

# B—S期权定价法在高新技术企业价值评估中的改进与测算过程

张 彤, 陈小燕, 张晓丽

(西安工程大学 管理学院, 陕西 西安 710048)

**摘 要:**在明晰期权概念的基础上,揭示了期权内在价值和价格的性质。通过大量实证研究将B—S模型分别针对长、短期期权进行改进,主要涉及期权有效期和企业红利政策的影响,并说明了红利收益率 $y$ 的确定过程和波动率 $\sigma$ 的计算方法。在改进后给出了模型的实用案例分析和计算实现,使期权定价更为实用、简单和程序化。

**关键词:**期权;高新技术企业价值评估;Black—Scholes期权定价模型;红利;波动率 $\sigma$

中图分类号:F276.44

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)10-0121-04

## 1 问题的提出

全球范围内风起云涌的风险投资使高新技术企业异军突起,为21世纪的社会经济增添了活力。杰克·韦尔奇以提高公司价值为核心,创造了GE史无前例的成长奇迹。企业的价值管理和经营决策的需要,使得企业价值评估凸显其重要性。而由于新时代发展的价值潜力主要来源于无形资产和知识产权,因此“加强技术创新,发展高科技,实现产业化”成为了社会发展的动力。高新技术企业“有形资产少,无形资产比重大”的特点,促使高新技术企业价值评估方法出现了新突破。为了公平、切实、准确地反映高新技术企业的发展潜力和价值,源自1997年度诺贝尔经济学奖获得者Myron Scholes和Robert C.Merton的Black—Scholes公式的贡献,期权定价法成为评估无形资产——未来机会价值的有力工具,有效揭示了企业的潜在价值。但是在实证中发现,B—S模型对高新技术企业估值存在失真问题,只有某些关键因素起主要影响作用。本文主要借助期权的基本理论,分析企业中具有期权性质资产的评价问题,找出关键变量的评估办法,改进模型,缩小估值的偏差性。

## 2 期权基本理论

### 2.1 期权的产生

期权作为一种客观选择权,以各种单一或组合形式广泛存在于投资和经营领域。随着社会主义市场经济的深入发展,各种经济成分的相互渗透,含有期权的资产会越来

越多地出现在我国企业的资产清单中。因此,在具有期权性质资产的单项评估、企业总体价值评估和企业股权价值评估中,会广泛应用期权定价理论。

现实中尚未发生的事情都非100%确定,风险存在普遍性。事物及社会在发展中由于希望回避这种结果的不确定性而产生了期权,为交易中厂商进行套期保值、风险管理提供了更多的选择工具。期权是指持有人在规定的期限内可以,但不是必须按照事先约定的价格买或卖某项财产或物品(金融资产或实物资产)的一种权力。有了权力后就可以根据市场的发展情况决定是否交易,而为取得这个未定权益(Contingent Claim)所付出的代价称为期权金,即期权价格。它由到期日 $T$ 、约定价格 $X$ 、市场价格 $S$ 等关键因素决定。期权定价本质上就是对这一类未定权益定价。

### 2.2 期权的内在价值

期权持有人在定夺如何对自己有利后,决定是否行使期权,期权的内在价值为零或 $S-X$ 的绝对值。对于多头买权持有人来说,若到期按市场价格购买,说明多头买权实际未起作用,此时期权内在价值为零;如果到期按约定价格购买,则利用多头买权可以节省价款,多头买权内在价值为 $S-X$ 。对于多头卖权持有人,同理,到期按市场价格出售时未行使期权,多头卖权内在价值为零;若按约定价格出售,增加的销售收入即 $X-S$ 为期权的内在价值。

期权只能作为一种避险工具,转移部分或分散风险,不能消除风险。如果说多头期权持有者是持有一种权力而不负有相应义务,那么空头期权持有者则是持有一种义务而不负相应权力。换言之,价格波动的风险从多头期权持

收稿日期:2008-01-15

作者简介:张彤(1960-),男,陕西西安人,西安工程大学管理学院教授,研究方向为复杂系统、产业经济;陈小燕(1983-),女,甘肃永登人,西安工程大学管理学院硕士研究生,研究方向为项目投资与管理;张晓丽(1983-),女,山西晋中人,西安工程大学管理学院硕士研究生,研究方向为技术经济。

有者转移到空头期权持有者。因此,对同一期权来说,相对多头期权持有者而言,空头期权持有者既存在价格不利变化的风险(此时,多头期权持有者将行使期权,按约定价格买或卖),又不能享用价格有利变化的好处(此时,多头期权持有者将按市场价格买卖)。从内在价值的角度来看,同一买权或卖权的多头与空头的内在价值之和为零。

### 3 B—S期权定价模型及其在高新技术企业价值评估运用中的改进

#### 3.1 期权价格的性质

期权包括金融期权和实物期权。在企业价值评估中,期权理论应用更多的是以实物期权为对象。所谓实物期权(Real Option),宽泛地说,是以期权概念定义的现实选择权。概念上与金融期权相对应,并以其为基础发展而来。对于一个约定价格为X,标的资产当前价值为S的买方期权,其收益(现金流)则为 $S-X(S>X)$ 或 $0(S\leq X)$ 。

买方期权的权力是以执行价格X购买标的资产。因此,在任何情况下,这种权力本身的价格C都不会超过标的资产的市价S。如果C比S还贵,就不必去买这种权力而直接到市场购买标的资产即可,所以S是买权的上限。买权的下限为S减去X的现值 $S-PV(X)$ 。如果期权的价格低于此下限则存在明显的套利机会,投资者可通过买入期权同时卖出标的资产获利,市场上的买卖交易则会促使期权价格回到 $S-PV(X)$ 以上的范围。同理,推导出卖方期权的到期值价值范围为 $(PV(X)-S, X)$ ,现值价值范围 $(PV(X)-S, PV(X))$ <sup>[1]</sup>。

决定期权价值的变量主要有6个,对期权价格的影响<sup>[2]</sup>如表1所示。

表1 主要因素对期权价格的影响

影响因素	看涨期权	看跌期权
标的资产价格 S	+	-
约定价格 X	-	+
有效期 T-t	+	+
波动率 $\sigma$	+	+
无风险利率 r	+	-
红利率 y	-	+

注:“+”表示期权价格是变量的增函数,“-”表示期权价格是变量的减函数。

#### 3.2 B—S期权定价法的原理及基本形式

B—S模型较二项式期权定价方法<sup>[3]</sup>应用简单,其构建存在基本假设<sup>[4]</sup>:

(1)市场不存在套利机会。这里要明确套利不同于投机。套利(Arbitrage)是基于对同一类风险资产的观察,利用市场价差,在不同市场同时交易,获取瞬时无风险利益。二者的区别在于:投机是基于对未来价格水平的预测而牟取利润,有风险可言;而套利是利用不同市场在价格联系上的差异现实来套取利润,无风险。但是,套利机会不可能

持久。因为根据经济学理论和市场机制,这种机会一旦出现,随着套利者的参与,不同市场价格必将趋于平衡,机会就会随之消失。

(2)标的资产价格演化遵循几何Brown运动: $\frac{dS}{S}=\mu dt+\sigma dW_t$

$\mu$ 为期望回报率, $\sigma$ 为波动率, $dW_t$ 为标准Brown运动, $E(dW_t)=0,Var(dW_t)=dt$ 。

(3)不付交易费用(Transaction Cost)和税收(Tax),即市场是无摩擦的。

(4)标的资产不支付股息。

(5)无风险利率r是常数。

假定标的资产市场价值S、期权执行价格X、看涨期权价格 $C_t$ 、看跌期权价格 $P_t$ 、波动率 $\sigma$ 、有效期 $T-t$ 、无风险利率r,主要利用 $\Delta$ -对冲(风险对冲原理)<sup>[4]</sup>:

$$\Pi=V-\Delta S \tag{1}$$

即对给定的期权V,在相反方向交易 $\Delta$ 份额的标的资产S,以构成无风险的投资组合 $\Pi$ 。

看涨—看跌期权的平价公式:

$$C_t+Xe^{-r(T-t)}=P_t+S \tag{2}$$

逐步计算,推导出Black—Scholes期权定价公式:

$$C_t=V(S,t)=SN(d_1)-Xe^{-r(T-t)}N(d_2)$$
——看涨期权

公式中右边第一项为期望的资产价值,第二项为资产的期望成本,其中:

$$d_1=\frac{\ln(S/X)+(r+\sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2=\frac{\ln(S/X)+(r-\sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}=d_1-\sigma\sqrt{T-t}$$

$$P_t=V(S,t)=Xe^{-r(T-t)}N(-d_2)-SN(-d_1)$$
——看跌期权

B—S模型除可进行期权定价外,在实际操作中还可结合利用 $\Delta$ -对冲技巧对风险资产进行管理。即出售方卖出一张期权必然面临风险,为回避此风险,出售方要采取适当策略对风险进行控制,买进适当份额 $\Delta$ 的原生产资产与它对冲,形成 $\Delta$ -对冲思想。

#### 3.3 B—S模型在高新技术企业价值评估运用中的改进

B—S期权定价模型在一些条件下可对任何具有期权特性的资产进行量化,尤其在风险投资中对拥有技术专利权的新项目或高新技术企业的价值采用期权评估法较合适<sup>[5]</sup>。比如,一个企业可以选择对研究出的专利成果进行投资以转化为生产力,也可以不采用。这种选择的机会,实际上就相当于企业持有了一个看涨期权所提供的权力。若不采用,这种选择机会的价值为零;如果市场条件较好,投资新项目可以为企业带来利润和未来的成长机会,这种选择的价值将大于零<sup>[6]</sup>。又如,一个公司的股东实际相当于持有一个看涨期权,约定价值为公司的债务总额。当公司总资产价值低于其债务时,股票的价值为零,因为公司的有限责任制使股票的价值不可能小于零;当公司的市值高

于总债务时, 股票的价值大于零<sup>[1]</sup>。

高新技术企业的专利项目, 甚至其公司的价值, 就存在于一个可能获得未来巨大现金流也可能失败的机会, 即拥有一个机会的价值。如何评估这种具有投资机会价值的高新技术公司, B-S 模型奠定了一个新颖的总体性框架, 但在运用中需设定关键变量以对模型进行必要修正。

### 3.3.1 红利收益率 $y$

企业的红利支付政策会降低标的资产价格, 以致看涨期权价值下降和看跌期权价值上升。因此, 可分别针对长、短时期期权涉及的红利收益率变量, 调整模型中标的资产价格的表达式。

短期期权<sup>[1]</sup>, 是指在一年之内到期的期权。对此类期权, 设调整后的标的资产价格为 $S'$ , 标的资产现值 $S$ , 估算标的资产有效期内预期红利的现值 $PV(D) = \sum [D_t / (1+r)^t]$  (考虑一年中支付红利的次数), 则 $S' = S - PV(D)$ ; 然后将 B-S 模型中的 $S$ 代换为 $S'$ , 便得到改进的红利支付下的短时期期权定价模型。

长期期权<sup>[1]</sup>的期权期限在一年以上, 利用现值处理红利会有误差且较困难。这里引入红利收益率变量调整模型。

对 B-S 模型原始假定的推广:

(1) 标的资产的价格适合随机微分方程  $\frac{dS}{S} = \mu(t)dt + \sigma(t)dW_t$ 。

(2) 标的资产连续支付股息 (红利), 红利收益率为  $y(t) = \text{红利} / \text{资产现值}$ 。红利从项目现金流量出现正值年度开始, 按企业支付股息占税后利润的比例提取。

同理, 推导出改进后存在红利支付的 B-S 长期期权定价模型:

$$C_t = Se^{-\gamma(T-t)}N(d_1) - Xe^{-\gamma(T-t)}N(d_2) \text{——看涨期权}$$

$$P_t = Xe^{-\gamma(T-t)}N(-d_2) - Se^{-\gamma(T-t)}N(-d_1) \text{——看跌期权}$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r - \gamma + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}, d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

### 3.3.2 波动率 $\sigma$

B-S 模型中最难确定的变量是波动率 $\sigma$ , 即标的资产

价值的方差。这里根据以前估价理论的 $\sigma$ , 计算适用且误差较小的改进, 采用对标的资产资本预算 (现金流量预测数据) 的年收益率的标准差测量执行 $\sigma$ 估算:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - R)^2} \text{ (投资利润率 } R = \text{净利润} / \text{总投资)}$$

## 4 实证及测算

某通信设备制造公司拥有一项 2006 年申请的 20 年期限专利, 对于截止 2006 年底的企业价值, 可由公司已有资产、业务的价值和这项专利技术的价值两部分组成。这种专利拥有权只是一种允许公司有开发和制造某种产品的权力, 对于外来资金只是一个投资的机会, 它只有在预期产品销售的现金流超过开发成本时, 公司或投资人会投资实施; 否则, 若市场不好或时机未到, 公司将不会使用此专利进行生产, 以避免增加新的成本。设 $I$ 为该专利产品开发成本的现值 (这里的现值以 2006 年 12 月 31 日为评估基准日, 以下同),  $V$  是预测现金流的现值, 则拥有该专利产品的损益状况如下:

$$\begin{aligned} \text{拥有产品专利的损益} &= V - I && \text{当 } V > I \\ \text{拥有产品专利的损益} &= 0 && \text{当 } V \leq I \end{aligned}$$

所以, 公司的产品专利权可被看作一个买方期权, 专利产品本身为标的资产, 其现时价值就是 2006 年 12 月 31 日生产该产品的预期现金流的现值。生产该专利产品的初始投资成本的现值为这个买方期权的执行价格, 期权期限是公司拥有该专利权的期限 20 年。即公司决定为生产销售专利产品而进行投资时, 这个专利期权就被执行, 否则, 就不执行。

为使该项目可行且可持续发展, 企业财务人员在合乎逻辑、符合客观实际的假设基础上, 通过相应的行业、市场和财务依据, 考虑产品价格需求弹性、企业及行业发展等因素的影响, 预测了评估基准日该期权投资项目的现金流 (见表 2)。

根据表 2 数据进行计算:

(1) 标的资产当前市场价值 $S = \text{预期现金流的现值 (资产现值)} = 6\,678.76$ 万元;

表 2 现金流量测算及评价表

单位: 万元

	现值	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年
项目总投资	-5 474.33	-2 136.60	-2 000.00	-2 000.00	-863.40	/	/	/	/	/	/
折旧及摊销	/	475.00	475.00	475.00	475.00	475.00	475.00	475.00	475.00	475.00	475.00
税后利润	/	-683.19	73.44	983.24	2 071.33	2 392.02	3 131.33	3 700.12	3 520.63	3 401.73	3 300.24
现金流量	/	-2 344.79	-1 451.56	-541.76	1 682.93	2 867.02	3 606.33	4 175.12	3 995.63	3 401.73	3 300.24
净现值(12%)	6 678.76	-2 093.56	-1 157.17	-385.62	1 069.53	1 626.82	1 827.08	1 888.61	1 613.77	1 226.70	1 062.59
内部收益率(10年)	37.49%	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
投资回收期(年)	5.58	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
投资利润率	39.99%	-12.5%	1.3%	18.0%	37.8%	43.7%	57.2%	67.6%	64.3%	62.1%	60.3%
红利收益率	1.93%	0	0	0	1.9%	2.1%	2.8%	3.3%	3.2%	3.1%	3.0%

(2) 执行价格  $X =$  开发此产品的投资成本现值  $= 5\,474.33$  万元;

(3) 有效期  $T - t = 19$  年;

(4) 年无风险利率  $r = 20$  年期国债利率  $= 4.52\%$ ;

(5) 标的资产价格的波动率  $\sigma = 0.28$ ;

(6) 红利收益率  $= 1.93\%$  (年平均, 公司支付股息比例为  $6\%$ );

(7) 评估日专利权价值  $V_1 = 4836.89$  万元 (改进前);

(8) 评估日专利权价值  $V_2 = 2972.67$  万元 (改进后), 项目净投资价值为  $4\,177.09$  万元。

## 5 结论

各种投资活动不可否认地伴有红利政策的发生, 因此红利对于评价期权性质资产的影响是不可忽略的。通过改进后的分别针对长、短期期权的 B-S 期权定价模型、波动率和红利收益率的计算方法、程序化的测算过程, 使得理

论具有较高实用价值。并通过实证可以有效解决改进前的期权定价高估问题, 使定价更合理、准确, 投资更加理性。

### 参考文献:

- [1] 王少豪. 高新技术企业价值评估 [M]. 北京: 中信出版社, 2002.
- [2] 汪海粟. 企业价值评估 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2005.
- [3] REISS, ARIANE. Investment in Innovations and Competition: An Option Pricing Approach [J]. The Quarterly Review of Economics and Finance, 1998(38).
- [4] 姜礼尚. 期权定价的数学模型和方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [5] 李国好, 田杰. 实物期权在高科技企业初期投资决策中的应用研究 [J]. 科技进步与对策, 2007(5).
- [6] 王宗军, 柯昌文. 用实物期权评 R&D 项目的研究现状和趋势 [J]. 科技进步与对策, 2007(4).

(责任编辑: 赵 峰)

## The Modification and Practise of Black-Scholes Option Pricing Model Applied in Business Evaluation for Hi-tech Enterprise

Zhang Tong, Chen XiaoYan, Zhang XiaoLi

(School of Management, Xi'an Polytechnic University, Xi'an China, 710048)

**Abstract:** Based on expounding exactly the definition of options, to illuminate its intrinsic value and behavior of premium. To modify the model fit for long-term option and short-term option with variables as Expiration date and dividend-paying policy by numbers of empirical studies, explain calculating way of dividend yield and volatility. Then it uses that into cases analysis and introduce valuation steps, which make option pricing method more applied, simplified and procedured.

**Key Words:** Options; Business Evaluation for Hi-Tech Enterprise; Black-Scholes Option Pricing Model; Dividend; Volatility