

# 第四讲：

# 风险分析和实物期权

---

武汉大学本科金融学专业2019（秋）公司金融

授课人：刘岩

# 本讲内容

---

- 敏感性分析
- 盈亏平衡分析
- Monte Carlo 模拟
- 实物期权
  
- BDM 第 8、21 章，RWJ 第 7 章

# 投资项目的风险：确定性 NPV 法则的缺陷

- NPV 准则：以恰当的资金成本（市场利率）来衡量投资项目整个周期内的折现收益与成本
- 但到目前为止，我们讨论 NPV 都是假设未来的（财务）现金流没有任何不确定性
- 现实中的投资项目面临非常多的不确定性：
  1. 市场不确定性  $\Rightarrow$  销售收入风险
  2. 供应链不确定性  $\Rightarrow$  销售成本风险
  3. 管理不确定性  $\Rightarrow$  管理费用风险
  4. 营运资本不确定性
  5. 资产残值不确定性
  6. 机会成本不确定性
- 这些不确定因素都会影响项目 NPV

# 敏感性分析 (sensitivity analysis)

---

- 财务现金流的计算依赖于一系列的参数假设，特别是对于未来各期相关收入、成本的假设
- 这些假设很有可能与实际情况相出入，从而影响各期现金流的计算，并最终影响 NPV 的计算
- 敏感性分析用来分析 NPV 对各个参数假设的敏感性：
  1. 销售收入
  2. 经营成本
  3. 固定资本投资
  4. 营运资本投资.....

# 芯片投资项目（单位：亿）

	第1年	第2-6年
收入		6000
变动成本		3000
固定成本		1900
折旧		300
税前利润		800
税收 ( $\tau_c = 25\%$ )		200
净利润		600
现金流入		900
初始投资	-1500	

$$NPV = -1500 + \sum_{t=1}^5 \frac{900}{1.15^t} = -1500 + 900A_{0.15}^5 = 1517.$$

# 收入和成本的基准假设

---

- 收入：
  1. 单价  $P = 2000$  元
  2. 市场容量 10 亿片
  3. 市场份额 30%；年销量  $Y = 3$  亿片
- 成本：
  1. 单位变动成本  $C$  每片 1000 元
  2. 固定成本  $FC = 1900$  亿
- 有折旧，但没有利息支出——完全权益融资

# 各变量的三种估计

变量	悲观估计	正常估计	乐观估计
市场容量 (亿片)	5	10	20
市场份额	20%	30%	50%
销售单价 (元/片)	1900	2000	2200
变动成本 (元/片)	1200	1000	800
固定成本 (亿)	2000	1900	1850
初始投资 (亿)	1900	1500	1000

敏感性分析：对每个变量的三种估计，分别计算对应的NPV，同时假定其他变量处于正常估计值

## 敏感性分析示例：各变量变动时的NPV

变量	悲观估计	正常估计	乐观估计
市场容量	-1802 <sup>[1]</sup>	1517	8154
市场份额	-696 <sup>[1]</sup>	1517	5492
销售单价	853	1517	2844
变动成本	189	1517	2844
固定成本	1295	1517	1628
初始投资	1208	1517	1903

[1] 这里假设了该项目上的亏损带来了**节税效应**



# 场景分析 (scenario analysis)

---

- 敏感性分析的用处：
  1. 确定基本的 NPV 计算是否可靠
  2. 提示哪些变量需要进一步仔细分析
- 敏感性分析的不足：
  1. 对各个变量的悲观预期可能存在“乐观”估计
  2. 只是单独考虑各个变量的变动对 NPV 的影响，而没有考虑到可能的联合影响
- 场景分析能克服第二个不足在上例中，考虑如下极端情况：市场容量7000，市场份额20%；可能的原因包括设计失误（发热过量，易起火）、新技术替代

# 场景分析示例

	第1年	第2-6年
收入		2800
变动成本		1400
固定成本		1900
折旧		300
税前利润		-800
税收 (节税效应)		200
净利润		-600
现金流入		-300
初始投资	-1500	

$$NPV = -1500 - \sum_{t=1}^5 \frac{300}{1.15^t} = -1500 - 300A_{0.15}^5 = -2506$$

# 盈亏平衡分析：会计利润视角

- 敏感性分析及其衍生的场景分析都致力于分析多种因素对投资项目 NPV 的影响
- 有一类不确定性受到特别关注，即销售量可以通过实现盈亏平衡的销售量来评估项目风险
- 首先关注会计利润下的盈亏平衡点：使得会计利润为 0 的销售量，表达式为

$$S^A = \frac{FC + Dep}{P - C}$$

其中  $FC$  为（年）固定成本， $Dep$  为（年）折旧， $P$  为单位售价， $C$  为单位变动成本

- 在芯片的例子中， $S^A = 2.2$ 亿

## 盈亏平衡点：NPV 视角

---

- 用芯片的例子（单位：亿元）

- 首先计算初始投资的等价年均成本 (equivalent annual cost, EAC):  $EAC = \frac{Inv}{A_{0.15}^5} = \frac{1500}{3.352} = 447.5$

- 税后年现金成本：

$$447.5 + 1791 \times 0.66 - 300 \times 0.34 = 1797.5$$

- NPV 意义下的盈亏平衡点  $S^{NPV}$

$$\frac{EAC + FC \times (1 - t_c) - Dep \times t_c}{(P - C) \times (1 - t_c)} = \frac{1797.5}{0.75} = 2397$$

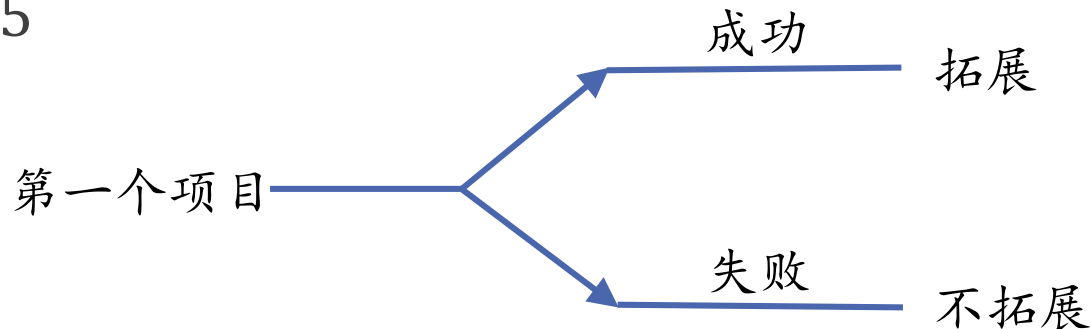
# 实物期权 (real options)

---

- 实物期权可以理解为**实物投资选择权**，区别于作为证券的金融期权 (financial options)
- 实物期权法衡量投资项目：作为基准 NPV 法的重要补充
- 基准 NPV 法假设一旦投资开始，那么企业中途不对项目进行任何改变但现实中，企业总可以对正在进行的投资项目进行改变，最常见的类型为拓展 (expand)、放弃 (abandon) 或择时 (timing)

## 拓展期权示例（单位：亿）

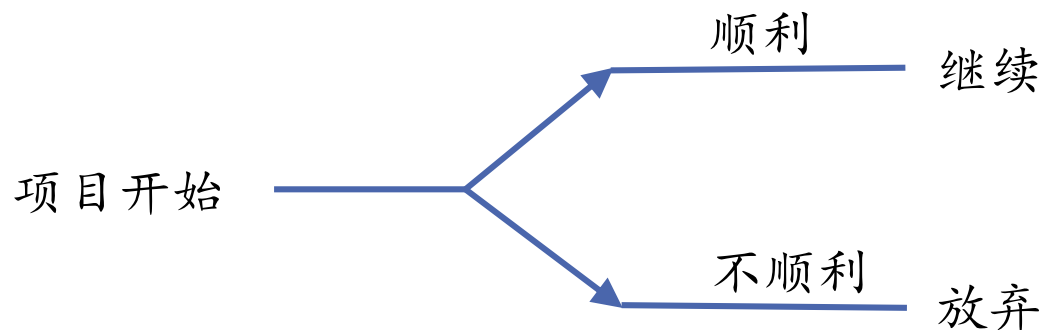
- 项目：初期投资 12，折现率 20%，平均现金流为 2 的（税后）永续现金流， $NPV = -12 + 2/0.2 = -2$
- 实际情况：该项目以 50% 的概率现金流（永续）为 3，50% 为 1；两种情况分别的 NPV 为 3 和 -7
- 并且，一旦第一次投资发现现金流为 3，则后续同类投资现金流均为 3
- 若可重复 10 次， $NPV = 0.5 \times 10 \times 3 + 0.5 \times (-7) = 11.5$



# 放弃期权示例

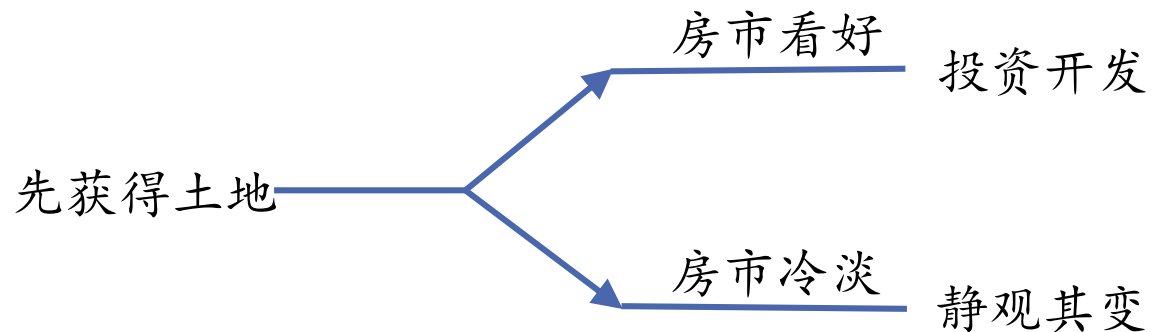
- 延续上例，但每年现金流（永续）可能是 6 或 -2，对应的 NPV 为 18 或 -22，平均 NPV 为 -2
- 但是，如果企业可以中途放弃该项目，那么情况就不一样了
- 当企业发现现金流为 18 时，就继续进行；当发现现金流为 -2 时，只进行一年就放弃对应的 NPV 为

$$0.5 \times 18 + 0.5 \times (-12 - 2/1.2) = 2.17$$



# 择时期权

- 还有很多时候，可以先对一些资产进行投资（如土地），再考虑是否要利用这些资产进行进一步的投资
- 很多地产商的囤地行为就是这么一个思路；更广义来说，所以资产市场上的投机性行为都是基于这么一个思路：买低卖高；留得青山在不怕没柴烧



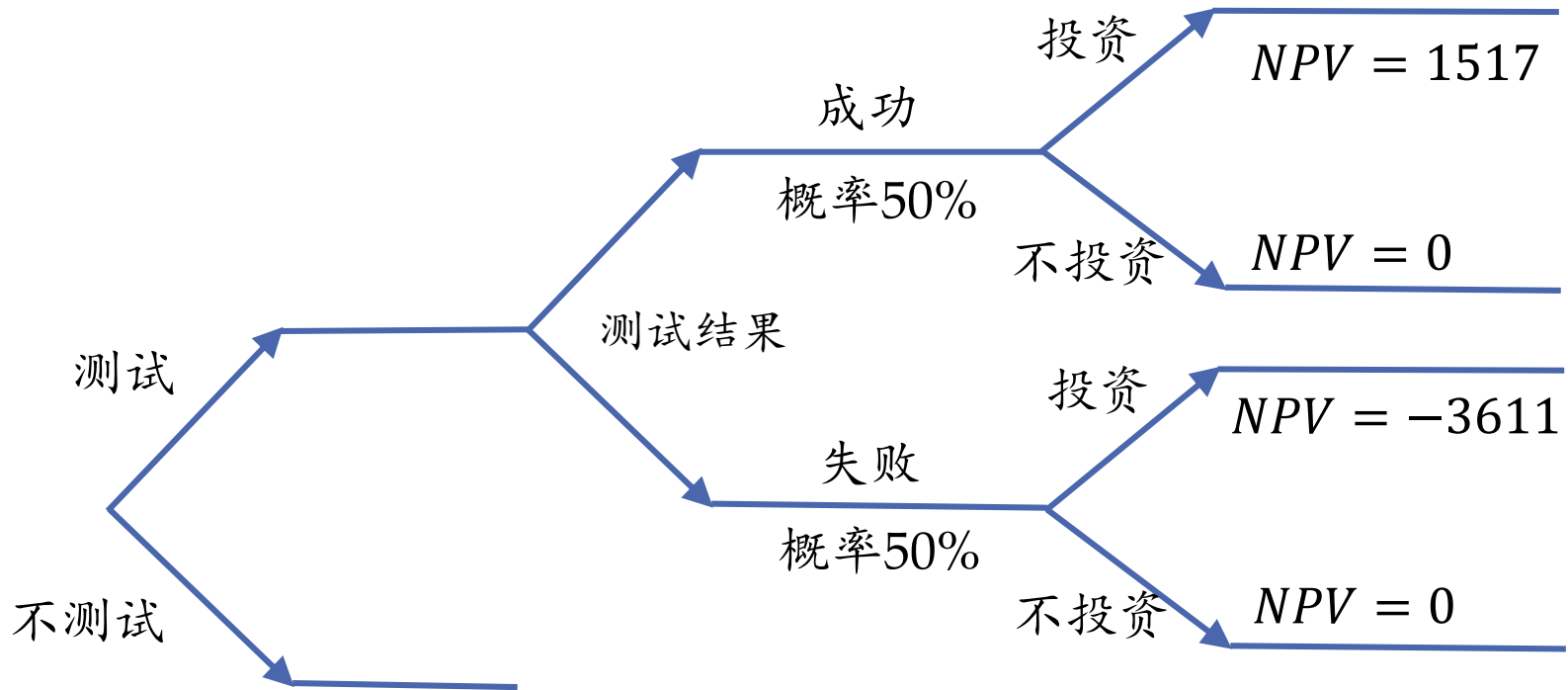


# 决策树 (decision tree)

---

- 前面所讲的三种实物期权都可以归纳到**决策树**这一个框架中
- 决策树：给定一系列经济事件（如项目成功与否）变化的时间顺序，以及每个事件节点上经济决策人（企业）可以进行的选择，从而一步步推断什么样的决策是最优的
- 例如前面分析的对芯片的投资，一般说来这类投资都有一个试验性投资阶段，再根据试验结果决定是否进一步大规模生产

# 决策树举例：芯片项目



选择测试后的期望 NPV 为  $0.5 \times 1517 + 0.5 \times 0 = 758.5$   
如果测试本身成本为 100，则整个项目最初的 NPV 为  $-100 + 758.5/1.15 = 559.5$ ，故应该选择进行投资