

《工程经济学》复习课



胡晓青

杭州电子科技大学 管理学院

huxqzj@hdu.edu.cn

1 成本费用估算

- 外购原材料、燃料动力成本的估算
- 工资及福利费的估算
- 折旧费的估算
 - (1) 平均年限法
 - (2) 工作量法
 - (3) 双倍余额递减法
 - (4) 年数总和法
- 修理费的估算
- 维简费的估算
- 摊销费的估算
- 其他费用的估算

折旧成本

- ❑ **固定资产原值**：购建固定资产的实际支出，包括建设期利息。
- ❑ **折旧**：固定资产在使用过程中会逐渐磨损和贬值，其价值逐步转移到产品中去，称为固定资产折旧。
- ❑ 转移的价值以折旧费的形式计入产品成本。
- ❑ **固定资产净值 = 固定资产原值 - 累计折旧额**
- ❑ **期末残（余）值**：
- ❑ 寿命期末的固定资产残余价值（现金流入）

折旧成本

1) 平均年限法：每年计提的折旧额相等

$$\text{年折旧额} = \frac{\text{固定资产原值} - \text{固定资产净残值}}{\text{折旧年限}}$$

$$\text{年折旧率} = \frac{\text{年折旧额}}{\text{固定资产原值}} \times 100\% = \frac{1 - \text{预计净残值率}}{\text{折旧年限}}$$

- 💡 **固定资产净残值：**预计折旧年限终了时的固定资产残值减去清理费用后的余额。
- 💡 **净残值率：**固定资产净残值与固定资产原值之比，一般为**3%-5%**，各类固定资产的折旧年限由财政部统一规定。

折旧成本

2) 工作量法：对于某些专用设备或交通运输车辆的折旧，是以**固定资产完成的工作量**（行驶里程、工作小时、工作台班、产品数量等）为单位计算折旧额：

$$\text{单位工作量折旧额} = \frac{\text{固定资产原值} - \text{固定资产净残值}}{\text{预计使用期限内可以完成的工作量}}$$

$$\text{年折旧额} = \text{单位工作量折旧额} \times \text{年实际完成工作量}$$

折旧成本

3) 加速折旧法

① **双倍余额递减法**：折旧额计算不考虑固定资产净残值，用年初固定资产净值（固定资产价值余额）乘以直线折旧率的**2**倍，特点是年折旧率不变，年折旧额递减。

$$\text{年折旧率} = \frac{2}{\text{折旧年限}} \times 100\%$$

$$\text{年折旧额} = \text{固定资产净值} \times \text{年折旧率}$$

$$\text{最后两年折旧额} = \frac{\text{固定资产净值} - \text{固定资产净残值}}{2}$$

折旧成本——加速折旧法

② 年数总和法

基数不变，年折旧率递减

第*i*年折旧率= $2 \times (\text{折旧年限} - i + 1) / (\text{折旧年限} \times (\text{折旧年限} + 1))$

年折旧额 = (固定资产原值 - 期末残值) × 年折旧率

例题

一辆卡车购置费用**39**万元，预计可以行使**45**万千米，残值**3**万元。请计算卡车的某年行使**5**万千米的折旧额？

$$5/45=1/9$$

$$1/9*(39-3)=4 \text{ 万元}$$

一台设备原值**12000**元，使用年限为**5**年，寿命结束时残值为**500**元，请用平均年限法计算折旧。

$$(12000-500)/5=2300 \text{ 元}$$

例题

一台设备原值50万元，使用年限为5年，寿命结束时残值率为4%，请用双倍余额递减法计算折旧。

$2/5=40\%$ 折旧率

第一年： $50 \times 40\% = 20$ 万元

第二年： $(50 - 20) \times 40\% = 12$

第三年： $(50 - 20 - 12) \times 40\% = 7.2$

目前的残值： $50 - 20 - 12 - 7.2 = 10.8$

$(10.8 - 2) / 2 = 4.4$

第四年和第五年都是4.4

年数总和法：各年的折旧率： $5/15, 4/15, 3/15, 2/15, 1/15$

注意，分子之和等于分母

第一年： $(50 - 2) \times 5/15 = 16$

第二年：12.8

后续：9.6, 6.4, 3.2

例：一台设备原值12000元，预计使用年限为5年，寿终了时净残值收入预计为500元，计算设备年折旧额。平均年限，双倍余额递减，年数总和法？

➤ 平均年限法

$$D = \frac{12000 - 500}{5} = 2300(\text{元})$$

➤ 双倍余额递减

$$\text{年折旧率} = \frac{1}{5} \times 100\% \times 2 = 40\%$$

$$D_1 = 12000 \times 40\% = 4800$$

$$D_2 = (12000 - 4800) \times 40\% = 2880$$

$$D_3 = (12000 - 4800 - 2880) \times 40\% = 1728$$

$$D_4 = D_5 = \frac{12000 - 4800 - 2880 - 1728 - 500}{2} = 1046$$

➤ 年数总和法

$$\text{年折旧率} = \frac{i}{15} \times 100\%$$

$$D_1 = (12000 - 500) \times \frac{5}{15} = 3833$$

$$D_2 = (12000 - 500) \times \frac{4}{15} = 3067$$

$$D_3 = (12000 - 500) \times \frac{3}{15} = 2300$$

$$D_4 = (12000 - 500) \times \frac{2}{15} = 1533$$

$$D_5 = (12000 - 500) \times \frac{1}{15} = 767$$

2 现金流量

2.1 现金流量的概念

- 现金流量(cash flow)是指特定经济系统一定时期内的现金的流入和流出的数量。
- 特定经济系统实现的净利润与现金流量，都是其经营成果，都是分析、评价经济效益的主要指标。但是，在工程经济评价中，我们更加侧重于利用现金流量进行经济效益的分析评价，其原因主要有以下几点。
 - (1) 在项目的整个投资有效年限内，净利润总计与现金流量总计是相等的。因此，可以用现金流量替代净利润进行经济效益的评价。
 - (2) 净利润在很大程度上受人为因素的影响，而现金流量不受人为因素的影响，比较客观。
 - (3) 现金流量比净利润更能反映企业的盈利质量，现金流量状况决定企业的生存能力。
 - (4) 现金流量决定价值创造。

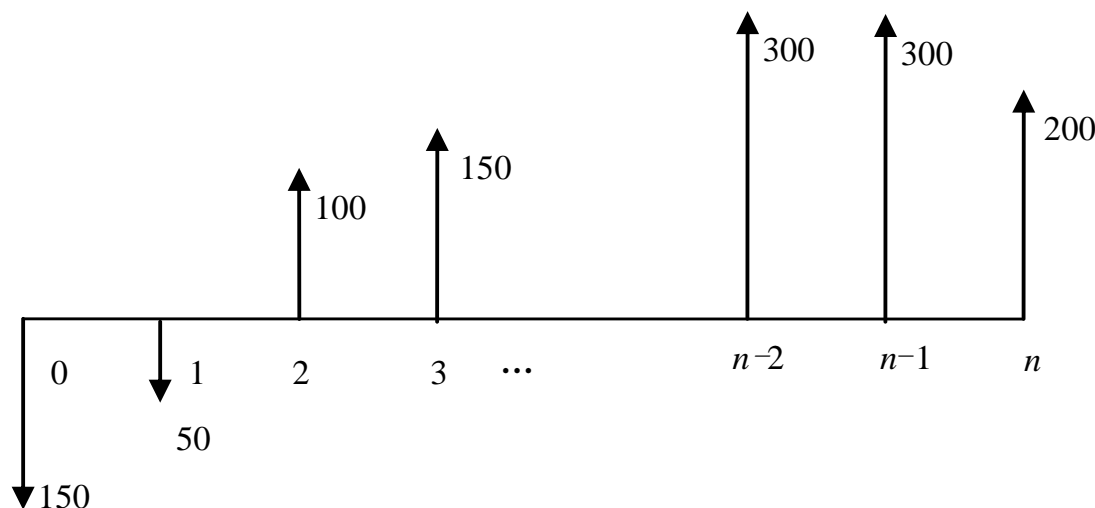
2.3 现金流量图

- 现金流量图是一种反映经济系统资金运动状态的图式，即把经济系统的现金流量绘入一个时间坐标图中，表示出各现金流入、流出与相应时间的对应关系。运用现金流量图，就可全面、形象、直观地表达经济系统的资金运动状态。
- 现金流量图包括三大要素：**大小、流向、时间点**。其中大小表示现金流的数额；流向指现金的流动方向，即流入或流出；时间点是指现金流入或现金流出所发生的时间。

2.3 现金流量图

□ 现金流量图的作图方法和规则如下。

- (1) 横轴表示时间轴，将横轴分为 n 等份，注意第 $n-1$ 期终点和第 n 期的始点是重合的。每一等份代表一个时间单位，可以是年、半年、季、月或天。
- (2) 与横轴垂直向下的箭头代表现金**流出**，与横轴垂直向上的箭头代表现金**流入**，箭头的长短与金额的大小成比例。
- (3) 代表现金流量的箭头与时间轴的交点即表示该现金流量发生的时间。



2.4 现金流量表

二、现金流量表：用表格的形式描述不同时点上发生的各种现金流量的大小和方向

年末	0	1	2	3	4	5	6
现金流入		100	280	280	280	180	80
现金流出	200	60	80	80	80	120	70
净现金流量	-200	40	200	200	200	60	10

4 资金的时间价值

□ 【学习要点及目标】

- 了解单利、复利的含义与区别。
- 懂得利息、利率的概念与计算。
- 掌握资金时间价值的概念及含义。
- 了解资金等值的概念。
- 学会资金等值计算的基本公式和计算方法。
- 懂得名义利率与有效利率的差别及换算。
- 懂得连续复利下资金等值计算的公式。

□ 【核心概念】

- 资金时间价值、终值、现值、等值、单利、复利、间断复利、连续复利、年金、普通年金、即付年金、递延年金、永续年金、名义利率、有效利率

4.1 资金时间价值的概念

□ 4.1.1 资金时间价值的基本概念

资金时间价值的衡量尺度

- (1) 衡量资金时间价值的绝对尺度：利润、利息。
- (2) 衡量资金时间价值的相对尺度：利率，收益率。



4.1.2 资金时间价值的相关概念

□ 现值、终值与等值

- 折现（贴现）：把将来某一时点的资金金额换算成现在时点（基准时点）的等值金额的过程
- 现值**P (Present Value)**：折现到计算基准时点（通常为计算期初）的资金金额
- 终值**F (Final Value)**（未来值）：与现值相等的将来某一时点上的资金金额

现值和终值是相对的。两时点上的等值资金，前时刻相对于后时刻，为现值；后时刻相对于前时刻，为终值。

4.1.2 资金时间价值的相关概念

□ 一次性收付与多次收付

- 一次性收付：一个时点上一次性发生的现金流
- 多次收付：在多个时点发生（例如：分期付款）

年值A (Annual Value): 与某笔现值或终值相等的，发生在每年的资金序列

4.1.2 资金时间价值的相关概念

□ 利息与利率

- 在经济社会里，货币本身就是一种商品。利（息）率是货币（资金）的价格。
- 利息是使用（占用）资金的代价（成本），或是放弃资金的使用所获得的补偿，其数量取决于
 - (1) 社会平均利润率。
 - (2) 金融市场上借贷资本的供求情况。
 - (3) 银行所承担的贷款风险。
 - (4) 通货膨胀率。
 - (5) 借出资本的期限长短。

4.1.2 资金时间价值的相关概念

□ 单利与复利：单利

- 设 P 为本金， I 为一个计息周期内的利息，则利率 i 为：

$$i = \frac{I}{P} \times 100 \%$$

- 4.1 单利法：仅对本金计息，利息不生利息。

$$I_n = P \cdot n \cdot i$$

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

n: 计息期数

F: 本利和

4.1.2 资金时间价值的相关概念

□ 单利与复利：复利

- 复利法：当期利息计入下期本金一同计息，即利息也生息。

$$F_1 = P + P \cdot i = P(1 + i)$$

$$F_2 = F_1 + F_1 \cdot i = P(1 + i)^2$$

$$F_3 = F_2 + F_2 \cdot i = P(1 + i)^3$$

..

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-1} \cdot i = P(1 + i)^n$$



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

单利与复利（举例）

存入银行1000元，年利率6%，存期5年，求本利和。

□ 单利法

$$\begin{aligned} F &= 1000 (1 + 5 \times 6\%) \\ &= 1300 \end{aligned}$$

□ 复利法

$$\begin{aligned} F &= 1000(1 + 6\%)^5 \\ &= 1338.23 \end{aligned}$$

同一笔资金， i 、 n 相同，用复利法计息比单利法要多出38.23元，复利法更能反映实际的资金运用情况。——经济活动分析采用复利法。

4.1.2 资金时间价值的相关概念

□ 间断复利与连续复利

- 当利率的时间单位与计息周期不一致时，若采用复利计息，会产生名义利率与实际利率不一致问题。
- **名义利率 r** ：计息周期利率与一年内计息次数 n 的乘积
- 在单利计息条件下，名义利率 = 实际利率

4.1.2 资金时间价值的相关概念

□ 间断复利与连续复利

- 在复利计算条件下，名义利率 \neq 实际利率
- 若名义年利率为 r ，一年中计息次数 n ，则一个计息周期的利率为 r/n

一年后本利和

$$F = P \left(1 + \frac{r}{n} \right)^n$$

年利息

$$I = F - P = P \left[\left(1 + \frac{r}{n} \right)^n - 1 \right]$$

年实际利率

$$i = \frac{I}{P} = \left(1 + \frac{r}{n} \right)^n - 1$$

间断复利与连续复利（举例）

例：本金**1000**元，年利率**12%**

□ 每年计息一次，一年后本利和为

$$F = 1000(1 + 12\%) = 1120$$

□ 每月计息一次，一年后本利和为

$$F = 1000\left(1 + \frac{0.12}{12}\right)^{12} = 1126.8$$

□ 计算年实际利率

$$i = \frac{1126.8 - 1000}{1000} \times 100\% = 12.68\%$$

4.1.2 资金时间价值的相关概念

□ 间断复利与连续复利

- 当 $n=1$ 时， $i=r$ ，实际利率=名义利率
- 当 $n>1$ 时， $i>r$ ，实际利率>名义利率，且 n 越大，即一年内计算复利的有限次数越多，则实际利率相对于名义利率就越高。
- 当 n 无限多，????（称之为**连续计息**）
可操作性差

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

小例子

- 如果名义年利率是**12%**，那么按照半年和季度分别计息，实际的年利率是多少呢？

$$\left(1 + \frac{12\%}{2}\right)^2 - 1 = \mathbf{12.36\%}$$

$$\left(1 + \frac{12\%}{4}\right)^4 - 1 = \mathbf{12.551\%}$$

4.2 资金等值计算的基本公式

- 资金等值是指在考虑时间价值因素后，不同时间点上数额不等的资金在一定利率条件下具有相等的价值。
 - 例如现在的100元和一年后的110元，在年利率为10%时，两者是等值的。
 - 可见，某一时点的资金，按一定的利率换算至另一时点，换算前后数额绝对值虽然不等，但其价值是相等的；
 - 此外，不同数额的资金，折算到某一相同时点所具有的实际经济价值也有可能是相等的，这一原理叫作**资金等值原理**。
- 利用等值的概念，可以把在一个时点发生的资金金额换算成另一时点的等值金额，这一过程叫**资金等值计算**。

4.2 资金等值计算的基本公式

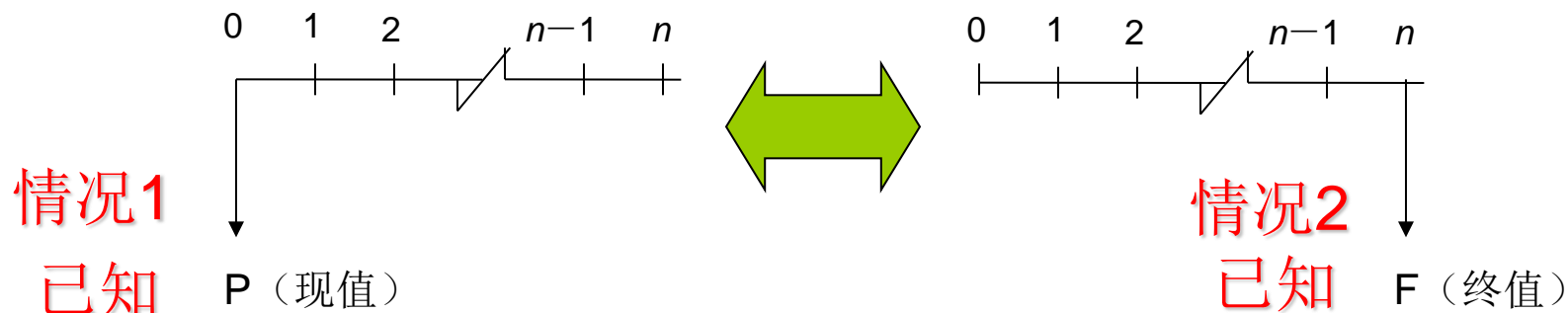
- 影响资金等值的因素有三个：
 - 金额的多少
 - 资金发生的时间
 - 利率(或折现率)的大小
- 其中利率是一个关键因素，一般等值计算中是以同一利率为依据的。
- 在工程经济分析中，在考虑资金时间价值的情况下，其不同时间发生的收入或支出是不能直接相加减的。
- 而利用等值的概念，则可以把在不同时点发生的资金换算成同一时点的等值资金，然后再进行比较。

4.2.1 一次性收付款项等值的计算

- 一次性收付款项这一类型通常涉及现值和终值的计算。一次性收付款项的终值和现值的计算公式如下。每次支付均在每年年末!!!!!!!。
- 单利法：
$$P = \frac{F}{1 + n \cdot i}$$
 - $F = P(1 + n \cdot i)$
- 复利法（默认情况下都指复利法）：
 - $F = P(1 + i)^n$
 - $P = F(1 + i)^{-n}$

4.2.1 一次性收付款项等值的计算

➤ 现值P与终值F之间的换算



亦可记作:

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

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

整付终值系数

$$F = P(F/P, i, n)$$

整付现值系数

$$P = F(P/F, i, n)$$

4.2.1 一次性收付款项等值的计算

例1：某人把1000元存入银行，设年利率为3%，5年后全部提出，共可得多少元？

$$\begin{aligned} F &= P(1+i)^n \\ &= 1000 \times (F/P, 3\%, 5) \\ &= 1000 \times 1.159 = 1159(\text{元}) \end{aligned}$$

查表得： $(F/P, 3\%, 5) = 1.159$

4.2.1 一次性收付款项等值的计算

例2：某企业计划建造一条生产线，预计5年后需要资金1000万元，设年利率为10%，问现需要存入银行多少资金？

$$\begin{aligned}P &= F(1+i)^{-n} \\&= 1000 \times (P/F, 10\%, 5) \\&= 1000 \times 0.6209 = 620.9(\text{万元})\end{aligned}$$

4.2.2 多次收付款项等值的计算

□ 1. 等额系列收付款项等值的计算

■ 普通年金等值的计算。

① 普通年金终值(已知 A 求 F)

② 偿债基金(已知 F 求 A)

③ 普通年金现值(已知 A 求 P)

④ 资本回收额(已知 P 求 A)

■ 即付年金等值的计算。

① 即付年金终值(已知 A 求 F)

② 即付年金现值(已知 A 求 P)

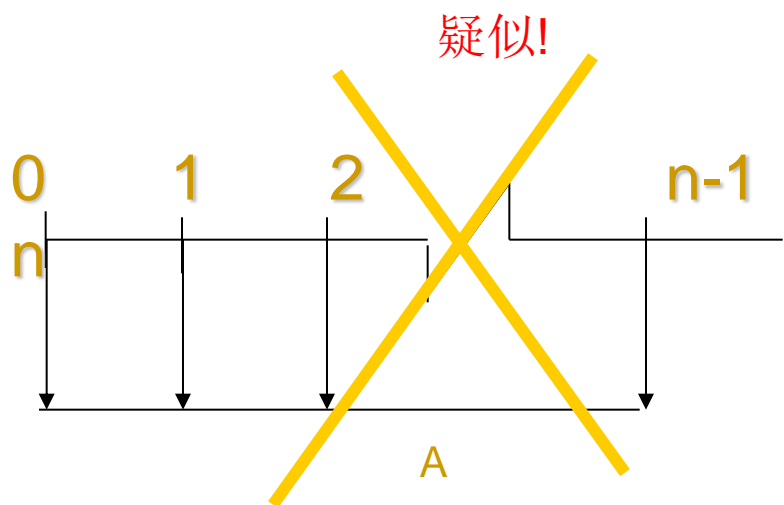
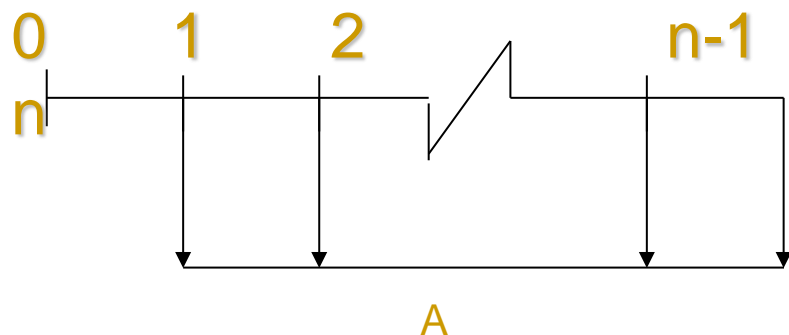
■ 递延年金等值的计算。

■ 永续年金现值的计算。

4.2.2 多次收付款项等值的计算

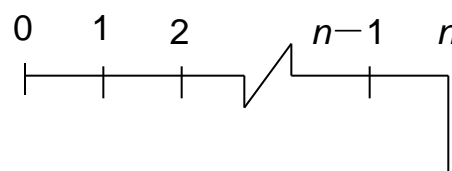
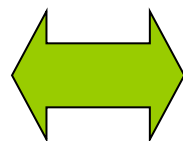
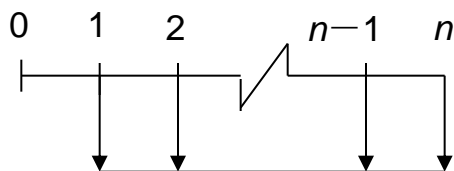
“等额分付”的特点：在计算期内

- 1) 每期支付是大小相等、方向相同的现金流，用年值 A 表示；
- 2) 支付间隔相同，通常为1年；
- 3) 每次支付均在每年年末!!!!!!!。



4.2.2 多次收付款项等值的计算

➤ 等额年值A与终值F之间的换算



情况1

A A A A
(等额年值)

年值A已知

终值F?

情况2

F (终值)

终值F已知

亦可记作:

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

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

等额分付终值系数

等额分付偿债基金系数

$$F = A(F/A, i, n)$$

$$A = F(A/F, i, n)$$

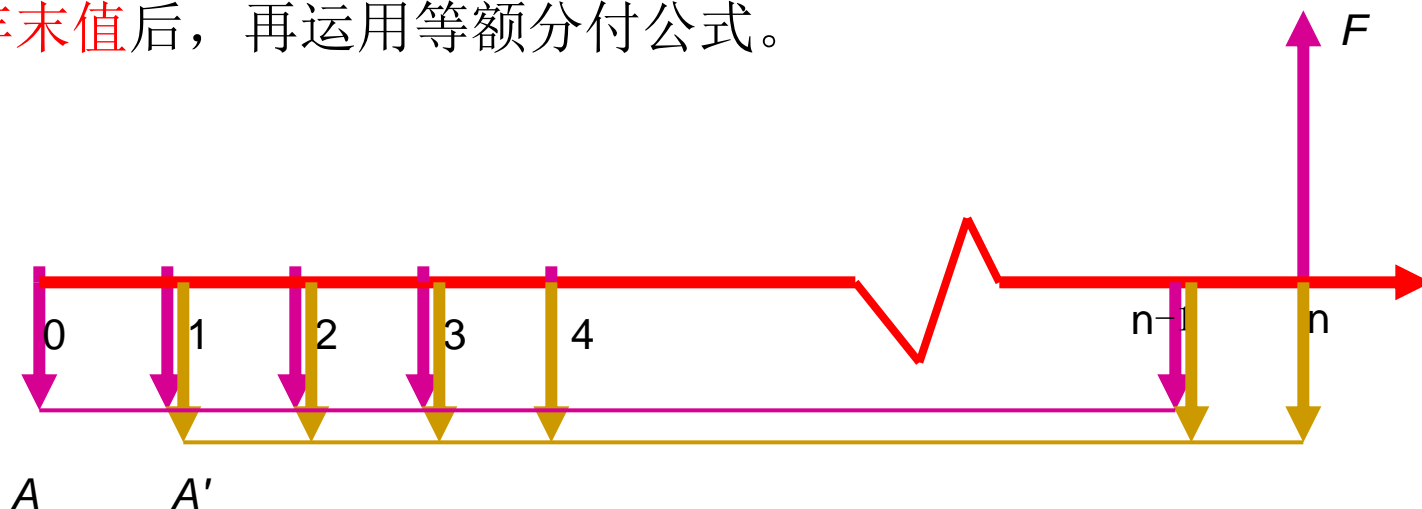
4.2.2 多次收付款项等值的计算

某单位在大学设立奖学金，从第一年年末开始，每年年末存入银行2万元，若存款利率为3%。第5年末可得款多少？

$$\begin{aligned} F &= A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \\ &= A(F/A, 3\%, 5) = 2 \times 5.309 \\ &= 10.618(\text{万元}) \end{aligned}$$

4.2.2 多次收付款项等值的计算

若等额分付的 A 发生在每年年初，则需将年初值折算为当年的年末值后，再运用等额分付公式。



$$A' = A(1 + i)$$

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

4.2.2 多次收付款项等值的计算

某大学生贷款读书，从第一年年开始，每年初需从银行贷款6,000元，年利率为4%，4年后毕业时共计欠银行本利和为多少？

$$\begin{aligned} F &= A' \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] = A(1+i) \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \\ &= 6000 \times (1 + 0.04) \times (F/A, 4\%, 4) \\ &= 6000 \times 1.04 \times 4.246 \\ &= 26495.04(\text{元}) \end{aligned}$$

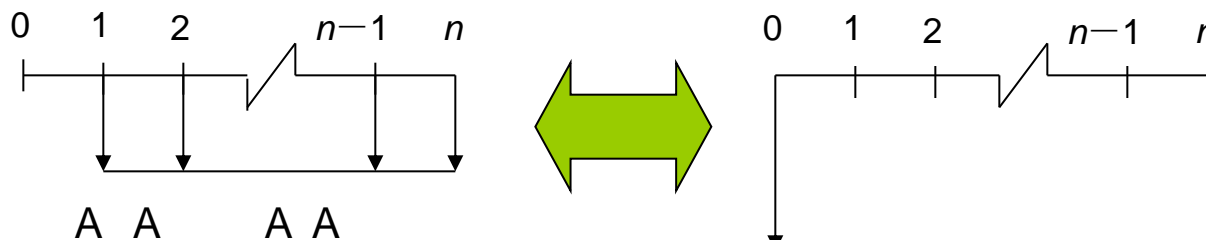
4.2.2 多次收付款项等值的计算

某厂欲积累一笔福利基金，用于3年后建造职工俱乐部。此项投资总额为200万元，设利率为5%，问每年末至少要存多少钱？

$$\begin{aligned} A &= F \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \\ &= F(A/F, 5\%, 3) = 200 \times 0.31721 \\ &= 63.442(\text{万元}) \end{aligned}$$

4.2.2 多次收付款项等值的计算

➤ 等额年值A与现值P之间的换算



情况1

(等额年值)

年值A已知

现值P?

情况2

年值A?

现值P已知

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

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

$$P = A(P/A, i, n)$$

$$A = P(A/P, i, n)$$

等额分付
资本回收系数

等额分付现值系数

$$n \rightarrow \infty$$

$$P = \frac{A}{i}$$

4.2.2 多次收付款项等值的计算

例题6

某人贷款买房，预计他每年能还2万元，打算15年还清，每年年末还款，假设银行的按揭年利率为5%，其现在最多能贷款多少？

方法1：等比数列求和方程

方法2：运用年金转现值系数

方法3：规划求解

4.2.2 多次收付款项等值的计算

方法1：等比数列求和方程

方法2：运用年金转现值系数

$$\begin{aligned} P &= A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \\ &= 2 \times (P/A, 5\%, 15) \\ &= 2 \times 10.380 = 20.76(\text{万元}) \end{aligned}$$

总结

$$F = P(F/P, i, n)$$

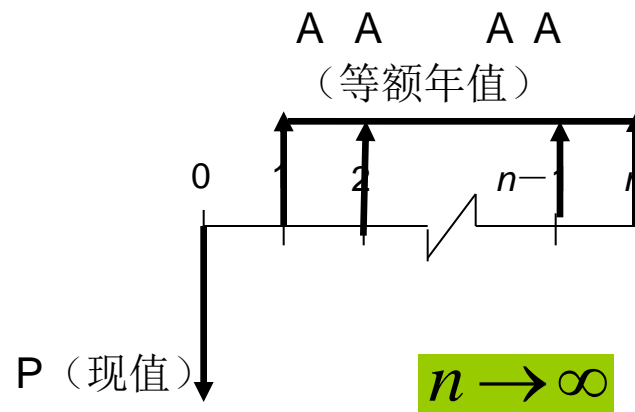
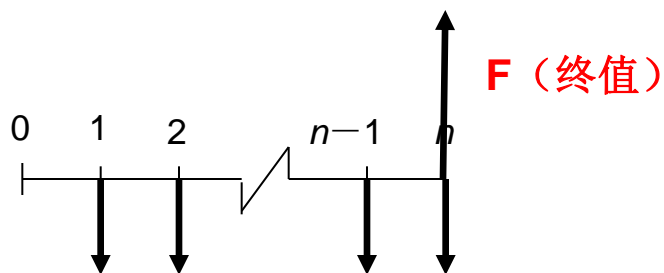
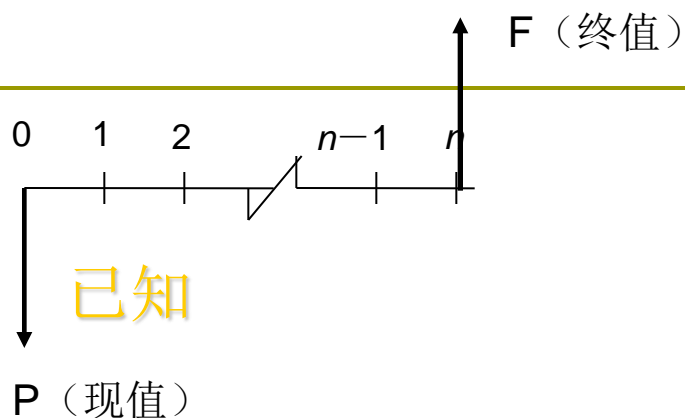
$$P = F(P/F, i, n)$$

$$A = F(A/F, i, n)$$

$$F = A(F/A, i, n)$$

$$P = A(P/A, i, n)$$

$$A = P(A/P, i, n)$$

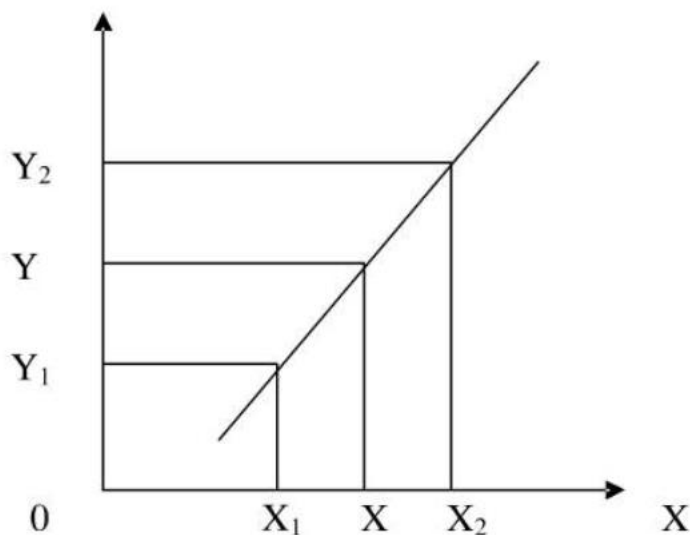


$$n \rightarrow \infty$$

$$P = \frac{A}{i}$$

插值法—资金等值计算的常用工具

对于未知利率*i*，或者未知期数*n*的测算？
查表查不到怎么办？



$$\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1}$$

插值法—资金等值计算的常用工具

例题：公司第一年年初借款1万元，每年年末还本付息额度为2000元，需要10年还清。问借款利率？

$P=10000$, $A=2000$, $n=10$ 则：

$A (P/A, i, 10) = P \rightarrow (P/A, i, 10) = 5$

$i=15\%$, $(P/A, 15\%, 10)=5.0188$

$i=20\%$, $(P/A, 20\%, 10) = 4.1925$

可见利率处于15%到20%之间。

$$\frac{i-15\%}{20\%-15\%} = \frac{5-5.0188}{4.1925-5.0188} \quad \text{得到 } i=15.11\%$$

例题：如果工程项目投产期有4000万债务需要偿还，
投产后每年收益680万元。若年利率是10%。问多少
年可以偿还上述债务？ （建议用P/A来计算）

$P=4000, A=680, i=10\%,$

$(P/A, 10\%, n) = 4000/680 = 5.8824$

查表 $(P/A, 10\%, 9) = 5.759$ $(P/A, 10\%, 10) = 6.1446$

$\frac{n-9}{10-9} = \frac{5.8824-5.7590}{6.1446-5.759}$ 得到 $n=9.32$ 年

5 工程经济评价基本方法

□ 【学习要点及目标】

- 了解工程项目经济评价常用的经济指标体系。
- 掌握静态投资回收期、动态投资回收期的计算。
- 掌握净现值、净现值率、净年值、费用现值和费用年值的计算方法。
- 掌握内部收益率和投资收益率的计算方法。

□ 【核心概念】

- 静态投资回收期、动态投资回收期、净现值、净年值、内部收益率、投资收益率

根据所计算指标的量纲可分为三大类：

- **时间型指标：**用时间计量的指标，如投资回收期；
- **价值型指标：**用货币量计量的指标，如净现值、净年值、费用现值、费用年值等；
- **效率型指标：**无量纲指标，通常用百分比表示，反映资金的利用效率，如投资收益率、内部收益率、净现值指数等。

三类指标从不同角度考察项目的经济性，适用范围不同，应同时选用这三类指标。

根据是否考虑时间因素可分为两大类：

□ 静态评价指标

是指对项目 and 方案效益和费用的计算时，不考虑资金的时间价值，不进行复利计算。

- 经常应用于可行性研究初始阶段的评价以及方案的初始阶段。主要有：投资回收期法、投资收益率法、投资效果系数法、追加投资回收期法等。

□ 动态评价指标

是指对项目 and 方案效益和费用的计算时，充分考虑到资金的时间价值，要采用复利计算方法，把不同时间点的效益流入和费用流出折算为同一时间点的等值价值。主要用于详细可行性研究中对方案的最终决策。是经济效益评价的主要评价方法。

5.1 投资回收期

- **投资回收期法也称为返本期法**，是反映一个项目清偿能力的重要指标，是指从项目的投资建设之日起，用项目所得的净收益偿还原始投资所需要的年限。
- 投资回收期法就是把投资回收期作为项目的评价指标的方法。在实际工作中，这一指标不单独使用，通常要与其他经济评价指标结合去评价某一方案或某一项目。
- 一般情况下，**投资回收期越短，项目的经济效果就越好。**
- 按照是否考虑资金的时间价值投资回收期分为**静态投资回收期**(P_t)与**动态投资回收期**(P_t')两种。

5.1.1 静态投资回收期

- 静态投资回收期的概念
- 静态投资回收期的计算
 - (1) 直接计算法
 - (2) 列表法
- 静态投资回收期的判别标准
- 静态投资回收期的优、缺点

5.1.1 静态投资回收期

1. 概念

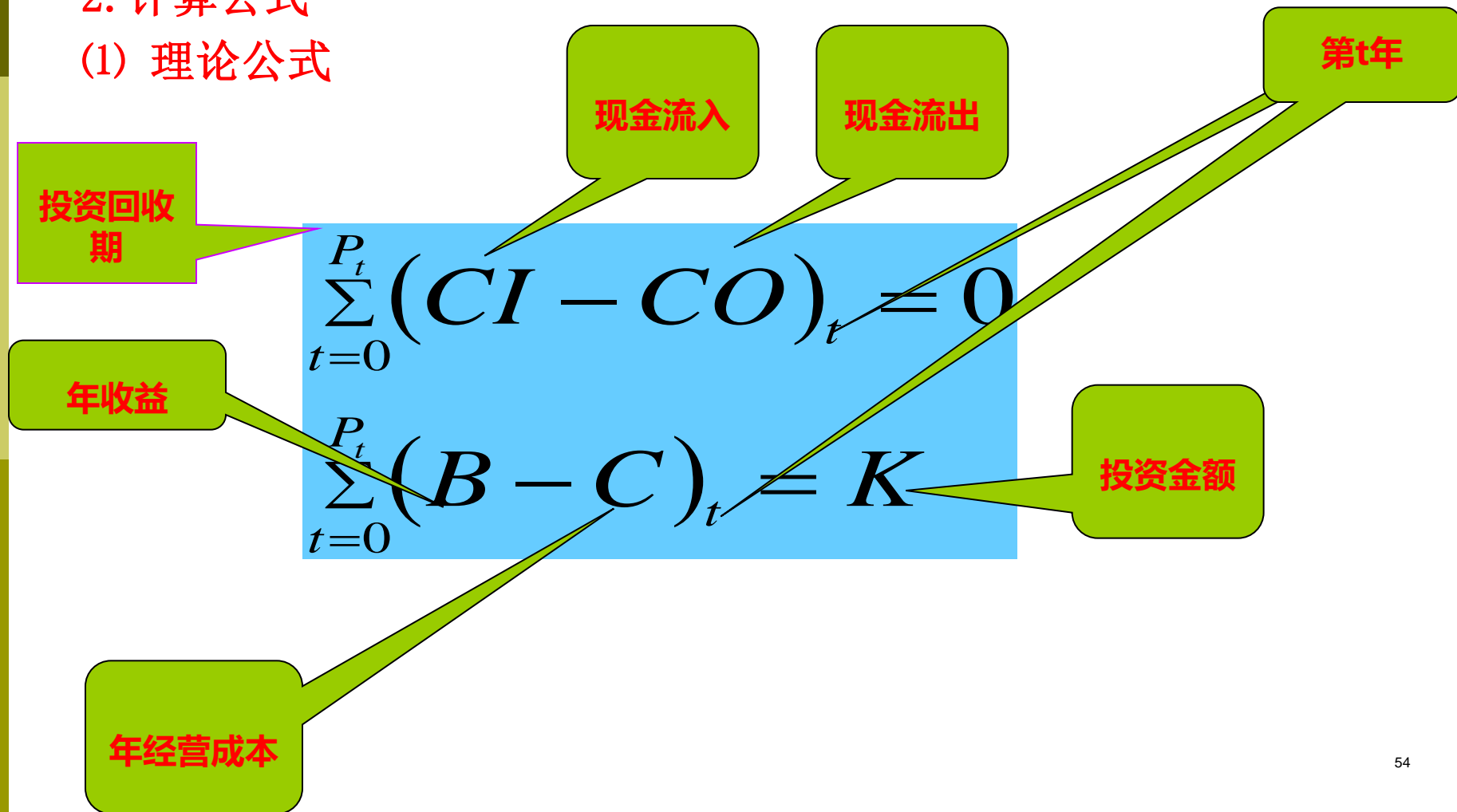
投资回收期：亦称投资返本期或投资偿还期。

指工程项目从开始投资（或投产），到以其净收益（净现金流量）抵偿全部投资所需要的时间，一般以年为计算单位。

5.1.1 静态投资回收期

2. 计算公式

(1) 理论公式



5.1.1 静态投资回收期

(2) 实用公式

$$P_t = T - 1 + \frac{\left| \sum_{t=0}^{T-1} (CI - CO)_t \right|}{(CI - CO)_T}$$

第T-1年的累计净现金流量

累计净现金流量首次出现正值的年份

第T年的净现金流量

5.1.1 静态投资回收期

(3) 判别准则

设基准投资回收期 —— P_c

$$P_t \leq P_c$$

可以接受项目

$$P_t > P_c$$

拒绝项目

5.1.1 静态投资回收期

例1：某项目现金流量如表5-1所示，基准投资回收期为 5 年，试用投资回收期法评价方案是否可行。

表5-1 现金流量表 单位（万元）

年份	0	1	2	3	4	5	6
投资	1000						
现金流量		500	300	200	200	200	200

$$\sum_{t=0}^{P_t} (CI - CO)_t = -1000 + 500 + 300 + 200 = 0$$

$$P_t = 3$$

$$P_t < P_c$$

方案可行

5.1.1 静态投资回收期

例题2：某项目的现金流量如下表，设基准投资回收期为8年，试初步判断方案的可行性。

年份	0	1	2	3	4	5	6	7	8~N
项目									
净现金流量	-100	-50	0	20	40	40	40	40	40
累计净现金流量	-100	-150	-150	-130	-90	-50	-10	30	70

累计净现金流量首次出现正值的年份 $T = 7$;

第T-1年的累计净现金流量: -10

第T年的净现金流量: 40

因此:

$$P_t = 7 - 1 + \frac{|-10|}{40} = 6.25(\text{年})$$

可以接受项目

5.1.2 动态投资回收期

- 动态投资回收期的概念
- 动态投资回收期的计算
- 动态投资回收期的判别准则
- 动态投资回收期的优缺点

5.1.2 动态投资回收期

1. 概念

在考虑资金时间价值条件下，按基准收益率收回全部投资所需要的时间。

2. 计算

(1) 理论公式

动态投资回收期

$$\sum_{t=0}^{P_D} (CI - CO)_t (P/F, i_0, n) = 0$$

5.1.2 动态投资回收期

(2) 实用公式

$$P_D = \left(\frac{\text{累计折现值}}{\text{开始出现正值年份数}} \right) - 1 + \frac{\text{上年累计折现值绝对值}}{\text{当年折现值}}$$



$$P_D = T' - 1 + \frac{\left| \sum_{t=0}^{T'-1} (CI - CO)_t (P/F, i_0, t) \right|}{(CI - CO)_{T'} (P/F, i_0, T')}$$

5.1.2 动态投资回收期

3. 判别准则

若 $PD \leq Pb$, 则项目可以考虑接受

若 $PD > Pb$, 则项目应予以拒绝

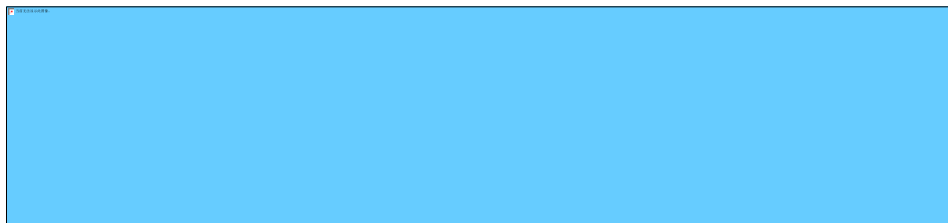


基准动态投资回收期

5.1.2 动态投资回收期

例题3：用下列表格数据计算动态回收期，并对项目可行性进行判断。
基准回收期为9年。

年份	0	1	2	3	4	5
净现金流量	-6000	0	0	800	1200	1600
折现值	-6000	0	0	601.04	819.60	993.44
累计折现值	-6000	-6000	-6000	-5398.96	-4579.39	-3585.95
年份	6	7	8	9	10 ~ N	
净现金流量	2000	2000	2000	2000	2000	
折现值	1129	1026.4	933	848.2		
累计折现值	-2456.95	-1430.55	-497.55	350.65		



5.2 净现值（NPV）

5.2.1 净现值的概念、计算、判别准则及优缺点

1. 净现值的概念

2. 净现值的计算

- 列表法
- 公式法

3. 净现值的判别准则

- 单一方案
- 多方案

5.2 净 现 值

1. 概念

净现值 (*Net Present Value*, *NPV*) 是指按一定的折现率 i_0 (称为基准收益率), 将投资项目在分析期内各年的净现金流量折现到计算基准年 (通常是投资之初) 的现值累加值。

用净现值指标判断投资方案的经济效果分析法即为净现值法。

5.2 净现值

2. 计算公式

净现值

投资项目寿命期

基准折现率

$$\begin{aligned} NPV &= \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_0)^{-t} \\ &= \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (P / F, i_0, t) \end{aligned}$$

第t年的净现值

5.2 净现值

2. 计算公式 (续)

$$NPV = \sum_{t=0}^n CI_t(P/F, i_0, t) - \sum_{t=0}^n CO_t(P/F, i_0, t)$$

现金流入现值和

现金流出现值和

5.2 净现值

3. 判别准则

(1) 单一方案

$$NPV \geq 0$$

项目可接受

$$NPV < 0$$

项目不可接受

(2) 多个方案比较

净现值最大的方案为最优方案

5.2 净现值

净现值的经济含义

$NPV=0$: 项目的收益率刚好达到 i_0 ;

$NPV>0$: 项目的收益率大于 i_0 , 具有数值等于NPV的超额收益现值;

$NPV<0$: 项目的收益率达不到 i_0 ;

5.2 净现值

例题4: 假设 $i_0 = 10\%$

年份	0	1	2	3	4	5
CI		800	800	800	800	800
CO	1000	500	500	500	500	500

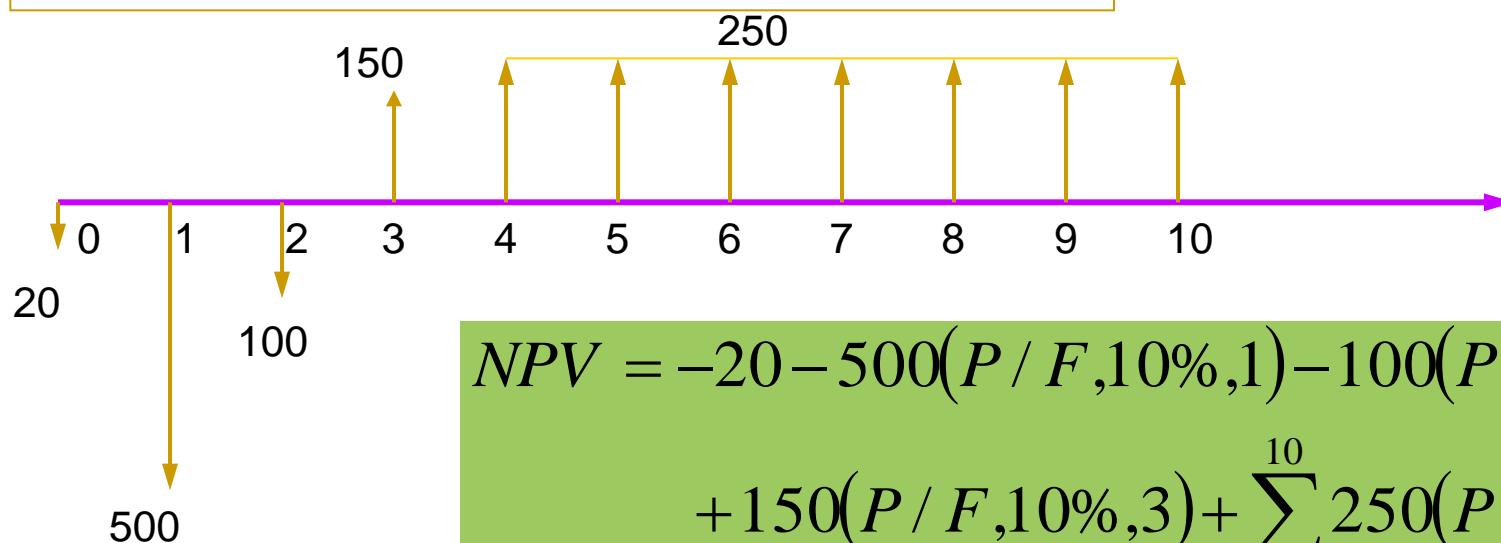
按定义列表计算:

$NCF=CI-CO$	-1000	300	300	300	300	300
$(P/F, i_0, n)$	1	0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209
折现值	-1000	272.73	247.92	225.39	204.90	186.27
累计折现值	-1000	-727.27	-479.35	-253.96	-49.06	137.21

列式计算: $NPV = -1000 + 300 \times (P/A, 10\%, 5)$
 $= -1000 + 300 \times 3.791 = 137.3$ (等额支付)

5.2 净现值

例题5: 假设基准折现率 $i_0 = 10\%$



$$NPV = -20 - 500(P/F, 10\%, 1) - 100(P/F, 10\%, 2) + 150(P/F, 10\%, 3) + \sum_{t=4}^{10} 250(P/F, 10\%, t)$$

$$\begin{aligned} NPV &= \dots + 250(P/A, 10\%, 7)(P/F, 10\%, 3) \\ &= -20 - 500 \times 0.9091 - 100 \times 0.8264 + 150 \times 0.7513 + 250 \times 4.868 \times 0.7513 \\ &= 469.96 \end{aligned}$$

5.2 净现值

例题6：假设基准折现率 $i_0 = 10\%$

方案 \ 年份	0	1 ~ 8	8 (净残值)
A	-100	40	8
B	-120	45	9

计算净现值

$$NPV_A = -100 + 40(P/A, 10\%, 8) + 8(P/F, 10\%, 8) = 117.1(\text{万元})$$

$$NPV_B = -120 + 45(P/A, 10\%, 8) + 9(P/F, 10\%, 8) = 124.3(\text{万元})$$

比较方案： $\because NPV_A > 0, NPV_B > 0$, 且 $NPV_A < NPV_B$

$\therefore B$ 方案为优选方案

5.2.1 净现值函数

1. 概念

$$NPV=f(NCF_t, n, i_0)$$

NCF_t : 净现金流量

NCF_t 和 n 受到市场和技术进步的影响。在 NCF_t 和 n 确定的情况下，有

$$NPV=f(i_0)$$

5.2.1 净现值函数

现金流量

年份	0	1	2	3	4
净现金流量	-1000	400	400	400	400

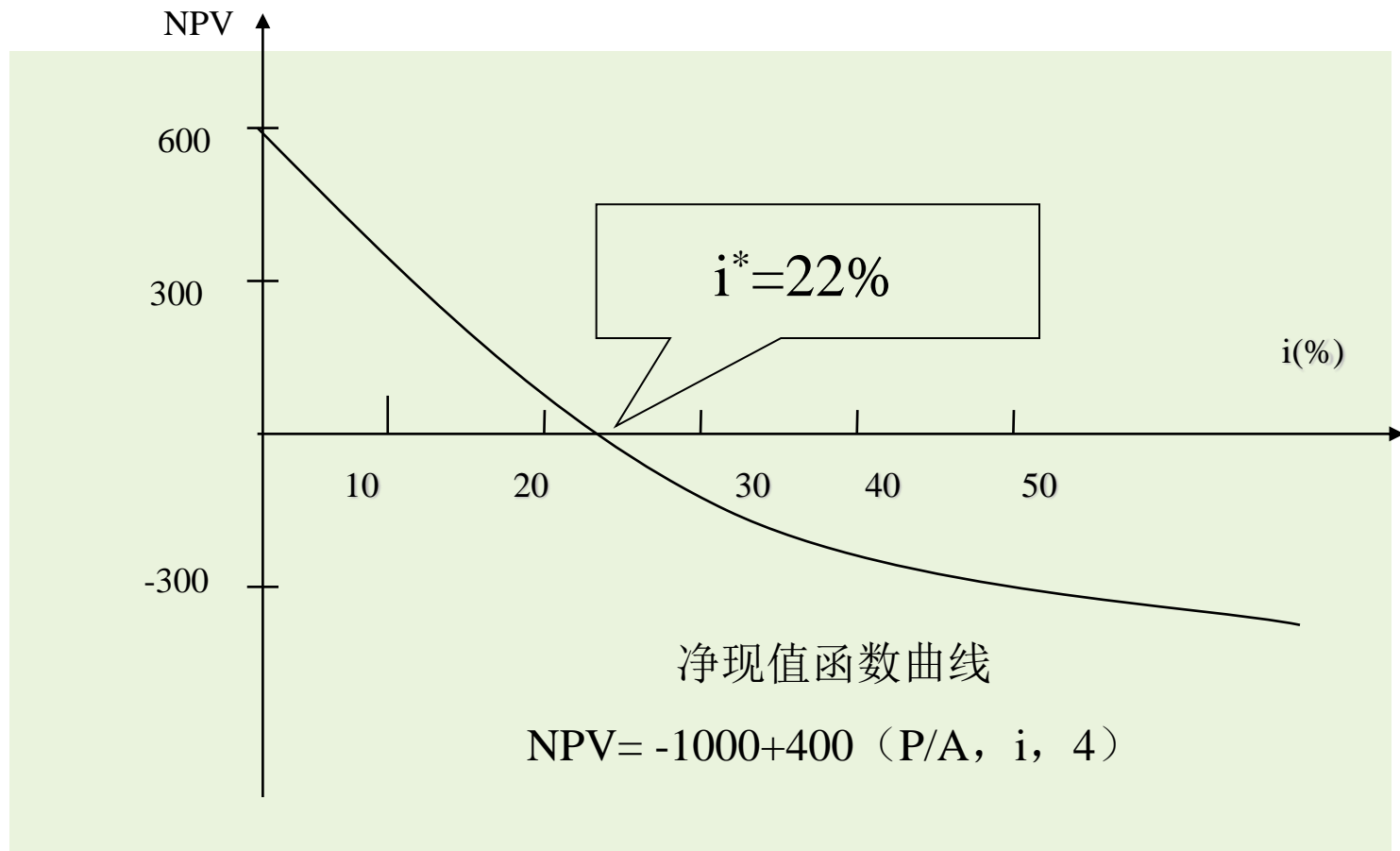
折现率与净现值的变化关系

折现率 <i>i</i> (%)	0	10	20	22	30	40	50	∞
NPV(<i>i</i>)	600	268	35	0	-133	-260	-358	-1000

- 当净现金流量和项目寿命期一定时，有

$$i \uparrow \Rightarrow NPV \downarrow$$

5.2.1 净现值函数

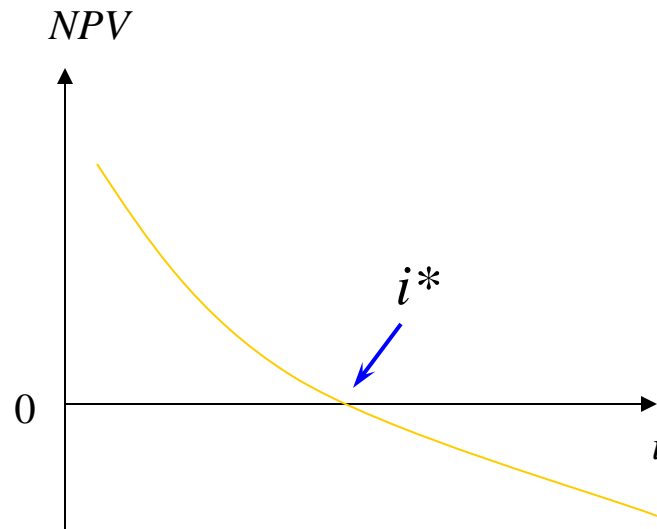


5.2.1 净现值函数

净现值函数的特点

若 i 连续变化，可得到右图所示的净现值函数曲线。

- ▶ 同一净现金流量： $i \nearrow$ ， $NPV \searrow$ ，甚至减小到零或负值，意味着可接受方案减少。
- ▶ 必然存在 i 的某一数值 i^* ，使 $NPV(i^*) = 0$ 。



NPV 函数曲线

5.2.2 净现值率（NPVR）

1. 净现值率的概念
2. 净现值率的计算
3. 净现值率的判别准则
 - (1) 单一方案
 - (2) 多方案比选
 - 求净现值
 - 求净现值率
 - 评价结果

5.2.2 净现值率（NPVR）

1. 概念

净现值率是指按基准折现率计算的方案寿命期内的净现值与其全部投资现值的比率。

2. 计算

$$NPVR = \frac{NPV}{K_P}$$

总投资现值

5.2.2 净现值率（NPVR）

净现值率的经济含义：

1. 单位投资现值所取得的净现值，或单位投资现值所取得的超额收益现值。
2. 净现值率反映了投资资金的利用效率，常作为净现值指标的辅助指标。净现值率的最大化，有利于实现有限投资取得净贡献的最大化。

5.2.2 净现值率（NPVR）

3. 判别准则

- 独立方案或单一方案， $NPVR \geq 0$ 时方案可行。
- 多方案比选时， $\max\{NPVR_j \geq 0\}$ 的方案最好。

投资没有限制，进行方案比较时，原则上以净现值为判别依据。当投资有限制时，更要追求单位投资效率，辅以净现值率指标。净现值率常用于多方案的优劣排序。

NPVR与NPV

年份 A	0	1	2	3	4	5	6
投资	1700						
年费用		1500	1500	1500	1500	1500	1500
年收入		2000	2000	2000	2000	2000	2000
残值							0

年份 B	0	1	2	3	4	5	6
投资	2500						
年费用		500	500	500	500	500	500
年收入		1200	1200	1200	1200	1200	1200
残值							100

$$NPV(A) = -1700 + 500 \cdot (P/A, 15\%, 6) = 192.25$$

基准收益率 $i = 15\%$

$$NPV(B) = -2500 + 700 \cdot (P/A, 15\%, 6) + 100 \cdot (P/F, 15\%, 6) = 192.38$$

$$NPVR(A) = 0.11$$

$$NPVR(B) = 0.08$$

5.2.2 净现值率 (NPVR)

例7：某工程有A、B两种方案可行，现金流量如下表，设基准折现率为10%，试用净现值法和净现值率法择优。

年份	0		1		2		3		4		5	
项目	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
投资	2000	3000										
现金流入			1000	1500	1500	2500	1500	2500	1500	2500	1500	2500
现金流出			400	1000	500	1000	500	1000	500	1000	500	1000

NPV指标：

$$NPV_A = -2000 + (1000 - 400)(P/F, 10\%, 1) + (1500 - 500)(P/A, 10\%, 4)(P/F, 10\%, 1) = 1427$$

$$NPV_B = -3000 - 1000(P/A, 10\%, 5) + 1500(P/F, 10\%, 1) + 2500(P/A, 10\%, 4)(P/F, 10\%, 1) = 1777$$

$\therefore NPV_A < NPV_B, \therefore B$ 优于 A 。

NPVR指标：

$$NPVR_A = 1427 / 2000 = 0.7135, \quad NPVR_B = 1777 / 3000 = 0.5923$$

$NPVR_A > NPVR_B$, 所以 A 优于 B 。

5.2.3 净年值（NAV）

1. 净年值的概念
2. 净年值的判别准则
 - 单一方案
 - 多方案
3. 净年值的计算
4. 净年值指标的优缺点
 - 净年值指标的优点
 - 净年值指标的缺点

净年值法适用于个人，小盈利项目。例如：上班族转行做滴滴司机等，算一下年收入

5.2.3 净年值 (NAV)

1. 概念

净年值法是将方案在分析期内各时点的净现金流量按基准收益率折算成与其等值的整个分析期内的等额支付序列年值后再进行评价、比较和选择的方法。

5.2.3 净年值 (NAV)

2. 计算公式

$$NAV = NPV(A/P, i_0, n) \quad (\text{定义式})$$

$$\begin{aligned} NAV &= \left[\sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (P/F, i_0, t) \right] (A/P, i_0, n) \\ &= \left[\sum_{t=0}^n (CI - CO)_{n-t} (F/P, i_0, n - t) \right] (A/F, i_0, n) \end{aligned}$$

5.2.3 净年值 (NAV)

3. 判别准则

独立方案或单一方案:

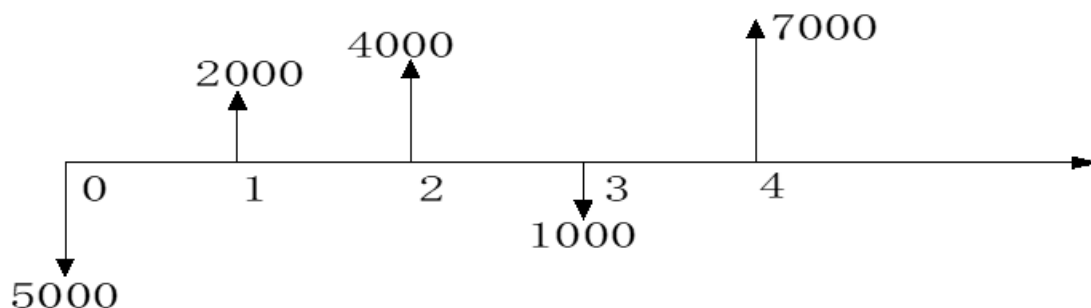
$NAV \geq 0$, 可以接受方案 (可行)

多方案比较: 净年值越大方案的经济效果越好。

满足 $\max\{NAV_j \geq 0\}$ 的方案最优

例题

某投资方案的净现金流量如图所示，设基准收益率为10%，求该方案的净年值。

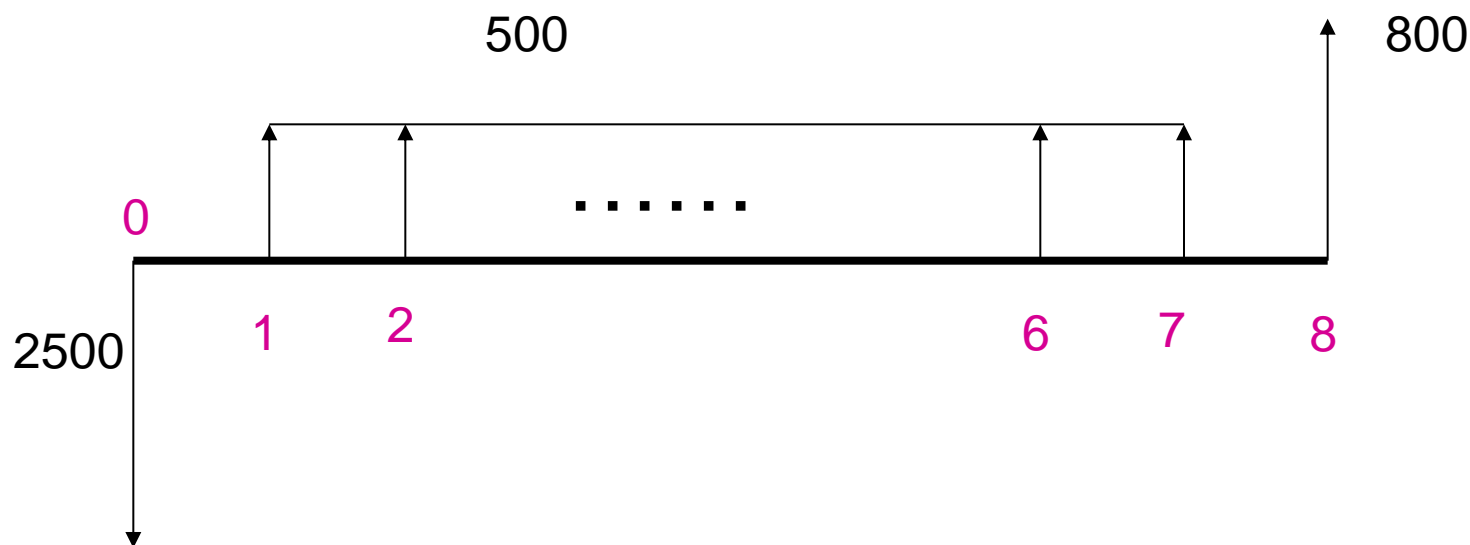


用现值求： $NAV = [-5000 + 2000(P/F, 10\%, 1) + 4000(P/F, 10\%, 2) - 1000(P/F, 10\%, 3) + 7000(P/F, 10\%, 4)](A/P, 10\%, 4)$
 $= 1311(\text{万元})$

用终值求： $NAV = [-5000(F/P, 10\%, 4) + 2000(F/P, 10\%, 3) + 4000(F/P, 10\%, 2) - 1000(F/P, 10\%, 1) + 7000](A/F, 10\%, 4)$
 $= 1311(\text{万元})$

练习题目

基准折现率12%，求方案净年值



$$NAV = -2500 \cdot (A/P, 12\%, 8) + 500 + 300 \cdot (A/F, 12\%, 8)$$

$$= -2500 \cdot 0.2013 + 500 + 300 \cdot 0.0813 = -503.25 + 524.39 = 21.14$$

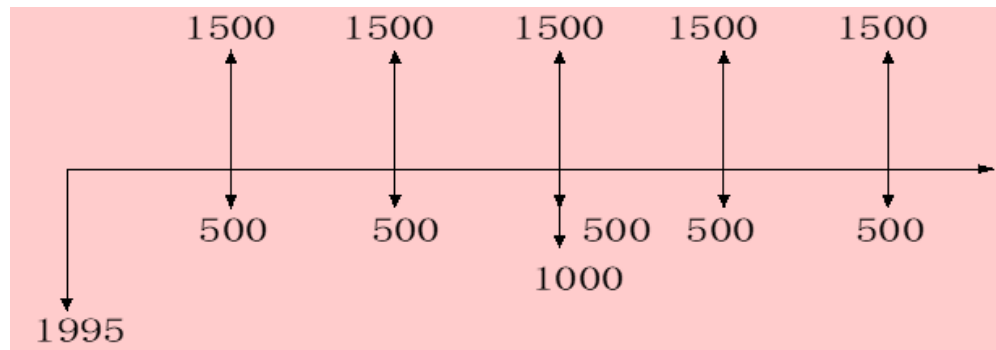
5.2.3 净年值 (NAV)

4. 特点

- 1) 与净现值NPV成比例关系，评价结论等效；
- 2) NAV是项目在寿命期内，每年的**超额收益**年值；
- 3) 特别适用于**寿命期不等的方案**之间的评价、比较和选择。

例题

某企业基建项目设计方案总投资1995万元，投产后年经营成本500万元，年销售额1500万元，第三年年末工程项目配套追加投资1000万元，若计算期为5年，基准收益率为10%，残值等于零。试计算投资方案的净现值和净年值。



该基建项目净现值1045万元，说明该项目实施后的经济效益除达到10%的收益率外，还有1045万元的收益现值。

$$\begin{aligned} NPV &= -1995 + (1500 - 500)(P/A, 0.1, 5) - 1000(P/F, 0.1, 3) \\ &= -1995 + (1500 - 500) \times 3.7908 - 1000 \times 0.7513 = 1045(\text{万}) > 0 \end{aligned}$$

$$NAV = NPV (A/P, 0.1, 5) = 1045 \times 0.2638 = 275.671(\text{万})$$

例题

有A、B两个方案，A方案的寿命期为15年，经计算其净现值为100万元；B方案的寿命期为10年，经计算其净现值为85万元。设基准折现率为10%，试比较两个方案的优劣。

$$\begin{aligned}NAV_A &= NPV_A(A/P, i_0, n) = 100 \times (A/P, 10\%, 15) \\ &= 100 \times 0.13147 = 13.147(\text{万元})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}NAV_B &= NPV_B(A/P, i_0, n) = 85 \times (A/P, 10\%, 10) \\ &= 85 \times 0.16275 = 13.834(\text{万元})\end{aligned}$$

B方案优于A方案。

5.2.4 费用现值

- 费用现值法(PC, present cost)是一种特定情况下的净现值法。在比较方案时, 如**两个方案的寿命期和生产能力相同**, 也就是销售收入相同时, 或者两个方案的效益基本相同, 但它们有**无形效益而且难以估算时**, 如安全保障、环境保护、劳动条件改善等, 为了简化计算, 可**不必考虑其相同因素(收入或无形效益), 仅比较其不同因素(支出)**。此时, 净现值法可改称为**费用现值法**, 通常仍简称为现值法(PC)或现值比较法。为了计算上的方便, 往往将支出值的负号略去, 而回收残值的符号则应与支出值的符号相反, 取负值。计算公式如下:

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

5.2.4 费用现值

1. 概念

在对多个方案比较选优时，如果诸方案**产出价值相同**或产出价值难以计量但**满足相同需要**，可以只对各方案的费用进行比较，选择方案。

费用现值就是将项目寿命期内所有现金流出按基准折现率换算成基准年的现值的累加值。

例如，企业中设备更新问题

5.2.4 费用现值

2. 计算

$$PC = \sum_{t=0}^n CO_t (P/F, i_0, t)$$

$$\text{式中 } CO_t = (K + C' - S_v - W)_t$$

回收的流动资金

投资额

年经营成本

回收的固定资产余
值

5.2.4 费用现值

3. 判别准则

在多个方案中若产出相同或满足需要相同，用费用最小的选优原则选择最优方案，即满足 $\min\{PC_j\}$ 的方案是最优方案。

5.2.4 费用现值

4. 适用条件

- 产出相同或满足相同需要的各方案之间的比较;
- 被比较的各方案，特别是费用现值最小的方案，应达到盈利目的（产出价值可以计量时）；
- 只用于判别方案优劣，不能判断方案是否可行。

5.2.4 费用现值

某项目的三个方案A、B、C均能满足同样的需要。其费用数据如右表。基准折现率10%，试用费用现值法确定最优方案。

三个方案的费用数据(万元)

方案	总投资 (第0年末)	年运营费用 (第1年到第10年)
A	200	60
B	240	50
C	300	35

$$PC_A = 200 + 60(P/A, 10\%, 10) = 569.64(\text{万元})$$

$$PC_B = 240 + 50(P/A, 10\%, 10) = 547.2(\text{万元})$$

$$PC_C = 300 + 35(P/A, 10\%, 10) = 515.04(\text{万元})$$

根据费用最小的选优原则，方案C最优，B次之，A最差。

5.2.5 费用年值

- **年费用法(AC)**是一种特定情况下的净年值法。为了方便计算，往往在计算中亦将支出值的负号省去。计算公式如下：

$$AC = PC(A/P, i_c, n) = -NPV(A/P, i_c, n) = -NAV$$

5.3 内部收益率(IRR)

5.3.1 内部收益率的概念

- 内部收益率(IRR, internal rate of return)又称内部报酬率, 就是资金流入现值总额与资金流出现值总额相等、净现值等于零时的折现率, 是除净现值以外的另一个最重要的动态经济评价指标。
- 即 $NPV(IRR)=0$ 时的折现率。
- 从投入的角度, IRR反映项目所能承受的最高利率; 从产出的角度, IRR代表项目能得到的收益程度。因此内部收益率与净现值、净年值的评价结论一致。

5.3 内部收益率(IRR)

数学表达式

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

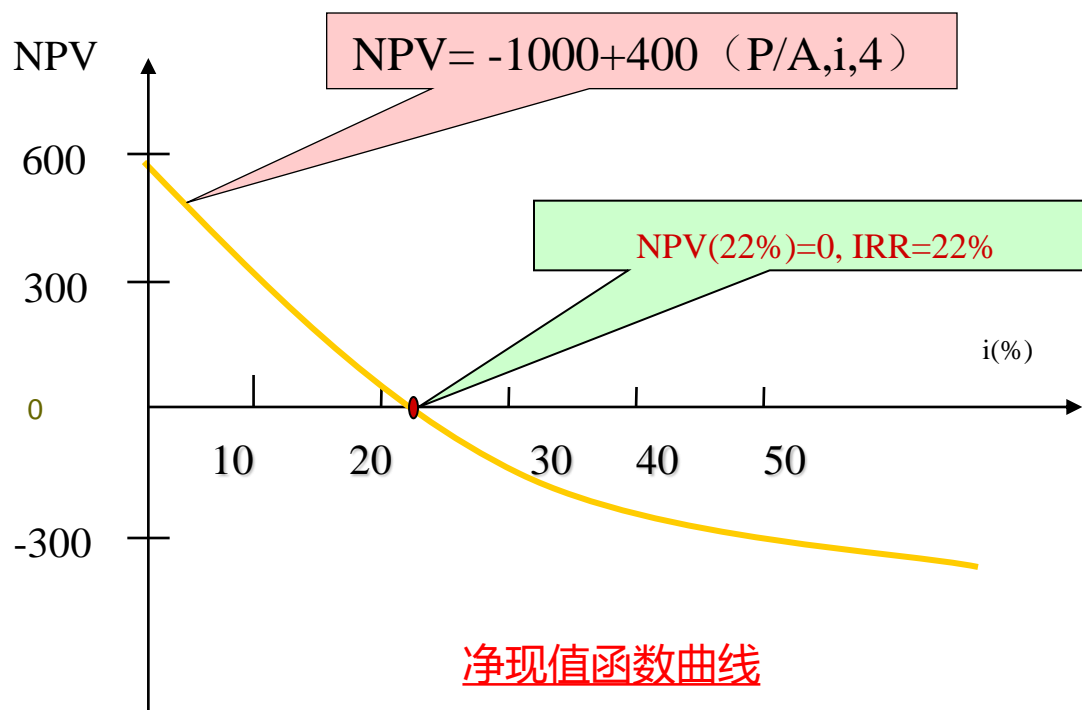
内部收益率



$$(P / F, IRR, t)$$

5.3 内部收益率(IRR)

内部收益率的几何意义



IRR是NPV曲线与横坐标的交点处的折现率

5.3 内部收益率(IRR)

判别准则（与基准折线率 i_0 相比较）

- 当 $IRR \geq i_0$ 时，则表明项目的收益率已达到或超过基准收益率水平，项目可行；
- 当 $IRR < i_0$ 时，则表明项目不可行。

内部收益率的计算方法

5.3 内部收益率(IRR)

4. IRR 的求解

——线性插值法求解IRR的近似值 i^* (\approx IRR)

$\triangle ABE$ 相似于 $\triangle ACF$

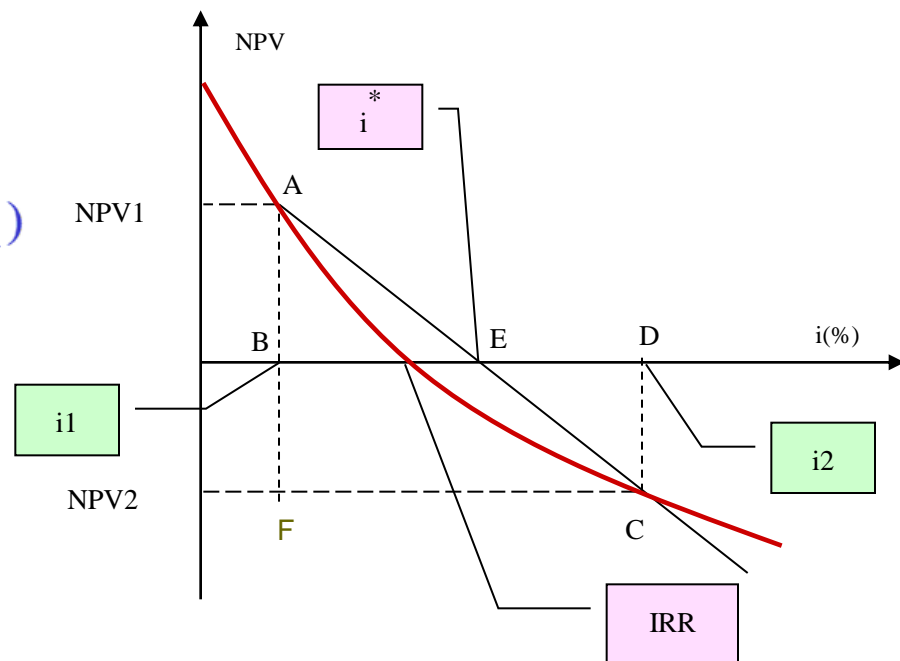
$$\therefore AB : AF = BE : FC$$

即:

$$NPV_1 : (NPV_1 + |NPV_2|) = (IRR - i_1) : (i_2 - i_1)$$

得插值公式:

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



5.3 内部收益率(IRR)

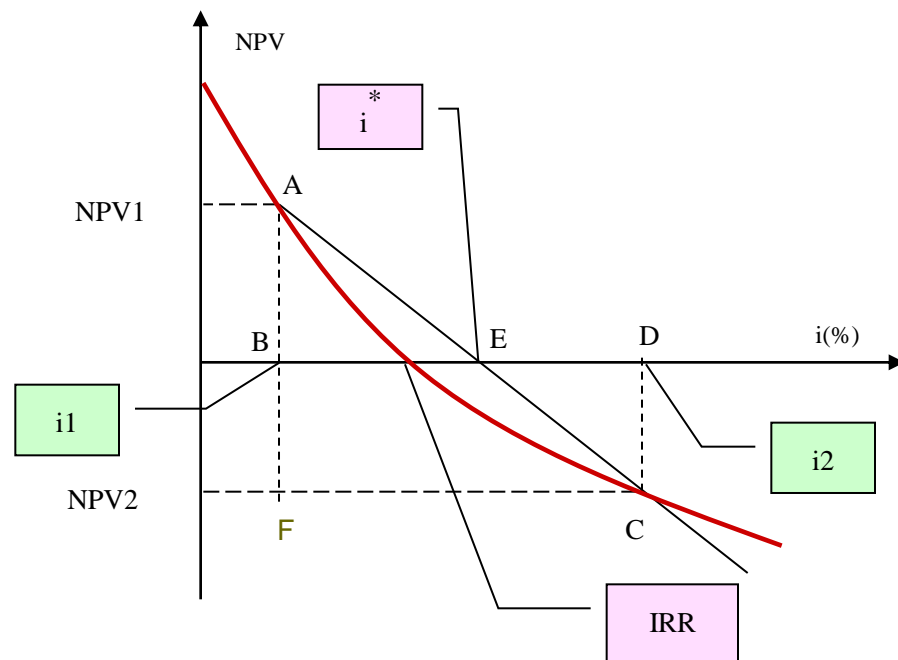
计算流程：

1) 在满足 $i1 < i2$ 且 $i2 - i1 \leq 5\%$ 的条件下，选择两个适当的折现率 $i1$ 和 $i2$ ，使

$$NPV(i1) > 0, \quad NPV(i2) < 0$$

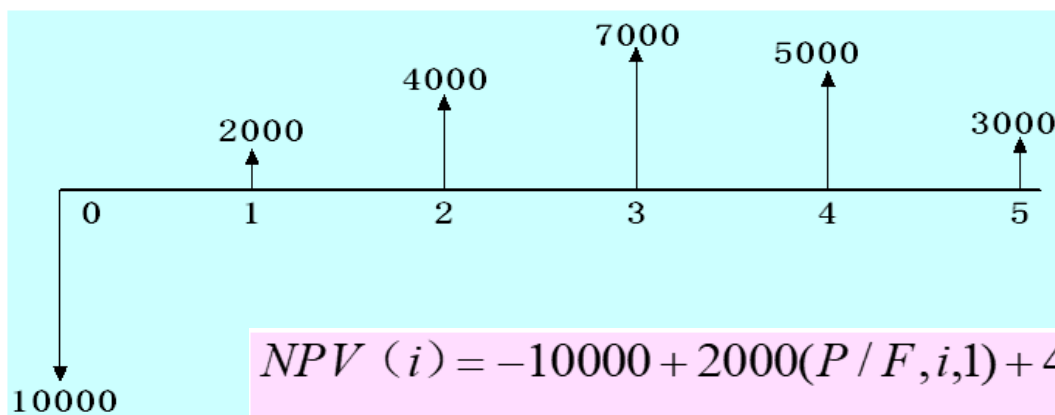
如果不满足,则重新选择 $i1$ 和 $i2$ ，直至满足为止；

2) 将用 $i1$ 、 $i2$ 、 $NPV(i1)$ 和 $NPV(i2)$ 代入线性插值公式，计算内部收益率 IRR 。



5.3 内部收益率(IRR)

例：某企业用10000元购买设备，计算期为5年，各年净现金流量如图所示。



$$\begin{aligned} NPV(i) = & -10000 + 2000(P/F, i, 1) + 4000(P/F, i, 2) \\ & + 7000(P/F, i, 3) + 5000(P/F, i, 4) \\ & + 3000(P/F, i, 5) \end{aligned}$$

$$i_1 = 28\%, \quad NPV(i_1) = 79(\text{元})$$

$$i_2 = 30\%, \quad NPV(i_2) = -352(\text{元})$$

$$IRR = 28\% + \frac{79}{79 + 352} (30\% - 28\%) = 28.35\%$$

5.3 内部收益率(IRR)

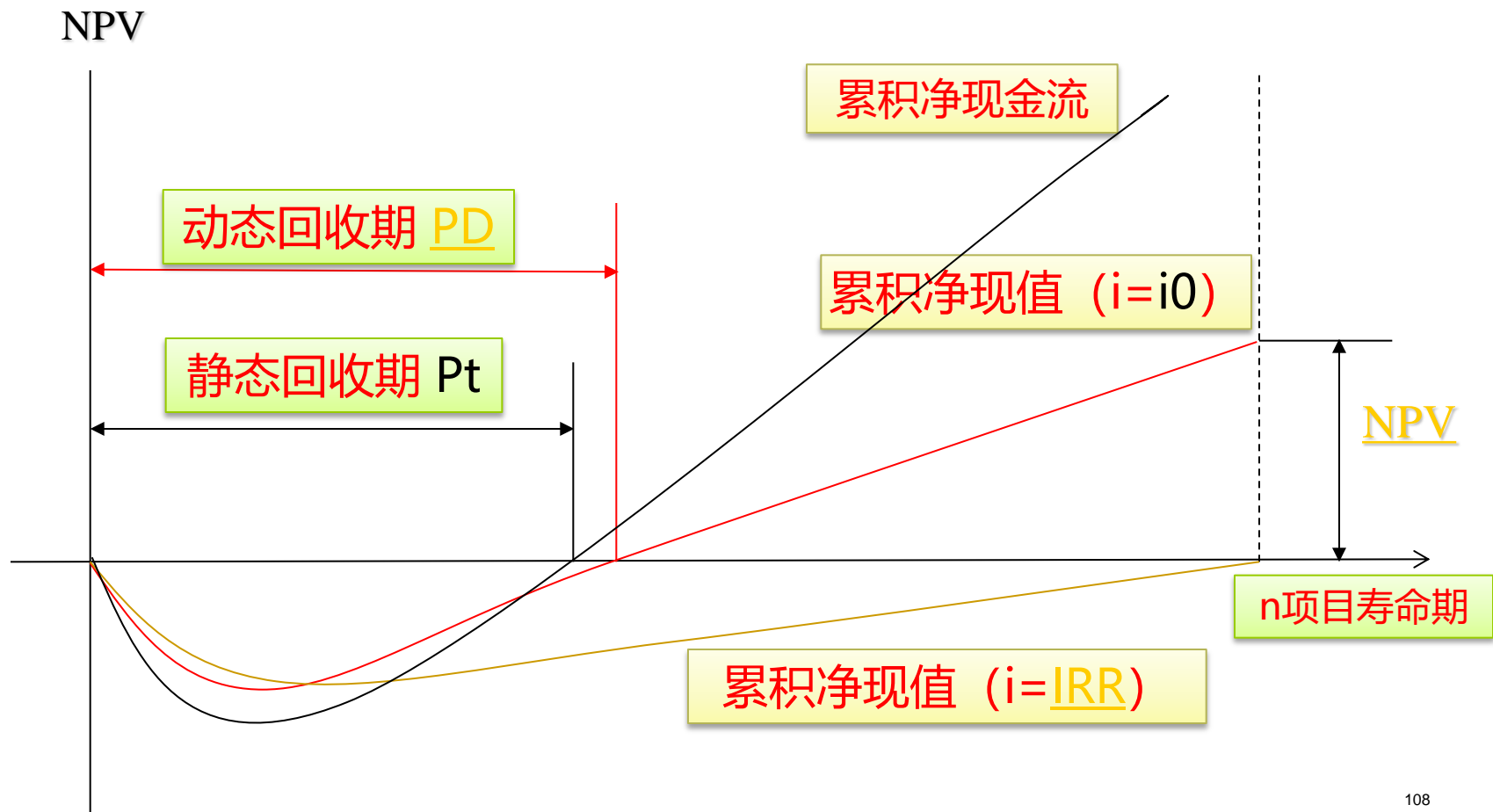
例题(IRR)

用内插法算出：

$$\begin{aligned} IRR &= i_1 + \frac{NPV(i_1)}{NPV(i_1) + |NPV(i_2)|} (i_2 - i_1) \\ &= 12\% + \frac{4.126}{4.126 + 4.02} (15\% - 12\%) = 13.5\% < 15\% \end{aligned}$$

∴ 该方案不可行。

累积净现值曲线 累积净现金流量曲线



5.3 内部收益率的优、缺点

1. 内部收益的优点

- 内部收益率的优点在于考虑了资金时间价值并全面考虑了项目在整个寿命期间的经济状况。
- 同时将项目寿命期内的收益与其投资总额联系起来，得出这个项目的收益率，并将它同行业基准折现率对比，确定这个项目是否可行。
- 内部收益率的计算不需要确定基准折现率，而计算净现值或净年值都需要事先确定基准折现率。

2. 内部收益率的缺点

- 内部收益率计算比较麻烦。
- 对于非常规项目来讲，其内部收益率在某些情况下甚至不存在或存在多个内部收益率。
- 使用内部收益率评价经济效果同时隐含了再投资假设，降低了准确程度，因此需要同其他指标配合使用。

□ IRR的计算公式

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



$$\sum_{t=0}^n (NB - K)_t (1 + IRR)^{-t} = 0$$

NB_t - 第 t 年的净收益; K - 第 t 年的投资

等式左边折成终值:



这个等式意味着每年的净收益以IRR为收益率进行再投资，到 n 年末历年净收益的终值和与历年投资按IRR折算成到 n 年末的终值和相等。即项目尚未回收的投资和项目回收取得的资金都能获得相同的收益率IRR。

$$\sum_{t=0}^n NB_t (1 + IRR)^{n-t} = \sum_{t=0}^n K_t (1 + IRR)^{n-t}$$

第6章 多方案经济评价方法



胡晓青

杭州电子科技大学 管理学院

huxqzj@hdu.edu.cn

6.1 方案类型

- 互斥型
 - 寿命期相等
 - 寿命期不等
 - 寿命期无限
- 独立型
- 混合型

6.2 互斥方案的经济评价方法

- 互斥方案是指被比较的方案之间互不相容、互为排斥，只能选择其一，其余方案必须放弃。互斥型方案的评价，不仅要考察各方案本身的经济性并进行筛选，而且要对通过筛选的方案按特定指标进行排序，从而优胜劣汰、选取最优方案。必须注意的是，互斥型方案的比较必须具备如下可比条件。
 - (1) 对于被比较方案，比较指标的计算方法一致；
 - (2) 各方案在时间上可比；
 - (3) 各方案的现金流量具有相同的时间特征。
- 互斥型方案通常采用的评价指标有净现值、净年值、费用现值、费用年值、差额内部收益率、差额净现值、差额投资回收期等。

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案

- 寿命期相等的互斥型方案的评价指标可以采用净现值、净年值、费用现值以及费用年值等指标。其比选过程通常遵循如下三个步骤。
 - 第一步：分别检验各方案自身的经济效果，将不能通过评价标准的方案淘汰；
 - 第二步：检验方案的相对经济效果，即分别计算各备选方案的指标值；
 - 第三步：根据净现值(净年值)最大准则或费用现值(费用年值)最小准则，对方案进行选优。

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案

- 差额净现值法(NPV)
- 差额内部收益率法
- 差额投资回收期法

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案

差额分析法

例题：A、B是两个互斥方案。

单位：万元

基准折现率：10%

年 份	0	1 ~ 10	NPV	IRR
A 的净现金流量	-200	39	39.64	14.4%
B 的净现金流量	-100	20	22.89	15.1%

分析： $NPV_A = 39.64(\text{万元}) > 0$, $NPV_B = 22.89(\text{万元}) > 0$,

A、B均可行 $\because NPV_A > NPV_B, \therefore A$ 优于 B

$IRR_A = 14.4\% > i_0$ 、 $IRR_B = 15.1\% > i_0$, A、B均可行,
由于 $IRR_B > IRR_A$, 因此 B 优于 A 。

两结论相悖，谁正确？

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案

比较投资方案A、B的实质：

- 投资大的方案相对于投资小的方案所多投入的资金（增量投资）能否带来满意的增量收益？
- 如果增量投资能够带来满意的增量收益，则投资大的方案更优，反之则投资小的方案更优。

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案

增量分析指标

- 差额净现值
- 差额内部收益率
- 差额投资回收期（静态）

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案——差额净现值

(1) 差额净现值概念

对于寿命期相同的互斥方案，各方案间的差额净现金流量按一定的基准折现率计算的累计折现值即为差额净现值。（或相比较的方案的净现值之差）

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案——差额净现值

(2) 计算公式

设A、B为投资额不等的互斥方案， $K_A > K_B$ ，则：

$$\begin{aligned}\Delta NPV &= \sum_{t=0}^n [(CI_A - CO_A)_t - (CI_B - CO_B)_t] (1 + i_0)^{-t} \\ &= \sum_{t=0}^n (CI_A - CO_A)_t (1 + i_0)^{-t} - \sum_{t=0}^n (CI_B - CO_B)_t (1 + i_0)^{-t} \\ &= NPV_A - NPV_B\end{aligned}$$

即差额净现值为净现值的差额

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案——差额净现值

(3) 判别及应用

$\Delta NPV \geq 0$: 表明增加的投资在经济上是合理的, 即投资大的方案优于投资小的方案;

$\Delta NPV < 0$: 表明投资小的方案较经济。

□多个寿命期相等的互斥方案:

满足 $\max\{NPV_j \geq 0\}$ 的方案为最优方案。

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案——差额净现值

考察增量投资——

年 份	0	1~10	<i>NPV</i>	<i>IRR</i>
<i>A</i> 的净现金流量	-200	39	39.64	14.4%
<i>B</i> 的净现金流量	-100	20	22.89	15.1%
增量净现金流量	-100	19	16.75	13.8%

差额净现值：

$$\Delta NPV = -100 + 19(P/A, 10\%, 10) = 16.75(\text{万元}) > 0$$

差额内部收益率 (ΔIRR):

$$\Delta NPV = -100 + 19(P/A, \Delta IRR, 10) = 0, \quad \Delta IRR = 13.8\% > i_0 = 10\%$$

结论：多投资的资金是值得的，即*A*方案优于*B*方案。

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案

- 判断增量投资的经济合理性，即多投入的资金能否带来满意的增量收益。
- 寿命期相等的互斥方案比选原则
- 在寿命期相等的互斥方案中，净现值最大且非负的方案为最优可行方案。（为什么？）

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案——差额净现值

□ 注意：

- 多个互斥方案比较时，可先将诸方案按投资额由小到大排列，然后从小到大进行比较，每比较一次淘汰一个方案，从而可减少比较次数；
- 差额净现值只能用来检验差额投资的经济效果，差额净现值大于零，只说明增加的部分是合理的，并不表明全部投资是合理的，因此，首先要保证参与比较的方案都是可行的。

课堂练习题——差额净现值

方案	初始投资	年收益
A	170	44
B	260	59
C	300	68

三个互斥方案，寿命期都是10年，在折现率10%的条件下选择最佳方案

$$NPV(A) = -170 + 44(P/A, 10\%, 10) = 100.43$$

$$NPV(B-A) = -90 + 15(P/A, 10\%, 10) = 2.17$$

$$NPV(C-B) = -40 + 9(P/A, 10\%, 10) = 15.3$$

说明A方案绝对好

$$NPV(B) = 102.53, \quad NPV(C) = 117.83$$

$C > B > A$

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案

——差额内部收益率 ΔIRR

(1) 概念

差额内部收益率是指进行比选的两个互斥方案的差额净现值等于零时的折现率。

(2) 计算公式

$$\Delta NPV_{A-B}(\Delta IRR)=0, \quad NPV_A(\Delta IRR)-NPV_B(\Delta IRR)=0$$

$$\text{即} \quad NPV_A(\Delta IRR)=NPV_B(\Delta IRR)$$

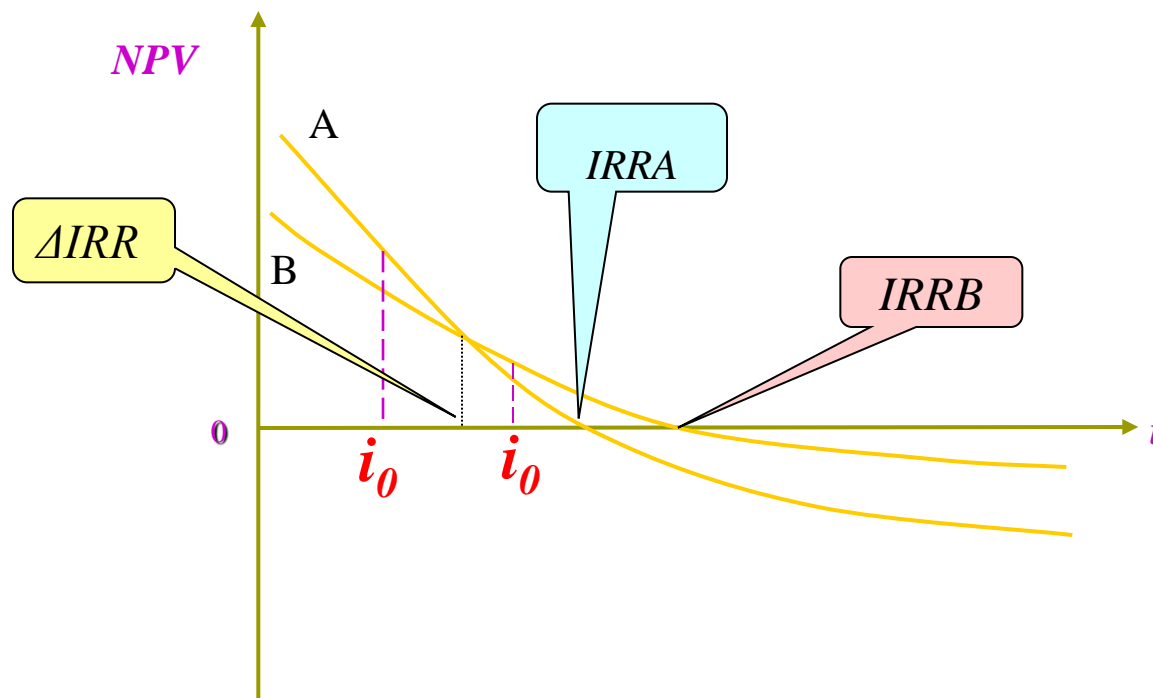
$$\sum_{t=0}^n (CI_A - CO_A)_t (1 + \Delta IRR)^{-t} = \sum_{t=0}^n (CI_B - CO_B)_t (1 + \Delta IRR)^{-t}$$

ΔIRR : 互斥方案的净现值相等时的折现率。

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案

——差额内部收益率 ΔIRR

(3) 几何意义



(4) 评价准则

$\Delta IRR > i_0$: 投资大的方案较优;

$\Delta IRR < i_0$: 投资小的方案较优。

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案

——差额内部收益率 ΔIRR

例题

单位：万元

基准收益率：15%

年 份	0	1~10	10（残值）
A的净现金流量	-5000	1200	200
B的净现金流量	-6000	1400	0
增量净现金流量	-1000	200	-200

解：绝对经济效果检验 计算 NPV （或 IRR_A, IRR_B ）

$$NPV_A = -5000 + 1200(P/A, 15\%, 10) + 200(P/F, 15\%, 10) \\ = 1072(\text{万元})$$

$$NPV_B = -6000 + 1400(P/A, 15\%, 10) = 1027(\text{万元})$$

$$NPV_A > 0, NPV_B > 0 \Rightarrow A、B \text{ 方案均可行, (A 优于 B)}$$

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案

——差额内部收益率 ΔIRR

例题

年 份	0	1~10	10（残值）
ΔNCF	-1000	200	-200

用 ΔIRR 进行相对经济效果检验：

$$\Delta NPV = -1000 + 200(P/A, \Delta IRR, 10) - 200(P/F, \Delta IRR, 10) = 0$$

取 i_1, i_2 试算 NPV_1, NPV_2 ：（满足两个条件）

$$\Delta NPV(i_1 = 12\%) = -1000 + 200(P/A, 12\%, 10) - 200(P/F, 12\%, 10) = 66(\text{万元})$$

$$\Delta NPV(i_2 = 15\%) = -1000 + 200(P/A, 15\%, 10) - 200(P/F, 15\%, 10) = -45(\text{万元})$$

$$\Delta IRR = i_1 + \frac{\Delta NPV(i_1)}{\Delta NPV(i_1) + |\Delta NPV(i_2)|} (i_2 - i_1) = 13.8\% < 15\%$$

评价： $\because \Delta IRR_{B-A} < i_0, \therefore$ 投资小的方案A为优选方案

与前面的NPV最大准则的评价结果一致

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案——差额投资回收期

(1) 概念

差额投资回收期是指在不计利息的条件下，一个方案比另一个方案多支出的投资，用年经营成本的节约额（或用**年净收益的差额**）逐年回收所需要的时间。亦称**追加投资回收期**。

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案——差额投资回收期

2) 计算公式

设方案1、2的投资 $K_2 > K_1$ 、
经营成本 $C_1' > C_2'$ 、(或净收益 $NB_2 > NB_1$)

投资差额

(1) 两方案产量相等：即 $Q_1 = Q_2$

$$P_a = \frac{\Delta K}{\Delta C'} = \frac{K_2 - K_1}{C_1' - C_2'}$$

差额投资回收期

年经营成本差额

净收益差额

$$P_a = \frac{\Delta K}{\Delta NB} = \frac{K_2 - K_1}{NB_2 - NB_1}$$

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案——差额投资回收期

(2) 两方案产量不等：即 $Q_1 \neq Q_2$

$$P_a = \frac{\frac{K_2}{Q_2} - \frac{K_1}{Q_1}}{\frac{C'_1}{Q_1} - \frac{C'_2}{Q_2}}$$

或

$$P_a = \frac{\frac{K_2}{Q_2} - \frac{K_1}{Q_1}}{\frac{NB_2}{Q_2} - \frac{NB_1}{Q_1}}$$

K/Q ： 单位产量的投资

C'/Q ： 单位产量的经营成本

NB/Q ： 单位产量的净收益

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案——差额投资回收期

3) 评价准则

- $P_a \leq P_c$ (基准投资回收期), 投资大的方案为优
- $P_a > P_c$, 投资小的方案为优

特点：没有考虑资金的时间价值，只能用于初步评估。

6.2.1 寿命期相等的互斥型方案——差额投资回收期

例题

有两个投资方案A和B，A方案投资100万元，年净收益14万元，年产量1000件；B方案投资144万元，年净收益20万元，年产量1200件。设基准投资回收期为10年。问：（1）A、B两方案是否可行？（2）哪个方案较优？

解：（1）判别A、B方案的可行性

$$P_t^A = \frac{1}{R_A} = \frac{100}{14} = 7.1 < 10, \text{ 可行};$$

$$P_t^B = \frac{1}{R_B} = \frac{144}{20} = 7.2 < 10, \text{ 可行}$$

（2）判别方案的优劣

$$P_a = \frac{\frac{K_B}{Q_B} - \frac{K_A}{Q_A}}{\frac{NB_B}{Q_B} - \frac{NB_A}{Q_A}} = \frac{\frac{144}{1200} - \frac{100}{1000}}{\frac{20}{1200} - \frac{14}{1000}} = 7.5 < 10$$

∴ 投资大的方案B为优选方案

6.2.2 寿命期不相等的互斥型方案

寿命期不等时，要解决方案的时间可比性问题。

1) 设定共同的分析期；

2) 对寿命期不等于共同分析期的方案，要选择合理的方案持续

假定或余值回收假定

6.2.2 寿命期不相等的互斥型方案

□ 最小公倍数法

以最小公倍数作为方案比选的共同计算期

- (1) 在较长的时间内，方案可以连续地以同种方案进行重复更新，直到多个方案的最小公倍数寿命期或无限寿命期；
- (2) 替代更新方案与原方案现金流量完全相同，延长寿命后的方案现金流量以原方案寿命为周期重复变化。

□ 研究期法

针对寿命不等的情况，选取一个适当的分析期，往往采用最短的计算期作为共同计算期

- (1) 完全承认未使用的价值，即将方案的未使用价值全部折算到研究期末；
- (2) 完全不承认未使用价值，即研究期后的方案未使用价值均忽略不计；
- (3) 对研究期末的方案未使用价值进行客观的估计，以估计值计入在研究期末。

最小公倍数法

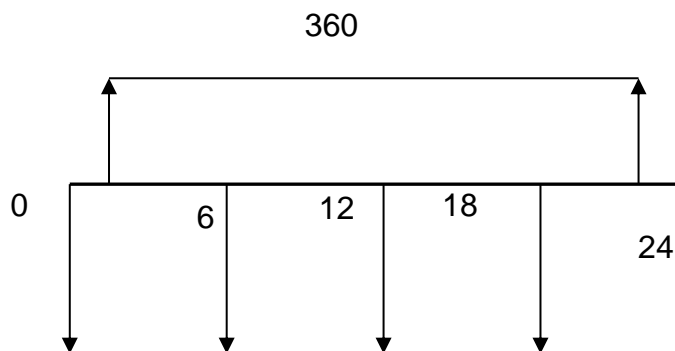
基准收益率12%

方案	投资额	年净收益	寿命期，年
A	800	360	6
B	1200	480	8

最小公倍数法，A重复4次，B重复3次

$$NPV(A) = -800 - 800(P/F, 12\%, 6) - 800(P/F, 12\%, 12) - 800(P/F, 12\%, 18) + 360(P/A, 12\%, 24) = 1287.7$$

$$NPV(B) = -1200 - 1200(P/F, 12\%, 8) - 1200(P/F, 12\%, 16) + 480(P/A, 12\%, 24) = 1856.1$$



研究期法

基准收益率12%

方案	投资额	年净收益	寿命期， 年
A	800	360	6
B	1200	480	8

最短期限6年作为研究分析期

$$NPV(A) = -800 + 360(P/A, 12\%, 6) = 680.11$$

$$NPV(B) = [-1200(A/P, 12\%, 8) + 480](P/A, 12\%, 6) = 980.23$$

选择B方案

6.2.2 寿命期不相等的互斥型方案

- 净年值法
- 年费用法
- 差额内部收益率法

6.2.2 寿命期不相等的互斥型方案——年值法

➤ **年值法**：将投资方案在计算期的收入及支出按一定的折现率换算成年值，用各方案的年值进行比较，选择方案。

➤ **指标**：NAV、AC

➤ **隐含的假设**：各备选方案在其寿命期结束时均可按原方案重复实施或以与原方案经济效果水平相同的方案接续。

净年值练习题

三个互斥方案，在基准折现率是12%的条件下，选优

方案	投资	年收益	寿命期
A	204	72	5
B	292	84	6
C	380	112	8

$$NAV(A) = -204(A/P, 12\%, 5) + 72 = 15.41$$

$$NAV(B) = -292(A/P, 12\%, 6) + 84 = 12.98$$

$$NAV(C) = -380(A/P, 12\%, 8) + 112 = 35.51$$

选择C

6.2.2 寿命期不相等的互斥型方案

——差额内部收益率法

方案之间的比选（相对评价）

(1) 概念

寿命期不等的互斥方案之间的差额内部收益率是指两个方案的净年值相等时所对应的折现率，即（当 $K_A > K_B$ ）

差额内部收益率 ΔIRR_{A-B} 满足：

$$NAV_A(\Delta IRR_{A-B}) = NAV_B(\Delta IRR_{A-B})$$

6.2.2 寿命期不相等的互斥型方案

——差额内部收益率法

(2) 计算公式

$$\begin{aligned} & \left[\sum_{t=0}^{n_A} (CI_A - CO_A)_t (P/F, \Delta IRR, t) \right] (A/P, \Delta IRR, n_A) \\ &= \left[\sum_{t=0}^{n_B} (CI_B - CO_B)_t (P/F, \Delta IRR, t) \right] (A/P, \Delta IRR, n_B) \end{aligned}$$

$$\text{即 } \Delta NAV(\Delta IRR) = 0$$

最终目的是比较年值

6.2.2 寿命期不相等的互斥型方案

——差额内部收益率法

(3) 应用条件

➤ 初始投资大的方案年均净现金流量大且寿命期长

或者

➤ 初始投资小的方案年均净现金流量小且寿命期短

$$\text{方案年均净现金流量} = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t / n$$

6.2.2 寿命期不相等的互斥型方案

——差额内部收益率法

(4) 判别准则

$\Delta IRR > i_0$: 年均净现金流量大的方案较优

$0 < \Delta IRR < i_0$: 年均净现金流量小的方案较优

6.2.2 寿命期不相等的互斥型方案

——差额内部收益率法

例题：设互斥方案A、B的寿命分别为5年和3年，各自寿命期内的净现金流量如下表所示，若基准折现率为10%，请用差额内部收益率判断那一个方案较好。

	0	1	2	3	4	5
A	-300	96	96	96	96	96
B	-100	42	42	42		

6.2.2 寿命期不相等的互斥型方案

——差额内部收益率法

$IRR_A = 18.14\%$ 、 $IRR_B = 12.53\%$;
都大于基准折现率, 方案均可行。

$$[-300 + 96(P/A, \Delta IRR, 5)](A/P, \Delta IRR, 5) -$$
$$[-100 + 42(P/A, \Delta IRR, 3)](A/P, \Delta IRR, 3) = 0$$
$$\Delta IRR = 20.77\% > i_0$$

初始投资大的方案A的年均净现金流 $-300/5 + 96 = 36$ 大于初始投资小的方案B的年均净现金流 $-100/3 + 42 = 8.7$, 且方案A的寿命长于方案B, 所以投资大的方案A为优。

6.2.3 无限寿命期的互斥型方案

- 通常情况下，项目各备选方案的计算期都是有限的。但是有些项目建成后只要给予适当的维修保养，项目就可以无限期的运行。为了计算方便，我们认为这样的项目的寿命期是无限的。
- 所谓**资金化成本**是指在无限长计算期内**等额年费用的折现值**，用**CW**表示，即：

$$CW = A \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(1 + i_c)^n - 1}{i_c (1 + i_c)^n} = \frac{A}{i_c}$$

- 按无限寿命期计算出来的资金化成本，相当于在某一单利计息情况下，每年取得永恒的收入**的现值**。

6.2.3 无限寿命期的互斥型方案

- 净年值、费用年值的计算：
 - 1) 计算出净现值NPV或者费用现值PC
 - 2) $NAV = NPV \cdot i$
 $AC = PC \cdot i$

例题-无限寿命期的互斥型方案

- 某永久工程有两个方案可以选择，A的初期投资300万，每年获得3万收益，但每10年需要大修费用15万；B方案初期投资250万，每年可获得收益1.7万，每5年小修费用8万，折现率8%。进行方案选择

$$AC(A)=300*8\%-3+15(A/F,8\%,10)=22.04$$

$$AC(B)=250*8\%-1.7+8*(A/F,8\%,5)=19.67$$

选择**B**方案

6.3 独立方案的经济评价方法——互斥化法

基本思路

- 把受投资限额约束的独立方案组合成多个相互排斥的方案；
- 用互斥方案的比选方法，选择最优的方案组合。

6.3 独立方案的经济评价方法——互斥化法

基本步骤：

举例：

某公司有一组投资项目，受资金总额的限制，只能选择其中部分方案。设资金总额为400万元。求最优的投资组合？（方案数 $m=3$ ）

项目	投资现值 (万元)	净现值 (万元)
<i>A</i>	100	54.33
<i>B</i>	300	89.18
<i>C</i>	250	78.79

(1) 列出全部相互排斥的组合方案 ($N=2^m-1$)

序号	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	组合方案
1	1	0	0	A
2	0	1	0	B
3	0	0	1	C
4	1	1	0	A+B
5	1	0	1	A+C
6	0	1	1	B+C
7	1	1	1	A+B+C

6.3 独立方案的经济评价方法——互斥化法

(2) 在所有组合方案中除去不满足约束条件组合，并按投资额大小顺序排序

序号	A	B	C	组合方案	ΣK
1	1	0	0	A	100
2	0	1	0	B	300
3	0	0	1	C	250
4	1	1	0	A+B	400
5	1	0	1	A+C	350
6	0	1	1	B+C	550×
7	1	1	1	A+B+C	650×

(3) 用净现值、差额内部收益率等方法选择最佳组合方案。

6.3 独立方案的经济评价方法——互斥化法

例如，用净现值指标比选

序号	A	B	C	组合方案	ΣK	ΣNPV
1	1	0	0	A	100	54.33
2	0	1	0	B	300	89.18
3	0	0	1	C	250	78.79
4	1	1	0	A+B	400	143.51
5	1	0	1	A+C	350	133.12
6	0	1	1	B+C	550×	
7	1	1	1	A+B+C	650×	

投资方案A和B，可以获得好的经济效果。

互斥化法练习题

有三个独立方案A、B、C，各方案的有关数据如表所示。投资限额为800万，基准收益率为10%。试着求出最佳投资方案组合

方案	投资	年净收入	寿命期
A	350	62	10
B	200	39	10
C	420	76	10

序号	组合	投资	净现值	分析结果
1	B	200	39.6	
2	A	350	30.9	
3	C	420	46.9	
4	B A	550	70.5	
5	B C	620	86.5	最佳
6	A C	770	77.8	
7	A B C	970		超额

6.3 独立方案的经济评价方法——净现值率排序法

净现值率排序法：

将各方案的净现值率按从大到小排序，按顺序选取方案。其目标是单位投资的净现值最大，在一定的投资限额内获得的净现值也最大。

例题：净现值率排序法

如果将投资限额改成1200万，那么最优的决策是什么？

根据排序和资金约束，方案选择顺序**E-A-D-C**。

五个独立方案，寿命期为6年，现金流量表为下表所示。基准折现率10%，投资资金限额是2200万，用净现值率排序法选择最佳投资决策

方案	初始投资	年净收益	寿命
A	360	122	6
B	440	110	6
C	480	145	6
D	560	180	6
E	600	230	6

序号	方案	初始投资	年净收益	净现值	净现值率	累计投资额
1	E	600	122	402.72	0.67	600
2	A	360	110	171.35	0.48	960
3	D	560	145	223.95	0.4	1520
4	C	480	180	151.52	0.32	2000
5	B	440	230	39.09	0.09	2440

6.3 独立方案的经济评价方法——净现值率排序法

投资预算约束：380，用净现值率方法来进行评选

方案	投资	NPV	NPVR	NPVR排序
A	80	51.77	0.65	2
B	115	21.58	0.19	5
C	65	17.69	0.27	4
D	90	74.34	0.83	1
E	100	38.71	0.38	3
F	70	-4.91	-0.07	7
G	40	2.68	0.07	6

方案	投资	NPV
DAEC	335	164.51
✓ DAECG	375	167.5
DAEB	395	

6.3 独立方案的经济评价方法——净现值率排序法

净现值率排序法的**优点**是计算简单。**缺点**是由于投资方案的不可分性，经常会出现资金没有被充分利用的情况。用这种方法来评选独立方案时，一般能得到投资效率较高的方案组合，但不一定是最优的方案组合。

说明这种方法不能保证现有资金充分利用，不一定能达到效益最大化。

例如， $K1 + K3 = K2$,

$NPVR1 > NPVR2 > NPVR3$

$NPV2 > NPV1 + NPV3$

因有资金限制，只能选1和3的组合方案或方案2，
按NPVR排序来选择应选1和3的组合方案，
但是按NPV则应选2方案。

6.3 独立方案的经济评价方法——净现值率排序法

例：限额400万

找出最优组合，并给出理由

项目	投资现值	NPV	NPVR
A	100	13	0.13
B	220	17.3	0.08
C	120	1.5	0.01
D	80	15.05	0.19
E	90	18.5	0.21

优 ← E、D、A、B、C
净现值率

优 ← E、B、D、A、C
净现值

用净现值率：若取前4个方案，则 $K_{EDAB} > 400$ 万元，

∴ 选择EDAC，则 $K_{EDAC} = 390$ 万， $NPV_{EDAC} = 48.05$

用净现值：

✓ 取前3个方案EBD，则 $K_{EBD} = 390$ 万， $NPV_{EBD} = 51.5$ 万

6.3 独立方案的经济评价方法——净现值率排序法

由于项目的不可分性，在下列情况下用NPVR排序法能得到接近或达到净现值最大目标的方案群：

- 1) 各方案投资占总预算的比例很小；
- 2) 各方案投资额相差无几；
- 3) 各入选方案投资累加与投资预算限额相差无几；

实际上，在各种情况下都能保证实现最优选择的可靠方法是互斥方案组合。

6.4 混合方案的经济评价方法

- 当一个企业的投资方案不止一个时，不同的投资方向之间的业务是相互独立的，而对每个投资方向而言，却可能有不止一个可供选择的方案，即**方案组合中既有独立方案，又有互斥方案时，就构成了混合型方案**。与独立型方案一样，混合型方案群也可分为无资源限制和有资源限制两种情况。当不存在资金约束时，只要从各独立方案中选择互斥型方案中净现值或净年值最大的方案加以组合。存在资金约束时，选择方法就比较复杂。混合型方案的解法包括两种情况：
 - 一种是先按独立后按互斥混合方案进行比选；
 - 另一种是先按互斥后按独立混合方案进行比选。

6.4 混合方案的经济评价方法

选择的程序

- 按组际间的方案相互独立，组内方案相互排斥的原则，形成所有各种可能的方案组合。
- 以互斥型方案比选的原则筛选组内方案。
- 在总投资限额内，以独立方案比选原则选择最优的方案组合。

混合型评价例题

某公司在两个地点A和B准备各建立一个项目，折现率10%。试求出最优方案？

方案	初始投资第0年	年收益第1年开始	寿命期
A1	800	350	8
A2	850	420	7
A3	750	370	8
B1	1500	450	10
B2	1900	500	9

NAV

A1=200.08

A2=245.41

A3=229.45

NAV

B1=205.88

B2=170.08

资金充足条
件下选择
A2+B1

书上计算有错误！

6.4 混合方案的经济评价方法

万元

总额1000万时，选择方案？总额为2000万时，选择方案？

投资方案	投资	净现值	净现值率
互斥型 A	500	250	0.500
	1000	300	0.300
独立型 C	500	200	0.400
	1000	275	0.275
	500	175	0.350
	500	150	0.300

1) 总额1000万 NPVR:
选 A、C, 得:

$NPV(AC) = 450\text{万}$,
 $K(AC) = 1000\text{万}$

2) 总额2000万, NPVR: 选A、C、E、F, 得:

$NPV(ACEF) = 775\text{万}$, $K(ACEF) = 2000\text{万}$

规划求解方法见Excel表附件“第6章-带资金预算的混合方案的经济评价方法”

7.2 盈亏平衡分析

7.2.1 盈亏平衡分析的有关概念

- **盈亏平衡**是指当年的销售收入扣除销售税金及附加后等于其总成本费用，在这种情况下，项目的经营成果既无盈利又无亏损。
- 盈亏平衡分析，又叫损益平衡分析，也称为量本利分析，是通过研究产品产量、成本、利润三者之间内在联系，测算项目投产后的**盈亏平衡点(break-even point, BEP)**，分析和判断拟建项目适应市场变化的能力和风险的大小，为决策者提供决策依据的一种不确定分析方法。
- 对于一个项目而言，**盈利与亏损之间一般至少有一个转折点**，这个转折点我们称之为盈亏平衡点。在这个点上，销售收入与生产支出相等，利润为零，它标志着项目不盈不亏的生产经营状态。

7.2.1 盈亏平衡分析的有关概念

- 盈亏平衡点的表达形式有多种，它既可以用**实物产量、单位产品售价、单位产品可变成本以及年固定成本总量**表示，也可以用**生产能力利用率等相对量**表示。其中产量与生产能力利用率，在进行项目不确定性分析中应用最为广泛。

7.2.1 盈亏平衡分析的有关概念

□ 盈亏平衡分析的基本方法和内容

- 首先是建立销售收入与产量、成本与产量之间的函数关系，通过对这两个函数及图形的分析，找出用产量、生产能力利用率等表示的盈亏平衡点(盈亏平衡点在图形上是两个函数的交点)，
 - 其次是进一步确定项目对减产、降低售价、单位产品可变成本上升等诸因素变化所引起的风险的承受能力。
- 如果按照投资项目的成本、销售收入与产量之间是否呈线性关系，盈亏平衡分析可分为**线性盈亏平衡分析**和**非线性盈亏平衡分析**。线性盈亏平衡分析的成本、销售收入与产量之间呈线性关系，盈亏平衡点是唯一的；而非线性盈亏平衡分析成本、销售收入与产量之间呈非线性关系，盈亏平衡点可能有多个。

7.2.2 线性盈亏平衡分析

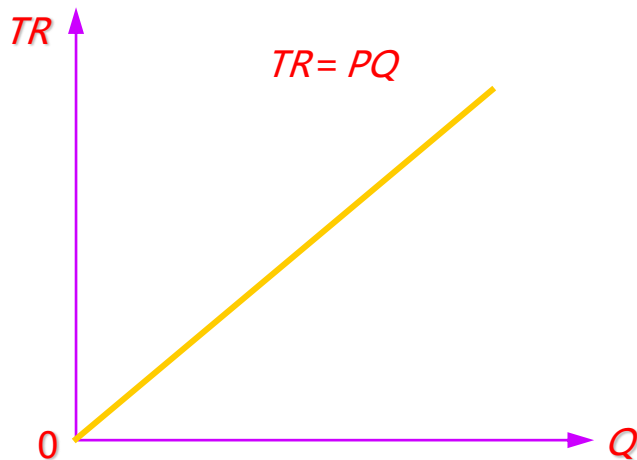
- 线性盈亏平衡问题的讨论是盈亏平衡分析中最为理想而又最为简单的情况。
- 线性盈亏平衡分析具体的**基本假定**，包括：
 - ①产品的产量等于销售量；
 - ②产品的单位可变成本不变；
 - ③产品的销售单价不变；
 - ④生产的产品可以换算为单一产品的计算；
 - ⑤项目在分析期内，生产工艺、技术装备、生产方法、管理水平等均无变化。

7.2.2 线性盈亏平衡分析

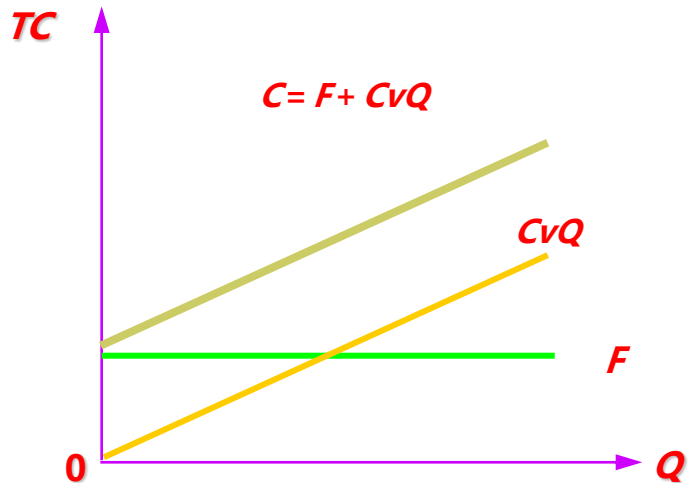
销售收入、成本费用与产量的关系为线性

1、量-本-利关系图

概念：（单位）固定成本、（变动成本）变动成本



收入与产量的关系



成本与产量的关系

TR: 销售收入; P: 产品价格; Q: 产品产量

TC: 总成本; F: 固定成本; CV: 单位变动成本

7.2.2 线性盈亏平衡分析

2. 图解法求盈亏平衡点

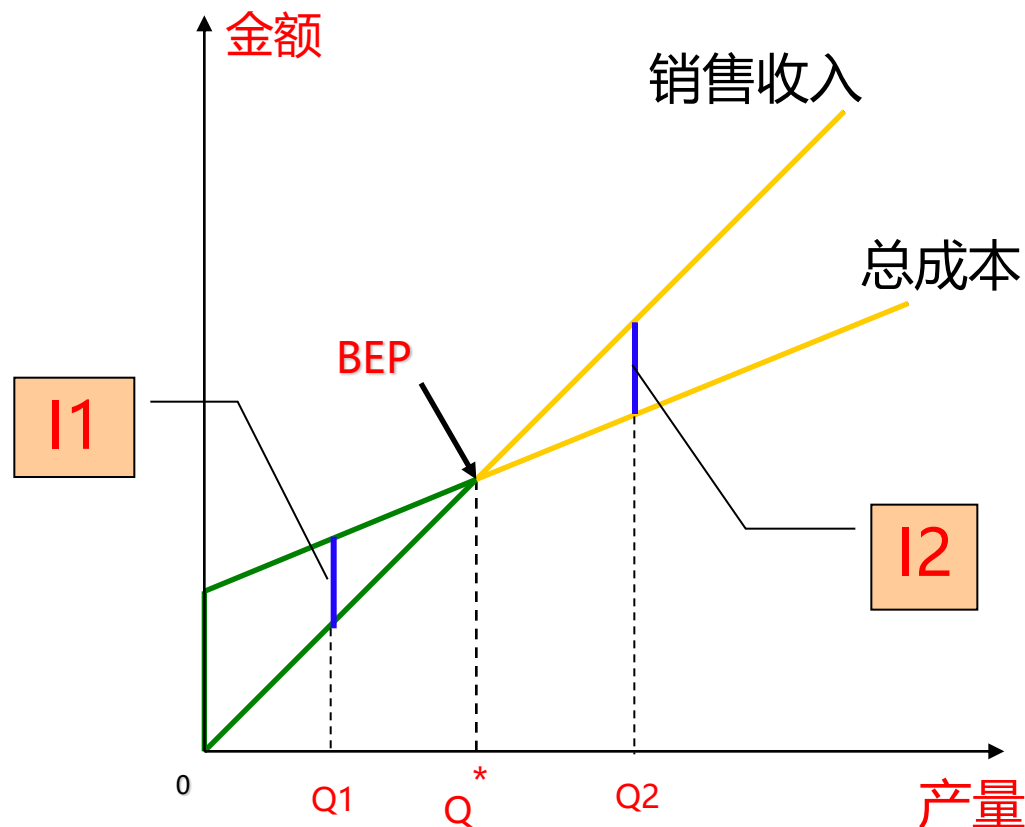
盈亏平衡点：收入线与总成本线的交点BEP。

盈亏平衡点产量：BEP对应的产量 Q^* 。

净收益(I)=销售收入 - 总成本

产量 Q_1 和 Q_2 的净收益:

$I_1 < 0$, 亏;
 $I_2 > 0$, 盈。



盈亏平衡分析图

7.2.2 线性盈亏平衡分析

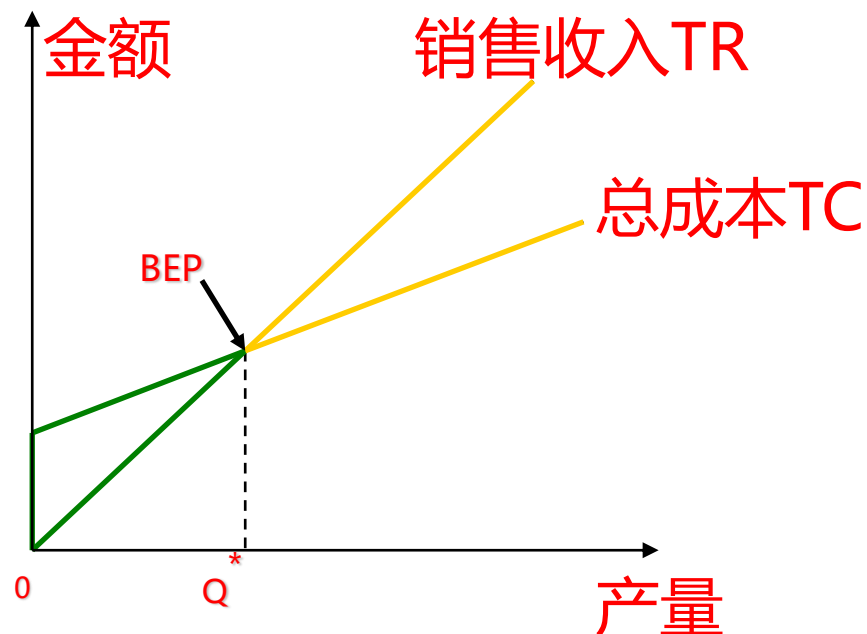
3、解析法求盈亏平衡点

$$TR = TC \Rightarrow PQ^* = F + C_v Q^*$$



盈亏平衡点产量：

$$Q^* = \frac{F}{P - C_v}$$



盈亏平衡分析图

7.2.2 线性盈亏平衡分析

其它盈亏平衡点指标

1、价格确定情况下

Q_c : 设计生产能力 (产量)

$$\text{盈亏平衡点销售收入: } TR^* = PQ^* = \frac{FP}{(P - C_v)}$$

$$\text{盈亏平衡点生产能力利用率: } q^* = \frac{Q^*}{Q_c} \times 100\% = \frac{F}{Q_c(P - C_v)} \times 100\%$$

2、按设计生产能力进行生产和销售

$$\text{盈亏平衡点销售价格: } P^* = \frac{F}{Q_c} + C_v$$

$$\text{盈亏平衡点单位产品变动成本: } C_v^* = P - \frac{F}{Q_c}$$

7.2.2 线性盈亏平衡分析

- 如果价格是含营业税及附加的，则

$$TR = TC \Rightarrow PQ^*(1-r) = F + C_v Q^*$$



盈亏平衡点产量：

$$Q^* = \frac{F}{(1-r)P - C_v}$$

其他的计算公式也要相应变化

7.2.2 线性盈亏平衡分析

例题

某建材厂设计能力年生产T型梁7200件，每件售价5000元，该厂固定成本为680万元，单位产品变动成本为3000元，试考察产量、售价、单位产品变动成本对工厂盈利的影响。

$$\begin{aligned}\text{盈亏平衡时的产量: } 5000Q^* &= 6800000 + 3000Q^* \\ Q^* &= 3400(\text{件/年})\end{aligned}$$

$$\text{盈亏平衡时,生产能力利用率: } q^* = \frac{Q^*}{Q_c} = \frac{3400}{7200} = 47.22\%$$

盈亏平衡时产品销售价格为:

$$P^* = C_v + \frac{F}{Q_c} = 3000 + \frac{6800000}{7200} = 3944 \text{元/件}$$

盈亏平衡时单位产品变动成本为:

$$C_v^* = P - \frac{F}{Q_c} = 5000 - \frac{6800000}{7200} = 4056 \text{元/件}$$

7.2.2 线性盈亏平衡分析

例题

$$Q^* = 3400(\text{件/年})$$

$$q^* = 47.22\%$$

$$P^* = 3944\text{元/件}$$

$$C_V^* = 4056\text{元/件}$$

由盈亏平衡分析可作出以下判断，在未来项目不发生亏损的条件是：

- 年销售量不低于3400件，生产能力利用率不低于47.22%；
- 如果按设计生产能力进行生产和销售，则当产品售价不低于3944元/件；若产品售价与预期值相等，则单位产品变动成本不高于4056元/件。

综上所述，该建材厂潜力较大，有较好的抗市场变动风险的能力

线性盈亏平衡练习题

- 某公司生产某种产品，年设计生产能力是3万件，单位产品价格3000元，总成本费用是7800万，其中固定成本是3000万，总变动成本和产品产量成正比例关系，营业税税率5%。求以产量、生产能力利用率、销售价格、营业收入、单位产品变动成本表示的盈亏平衡点。

解：单位变动成本：

$$C_v = \frac{TC - F}{Q_c} = \frac{(7800 - 3000) \times 10^4}{3 \times 10^4} = 1600 \text{ 元/件}$$

盈亏平衡点产量： $Q^* = \frac{F}{p(1-r) - C_v} = 2.4 \times 10^4 \text{ 件}$

盈亏平衡点生产能力利用率： $q^* = \frac{Q^*}{Q_c} \times 100\% = \frac{2.4 \times 10^4}{3 \times 10^4} = 80\%$

盈亏平衡时销售价格

$$P^* \times (1 - 5\%) = C_v + \frac{F}{Q_c} = 2600 \text{ 元}$$

$$P^* = 2600 \div 95\% = 2736.8 \text{ 元}$$

$$\text{盈亏平衡时单位变动成本} \quad C_v^* = p(1 - 5\%) - \frac{F}{Q_c} = 1850 \text{ 元}$$

如果未来的产品销售价格及生产成本与预期值相同，项目不发生亏损的条件是年销售量不低于**24000**件，此时生产能力利用率不低于**80%**。如果按设计能力进行生产并全部销售时，生产成本与预期相同，项目不亏损的条件是产品价格不低于**2736.8**元/件；如果销售量、产品价格与预期值相同，项目不发生亏损的条件是单位产品变动成本不高于**1850**元/件。

7.2.2 线性盈亏平衡分析

讨论：盈亏平衡点反映项目风险大小

BEP指标	项目风险
盈亏平衡点产量 Q^*	↑
盈亏平衡点价格 P^*	↑
盈亏平衡点单位产品可变成本 C_V^*	↓
盈亏平衡点生产能力利用率 q^*	↑
盈亏平衡点销售收入 TR^*	↑

7.4.3 概率分析基础上的风险决策

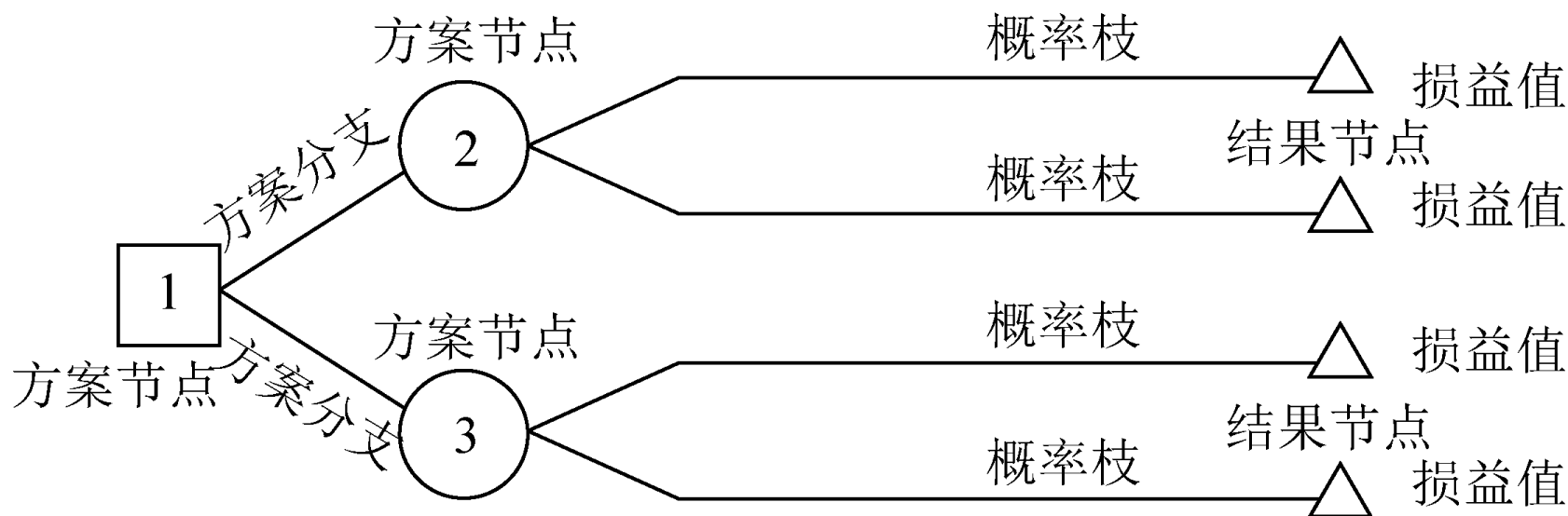
□ 1. 风险决策的条件

- (1) 存在着决策者希望达到的明确目标(如收益最大或损失最小);
- (2) 存在着两个或两个以上可供决策者选择的行动方案;
- (3) 存在着两个或两个以上不以决策者的主观意志为转移的自然状态(如不同的市场条件和经营条件);
- (4) 可以计算出不同方案在不同自然状态下的损益值(在经济决策中即为经济效果);
- (5) 各种自然状态出现的概率可以预测或估计。

7.4.3 概率分析基础上的风险决策

□ 2. 风险决策方法

- (1) 风险决策的矩阵法。
- (2) 决策树法。



7.4.3 概率分析基础上的风险决策——矩阵法

例题 根据期望值决策方案

某企业拟开发一种新产品取代将要滞销的老产品，新产品的性能优于老产品，但生产成本比老产品高。

- 投入市场后可能面临四种市场前景
 - 销路很好(状态1, 记作 θ_1)
 - 销路一般, 能以适当的价格销售出去(状态2, θ_2)
 - 销路不太好(状态3, θ_3)
 - 没有销路(状态4, θ_4)
- 经过周密的市场调查研究, 销售部门作出判断
 - 状态1出现的概率 $p(\theta_1) = 0.3$
 - 状态2出现的概率 $p(\theta_2) = 0.4$
 - 状态3出现的概率 $p(\theta_3) = 0.2$
 - 状态4出现的概率 $p(\theta_4) = 0.1$

7.4.3 概率分析基础上的风险决策——矩阵法

例题 根据期望值决策方案

➤ 技术部门提供了三种方案

- ✓ 方案A：停止老产品的生产，改造原生产线生产新产品，投资较少，有停产损失，生产规模有限；
- ✓ 方案B：改造原生产线生产新产品，部分零件委托生产，以扩大生产规模；
- ✓ 方案C：暂时维持老产品生产，新建高效率生产线生产新产品——投资较大。

7.4.3 概率分析基础上的风险决策——矩阵法

各方案在不同状态下的净现值

状态与概率 方案	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4
	0.3	0.4	0.2	0.1
A	140	100	10	-80
B	210	150	50	-200
C	240	180	-50	-500

三种方案面对四种市场状态有不同的经济效果，其净现值数据如左表，决策者应该选择哪个方案？

$$E(NPV_A) = 140 \times 0.3 + 100 \times 0.4 + 10 \times 0.2 + (-80) \times 0.1 = 76$$

$$E(NPV_B) = 210 \times 0.3 + 150 \times 0.4 + 50 \times 0.2 + (-200) \times 0.1 = 113$$

$$E(NPV_C) = 240 \times 0.3 + 180 \times 0.4 + (-50) \times 0.2 + (-500) \times 0.1 = 84$$

根据期望值最大原则，应选 **B**。

7.4.3 概率分析基础上的风险决策——决策树

——基于期望值原则的一种决策方法

步骤:

1) 用决策树（树形决策网络）描述风险决策问题

决策树的五大要素:

- ①决策点：“□”， ②状态点：“○”
- ③方案枝：“——”， 从决策点引出
- ④状态枝：“——”， 从状态点引出
- ⑤损益值：各方案收益值

注意
绘图：从左至右
计算：从右至左

损益值

概率

C 240 180 -500

方案枝

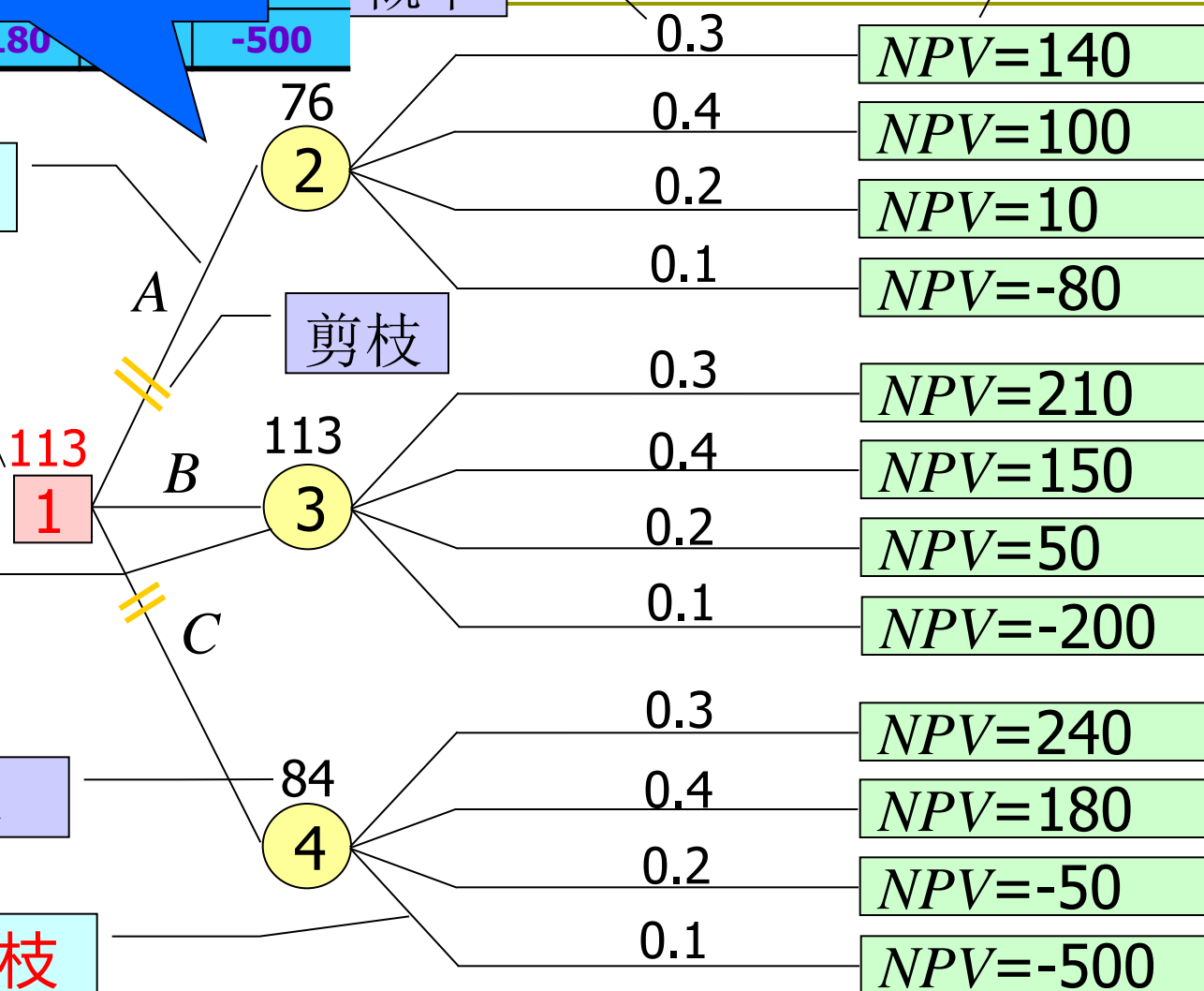
决策点

状态点

剪枝

方案C期望值

状态枝



7.4.3 概率分析基础上的风险决策——决策树

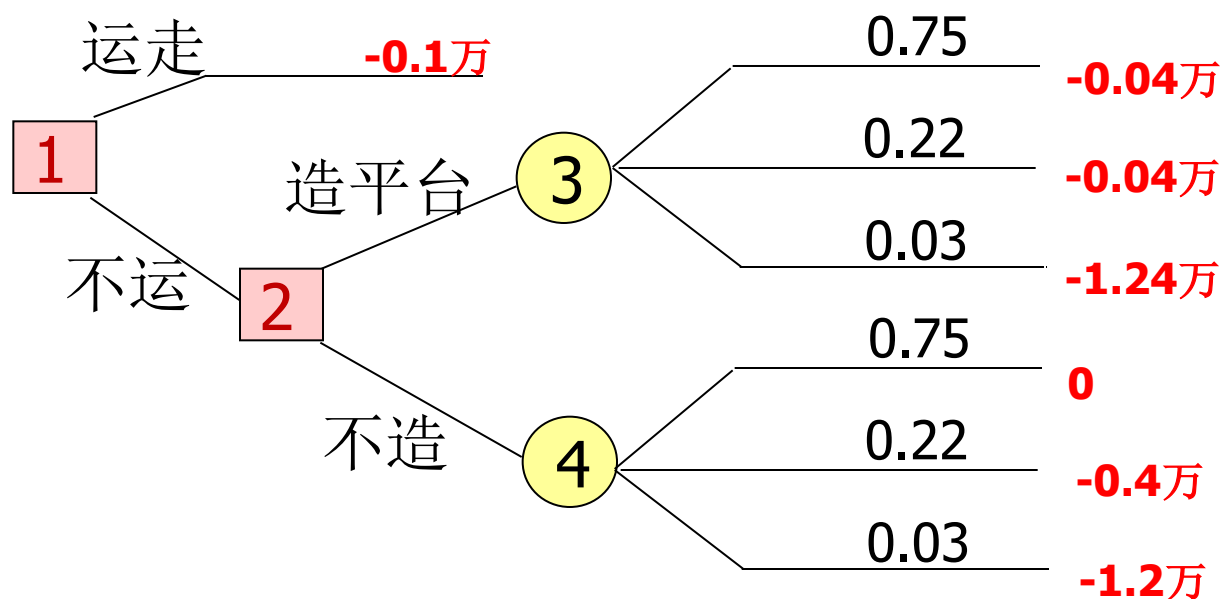
多层决策树

某地区有一批施工机械，5 - 9月暂时不用，10月份将重新使用。该地区5 - 9月可能遭受洪水袭击，有两种选择：1) 将机械运走，用时再运回，需往返运输费1000元。2) 将机械留在原地，又有两种选择：a) 用400元做一个平台放置机械，可防高水位但不能防洪水；b) 不做平台，但如果遇到高水位要损失4000元；如果遇到大洪水，无论有无平台，均遭受损失12000元。

历史水文资料预测：5-9月份正常水位的概率是0.75，高水位的概率是0.22，大洪水位的概率是0.03，应如何处理这些设备？

举例（续1）

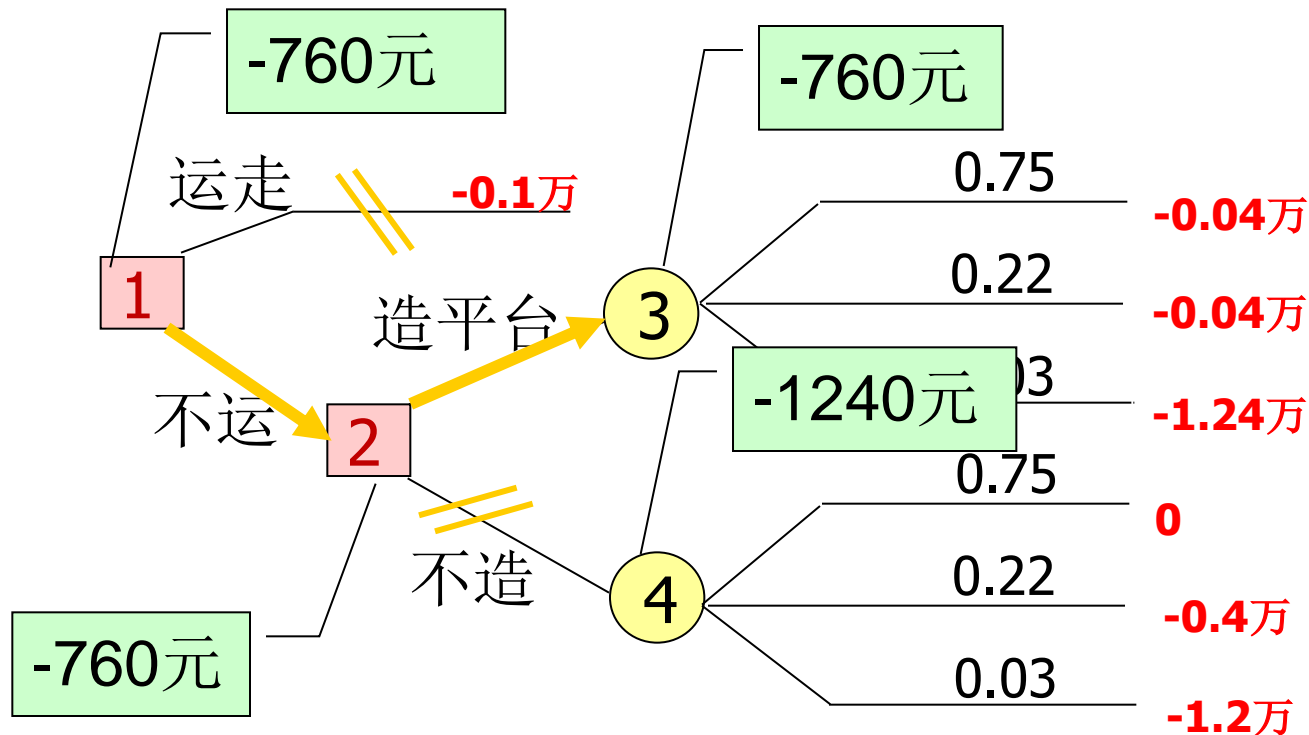
已知条件		正常 0.75	高水位 0.22	大洪水 0.03	成本
运走		-	-	-	0.1万元
不运	造平台	-	-	1.2万元	0.04万元
	随它去	-	0.4万元	1.2万元	0元



举例（续2）

3: $-0.04 \times (0.75 + 0.22) - 1.24 \times 0.03 = -0.076$ 万

4: $0 \times 0.75 - 0.4 \times 0.22 - 1.2 \times 0.03 = -0.124$ 万



结论：不运走，建平台。

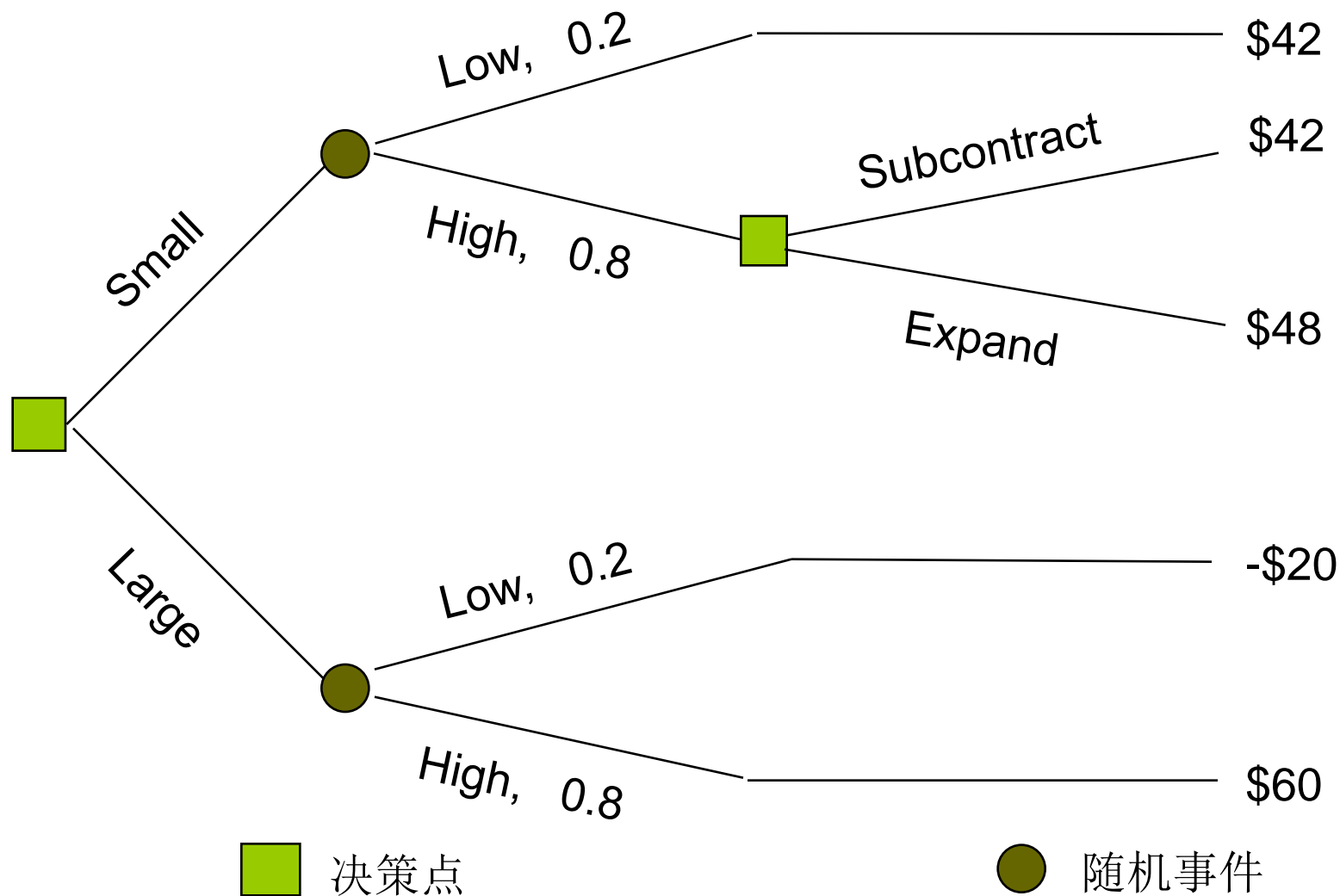
7.4.3 概率分析基础上的风险决策——决策树

一个企业需要决定新建立一个小产能还是大产能的工厂。咨询顾问的报告显示建厂后需求较低概率为0.2，需求较高的概率为0.8。

如果企业建立了小产能的工厂而之后需求较低，企业的净收益为42万美元。如果需求较高，企业可以按照小产能进行生产实现净收益42万美元，也可以再扩大产能实现净收益48万美元。

如果企业建立大产能的工厂，而之后需求较低时，企业净收益为-20万美元。如果需求较高，企业可以实现净收益60万美元。

7.4.3 概率分析基础上的风险决策——决策树

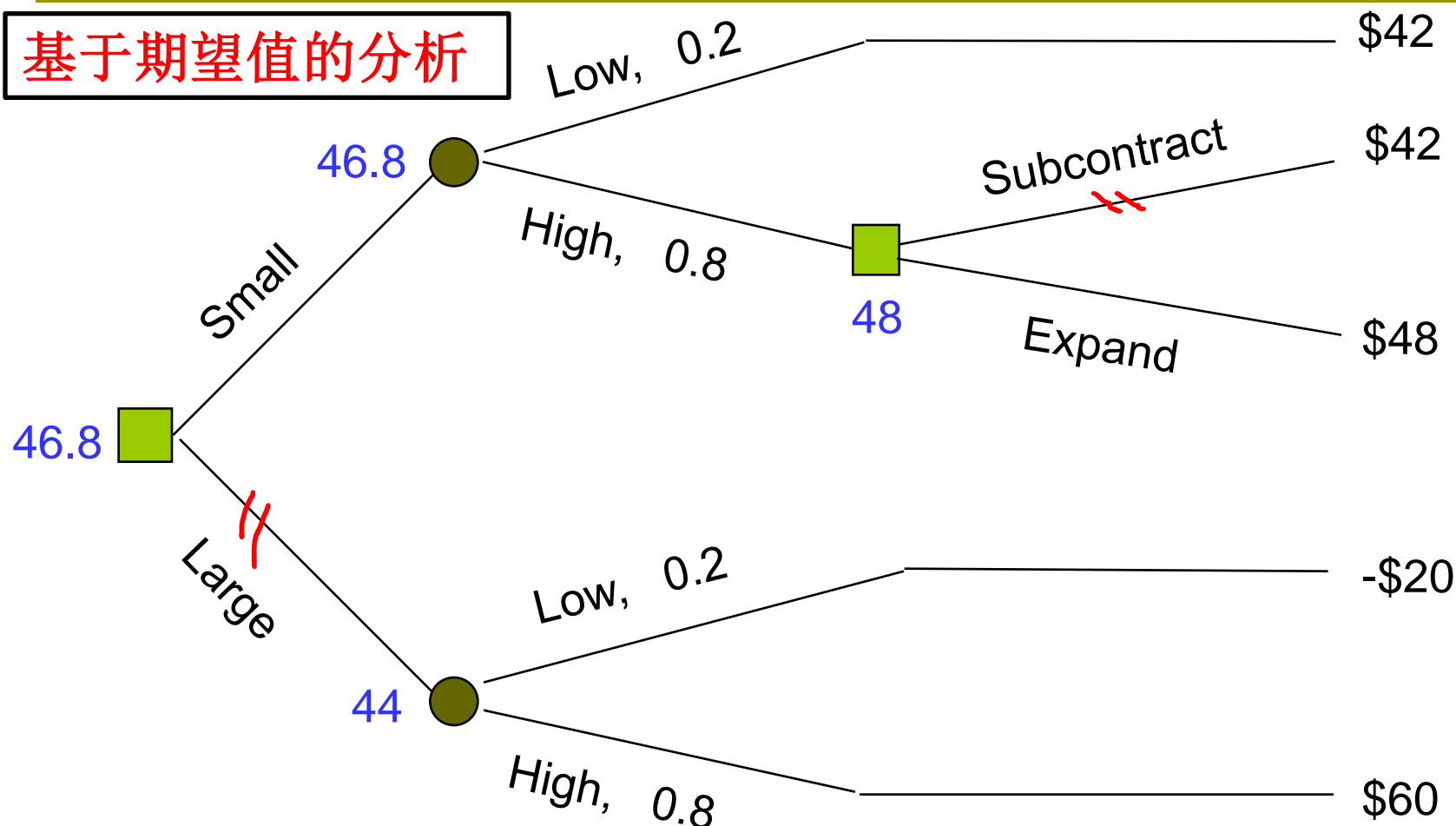


应用期望值的标准分析

- 步骤 1：从树的顶端开始检查每一个节点，看其之后的链接是否是跟节点（一个终点）或是已经被检查了。
 - 如果是决策节点，看其后续的线的期望值，并选最高期望值；
 - 如果是随机事件节点，则把后续分支的概率乘上分支之后节点的期望值（或终点值），并加和。
- 步骤 2：回到步骤1知道所有的节点都被检查过

7.4.3 概率分析基础上的风险决策——决策树

基于期望值的分析



最优的行动策略：新建小产能的工厂，当需求高时，扩大产能

7.4.3 概率分析基础上的风险决策——决策树

建立一个决策树

- 选择一个评价点
- 列出可能的决策及随机事件，包括：
- 按时间顺序排列所有的平价点，和之后的决策及事件
- 填上最终的收益或结果，及相应的事件的概率