

# 第23章 期权与公司理财：推广与应用

李连军 教授

## 第23章 期权与公司理财：推广与应用

- § 23.1 管理人员股票期权
- § 23.2 评估创始企业
- § 23.3 续述二叉树模型
- § 23.4 停业决策和重新开业决策



## § 23.1 管理人员股票期权

- 管理人员的薪酬通常由基本薪金加上下列某些或全部元素来构成的：
  - ❧ 1、长期报酬。
  - ❧ 2、年度奖金。
  - ❧ 3、退休金。
  - ❧ 4、期权。
- 报酬的最后一个元素，即期权，对于许多高层管理人员来说是整个报酬中占比最大的部分。
- 期权面值等于期权数乘以当时股价。



## § 23.1 管理人员股票期权

- 但是，知道期权的面值并不意味着知道期权的市值。
- 我们无论是用Black-Scholes模型还是用二叉树模型估计期权都需要知道执行价格。然而，执行价格一般设置为管理者收到期权日时的股票市场价。
- 下面我们将在执行价格等于市场价的假设条件下评估期权。





## § 23.1 管理人员股票期权

- 使用期权的部分理由：
  - ❧ 1、期权将使管理人员与持股人分享利益。
  - ❧ 2、使用期权可以减少管理人员的基本报酬。
  - ❧ 3、期权将管理人员的报酬置于风险之中，而不是让报酬与公司的业绩无关。
- 4、期权可以给雇员带来节税效果。



## § 23.1 管理人员股票期权 — 评估管理人员薪金

- 评估管理人员的期权的工作是很困难的。期权的价值取决于标的股票价格波动性、授予期权的确切期限等等诸如此类因素。
- 让我们来评估表23—1所列出的管理人员持有期权的经济价值，为此我们将使用第7章的Black-Scholes定价公式。
- 当然，我们不知这些特定计划的许多特征，所以我们期望的最好结果是得到粗略的估计。



## § 23.1 管理人员股票期权 — 评估管理人员薪

金

■ 我们来看一个例题：

例：我们以花旗集团的CEO山迪·威尔为例，他获得6868 400份期权。授予期权日时的股价为每股51.15美元。我们假设他的期权是平价的。无风险利率是7%，其期限为5年。这些信息确定了：

- 1、51.15美元的股票价格（S）等于执行价格（E）。
- 2、无风险利率是（r）等于0.07。
- 3、五年时间区间是 $t=5$ 。

此外，花旗集团股票的方差估计为  $(0.3826)^2 = 0.1464$ 。

以上信息使我们能利用Black-Scholes模型估计山迪·威尔的期权价值。



## § 23.1 管理人员股票期权 — 评估管理人员薪

金

$$C = SN(d_1) - Ee^{-rt}N(d_2)$$

$$d_1 = [(r + 1/2\sigma^2)t] / \sqrt{\sigma^2 t} = 0.8369$$

$$d_2 = d_1 - \sqrt{\sigma^2 t} = -0.0186$$

$$N(d_1) = 0.7987$$

$$N(d_2) = 0.4926$$

$$e^{-0.07 \times 5} = 0.7047$$

$$C = 51.15 \text{ 美元} \times 0.7987 - 51.15 \text{ 美元} \times (0.7047 \times 0.4926) = 23.098 \text{ 美元}$$

因此，花旗集团一股股票的看涨期权的价格是23.098美元。

既然威尔先生被授予6 868 400股，所以这些期权价值

158 646 000美元（6 868 400 × 23.098美元）



## § 23.1 管理人员股票期权 — 评估管理人员薪金

- 下面我们来看看以下几个问题：
  - ❧ 1、我们谈论的是谁的期权？
  - ❧ 2、它们是公司的期权成本吗？
  - ❧ 3、它们是管理人员的期权价值吗？



## § 23.1 管理人员股票期权 — 评估管理人员薪金

- 假设公司如我们在教材表23—2所做的那样计算期权的公平市场价值。为便于说明，我们假设期权是实值，每股期权都值25美元。再设CEO持有100万股总值为2 500万美元的这种期权，这是该期权在金融市场交易的，且交易者与投资者愿意支付的金额。
- 若公司很大，将此值看成向CEO授予期权的成本是合理的。当然，作为回报，公司将期望CEO以高于此金额的价值提高股东的价值。正如我们已经看到的，或许期权的主要目的是使管理层的利益与公司股东的利益联系起来。然而，无论如何，2 500万美元并非必然成为衡量期权对CEO之价值的公平标准。



## § 23.1 管理人员股票期权 — 评估管理人员薪金

- 这意味着，当期权占管理人员净资产绝大部分，且公司迫使管理人员无法使资产多样化时，职位的总价值对于该管理人员而言低于公平市场价值。
- 当CEO按大多数标准看是富有的时候，股票价值的显著变动将对CEO的经济生活产生巨大的影响。
- 给予CEO期权和股票持有权的目的是，即要使CEO与公司共命运。这就是为什么公司要求管理人员持有期权（至少在冻结期）且不能直接出售变现的缘故。



## § 23.2 评估创始企业

- 我们下面来看拉尔夫·西蒙斯的例子，他从少年时代起，就立志开一家卖鳄鱼肉的餐厅。
- 以下是他经过深思熟虑后提出的表8—3所示的项目：

	第1年	第2年	第3年	第4年	所有未来的年份
(1) 销售	300 000	600 000	900 000	1 000 000	1 000 000
(2) 经营活动产生的现金流	-100 000	-50 000	+75 000	+250 000	+250 000
(3) 营运资本的增加	50 000	20 000	10 000	10 000	0
净现金流量：(2) - (3)	-150 000	-70 000	65 000	240 000	
第1—4年净现金流量的现值			-20 255		
终值的现值 $\left[ \frac{25000}{0.20} \times \frac{1}{(1.20)^4} \right] =$			+602 816		
餐厅的现值			582 561		
—修建成本			-700 000		
餐厅的净现值			-117 439		



## § 23.2 评估创始企业

表23—4 用期权评估一家初创公司（鳄鱼肉餐厅）

### 背景情况

- 1、单一餐厅的价值为负数，如表23—3中按照净现值的方法计算的净现值为—117.439美元。因此，如果没有扩张的可能性，那么就没有必要为餐厅筹集资金。
  - 2、如果第一家餐厅经营成功，拉尔夫则计划在未来的4年内增设30家餐厅。这些产生下列情况：
    - a.30家新餐厅的成本为21 000 000美元（ $30 \times 700\,000$ 美元）。
    - b.未来现金流量折现到第4年的现值为17 476 830美元（ $30 \times 582\,561$ 美元）。
    - c.这些现金流量折现到今日的现值为8 428 255美元（ $17\,476\,830 \text{ 美元} / (1.20)^4$ ）
- 在此，我们假设项目的现金流量的年折现率为20%。

### Black-Scholes模型的诸参数为：

- S（股价）=8 428 255美元  
E（执行价格）=21 000 000美元  
t（至到期日）=4年  
 $\sigma$ （标准差）=0.50  
r(连续复合利率)=3.5%



## § 23.2 评估创始企业

$$C = SN(d_1) - Ee^{-rt}N(d_2)$$

式中

$$d_1 = [\ln(S/E) + 1/2\sigma^2)t] / \sqrt{\sigma^2 t}$$

$$d_2 = d_1 - \sqrt{\sigma^2 t}$$

$$d_1 = \left[ \ln \frac{8428255}{21000000} + (0.035 + 1/2 \times (0.50)^2 \times 4) \right] / \sqrt{(0.50)^2 \times 4} = -0.27293$$

$$d_2 = -0.27293 - \sqrt{(0.50)^2 \times 4} = -1.27293$$

$$N(d_1) = N(-0.27293) = 0.3936$$

$$N(d_2) = N(-1.27293) = 0.1020$$

$$\begin{aligned} C &= 8428255 \text{ 美元} \times 0.3936 - 21000000 \text{ 美元} \times e^{-0.035 \times 4} \times 0.1020 \\ &= 1455196 \text{ 美元} \end{aligned}$$

包含第一家餐厅成本在内的企业价值 = 1 455 196 美元 - 177 439 美元  
= 1 337 757 美元



## § 23.2 评估创始企业

- 隐性期权处于经营的核心。
- 几乎对于每一个经营主意来说都有两种结果。
  - ☞ 一方面，可能失败，且真失败了管理者可能以成本最少的方式关闭。
  - ☞ 另一方面，经营可能欣欣向荣，此时管理者会努力扩张。
- 因此，几乎每一项经营都包含放弃和扩张的期权。



## § 23.3 续述二叉树模型

- 前面我们都使用Black-Scholes模型来估值期权，但它并不是期权定价的惟一方法。如前几章所述，二叉树是一个替代模型，在某些情况下甚至是一种更优的评估模型。
- 本章余下的部分探讨二叉树模型的两项运用。





## § 23.3 续述二叉树模型

- 例：取暖油的例子
- 一、双时点的例子

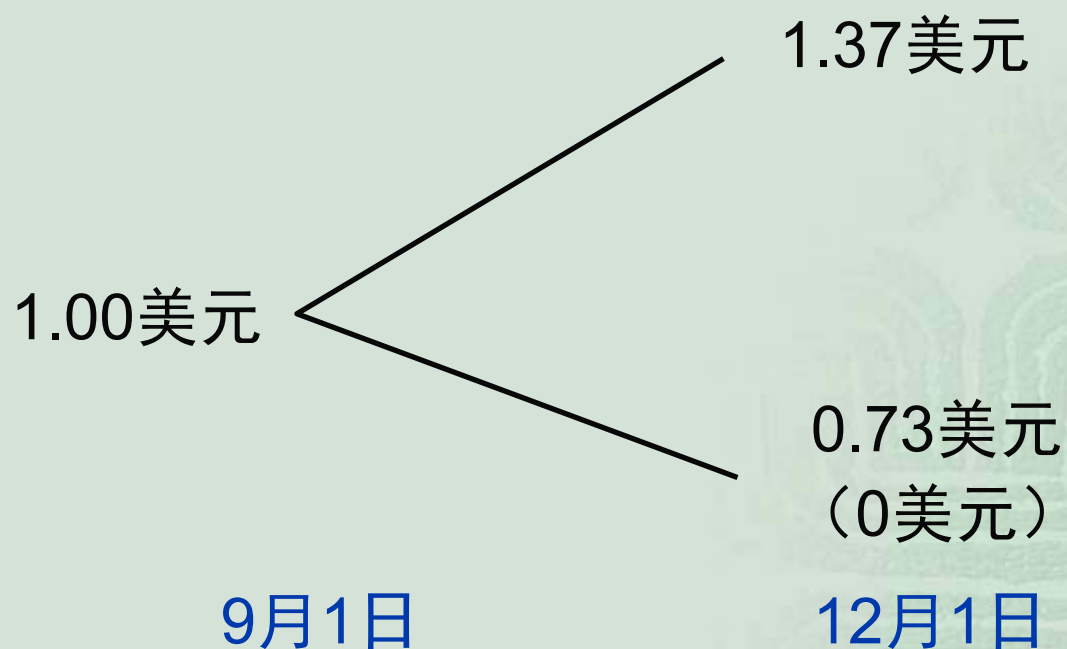


图23—1 在双时点例子中油价从9月1日到12月1日的变动

## § 23.3 续述二叉树模型

- 在上一章中，我们指出期权问题可以通过假设风险中性来易化处理。在此方法下，我们首先注意到油价从9月1日到12月1日或者上涨37%（ $1.37\text{美元}/1.00\text{美元} - 1$ ）或者下跌27%（ $0.73\text{美元}/1.00\text{美元} - 1$ ）。

可以把这两个数字当作取暖用油的可能收益，此外，我们介绍两个新词， $u$ 和 $d$ 。

我们定义 $u = 1 + 0.37$ ； $d = 1 - 0.27 = 0.73$ 。

- 使用上一章的方法，我们按下面两个步骤评估该合同。



## § 23.3 续述二叉树模型

- 第一步：确定风险中性下的概率
- 我们假设本例中油价预期收益上升的可能性等于无风险利率。假设年利率等于8%，这意味着三个月的利率是2%，我们可通过求解下面的方程式得到油价上涨的概率。

$$2\% = \text{上涨概率} \times 0.37 + (1 - \text{上涨概率}) \times (-0.27)$$



## § 23.3 续述二叉树模型

### ■ 第二步：评估合同

1、评估该合同对安东尼的价值。

该合同对安东尼的价值能通过下面的式子计算：

$$\underbrace{[0.45 \times (1.05 \text{美元} - 1.37 \text{美元}) \times 600 \text{万} + 0.55 \times 0]}_{\text{期权的价值}} / 1.02 + 500 \text{ 000美元} = -347 \text{ 000} \quad (8-1)$$

期权的价值

2、评估该期权对客户CECO的价值（每单位）：

$$[0.45 \times (1.37 \text{美元} - 1.05 \text{美元}) + 0.55 \times 0] / 1.02 = 0.141 \text{美元} \quad (8-2)$$





## § 23.3 续述二叉树模型

### 二、三时点的例子

- 尽管上面的例子把握了真实世界中的某些方面，它还是有一点不足。
- 它假设价格在12月1日仅能有两种价格。这肯定不能令人信服，因为油价在现实中可能是任何价格。
- 虽然这点缺陷看起来微不足道，但是仍需要修正；所需要的是在本例中加入更多的时点。

## § 23.3 续述二叉树模型

图23—2显示了取暖用油价格在两个1.5个月中的变动情形。

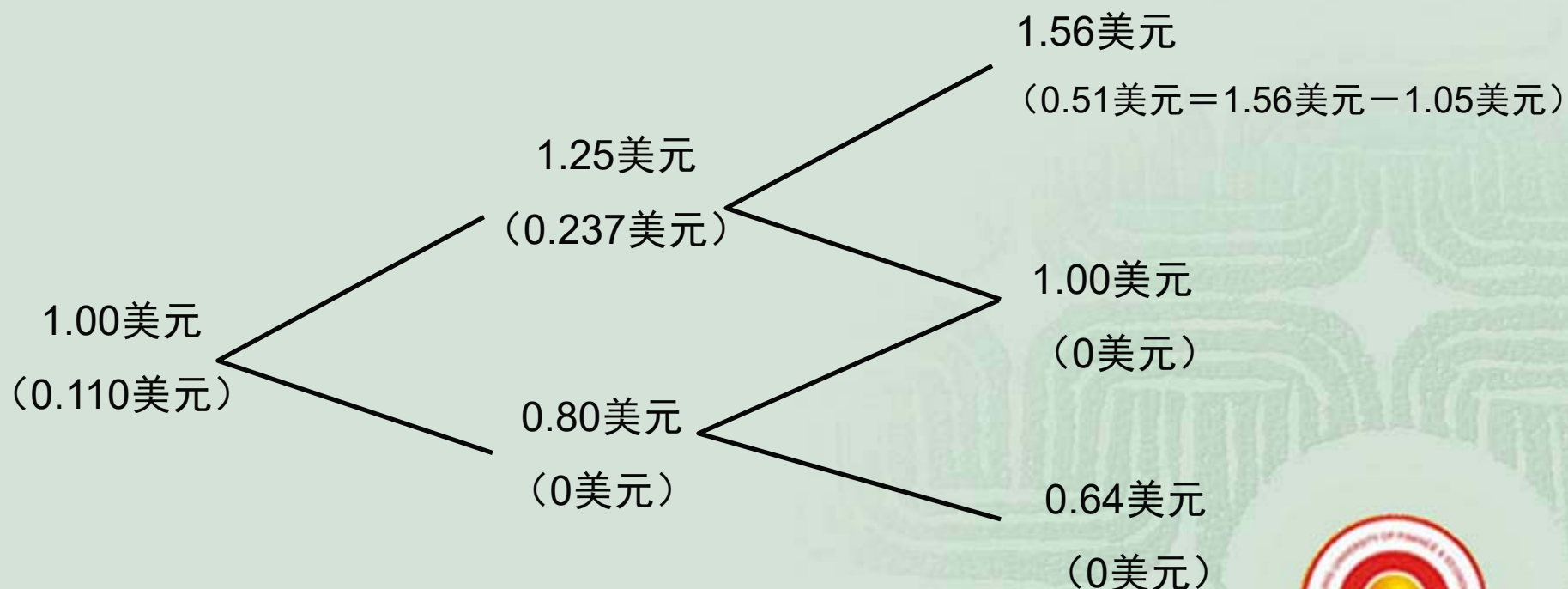


图23—2 取暖用油价格在三时点模型中的变动



## § 23.3 续述二叉树模型

- 第一步：确定风险中性下的概率

在本例中的时间区段是1.5个月。假定年利率是8%，这意味着1.5个月的利率是1%。

我们可以按以下公式解得油价上涨的概率：

$$1\% = \text{上涨概率} \times 0.25 + (1 - \text{上涨概率}) \times (-0.20)$$

我们可求得油价上涨的概率等于47%，这同时意味着油价下跌的概率等于53%



## § 23.3 续述二叉树模型

- 第二步：评估10月15日的期权价值

若在10月15日每加仑油价是1.25美元，  
则此时一加仑油的期权价值是：

$$[0.47 \times 0.51 + 0.53 \times 0] / 1.01 = 0.237 \text{ 美元}$$

我们也要评估如果10月15日的油价等于  
0.80美元时的期权价值，不过此时期权价值  
明显等于零，其计算如下：

$$[0.47 \times 0 + 0.53 \times 0] / 1.01 = 0 \text{ 美元}$$





## § 23.3 续述二叉树模型

- 第三步：评估9月1日的期权价值

根据前面的计算结果，我们能计算出9月1日看涨期权的价值是：

$$[0.47 \times 0.237 \text{ 美元} + 0.53 \times 0] / 1.01 = 0.110 \text{ 美元}$$

上面计算出了一加仑取暖油对CECO的期权价值。现在，我们可以计算该合同对安东尼的价值：

$$-0.110 \text{ 美元} \times 6\,000\,000 + 500\,000 \text{ 美元} = -160\,000 \text{ 美元}$$



## § 23.3 续述二叉树模型

- 扩展到多时点
- 随着时点的增加，我们只是缩短了时段的区间，但没有提高三个月（9月1日到12月31日）的整体时间。
- 如何调整二叉树模型以使之更能适合时段数的增加？可以证明，有两个公式可将 $u$ 、 $d$ 和标的资产的标准差联系起来。

$$u = e^{\sigma/\sqrt{n}} \quad \text{和} \quad d = 1/u$$

其中， $\sigma$ 是标的资产年收益的标准差。



## § 23.3 续述二叉树模型

表23—5 一加仑取暖用油的看涨期权价值

时段数	看涨期权价值
1	0.141
2	0.110
3	0.122
4	0.116
6	0.114
10	0.114
20	0.114
30	0.114
40	0.114
50	0.113
99	0.113
Black-Scholes无限	0.113

## § 23.3 续述二叉树模型

- 我们在上表中按不同的时间区间计算了看涨期权的价值。由于在短期间内的两个数值会比较长时间内的两数值更具有说服力，所以随着时点的增加越趋于现实。因此，看涨期权的价值在时段是99个或无限时比仅有一两个时段时更现实。
- 不过，可以从表中观察到一个十分有趣的现象，即尽管看涨期权会随着时段的增加而变化，但是会很快发生收敛现象。即时段数是6时的看涨期权价值与时段是99时已经相差无几。因此，只有小数额的时段才对二叉树模型产生真正的作用。





## § 23.4 停业决策和重新开业决策

### —评估金矿

- “Woe Is Me(WOE)”金矿最近被关闭了
- 公司没有债务，有2000万公开股，市场价值过亿美元。
- WOE持有现金、证券和其他价值约3 000万美元的资产。
- 怎样才能解释，一家资产为3 000万美元的公司和一座不产生任何现金流量的停业金矿却具有上亿美元的市场价值？
- 答案就在于WOE的金矿是一种隐性期权。



## § 23.4 停业决策和重新开业决策

### —停业和开业决策

- 在试图计算出隐含于WOE或任何实际期权问题中（就此事而言）的精确期权价值之前，先看看仅应用常识我们能解决点什么。
- 假如金矿目前处于停业状态，那么每当黄金价格升到充分高于每盎司350美元的提前成本之上的水平时，它将以200万美元的成本开业。
- 假如金矿目前处于开业状态，那么每当黄金价格降至足够低于每盎司350美元的提取成本之下的水平时，它将以100万美元的成本停业。



## § 23.4 停业决策和重新开业决策

### —停业和开业决策

- 我们的问题是要要求求出那两个我们据以决定让停业金矿开业和让开业金矿停业的临界价格。我们将那两个价格分别称为开业价和停业价，它们满足：

开业价  $> 350$  美元/盎司  $>$  停业价

换言之，当黄金价格具有充分的实值时，我们让金矿开业；而当这项期权充满虚值时，我们将它关闭。



## § 23.4 停业决策和重新开业决策

### —停业和开业决策

- 我们知道，黄金价格波动愈大，开业价和停业价偏离每盎司350美元愈远。我们还知道，金矿开业的成本愈高，开业价也愈高，而金矿的放弃成本愈高，停业价则愈低。
- 在放弃成本增加时开业价也会提高。
- 类似地，金矿开业成本的提高将使WOE更不愿关闭开业中的金矿和降低停业价。结果停业价更低。

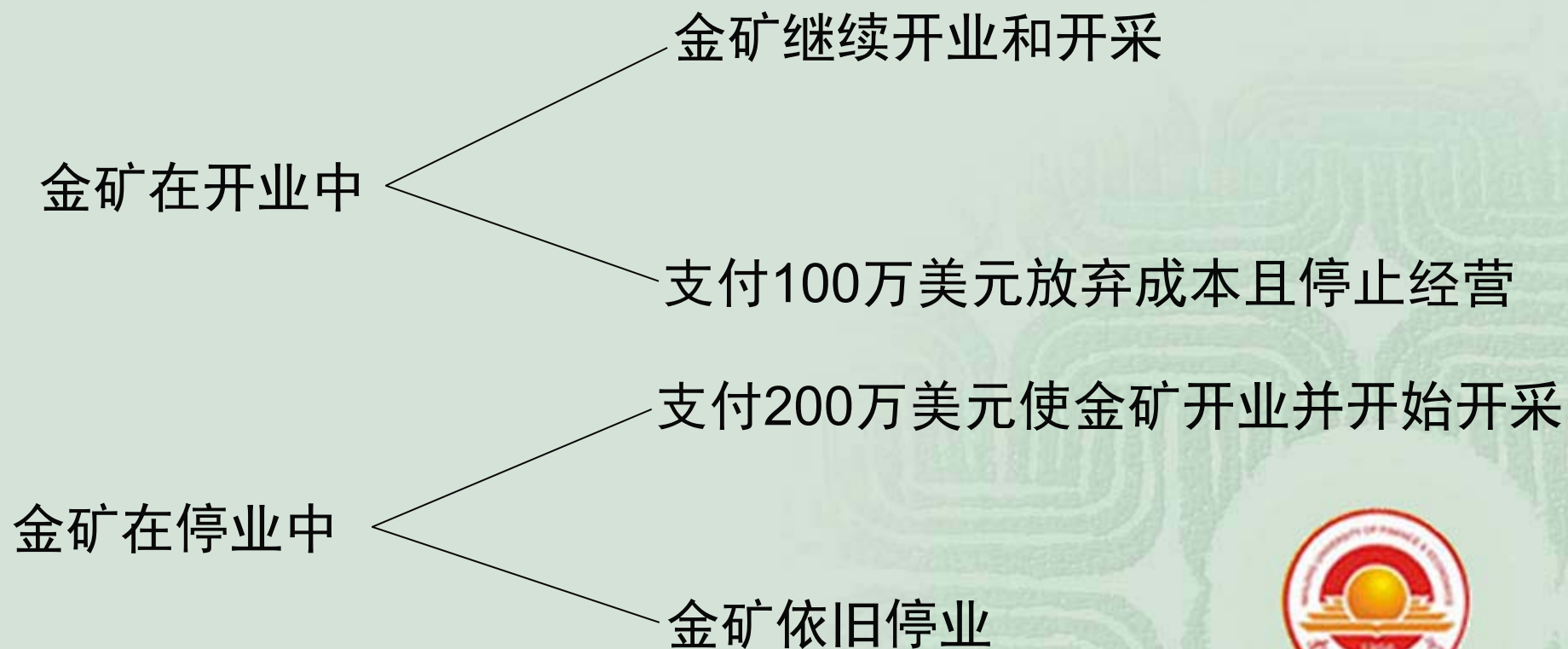




## § 23.4 停业决策和重新开业决策

### 一 停业和开业决策

- 下面的图形说明了在每一个时点可采用的决策。



## § 23.4 停业决策和重新开业决策

### 一评估简单金矿

- 在确定开业价和停业价时，可按如下步骤进行：
- 步骤1：求无风险利率和变异度。
- 我们将利用3.4%的半年期利率和每年15%的黄金变异度。
- 步骤2：建立二叉树并填写黄金价格。
- 假设我们按六个月间隔设定三步。若年变异度是15%， $u = e^{0.15/\sqrt{2}}$  大约等于1.11。另一个参数d等于0.90（1/1.11）。

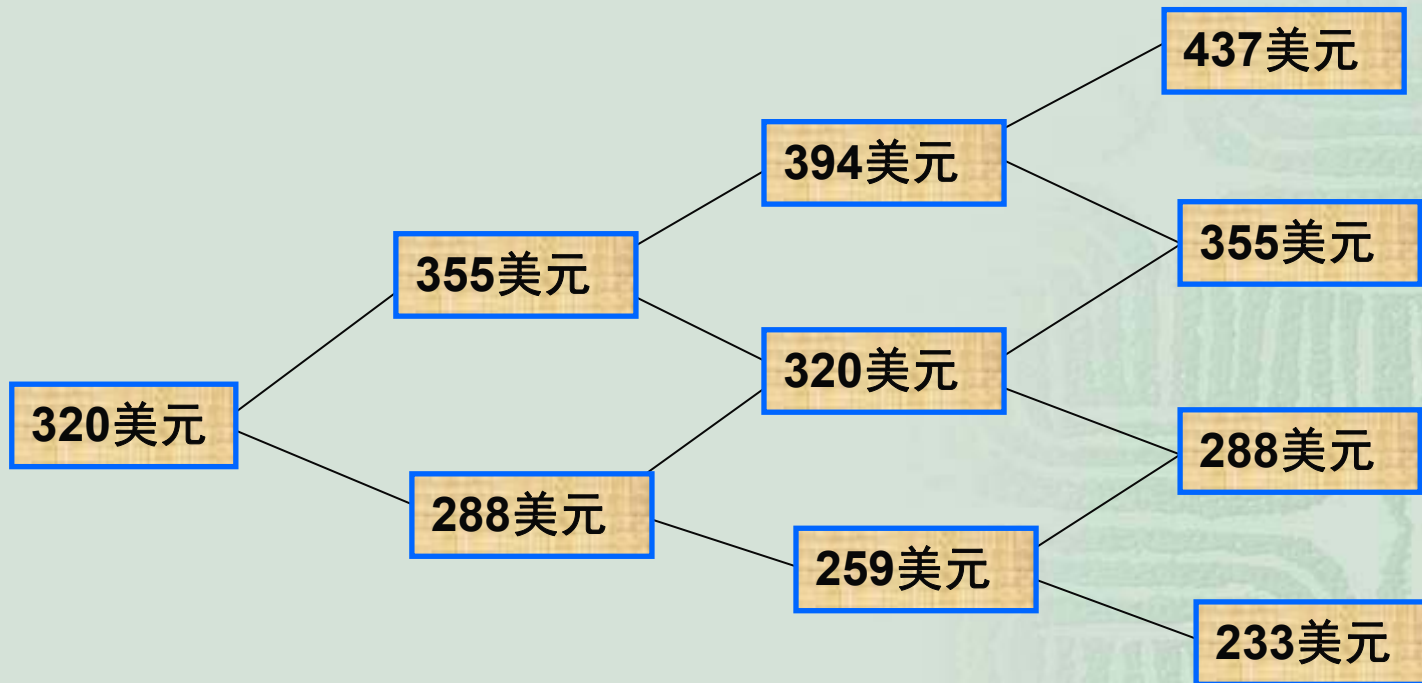


## § 23.4 停业决策和重新开业决策

### —评估简单金矿

- 使用前一部分的分析，我们现在计算每一步的风险调整概率。假定半年利率是3.4%，我们有：

$$3.4\% = \text{上涨概率} \times 0.11 + (1 - \text{上涨概率}) \times (-0.10)$$



## § 23.4 停业决策和重新开业决策

### 一 评估简单金矿

- 步骤3:
- 现在我们打开计算机并令它模拟通过该树中的（比方说）5 000中可能轨迹。在每个结点上，计算机挑选价格“向上”运动的概率为0.64；相应地挑选价格“向下”运动的概率为0.36。





## § 23.4 停业决策和重新开业决策

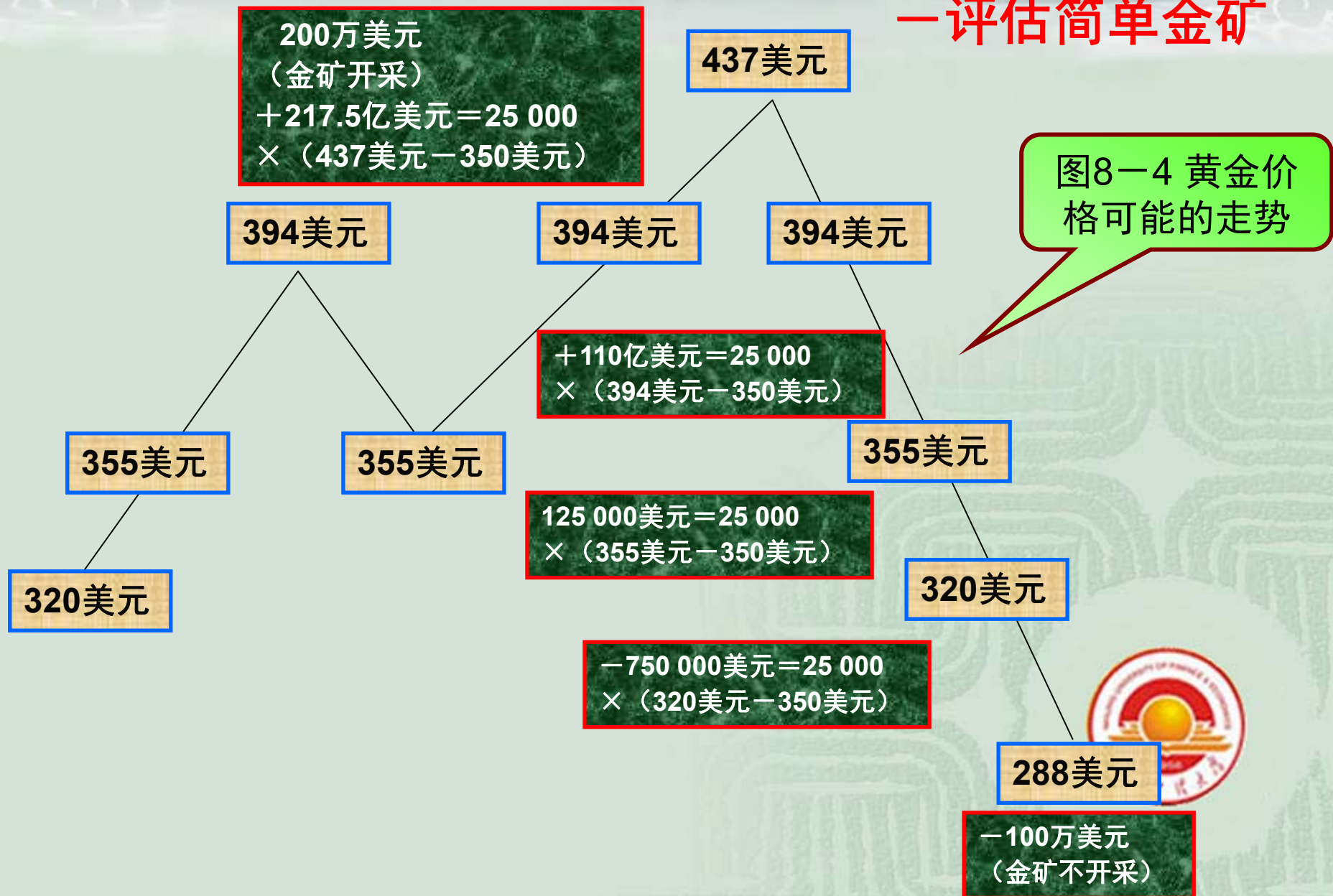
### 一评估简单金矿

- 步骤4:
- 接着我们考虑选取临界价格，即开业价和停业价。
- ☞ 对开业价，我们令可能结果为：  
开业价=360美元或370美元或...或500美元  
共15个值。
- ☞ 而对停业价我们令可能结果为：  
停业价=340美元或330美元或...或100美元  
共25个值。



## § 23.4 停业决策和重新开业决策

—评估简单金矿



## § 23.4 停业决策和重新开业决策

### 一 评估简单金矿

- 步骤5:

我们通过选择成对的开业价和停业价来计算金矿的价值。

- 步骤6:

最后一步是比较从步骤5就产生了的开业价和停业价的可能选择范围得出的已贴现现金流量期望值，并从中挑选最大值。

该值是金矿期望价值的最优估计值。对应于该值的开业价和停业价的则是对停业金矿开业和开业金矿停业的临界点的最优估计。