

第四讲：

风险分析和实物期权

武汉大学本科金融学专业2018（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.....

航空发动机投资项目（单位：百万）

	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 $P = 200$ 万
 2. 市场容量 10000 台
 3. 市场份额 30%；年销量 $Y = 3000$
- 成本：
 1. 单位变动成本 C 每台 100 万
 2. 固定成本 $FC = 19$ 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	5000	10000	20000
市场份额	20%	30%	50%
销售单价（百万/台）	1.9	2	2.2
变动成本（百万/台）	1.2	1	0.8
固定成本（百万）	2000	1900	1850
初始投资（百万）	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

变量	悲观估计	正常估计	乐观估计
市场容量	-1802 ^[1]	1517	8154
市场份额	-696 ^[1]	1517	5492
销售单价（百万/台）	853	1517	2844
变动成本（百万/台）	189	1517	2844
固定成本（百万）	1295	1517	1628
初始投资（百万）	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%；可能的原因包括空难事故、新型飞机的出现

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

- 在航发的例子中， $S^A = 2200$

盈亏平衡点：NPV 视角

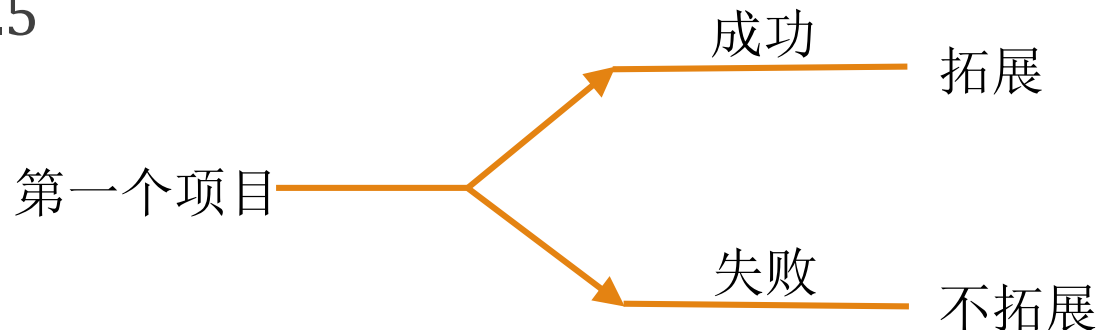
- 延用航发的例子（单位：百万）
- 首先计算初始投资的等价年均成本（equivalent annual cost, EAC）：
$$EAC = \frac{Inv}{A_{0.15}^5} = \frac{1500}{3.352} = 447.5$$
- 税后年现金成本：
$$447.5 + 1791 \times 0.66 - 300 \times 0.34 = 1797.5$$
- NPV 意义下的盈亏平衡点 S^{NPV}
$$\frac{EAC + FC \times (1 - t_c) - Dep \times t_c}{(P - C) \times (1 - t_c)} = \frac{1797.5}{0.75} = 2397$$

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）或择机（timing）

拓展期权：例子（单位：百万）

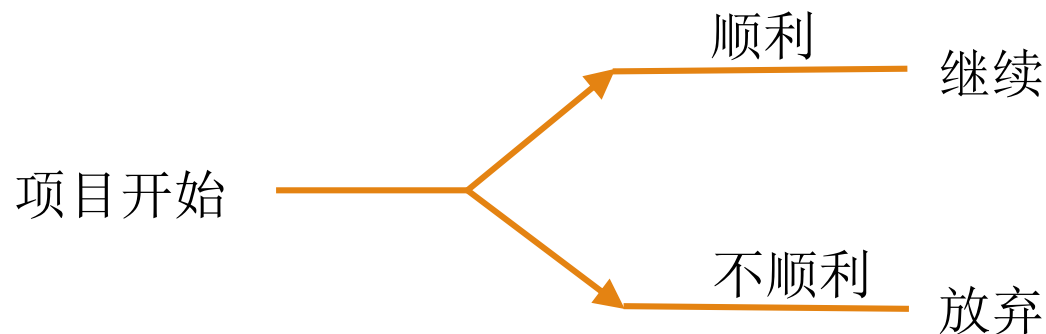
- 项目：初期投资 12，折现率 20%，平均现金流为 2 的（税后）永续现金流， $NPV = -12 + 2/0.2 = -2$
- 实际情况：该项目以 50% 的概率现金流（永续）为 3，50% 为 1；两种情况分别的 NPV 为 3 和 -7
- 并且，一旦第一次投资发现现金流为 3，则后续同类投资现金流均为 3
- 若可重复 10 次， $NPV = 0.5 \times 10 \times 3 + 0.5 \times (-7) = 11.5$



放弃期权：延续上例

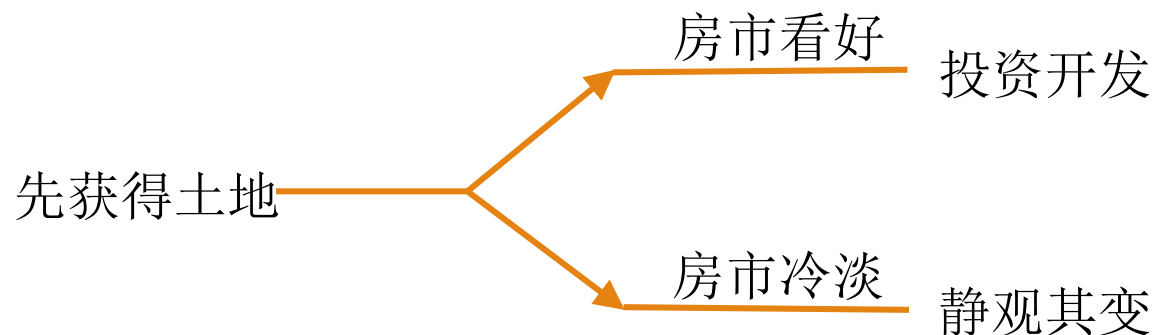
- 类似上例，但每年现金流（永续）可能是 6 或 -2，对应的 NPV 为 18 或 -22，平均 NPV 为 -2
- 但是，如果企业可以中途放弃该项目，那么情况就不一样了
- 当企业发现现金流为 18 时，就继续进行；当发现现金流为 -2 时，只进行一年就放弃对应的 NPV 为

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



择机期权

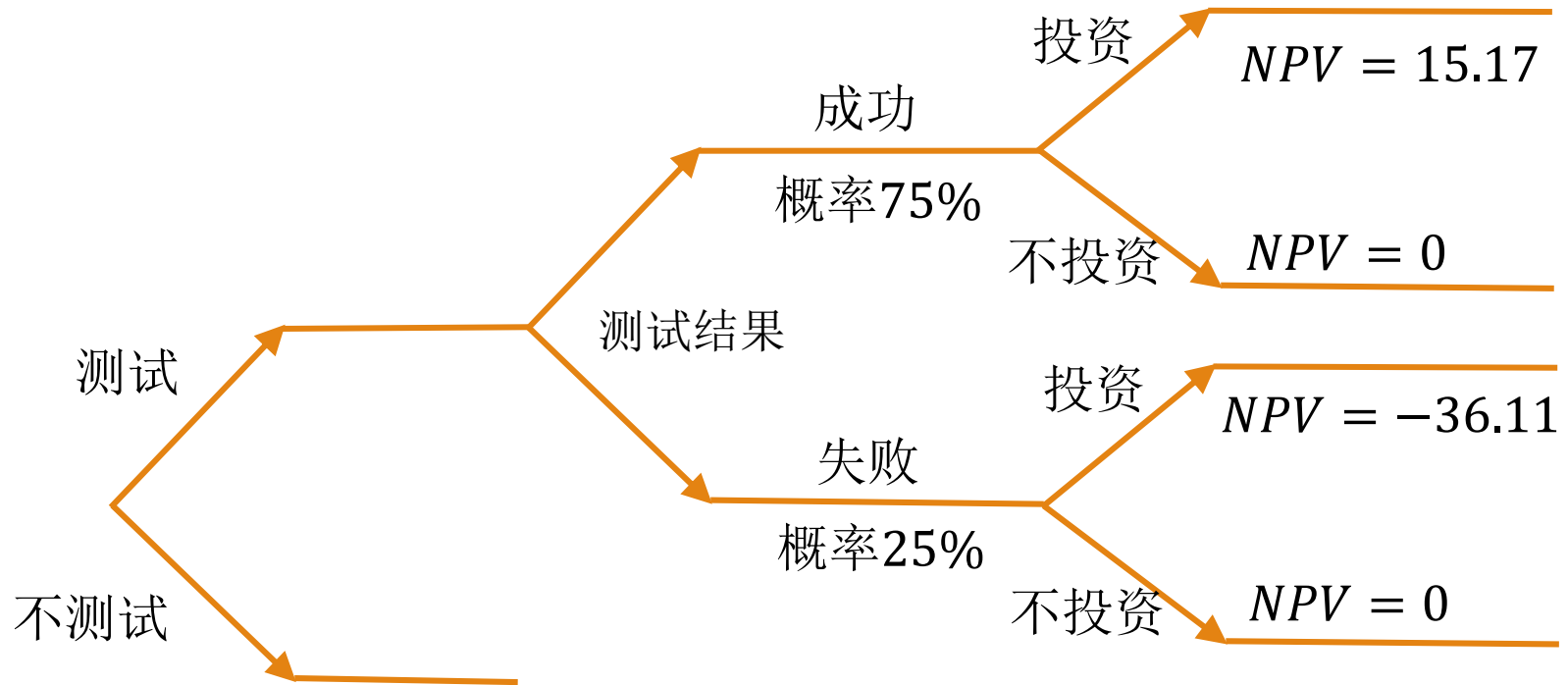
- 还有很多时候，可以先对一些资产进行投资（如土地），再考虑是否要利用这些资产进行进一步的投资
- 很多地产商的囤地行为就是这么一个思路更广义来说，所以资产市场上的投机性行为都是基于这么一个思路：买低卖高；留得青山在不怕没柴烧



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
- 例如前面分析的对新型发动机的投资一般说来这类投资之前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：航发项目



选择测试后的期望 NPV 为 $0.75 \times 15.17 + 0.25 \times 0 = 11.38$
如果测试本身成本为 1，则整个项目最初的 NPV 为
 $-1 + 11.38/1.15 = 8.9$ ，故应该选择进行投资