

不确定性与风险分析

蔚林巍

清华大学经济管理学院

Tel.: 010-62771203 010-62789952

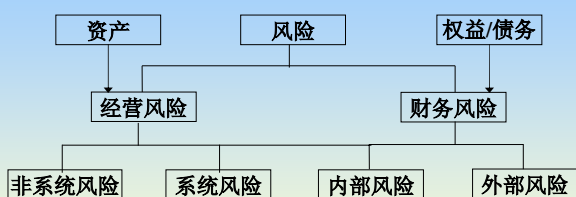
Fax: 010-62784544

Email: weilw@tsinghua.edu.cn

学习目标

1. 在项目投资决策的风险分析中是如何考虑风险的；了解其他风险分析方法的应用：有关风险度量问题和处理办法
2. 运用盈亏平衡分析和敏感性分析进行项目的不确定性分析
3. 项目风险的分析处理方法：风险调整折现率法和等价现金流法
4. 运用概率分析进行项目风险决策
5. 运用随机模拟进行风险分析。

项目投资风险类别



- 非系统风险指随机发生的意外事件有关的风险；
- 系统风险指一般带有普遍性的风险；
- 内部风险指与项目经营有关的风险；
- 外部风险指与外部融资有关的风险。

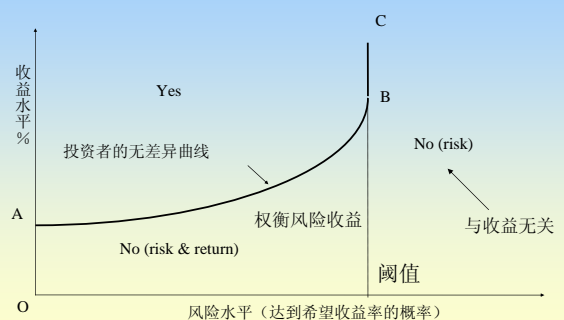
常见的项目风险因素

- 信用风险
 - 项目参与方的信用及能力
- 建设和开发风险
 - 自然资源 and 人力资源
 - 项目生产能力和效率
 - 投资成本
 - 竣工延期
 - 不可抗力
- 市场和运营风险
 - 市场竞争
 - 市场准入
 - 市场变化
 - 技术变化
 - 经营决策失误
- 金融风险
 - 汇率、利率变动
 - 通货膨胀
 - 贸易保护
- 政治风险
 - 体制变化
 - 政策变化
 - 法律法规变化
- 法律风险
 - 有关法律法规不完善
 - 对有关法律法规不熟悉
 - 法律纠纷及争议难以解决
- 环境风险

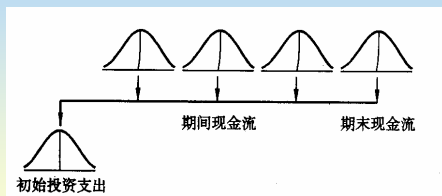
常用的项目风险分析方法

- 风险识别与分析
- 基于规则的定性分析方法
 - 核对表
 - 打分法
- 基于概率定量分析计算方法
 - 需要概率为已知
 - 需要较多的信息

项目投资决策中收益与风险的权衡



项目现金流量水平的可能分布



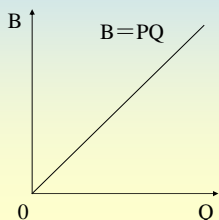
投资项目不确定性分析

常用分析方法：

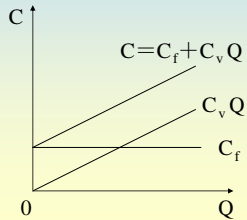
- 盈亏平衡分析
确定盈利与亏损的临界点、杠杆分析
- 敏感性分析
分析不确定因素可能导致的后果
- 概率分析
对项目风险作直观的定量判断

销售收入及成本与产量之间的关系

销售收入(B)、产品价格(P)与产品产量(Q)之间的关系

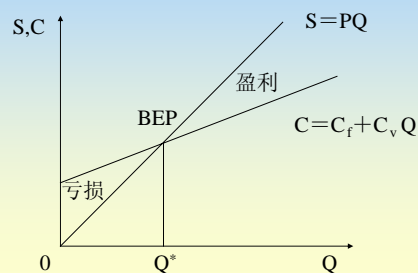


总成本(C)、固定成本(C_f)、单位产品变动成本(C_v)和产品产量(Q)之间的关系



静态盈亏平衡分析图

- 销售收入、总成本和产品产量之间的关系



静态盈亏平衡分析

由 $S=C$ 即 $PQ=C_f+C_vQ$ 可导出：

盈亏平衡产量

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

盈亏平衡价格

$$P^* = \frac{C_f}{Q} + C_v$$

盈亏平衡单位产品变动成本

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

静态盈亏平衡分析例

某项目生产能力3万件/年，产品售价3000元/件，总成本费用7800万元，其中固定成本3000万元，成本与产量呈线性关系。

单位产品变动成本 $C_v = \frac{7800 - 3000}{3} = 1600$ 元/件

盈亏平衡产量 $Q^* = \frac{3000 \times 10^4}{3000 - 1600} = 21400$ 件

盈亏平衡价格 $P^* = 1600 + \frac{3000 \times 10^4}{3 \times 10^4} = 2600$ 元/件

盈亏平衡单位产品变动成本 $C_v^* = 3000 - \frac{3000 \times 10^4}{3 \times 10^4} = 2000$ 元/件

盈亏平衡分析的扩展 (根据NPV=0, 或备选方案的无差异点)

例如:某项目的NPV可由下式计算, 项目寿命期为不确定因素

$$NPV = -150 + 30(P/A, 15\%, x)$$

当NPV=0时, 有:

$$(P/A, 15\%, x) = \frac{1.15^x - 1}{0.15 \times 1.15^x} = \frac{150}{30} = 5$$

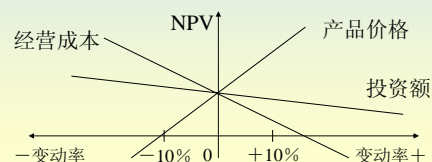
解得:使NPV ≥ 0 的项目寿命期的临界值约为10年

敏感性分析

• 例:

不确定因素变动对项目NPV的影响

变动率	-20%	-10%	0	+10%	+20%
投资额	14394	12894	11394	9894	8394
经营成本	28374	19884	11394	2904	-5586
产品价格	-10725	335	11394	22453	33513



成本结构和经营风险的关系

- 企业固定成本在总成本中所占比例会影响企业的息前和税前收入EBIT。
- 通常将企业在无负债状况下, 未来EBIT的不确定性称为经营风险。
- 对照:
- 企业在负债状况下, 未来税后收益(一般采用EPS)的不确定性称为财务风险。

经营风险 vs. 经营杠杆

设项目固定成本占总成本的比例为R, 则

固定成本 $C_f = C \cdot R$

营业利润 $II = PQ - CR - \frac{C(1-R)}{Q_c} Q$

$$\frac{dII}{dQ} = P - \frac{C(1-R)}{Q_c} = P - \frac{C}{Q_c} + \frac{CR}{Q_c}$$

当销售量变化时, R越大, 利润变化率越大。

例:

	甲公司	乙公司
价格P元	2	2
固定成本FC元	20000	60000
单位变动成本VC元	1.5	1.0
设计生产能力Q ₀ 件	80000	80000
盈亏平衡产销量Q*件	40000	60000
Q*/Q ₀	50%	75%
FC/TC	14.3%	42.8%

经营杠杆度DOL的概念 (degree of operating Leverage)

表示在某一销售水平上, 销售量变动所引起的息前税前收益EBIT的变动。

$$DOL = (\Delta EBIT/EBIT) / (\Delta Q/Q)$$

解之得:

$$DOL = Q(P-VC) / [Q(P-VC) - FC]$$

或:

$$DOL = (EBIT + FC) / EBIT$$

例：

	甲公司	乙公司
价格 P 元	2	2
固定成本 FC 元	20000	60000
单位变动成本 VC 元	1.5	1.0
设计生产能力 Q ₀ 件	80000	80000
盈亏平衡产销量 Q*件	40000	60000
Q*/Q ₀	50%	75%
FC/TC	14.3%	42.8%
EBIT =	20000	20000
DOL=	2	4

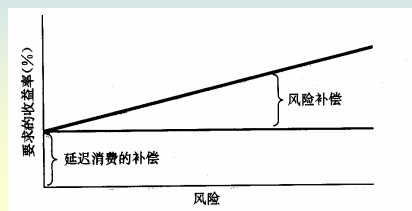
影响企业经营风险的其他因素：

- 企业产品销售对经济波动的敏感性
- 企业的规模和市场占有率
- 投入物价格的稳定性
- 企业随投入物价格变动调整产品销售价格的能力

投资项目风险的处理方法

风险调整贴现率法

- 风险调整贴现率法的基本原理是按风险与收益匹配的原则调整项目的贴现率，这也就是CAPM模型的基本原则。
- 风险和收益之间的关系。



风险调整贴现率法实际应用时，通常对项目进行风险分类，设定不同的贴现率。

例：一家公司总体上所要求的收益率为12%，针对不同项目采用如下的收益率标准进行资本预算分析：

项目类别	要求的收益率
重置决策	12%
改建扩建现有生产线	15%
与当前业务无关的项目	18%
研究开发项目	25%

资本—资产定价模型(CAPM)

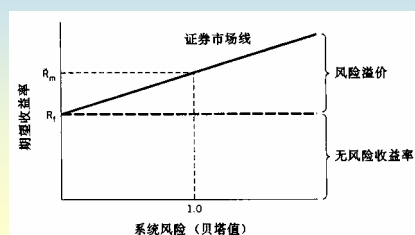
资产定价模型(CAPM)：一种描述风险与期望(需求)收益率之间关系的模型。在这一模型中，某种证券的期望(需求)收益率就是无风险收益率加上这种证券的系统风险溢价。

$$\bar{R}_j = R_f + (\bar{R}_m - R_f)\beta_j$$

- 该模型是由诺贝尔奖获得者威廉姆·夏普(William Sharpe)建立的，它产生于20世纪60年代，自从那时起，它就对财务学有重要的启示作用。
- 尽管其他模型或许能够更好地描述市场行为，但CAPM仍是一个概念简单，贴近现实的模型。

证券市场线

- SML: $\bar{R}_j = R_f + (\bar{R}_m - R_f)\beta_j$



投资项目风险的处理方法: 等价现金流法

- 在等价现金流法中, 财务经理根据实际经验把资本预算分析中那些有风险的未来预期现金流替换成他认为与之等价的无风险现金流。这样, 原来有风险的现金流被一系列无风险的现金流所替代, 而这两种现金流对财务经理来说是等价的。
- 缺点: 等价分析的任意性很大

例 1 某公司所要求的收益率为10%, 无风险收益率为6%。公司计划建造一个预期寿命5年的项目, 初始投入为120000美元, 预期现金流入和等价系数 α_t 如下

年份	预期现金流(\$)	等价系数 α_t
1	10 000	0.95
2	20 000	0.90
3	40 000	0.85
4	80 000	0.75
5	80 000	0.65

- 等价现金流法解答过程如下:

- 把预期现金流乘以相应的等价系数, 得到等价的无风险现金流。如下表所示:

预期现金流(\$)	等价系数 α_t	等价无风险现金流(\$)
10 000	0.95	9 500
20 000	0.90	18 000
40 000	0.85	34 000
80 000	0.75	60 000
80 000	0.65	52 000

- 用无风险收益率贴现等价的无风险现金流。如下表所示:

年份	等价无风险现金流(\$)	贴现因子($i=6\%$)	现值(\$)
1	9 500	0.943	8 959.50
2	18 000	0.890	16 020
3	34 000	0.840	28 560
4	60 000	0.792	47 520
5	52 000	0.747	38 844

$NPV = -\$120\,000 + 8959.50 + 16\,020 + 28\,560 + 47\,520 + 38\,844 = \$19\,902.50$

- 按资本预算决策标准, 此项目的净现值大于零, 项目有利可图。

概率分析法:

期望项目净现值和方差

假定A、B、C是影响项目现金流的不确定因素, 它们分别有 l 、 m 、 n 种可能出现的状态, 且相互独立, 则项目现金流有 $k=l \times m \times n$ 种可能的状态。根据各种状态所对应的现金流, 可计算出相应的净现值。设在第 j 种状态下项目的净现值为 $NPV^{(j)}$, 第 j 种状态发生的概率为 P_j , 则项目净现值的期望值与方差分别为:

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

$$D(NPV) = \sum_{j=1}^k [NPV^{(j)} - E(NPV)]^2 \cdot P_j$$

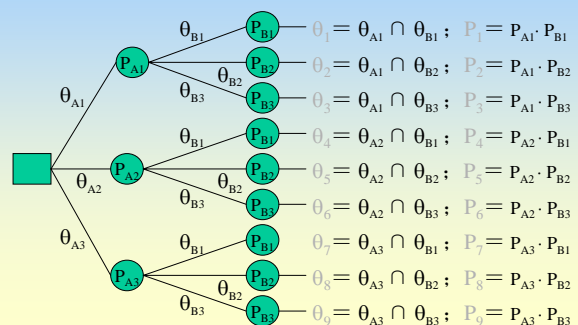
概率分析举例

不确定因素状态及其发生概率

产品市场状态	畅销 (θ_{A1})	一般 (θ_{A2})	滞销 (θ_{A3})
发生概率	$P_{A1}=0.2$	$P_{A2}=0.6$	$P_{A3}=0.2$
原料价格水平	高 (θ_{B1})	中 (θ_{B2})	低 (θ_{B3})
发生概率	$P_{B1}=0.4$	$P_{B2}=0.4$	$P_{B3}=0.2$

决策(概率)树法

两种不确定因素影响项目现金流的概率树



各种状态组合的净现金流量及发生概率

序号	状态组合	发生概率 P_j	现金流量(万元)		NPV $^{(j)}$ ($i=12\%$)
			0 年	1-5 年	
1	$\theta_{A1} \cap \theta_{B1}$	0.08	-1000	375	351.88
2	$\theta_{A1} \cap \theta_{B2}$	0.08	-1000	450	622.15
3	$\theta_{A1} \cap \theta_{B3}$	0.04	-1000	510	838.44
4	$\theta_{A2} \cap \theta_{B1}$	0.24	-1000	310	117.48
5	$\theta_{A2} \cap \theta_{B2}$	0.24	-1000	350	261.67
6	$\theta_{A2} \cap \theta_{B3}$	0.12	-1000	390	405.86
7	$\theta_{A3} \cap \theta_{B1}$	0.08	-1000	230	-170.90
8	$\theta_{A3} \cap \theta_{B2}$	0.08	-1000	250	-98.81
9	$\theta_{A3} \cap \theta_{B3}$	0.04	-1000	270	-26.71

投资项目风险估计

上例中项目净现值的期望值及标准差

$$E(NPV) = \sum_{j=1}^9 NPV^{(j)} \cdot P_j = 228.51$$

$$D(NPV) = \sum_{j=1}^9 [NPV^{(j)} - 228.51]^2 \cdot P_j = 59430.12$$

$$\sigma(NPV) = \sqrt{D(NPV)} = \sqrt{59430.12} = 243.78$$

假定项目净现值服从正态分布，可求出
该项目净现值大于或等于0的概率为

$$P(NPV \geq 0) = 0.83$$

各种状态组合的净现值及累计概率

序号	状态组合	发生概率 P_j	NPV $^{(j)}$	累计概率
1	$\theta_{A3} \cap \theta_{B1}$	0.08	-170.90	0.08
2	$\theta_{A3} \cap \theta_{B2}$	0.08	-98.81	0.16
3	$\theta_{A3} \cap \theta_{B3}$	0.04	-26.71	0.20
4	$\theta_{A2} \cap \theta_{B1}$	0.24	117.48	0.44
5	$\theta_{A2} \cap \theta_{B2}$	0.24	261.67	0.68
6	$\theta_{A1} \cap \theta_{B1}$	0.08	351.88	0.76
7	$\theta_{A2} \cap \theta_{B3}$	0.12	405.86	0.88
8	$\theta_{A1} \cap \theta_{B2}$	0.08	622.15	0.96
9	$\theta_{A1} \cap \theta_{B3}$	0.04	838.44	1.00

项目风险估计的图示法

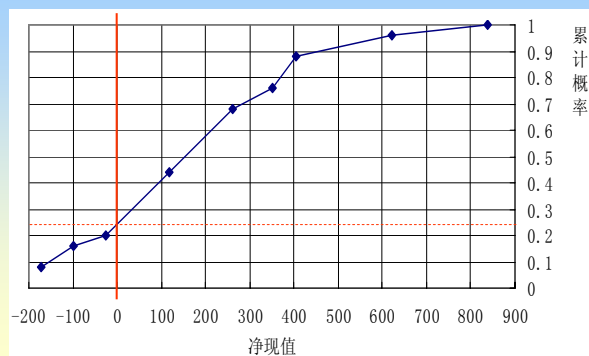


表 11-4 第二年有条件的结果和概率

第 1 年	如果是结果 1		如果是结果 2		如果是结果 3	
	ACF ₁ = \$ 600 000		ACF ₁ = \$ 700 000		ACF ₁ = \$ 800 000	
第 2 年	ACF ₂	概率	ACF ₂	概率	ACF ₂	概率
	\$ 300 000	0.2	\$ 300 000	0.2	\$ 400 000	0.2
	600 000	0.8	500 000	0.3	600 000	0.7
			700 000	0.5	800 000	0.1

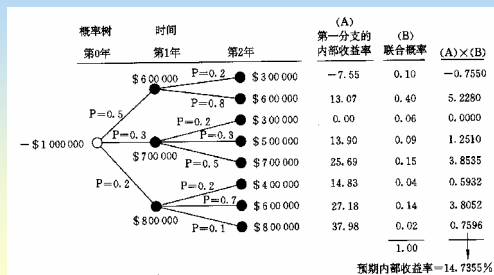


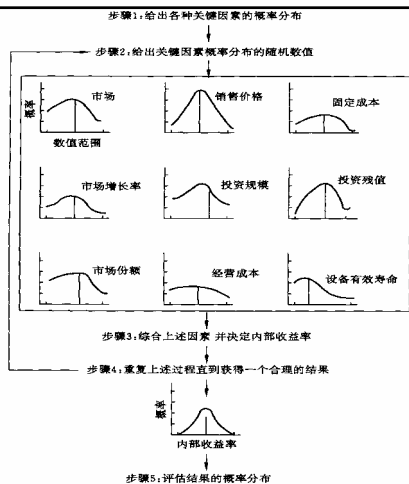
图 11-7 概率树

模拟分析法:一种新药项目的模拟分析实例

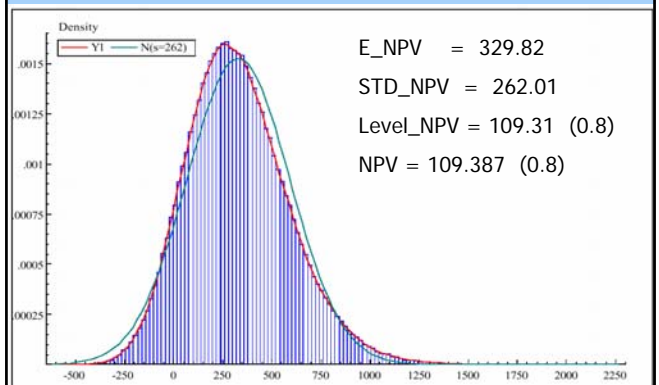
首先确定所有影响项目收益的变量及概率分布。在这个例子中，假设有9个变量：

1. 市场容量
2. 销售价格
3. 市场增长速度
4. 市场份额(它决定了实际的销售量)
5. 所需的投资规模
6. 项目的残值
7. 经营成本
8. 固定成本
9. 设备的使用寿命

图4
新药项目投资
决策风险模拟
分析过程



NPV: Simulation results



投资风险控制

投资风险控制的主要方法是多元化经营和多角筹资。

- 近代企业大多采用多角经营的方针, 主要原因是它能分散风险。多经营几个品种, 它们景气程度不同, 盈利和亏损可以相互补充, 减少风险。
- 从统计学上可以证明, 几种商品的利润率和风险是独立的或是不完全相关的。
- 在这种情况下, 企业的总利润率的风险能够因多种经营而减少。
- 注意: 需要防止滥用多元化经营。

风险分散原理举例:

例: W 和 M 股票在证券组合中各占 50%, 其各年收益率如下:

年	股票 W (\bar{K}_W)	股票 M (\bar{K}_M)	股票组合 (\bar{K}_P)
0	40%	-10%	15%
1	-10%	40%	15%
2	35%	-5%	15%
3	-5%	35%	15%
4	15%	15%	15%
平均收益率	15%	15%	15%
标准差	22.6%	22.6%	0.0%

风险分散图例

