

基于实物期权角度建立高新技术产品 投资决策的二叉树模型

章文芳 郭长亮

(江苏大学财经学院 江苏镇江 212013)

【摘要】本文在分析原有时间型二叉树模型的基础上,结合高新技术产品投资的特点建立了数量型二叉树模型,以期能通过该模型更好地评价高新技术产品价值,从而提高高新技术产品投资的决策水平。

【关键词】时间型二叉树模型 数量型二叉树模型 高新技术产品

在进行高新技术产品开发决策分析时,由于产品预期收益的不确定性,常常需要运用到实物期权定价理论。目前最常用的期权定价模型有两种:一是二叉树定价模型,二是布莱克-舒尔斯模型。从两个模型的内在关系看,二叉树定价模型所涉及的数学知识不深,其极限结果正好是布莱克-舒尔斯模型的结论;布莱克-舒尔斯模型由于假设条件过多而存在着应用的局限性。相比之下,二叉树模型通过完全透明的方式来处理实物期权价值的运动过程的定价方式而受到人们的青睐。

一、时间型二叉树模型

二叉树模型的建立基础就是待估对象的价值变化特征,以股票价值作为待估对象而建立的模型具有明显的时间特征。鉴于此,我们将以往采用的二叉树模型通称为时间型二叉树模型。

1. 二叉树模型。Cox、Ross、Rubinstein运用复制组合和风险中性的方法推导出二叉树期权定价模型。二叉树模型根据基础资产价值的变动情况,首先假设每期变动只有两种可能,即上升与下降(上升比例为 u ,下降比例为 d)。然后,确定基础资产价值在单位时间内上升或下降的幅度,即一年之内基础资产价值的变化次数,用 Δt 表示,如一年内变化两次,则 $\Delta t=0.5$ 。最后,根据对基础资产的上述判断建立相应的基础资产价值变化树形图,最后通过树形图倒推,计算期权的价值。

根据以上原理,以最简单的一期二叉树计算为例,其计算公式是: $f_0=e^{-r\Delta t}[pf_u+(1-p)f_d]$ 。其中,参数 u 、 d 的含义上文已介绍,参数 p 称为虚拟概率。参数 p 、 u 、 d 是模型的关键参数,目前主流的参数公式为: $p=\frac{a-d}{u-d}$; $u=e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$ (σ 表示股价变动的标准差); $d=1/u$; $a=e^{r\Delta t}$ 。

2. 时间型二叉树模型的缺陷。时间型二叉树模型在实际应用中存在着许多不足之处,这主要来自于模型本身的缺陷及实物资产的不同特点:

(1)模型本身的缺陷。时间型二叉树模型依靠对时间的不断细分来划分阶段,而对于阶段划分的依据目前还没有权威论证,这就使得模型中阶段数的确定没有一个参考标准。尽管

阶段数的增加可以使模型尽可能完整地描述股价变化,但是这也直接导致了二叉树模型的膨胀,使模型计算走入了困境。

(2)模型描述对象的特征。时间型二叉树模型的运用要求所描述的对象具有价值频繁变化的特征。但是,高新技术产品的价值变动是相对稳定的,在一年之内其实质性的变化并不多见。

(3)模型终止标志。时间型二叉树模型的时间划分阶段是资产期权购买日至期权执行日,因为其假设执行日之后投资者已不再拥有该资产。实际上,只要产品开发成功,产品就一直属于企业,没有理由将期权执行日作为模型终止标志。

(4)执行价格。时间型二叉树模型中的执行价格指在股票期权之初投资者付出的期权费,该费用在期权实施过程中保持不变。而事实上,执行价格不变即表示产品价值增加不需要后续的任何投入,这显然是不符合常理的。

二、数量型二叉树模型的特点

以往通常采用时间型二叉树模型对实物期权进行定价,但根据上文的分析,时间型二叉树模型只适用于金融期权领域,而对于高新技术产品,由于其本身所固有的特殊性,时间型二叉树模型无法对其进行有效的定价。笔者认为,必须根据描述对象及高新技术产品的特点,对实物期权定价模型加以适当修正。基于此,笔者提出建立适合高新技术产品特点的数量型二叉树模型。基于数量的二叉树模型是相对于时间型二叉树模型而言的。数量型二叉树模型的建立基础是实物资产价值变化的特征。

1. 描述对象。在高新技术产品开发的实物期权中,二叉树模型的对象是产品价值变化。这里的产品价值是指产品为企业带来的收益。产品价值变化的决定因素有两个,即产品数量和产品价格。在现实市场中,产品价格在一定时期内是相对稳定的,厂家一般不会经常改变自己产品的价格。即使在价格战中,价格的波动也不会太大,何况高新技术产品具有技术独占性,发生价格战的机会相当少,因此衡量产品价值的关键就在于确定产品销量。因此,数量型二叉树模型的对象是高新技术产品数量,这一点是由模型本身及描述对象的特

点决定的。

2. 实物期权阶段特性。根据产品价值组成,产品价值的变动主要表现为产品销售数量的变动。在现实市场中,产品销量在一定时期内也是相对稳定的,其变动不会像股票价格那样频繁。因此,数量型二叉树模型不必通过对时间的不断细分来反映高新技术产品价值的变化。

3. 模型的终止标志。在高新技术产品实物期权中,产品一旦开发成功,其所有权就一直属于企业。实际上,只要产品为企业带来的收益大于产品投入,企业就会继续持有产品。因此,要求模型能够反映出产品价值大于执行价格的部分。这样,模型的终止标志就是高新技术产品期权的执行价格。

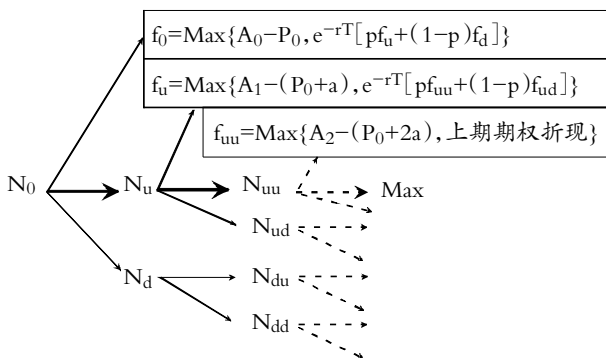
4. 执行价格。在金融领域,要获得股票看涨期权就要求执行价格在整个股价变化过程中始终保持不变。但是在现实市场中,随着每期投入的增加,企业取得高新技术产品看涨期权的代价也在增大,这个代价其实就是实物期权的执行价格。因此,在实物期权中使用二叉树模型,其执行价格是随着每阶段的投入不断上升的。

由以上的分析可以看出,数量型二叉树模型是根据高新技术产品特征对时间型二叉树模型的改进,其更加符合实物期权定价特点。

三、数量型二叉树模型的建立

1. 在建立数量型二叉树模型之前,先要确定产品销量。首先要解决产品价值增加的上限问题。任何产品投入市场都存在销量逐步上升的过程,当销量上升到一定程度之后便会停止增长,这一过程在营销学中被称为“扩散效应”。

有关产品扩散效应的预测模型中最著名的当属Bass产品扩散模型。Bass产品扩散模型由Frank M. Bass于1969年提出,综合来看,该模型可以使用相当少的估计变量达到相当不错的预测效果。运用该模型可以方便地求出目标产品的销量增长上限,进而结合产品价格便可得出价值增长上限。具体来说,就是以一定时间间隔(通常为一年)为基础收集高新技术产品以往的累计销量数据,将这些数据代入Bass产品扩散模型得出未来产品的最大累计销量。根据时间 t 预测出产品最大销量之后,便可以建立数量型二叉树模型了(如下图所示)。



图中, A_0, A_1, A_2 分别表示第1、2、3阶段末的产品价值; N 表示高新技术产品数量; f 表示各阶段相对应的期权价值; P_0 表示期初产品开发费用; p 表示产品数量变化虚拟概率。限于篇幅,本文只给出了两期二叉树模型,模型的扩展部分用虚线

表示。

2. 确定二叉树模型中的基本参数。根据以上一定时间间隔为基础收集的产品销量数据,计算产品波动程度 σ 及相应的 Δt ,产品波动程度可以用方差或标准差表示;根据当时银行一年期借款利率来确定无风险利率,结合产品波动程度 σ 及相应的 Δt 确定二叉树模型中的基本参数 p, u, d 。

3. 确定二叉树模型阶段数。根据期初产品销量结合上升比例及下降比例我们便可以构建基于产品销量的二叉树模型。模型构建如左下图所示,图中产品数量上升的粗黑线线路是确定数量型二叉树模型阶段数的关键。沿着粗黑线线路,产品销量的变化趋势是一直上升的,因此该线路上的产品数量会最先达到最大值。实际上,产品销量不会无限上升,由于受到市场环境及产品目标客户的限制,其必定存在上限。根据模型中产品销量在粗黑线上稳定上升的趋势及由产品销量预测模型得出的最大产品销量便可求出销量增长的阶段数量。即在达到最大销量之前产品销量沿粗黑线线路增长的次数就是模型的阶段数。这里我们之所以只选择产品销量上限,是基于以下两点考虑的:一是在价格不变情况下企业关注更多的是产品销量增量。若出现产品销量下降,管理者必定会采取各种对策予以阻止。若措施无效,企业将会衡量产品价值与产品累计投入,若累计投入大于产品价值,则会停止生产该产品。二是在二叉树模型当中,低于执行价格的产品期权价值会被排除在产品期权价值计算之外。

4. 建立产品价值模型。通过以上步骤建立的只是描述产品数量的二叉树模型,为得到产品价值模型我们只需结合企业产品定价原则来考虑。根据上文所述,企业对于产品定价其实是稳定的,即便企业价格调整,其价格也会与产品销量相联系。这里,限于篇幅我们没有给出产品价值模型,产品价值模型构造与左下图相同。若用 S 表示产品价值,则在价格不变的情况下,在上图中只需用字母 S 替换字母 N 就可以得到产品价值模型。

5. 确定产品期权值 f 。关于衡量高新技术产品价值的数量型二叉树模型建立之后,我们便可以进行期权价值的计算了。据上文所述,期权执行价格是随着产品价值的变化不断上升的。本文假设每阶段与产品价值增长相适应的投入是均等的,即执行价格等额上升,如左图所示,每期执行价格上升幅度为 a ,则每期期权价值计算如图中方框所示,当然图中只给出了一部分高新技术产品期权计算过程,其他部分的计算原理也是一样的。这样,通过一步步推理,便可以最终计算出产品本身蕴含的期权价值。

基于数量的二叉树模型根据实物资产与金融资产区别,对以往二叉树模型进行了必要改进,其更充分地考虑了现实市场环境对产品期权价值计算的影响,对于准确衡量高新技术产品的期权价值极有帮助。

主要参考文献

1. 王少豪.高新技术企业价值评估.北京:中信出版社,2002
2. 晏钢,董守胜.公司估价方法与发展战略决策.经济管理出版社,2003