



水利造价信息网

2020

全国一级造价工程师
《建设工程造价案例分析》

——（水利工程）精讲课程

主讲老师：王飞寒



第二章：工程经济



第一章 工程经济

主要内容:

- (1) 资金时间价值理论
- (2) 水利建设项目经济评价
- (3) 不确定性分析与风险分析
- (4) 水利工程设计、施工方案比选与优化



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

一、资金时间价值的表现形式

资金时间价值是以利息、利润和收益的形式来反映的，通常以利息和利息率（简称利率）两个指标表示。

1.利息：资金投入生产后在一定时期内所产生的增值，或使用资金的回报。利息是衡量资金时间价值的绝对尺度。

2.利率（利息率）：利率是一定时期内的利息与产生这一利息所投入的资金的本金的比值。利率反应了资金随时间变化的增值率或报酬率，是衡量资金时间价值的相对尺度。



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

二、现金流量

（一）现金流量的概念

现金流量是指拟建项目在某一时间点上发生的现金流入、

现金流出以及流入与流出的差额（又称为净现金流量）。

现金流量一般以计息期（年、季、月等）为时间单位，用

现金流量表或现金流量图表示。



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

(二) 现金流量图

一般用一个数轴图形来表示各现金流入流出与相应时间的对应关系，就称为现金流量图。一般假设投资在年初发生，其他经营费用或收益均在年末发生。如图所示（一般用年末标注法）。

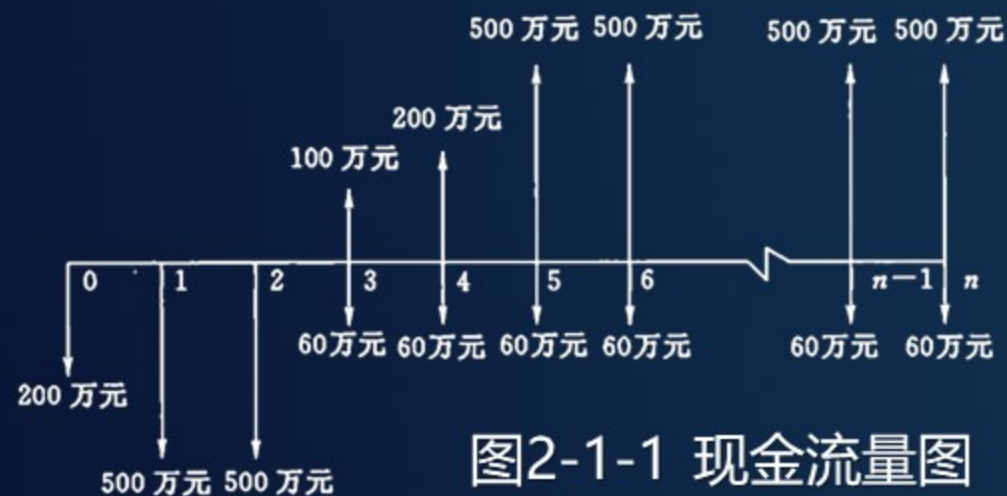


图2-1-1 现金流量图

现金流量的三要素：

大小（现金流量数额）

方向（现金流入或流出）

作用点（现金流发生时点）



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

(三) 现金流量表

现金流量表也是表示项目经济评价活动中现金流量的工具。表

2-1-1即是与图2-1-1对应项目经济评价活动中的现金流量表。

现金流量表中，与时间 t 对应的现金流量发生在当期期末。

时间 t	0	1	2	3	4	5	6	...	$n-1$	n
现金流入				100	200	500	500	...	500	500
现金流出	200	500	500	60	60	60	60	...	60	60
净现金流量	-200	-500	-500	40	140	440	440	...	440	440

表2-1-1 现金流量表 单位：万元



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

三、计算资金时间价值的基本方法

计算资金时间价值的基本方法有两种：单利法和复利法。

（一）单利法

单利法是每期的利息均按原始本金计算利息的方法，不论计息期数为多少，只有本金计利息，利息不再计利息，每期的利息相等。单利法的计算公式为



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

$$I = P \times i \times n$$

式中 I ——第 n 期末利息;

P ——本金;

n ——计息期数;

i ——计息周期利率。

n 个计息周期后的本利和为:

$$F_n = P + n \times P \times i = P (1 + n \times i)$$



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

(二) 复利法

用复利法计算资金的时间价值时，不仅要考虑本金产生的利息，而且要考虑利息在下一个计息周期产生的利息，以本金与各期利息之和为基数逐期计算本利和。

设本金为 P ，每一计息周期利率为 i ，计息期数为 n ，每一期末产生的利息为 I ，本金与利息之和为 F 。





知识点一 资金的时间价值理论

第一期末：本金P产生利息为：

$$I_1 = P \times i$$

本利和为：

$$F_1 = P + P \times i = P (1 + i) :$$

第二期末：同第二期的本金P (1 + i) 产生的利息为：

$$I_2 = P (1 + i) i$$

本利和为：

$$F_2 = P + Pi + P (1 + i) i = P (1 + i)^2$$

依此类推，第n期末本利和为： $F_n = P (1 + i)^n$

第n期末，本金P产生的利息为： $I_n = P (1 + i)^n - P$



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

(三) 名义利率和实际利率

1. 名义利率

用单利计息的方法，将年内每一计息周期 m 的利率 i_m 换算为以年为计息周期的年利率，称为名义利率，用 r 表示。

则 $r = mi_m$

即名义利率 = 年内每一计息周期利率 (i_m) $\times$ 年内计息次数。

例如，每月计息一次，利率为1%，则年利率为12%，此年利率就是名义利率。



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

2.实际利率

用复利计息的方法，将年内每一计息周期利率换算为以年为计息周期的年利率，称为实际年利率，用 i 表示。

$$\text{则 } i = (1 + i_m)^m - 1$$

3.名义利率与实际利率的关系

$$\text{将为 } i_m = \frac{r}{m} \text{ 代入得 } i = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1$$

【例题】每月计息一次，月利率为1%，则实际年利率为： $i = (1 + i_m)^m - 1 = (1 + 1\%)^{12} - 1 = 12.68\%$



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

四、资金等值计算的基本公式

(一) 一次支付类型

1. 一次支付终值公式

已知现值 (P)、计息次数 (n)、折现率 (i)，求终值 (F) 的问题。

$$F = P (1 + i)^n$$

$(1 + i)^n$ 称为复利终值系数，记为 $(F/P, i, n)$ 。则： $F = P (F/P, i, n)$

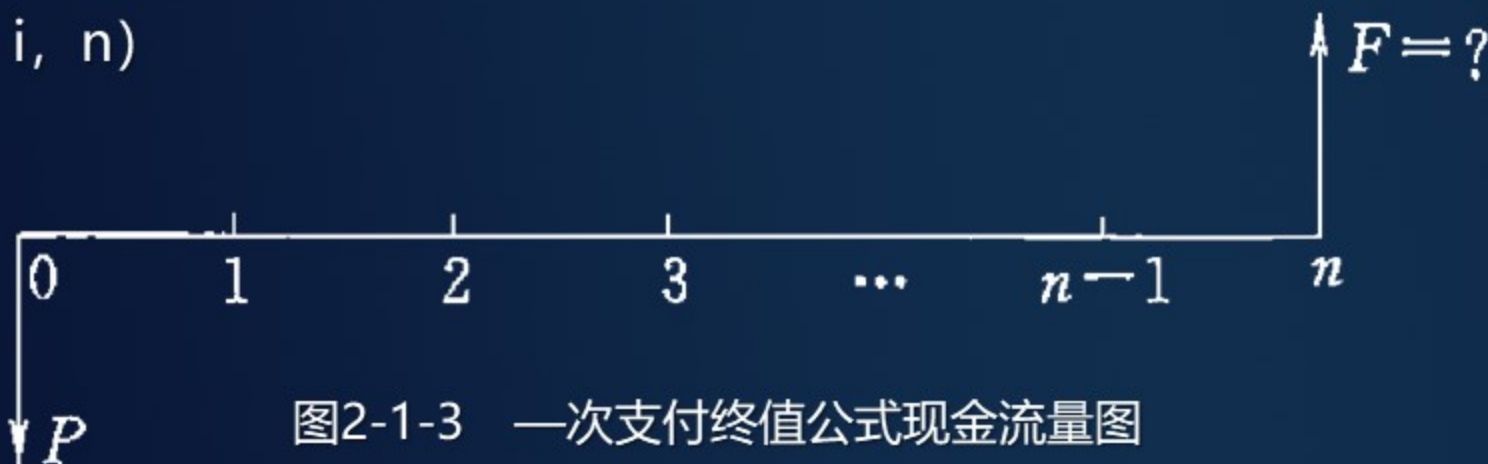


图2-1-3 一次支付终值公式现金流量图



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

2.一次支付现值公式

已知 F 、 n 、 i ，求现值 p 。 $P = F (1 + i)^{-n}$

$(1 + i)^{-n}$ 称为复利现值系数，记为 $(P/F, i, n)$ 。则： $P = F (P/F, i, n)$

把未来时刻资金的价值换算为现在时刻的价值，称为折现或贴现。

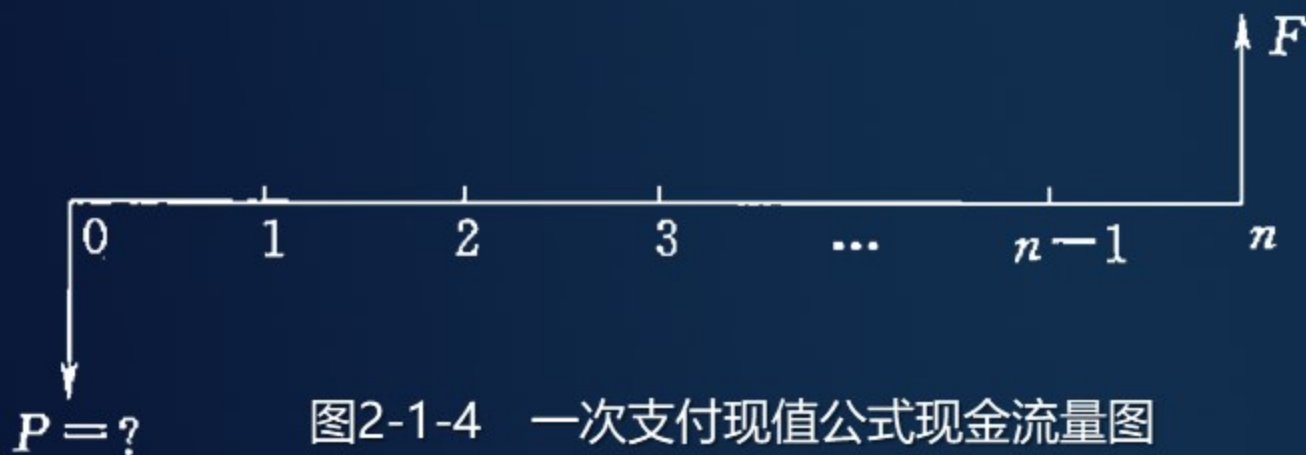


图2-1-4 一次支付现值公式现金流量图





知识点一 资金的时间价值理论

(二) 等额支付类型

1. 等额年金终值公式

连续在多期期末支付等额的资金，计算最后期末所积累的资金。

即已知 A 、 i 、 n ，求 F 。

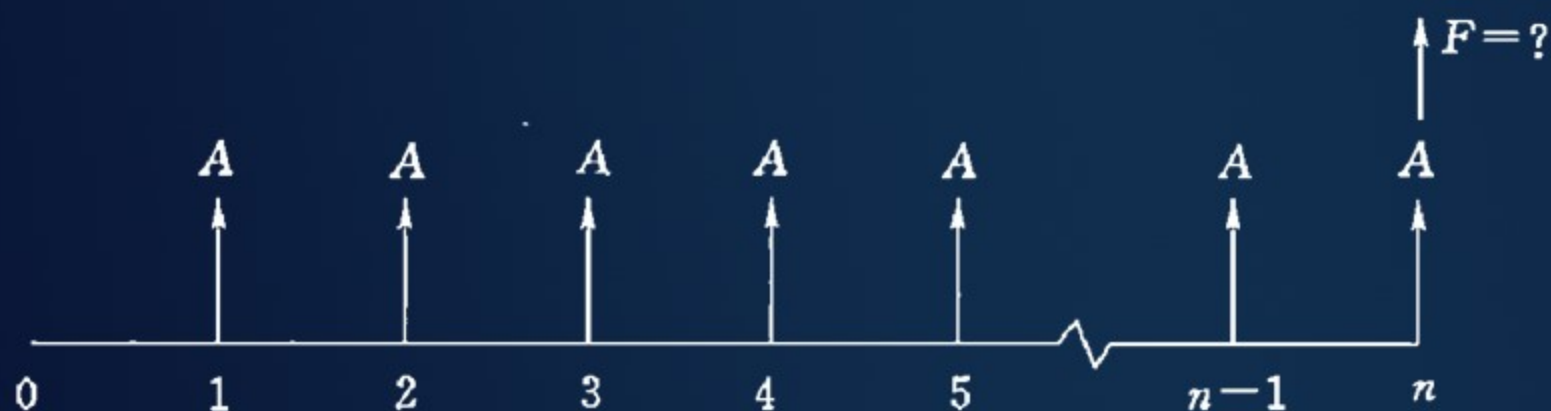


图2-1-5 等额年金终值公式现金流量图



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

在年利率为*i*的情况下，*n*年内每年年末投入*A*，到*n*年末积累的终值等于各等额年金*A*的终值之和：

$$F = A + A(1+i) + A(1+i)^2 + \dots + A(1+i)^{n-1} = A \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

式中 $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$ 称为年金终值系数，记为 $(F/A, i, n)$ 。

则 $F = A(F/A, i, n)$ 。



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

2.等额年金现值公式

已知 A , i , n , 求 P 。其现金流量图如图2-1-6所示。

将等额年金终值公式代入一次支付现值公式得:

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

$\frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n}$ 为年金现值系数, 记为 $(P/A, i, n)$ 。
则: $P = A (P/A, i, n)$ 。

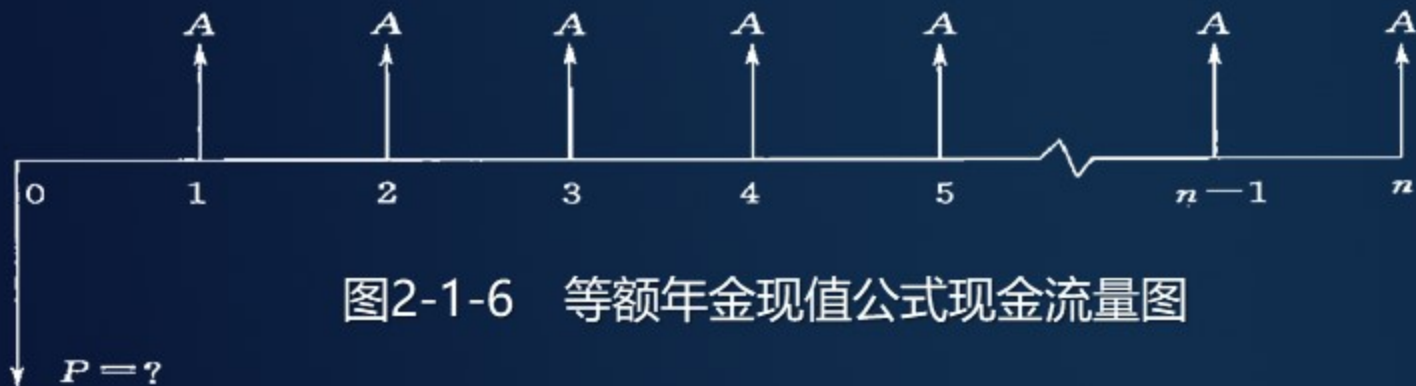


图2-1-6 等额年金现值公式现金流量图





知识点一 资金的时间价值理论

3. 偿债基金公式

即已知 F , i , n , 求 A 。其现金流量图如图2-1-7所示。

$$A = F \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

$\frac{i}{(1+i)^n - 1}$ 为偿债基金系数, 记为 $(A/F, i, n)$ 。

则 $A = F (A/F, i, n)$ 。

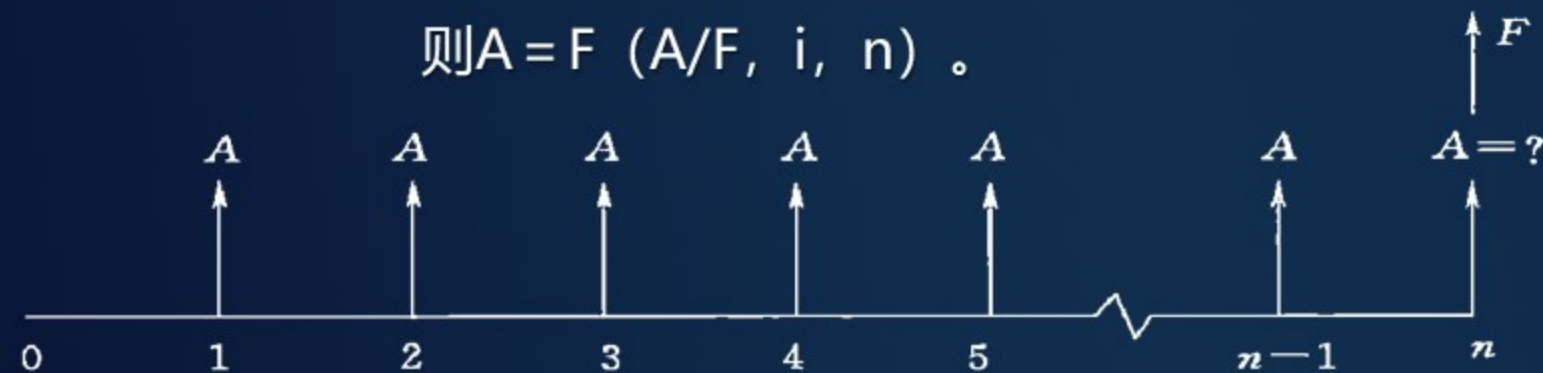


图2-1-7 偿债基金公式现金流量图



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

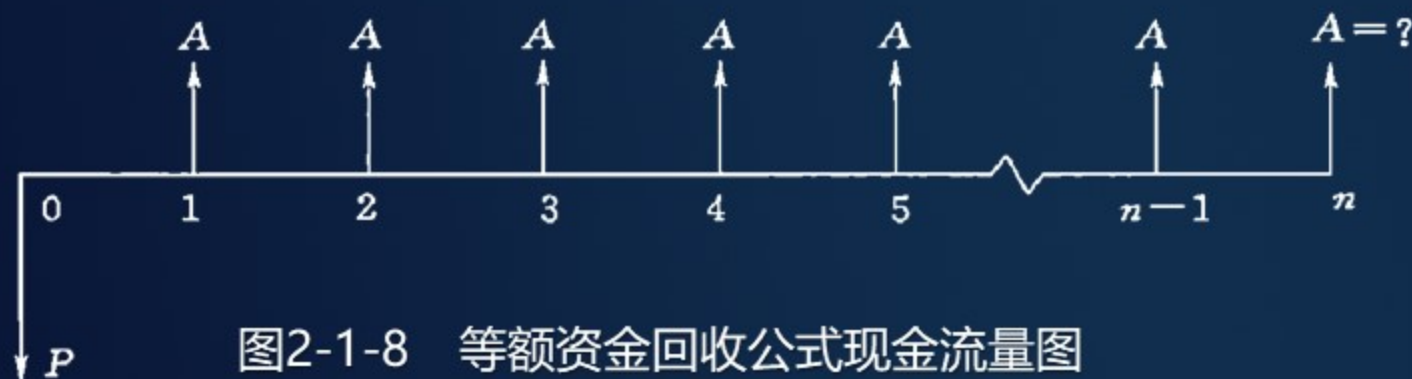
4.等额资金回收公式

已知 P , i , n , 求 A 。其现金流量图如图2-1-8所示。

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ 为资金回收系数, 记为 $(A/P, i, n)$ 。

则 $A = P (A/P, i, n)$ 。



易投软件



知识点一 资金的时间价值理论

计算公式	公式名称	已知项	欲求项	系数符号	公式	备注
	一次支付终值	P	F	$(F/P, i, n)$	$F = P(1+i)^n$	基本公式
	一次支付现值	F	P	$(P/F, i, n)$	$P = F(1+i)^{-n}$	
	等额支付终值	A	F	$(F/A, i, n)$	$F = A \frac{(1+i)^n - 1}{i}$	基本公式
	年金现值	A	P	$(P/A, i, n)$	$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)}$	
	偿债基金	F	A	$(A/F, i, n)$	$A = F \frac{i}{(1+i)^n - 1}$	
	等额资金回收	P	A	$(A/P, i, n)$	$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	



第二章：工程经济

案例一 资金的时间价值理论（一）

一、背景

某大型水闸工程的建筑工程部分的分年度投资情况见表2-1。

项目名称	合计	建设工期			
		第1年	第2年	第3年	第4年
建筑工程	11000	1200	2400	4800	2600

表2-1某水闸工程建筑工程分年度投资表（单位：万元）



第二章：工程经济

- (1) 工程预付款为全部建筑投资的10%，并安排在前两年等额支付。在第2年起按当年投资的20%回扣预付款，直至扣完。
- (2) 保留金按建筑工作量的3%计算，扣留部分按分年完成建筑工作量的5%计算，直至扣完。最后一年偿还全部保留金。
- (3) 基本预备费费率取10%。



第二章：工程经济

二、问题

1. 计算建筑工程资金流量，填入表2-2中。

项目名称	合计	建设工期			
		第1年	第2年	第3年	第4年
1 建筑工程					
1.1 分年完成工作量					
1.2 工程预付款					
1.3 扣回工程预付款					
1.4 保留金					
1.5 偿还保留金					
基本预备费					
静态总投资					

表2-2 资金流量计算表

(单位：万元)



第二章：工程经济

2. 计算静态总投资。

3. 本建设项目中每年的贷款额度见表2-3，贷款利率为6%，按月计息，建设期只计息不还款，计算各年利息。

计算结果保留两位小数。

表2-3 分年度贷款度表 (单位：万元)

项目名称	合计	建设期			
		第1年	第2年	第3年	第4年
建筑工程	5120	720	960	2400	1040



第二章：工程经济

三、答案

1.计算建筑工程资金流量，填入表2-2中。

表2-2 资金流量计算表 (单位：万元)

项目名称	合计	建设工期			
		第1年	第2年	第3年	第4年
1 建筑工程					
1.1 分年完成工作量					
1.2 工程预付款					
1.3 扣回工程预付款					
1.4 保留金					
1.5 偿还保留金					
基本预备费					
静态总投资					



第二章：工程经济

解：建筑工程资金流量按以下分项进行计算：

工程预付款总额：

$$11000 \times 10\% = 1100 \text{ (万元)}$$

$$\text{第1年: } 1100 \times 50\% = 550 \text{ (万元)}$$

$$\text{第2年: } 1100 \times 50\% = 550 \text{ (万元)}$$

扣回工程预付款：

$$\text{第2年: } 2400 \times 20\% = 480 \text{ (万元)}$$

$$\text{第3年: } 4800 \times 20\% = 960 \text{ (万元)}$$

因加上第3年预计回扣额超过了工程预付款需扣回余额，故第3年

$$\text{扣回额: } 1100 - 480 = 620 \text{ (万元)}$$



第二章：工程经济

工程保留金：

工程保留金总额： $11000 \times 3\% = 330$ （万元）

第1年： $1200 \times 5\% = 60$ （万元）

第2年： $2400 \times 5\% = 120$ （万元）

第3年： $4800 \times 5\% = 240$ （万元）

因加上第3年保留金预留额超过了工程保留金尚需计提的余额，故

第3年： $330 - 60 - 120 = 150$ （万元）

偿还保留金：

保留金全部合计330万元全部计入工程项目的最后1年偿还。将结果填入表2-4中。



第二章：工程经济

问题2：计算静态总投资。

解：基本预备费，按分年度投资额（**分年资金流量**）的10%计算：

第1年： $1200 \times 10\% = 120$ （万元）

第2年： $2400 \times 10\% = 240$ （万元）

第3年： $4800 \times 10\% = 480$ （万元）

第4年： $2600 \times 10\% = 260$ （万元）



第二章：工程经济

静态总投资：

第1年： $1200 + 120 = 1320$ (万元)

第2年： $2400 + 240 = 2640$ (万元)

第3年： $4800 + 480 = 5280$ (万元)

第4年： $2600 + 260 = 2860$ (万元)

静态投资总额为： $1320 + 2640 + 5280 + 2860 = 12100$ (万元)

将计算结果填入表2 - 4中。



第二章：工程经济

表2-4 资金流量计算表 (单位：万元)

项目名称	合计	建设工期			
		第1年	第2年	第3年	第4年
1 建筑工程 (1.1+1.2+1.3+1.4+1.5)	11 000	1 690	2 350	4 030	2 930
1.1 分年完成工作量	11 000	1 200	2 400	4 800	2 600
1.2 工程预付款	1 100	550	550		
1.3 扣回工程预付款	-1 100		-480	-620	
1.4 保留金	-330	-60	-120	-150	
1.5 偿还保留金	330				330
基本预备费	1 100	169	235	403	293
静态总投资	12 100	1859	2585	4433	3223



第二章：工程经济

问题3：

本建设项目中每年的贷款额度见表2 - 3，贷款利率为6%，按月计息，建设期只计息不还款，计算各年利息。

计算结果保留两位小数。

表2-3 分年度贷款度表 (单位：万元)

项目名称	合计	建设工期			
		第1年	第2年	第3年	第4年
建筑工程	5120	720	960	2400	1040



第二章：工程经济

解：

建设期贷款分年度额已列表给出，因计息周期为月，因此需要将名义

年利率换算成实际

$$\text{年利率} \quad \left(1 + \frac{6\%}{12}\right)^{12} - 1 = 6.17\%$$

故建设期各年利息为：

$$\text{第1年: } \frac{1}{2} \times 720 \times 6.17\% = 22.21 \text{ (万元)}$$

$$\text{第2年: } \left(\frac{1}{2} \times 960 + 720 + 22.21\right) \times 6.17\% = 75.41 \text{ (万元)}$$



第二章：工程经济

第3年：

$$\left(\frac{1}{2} \times 2400 + 720 + 22.21 + 960 + 75.41\right) \times 6.17\% = 183.72 \text{ (万元)}$$

第4年：

$$\left(\frac{1}{2} \times 1040 + 2400 + 183.72 + 720 + 22.21 + 960 + 75.41\right) \times 6.17\% = 301.18 \text{ (万元)}$$

建设期利息为：22.21 + 75.41 + 183.72 + 301.18 = 582.52 (万元)



知识点二 水利建设项目经济评价

一、工程经济评价的概念

工程经济评价是在拟建项目方案投资决策前，采用科学的分析方法，对技术方案的财务可行性和经济合理性进行分析论证，为选择技术方案提供科学的决策依据。



知识点二 水利建设项目经济评价

二、工程经济评价内容

工程经济评价内容包括国民经济评价和财务评价。





知识点二 水利建设项目经济评价

三、财务评价

(一) 财务评价基础

1. 建设总投资

建设项目评价中的总投资包括建设投资、建设期贷款利息和流动资金。

2. 项目运行所需的费用和收益

项目运行所需的费用和收益应按年列为资金的支出和收入。

(1) 收益。项目运行收益，包括项目运行销售产品和服务的收益、固定资产残值的回收及流动资金的回收。

年收益 = 年提供的商品销售量 × 销售单价

也可以用提供的服务的价值来计算。



知识点二 水利建设项目经济评价

(2) 项目运行的总成本费用。项目总成本费用是指项目在运营期内为生产产品或提供服务所发生的全部费用，等于经营成本与固定资产折旧费、摊销费和财务费用之和。总成本费用的估算应根据行业规定的方法估算。

总成本费用可分解为固定成本和可变成本。

固定成本一般包括折旧费、摊销费、修理费、工资及福利费（计件工资除外）和其他费用等，通常把运营期发生的全部利息也作为固定成本。

可变成本主要包括外购原材料、燃料及动力费和计件工资等。

固定资产折旧一般采用直线法。



知识点二 水利建设项目经济评价

3.与工程相关的税收规定

(1) 增值税

应纳税额=当期销项税额-当期进项税额

销项税额=销售额×税率

进项税额=买价×扣除率

(2) 所得税（收益税）

应纳税额=应纳税所得额×所得税税率 - 减免和抵免的税额



知识点二 水利建设项目经济评价

(二) 财务评价主要指标计算与判据

1. 盈利能力分析

(1) 静态投资回收期 (P_t)。静态投资回收期是指以项目的净收益回收全部投资所需要的时间。它是考察项目在财务上投资回收能力的主要指标。投资回收期短,表明项目投资回收快,抗风险能力强。自项目建设开始年算起。若从项目建成投产年算起,应予以特别注明。静态投资回收期的表

达式如下:

$$\sum_{t=1}^{P_t} (CI - CO)_t = 0$$

式中 P_t —静态投资回收期;

CI—现金流入量;

CO—现金流出量; $(CI - CO)_t$,第t年的净现金流量。



知识点二 水利建设项目经济评价

分为以下两种情况：

第一种情况：项目投产后各年的净现金流量不相同，则静态投资回收期可根据项目投资现金流量表计算。详细计算公式为

$$P_t = (T - 1) + \frac{\text{第}(T - 1)\text{年的累计净现金流量的绝对值}}{\text{第}T\text{年的净现金流量}}$$

式中T—项目各年累计净现金流量首次为正值的年数。

投资回收期短，表明项目投资回收快，抗风险能力强。



易投软件



知识点二 水利建设项目经济评价

第二种情况：项目投产后各年的净收益（净现金流量）均相同，
则静态投资回收期的计算公式如下：

$$\text{静态投资回收期} = \frac{\text{项目全部投资}}{\text{每年的净收益}} + \text{建设期}$$

静态投资回收期的评价准则：将计算出的静态投资回收期 (P_t)
与所确定的基准投资回收期 (P_e) 进行比较，若 $P_t \leq P_e$ 表明项目投
资能在规定的时间内收回，则项目（或方案）在经济上可以考虑
接受；若 $P_t > P_e$ ，则项目（或方案）在经济上是不可行的。



易投软件



知识点二 水利建设项目经济评价

(2) 总投资收益率 (ROI)。总投资收益率表示总投资的盈利水平,指项目达到设计能力后正常年份的**年息税前利润**或**运行期内年平均息税前利润**与项目总投资的比率。它是考察**项目盈利能力的静态指标**。

$$ROI = \frac{EBIT}{TI} \times 100\%$$

式中EBIT——项目达到设计生产能力后正常年份的**年息税前利润**或运行期内**年平均息税前利润**;

TI——项目总投资 (**包括建设投资、建设期贷款利息和全部流动资金**)。将算得的总投资收益率与同行业的收益率参考值对比,若高于同行业的收益率参考值,表明用总投资收益率表示的盈利能力满足要求。





知识点二 水利建设项目经济评价

(3) 项目资本金净利润率 (ROE)。项目资本金净利润率表示项目资本金的盈利水平, 指项目达到设计能力后正常年份的年净利润或运行期内年平均净利润与项目资本金的比率。它是考察项目盈利能力的静态指标。

$$ROE = \frac{NP}{EC} \times 100\%$$

式中NP——项目达到设计生产能力后正常年份的年净利润或运行期内年平均净利润 (净利润 = 利润总额 - 所得税) ;

EC——项目资本金 (非债务资金, 属于投资者自己的资金) 。资本金净利润率高于同行业的净利润率参考值, 表明用项目资本金净利润率表示的项目盈利能力满足要求。





知识点二 水利建设项目经济评价

(4) 财务净现值 (FNPV)。财务净现值是指按设定的折现率 (一般采用行业基准收益率)，将项目计算期内各年净现金流量折现到建设期初的现值之和。它是考察项目在计算期内盈利能力的动态评价指标。

$$FNPV = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t}$$

式中 i_c —— 设定的折现率 (或行业基准收益率)。

财务净现值指标的判别标准：若 $FNPV \geq 0$ ，则方案可行；若 $FNPV < 0$ ，则方案应予拒绝。即按照设定的折现率计算的财务净现值大于或等于零时，项目方案在财务上可考虑接受。





知识点二 水利建设项目经济评价

(5) 财务内部收益率 (FIRR)。财务内部收益率是指项目在整个计算期内各年净现金流量现值累计等于零时的折现率，是考察项目盈利能力的主要动态评价指标。

$$\sum_{t=1}^n (CI - CO)_t (1 + FIRR)^{-t} = 0$$

判别标准：当财务内部收益率大于或等于所设定的基准收益率 i_c 时，项目方案在财务上可以考虑接受。



易投软件



知识点二 水利建设项目经济评价

2. 偿债能力分析指标计算与评判标准

对于有借款的项目，通过偿债能力分析，考察项目能否按期偿还借款。

(1) 利息备付率 (ICR)。利息备付率是指项目在借款偿还期内，各年可用于支付利息的息税前利润与当期应付利息的比值。

$$ICR = \frac{EBIT}{PI}$$

式中 EBIT：息税前利润；

PI：计入总成本费用的应付利息。

利息备付率应分年计算。利息备付率越高，表明利息偿付的保障程度越高。对于正常运营的企业，利息备付率应当大于1。



易投软件



知识点二 水利建设项目经济评价

(2) 偿债备付率 (DSCR)。偿债备付率是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。

$$DSCR = \frac{EBITDA - T_{AX}}{PD}$$

式中EBITDA: 息税前利润加折旧和摊销;

Tax: 企业所得税;

PD: 应还本付息金额。包括还本金额和计入总成本费用的全部利息。

偿债备付率应分年计算, 偿债备付率越高, 表明可用于还本付息的资金保障程度越高。偿债备付率应当大于1。





第二章：工程经济

案例二 资金的时间价值理论（二）

一、背景

拟建经营性水利工程项目建设投资3000万元，建设期2年，根据合同协议约定，生产运营期取8年。其他有关资料 and 基础数据如下：

建设投资预计全部形成固定资产，固定资产使用年限为8年，残值率为5%，采用直线法折旧。



易投软件



第二章：工程经济

建设投资来源于资本金和贷款。其中贷款本金为1800万元，

贷款年利率为6%，按年计息。贷款在两年内均衡投入。

在生产运营期前4年按照等额还本付息方式偿还贷款。

生产运营期第1年由资本金投入300万元，作为生产运营期间

的流动资金。



易投软件



第二章：工程经济

项目生产运营期正常营业收入1500万元，经营成本680万元。

生产运营期第1年营业收入和经营成本均为正常年份的80%，

第2年起各年营业收入和经营成本均达到正常年份水平。

项目所得税税率取25%，税金及附加税率取6%（假设情况）。



易投软件



第二章：工程经济

二、问题

- 1.列式计算项目的年折旧额。
 - 2.列式计算项目生产运营期第1年、第2年应偿还的本息额。
 - 3.列式计算项目生产运营期第1年、第2年总成本费用。
 - 4.判断项目生产运营期第1年末项目还款资金能否满足约定的还款方式要求，并通过列式计算说明理由。
 - 5.列式计算项目正常年份的总投资收益率。
- 计算结果均保留两位小数。





第二章：工程经济

三、答案

问题1：列式计算项目的年折旧额。

解：项目借款金额为1 800万元。

首先计算建设期的利息：

$$\text{第1年: } \frac{1}{2} \times 900 \times 6\% = 27 \text{ (万元)}$$

$$\begin{aligned} \text{第2年: } & \left(\frac{1}{2} \times 900 + 900 + 27 \right) \times 6\% \\ & = 82.62 \text{ (万元)} \end{aligned}$$



易投软件



第二章：工程经济

建设期利息总额：

$$27 + 82.62 = 109.62 \text{ (万元)}$$

固定资产投资总额：

$$3000 + 109.62 = 3109.62 \text{ (万元)}$$

直线法折旧计算折旧额：

$$\frac{3109.62 - 3109.62 \times 5\%}{8} = 369.27 \text{ (万元)}$$

项目的年折旧额为369.27万元。



易投软件



第二章：工程经济

问题2：列式计算项目生产运营期第1年、第2年应偿还的本息额。

解：生产运营期第1年，期初贷款的总额为

$$1800 + 27 + 82.62 = 1909.62 \text{ (万元)}$$

因运营期前4年进行等额偿还，故第1、2年应偿还的本息额为：

$$P(A/P, i, n) = 1909.62 \times (A/P, 6\%, 4)$$

$$= 1909.62 \times \frac{6\% \times (1 + 6\%)^4}{(1 + 6\%)^4 - 1} = 1909.62 \times 0.2886$$

$$= 551.12 \text{ (万元)}$$





第二章：工程经济

问题3：列式计算项目生产运营期第1年、第2年总成本费用。

解：

生产运营期第1年：

利息： $1909.62 \times 6\% = 114.58$ （万元）

偿还本金： $551.12 - 114.58 = 436.54$ （万元）

生产运营期第2年：

期初应偿还本利和： $1909.62 - 436.54 = 1473.08$ （万元）

利息： $1473.08 \times 6\% = 88.38$ （万元）

偿还本金： $551.12 - 88.38 = 462.74$ （万元）



易投软件



第二章：工程经济

生产运营期第1年，经营成本为正常年份的80%：

$$680 \times 80\% = 544 \text{ (万元)}$$

总成本费用：

$$544 + 114.58 + 369.27 = 1027.85 \text{ (万元)}$$

生产运营期第2年，经营成本：680万元

总成本费用：

$$680 + 88.38 + 369.27 = 1137.65 \text{ (万元)}$$



易投软件



第二章：工程经济

问题4：判断项目生产运营期第1年末项目还款资金能否满足约定的还款方式要求，并通过列式计算说明理由。

解：

项目第1年运营期的利润总额为：

$$1500 \times 80\% \times (1 - 6\%) - 1027.85 \\ = 100.15 \text{ (万元)}$$

$$\text{所得税：} 100.15 \times 25\% = 25.04 \text{ (万元)}$$

$$\text{净利润：} 100.15 - 25.04 = 75.11 \text{ (万元)}$$



易投软件



第二章：工程经济

项目生产运营期第1年末项目还款资金总额为：

$$75.11 + 369.27 = 444.38 \text{ (万元)}$$

可用于偿还本金的金额大于运营期第1年需要偿还本金的金额

436.54万元，故项目生产运营期第1年末项目还款资金能满

足约定的还款方式要求。



易投软件



第二章：工程经济

问题5：列式计算项目正常年份的总投资收益率。

解：项目正常年份的总投资收益率

$$\begin{aligned} \text{ROT} &= \frac{\text{EBIT}}{\text{TI}} \times 100\% \\ &= \frac{1500 - (680 + 1500 \times 6\% + 369.27)}{3000 + 109.62 + 300} \times 100\% \\ &= 10.58\% \end{aligned}$$



易投软件



第二章：工程经济

四、国民经济评价

1.国民经济评价参数

(1) 社会折现率 (i_s)

项目的国民经济评价，主要采用动态计算方法，计算经济净现值或经济内部收益率指标。通常将经济净现值计算中的折现率和经济内部收益率的判据基准收益率统一起来，规定为社会折现率。

社会收益率如果达不到这一最低水平，项目不应当被接受。

现阶段我国的社会折现率为8%。对于受益期长的建设项目，如果远期效益较大，效益实现的风险较小，社会折现率可以适当降低，但不应低于6%。



第二章：工程经济

2.国民经济评价指标

(1) 经济净现值 (ENPV)

经济净现值是用社会折现率将项目计算期内各年的经济净效益流量折现到建设期初的现值之和。

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

式中ENPV—经济净现值；

B—经济效益流量；

C—经济费用流量；

i_s —社会折现率；

$(B - C)_t$ —第t年的经济净效益流量；

n—项目计算期。



第二章：工程经济

评判标准：如果经济净现值等于或大于零时（ $ENPV \geq 0$ ），表明项目可以达到符合社会折现率的效率水平，认为该项目从经济资源配置的角度可以被接受。

(2) 经济内部收益率 (EIRR)

经济内部收益率是指项目在计算期内各年经济净效益流量的现值累计等于零时的折现率。

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

评判标准：如果经济内部收益率等于或大于社会折现率时（ $EIRR \geq i_s$ ），表明项目资源配置的经济效率达到了可以接受的水平。



第二章：工程经济

(3) 经济效益费用比 (R_{BC})

经济效益费用比是指项目在其计算期内效益流量的现值与费用流量的现值之比。

$$R_{BC} = \frac{\sum_{t=1}^n B_t (1 + i_s)^{-t}}{\sum_{t=1}^n C_t (1 + i_s)^{-t}}$$

式中 R_{BC} —经济效益费用比;

B_t —第 t 年的经济效益;

C_t —第 t 年的经济费用。

如果经济效益费用比大于1，表明项目资源配置的经济效率达到了可以被接受的水平。



第二章：工程经济

案例三 水利建设项目经济评价（一）

一、背景

某经营性水利工程项目建设期为2年，第1年初投资1000万元，第2年初投资1500万元。第3年开始生产，生产能力为设计能力的90%，第4年开始达到设计生产能力。正常年份每年销售收入2000万元，经营成本为1200万元，销售税金等支出为销售收入的10%，基础贴现率为8%。

二、问题

计算该项目的动态投资回收期。



第二章：工程经济

分析：投资回收期分为静态投资回收期和动态投资回收期。

动态投资回收期计算公式：

$$P'_t = (\text{累计现金流量现值出现正值的年数}-1) +$$

$$\frac{\text{上一年累计净现金流量现值的绝对值}}{\text{出现正值年份净现金流量的现值}}$$

$P'_t \leq P_c$ (基准投资回收期) 时，说明项目 (或方案) 能在要求的时间内收回投资，是可行的；

$P'_t > P_c$ 时，则项目 (或方案) 不可行，应予拒绝。



第二章：工程经济

三、答案

问题：计算该项目的动态投资回收期。

解：

正常年份每年的现金流入

= 销售收入 - 经营成本 - 销售税金

= $2000 - 1200 - 2000 \times 10\% = 600$ (万元)

第3年的现金流入 = $600 \times 90\% = 540$ (万元)

计算得出累计净现金流量见表2 - 5。



第二章：工程经济

表2-5 累计净现金流量表 (单位: 万元)

年份	0	1	3	4	5	6	7	8	9
现金流入	0	0	540	600	600	600	600	600	600
现金流出	1000	1500	0	0	0	0	0	0	0
净现金流量	-1000	-1500	540	600	600	600	600	600	600
现值系数	1	0.9259	0.7938	0.7350	0.6806	0.6302	0.5835	0.5403	0.5002
净现金流量现值	-1000	-1388.85	428.65	441	408.36	378.12	350.1	324.18	300.12
累计净现金流量现值	-1000	-2388.85	-1960.2	-1519.2	-1110.84	-732.72	-382.62	-58.44	241.68



第二章：工程经济

由表2-5可见，首次出现正值的年份为第8年，带入公式有：

$$\text{投资回收期 } (P'_t) = 9 - 1 + 58.44/300.12 = 8.19 \text{ (年)}$$



知识点三 不确定性分析与经济风险分析

不确定性分析包括敏感性分析和盈亏平衡分析。水利工程的国民经济评价和财务评价不确定性分析应主要进行敏感性分析，对于有财务效益的重要水电项目应进行财务评价的盈亏平衡分析。

一、盈亏平衡分析

盈亏平衡分析是指项目达到设计生产能力的条件下，通过盈亏平衡点分析项目成本与收益的平衡关系，用以考察项目对产出品变化的适应能力和抗风险能力。盈亏平衡分析只适用于项目的财务评价。



知识点三 不确定性分析与经济风险分析

找盈亏平衡点有两种方法：一种是公式计算法，另一种是图解法。

1.公式计算法

(1) 用产量表示的盈亏平衡点年固定总成本

$$\text{BEP}_{\text{产量}} = \frac{\text{年固定总成本}}{\text{单位产品价格} - \text{单位产品可变成本} - \text{单位产品销售税金及附加}}$$

盈亏平衡点产量表示项目可以接受的最低产量，低于此水平项目就亏损。



知识点三 不确定性分析与经济风险分析

(2) 用生产能力利用率表示的盈亏平衡点。

$$BEP_{\text{生产能力利用率}} = \frac{\text{年固定总成本}}{\text{年营业收入} - \text{年可变成本} - \text{年销售税金及附加}} \times 100\%$$

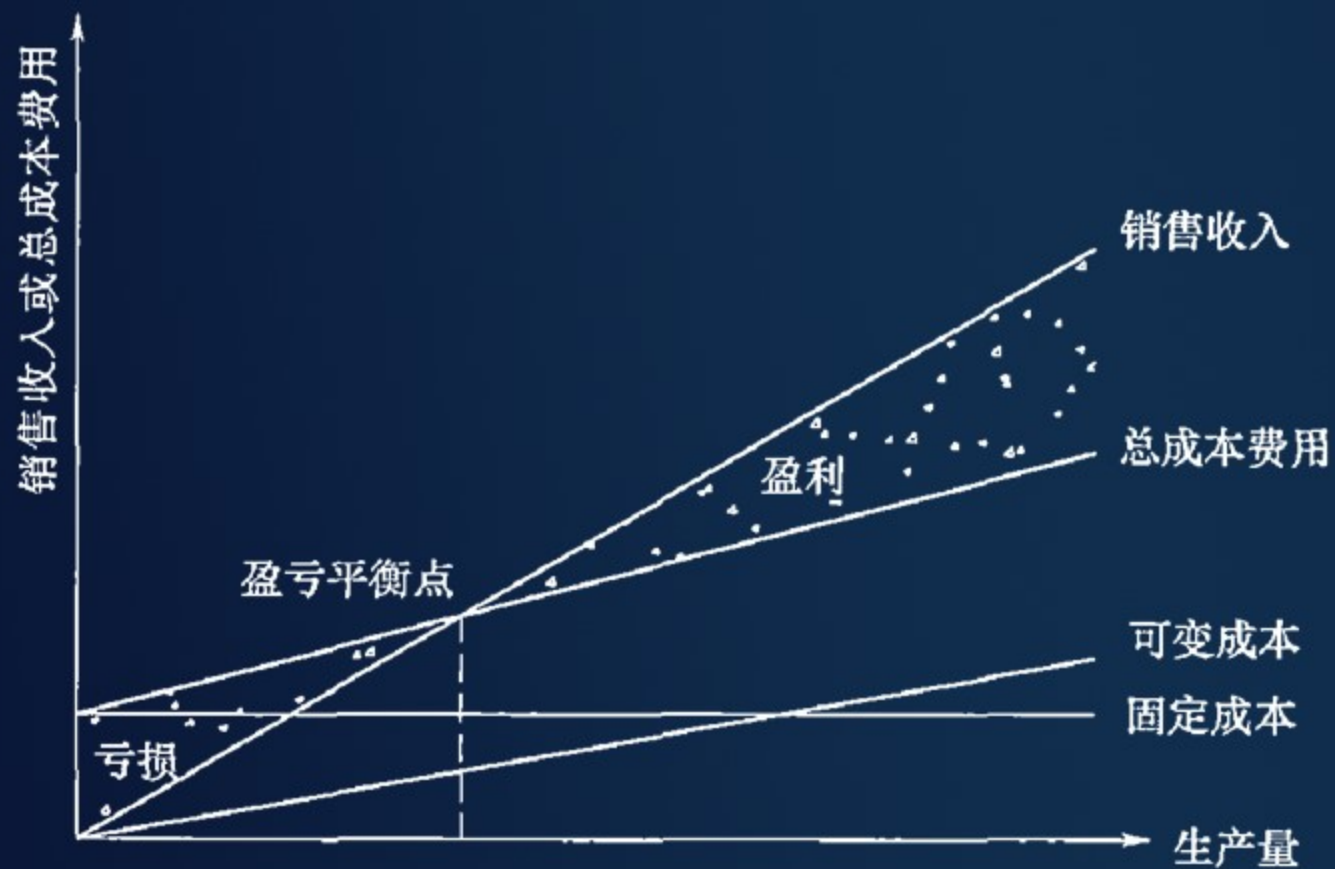
或

$$BEP_{\text{生产能力利用率}} = \frac{BEP_{\text{产量}}}{\text{年设计生产能力}} \times 100\%$$



知识点三 不确定性分析与经济风险分析

2.图解法





第二章：工程经济

案例五 不确定性分析—盈亏平衡分析

一、背景

某小型水电站装机容量为2万kW，全年处在基荷运行。若上网售价为0.35元/kW·h，单位可变成本为0.14元/kW·h，销售税金及附加按0.06元/kW·h计，年固定成本为1800万元，总变动成本与发电量成正比关系。



第二章：工程经济

二、问题

1. 求出以年发电量表示的盈亏平衡点。
 2. 求出以生产能力利用率表示的盈亏平衡点。一年按365d，每天按24h发电计算。
- 计算结果保留一位小数。



第二章：工程经济

三、答案

问题1：求出以年发电量表示的盈亏平衡点。

解：年发电量盈亏平衡点 Q^*

$$P \times Q^* - T_u \times Q^* = C_F + C_v \times Q^*$$

$$Q^* = \frac{C_F}{P - T_u - C_v} = \frac{1800}{0.35 - 0.06 - 0.14} \\ = 12000 \text{ (万kw}\cdot\text{h)}$$



第二章：工程经济

问题2：求出以生产能力利用率表示的盈亏平衡点。一年

按365d，每天按24h发电计算。

解：生产能力利用率盈亏平衡点 E^*

$$E^* = \frac{Q^*}{Q_0} = \frac{12000}{2 \times 365 \times 24} = 68.5\%$$



知识点三 不确定性分析与经济风险分析

二、敏感性分析

敏感性分析包括单因素敏感性分析和多因素敏感性分析。单因素

敏感性分析是指每次只改变一个因素的数值来进行分析，估算单

个因素的变化对项目效益产生的影响；为了找出关键的敏感因素，

通常多进行单因素敏感性分析。



知识点三 不确定性分析与经济风险分析

一般进行敏感性分析可按以下步骤进行：

- (1) 选定进行敏感性分析的经济评价指标。
- (2) 选择需要分析的不确定因素。如价格、建设投资、可变成
本、产品产量、建设工期、汇率等。
- (3) 计算评价指标的变动值。不确定因素变化的百分率一般为
 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 15\%$ 、 $\pm 20\%$ 等。



知识点三 不确定性分析与经济风险分析

(4) 计算敏感度系数并对敏感因素进行排序。

$$S_{AF} = \frac{\Delta A / A}{\Delta F / F} \rightarrow \frac{\text{指标的变化率}}{\text{因素的变化率}}$$

式中

S_{AF} —评价指标A对于不确定因素F的敏感度系数；

$\Delta F / F$ —不确定性因素F的变化率；

$\Delta A / A$ —不确定性因素F发生 ΔF 变化时，评价指标A的相应变化率。

$|S_{AF}|$ 较大者敏感度系数高。



知识点三 不确定性分析与经济风险分析

(5) 求出临界点

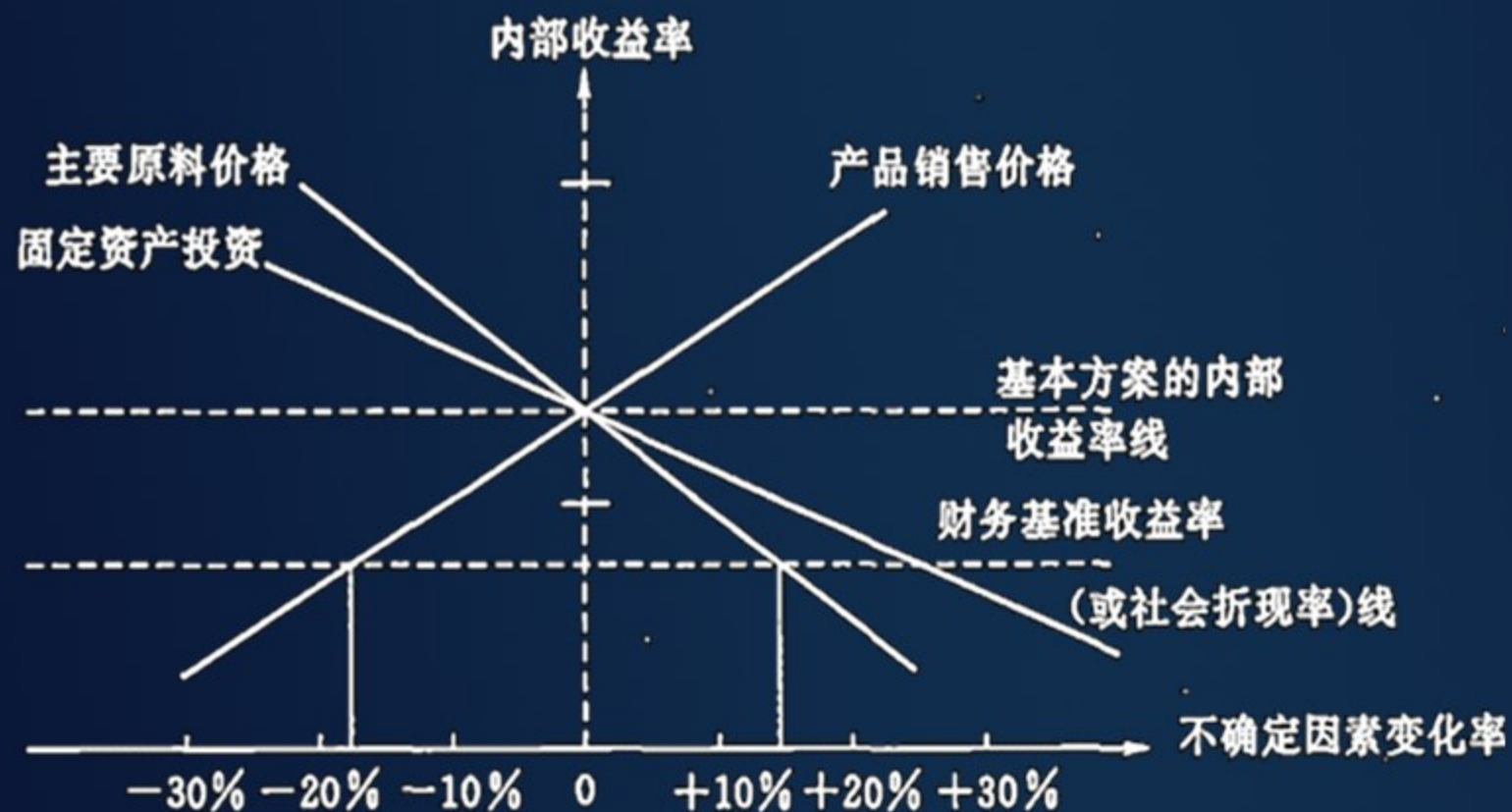


图 4-3-2 敏感性分析示意图





第二章：工程经济

案例六 不确定性分析—敏感性分析

一、背景

某水电站装机容量为21000kW，工程投资1.71亿元，

建设期3年，运行期24年。财务基准收益率采用8%，

财务评价结果及敏感性分析结果见表2 - 7。



易投软件



第二章：工程经济

表2-7 财务评价敏感性分析

序号	项目	财务内部收益率 (%)	财务净现值 (万元)	贷款偿还期 (年)
1	基本方案	9.49	1 972.0	12.0
2	投资变化			
2.1	+ 20%	7.38	- 956.6	16.0
2.2	+ 10%	8.35	500.1	14.0
3	有效电量变化			
3.1	+ 10%	10.77	3 738.5	11.0
3.2	- 20%	6.78	- 1 537.8	16.0





第二章：工程经济

二、问题

1. 计算不确定因素的敏感度系数，给出最敏感因素。
2. 根据敏感性分析结果，进一步评价该项目财务上是否可行。



易投软件



第二章：工程经济

三、答案

问题1：计算不确定因素的敏感度系数，给出最敏感因素。

解：敏感度系数

$$SAF_{\text{投资}} = \frac{(7.38-9.49) / 9.49}{20\%} = -1.1117$$

$$SAF_{\text{电量}} = \frac{6.78-9.49 / 9.49}{20\%} = -1.4278$$

根据|SAF|的绝对值比较，有效电量是最敏感因素。



易投软件



第二章：工程经济

问题2：根据敏感性分析结果，进一步评价该项目财务上是否可行。

解：根据敏感性分析结果，水电站投资增加20%时，将使财务内部收益率减少到7.38%，财务净现值为 - 956.6万元，项目财务评价不可行；有效电量减少20%时，将使财务内部收益率减少到6.78%，财务净现值为 - 1537.8万元，项目财务评价不可行。

综上敏感性分析，需要对水电站投资、有效电量进行深入论证。



易投软件



知识点三 不确定性分析与经济风险分析

三、经济风险分析方法——概率树

概率分析是设定各种情况发生的可能性（概率）后，计算项目净现值、项目净现值的期望值及净现值大于等于零时的累计概率。一般的计算步骤是：

- （1）通过敏感性分析，确定项目的主要不确定性因素（风险因素）。
- （2）判断各不确定因素（风险因素）可能发生的情况。
- （3）确定每种情况可能发生的概率，每种情况发生的概率之和必须等于1。
- （4）求出各可能发生事件的净现值、加权净现值，然后求出净现值的期望值。





知识点三 不确定性分析与经济风险分析

(5) 求出净现值大于等于零的累计概率。

风险评价的判别标准：财务（经济）净现值大于等于零的累计概率值越大，风险越小。

项目净现值的期望值的计算公式如下：

$$E(NPV) = \sum_{i=1}^n NPV_i P_i$$

式中 $E(NPV)$ ——净现值的期望值；

NPV_i ——每种情况下的净现值；

P_i ——每种情况可能发生的概率值；

$NPV_i P_i$ ——每种情况下的加权净现值。



易投软件



第二章：工程经济

案例七 风险分析

一、背景

某径流式水电站的年发电量与当年来水量的大小密切相关，而天然来水量逐年发生随机变化，通过水能计算并且考虑类似电站的运行情况和上网电价的预测分析，得到年发电效益及相应的概率如表2-8所示。该电站投资为7600万元，当年投资当年收益，假设投资发生在年初，运行费与效益发生在年末。水电站的年运行费用为100万元，工程预计使用年限为20年，社会折现率取12%。



易投软件



第二章：工程经济

表2-8 水电站发电效益概率分析

年发电效益 (万元)	800	1100	1210	1320	1500
发生概率	0.1	0.25	0.30	0.25	0.10

二、问题

- 1.对该工程进行概率分析，计算净现值的期望值和净现值大于或等于0的累计概率。计算结果保留一位小数。
- 2.计算净现值的方差，并且给出抗风险能力的分析结论。计算结果保留一位小数。





第二章：工程经济

三、答案

问题1：对该工程进行概率分析，计算净现值的期望值和净现值大于或等于0的累计概率。计算结果保留一位小数。

解：首先计算不同概率下的NPV值，计算结果如表2 - 9所示。

$$NPV_i = (B_i - 100) (P/A, i, n) - 7600$$

表2-9 不同概率下的NPV值

年发电效益	800	1100	1210	1320	1500
净现值NPV	-2372.22	-131.74	689.77	1511.28	2855.56
发生概率	0.1	0.25	0.30	0.25	0.10
累计概率	0.10	0.35	0.65	0.90	1.00





第二章：工程经济

$$E(NPV) = (-2372.22) \times 0.1 + (-131.74) \times 0.25 + 689.77 \times 0.3 + 1511.28 \times 0.25 + 2855.56 \times 0.1 = 600.2 \text{ (万元)}$$

或者

$$E(NPV) = E(B - K - U) = E(B) - E(K) - E(U)$$

$$E(B) = (800 \times 0.10 + 1100 \times 0.25 + 1210 \times 0.30 + 1320 \times 0.25 + 1500 \times 0.1) \times (P/A, 12\%, 20) = 1198 \times 7.4683 = 8947.02 \text{ (万元)}$$



易投软件



第二章：工程经济

$$\begin{aligned} E(NPV) &= (1198 - 100) (P/A, 12\%, 20) - 7600 \\ &= 1098 \times 7.4683 - 7600 = 600.2 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

计算净现值大于或等于0的累计概率为：

$$P\{NPV < 0\} = 0.10 + 0.25 = 35\%$$

$$P\{NPV \geq 0\} = 1 - P\{NPV < 0\} = 1 - 35\% = 65\%$$

该项目净现值大于或等于0的累计概率为65%，抗风险能力不强。





第二章：工程经济

问题2：计算净现值的方差，并且给出抗风险能力的分析结论。计算结果保留一位小数。

解：计算方差：

$$\begin{aligned} D(NPV) = & (-2372.22 - 600.2)^2 \times 0.1 + (-131.74 - 600.2)^2 \times 0.25 + \\ & (689.77 - 600.2)^2 \times 0.3 + (1511.28 - 600.2)^2 \times 0.25 + \\ & (2855.56 - 600.2)^2 \times 0.1 = 50757490.51 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

$$\sigma(NPV) = \sqrt{D(NPV)} = 7124.43 \text{ 万元}$$



易投软件



知识点四 方案经济比选

一、效益比选法

包括净现值比较法、净年值比较法、差额投资内部收益率比较法。

(1) 净现值比较法，比较备选方案的财务净现值或经济净现值，以净现值大的方案为优。此法用于寿命期相同的互斥方案的比选，比较净现值时应采用相同的折现率。寿命期不相同采用最小公倍数法。





知识点四 方案经济比选

(2) 净年值比较法。比较备选方案的净年值，以净年值大的方案为优。此法用于寿命期不相同的互斥方案的比选，比较净年值时应采用相同的折现率。

净年值应按下式计算：

$$NAV(i) = \left[\sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1+i)^{-t} \right] \frac{i(1+i)^n}{i(1+i)^n - 1}$$

式中 $(CI - CO)_t$ — 第 t 年的净现金流量；

i — 折现率；

n — 项目计算期。



易投软件



第二章：工程经济

案例九 水利工程施工方案比选（一）

一、背景

对于某水利施工企业而言，现有两套可供选择的机械。A套机械：投资10000万元，使用寿命为5年，残值为2000万元，使用后年收入为5000万元，年支出为2200万元；B套机械：投资15000万元，使用寿命为10年，残值为0，使用后年收入为7000万元，年支出为4300万元。基准折现率为10%。

二、问题

用最小公倍数法和年值法比较施工机械选择方案。



易投软件



第二章：工程经济

分析：最小公倍数法即以备选方案寿命期的最小公倍数作为公共计算期，并假设各个方案在该公共计算期中进行重复实施，将其现金流量进行叠加计算，利用公共计算期内的方案NPV值进行方案的优选，NPV值大者为优。

年值法是经常用来进行寿命期不同的互斥方案比选的方法，通常选择NAV进行，NAV大者为优。



易投软件



第二章：工程经济

三、答案

问题：用最小公倍数法和年值法比较施工机械选择方案。

解：（1）最小公倍数法。

两个方案计算期的最小公倍数为10年，所以方案A进行2次，方案B进行1次。

表2-11 现金流量表

方案	年末净现金流量 (万元)					
	0	1、2、3、4	5	6	7、8、9	10
A	-10000	2800	2800+2000 -10000	2800	2800	2800+2000
B	-15000	2700	2700	2700	2700	2700





第二章：工程经济

$$\begin{aligned} \text{方案} = & -10000 + (-10000) (P/F, 10\%, 5) + 2800 \times \\ & (P/A, 10\%, 10) + 2000 \times (P/F, 10\%, 5) + 2000 \times \\ & (P/F, 10\%, 10) = 2995.72 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{方案B: } NPV_B = & -15000 + 2700 \times (P/A, 10\%, 10) = 1578 \\ & \text{(万元)} \end{aligned}$$

由于 $NPV_A > NPV_B$ ，所以方案A优于方案B。



易投软件



第二章：工程经济

(2) 年值法。

$$NAV_A = [-10000 + 2000 \times (P/F, 10\%, 5)] \times (A/P, 10\%, 5) + 2800$$

$$= [-10000 + \frac{2000}{(1+10\%)^5}] \times \frac{10\% \times (1+10\%)^5}{(1+10\%)^5 - 1} + 2800$$

$$= 489.6 \text{ (万元)}$$

$$NAV_B = -15000 \times (A/P, 10\%, 10) + 2700 = 259.5 \text{ (万元)}$$

由于 $NAV_A > NAV_B$ ，所以方案A优于方案B。



知识点四 方案经济比选

二、费用比选法

费用比选包括费用现值比较法和费用年值比较法。此法适用于寿命期相同、收益相同的多个互斥方案间的比较。其步骤是先计算各个方案的总费用现值或费用年值，然后从中选择总费用现值最低或费用年值最低的方案，即为最优方案。



知识点四 方案经济比选

总费用现值可用下式计算:

$$T_c = \sum_{t=0}^n (I + C - S - W)_t - (1+i)^{-t}$$

费用年值可用下式计算:

$$A_c = I \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] - (S + W) \frac{i}{(1+i)^n - 1} + C$$

以上两式中I—项目总投资; S—固定资产残值;

W—流动资金回收; n—计算期;

i—折现率; C—年经营成本。



第二章：工程经济

案例十五 水利工程施工方案比选（二）

一、背景

某企业拟获得一施工设备有两种方案：方案A利用自有资金100万元购买，设备折旧年限为8年，残值率5%；方案B为租赁该种设备，每年初支付租金16万元，租赁期5年。贴现率为12%。

二、问题

- 1.如果采用直线折旧，每年的折旧费为多少？
- 2.试比较两种方案的优劣。
- 3.根据上述比较结果，分析贴现率的变动对结果的影响。



第二章：工程经济

三、答案

问题1：如果采用直线折旧，每年的折旧费为多少？

解：采用直线折旧，每年的折旧费为

$$\begin{aligned}\text{年折旧额} &= \frac{\text{固定资产原值} \times (1 - \text{残值率})}{\text{折旧年限}} \\ &= \frac{100 \times (1 - 5\%)}{8} = 11.88 \text{ (万元)}\end{aligned}$$



第二章：工程经济

问题2：试比较两种方案的优劣。

解：由于寿命期不同，用年费用比较法（AC）分别计算两种方案的年费用并做比较。

方案A的费用年值为：

$$\begin{aligned} AC_A &= \left[100 - 5 \times (1 + 12\%)^8 \right] \frac{12\% \times (1 + 12\%)^8}{(1 + 12\%)^8 - 1} \\ &= 19.72 \text{ (万元)} \end{aligned}$$



第二章：工程经济

方案B的费用年值为：

$$\begin{aligned} AC_B &= [16 + 16 \times \frac{(1 + 12\%)^4 - 1}{12\% \times (1 + 12\%)^4}] \times \frac{12\% \times (1 + 12\%)^5}{(1 + 12\%)^5 - 1} \\ &= 17.92 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

显然，方案B优于方案A。



第二章：工程经济

问题3：根据上述比较结果，分析贴现率的变动对结果的影响。

根据上述比较结果，当贴现率为12%时，方案B优于方案A，

但如果贴现率逐渐减小，令贴现率为0，则方案A的年费用为

$(100 - 5) / 8 = 11.88$ (万元)；方案B的年费用为16万元。

所以，贴现率减小对方案A越来越有利，反之对方案B有利。



知识点五 价值工程

一、价值工程的基本概念

价值工程中所说的价值，是指产品功能与成本之间的比值，即 $V = \frac{F}{C}$

或**价值指数=功能指数（功能权重）/成本指数（成本权重）**

式中V—产品的价值；

F—产品的功能；

C—产品的成本，即周期寿命成本。

从上式看出，价值是产品功能与成本的综合反映，价值工程涉及**价值、功能和寿命周期**成本三个基本要素。



知识点五 价值工程

价值工程的目标是以实现最低的总成本使产品具有其所必须具备的功能。总成本是指寿命周期成本，包括制造成本和使用成本。

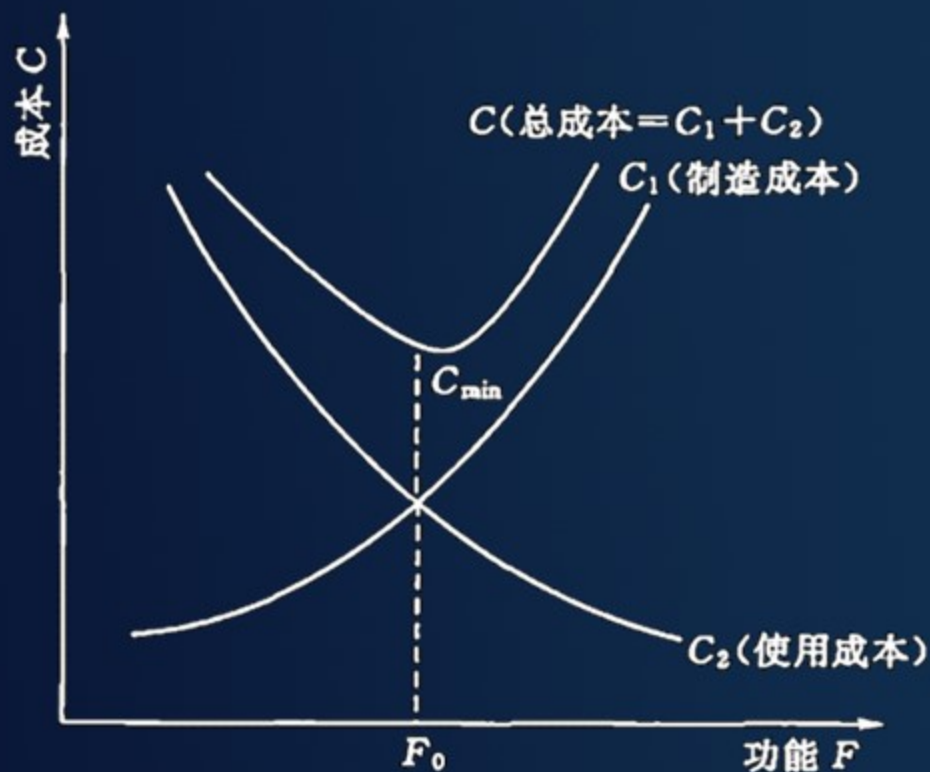


图 4-5-1 功能用成本的关系



第二章：工程经济

案例十 水利工程设计方案优化（一）

一、背景

某水利管理部门为了防止某河某段单一圆砾层堤基堤身出现渗透破坏并减少渗流量，现拟订了不同的A、B、C、D四个防渗方案进行比较。

A：坡面防渗膜与黏土防渗墙结合方案；

B：坡面防渗膜与斜向铺塑结合方案；

C：坡面防渗膜与混凝土防渗墙结合方案；

D：坡面防渗膜与高喷灌浆防渗墙结合方案。



第二章：工程经济

经过专家商议，从四个功能F1、F2、F3、F4分别对各方案进行了评价。

根据造价估算，A、B、C、D四个方案的造价分别为7600万元、8300万元、9130万元、6580万元。A、B、C、D四个方案中，F1的优劣排序是B、A、C、D；F2的优劣排序是A、C、D、B；F3的优劣排序是C、B、A、D；F4的优劣排序是A、B、C、D。专家对方案的功能打分及方案造价情况如表2 - 12所示。



第二章：工程经济

表2-12 方案功能得分及方案造价

方案功能	方案功能得分			
	A	B	C	D
F1	9	10	8	7
F2	10	7	9	8
F3	8	9	10	7
F4	10	9	8	7
造价 (万元)	7600	8300	9130	6580



第二章：工程经济

二、问题

1.如果对四个功能直接的重要性关系进行排序，其结果为 $F3 > F1 > F2 > F4$ ，采用0-1评分法确定各功能的权重，请把结果填入表2-13中。

表2-13 四个功能重要性系数计算（0~1评分法）

功能	F1	F2	F3	F4	功能总分	修正得分	功能重要性系数
F1							
F2							
F3							
F4							
合计							



第二章：工程经济

- 2.请根据问题1的0 - 1评分法给出A、B、C、D四个方案的价值指数，并分析何为最优方案。
- 3.如果四个功能之间的档次划分如下：F1比F2重要得多，F1与F3同等重要，F4比F1重要。采用0-4评分法计算功能重要性系数，并将结果填入表2-14中。



第二章：工程经济

表2-14 评分法计算功能重要性系数

功能	F1	F2	F3	F4	得分	功能重要性系数
F1						
F2						
F3						
F4						
合计						

功能重要性系数和价值指数的计算结果保留四位小数。



第二章：工程经济

分析：

0~1评分法：按照功能重要程度——对比打分，重要的打1分，

相对不重要的打0分，自己与自己相比不得分，用“×”表示。

为了避免不重要的功能得0分，可将各功能累计得分加1分进行

修正，用修正后的总分分别去除各功能累计得分即得到功能重

要性系数。



第二章：工程经济

三、答案

问题1：如果对四个功能直接的重要性关系进行排序，其结果为 $F3 > F1 > F2 > F4$ ，采用0~1评分法确定各功能的权重，请把结果填入表2-13中。

表2-13 四个功能重要性系数计算（0~1评分法）

功能	F1	F2	F3	F4	功能总分	修正得分	功能重要性系数
F1							
F2							
F3							
F4							
合计							



第二章：工程经济

解：

采用0~1评分法确定各功能的权重，如表2-15所示。

表2-15 四个功能重要性系数计算 (0~1评分法)							
功能	F1	F2	F3	F4	功能总分	修正得分	功能重要性系数
F1	×	1	0	1	2	3	0.3
F2	0	×	0	1	1	2	0.2
F3	1	1	×	1	3	4	0.4
F4	0	0	0	×	0	1	0.1
合计					6	10	1.0



第二章：工程经济

问题2：请根据问题1的0~1评分法给出A、B、C、D

四个方案的价值指数，并分析何为最优方案。

解：

价值指数越高的方案越优，改进方案则越排后。

首先计算功能指数：

方案A得分： $9 \times 0.3 + 10 \times 0.2 + 8 \times 0.4 + 10 \times 0.1 = 8.9$

方案B得分： $10 \times 0.3 + 7 \times 0.2 + 9 \times 0.4 + 9 \times 0.1 = 8.9$



第二章：工程经济

方案C得分：

$$8 \times 0.3 + 9 \times 0.2 + 10 \times 0.4 + 8 \times 0.1 = 9.0$$

方案D得分：

$$7 \times 0.3 + 8 \times 0.2 + 7 \times 0.4 + 7 \times 0.1 = 7.2$$

各方案得分合计：34。



易投软件



第二章：工程经济

方案A的功能指数： $8.9 \div 34 = 0.2618$

方案B的功能指数： $8.9 \div 34 = 0.2618$

方案C的功能指数： $9.0 \div 34 = 0.2647$

方案D的功能指数： $7.2 \div 34 = 0.2118$

其次计算成本指数：

各方案的成本合计为：

$7600 + 8300 + 9130 + 6580 = 31610$ (万元)



易投软件



第二章：工程经济

方案A成本指数 C_A :

$$76004 \div 31610 = 0.2404$$

方案B成本指数 C_B :

$$83004 \div 31610 = 0.2626$$

方案C成本指数 C_C :

$$91304 \div 31610 = 0.2888$$

方案D成本指数 C_D :

$$65804 \div 31610 = 0.2082$$



易投软件



第二章：工程经济

计算价值指数：

方案A的价值指数：

$$0.2618 \div 0.2404 = 1.0890$$

方案B的价值指数：

$$0.2618 \div 0.2626 = 0.9970$$

方案C的价值指数：

$$0.2647 \div 0.2888 = 0.9166$$

方案D的价值指数：

$$0.2118 \div 0.2082 = 1.0173$$

根据价值指数方案排队为A、D、B、C。

注意：各方案成本指数修约到小数点后四位，其和需要为1。



易投软件



第二章：工程经济

问题3：如果四个功能之间的档次划分如下：F1比F2重要得多，F1与F3同等重要，F4比F1重要。采用0~4评分法计算功能重要性系数，并将结果填入表中。

解：

F1比F2重要得多；F1与F3同等重要；F4比F1重要。因此，

$F1:F2=4:0$ ， $F1:F3=2:2$ ， $F4:F1=3:1$ ， $F2:$

$F3=1:3$ ， $F2:F4=0:4$ ，结果见表2-16。



易投软件



第二章：工程经济

$$F4 > F1 = F3 > F2$$

表2-16 评分法计算功能重要性系数

功能	F1	F2	F3	F4	得分	修正得分	功能重要性系数
F1		4	2	1	7	8	0.2857
F2	0		0	0	0	1	0.0357
F3	2	4		1	7	8	0.2857
F4	3	4	3		10	11	0.3929
合计					24	28	1





谢谢观看