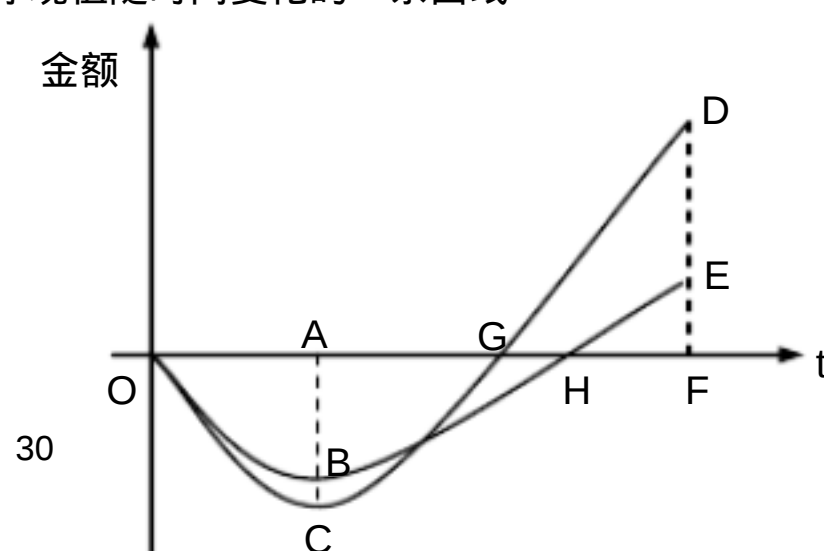
累计净现值曲线：反映项目逐年累计净现值随时间变化的一条曲线

AC — 总投资额

AB — 总投资现值

DF — 累计净现金流量 (期末)

EF — 净现值



OG—静态投资回收期

OH—动态投资回收期

基准折现率：是投资者对资金时间价值的最低期望值

影响因素：

- a. 加权平均资本成本
 - b. 投资的机会成本
 - c. 风险贴补率（风险报酬率）：用 r_2 表示
 - d. 通货膨胀率：用 r_3 表示
- } 取两者中的最大的一个作为 r_1

确定：

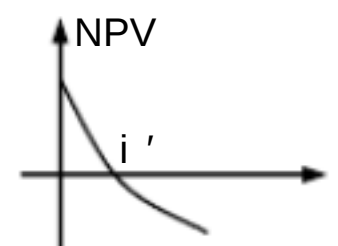
- a. 当按时价计算项目收支时， $i_c = (1+r_1)(1+r_2)(1+r_3) - 1 \approx r_1 + r_2 + r_3$
- b. 当按不变价格计算项目收支时， $i_c = (1+r_1)(1+r_2) - 1 \approx r_1 + r_2$

正确确定基准收益率，其基础是资金成本、机会成本，而投资风险、通货膨胀和资金限制也是必须考虑的影响因素。

NPV 与 i 的关系（对常规现金流量）

用例子说明

- a. $i \rightarrow NPV$ ，故 i_c 定的越高，可接受的方案越少；
- b. 当 $i=i'$ 时， $NPV=0$ ；当 $i<i'$ 时， $NPV>0$ ；当 $i>i'$ 时， $NPV<0$ 。



净现值最大准则与最佳经济规模

最佳经济规模就是盈利总和最大的投资规模。考虑到资金的时间价值，也就是净现值最大的投资规模。所以，最佳经济规模可以通过净现值最大准则来选择。

净现值指标的不足之处：

- a. 必须先确定一个符合经济现实的基准收益率，而基准收益率的确定往往是比较复杂；
- b. 在互斥方案评价时，净现值必须慎重考虑互斥方案的寿命，如果互斥方案寿命不等，必须构造一个相同的研究期，才能进行各个方案之间的比选；
- c. 净现值不能反映项目投资中单位投资的使用效率，不能直接说明在项目运营期间各年的经营成果。

2. 净现值指数（NPVI）或净现值率（NPVR——Net Present Value Rate）

$$NPVI = \frac{NPV}{K_P} = \frac{NPV}{\sum_{t=0}^n K_t (1+i_c)^{-t}}$$

【例】：教材 P.70 的例 4-4 或随机举例说明

3. 净年值（NAV——Net Annual Value）

计算公式： $NAV = NPV \cdot (A/P, i_c, n)$

评价准则：对单方案， $NAV \geq 0$ ，可行；多方案比选时， NAV 越大的方案相对越优。

说明：NAV 与 NPV 的评价是等效的，但在处理某些问题时（如寿命期不同的多方案比选），用 NAV 就简便得多。

4. 动态投资回收期 (P_t')

原理公式：
$$\sum_{t=0}^{P_t'} (CI - CO)(1+i_c)^t = 0$$

实用公式：

$$P_t' = \text{累计净现值开始出现正值的年份数} - 1 + \frac{\text{上年累计净现值的绝对值}}{\text{当年的净现值}}$$

评价准则： $P_t' \leq P_c'$ ，可行；反之，不可行。

【例】：教材 P.78的例 4-12 或随机举例说明

5. 内部收益率 (IRR —— Internal Rate of Return)：净现值等于零时的收益率

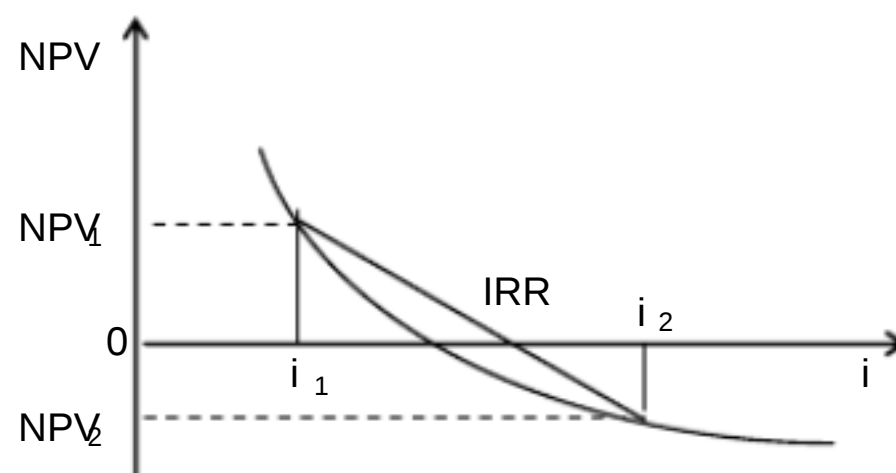
原理公式：
$$\sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + IRR)^t = 0$$
，解出 IRR

评价准则： $IRR \geq i_c$ ，可行；反之，不可行。

(1) IRR 的经济涵义 (通过教材 P.76的例 4-10 或随机举例来解释之)

在项目整个计算期内，如果按利率 $i = IRR$ 计算，始终存在未回收投资，且仅在计算期终时，投资才恰被完全收回，那么 i^* 便是项目的内部收益率。这样，内部收益率的经济涵义就是使未回收投资余额及其利息恰好在项目计算期末完全收回的一种利率。

(2) IRR 的计算步骤 (采用“试算法”)：先讲原理 (通过 NPV 与 i 的关系曲线)，再用例子说明



内部收益率线性内插法示意图

初估 IRR 的试算初值；

试算，找出 i_1 和 i_2 及其相对应的 NPV_1 和 NPV_2 ；注意：为保证 IRR 的精度， i_2 与 i_1 之间的差距一般以不超过 2% 为宜，最大不宜超过 5%

用线性内插法计算 IRR 的近似值，公式如下：

$$IRR \approx i' = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 + |NPV_2|} \times (i_2 - i_1)$$

【例】：教材 P.75的例 4-9 或随机举例说明

(3) 关于 IRR 解的讨论

内部收益率方程是一个一元 n 次方程，有 n 个复数根 (包括重根)，故其正数根的个数可能不止一个。借助笛卡儿的符号规则， IRR 的正实数根的个数不会超过净现金流量序列正负号变化的次数。

常规项目：净现金流量序列符号只变化一次的项目。该类项目，只要累计净现金流量大于零，就有唯一解，该解就是项目的 IRR。（前面的例题）

非常规项目：净现金流量序列符号变化多次的项目。该类项目的方程的解可能不止一个，需根据 IRR 的经济涵义检验这些解是否是项目的 IRR。（通过教材 P.77~78 的例题加以说明）

6. 费用评价指标 【只用于多方案比选】

前面介绍了五个指标，每个指标的计算均考虑了现金流入、流出，即采用净现金流量进行计算。实际工作中，在进行多方案比较时，往往会遇到各方案的收入相同或收入难以用货币计量的情况。在此情况下，为简便起见，可省略收入，只计算支出。这就出现了经常使用的两个指标：费用现值和费用年值。

（1）费用现值（PC——Present Cost）

$$\text{计算公式： } PC = \sum_{t=0}^n CO_t (1+i_c)^{-t} + S(1+i_c)^{-n}$$

式中：CO_t—第 t 年的费用支出，取正号；

S—期末（第 n 年末）回收的残值，取负号。

评价准则：PC 越小，方案越优

【例】：教材 P.73 的例 4-7 或随机举例说明

（2）费用年值（AC——Annual Cost）

$$\text{计算公式： } AC = PC \cdot (A/P, i_c, n)$$

评价准则：AC 越小，方案越优

【例】：教材 P.74 的例 4-8 或随机举例说明

§ 2 方案类型与评价方法

一、方案类型

1. 独立方案：各方案间不具有排他性，在一组备选的投资方案中，采纳某一方案并不影响其他方案的采纳。

2. 互斥方案：各方案间是相互排斥的，采纳某一方案就不能再采纳其他方案。按服务寿命长短不同，投资方案可分为：

相同服务寿命的方案，即参与对比或评价方案的服务寿命均相同；

不同服务寿命的方案，即参与对比或评价方案的服务寿命均不相同；

无限寿命的方案，在工程建设中永久性工程即可视为无限寿命的工程，如大型水坝、运河工程等。

3. 相关方案：在一组备选方案中，若采纳或放弃某一方案，会影响其他方案的现金流量；或者采纳或放弃某一方案会影响其他方案的采纳或放弃；或者采纳某一方案必须以先采纳其他方案为前提等等。

二、独立方案的经济效果评价方法

独立方案的采纳与否，只取决于方案自身的经济效果，因此独立方案的评价与单一方案

的评价方法相同。只要资金充裕，凡是能通过自身效果检验（绝对效果检验）的方案都可采纳。常用的方法有：

1. 净现值法
2. 净年值法
3. 内部收益率法

【例】：以上方法均可用教材 P.79 的例 4-13 或随机举例加以说明，这些方法的评价结论完全一致。

三、互斥方案的经济效果评价

该类型方案的经济效果评价包括：

- 绝对效果检验：考察备选方案中各方案自身的经济效果是否满足评价准则的要求
- 相对效果检验：考察备选方案中哪个方案相对最优

该类型方案经济效果评价的特点是要进行多方案比选，故应遵循方案间的可比性。

为了遵循可比性原则，下面分方案寿命期相等、方案寿命期不等和无限寿命三种情况讨论互斥方案的经济效果评价。

（一）寿命相等的互斥方案经济效果评价

1. 净现值法与净年值法

（1）操作步骤

绝对效果检验：计算各方案的 NPV 或 NAV，并加以检验；

相对效果检验：计算通过绝对效果检验的两两方案的 NPV 或 NAV；

选最优方案：相对效果检验最后保留的方案为最优方案。

【例】：教材 P.80 的例 4-14 或随机举例说明

（2）判别准则

通过上面的例题分析，为简化起见，可用下面的判别准则进行方案选优。

- NPV_i ≥ 0 且 max (NPV_i) 所对应的方案为最优方案
- NAV_i ≥ 0 且 max (NAV_i) 所对应的方案为最优方案

2. 费用现值法与费用年值法

判别准则：

- min (PC_i) 所对应的方案为最优方案
- min (AC_i) 所对应的方案为最优方案

【例】：

设备型号	初始投资（万元）	年运营费（万元）	残值（万元）	寿命（年）
A	20	2	3	5
B	30	1	5	5

设折现率为 10%，应选哪种设备？

解：PC_A = 20 + 2(P/A, 10%, 5) - 3(P/F, 10%, 5) = 25.72 万元

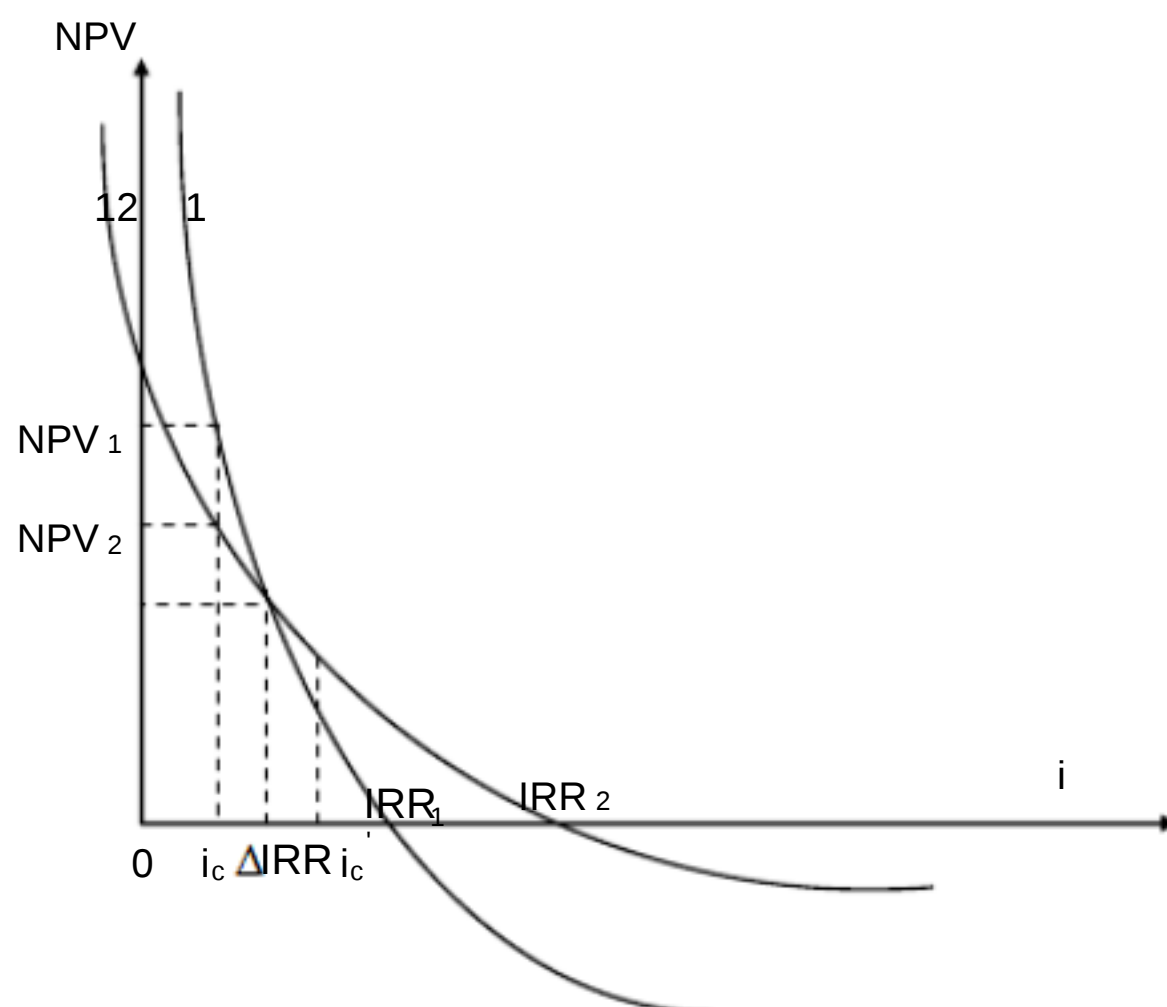
PC_B = 30 + 1(P/A, 10%, 5) - 5(P/F, 10%, 5) = 30.69 万元

PC_A < PC_B，应选 A 设备

3. 差额内部收益率法

首先通过教材 P.81 的例 4-16 或随机举例，说明互斥方案的比选不能直接用内部收益率来对比，必须把绝对效果评价和相对效果评价结合起来进行。具体操作步骤如下：

- (1) 将方案按投资额由小到大排序；
- (2) 进行绝对效果评价：计算各方案的 IRR (或 NPV 或 NAV), 淘汰 $IRR < i_c$ (或 $NPV < 0$ 或 $NAV < 0$) 的方案，保留通过绝对效果检验的方案；
- (3) 进行相对效果评价：依次计算第二步保留方案间的 IRR。若 $IRR > i_c$ ，则保留投资额大的方案；反之，则保留投资额小的方案。直到最后一个被保留的方案即为最优方案。
(有关示意图见下图)



【例】：教材 P.82的例 4-17 或随机举例说明

说明：对于仅有费用现金流量的互斥方案比选也可用差额内部收益率法，如教材 P.83 的例 4-18。这时无非是把增额投资所导致的对其他费用的节约看成是增额收益。

【例】：教材 P.83的例 4-18 或随机举例说明

4. 差额投资回收期法

原理同 3，具体操作步骤如下：

- (1) 将方案按投资额由小到大排序；
- (2) 进行绝对效果评价：计算各方案的 P_t' ，淘汰 $P_t' \leq P_c'$ 的方案，保留通过绝对效果检验的方案；
- (3) 进行相对效果评价：依次计算第二步保留方案间的 P_t' 。若 $P_t' < P_c'$ ，则保留投资额大的方案；反之，则保留投资额小的方案。直到最后一个被保留的方案即为最优方案。

【例】：教材 P.83的例 4-19 或随机举例说明

(二) 寿命不等的互斥方案经济效果评价

1. 年值法——这是最适宜的方法

由于寿命不等的互斥方案在时间上不具备可比性，因此为使方案有可比性，通常宜采用年值法（净年值或费用年值）。

判别准则：

$$\begin{cases} NAV_i \geq 0 \text{ 且 } \max (NAV_i) \text{ 所对应的方案为最优方案} \\ \min (AC_i) \text{ 所对应的方案为最优方案【当仅需计算费用时，可用之】} \end{cases}$$

【例】：教材 P.85的例 4-21

2. 现值法

若采用现值法（净现值或费用现值），则需对各备选方案的寿命期做统一处理（即设定一个共同的分析期），使方案满足可比性的要求。处理的方法通常有两种：

最小公倍数法（重复方案法）：取各备选方案寿命期的最小公倍数作为方案比选时共同的分析期，即将寿命期短于最小公倍数的方案按原方案重复实施，直到其寿命期等于最小公倍数为止。（举例说明）

分析期法：根据对未来市场状况和技术发展前景的预测直接取一个合适的共同分析期。一般情况下，取备选方案中最短的寿命期作为共同分析期。这就需要采用适当的方法来估算寿命期长于共同分析期的方案在共同分析期末回收的资产余值。（举例说明）

判别准则：
$$\begin{cases} NPV_i \geq 0 \text{ 且 } \max(NPV_i) \text{ 所对应的方案为最优方案} \\ \min(PC_i) \text{ 所对应的方案为最优方案【当仅需计算费用时，可用之】} \end{cases}$$

【例】：教材 P.84的例 4-20 或随机举例说明

（三）无限寿命的互斥方案经济效果评价

1. 现值法（注意此时 $P = \frac{A}{i}$ ）

判别准则：
$$\begin{cases} NPV_i \geq 0 \text{ 且 } \max(NPV_i) \text{ 所对应的方案为最优方案} \\ \min(PC_i) \text{ 所对应的方案为最优方案【当仅需计算费用时，可用之】} \end{cases}$$

【例】：教材 P.86的例 4-22 或随机举例说明

2. 年值法（注意此时 $P = A/i$ ）

判别准则：
$$\begin{cases} NAV_i \geq 0 \text{ 且 } \max(NAV_i) \text{ 所对应的方案为最优方案} \\ \min(AC_i) \text{ 所对应的方案为最优方案【当仅需计算费用时，可用之】} \end{cases}$$

【例】：教材 P.87的例 4-23 或随机举例说明

四、相关方案的经济效果评价

（一）现金流量相关型方案的选择

应先用“互斥方案组合法”将各方案组合成互斥方案，计算各互斥方案的现金流量，然后再按互斥方案的评价方法进行比选。

【例】：教材 P.88的例 4-24 或随机举例说明

（二）资金有限相关型方案的选择

这是针对独立方案来讲的，由于资金有限，不可能把通过绝对效果检验的方案都选，所以只能选其中一些可行方案，从而使这些独立方案之间具有了相关性。

1. 净现值指数排序法

按 NPVI 由大到小排序，然后根据资金限额依次选择方案。这种方法简便易行，但不能保证限额资金的充分利用。

【例】：教材 P.89的例 4-25 或随机举例说明

2. 互斥方案组合法

通过教材 P.90 的例 4-26 或随机举例来说明该法的操作步骤：

- (1) 对备选的 m 个独立方案，列出全部相互排斥的组合方案，共 $(2^m - 1)$ 个；
- (2) 初选方案。准则：（投资额） $I_i \leq$ 资金限额，保留；反之，淘汰；
- (3) 选优。对第二步保留的方案运用互斥方案的评价方法进行选优。

（三）从属型方案的选择

采用“ 互斥方案组合法 ” 进行选优。通过教材 P.91 的例 4-27 或随机举例来说明。

第五章 不确定性分析

在前面介绍第四章内容时，我们有一个重要的假设前提，即不存在不确定因素，方案评价时能得到完全信息。但是，未来实际发生的情况与事先的估算、预测很可能有相当大的出入。为了提高经济评价的准确度和可信度，尽量避免和减少投资决策的失误，有必要对投资方案做不确定性分析，为投资决策提供客观、科学的依据。

本章要求

- (1) 了解不确定性分析的目的和意义；
- (2) 掌握盈亏平衡分析方法；
- (3) 掌握敏感性分析方法和步骤；
- (4) 熟悉概率分析方法。

本章重点

- (1) 线性盈亏平衡分析
- (2) 互斥方案的盈亏平衡分析
- (3) 单因素敏感性分析
- (4) 概率分析方法

本章难点

- (1) 敏感性分析
- (2) 概率分析

§ 1 盈亏平衡分析

一、独立方案的盈亏平衡分析

(一) 线性盈亏平衡分析

设： Q_0 —年设计生产能力， Q —年产量或销量， P —单位产品售价， F —年固定成本， V —单位变动成本， t —单位产品销售税金

则，可建立以下方程：

总收入方程： $TR = P \cdot Q$

总成本支出方程： $TC = F + V \cdot Q + t \cdot Q$

故，利润方程为： $B = TR - TC = (P - V - t) \cdot Q - F$

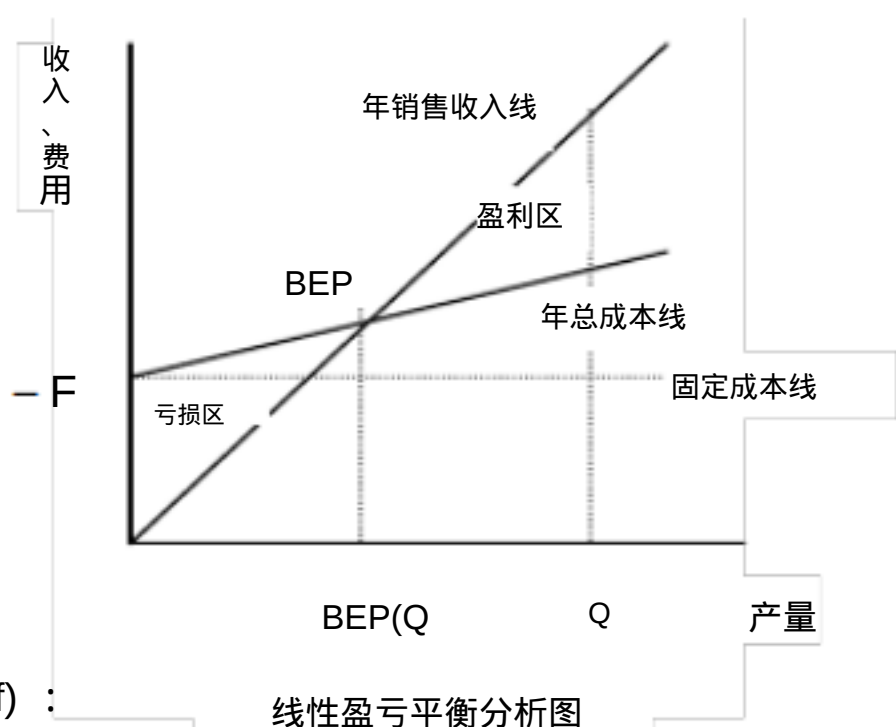
令 $B = 0$ ，解出的 Q 即为 $BEP(Q)$ 。

$$BEP(Q) = \frac{F}{P - V - t}$$

进而解出生产能力利用率的盈亏平衡点

$$BEP(f) = BEP(Q) / Q_0 \times 100\%$$

$BEP(f)$ ：



线性盈亏平衡分析图

经营安全率： $BEP(S) = 1 - BEP(Q)$

注意：平衡点的生产能力利用率一般不应大于 75%；经营安全率一般不应小于 25%。

同理，还可求出其他因素的 BEP。如达到设计生产能力时，产品销售价格的盈亏平衡

点为： $BEP(P) = \frac{F}{Q_0} + V + t$

【例】：教材 P.95的例 5-1 或随机举例说明

（二）非线性盈亏平衡分析

在不完全竞争条件下，销售收入和成本与产（销）量间可能是非线性的关系。非线性盈亏平衡分析的原理同线性盈亏平衡分析，下面通过两道例题加以说明：

【例】：教材 P.95的例 5-2（销售收入是非线性，成本为线性的情况）

【例】：教材 P.96的例 5-3（销售收入是非线性，成本也为非线性的情况）

二、互斥方案的盈亏平衡分析

如有某个共同的不确定性因素影响互斥方案的取舍时，可先求出两两方案的盈亏平衡点（BEP），再根据 BEP 进行取舍。

【例】：（寿命期为共同的不确定性因素）某产品有两种生产方案，方案 A 初始投资为 70 万元，预期年净收益 15 万元；方案 B 初始投资 170 万元，预期年收益 35 万元。该项目产品的市场寿命具有较大的不确定性，如果给定基准折现率为 15%，不考虑期末资产残值，试就项目寿命期分析两方案的临界点。

解：设项目寿命期为 n

$$NPV_A = -70 + 15(P/A, 5\%, n)$$

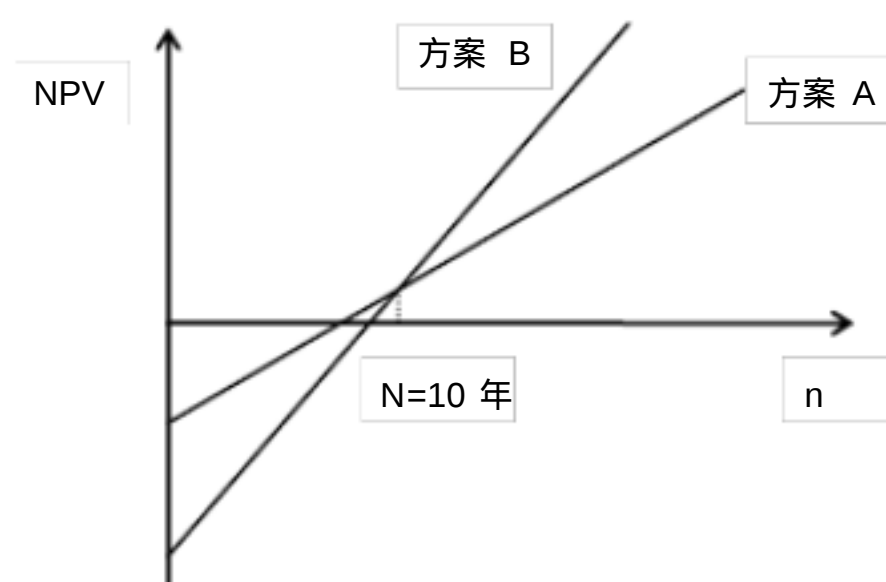
$$NPV_B = -170 + 35(P/A, 5\%, n)$$

当 $NPV_A = NPV_B$ 时，有

$$-70 + 15(P/A, 5\%, n) = -170 + 35(P/A, 5\%, n)$$

$$(P/A, 5\%, n) = 5$$

查复利系数表得 $n \approx 10$ 年。



盈亏平衡图

这就是以项目寿命期为共有变量时方案 A 与方案 B 的盈亏平衡点。由于方案 B 年净收益比较高，项目寿命期延长对方案 B 有利。故可知：如果根据市场预测项目寿命期小于 10 年，应采用方案 A；如果寿命期在 10 年以上，则应采用方案 B。

【例】：教材 P.97的例 5-5（产量为共同的不确定性因素）

§ 2 敏感性分析

一、概述

1. 含义
2. 主要任务

二、单因素敏感性分析

假设某一不确定性因素变化时，其他因素不变，即各因素之间是相互独立的。下面通过例题来说明单因素敏感性分析的具体 **操作步骤**：

- (1) 确定研究对象（选最有代表性的经济效果评价指标，如 IRR、NPV）
- (2) 选取不确定性因素（关键因素，如 R、C、K、n）
- (3) 设定因素的变动范围和变动幅度（如 -20% ~ +20%，10% 变动）
- (4) 计算某个因素变动时对经济效果评价指标的影响

计算敏感度系数并对敏感因素进行排序。敏感度系数的计算公式为：

$$\beta = \Delta A / \Delta F$$

式中， β 为评价指标 A 对于不确定因素 F 的敏感度系数；

A 为不确定因素 F 发生 F 变化率时，评价指标 A 的相应变化率（%）；

F 为不确定因素 F 的变化率（%）。

计算变动因素的临界点。临界点是指项目允许不确定因素向不利方向变化的极限值。超过极限，项目的效益指标将不可行。

- (5) 绘制敏感性分析图，作出分析。

【例】：设某项目基本方案的基本数据估算值如下表所示，试就年销售收入 B、年经营成本 C 和建设投资 I 对内部收益率进行单因素敏感性分析（基准收益率 $i_c=8\%$ ）。

基本方案的基本数据估算表

因素	建设投资 I(万元)	年销售收入 B(万元)	年经营成本 C(万元)	期末残值 L(万元)	寿命 n(年)
估算值	1500	600	250	200	6

解：(1) 计算基本方案的内部收益率 IRR：

$$-I(1+IRR)^{-1} + (B-C) \sum_{t=2}^5 (1+IRR)^{-t} + (B+L-C)(1+IRR)^{-6} = 0$$

$$-1500(1+IRR)^{-1} + 350 \sum_{t=2}^5 (1+IRR)^{-t} + 550(1+IRR)^{-6} = 0$$

采用试算法得：

$$NPV(i=8\%)=31.08 \text{ (万元)} > 0,$$

$$NPV(i=9\%)= -7.92 \text{ (万元)} < 0$$

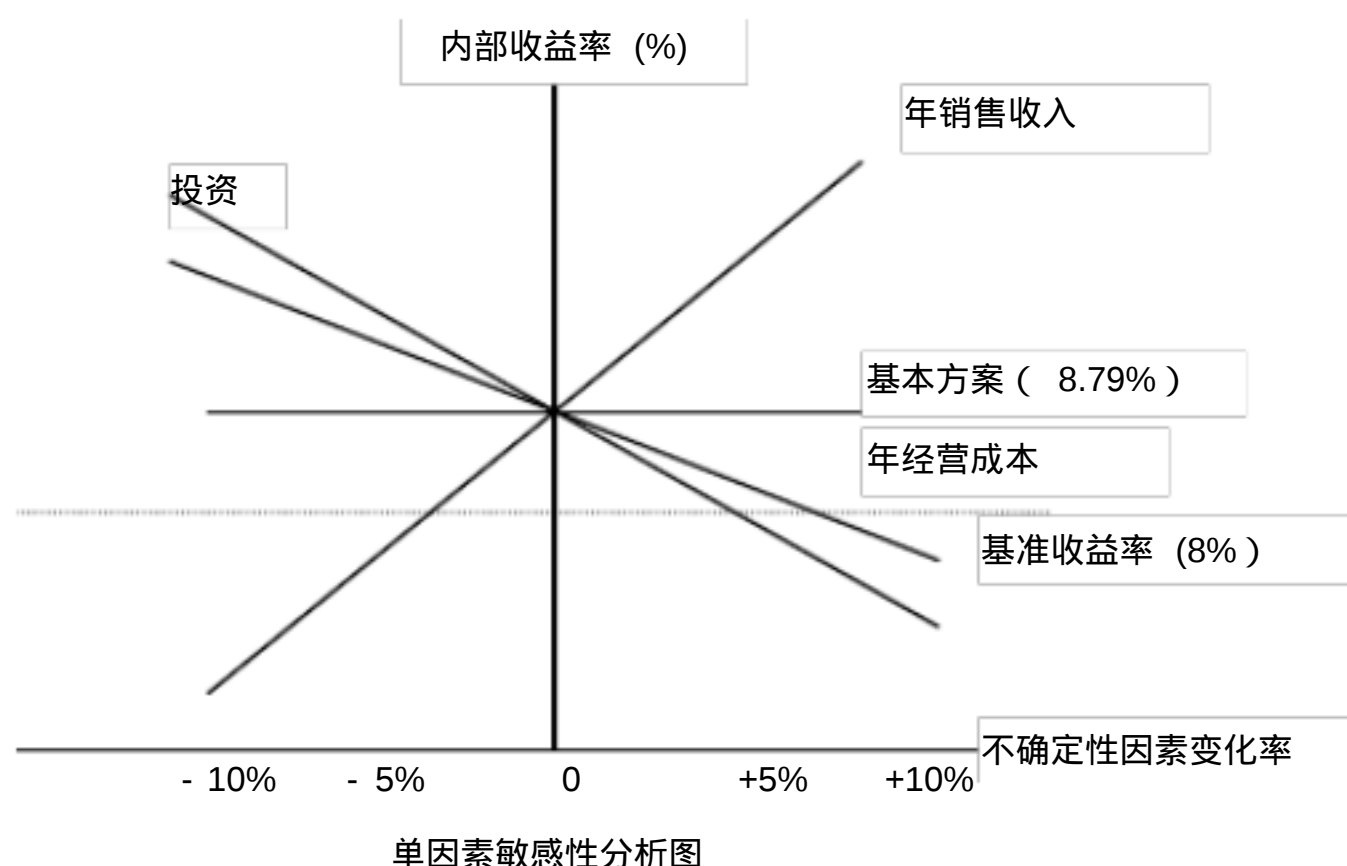
采用线性内插法可求得：

$$IRR = 8\% + \frac{31.08}{31.08 + 7.92} (9\% - 8\%) = 8.79\%$$

- (2) 计算销售收入、经营成本和建设投资变化对内部收益率的影响，结果见下表。

因素变化对内部收益率的影响					
内部收益率 % \ 变化率	-10%	-5%	基本方案	+5%	+10%
不确定因素					
销售收入	3.01	5.94	8.79	11.58	14.30
经营成本	11.12	9.96	8.79	7.61	6.42
建设投资	12.70	10.67	8.79	7.06	5.45

内部收益率的敏感性分析图见下图。



（3）计算方案对各因素的敏感度

平均敏感度的计算公式如下：

$$\beta = \frac{\text{评价指标变化的幅度}(\%) }{\text{不确定性因素变化的幅度}(\%) }$$

$$\text{年销售收入平均敏感度} = \frac{14.30 - 3.01}{20} = 0.56$$

$$\text{年经营成本平均敏感度} = \frac{|6.42 - 11.12|}{20} = 0.24$$

$$\text{建设投资平均敏感度} = \frac{|5.45 - 12.70|}{20} = 0.36$$

三、多因素敏感性分析

1. 最有利—最不利法

【例】：教材 P.99的例 5-7

2. 解析法与作图法结合

【例】：教材 P.100的例 5-8（二元变化，关键因素是初始投资和年收入）

【例】：教材 P.100的例 5-8（三元变化，关键因素是初始投资、年收入和寿命）

说明：敏感性分析的优缺点； Excel 软件在敏感性分析中的应用。

§ 3 概率分析

一、随机参数的概率分布

1. 均匀分布

$$\text{均值: } E[X] = \frac{a+b}{2}$$

$$\text{方差: } D[X] = \frac{(b-a)^2}{12}$$

$\left\{ \begin{array}{l} a \text{ 为参数取值的最小值} \\ b \text{ 为参数取值的最大值} \end{array} \right.$

2. β 分布

对参数作出三种估计值：悲观值 P、最可能值 M、乐观值 O

$$\text{均值: } E[X] = \frac{P+4M+O}{6}$$

$$\text{方差: } D[X] = \left(\frac{O-P}{6} \right)^2$$

3. 正态分布

$$X \sim N(\mu, \sigma^2), \quad E[X] = \mu, \quad D[X] = \sigma^2$$

二、解析法（以净现值作为分析的主要指标）

1. 净现值的期望与方差

设各年的净现金流量为独立同分布随机变量 Y_t ($t=0,1,2,\dots,n$)，则

$$NPV = \sum_{t=0}^n Y_t (1+i_c)^{-t}$$

$$\text{则: } E(NPV) = \sum_{t=0}^n E(Y_t) \cdot (1+i_c)^{-t} \quad [E(k\xi) = kE(\xi)]$$

$$D(NPV) = \sum_{t=0}^n D(Y_t) \cdot (1+i_c)^{-2t} \quad [D(k\xi) = k^2 D(\xi)]$$

$$\sigma(NPV) = \sqrt{D(NPV)} \quad (\text{净现值的方差与净现值是不同的量纲, 用标准差})$$

由中心极限定理, 当 n 很大时, $NPV \sim N(E(NPV), D(NPV))$

$$\text{作标准化处理: } \frac{NPV - E(NPV)}{\sigma(NPV)} \sim N(0, 1)$$

【例】：教材 P.104 的例 5-9

2. 方案的风险分析

【例】：教材 P.105的例 5-10

$$NPV \sim N(11.739, 9.433^2), \text{ 亦即 } \frac{NPV - 11.739}{9.433} \sim N(0, 1)$$

$$(1) P(NPV \geq 0) = 1 - P(NPV < 0) = 1 - \Phi\left(\frac{0 - 11.739}{9.433}\right) = 1 - 1 + \Phi(1.24) = 0.8925$$

【例】：教材 P.106的例 5-11

三、概率树分析

概率树分析的一般步骤是：

- (1) 列出要考虑的各种风险因素，如投资、经营成本、销售价格等；
- (2) 设想各种风险因素可能发生的状态，即确定其数值发生变化个数；
- (3) 分别确定各种状态可能出现的概率，并使可能发生状态概率之和等于 1；
- (4) 分别求出各种风险因素发生变化时，方案净现金流量各状态发生的概率和相应状态下的净现值 $NPV^{(j)}$ ；
- (5) 求方案净现值的期望值（均值） $E(NPV)$ ；

$$E(NPV) = \sum_{j=1}^k NPV^{(j)} \times P_j$$

式中 P_j 为第 j 种状态出现的概率

k 为可能出现的状态数

- (6) 求出方案净现值非负的累计概率；
- (7) 对概率分析结果作说明。

【例】：某商品住宅小区开发项目现金流量的估计值如下表 1 所示，根据经验推断，销售收入和开发成本为离散型随机变量，其值在估计值的基础上可能发生的变化及其概率见下表 2。试确定该项目净现值大于等于零的概率。基准收益率 $i_c=12\%$ 。

表 1 基本方案的参数估计 单位：万元

年份	1	2	3
销售收入	857	7143	8800
开发成本	5888	4873	6900
其他税费	56	464	1196
净现金流量	-5087	1806	9350

表 2 不确定性因素的变化范围

因素 \ 变幅 概率	- 20%	0	+20%
销售收入	0.2	0.6	0.2
开发成本	0.1	0.3	0.6

解：(1) 项目净现金流量未来可能发生的 9 种状态如下图。

(2) 分别计算项目净现金流量各种状态的概率 $P_j (j=1, 2, \dots, 9)$ ：

$$P_1 = 0.2 \times 0.6 = 0.12$$

$$P_2 = 0.2 \times 0.3 = 0.06$$

$$P_3 = 0.2 \times 0.1 = 0.02$$

余类推。结果见下图。

(3) 分别计算项目各状态下的净现值 NPV^j ($j=1, 2, \dots, 9$)

$$NPV^{(1)} = \sum_{t=1}^3 (CI - CO)_t^{(1)} (1 + 12\%)^{-t} = 3123.2 \text{ (万元)}$$

余类推，结果见下图。

(4) 计算项目净现值的期望值：

$$\begin{aligned} \text{净现值的期望值} &= 0.12 \times 3123.2 + 0.06 \times 5690.4 + 0.02 \times 8257.6 + 0.36 \times (-141.3) + \\ &0.18 \times 2425.9 + 0.06 \times 4993.0 + 0.12 \times (-1767) + 0.06 \times (-838.7) + \\ &0.02 \times 1728.5 = 1339.1 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

(5) 计算净现大于等于零的概率：

$$P(NPV \geq 0) = 1 - 0.36 - 0.12 - 0.06 = 0.46$$

销售收入状 态概率		开发成本状 态概率		可能状态 (j)	状态概率 (P _j)	NPV ^(j)	P _j · NPV ^(j)
估算状态	0.2	0.6	0.6	1	0.12	3123.2	374.8
			0.3	2	0.06	5690.4	341.4
			0.1	3	0.02	8257.6	165.2
	0.6	0.6	0.6	4	0.36	- 141.3	- 50.9
			0.3	5	0.18	2425.9	436.7
			0.1	6	0.06	4993.0	299.6
	0.2	0.6	0.6	7	0.12	- 1767.0	- 212.0
			0.3	8	0.06	- 838.7	- 50.3
			0.1	9	0.02	1728.5	34.6
合计					1.00		1339.1

结论：该项目净现值的期望值大于零，是可行的。但净现值大于零的概率不够大，说明项目存在一定的风险。

四、蒙特卡罗（模拟）法（ Monte Carlo ）

（一）实施步骤

- (1) 通过敏感性分析，确定风险随机变量；
- (2) 确定风险随机变量的概率分布；
- (3) 通过随机数表或计算机求出随机数，根据风险随机变量的概率分布模拟输入变量；
- (4) 选取经济评价指标，如净现值、内部收益率等。
- (5) 根据基础数据计算评价指标值；
- (6) 整理模拟结果所得评价指标的期望值、方差、标准差和它的概率分布及累积概率，绘制累计概率图，计算项目可行或不可行的概率。

（二）模拟试验结果的产生

1. 离散型：用教材 P.107 的例 5-11 或随机举例加以说明

2. 连续型

(1) 正态分布试验结果的产生

随机数 (RN) 作为随机变量累积概率的随机值，这样，每个随机数都可找到对应的一个随机正态偏差 (RND)。

试验结果 = 均值 + 随机正态偏差 × 标准差

【例】：教材 P.108 或随机举例

(2) 均匀分布试验结果的产生

随机数 (RN) 作为随机变量累积概率的随机值，设 RN_m —最大随机数

$$\text{试验结果} = a + \frac{RN}{RN_m}(b-a) = \frac{a+b}{2} - \frac{b-a}{2} + \frac{RN}{RN_m}(b-a)$$

【例】：随机举例

(三) 非独立随机变量的模拟

【例】：教材 P.109 的例 5-12

年净现金流量 (y) 服从正态分布：

$$E(X)=10000 \text{ 元}, \sigma(X)=2000 \text{ 元} \Rightarrow \text{试验结果} = 10000 + RND \times 2000$$

寿命 (n) 服从均匀分布，且均值是净现金流量的函数：

$$E(X)=0.0005y, (b-a)=6 \Rightarrow \text{实验结果} = 0.0005y - 3 + (RN/RN_m) \times 6$$

(四) 独立随机变量的模拟

【例】：教材 P.109 的例 5-13

寿命服从均匀分布：

$$a=12, b=16 \Rightarrow \text{实验结果} = 12 + (RN/RN_m) \times 4$$

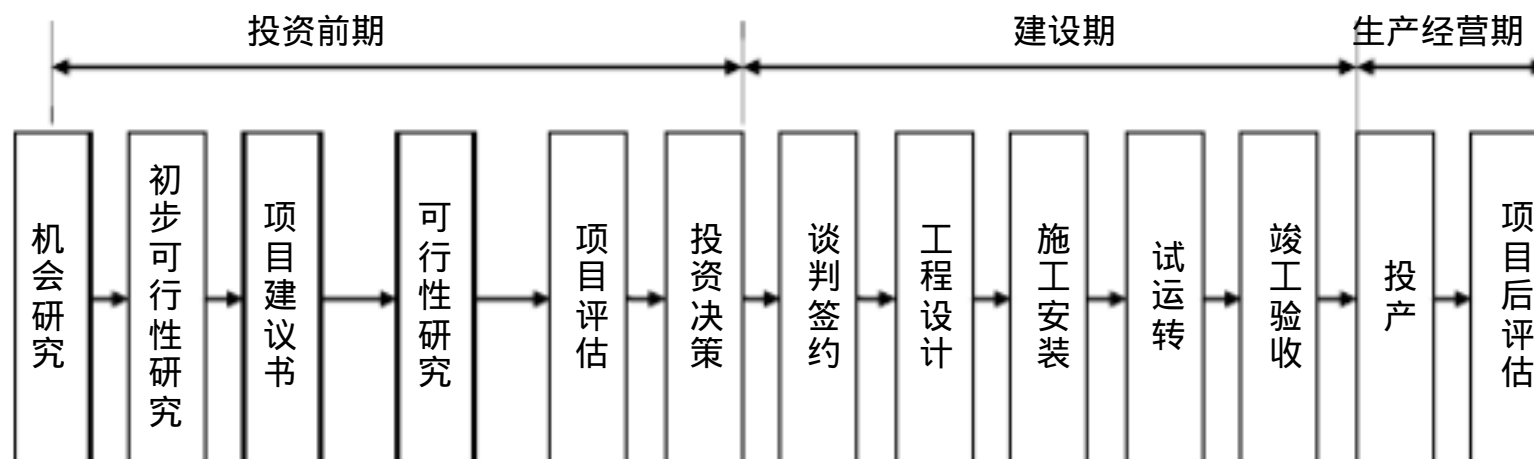
年净现金流量服从正态分布：

$$E(X)=25 \text{ 万元}, \sigma(X)=3 \text{ 万元} \Rightarrow \text{试验结果} = 25 + RND \times 3$$

说明：概率分析的软件很多，这里仅介绍 Risk4.0 软件（可从 www.palisade.com 网上下载），它是使用 Excel 的工作页，用 Monte Carlo 模拟来进行计算的。

第六章 建设项目可行性研究

一个建设项目要经历投资前期、建设期及生产经营期三个时期，其全过程如下图。



项目投资决策和建设全过程示意图

可行性研究是项目投资前期阶段中的一项重要工作，是研究和控制的重点。

本章要求

- (1) 熟悉可行性研究的概念和工作程序及可行性研究报告的作用和编制依据；
- (2) 掌握可行性研究报告的基本内容；
- (3) 了解市场调查和预测的方法。

本章重点

- (1) 可行性研究的概念和工作程序
- (2) 可行性研究报告的作用、编制依据和基本内容

§ 1 可行性研究概述

一、可行性研究的概念

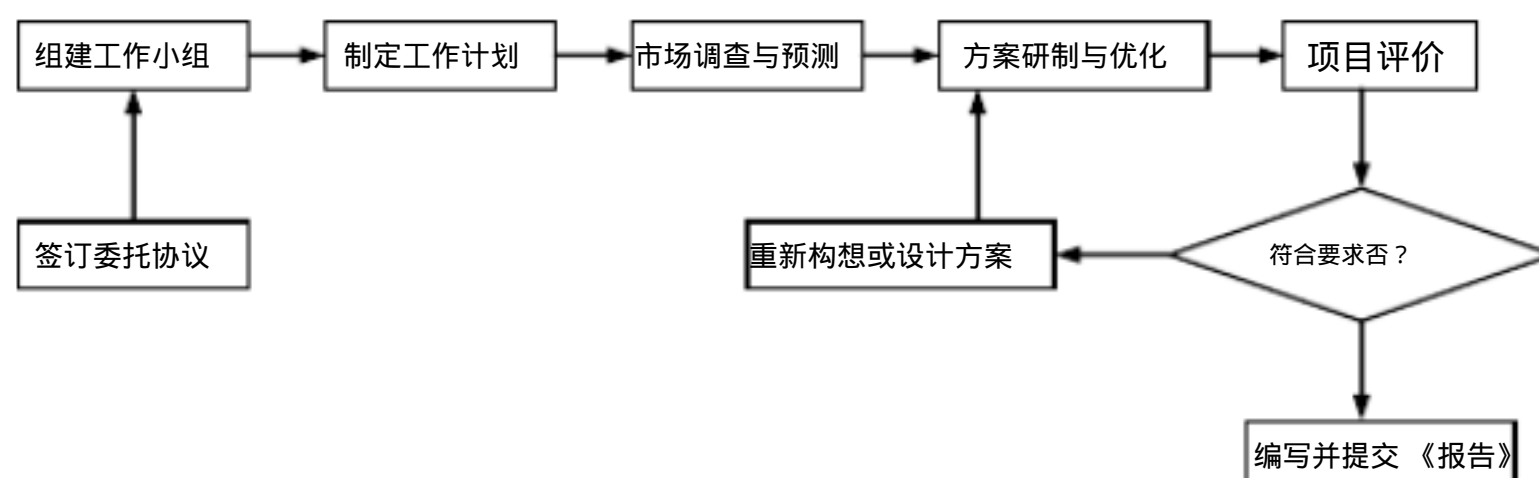
二、可行性研究的作用

投资决策的依据；申请借款的依据；开展外部协作的依据等等。

三、可行性研究的阶段划分

机会研究；初步 F.S；详细 F.S。

四、可行性研究的基本工作程序



五、可行性研究的编制依据和要求

1. 编制依据

项目建议书；委托方的要求；有关基础资料，规范、标准、定额等指标；经济评价的基本参数等。

2. 编制要求

- (1) 实事求是
- (2) 有资格的单位编制
- (3) 研究内容完整且应达到一定的深度
- (4) 严格签证和审批

五、可行性研究报告的内容

- 1. 市场研究：解决建设上的“必要性”和“可能性”问题，是前提；
- 2. 技术研究：解决技术上的“先进性”和“适用性”问题，是基础；
- 3. 经济评价：解决经济上的“盈利性”和“合理性”问题，是核心。

§ 2 市场调查方法

一、间接搜集信息法

1. 间接搜集信息法应遵循的原则

- (1) 先易后难
- (2) 由远至近
- (3) 先内部后外部

2. 间接搜集信息法的作用

- (1) 为直接搜集信息提供指导
- (2) 对直接调查法起弥补修正作用
- (3) 鉴定、证明直接调查法所获资料的可信度

二、直接访问法

1. 面谈调查

2. 电话调查

3. 问卷调查

三、直接观察法

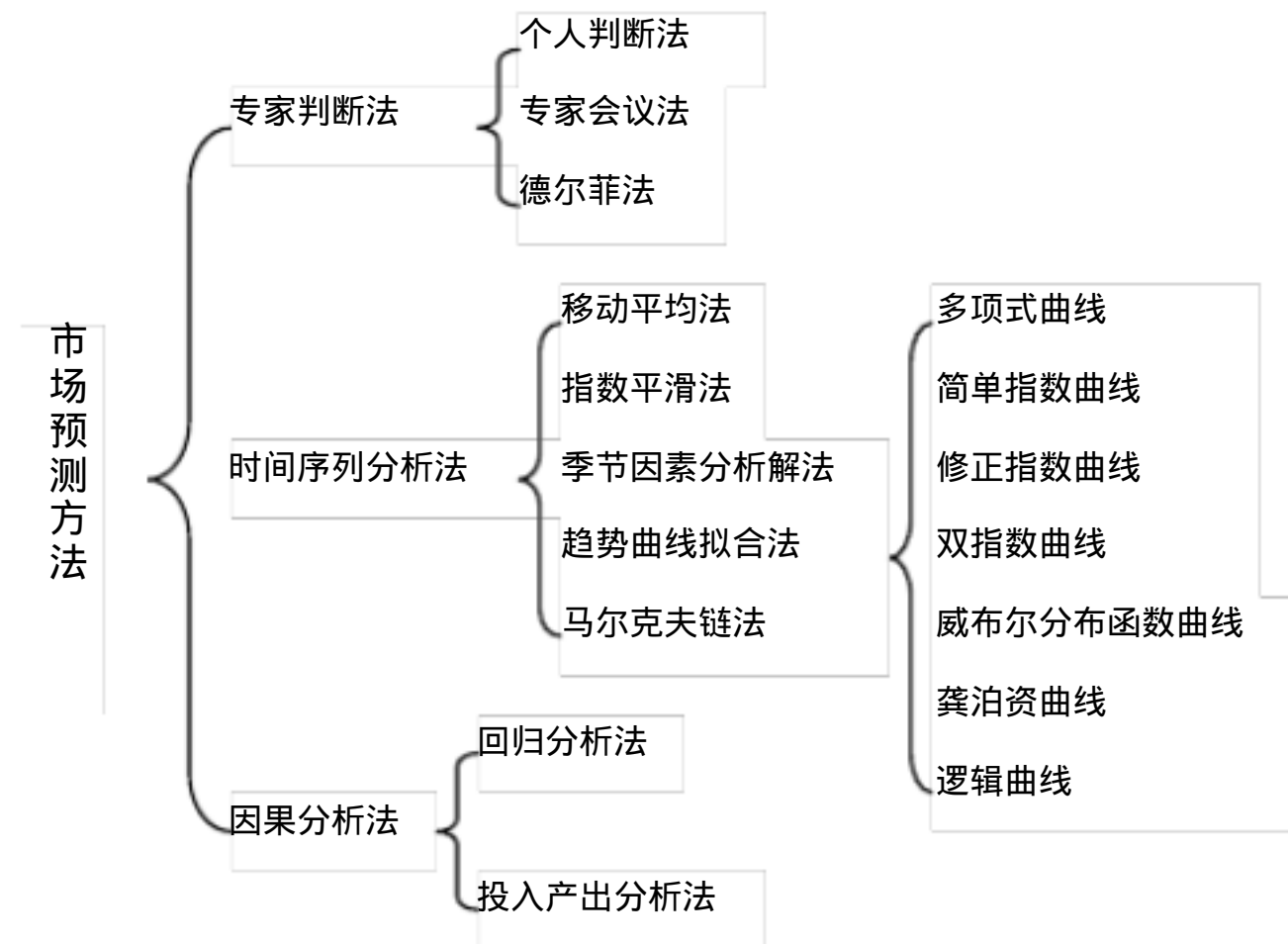
1. 交通量观察

2. 售房量观察

3. 商场观察

§ 3 市场预测方法

市场预测是在市场调查的基础上，通过对市场资料的分析研究，运用科学的方法和手段推测市场未来的前景。市场预测的方法如下图所示。



说明：由于本章 § 2、§ 3 两节内容在其它课程（如统计学、市场学）中介绍，为避免重复，这里仅作概要性介绍。

第七章 建设项目的财务评价

建设项目经济评价是在完成市场调查与预测、 拟建规模、 营销策划、资源优化、技术方案论证、 投资估算与资金筹措等可行性分析的基础上， 对拟建项目各方案投入与产出的基础数据进行推测、 估算，对拟建项目各方案进行评价和选优的过程。 经济评价的工作成果融汇了可行性研究的结论性意见和建议，是投资主体决策的重要依据。

建设项目经济评价主要分为财务评价和国民经济评价。 本章主要介绍财务评价的主要内容及其理论和方法。

本章要求

- (1) 熟悉财务评价的概念、目的、内容、程序；
- (2) 掌握财务评价的内容、基本财务报表与评价指标的对应关系；
- (3) 掌握建设投资和流动资金的估算方法；
- (4) 熟悉建设项目经济分析中的计算期；
- (5) 熟悉负债比例与财务杠杆；
- (6) 掌握生产经营期利息的计算；
- (7) 了解财务评价中的税前和税后分析以及评价报表中的价格；
- (8) 了解通货膨胀对财务评价的影响和考虑通货膨胀的财务评价方法；
- (9) 掌握新设项目法人项目财务评价；
- (10) 了解既有法人项目的财务评价方法。

本章重点

- (1) 财务评价的内容、基本财务报表与评价指标的关系
- (2) 建设投资和流动资金估算的方法
- (3) 负债比例与财务风险
- (4) 建设期利息和生产经营期利息的计算
- (5) 新设项目法人项目财务评价

本章难点

- (1) 建设期利息和生产经营期利息的计算
- (2) 新设项目法人项目财务评价
- (3) 既有法人项目的财务评价方法

§ 1 财务评价概述

一、财务评价的概念

二、财务评价的目的

- 1. 衡量竞争性项目的盈利能力
- 2. 权衡非盈利项目或微利项目的经济优惠措施
- 3. 合营项目谈判签约的重要依据

4. 项目资金规划的重要依据

三、财务评价的内容

1. 盈利能力分析
2. 清偿能力分析
3. 不确定性分析

四、财务评价的程序

（一）准备工作

1. 熟悉拟建项目的基本情况，收集整理有关基础数据资料；
2. 编制辅助报表

建设投资估算表，流动资金估算表，建设进度计划表，固定资产折旧费估算表，无形资产及递延资产摊销费估算表，资金使用计划与资金筹措表，销售收入、销售税金及附加和增值税估算表，总成本费用估算表。

3. 编制基本财务报表

（1）财务现金流量表：反映项目计算期内各年的现金收支，用以计算各项动态和静态评价指标，进行项目财务盈利能力分析。新设法人项目财务现金流量表分为：

项目财务现金流量表：该表以项目为一个独立系统，从融资前的角度出发，不考虑投资来源，假设全部投资都是自有资金。

资本金财务现金流量表：该表从项目法人（或投资者整体）的角度出发，以项目资本金作为计算基础，把借款还本付息作为现金流出。

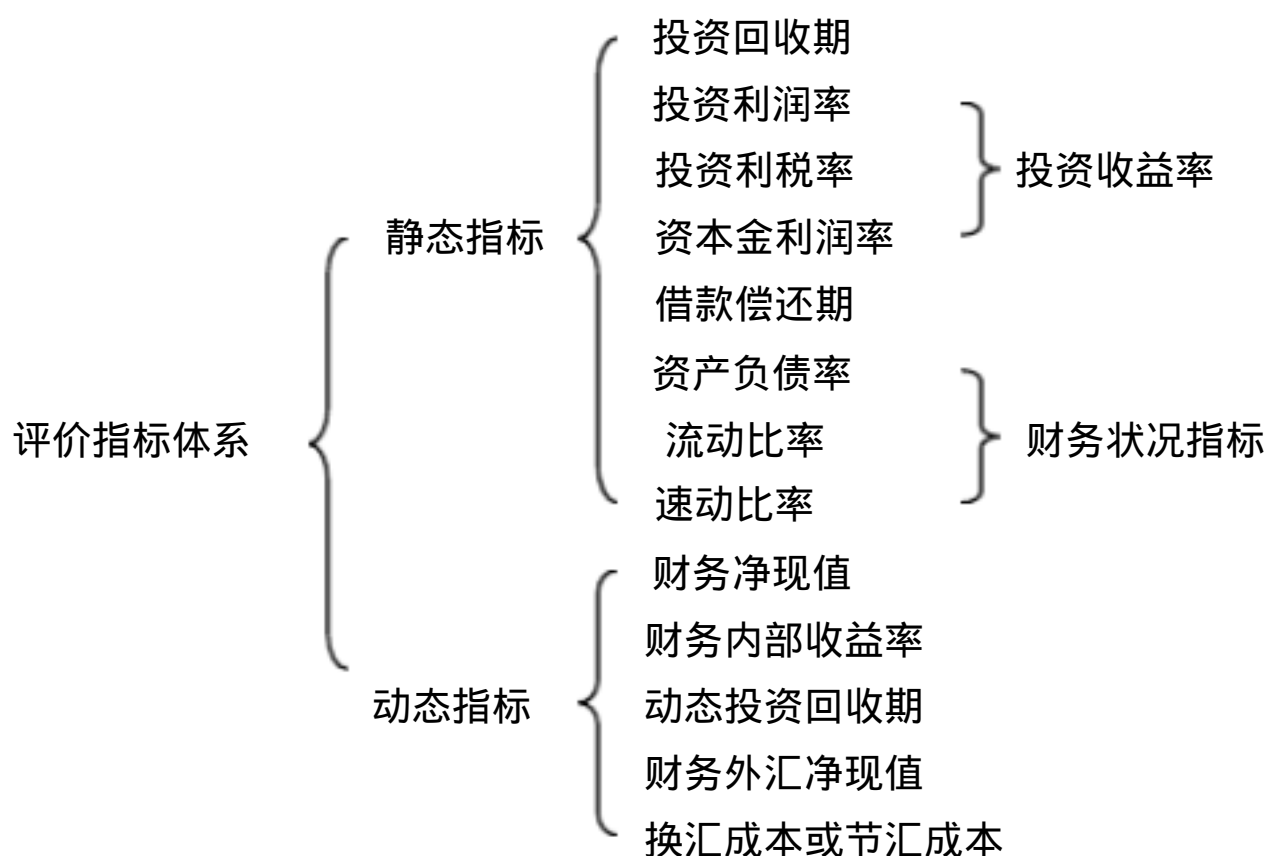
投资各方财务现金流量表：该表分别从各个投资者的角度出发，以投资者的出资额作为计算的基础

（2）损益和利润分配表：反映项目计算期内各年的利润总额、所得税及税后利润的分配情况。

（3）资金来源与运用表：反映项目计算期内各年的资金盈余短缺情况。

（4）借款偿还计划表：反映项目计算期内各年借款的使用、还本付息，以及偿债资金来源，计算借款偿还期或者偿债备付率、利息备付率等指标。

（二）计算财务评价指标，进行财务评价



（三）进行不确定性分析

五、财务评价的内容、基本财务报表与评价指标的对应关系

评价内容	基本报表	静态指标	动态指标
盈利能力分析	项目财务现金流量表	静态投资回收期	项目财务内部收益率 财务净现值 动态投资回收期
	资本金财务现金流量表	-----	资本金财务内部收益率
	投资各方财务现金流量表	-----	投资各方财务内部收益率
	损益和利润分配表	投资利润率 投资利税率 资本金利润率	-----
清偿能力分析	资金来源与运用表 借款偿还计划表	借款偿还期 偿债备付率 利息备付率	-----

§ 2 建设项目投资估算

一、建设投资估算

(一) 概略估算方法

$$1. \text{生产规模指数估算法: } y_2 = y_1 \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^n \cdot f$$

该法中生产规模指数 n 是一个关键因素，不同行业、性质、工艺流程、建设水平、生产率水平的项目，应取不同的指数值。另外，拟估投资项目生产能力与已建同类项目生产能力的比值应有一定的限制范围，一般这一比值不能超过 50 倍，而在 10 倍以内效果较好。

$$2. \text{资金周转率法: } C = \frac{Q \times P}{T}$$

式中：C 为拟建项目建设投资；Q 为产品年产量；P 为产品单价；T 为资金周转率

$$3. \text{分项比例估算法: } C = E(1 + f_1 P_1 + f_2 P_2 + f_3 P_3) + I$$

C 为拟建项目的建设投资；E 为根据设备清单按现行价格计算的设备费（包括运杂费）的总和； P_1, P_2, P_3 为已建成项目中的建筑、安装及其他工程费用分别占设备费的百分比； f_1, f_2, f_3 为由于时间因素引起的定额、价格、费用标准等变化的综合调整系数；I 为拟建项目的其他费用。

4. 单元指标估算法

(1) 民用项目：建设投资额 = 建筑功能 × 单元指标 × 物价浮动指数

(2) 工业项目：建设投资额 = 生产能力 × 单元指标 × 物价浮动指数

（二）详细估算方法

1. 建筑工程费

通常采用单位综合指标（每 m^2 、 m^3 、 m 、 km 的造价）估算法进行。

2. 安装工程费

安装工程费 = 设备原价 × 安装费率

安装工程费 = 设备吨位 × 每吨安装费

3. 设备及工器具购置费

设备购置费 = 设备原价（进口设备抵岸价）+ 设备运杂费

工器具及生产家具购置费 = 设备购置费 × 费率

（1）国产设备原价的确定

1) 国产标准设备原价的确定

2) 国产非标准设备原价的确定

（2）进口设备抵岸价的确定（以离岸价 FOB 为例介绍，并且在介绍之前，先简要介绍国际贸易市场中的交货方式和交货价格的内容）

进口设备抵岸价 = 货价 + 国外运费 + 国外运输保险费 + 银行财务费 + 外贸手续费

+ 进口关税 + （消费税）+ 进口设备增值税 + （海关监管手续费）

（3）设备运杂费的计算

设备运杂费 = 设备原价（进口设备抵岸价）× 费率

4. 工程建设其他费用

工程建设其他费用按各项费用科目的费率或者取费标准估算。

5. 预备费

（1）基本预备费 = （设备及工器具购置费 + 建筑、安装工程费 + 工程建设其他费用）
× 基本预备费率

（2）涨价预备费：
$$PC = \sum_{t=1}^n I_t [(1+f)^t - 1]$$

式中 PC——涨价预备费；

I_t ——第 t 年的建筑工程费、安装工程费、设备及工器具购置费之和；

f ——建设期价格平均上涨率；

n ——建设期。

6. 建设期借款利息

建设期每年利息的理论计算公式为：

$$\text{每年应计利息} = \left(\text{年初借款本息累计} + \frac{\text{本年借款额}}{2} \right) \times \text{年利率}$$

【例】：某新建项目，建设期为 3 年，第一年贷款 300 万元，第二年 400 万元，第三年 300 万元，年利率为 5.6%

解

$$I_1 = 0.5 \times 300 \times 5.6\% = 8.4$$

$$I_2 = (308.4 + 0.5 \times 400) \times 5.6\% = 28.47$$

$$I_3 = (736.87 + 0.5 \times 300) \times 5.6\% = 49.66$$

到建设期末累计借款本利为 1086.53 万元。

小结：通过下面的例题进行

【例】：某工程在建设期初的建安工程费和设备工器具购置费为 45000 万元。按本项目实施进度计划，建设期 3 年，投资分年使用比例为：第一年 25%，第二年 55%，第三年 20%，投资在每年平均支用，建设期内预计年平均价格总水平上涨率为 5%。建设期利息为 1395 万元，工程建设其他费用为 3860 万元，基本预备费率为 10%。试估算该项目的建设投资。

解：(1) 计算项目的基本预备费：基本预备费 = $(45000 + 3860) \times 10\% = 4886$ (万元)

(2) 计算项目的涨价预备费

第一年末的涨价预备费 = $45000 \times 25\% \times [(1+0.05)^{1/2} - 1] = 277.82$ (万元)

第二年末的涨价预备费 = $45000 \times 55\% \times [(1+0.05)^{1+1/2} - 1] = 1879.26$ (万元)

第三年末的涨价预备费 = $45000 \times 20\% \times [(1+0.05)^{2+1/2} - 1] = 1167.54$ (万元)

该项目建设期的涨价预备费 = $277.82 + 1879.26 + 1167.54 = 3324.62$ (万元)

(3) 计算项目的建设投资

建设投资 = 静态投资 + 涨价预备费 + 建设期借款利息

= $45000 + 3860 + 4886 + 3324.62 + 1395 = 58465.62$ (万元)

二、流动资金估算

1. 扩大指标估算法

(1) 按建设投资的一定比例估算。

(2)

(3)

(4) 按单位产量占用流动资金的比例估算。

2. 分项详细估算法

为简化计算，仅对存货、现金、应收帐款三项流动资产和应付帐款这项流动负债进行估算，计算公式如下：

流动资金 = 流动资产 - 流动负债

式中：流动资产 = 应收帐款 + 存货 + 现金；

流动负债 = 应付帐款

§ 3 财务评价中的几个具体问题

一、建设项目的寿命周期

1. 项目寿命期 (life cycle) 的概念：项目正常生产经营持续的年限。

2. 确定项目寿命期的方法

(1) 按产品的寿命期确定 (如对产品更新速度快的项目)

(2) 按主要工艺设备的经济寿命确定 (如对产品更新速度较慢的项目)

(3) 综合分析确定

3. 建设项目技术经济分析中的计算期

即生产经营期

计算期 = 建设期 + 项目寿命期

= 投产期 + 达产期

二、负债比例与财务风险

设：K—全部投资， K_0 —资本金， K_L —借款，
R—项目投资利润率， R_0 —资本金利润率， R_L —借款利率

$$\text{则： } R_0 = \frac{K \cdot R - K_L \cdot R_L}{K_0} = \frac{(K_0 + K_L) \cdot R - K_L \cdot R_L}{K_0} = R + \frac{K_L}{K_0} (R - R_L)$$

式中 K_L/K_0 为负债比例。当 $R > R_L$ 时， $R_0 > R$ ；反之， $R_0 < R$ 。

下面通过教材 P.136 的例 7-2 说明选择不同的负债比例对企业的利益会产生很大的影响。

生产经营期借款利息 = 建设投资借款利息 + 流动资金借款利息

1. 建设投资借款利息计算方式

(1) 等额利息法：每期等额付息，期末还本。

$$I_t = L_a \cdot i \quad (t = 1 \sim n), \quad CP_t = \begin{cases} 0 & (t = 1 \sim n-1) \\ L_a & (t = n) \end{cases}$$

(2) 等额本金法：每期等额还本并付相应利息。

$$CP_t = \frac{L_a}{n}, \quad I_t = \left[L_a - \frac{L_a}{n} (t-1) \right] \cdot i \quad (t = 1 \sim n)$$

(3) 等额摊还法：每期等额偿还本利。

$$I_t + CP_t = L_a (A/P, i, n) \quad (t = 1 \sim n)$$

(4) 一次性偿付法：期末一次偿还本利。

$$I_t + CP_t = \begin{cases} 0 & (t = 1 \sim n-1) \\ L_a (F/P, i, n) & (t = n) \end{cases}$$

(5) 量入偿付法（“气球法”）：任意偿还本利，到期末全部还清。

在以上建设投资借款的还本付息方式中，最常用的是量入偿付法。对于量入偿付法，建设投资借款在生产期发生的利息计算公式为：

每年支付利息 = 年初本金累计额 × 年利率

为简化计算，还款当年按年末偿还，全年计息。

2. 流动资金借款利息

流动资金利息 = 流动资金借款累计金额 × 年利率

四、税前分析与税后分析

建设项目财务评价中，通常有两种基本的分析形式，一种企业所得税前分析，简称税前分析；另一种是企业所得税后分析，简称税后分析。显然，前者不考虑所得税的影响，后者要考虑所得税的影响。（解释为什么要做这样的划分？）

五、基本财务报表中的价格

新增值税制实行价外计税的形式。

不含税价格 = 含税价格 ÷ (1 + 增值税率)

不含税销售额 = 含税销售额 ÷ (1 + 增值税率)

下面通过教材 P.138~ 199 的例题或随机举例来说明财务评价基本报表中的含税计算与不含税计算两种方法的计算结果是完全相同的。为简便起见，通常采用不含税的计算方法来处理，即基本财务报表中的价格是指不含增值税的价格。

六、通货膨胀与项目财务分析

(一) 通货膨胀的概念

通货膨胀 (Inflation) 是指物价水平的持续、普遍提高。它使货币贬值、购买力降低。和通货膨胀相对的是通货萎缩 (Deflation)，它会使货币的购买力提高。通货膨胀引起不同商品和劳务的价格升降幅度不同，变化的时间也不一样，所以，对通货膨胀的度量是困难的，通常是以各种物价指数的变化情况来衡量其大小。主要的物价指数有：消费品价格指数 (CPI) 和生产资料物价指数 (PPI) 等。价格指数的增长率，基本反映了通货膨胀率的大小。

(二) 通货膨胀对财务分析的影响

1. 对财务分析基础数据的影响

(1) 建设投资

(2) 投入物价格

(3) 产出物价格

2. 对贷款利率的影响

设： i_n —表面利率 (名义利率)， i_r —实际利率， f —通胀率

则有： $(1 + i_n) = (1 + i_r)(1 + f)$

故： $i_r = \frac{1 + i_n}{1 + f} - 1$

【例】：随机举例

3. 对项目盈利能力分析的影响

结合教材进行解释

(三) 考虑通货膨胀的财务评价方法

(1) 不变价格法

该方法采用基期不变价格，投入物和产出物都不考虑通货膨胀率。优点是：在经济稳定通货膨胀率较小时，可以获得较可靠的评价数据，且简单易行；缺点是在通货膨胀率较高情况下，按不变价格计算的各项收支金额，不能满足项目在建设期用款计划。

(2) 建设期时价法——该方法最常用

该法只考虑建设期的通货膨胀因素，以基期数据为基础，投入物和产出物考虑通货膨胀因素到建设期末，但不考虑生产期各种因素的通货膨胀因素。该方法仅考虑到建设期价格变动，其通货膨胀率较好预测，缺点是通货膨胀因素考虑得不够全面。

(3) 简单时价法

该方法是在考虑建设期通货膨胀的基础上再进一步考虑生产期的通货膨胀因素，优点是克服了前两种方法的不足，缺点是整个计算期的通货膨胀率不好预测。

§ 4 新设项目法人项目财务评价案例

该部分内容另见附件。

§ 5 既有法人项目财务评价（仅介绍思路）

既有法人项目财务评价与新设法人项目相比具有两个显著特点：

第一，项目在不同程度上利用了原有资产和资源，以增量调动存量，以较小的新增投入取得较大的新增效益。因此，项目与原企业既有区别又有联系，有些问题的分析范围需要从项目扩展至企业。

第二，原来已在生产经营的企业，其状况还会发生变化，因此项目效益和费用的识别、计算较复杂。

既有法人项目财务评价一般采用“有无对比法”，即“有项目”的未来情况与“无项目”的未来情况相对比。而不是项目前、后的情况对比，即“前后对比法”。

“有无对比法”与“前后对比法”的区别：

解释：项目前、后指的是一种状态，只反映改扩建前后的状况。

有、无项目指的是一种方案，它考虑了在有、无项目情况下未来可能发生的情况。

例如：某农田水利项目建成后，农业产量将比项目前每年递增 5%，但若无该项目，由于耕作技术提高，产量每年可递增 2%。

若用“有无对比法”，得出该项目的效益是年递增 3%（5% - 2%），而不是 5%；

若用“前后对比法”，就会把 5% 的效益全部归功于该项目，从而做出错误的判断。

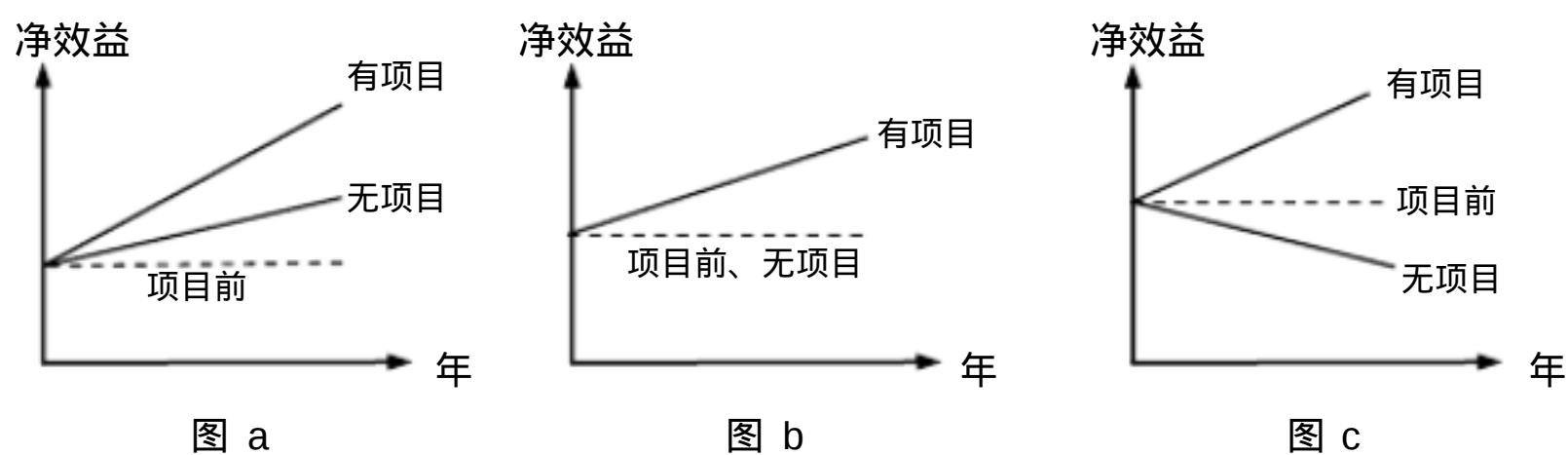


图 a：有、无项目的净收益都增长，若采用“前后对比法”，就会高估该项目的净收益；

图 b：无项目的净收益保持不变，此时采用“前后对比法”和“有无对比法”是一样的；

图 c：无项目净收益下降，有项目净收益继续增长，若采用“前后对比法”，就会低估该项目的净收益。

因此，既有法人项目财务评价实质上是两个有待决策的互斥方案（“有项目”、“无项目”）的比选。为此，在方案对比时应注意

避免人为高估或低估“有项目”的效果；

以“有项目”的计算期为基准，对“无项目”的计算期进行调整；

把作价处理的无用资产的收入视作现金流入。

第八章 建设项目的国民经济评价

在市场经济条件下，大部分工程项目财务评价结论可以满足投资决策要求，但由于存在市场失灵，项目还需要进行国民经济评价，也就是站在全社会的角度判别项目配置经济资源的合理性。本章主要介绍国民经济评价与财务评价的关系，国民经济效益和费用的识别、计量，国民经济评价参数和方法。

本章要求

- (1) 了解国民经济评价的概念和必要性；
- (2) 熟悉国民经济评价与财务评价的异同点；
- (3) 熟悉国民经济评价费用效益的识别；
- (4) 了解国民经济评价费用效益的计量；
- (5) 熟悉国民经济评价参数；
- (6) 掌握国民经济评价指标的含义及其计算方法。

本章重点

- (1) 国民经济评价与财务评价的异同点
- (2) 国民经济评价费用、效益的识别原则
- (3) 外部效果的概念
- (4) 对转移支付的处理
- (5) 影子价格的概念和计算原理
- (6) 国民经济评价参数
- (7) 国民经济评价指标的含义及其计算方法
- (8) 在财务评价基础上编制国民经济评价效益费用流量表应注意的问题

本章难点

- (1) 国民经济评价费用、效益的识别
- (2) 影子价格的概念和计算原理

§ 1 国民经济评价概述

一、国民经济评价的概念

国民经济评价，是按合理配置稀缺资源和社会经济可持续发展的原则，采用影子价格、社会折现率等国民经济评价参数，从国民经济全局的角度出发，考察工程项目的经济合理性。

二、国民经济评价的必要性

正常运作的市场通常是资源在不同用途之间和不同时间上配置的有效机制。

市场正常运作的条件 包括：

- (1) 所有资源的产权一般来说是清晰的；
- (2) 所有稀缺资源必须进入市场，由供求来决定其价格；
- (3) 完全竞争；

(4) 人类行为无明显的外部效应，公共物品数量不多；

(5) 短期行为不存在。

市场失灵：不满足以上条件，市场就不能有效配置资源，即～。严重的～包括：

(1) 资源产权不完全或不存在。产权是有效利用、交换、管理资源等的先决条件。

(2) 无市场、薄市场 (thin market)。导致资源的价格偏低或无价格，易造成资源浪费。

(3) 外部效应 (externalities，是指企业或个人行为对其外部所造成的影响)。它造成内部成本 (直接成本或私人成本) 和社会成本的不一致，导致实际价格不同于最优价格。

社会成本 (social cost) = 内部成本 (private cost) + 外部成本 (external cost)

是企业活动对外部造成影响而没有承担的成本



(4) 公共物品 (public goods，是指只有外部效应的产品)。它有两个方面的特性：一是公共物品的消费没有机会成本，即个人对公共物品的消费并不影响其他消费者对同一公共物品的消费；二是供给的不可分性 (jointness in supply)，即为一个消费者生产公共物品就必须为所有消费者生产该物品。由于消费者不会为消费公共物品而付钱，企业就不愿意提供公共物品，因此，自由市场不能提供公共物品，或提供过少的公共物品和过多的私人物品。

(5) 短视计划 (myopia planning)。为满足当前消费而提前使用资源，这就不利于自然资源的保护和可持续发展。

在市场经济条件下，企业财务评价可以反映出建设项目给企业带来的直接效果，但由于市场失灵现象的存在，财务评价不可能将建设项目产生的效果全部反映出来。因此，正是由于国民经济评价关系到宏观经济的持续健康发展和国民经济结构布局的合理性，所以说国民经济评价是非常必要的。

三、国民经济评价与财务评价的关系

1. 相同点

(1) 评价方法相同。它们都是经济效果评价，都使用基本的经济评价理论，即效益与费用比较的理论方法。

(2) 评价的基础工作相同。两种分析都要在完成产品需求预测、工艺技术选择、投资估算、资金筹措方案等可行性研究内容的基础上进行。

(3) 评价的计算期相同。

2. 不同点

(1) 评价的角度不同。

(2) 费用和效益的含义和划分范围不同。财务评价只根据项目直接发生的财务收支，计算项目的费用和效益。国民经济评价则从全社会的角度考察项目的费用和效益，这时项目的有些收入和支出，从全社会的角度考虑，不能作为社会费用或收益，例如，税金和补贴、银行贷款利息。

(3) 采用的价格体系不同。财务评价用市场预测价格；国民经济评价用影子价格。

(4) 使用的参数不同。财务评价用基准收益率；国民经济评价用社会折现率。财务基准收益率依分析问题角度的不同而不同，而社会折现率则是全国各行业各地区都是一致的。

(5) 评价的内容不同。财务评价主要包括盈利性评价和清偿能力分析；国民经济评价主要包括盈利能力分析，没有清偿能力分析。

(6) 应用的不确定性分析方法不同。盈亏平衡分析只适用于财务评价，敏感性分析和风险分析可同时用于财务评价和国民经济评价。

§ 2 效益和费用的识别

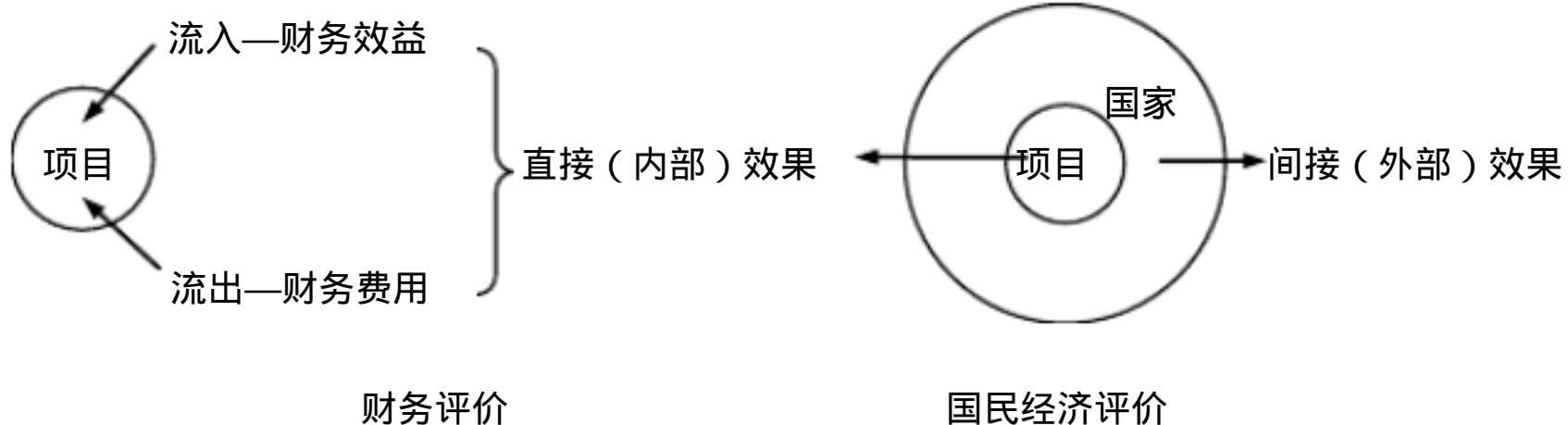
一、识别效益和费用的原则

1. 基本原则

使国民收入最大化为目标

凡是增加 NI —— 国民经济效益
凡是减少 NI —— 国民经济费用

2. 边界原则



3. 资源变动原则

财务评价：计算财务效益和费用依据的是货币的变动。

注意：这里的资源指的是稀缺资源而不是闲置或不付出代价就可自由使用的物品

国民经济评价：考察国民经济效益和费用依据的是 社会资源的真实变动。凡是增加社会资源的项目产出都是国民经济效益，凡是减少社会资源的项目投入都是国民经济费用。

二、国民经济效益与费用

国民经济效益分为直接效益和间接效益，国民经济费用分为直接费用和间接费用。直接效益和直接费用可称为内部效果，间接效益和间接费用可称为外部效果。

1. 直接效益与直接费用——内部效果

（1）直接效益 是项目产出物直接生成，并在项目范围内计算的经济效益。一般表现为：

增加项目产出物或者服务的数量以满足国内需求的效益；

替代效益较低的相同或类似企业的产出物或者服务，使被替代企业减产（停产）从而减少国家有用资源耗费或者损失的效益；

增加出口或者减少进口从而增加或者节支的外汇等。

（2）直接费用 是项目使用投入物所形成，并在项目范围内计算的费用。一般表现为：

其他部门为本项目提供投入物，需要扩大生产规模所耗费的资源费用；

减少对其他项目或者最终消费投入物的供应而放弃的效益；

增加进口或者减少出口从而耗用或者减少的外汇等。

2. 间接效益与间接费用——外部效果

外部效果是指项目对国民经济做出的贡献与国民经济为项目付出的代价中，在直接效益与直接费用中未得到反映的那部分效益（间接效益）与费用（间接费用）。外部效果应包

（1）产业关联效果。例如建设一个水电站，一般除发电、防洪灌溉和供水等直接效果外，还必然带来养殖业和水上运动的发展，以及旅游业的增进等间接效益。此外，农牧业还

会因土地淹没而遭受一定的损失（间接费用）。

（2）环境和生态效果。例如发电厂排放的烟尘可使附近田园的作物产量减少，质量下降，化工厂排放的污水可使附近江河的鱼类资源骤减。

（3）技术扩散效果。技术扩散和示范效果是由于建设技术先进的项目会培养和造就大量的技术人员和管理人员。他们除了为本项目服务外，由于人员流动、技术交流对整个社会

注意：为防止外部效果计算扩大化，项目的外部效果一般只计算一次相关效果，不应连续计算。

三、转移支付

项目的某些财务收益和支出，从国民经济角度看，并没有造成资源的实际增加或减少，而是国民经济内部的“转移支付”，不计做项目的国民经济效益与费用。转移支付的主要内容包

1. 税金。将企业的货币收入转移到政府手中，是收入的再分配。

2. 补贴。不过是使资源的支配权从政府转移给了企业而已。

3. 国内贷款的还本付息。仅代表资源支配权的转移。

4. 国外贷款的还本付息。处理分以下三种情况：

评价国内投资经济效益的处理办法。在分析时，由于还本付息意味着国内资源流入国外，因而应当视作费用。

国外贷款不指定用途时的处理办法。这种情况下，与贷款对应的实际资源虽然来自国外，但受贷国在如何有效利用这些资源的问题上，面临着与国内资源同样的优化配置任务，因而应当对包括国外贷款在内的全部资源的利用效果作出评价。在这种评价中，国外贷款还

国外贷款指定用途的处理办法。如果不上拟建项目，就不能得到国外贷款，这时便无须进行全投资的经济效益评价，可只进行国内投资资金的经济评价。这是因为，全投资经济效益评价的目的在于对包括国外贷款在内的全部资源多种用途进行比较选优，既然国外贷款的用途已经唯一限定，别无其他选择，也就没有必要对其利用效果作出评价了。

§ 3 影子价格

一、影子价格的概念

（它是 20 世纪 30 年代末 40 年代初由荷兰数理经济学家、计量经济学创始人詹恩·丁伯根和前苏联数学家、经济学家、诺贝尔经济学奖获得者康特罗维奇最先提出的）

影子价格是指资源处于最佳分配状态时，其边际产出价值。也可说是社会经济处于某种最优状态下，能够反映社会劳动消耗、资源稀缺程度和对最终产品需求情况的价格。

所以，影子价格是人为确定的，比交换价格更合理的价格。

二、影子价格的确定

（一）影子汇率（SER）

是指能反映外汇真实价值的汇率。在国民经济评价中，影子汇率通过影子汇率换算系数计算，影子汇率换算系数是影子汇率与国家外汇牌价的比值。工程项目投入物和产出物涉及

进出口的，应采用影子汇率换算系数计算影子汇率。目前我国影子汇率换算系数取值为 1.08。

【例】：已知 2003 年 3 月 4 日国家外汇牌价中人民币对美元的比值为 828.99/100，试求人民币对美元的影子汇率。

解：影子汇率 = 影子汇率换算系数 × 828.99/100 = 1.08 × 828.99/100 = 8.9531

(二) 社会折现率 (i_s)

是用以衡量资金时间价值的重要参数，代表社会资金被占用应获得的最低收益率，并用作不同年份价值换算的折现率。目前社会折现率取值为 10%。

(三) 市场定价货物的影子价格

1. 外贸货物的影子价格

外贸货物是指生产和使用会直接或间接影响国家进出口水平的货物。

{ 外贸货物中的进口品应满足（否则不应进口）：国内生产成本 > 到岸价
 { 外贸货物中的出口品应满足（否则不应出口）：国内生产成本 < 到岸价

外贸货物影子价格的确定基础是国际市场价格。项目外贸货物影子价格的计算如下：

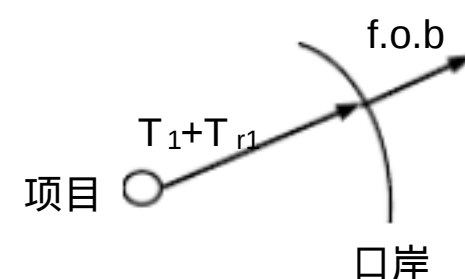
(1) 产出物的影子价格（项目产出物的出厂价格）

1) 直接出口（外销）产品的影子价格（SP）

$$SP = f.o.b \times SER - (T_1 + T_{r1})$$

式中： T_1 —国内运费

T_{r1} —国内贸易费用



2) 间接出口（内销，替代其他货物使其增加出口）产品的影子价格（SP）

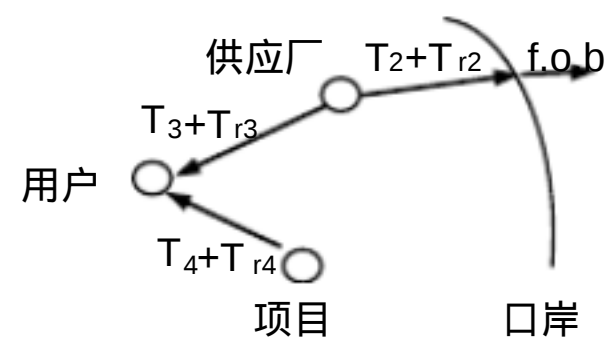
$$SP = f.o.b \times SER - (T_2 + T_{r2}) + (T_3 + T_{r3}) - (T_4 + T_{r4})$$

式中： T_2, T_{r2} —原供应厂到口岸的运费及贸易费用

T_3, T_{r3} —原供应厂到用户的运费及贸易费用

T_4, T_{r4} —项目到用户的运费及贸易费用

当原供应厂和用户难以确定时，可按直接出口考虑。



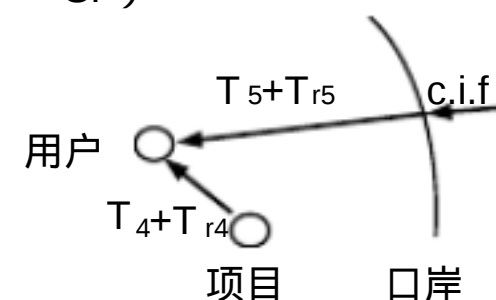
3) 替代进口（内销，以产顶进，减少进口）产品的影子价格（SP）

$$SP = c.i.f \times SER + (T_5 + T_{r5}) - (T_4 + T_{r4})$$

式中： T_5, T_{r5} —口岸到用户的运费及贸易费用

T_4, T_{r4} —项目到用户的运费及贸易费用

当用户难以确定时，可按到岸价格考虑。



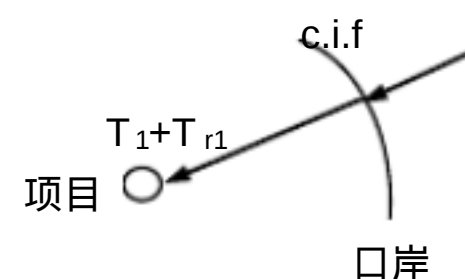
(2) 投入物的影子价格（项目投入物的到厂价格）

1) 直接进口产品的影子价格（SP）

$$SP = c.i.f \times SER + (T_1 + T_{r1})$$

式中： T_1 —国内运费

T_{r1} —国内贸易费用



2) 间接进口产品的影子价格（SP）

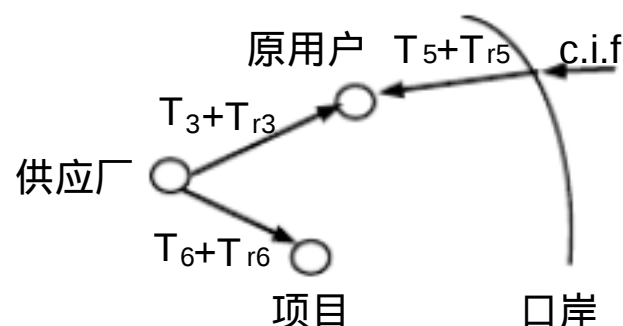
$$SP = c.i.f \times SER + (T_5 + T_{r5}) - (T_3 + T_{r3}) + (T_6 + T_{r6})$$

式中： T_5, T_{r5} —口岸到原用户的运费及贸易费用

T_3, T_{r3} —供应厂到原用户的运费及贸易费用

T_6, T_{r6} —供应厂到项目的运费及贸易费用

当原供应厂和用户难以确定时，可按直接进口考虑。



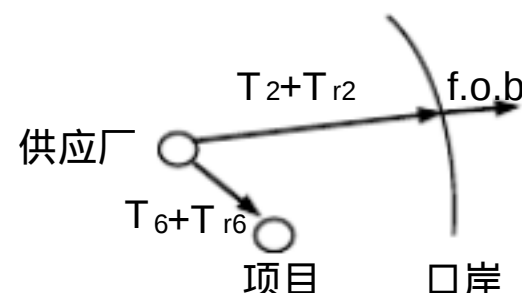
3) 减少出口产品的影子价格 (SP)

$$SP = f.o.b \times SER - (T_2 + T_{r2}) + (T_6 + T_{r6})$$

式中： T_2, T_{r2} —供应厂到口岸的运费及贸易费用

T_6, T_{r6} —项目到用户的运费及贸易费用

当供应厂难以确定时，可按离岸价格考虑。



2. 非外贸货物的影子价格

非外贸货物是指生产和使用不影响国家进出口水平的货物。

根据不能外贸的原因，分为：

- 天然非外贸货物：使用和服务天然地限于国内。
- 非天然非外贸货物：由于经济或政策原因不能外贸的货物。

- 国内生产成本 > 离岸价，不应出口。
- 国内生产成本 < 到岸价，不应进口。

产出物的影子价格（出厂价格）= 市场价格 - 国内运杂费

投入物的影子价格（到厂价格）= 市场价格 + 国内运杂费

（四）政府调控价格货物的影子价格

考虑到效率优先兼顾公平的原则，市场经济条件下有些货物或者服务不能完全由市场机制形成价格，而需由政府调控价格，例如政府为了帮助城市中低收入家庭解决住房问题，对经济适用房和廉租房制定指导价和最高限价。

政府调控的货物或者服务的价格不能完全反映其真实价值，确定这些货物或者服务的影子价格的 **原则是**：投入物按机会成本分解定价，产出物按对经济增长的边际贡献率或消费者支付意愿定价。下面是政府主要调控的水、电、铁路运输等作为投入物和产出物时的影子价格的确定方法。

（1）水作为项目投入物的影子价格，按后备水源的边际成本分解定价，或者按恢复水资源存量的成本计算。水作为项目产出物的影子价格，按消费者支付意愿或者按消费者承受能力加政府补贴计算。

（2）电力作为项目投入物时的影子价格，一般按完全成本分解定价，电力过剩时按可变成成本分解定价。电力作为项目产出物的影子价格，可按电力对当地经济边际贡献率定价。

（3）铁路运输作为项目投入物的影子价格，一般按完全成本分解定价，对运能富余的地区，按可变成成本分解定价。铁路运输作为产出物的影子价格，可按铁路运输对国民经济的边际贡献率定价。

（五）特殊投入物的影子价格

1. 影子工资（即劳动力的影子价格）

包括 $\left\{ \begin{array}{l} \text{劳动力的机会成本} \\ \text{社会为劳动力就业所付出的，而职工又未得到的其他代价，如搬迁、培训费等} \end{array} \right.$

影子工资 = 名义工资 × 工资换算系数

财务评价中的工资及职工福利费之和

2. 土地的影子价格

包括 { 土地的机会成本
土地用于拟建项目而使社会增加的资源消耗，如拆迁费、劳动力安置费等

土地影子价格的确定原则：

- (1) 若项目占用的土地是没有用处的荒山野岭，其机会成本可视为零；
- (2) 若项目占用的土地是农业用地，其机会成本为原来的农业净收益和拆迁费用和劳动力安置费；
- (3) 若项目占用的土地是城市用地，应以土地市场价格计算土地的影子价格，主要包括土地出让金、基础设施建设费、拆迁安置补偿费等。

3. 自然资源影子价格

各种自然资源是一种特殊的投入物，项目使用的矿产资源、水资源、森林资源等都是对国家资源的占用和消耗。矿产等不可再生资源的影子价格按资源的机会成本计算，水和森林等可再生自然资源的影子价格按资源再生费用计算。

§ 4 国民经济评价指标及效益费用流量表

一、国民经济评价指标

国民经济评价以盈利能力为主，评价指标包括经济内部收益率和经济净现值。

1. 经济净现值 (ENPV)

$$ENPV = \sum_{t=0}^n (B - C)_t (1 + i_s)^{-t}$$

式中： B

$(B - C)_t$ ——第 t 年的国民经济净效益流量；

i_s ——社会折现率。

n ——计算期。

评价准则： $ENPV \geq 0$ ，可行；反之，不可行。

2. 经济内部收益率 (EIRR)

$$\sum_{t=0}^n (B - C)_t (1 + EIRR)^{-t} = 0$$

评价准则： $EIRR \geq i_s$ ，可行；反之，不可行。

按分析效益费用的口径不同，可分为整个项目的经济内部收益率和经济净现值，国内投资经济内部收益率和经济净现值。如果项目没有国外投资和国外借款，全投资指标与国内投资指标相同；如果项目有国外资金流入与流出，应以国内投资的经济内部收益率和经济净现值作为项目国民经济评价的指标。

二、国民经济效益费用流量表

国民经济效益费用流量表有两种，一是项目国民经济效益费用流量表；二是国内投资国

国民经济效益费用流量表。

国民经济效益费用流量表一般在项目财务评价基础上进行调整编制，有些项目也可以直接编制。

在财务评价基础上编制国民经济效益费用流量表应注意以下问题：

(1) 剔除转移支付，将财务现金流量表中列支的销售税金及附加、所得税、特种基金、国内借款利息作为转移支付剔除。

(2) 计算外部效益与外部费用，并保持效益费用计算口径的统一。

(3) 用影子价格、影子汇率逐项调整建设投资中的各项费用，剔除涨价预备费、税金、国内借款建设期利息等转移支付项目。进口设备购置费通常要剔除进口关税、增值税等转移支付。建筑安装工程费按材料费、劳动力的影子价格进行调整；土地费用按土地影子价格进行调整。

(4) 应收、应付款及现金并没有实际耗用国民经济资源，在国民经济评价中应将其从流动资金中剔除。

(5) 用影子价格调整各项经营费用，对主要原材料、燃料及动力费，用影子价格进行调整；对劳动工资及福利费，用影子工资进行调整。

(6) 用影子价格调整计算项目产出物的销售收入。

(7) 国民经济评价各项销售收入和费用支出中的外汇部分，应用影子汇率进行调整，计算外汇价值。从国外引入的资金和向国外支付的投资收益、贷款本息，也应用影子汇率进行调整。

国内投资国民经济效益费用流量表 见下表所示。

表		国内投资国民经济效益费用流量表									单位：万元
序号	项目	计算期									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	效益流量			2766	2766	2766	2766	2766	2766	3662	
1.1	销售收入			2610	2610	2610	2610	2610	2610	2610	
1.2	回收固定资产余值									374	
1.3	回收流动资金									522	
1.4	项目间接效益			156	156	156	156	156	156	156	
2	费用流量	2145	3250	1747	1718	1689	1660	1631	1602	1602	
2.1	建设投资中国内资金	2145	3250								
2.2	流动资金中国内资金										
2.3	经营费用			972	972	972	972	972	972	972	
2.4	流到国外的资金			726	697	668	639	610	581	581	
2.4.1	国外借款本金偿还			581	581	581	581	581	581	581	
2.4.2	国外借款利息支付			145	116	87	58	29			
2.4.3	其他										
2.5	项目间接费用			49	49	49	49	49	49	49	
3	国内投资净效益流量 (1-2)	-2145	-3250	1019	1048	1077	1106	1134	1164	2060	

计算指标：国内投资经济内部收益率：10.7%

国内投资经济净现值：138 万元

项目国民经济效益费用流量表 见下表所示

表 9-2 项目国民经济效益费用流量表

序号	项目	计算期								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	效益流量			2766	2766	2766	2766	2766	2766	3662
1.1	销售收入			2610	2610	2610	2610	2610	2610	2610
1.2	回收固定资产余 值									374
1.3	回收流动资金									522
1.4	项目间接效益			156	156	156	156	156	156	156
2	费用流量	3300	6494	1021	1021	1021	1021	1021	1021	1021
2.1	建设投资	3300	5000							
2.2	流动资金		522							
2.3	经营费用		972	972	972	972	972	972	972	972
2.4	项目间接费用			49	49	49	49	49	49	49
3	净效益流量	-3300	-6494	1745	1745	1745	1745	1745	1745	2641

计算指标：项目经济内部收益率： 6.8%

项目经济净现值： -966 万元

第九章 设备更新分析

设备是企业生产的物质技术手段，设备的质量和技术水平是一个国家工业化水平的重要标志，是判定一个企业技术创新能力、开发能力的重要标准，也是影响企业和国民经济各项技术经济指标的重要因素。

为了促进企业的技术进步和提高经济效益，需对设备整个运行期间的技术经济状况进行分析和研究，明确和判定设备 是否更新、何时更新、如何更新 等问题，为决策提供依据。

本章要求

- (1) 熟悉设备更新原因分析；
- (2) 熟悉设备更新分析的特点；
- (3) 掌握设备经济寿命的计算；
- (4) 掌握设备更新的理论和方法；
- (5) 了解设备大修理及其经济界限；
- (6) 了解设备更新方案的综合比较。

本章重点

- (1) 设备磨损类型、补偿方式及更新分析的特点
- (2) 设备经济寿命的概念和计算方法
- (3) 设备更新分析方法及其应用

本章难点

- (1) 设备更新分析的特点
- (2) 设备更新分析方法及其应用

§ 1 设备更新的原因及特点分析

一、设备更新原因分析

设备更新源于设备的磨损。磨损分为有形磨损和无形磨损，设备磨损是有形磨损和无形磨损共同作用的结果。

(一) 设备的有形磨损（物质磨损）

指设备在使用（或闲置）过程中所发生的实体磨损。

- 1. 第 Ⅰ 类有形磨损：外力作用下（如摩擦、受到冲击、超负荷或交变应力作用、受热不均匀等）造成的实体磨损、变形或损坏。
- 2. 第 Ⅱ 类有形磨损：自然力作用下（生锈、腐蚀、老化等）造成的磨损。

(二) 设备的无形磨损（精神磨损）

指表现为设备原始价值的贬值，不表现为设备实体的变化和损坏。

- 1. 第 Ⅰ 类无形磨损：设备制造工艺改进→制造同种设备的成本→原设备价值贬值
- 2. 第 Ⅱ 类无形磨损：技术进步→出现性能更好的新型设备→原设备价值贬值

（三）设备的综合磨损

二、设备磨损的补偿形式

- 1. 局部补偿 $\left\{ \begin{array}{l} \text{对有形磨损：修理} \\ \text{对无形磨损：进行现代化技术改造} \end{array} \right.$
- 2. 完全补偿：更换 $\left\{ \begin{array}{l} \text{用原型设备更换} \\ \text{用新型设备更换} \end{array} \right.$

三、设备更新的特点分析

1. 设备更新的中心内容是确定设备的经济寿命

（1）自然寿命（物理寿命）。它是指设备从全新状态下开始使用，直到报废的全部时间过程。自然寿命主要取决于设备有形磨损的速度。

（2）技术寿命。它是指设备在开始使用后持续的能够满足使用者需要功能的时间。技术寿命的长短，主要取决于无形磨损的速度。

（3）经济寿命，是从经济角度看设备最合理的使用期限，它是由有形磨损和无形磨损共同决定的。具体来说是指能使投入使用的设备等额年总成本（包括购置成本和运营成本）最低或等额年净收益最高的期限。在设备更新分析中，经济寿命是确定设备最优更新期的主要依据。

2. 设备更新分析应站在咨询者的立场分析问题

设备更新问题的要点是站在咨询师的立场上，而不是站在旧资产所有者的立场上考虑问题。咨询师并不拥有任何资产，故若要保留旧资产，首先要付出相当于旧资产当前市场价值的现金，才能取得旧资产的使用权。这是设备更新分析的重要概念。

3. 设备更新分析只考虑未来发生的现金流量

在分析中只考虑今后所发生的现金流量，对以前发生的现金流量及沉入成本，因为它们都属于不可恢复的费用，与更新决策无关，故不需再参与经济计算。

4. 只比较设备的费用

通常在比较更新方案时，假定设备产生的收益是相同的，因此只对它们的费用进行比较。

5. 设备更新分析以费用年值法为主

由于不同设备方案的服务寿命不同，因此通常都采用年值法进行比较。

§ 2 设备的大修理及其经济界限

一、大修理的经济实质

设备零部件有形磨损的不均衡性，决定了设备修理的可行性（举例说明）。

修理是恢复设备在使用过程中局部丧失的工作能力的过程。包括：

- $\left\{ \begin{array}{l} \text{保养：通过减少磨损来保持设备性能，减少故障。} \\ \text{小修：排除运转中出现的突发性故障和异常，以及对损坏严重的局部进行调整修理。} \\ \text{大修：调整、修复或更换磨损的部件，使整机全部或接近全部恢复性能。} \end{array} \right.$

大修理能够利用被保留下来的零部件，从而能在一定程度上节约资源，因此在设备更新

分析时大修理是设备更新的替代方案，这是大修理的经济实质，也是大修理这种对设备磨损进行补偿的方式能够存在的经济前提。对设备进行更新分析时应与大修理方案进行比较，反过来，进行设备大修理决策时，也应同设备更新及设备其它再生产方式相比较。

二、大修理的经济界限

设备大修理能延长设备的使用期限，但在技术上和经济上都是有限度的。

技术上：为恢复设备性能，可进行修理，但有限度（举例说明）。

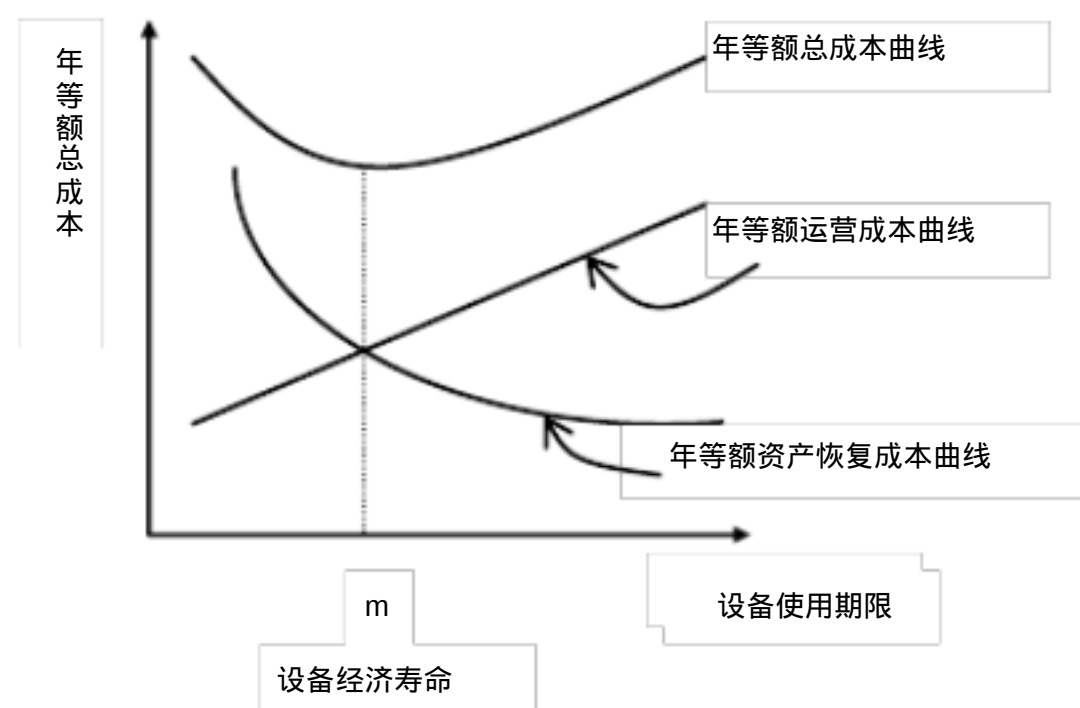
经济上，大修理应满足以下条件：

基本条件（最低经济界限）： $R \leq P - L$ $\left\{ \begin{array}{l} R \text{—该次大修理费用} \\ P \text{—同种设备的重置价值} \\ L \text{—旧设备被替换时的残值} \end{array} \right.$

补充条件： $C_j \leq C_0$ （即大修后设备生产单位产品的成本应小于等于同种新设备的～）

§ 3 设备经济寿命的确定

一、经济寿命计算原理



二、经济寿命的静态计算方法

1. 一般情况

设： P —设备购置费， C_j —第 j 年的运营成本， L_n —第 n 年末的残值， n —使用年限，在设备经济寿命计算中， n 是一个自变量

则 n 年内设备的总成本为
$$TC_n = P - L_n + \sum_{j=1}^n C_j$$

n 年内设备的年等额总成本为
$$AC_n = \frac{TC_n}{n} = \frac{P - L_n}{n} + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_j$$

由上式可知，设备的年等额总成本 AC_n 等于设备的年等额资产恢复成本 $\frac{P - L_n}{n}$ 与设备

的年等额运营成本 $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_j$ 之和。

故，可通过计算不同使用年限的年等额总成本 AC_n 来确定设备的经济寿命。若设备的经济寿命为 m 年，则应满足下列条件： $AC_m \leq AC_{m-1}$ ， $AC_m \leq AC_{m+1}$

【例】：某型号轿车购置费为 3 万元，在使用中有如下表的统计资料，如果不考虑资金的时间价值，试计算其经济寿命。

表	某型号轿车使用过程统计数据表						单位：元
使用年度 j	1	2	3	4	5	6	7
j 年度运营成本	5000	6000	7000	9000	11500	14000	17000
n 年末残值	15000	7500	3750	1875	1000	1000	1000

解：该型轿车在不同使用期限的年等额总成本 AC_n 如下表所示。

表	某型号轿车年等额总成本计算表					单位：元
使用期限 n	资产恢复成本 $P - L_n$	年等额资产 恢复成本 $\frac{P - L_n}{n}$	年度运营成本 C_j	使用期限内运 营成本累计 $\sum_{j=1}^n C_j$	年等额运营 成本 $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_j$	年等额总成本 AC_n $=$ +
1	15000	15000	5000	5000	5000	20000
2	22500	11250	6000	11000	5500	16750
3	26250	8750	7000	18000	6000	14750
4	28125	7031	9000	27000	6750	13781
5*	29000	5800	11500	38500	7700	13500*
6	29000	4833	14000	52500	8750	13583
7	29000	4143	17000	69500	9929	14072

“*”表示年等额总成本最低。

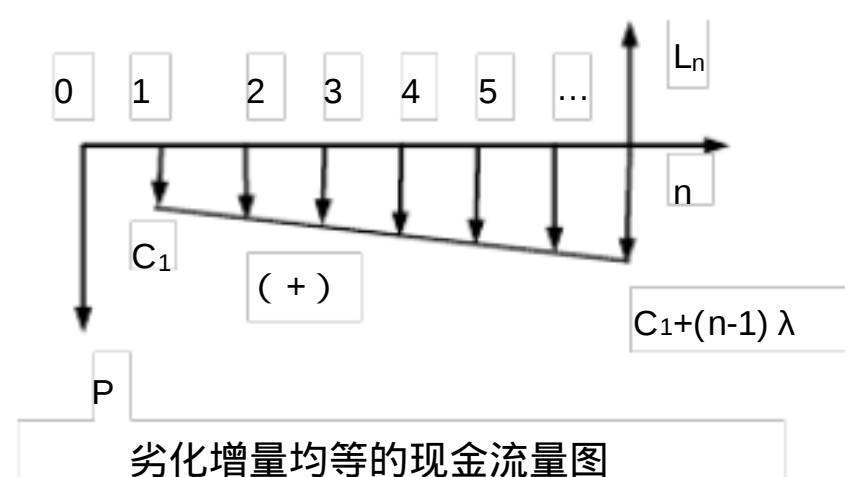
由结果来看，该型号轿车使用 5 年时，其年等额总成本最低（ $AC_5 = 13500$ 元），使用期限大于或小于 5 年时，其年等额总成本均大于 13500 元，故该汽车的经济寿命为 5 年。

2. 特殊情况

一般而言，随着设备使用期限的增加，年运营成本每年以某种速度在递增，这种运营成本的逐年递增称为设备的劣化。现假定每年运营成本的增量是均等的，即运营成本呈线性增长，如下图所示。

设： P —设备购置费， n —使用年限， L_n —第 n 年末的残值

C_1 —第 1 年的经营成本， λ —年经营成本的增加额



则：设备第 j 年的经营成本为 $C_j = C_1 + (j - 1)\lambda$

n 年内设备的年等额总成本为：

$$AC_n = \frac{P - L_n}{n} + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_j = \frac{P - L_n}{n} + C_1 + \frac{n-1}{2} \lambda$$

设 L_n 为一常数，若使 AC_n 最小，则令：

$$\frac{d(AC_n)}{dn} = -\frac{P - L_n}{n^2} + \frac{\lambda}{2} = 0$$

$$\Rightarrow n = \sqrt{\frac{2(P - L_n)}{\lambda}} \quad (\text{解出的 } n, \text{ 即为设备的经济寿命 } m)$$

【例】：设有一台设备，购置费为 8000 元，预计残值 800 元，运营成本初始值为 600 元，年运行成本每年增长 300 元，求该设备的经济寿命。

$$\text{解：由上式可得： } m = \sqrt{\frac{2(8000 - 800)}{300}} = 7 \text{ (年)}$$

二、经济寿命的动态计算方法

1. 一般情况

设： i —折现率，其余符号同上

$$\text{则 } n \text{ 年内设备的总成本现值为 } TC_n = P - L_n (P/F, i, n) + \sum_{j=1}^n C_j (P/F, i, j)$$

$$n \text{ 年内设备的年等额总成本为 } AC_n = TC_n (A/P, i, n)$$

2. 特殊情况

$$\begin{aligned} AC_n &= P(A/P, i, n) - L_n(A/F, i, n) + C_1 + \lambda(A/G, i, n) \\ &= [(P - L_n)(A/P, i, n) + L_n \times i] + [C_1 + \lambda(A/G, i, n)] \end{aligned}$$

故，可通过计算不同使用年限的年等额总成本 AC_n 来确定设备的经济寿命。若设备的经济寿命为 m 年，则应满足下列条件： $AC_m \leq AC_{m-1}$ ， $AC_m \leq AC_{m+1}$

【例】：某设备购置费为 24000 元，第 1 年的设备运营费为 8000 元，以后每年增加 5600 元，设备逐年减少的残值如下表所示。设利率为 12%，求该设备的经济寿命。

解：设备在使用年限内的等额年总成本计算如下：

$$\begin{aligned} n=1 : \quad AC_1 &= (24000 - 12000)(A/P, 12\%, 1) + 12000 \times i + 8000 + 5600(A/G, 12\%, 1) \\ &= 12000(1.1200) + 12000 \times 0.12 + 8000 + 5600(0) = 22880 \text{ (元)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n=2 : \quad AC_2 &= (24000 - 8000)(A/P, 12\%, 2) + 8000 \times i + 8000 + 5600(A/G, 12\%, 2) \\ &= 16000(0.5917) + 8000 \times 0.12 + 8000 + 5600(0.4717) = 21068 \text{ (元)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n=3 : \quad AC_3 &= (24000 - 4000)(A/P, 12\%, 3) + 4000 \times i + 8000 + 5600(A/G, 12\%, 3) \\ &= 20000(0.4163) + 4000 \times 0.12 + 8000 + 5600(0.9246) = 21985 \text{ (元)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AC_4 &= (24000 - 0)(A/P, 12\%, 4) + 0 \times i + 8000 + 5600(A/G, 12\%, 4) \\
 n=4: \quad &= 24000(0.3292) + 0 \times 0.12 + 8000 + 5600(1.3589) = 23511(\text{元})
 \end{aligned}$$

表		设备经济寿命动态计算表			单位：元
第 j 年末	设备使用到第 n 年末的残值	年度运营成本	等额年资产恢复成本	等额年运营成本	等额年总成本
1	12000	8000	14880	8000	22880
2	8000	13600	10427	10641	21068
3	4000	19200	8806	13179	21985
4	0	24800	7901	15610	23511

根据计算结果，设备的经济寿命为 2 年。

§ 4 设备更新分析方法及其应用

一、设备更新分析方法

设备更新分析的结论取决于所采用的分析方法，而设备更新分析的假定条件和设备的研究期是选用设备更新分析方法时应考虑的重要因素。

1. 原型设备更新分析

所谓原型设备更新分析，就是假定企业的生产经营期较长，并且设备均采用原型设备重复更新，这相当于研究期为各设备自然寿命的最小公倍数。

原型设备更新分析主要有三个步骤：

- (1) 确定各方案共同的研究期；
- (2) 用费用年值法确定各方案设备的经济寿命；
- (3) 通过比较每个方案设备的经济寿命确定最佳方案，即旧设备是否更新以及新设备未来的更新周期。

2. 新型设备更新分析

所谓新型设备更新分析，就是假定企业现有设备可被其经济寿命内等额年总成本最低的新设备取代。

二、现有设备处置决策

在市场经济条件下，受需求量的影响，许多企业在现有设备的自然寿命期内，必须考虑是否停产并变卖现有设备，这类问题称为现有设备的处置决策。一般而言，现有设备的处置决策仅与旧设备有关，且假设旧设备自然寿命期内每年残值都能估算出来。

三、设备更新分析方法应用

1. 技术创新引起的设备更新

通过技术创新不断改善设备的生产效率，提高设备使用功能，会造成旧设备产生精神磨损，从而有可能导致企业对旧设备进行更新。

【例】某公司用旧设备 O 加工某产品的关键零件，设备 O 是 8 年前买的，当时的购置及安装费为 8 万元，设备 O 目前市场价为 18000 元，估计设备 O 可再使用 2 年，退役时残值为 2750 元。目前市场上出现了一种新的设备 A，设备 A 的购置及安装费为 120000 万元，

设定研究期为 10 年，各方案的等额年总成本计算如下：

方案 1：

$$\begin{aligned} AC_A &= 700 (A/P, 10\%, 10) - 100 (A/F, 10\%, 10) + 20 + 5(A/G, 10\%, 10) \\ &= 700 \times 0.1627 - 100 \times 0.0627 + 20 + 5 \times 3.725 = 146.25 (\text{万元}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AC_B &= [6000 (A/P, 10\%, 20) - 1000 (A/F, 10\%, 20) + 10] (F/A, 10\%, 7) (A/F, 10\%, 10) \\ &= [6000 \times 0.1175 - 1000 \times 0.0175 + 10] \times 9.4872 \times 0.0672 = 413.58 (\text{万元}) \end{aligned}$$

$$AC_1 = 146.25 + 413.58 = 559.83 (\text{万元})$$

方案 2：

$$AC_C = 8000 (A/P, 10\%, 30) - 1200 (A/F, 10\%, 30) + 8 = 849.48 (\text{万元})$$

$$AC_2 = 849.48 (\text{万元})$$

从以上比较结果来看，应采用方案 1。

四、设备更新方案的综合比较

设备超过最佳期限之后，就存在更新的问题。但陈旧设备直接更换是否必要或是否为最佳的选择，是需要进一步研究的问题。一般而言，对超过最佳期限的设备可以采用以下 5 种处理办法：

- (1) 继续使用旧设备
- (2) 对旧设备进行大修理
- (3) 用原型设备更新
- (4) 对旧设备进行现代化技术改造
- (5) 用新型设备更新

对以上更新方案进行综合比较宜采用“最低总费用现值法”，即通过计算各方案在不同使用年限内的总费用现值，根据打算使用年限，按照总费用现值最低的原则进行方案选优。

第十章 价值工程

技术经济学除了要评价投资项目的经济效果和社会效果外，还要研究如何用最低的寿命周期成本实现产品、作业或服务的必要功能。价值工程是一门技术与经济相结合的学科，它既是一种管理技术，又是一种思想方法。国内外的实践证明，推广应用价值工程能够促使社会资源得到合理有效的利用。

本章要求

- (1) 熟悉价值工程的基本原理；
- (2) 熟悉价值工程对象的选择和信息资料收集；
- (3) 掌握功能分析和功能评价的方法；
- (4) 了解方案创造与评价；
- (5) 了解价值工程的应用。

本章重点

- (1) 价值工程的基本原理
- (2) 功能分析和功能评价的方法

本章难点

- (1) 价值工程的基本原理
- (2) 功能分析和功能评价的方法

§ 1 价值工程原理

一、价值工程的概念

价值工程（**Value Engineering**，简称 **VE**），亦称价值分析（**Value Analysis**，简称 **VA**），是研究如何以最低的寿命周期成本，可靠地实现对象（产品、作业或服务）的必要功能，而致力于功能分析的一种有组织的技术经济思想方法和管理技术。

价值工程的基本原理涉及三个重要的基本概念，即：

1. 价值（**value**）

$$\text{价值} = \frac{\text{功能}}{\text{成本}}, \quad \text{即} \quad V = \frac{F}{C}$$

2. 功能（**function**）

功能是对象能满足某种需求的一种属性。具体来说，功能就是功用、效用。分类如下：

- (1) 使用功能（**use function**）和品味功能（**esteem function**）

使用功能是对象所具有的与技术经济用途直接有关的功能；品味功能是与使用者的精神感觉、主观意识有关的功能，如美观、豪华等。

- (2) 基本功能（**basic function**）和辅助功能（**supporting function**）

基本功能是决定对象性质和存在的基本要素；辅助功能是为更好实现基本功能而附加的一些因素。

- (3) 必要功能（**necessary function**）和不必要功能（**unnecessary function**）

必要功能是为满足使用者的要求而必须具备的功能；不必要功能是与满足使用者的需求无关的功能。

(4) 不足功能 (insufficient function) 和过剩功能 (plethoric function)

不足功能是对象尚未满足使用者需求的必要功能；过剩功能是超过使用者需求的功能。

3. 寿命周期成本 (life cycle cost)

(1) 寿命周期：从产生到结束为止的期限

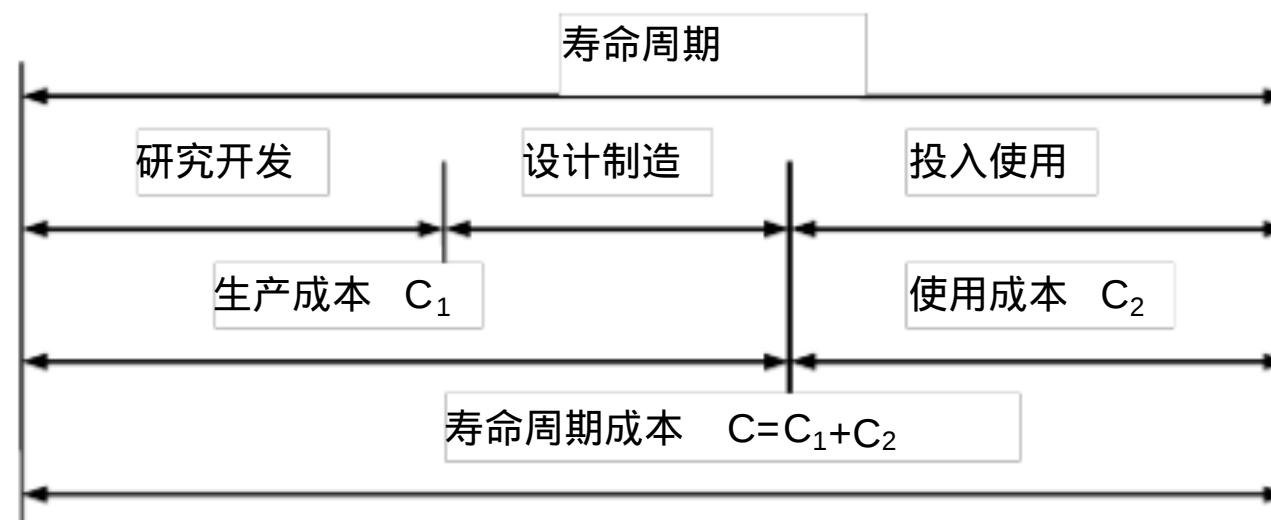
(2) 寿命周期费用 (或寿命周期成本)

是指整个寿命周期过程中发生的全部费用，包括：

生产成本：产品从研发到用户手中为止的全部费用

使用成本：用户在使用过程中发生的各种费用

因此，寿命周期费用 = 生产成本 + 使用成本，即 $C = C_1 + C_2$



产品的寿命周期与产品的功能有关，见教材 P.231 的图 12-1。这种关系的存在，决定了寿命周期费用存在最低值。

二、提高产品价值的途径

1. $F \uparrow, C \downarrow$; 2. $F \rightarrow, C \downarrow$; 3. $F \uparrow, C \rightarrow$; 4. $F \uparrow \uparrow, C \uparrow$; 5. $F \downarrow, C \downarrow \downarrow$

三、价值工程的特点

1. 出发点上：是以用户的功能需求为出发点；
2. 目的上：是致力于提高价值的创造性活动；
3. 方法上：是以功能分析为核心，并系统研究功能与成本的关系；
4. 活动领域上：涉及到整个寿命周期，是有组织有计划的开展工作的。

§ 2 价值工程的实施步骤和方法

一、价值工程的工作程序

价值工程的一般工作程序如下表所示。由于价值工程的应用范围广泛，其活动形式也不尽相同，因此在实际应用中，可参照这个工作程序，根据对象的具体情况，应用价值工程的基本原理和思想方法，考虑具体的实施措施和方法步骤。但是对象选择、功能分析、功能评价和方案创新与评价是工作程序的关键内容，体现了价值工程的基本原理和思想，是不可缺少的。

表 价值工程一般工作程序				
价值工程 工作阶段	设计程序	工作步骤		价值工程对应问题
		基本步骤	详细步骤	
准备阶段	制定工作计划	确定目标	1.对象选择	1.这是什么 ？
			2.信息搜集	
分析阶段	规定评价（功能要求 事项实现程度的）标 准	功能分析	3.功能定义	2.这是干什么用的 ？
			4.功能整理	
		功能评价	5.功能成本分析	3.它的成本是多少 ？
			6.功能评价	4.它的价值是多少 ？
			7. 确定改进范围	
创新阶段	初步设计（提出各种 设计方案）	制定改进方案	8.方案创造	5.有其它方法实现这一功 能吗？
	评价各设计方案，对 方案进行改进、选优		9.概略评价	6.新方案的成本是多少 ？
			10.调整完善	
			11.详细评价	
	书面化		12.提出提案	7.新方案能满足功能要求 吗？
实施阶段	检查实施情况并评 价活动成果	实施评价成果	13.审批	8.偏离目标了吗 ？
			14.实施与检查	
			15.成果鉴定	

二、对象选择

1. 对象选择的一般原则：在经营上迫切需要改进的产品；功能改进和成本降低的潜力比较大的产品。

2. 选择的方法

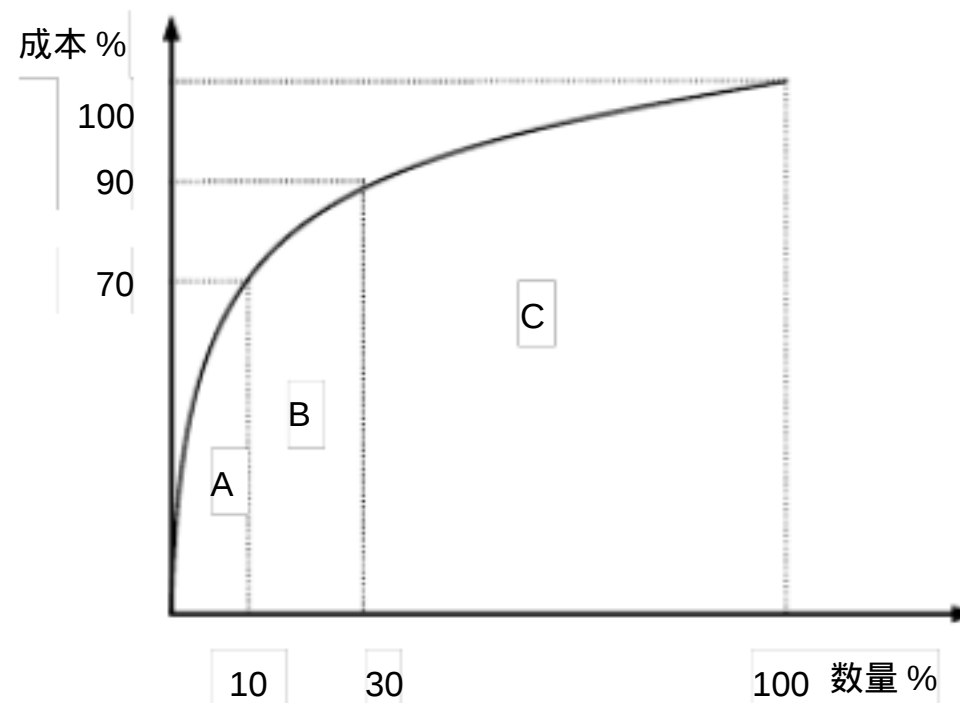
（1）经验分析法（因素分析法）

凭经验对设计、加工、制造、销售和成本等方面存在的问题进行综合分析，找出关键因素，并把存在这些关键问题的产品或零部件作为研究对象。

（2）百分比法

百分比法是通过分析产品对两个或两个以上经济指标的影响程度（百分比）来确定。

（3）ABC 分析法



ABC 分析曲线图

(4) 价值指数法 (根据价值的表达式 $V = \frac{F}{C}$)

- 价值系数 <1 ，说明产品或部件重要程度小而成本高，应作为研究对象；
- 价值系数 >1 ，说明产品或部件重要程度大而成本低，可作为研究对象；
- 价值系数 $=1$ ，说明产品或部件重要程度和成本相当，不作为研究对象；
- 价值系数 $=0$ ，说明构配件不重要，可以取消或合并

三、功能分析

功能分析是价值工程的核心和基本内容，包括功能定义和功能整理。其目的就是在满足用户基本功能的基础上，确保和增加产品的必要功能，剔除或减少不必要功能。

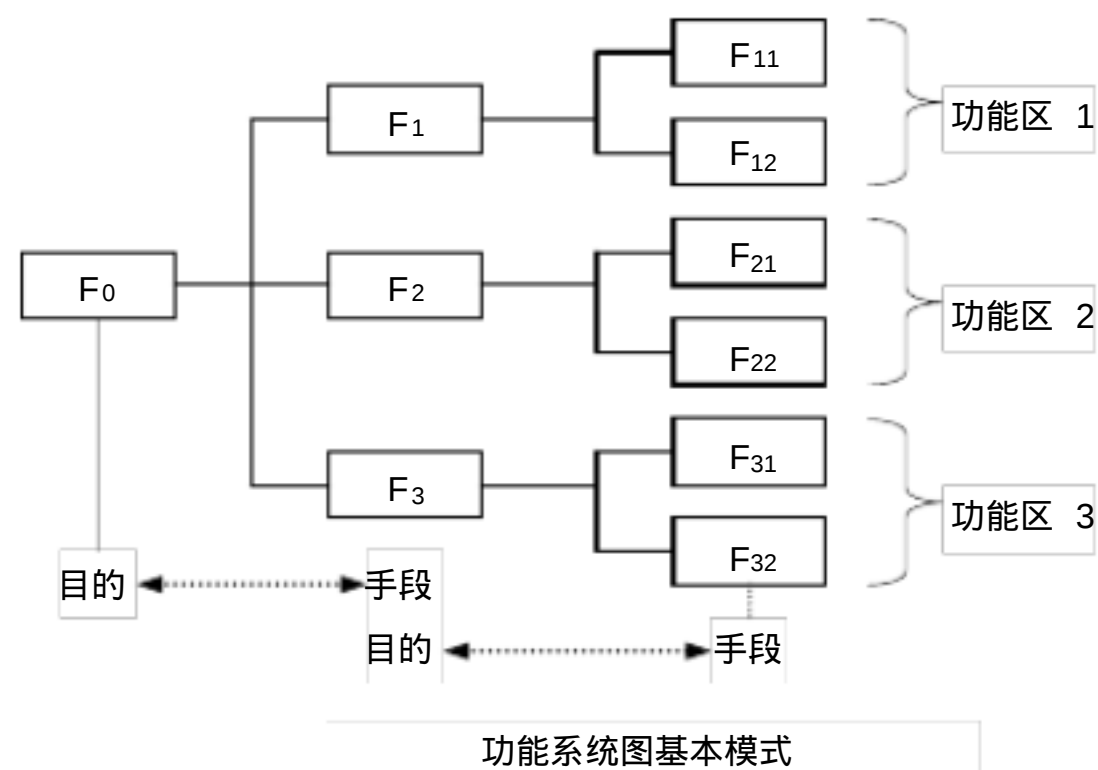
1. 功能定义

功能定义是对价值工程对象及其组成部分的功能所作的明确表述。常采用“两词法”(即动宾词组法)来简明扼要地表述。

2. 功能整理

功能整理是对定义出的功能进行系统分析、整理，明确功能之间的关系，分清功能类别，建立功能系统图。其步骤如下：

1. 分析产品的基本功能和辅助功能
2. 明确功能的上下位和并列关系
3. 建立功能系统图



四、功能评价

1. 评价方法

功能评价是对对象实现的各功能在功能系统中的重要程度进行定量估计。评价方法有：

(1) “01”评分法——重要者得 1 分，不重要者得 0 分。

零件功能	一对一比较结果					得分	功能评价系数
	A	B	C	D	E		
A	×	1	0	1	1	3	0.3
B	0	×	0	1	1	2	0.2
C	1	1	×	1	1	4	0.4
D	0	0	0	×	0	0	0
E	0	0	0	1	×	1	0.1
合计						10	1.0

(2) 直接评分法 ——由专业人员对各功能直接打分

评价人员 零件功能	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	各零件 得分	功能评 价系数
A	3	3	2	2	3	3	1	2	3	2	24	0.24
B	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	21	0.21
C	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	37	0.37
D	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	5	0.05
E	1	1	1	2	1	1	2	3	0	1	13	0.13
合计	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	1.0

(3) “04”评分法

采用“04”评分法进行一一比较时，分为四种情况：

非常重要的功能得 4 分，很不重要的功能得 0 分；

比较重要的功能得 3 分，不太重要的功能得 1 分；

两个功能重要程度相同时各得 2 分；

自身对比不得分。

零件功能	一对一比较结果					得分	功能评价系数
	A	B	C	D	E		
A	×	3	1	4	4	12	0.3
B	1	×	3	1	4	9	0.225
C	3	1	×	3	0	7	0.175
D	0	3	1	×	3	7	0.175
E	0	0	4	1	×	5	0.125
合计						40	1.0

(4) 倍比法

评价对象	相对比值	得分	功能评价系数
F ₁	F ₁ /F ₂ =2	9	0.51
F ₂	F ₂ /F ₃ =1.5	4.5	0.26
F ₃	F ₃ /F ₄ =3	3	0.17
F ₄		1	0.06
合计		17.5	1.00

2. 功能改进目标的确定

(1) 价值系数

(2) 成本改善期望值

五、方案创造与评价

(一) 方案的创造

1. 头脑风暴法 (Brain Storming , 简称 BS 法)

2. 模糊目标法 (哥顿法)

3. 专家函询法 (德尔菲法)

(二) 方案评价和选择

方案评价是在方案创造的基础上对新构思方案的技术、经济和社会效果等几方面进行的评估，以便选择最佳方案。方案评价分为概略评价和详细评价二个阶段。