

新药研制开发价值评估案例

1. 案例概述

1.1 案例背景

PharmX Inc. 正在考虑研制一种新药，这种新药在前三年的研制阶段每年都需要通过美国食品药品管理局的审批（如果没有通过，就宣告失败）。在第四年可以选择直接投放市场，或者申请一个额外的 PDX 测试（如果测试成功可以提高药品的销量），在第五年投放市场。

1.2 假设

通过专家的评估，获得了以下一些对未来的预计：

- A. 阶段一成功可能是 75%，阶段二成功可能是 75%，阶段三成功可能是 85%；阶段一投入为 5 百万，阶段二投入为 7 百万，阶段三投入为 15 百万；
- B. 产品推出前需投入为 6 千万的市场推广费用，预计销量为一百六十万单位；
- C. PDX 测试为可选，PDX 测试成功可能是 50%，PDX 测试投入为 5 百万，测试成功可使销售量增加到两百万单位，不成功则使销售量下降到一百二十万单位；
- D. 为方便起见，新药的价值假定为当年盈利的 7 倍
- E. 此药如今可以销售 10 美元/每单位，预计每年增长 8%，每年波动 10%，且只有向上和向下两种变化价格
- F. 此药的可变成本为 2 元，固定成本为 1 百万元

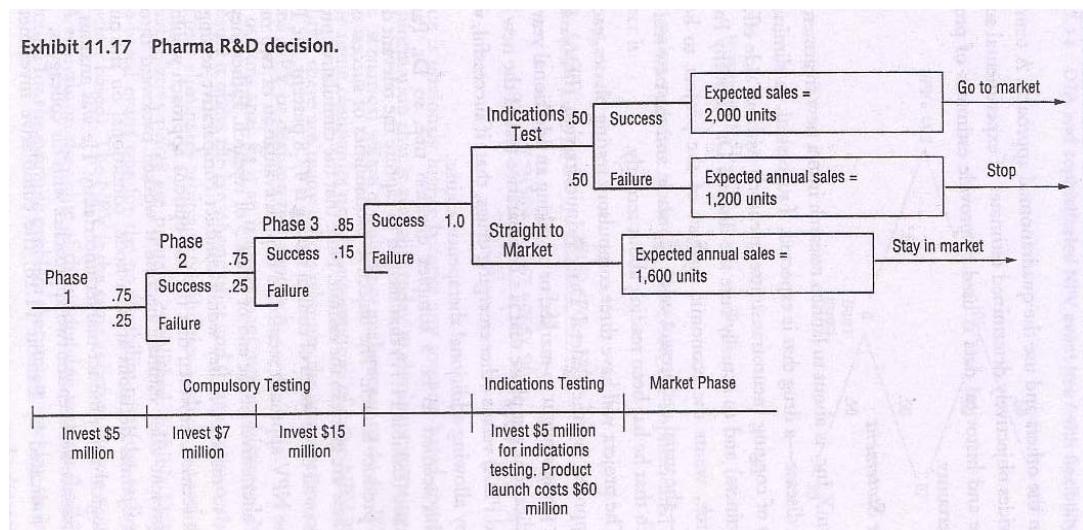


图 1. 新药投入过程&花费示意图

1.3 案例分析

在本案例中，影响公司未来收益的风险因素主要有三种：前三阶段实验成功与否、未来新药价格波动情况、是否参加 PDX 测试及其结果。

传统的 NPV 方法不能很好地评估此次投资机会，因为传统的 NPV 方法默认在项目开始后企业就只能按照预定的进程树执行，而忽略了企业在新药开发与投放过程中，面对不同新药当期价格，重新预估未来现金流而进行决策的可能性。体现在本例中，NPV 方法忽略了企业两个很重要的权利：1. 企业可以在未来现金流预估的基础上，决定是否继续开发（退出期权）；2. 企业可以在第 4 年，根据未来现金流决定是否参加 PDX 测试，而不是在第一年决定。

运用实物期权的方法，可以很好地把这两项权利的价值也考虑在内。所以在这个案例中应该使用实物期权的方法。

1.4 实物期权计算思路

首先，我们通过逐一分析各种风险因素对新药的研究投放过程带来的不同结果；
 接着，我们忽略企业拥有的选择权，计算各种结果将会产生的不同现金流；
 然后，我们以各个结果的不同新药价值为标的资产，用期权的思想，把企业会做出的决定考虑在内。

2. 风险因素分析

2.1 新药价格

由于新药的年波动为 10%，现今售价 10 美元，则未来的可能结果可以构造为二叉树模型。

$$u = e^{0.1} = 1.1052 \quad d = \frac{1}{u} = 0.9048 \quad (u \text{ 为上涨价格比率, } d \text{ 为下降价格比率})$$

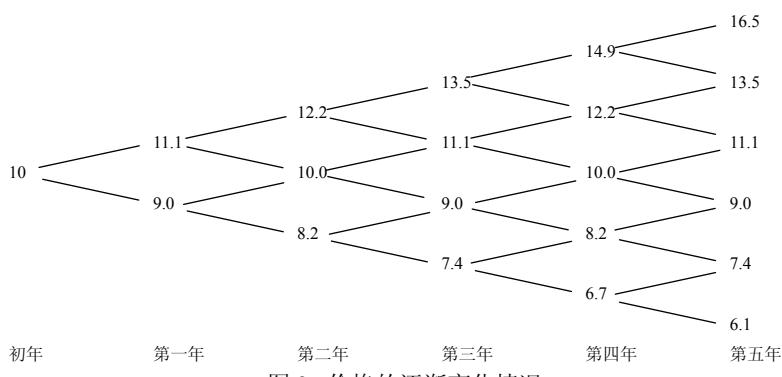


图 2. 价格的逐渐变化情况

2.2 实验成功率

把实验成功率考虑在内，前三年的实验结果增加一倍，分成功与失败。（见图 3）

2.3 PDX 测试

把 PDX 测试考虑在内，因其为可选，而且结果未知，所以在第四年变化增加为参加测试与直接投放市场：参加测试则当年没有销量，不参加测试则当年销量为 1600 单位；第五年的变化增加为测试成功与测试失败：测试成功则销量增加为 2000 单位，测试失败则销量减少为 1200 单位。

新药价值的计算方法为：当年利润*7=[(售价-可变成本)*销售量-固定成本]*7

在考虑了以上三种风险因素之后，可以绘制新药价值可能结果图，见图 3

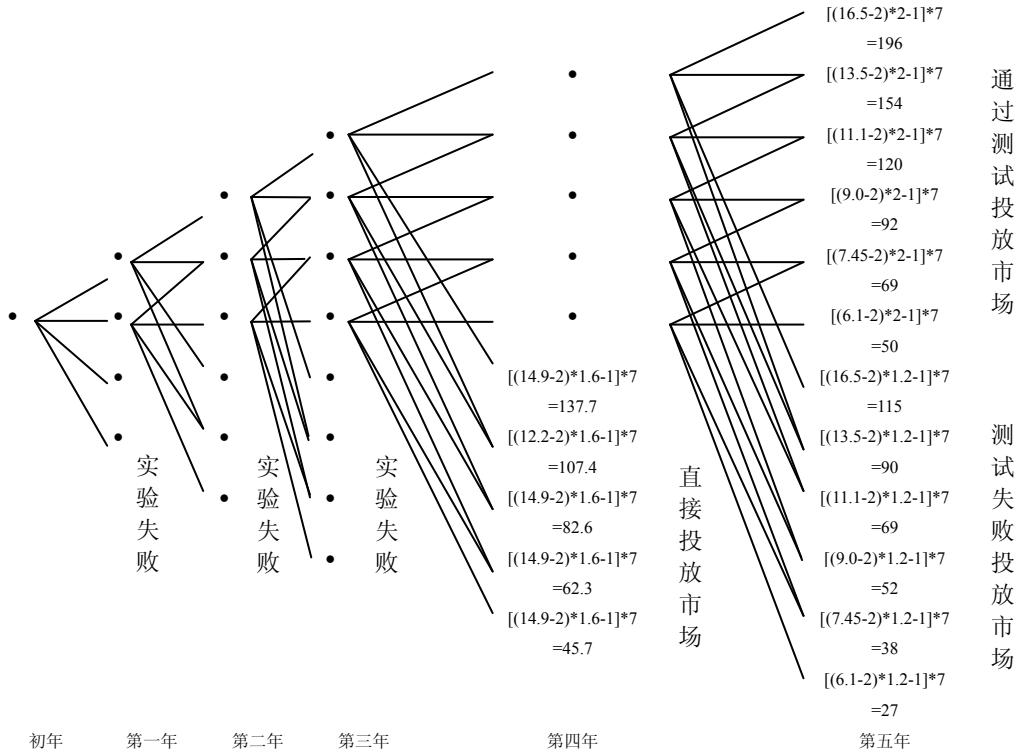


图 3 新药价值可能结果图

3. 新药价值评估

3.1.1 计算投资的现值

实物期权使用风险中性概率来计算未来的价值，所以我们用无风险利率对将来各期的投资额进行贴现，具体公式为：

$$PV(I) = \frac{5}{1.05^0} + \frac{7}{1.05^1} + \frac{15}{1.05^2} + \frac{5}{1.05^3} - \frac{60}{1.05^4} = 79$$

3.1.2 测试后投放新药现值计算：

首先计算一个风险中性概率来计算价格波动概率。计算公式为：

$$p_n = \frac{e^{r_f} - d}{u - d} = \frac{e^{0.05} - .9048}{1.1052 - .9048} = 0.73$$

则逐年贴现值的计算公式为

$$V_t = \frac{[p_n \times V_{u(t+1)} + (1 - p_n) \times V_{d(t+1)}] \times p_s + [p_n \times V_{u(t+1)} + (1 - p_n) \times V_{d(t+1)}] \times (1 - p_s)}{1 + r_f},$$

p_s 为实验或测试成功概率

新药逐年贴现具体值为（实验阶段成功概率分别为 0.75, 0.75, 0.85，通过测试的概率为 0.5）
例如 A 点计算公式为：

$$V = \frac{[.73 \times 196 + (1 - .73) \times 154] \times 0.5 + [.73 \times 115 + (1 - .73) \times 90] \times (1 - 0.5)}{1 + 0.05} = 139.5$$

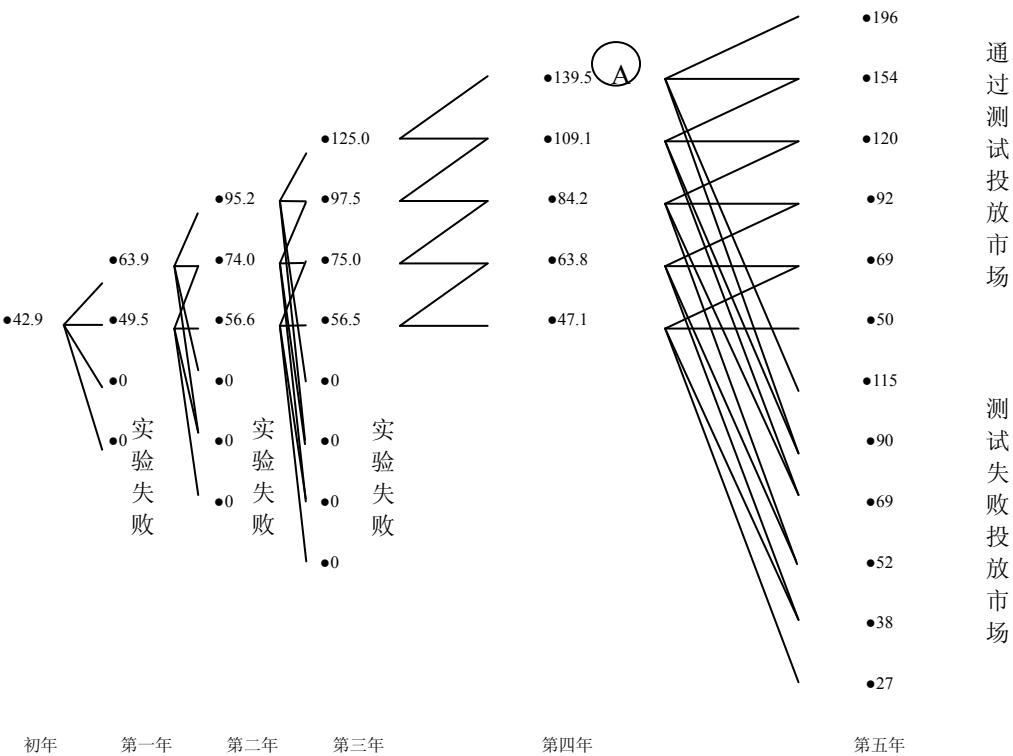


图 4. 经过测试投放市场的 NPV

所以净现值为 $NPV=42.9-79=-36.1$

3.1.3 直接投放市场的新药现值计算

同理，用逐年贴现方法进行计算净现值，见图 5

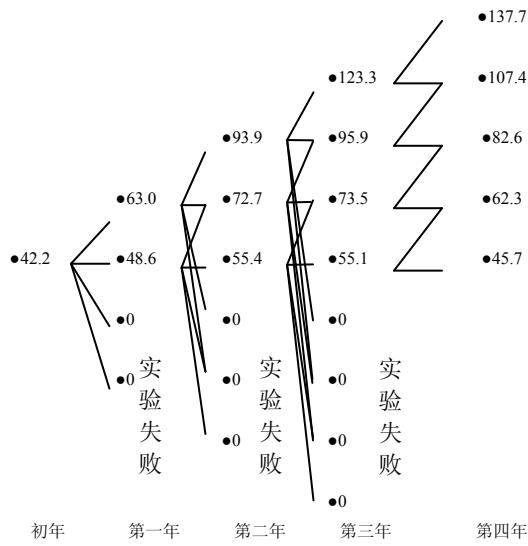


图 5. 直接投放市场逐年贴现情况

$$PV(I) = \frac{5}{1.05^0} + \frac{7}{1.05^1} + \frac{15}{1.05^2} + \frac{60}{1.05^3} = 77.1$$

所以净现值为 $NPV=42.2-77.1=-34.9$

3.2 把企业拥有的选择权考虑在内的新药价值

3.2.1 第五年情况

第五年存有是否投放市场选择两种选择，由当年价格和通过测试与否的销量，可以决定是否进行市场投放，

$\text{Max}[\text{新药投放价值}-\text{市场投放成本}, \text{放弃投放价值}]$

$$\text{其中放弃投放价值为 } 0, \text{ 新药投放价值} = \frac{p_n \times u + (1 - p_n) \times d}{1 + r_f}$$

3.2.2 第四年情况

第四年有直接投放市场，参加测试和放弃三种选择。由当年价格和通过 PDX 概率，可以确定参加测试的价值，直接投放的价值和放弃投放价值，决定标准为：

$\text{Max}[\text{直接投放市场价值}-\text{市场投放成本}, \text{参加测试价值}-\text{参加测试成本}, \text{放弃投放价值}]$

其中放弃投放价值为 0，直接投放市场参见图 5，参加测试价值参见图 4

3.3.3 前三年情况

前三年有研究和停止研究两种选择。由当年价格和通过 FDA 批准概率，可以确定继续研究价值和放弃研究价值，决定标准为：

$\text{Max}[\text{新药研究价值}, \text{放弃研究价值}]$

其中放弃研究价值为 0，新药研究价值为以下公式（ P_s 为新药为成功概率）

$$V_t = \frac{[p_n \times V_{u(t+1)} + (1 - p_n) \times V_{d(t+1)}] \times p_s + [p_n \times V_{u(t+1)} + (1 - p_n) \times V_{d(t+1)}] \times (1 - p_s)}{1 + r_f},$$

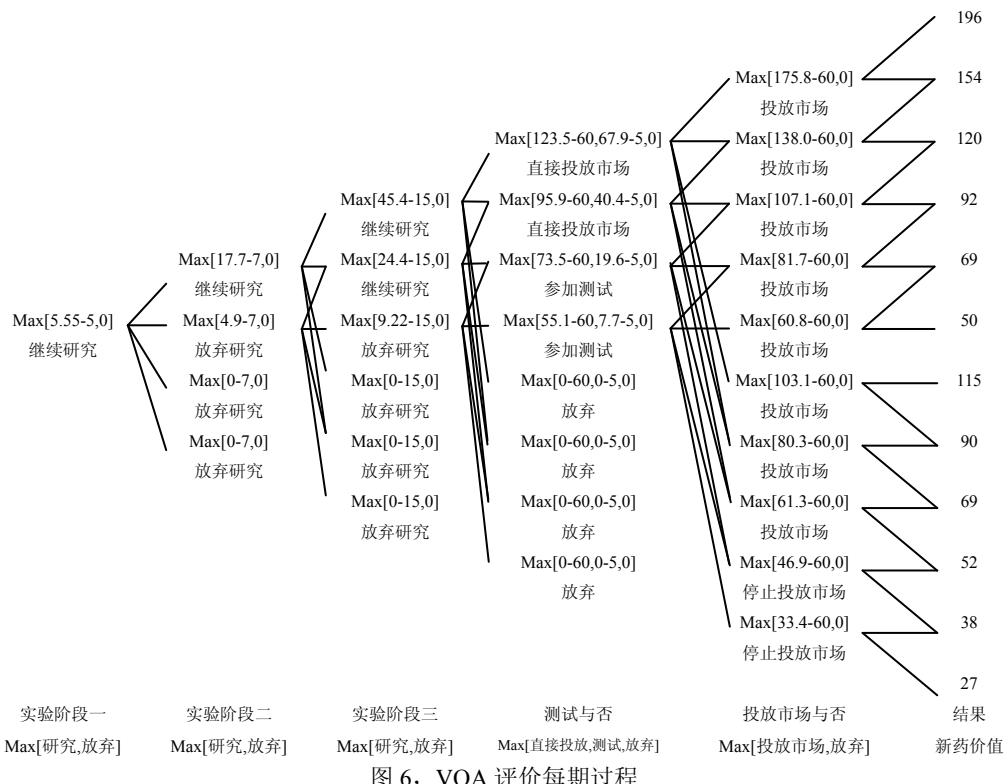


图 6, VOA 评价每期过程

4. 结论

由实物期权考虑了企业决策中的退出期权和第 4 年参加 PDX 的期权，从而得到了一个较为准确的价值，也就是 0.55 百万。