

# 基于模糊实物期权的公司股权价值评估

孔祥丽

(厦门大学 经济学院, 福建 厦门 361005; 新疆石河子大学 农学院, 新疆 石河子 832000)

**摘要:**文章提出了将模糊集理论运用于 B-S 定价模型用来评价公司股权价值。由于市场和技术环境的不确定性, B-S 模型中的一些输入参数往往不能很准确。因此, 采用梯形模糊数来估计预期股权现金流现值和股权资本成本, 建立了模糊实物期权定价模型, 并应用案例验证该模型的有效性。

**关键词:**实物期权; 模糊数; B-S 模型; 股权价值

**中图分类号:** F272.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6487(2008)22-0134-02

实物期权理论的发展和完善为评价投资项目价值提供了一种全新的方法, 体现了在处理投资项目的不确定性和灵活性等方面的优势。期权(option)是指一种选择权, 持有者通过付出一定成本而拥有一项在到期日或到期日之前根据具体情况做出具体选择的权利。将期权思想用于公司股权价值估值, 是将公司股权看作是基于一公司总价值的看涨期权, 期权的实质是公司的价值等于该公司预期在未来所产生的全部现金流的现值总和, 公司股权价值通过使用股权资本成本对预期股权现金流进行贴现而得到。对于公司股权的估值, 可以直接运用 Black-Scholes 期权定价模型进行计算。已有的文献通常假设战略投资项目的价值符合几何布朗运动, 或者结合 Possion 跳跃运动描述投资项目的未来价值变化, 而实际上战略投资项目的价值常常并不一定是符合随机过程, 但管理者可以根据已有的知识经验估计出影响战略投资项目价值变化参数的区间, 此时, 模糊集理论正好发挥其功能。基于此, 本文在前人研究的基础上采用梯形模糊数的形式表示预期股权现金流现值和股权资本成本的主观推断和估计, 计算其模糊均值和方差, 然后结合期权定价理论更加合理地评估公司股权价值, 最后, 结合具体案例进行了实证分析。

## 1 模糊实物期权定价理论

### 1.1 实物期权的基本理论

所谓实物期权就是在不确定条件下与金融期权类似的实物资产投资的选择权(如推迟、提前、扩大、缩减投资获取新的信息等的选择权)。实物期权定价的基本思想是通过其与金融期权的对称关系, 在金融市场上找到相应的孪生证券, 通过二项式公式和 B-S 期权定价模型予以解决。由于可以将公司股权看作是基于一公司总价值的看涨期权, 对于公司股权的估值, 可以直接运用 Black-Scholes 期权定价模型进行计算。

1973 年, Black 和 Scholes 在完全市场和股票价格服从对数正态分布的假定条件下, 通过建立一个包含期权和股票的投资组合, 得到了基于股票的期权价格的微分方程并

成功地求解了该微分方程, 得到欧式看涨期权和看跌期权的解析解, 即著名的 Black-Scholes 模型。该模型在下列假设成立: (1)无税收和交易成本; (2)资产可以细分; (3)没有买卖限制; (4)到期日前的无风险利率固定且可知; (5)到期日前股票不分红; (6) 股价的变化遵循对数正态分布的随机过程, 价格方差在到期日前不变且可知。其欧式看涨期权的价值为

$$C = SN(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2) \quad (1)$$

其中  $d_1 = [\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)\tau] / (\sigma\sqrt{\tau})$ ,  $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\tau}$

$\tau = T - t$  为定价日距到期日的时间(时间单位为年),  $S$  为定价日标的股票价格,  $X$  为买权合同的执行价格,  $r$  是按连续复利计算的无风险利率,  $T$  为到期日,  $t$  为当前定价日,  $\sigma$  是标的股票价格的波动率,  $N(\cdot)$  为标准正态变量的累积分布函数。

### 1.2 模糊理论的截集观念及模糊数可能平均值

Zadeh 教授于 1965 年提出模糊集理论解决模糊性和不确定性问题。一个模糊数  $\tilde{A}$  是一个在实线段上的模糊集合, 其幕集为  $F$ , 对任意的  $\tilde{A} \in F$ , 使用符号  $[\tilde{A}]^r = [a_1(r), a_2(r)]$  表示  $\tilde{A}$  的  $r$  水平集, 如果  $\tilde{A} \in F$  是一个模糊数,  $x \in R$  是一个实数, 则  $\tilde{A}(x)$  就可以解释为  $x$  是  $\tilde{A}$  的可能性程度。

定义 1 模糊数  $\tilde{A} \in F$  被称为在实线段  $[a, b]$  上左宽度为  $\alpha$ , 右宽度为  $\beta$  的梯形模糊数, 如果它的隶属函数满足:

$$[\tilde{A}]_0 = \begin{cases} 1 - \frac{a-t}{\alpha} & \text{当 } a-a \leq t \leq a \\ 1 & \text{当 } a \leq t \leq b \\ 1 - \frac{t-b}{\beta} & \text{当 } a \leq t \leq b+\beta \\ 0 & \text{其他情形} \end{cases} \quad (2)$$

可以表示为  $\tilde{A}(a, b, \alpha, \beta)$ , 显然有  $[\tilde{A}]^r = [a - (1-r)\alpha, b + (1-r)\beta]$ ,  $\forall r \in [0, 1]$ 。其支持集为  $(a - \alpha, b + \beta)$ 。

如果  $[\tilde{A}]^r = [a_1(r), a_2(r)]$ ,  $[\tilde{B}]^r = [b_1(r), b_2(r)]$  是模糊数,  $\lambda$  是一个实数, 利用扩展原理有下列等式成立:

$$[\tilde{A} + \tilde{B}]^r = [a_1(r) + b_1(r), a_2(r) + b_2(r)],$$

$$[\lambda \tilde{A}]^r = \lambda [\tilde{A}]^r \quad (3)$$

从 Carlsson C. 和 Fuller R. 引入模糊数的均值为:

$$E[\tilde{A}] = \int_0^1 \gamma [a_1(\gamma) + a_2(\gamma)] d\gamma = \frac{\int_0^1 r \frac{a_1(r) + a_2(r)}{2} dr}{\int_0^1 r dr}$$

显然,若  $\tilde{A}=(a,b,a,\beta)$  是一个梯形模糊数,则:

$$E(\tilde{A}) = \frac{a+b}{2} + \frac{\beta-\alpha}{6} \quad (4)$$

同样引入模糊数  $\tilde{A}$  的方差为:

$$\sigma^2(\tilde{A}) = \int_0^1 r \left[ \left[ \frac{a_1(\gamma) + a_2(\gamma)}{2} - a_1(r) \right]^2 + \left[ \frac{a_1(\gamma) + a_2(\gamma)}{2} - a_2(r) \right]^2 \right] dr$$

$$= \frac{1}{2} \int_0^1 r [a_2(r) - a_1(r)]^2 dr$$

显然,若  $\tilde{A}=(a,b,a,\beta)$  是一个梯形模糊数,则:

$$\sigma^2(\tilde{A}) = \frac{(b-a)^2}{4} + \frac{(b-a)(a+\beta)}{6} + \frac{(a+\beta)^2}{24} \quad (5)$$

### 1.3 模糊实物期权定价模型

公司股权就像持有一个金融看涨期权,标的资产为公司总价值,期权的执行价格都是公司发行在外的所有债务的价值,可看做股权资本成本。期权执行时间为距期权到期日的时间。无风险利率是政府债券的利率,标的资产波动率就是股权价值的波动率,也是标的资产连续复利的年收益率标准差。然而,由于市场环境的不确定性和公司股权价值评估的复杂性,在应用 B-S 定价模型评价公司股权价值时很难对模型中的参数事先给出一个确定值,但可以用一个梯形模糊数  $V=(V_1, V_2, \alpha, \beta)$  近似估计公司价值现金流的现值,也就是说  $V$  最可能的值落在区间  $[V_1, V_2]$  上,  $V$  值的上下边界分别为  $(V_2+\beta)$  和  $(V_1-\alpha)$ ,如图 1 所示。同样可以估计公司股权资本成本为梯形模糊数  $C=(C_1, C_2, \alpha', \beta')$ 。

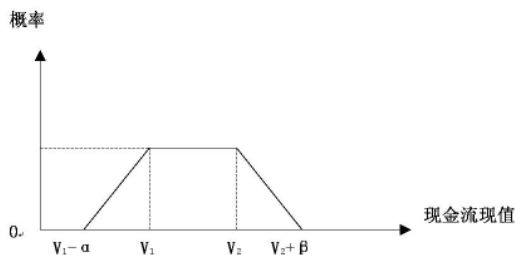


图 1 公司价值期望现金流的概率分布

1973 年 Merton 对 B-S 公式进行了扩展,提出了基于支付红利股票的美式看涨期权价值的计算公式,我们结合模糊环境对 Merton 公式进行改造,计算模糊实物期权价值:

$$FROV = V e^{-\delta T} N(d_1) - C e^{-rT} N(d_2) \quad (6)$$

$$\text{其中: } d_1 = \frac{\ln E(V)/E(C) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma \sqrt{T}} \quad d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

FROV 为模糊环境下实物期权价值,  $V$  为公司预期总价值的现值,  $C$  为公司发行在外的所有债务的价值,  $r$  为期权有效期间的无风险利率,  $T$  为距期权到期日的时间,  $\sigma$  为标的资产连续复利的年收益率标准差,  $\delta$  为期权持续期间价值的损失。

利用公式(1)对于梯形模糊数  $V$  和  $c$  可得

$$FROV = (V_1, V_2, \alpha, \beta) e^{-\delta T} N(d_1) - (C_1, C_2, \alpha', \beta') e^{-rT} N(d_2)$$

$$= (V_1 e^{-\delta T} N(d_1) - C_2 e^{-rT} N(d_2), V_2 e^{-\delta T} N(d_1) - C_1 e^{-rT} N(d_2), \alpha e^{-\delta T} N(d_1) + \beta e^{-rT} N(d_2), \beta e^{-\delta T} N(d_1) + \alpha e^{-rT} N(d_2)) \quad (7)$$

## 2 数值案例

我国电子信息产业在上个世纪 90 年代中后期蓬勃发展,其中又以软件开发及服务业最为耀眼。杭州信雅达系统工程股份有限公司就是一个典型代表。它于 2002 年 11 月 1 日起在上海证券交易所上市交易,简称“信雅达”,证券代码 600571。信雅达公司主要从事软件研究、开发、经营和服务,主营业务为电子文档影像、电子商务及信息安全等软件产品的研发、生产、销售、服务等,公司的主导产品在业内具有很高的占有率,电子文档影像系统、客户服务中心系统、企业电子银行系统均是行业第一。对于这样一个高科技上市公司而言,未来成长的机会空间广阔,但行业的波动性也大,用实物期权的方法来评估该公司的股价是相当现实而合理的选择。

### 2.1 资料来源

本文研究对象杭州信雅达系统工程股份有限公司人民币普通股(A 股)股票于 2002 年 11 月 1 日起在上海证券交易所上市交易,截止 2007 年 4 月 27 日可获得四年半 54 个月的日子交易数据。信雅达公司财务报表可由上海证券交易所网站(<http://www.sse.com.cn>)下载得到。本文主要利用了 2007 年 4 月 27 日公布的杭州信雅达系统工程股份有限公司 2006 年度报告。

### 2.2 计算

查询杭州信雅达系统工程股份有限公司 2006 年年度报告,其合并资产负债表 2006 年度期初和期末资产总计分别为 65.96(百万元)和 69.59(百万元),将作为 BS 模型中标的资产现值  $V$  的估计,即  $V=(65.96, 69.59, 50.50)$ 。期初和期末负债总计分别为 31.68(百万元)和 34.29(百万元),将作为 BS 模型中期权执行价格  $C$  的估计,即  $C=(31.68, 34.29, 20.20)$ 。假定期权的执行期间为 5 年。2006 年首期凭证式国债 5 年期票面年利率为 3.49%,选取其作为 BS 模型中无风险利率  $r$  的估计,即  $r=3.49\%$ 。  $\delta=0.02$ (百万)元。那么,

$$E(V) = \frac{V_1 + V_2}{2} + \frac{\beta - \alpha}{6} = 67.78 \text{ (百万)元} \quad E(C) = \frac{C_1 + C_2}{2} + \frac{\beta' - \alpha'}{6} = 32.99 \text{ (百万)元}$$

$$\sigma(V) = \sqrt{\frac{(V_2 - V_1)^2}{4} + \frac{(V_2 - V_1)(\alpha + \beta)}{6} + \frac{(\alpha + \beta)^2}{24}} = 21.92 \text{ (百万)元}$$

$$\text{用百分比形式表示为: } \sigma(V) = \frac{21.92}{67.78} = 32.34\%$$

$$N(d_1) = N\left[\frac{\ln(67.78/32.99) + (0.0349 - 0.02 + 0.3234^2/2)5}{0.3234\sqrt{5}}\right] = 0.8621$$

$$N(d_2) = N[d_1 - \sigma \sqrt{T}] = 0.6443$$

将上述数据代入公式(7)可以得到模糊环境下的实物期权价值:

$$FROV = \begin{pmatrix} 65.96e^{-0.02T} \cdot 0.8621 - 34.29e^{-0.0349T} \cdot 0.6443, 69.59e^{-0.02T} \cdot 0.8621 - 31.68e^{-0.0349T} \cdot 0.6443, 50.50e^{-0.02T} \cdot 0.8621 + 20.20e^{-0.0349T} \cdot 0.6443, 31.68e^{-0.0349T} \cdot 0.6443 + 20.20e^{-0.02T} \cdot 0.8621 \end{pmatrix}$$

$$= (32.89, 37.14, 49.83, 49.83) \text{ (百万)元}$$

由图 2 可知,模糊实物期权价值的期望是 35.02,最有可能的区间为 (32.89, 37.14),左端点(可能的最大损失)是 16.93,

# 分税制下财政分权与经济增长的关系

潘 娟

(兰州大学 经济学院,兰州 730000)

**摘 要:**文章把我国划分为五个地区,对分税制改革以来 1994~2006 年的数据进行回归分析,结果显示:东部地区财政分权促进了地区经济增长,其他地区的财政分权不利于经济增长,民族地区的负作用更加明显。进一步的研究表明,1998 年是东北、中部、西部财政分权度由高到低的转折点,由此说明财政分权与经济增长存在跨时和跨区差异,而且,1998 年财政政策的转变对两者之间的关系产生了重要影响。

**关键词:**财政分权;经济增长;地区差异

中图分类号:F812

文献标识码:A

文章编号:1002-6487(2008)22-0136-03

## 0 引言

所谓财政分权,是指财政资源在各级政府间的分配,是中央政府给予地方政府一定的税收权和支出责任范围,允许地方政府自主决定其预算支出规模和结构。我国自 1994 年实行的分税制改革,明确了中央与地方政府的财权划分,逐步提高了中央财政收入的比重,对中国的财政分权改革产生了重要的影响。作为一种财政制度变革,财政分权对经济增长具有极其重要的政策导向作用,分税制改革后财政分权到底是促进了经济增长,还是抑制了经济增长? Hamid Davoodi 和 Heng-fu Zou(1999)的结论是:财政分权与经济增长在发展中国家呈负相关关系,而在发达国家两者之间不存在相关

关系;Kerk.L.Phillips 和 Gary Woller(1998)的研究结论是:发达国家财政分权与经济增长之间存在着微弱的但在统计意义上是显著的负相关关系,发展中国家没有发现财政分权与经济增长之间存在相关关系。Yilmaz(2001)的研究表明在单一制国家,财政分权对人均经济增长有正相关关系,显著水平为 5%,而在联邦制国家,财政分权与人均经济增长之间的关系不稳定。Thieben(2003)的研究结论是财政分权与经济增长之间呈弓形关系,太低的分权度或太高的分权度都不利于经济增长。对国内财政分权和经济增长问题的研究主要是从张涛和邹恒甫(1998)、马骏(1997)开始,张涛和邹恒甫认为财政分权不利于经济增长,而马骏的结论则正好相反。林毅夫和刘志强(2000)利用中国 1970~1993 年的省级面板数据进行计量分析后发现,财政分权提高了省级人均 GDP 的增

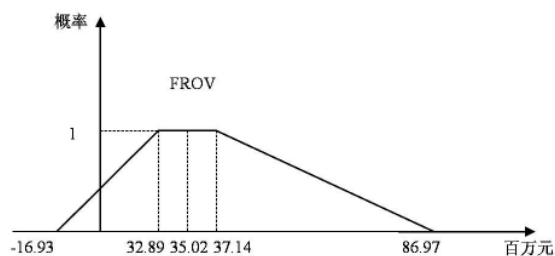


图2 模糊环境下的实物期权价值

右端点(可能的最大获利)是 86.97。

## 3 结语

用实物期权方法对公司股权价值进行评估,由于市场和技术环境的不确定性,本文采用梯形模糊数来表示预期股权现金流现值和股权资本成本,计算其模糊均值和方差,然后结合期权定价理论更加合理地评估公司股权价值,从而为股权价值评估提供一个科学的分析框架。

## 参考文献:

- [1] Dixit, A., and R. Pindyck, Investment under Uncertainty [M]. Princeton University Press, NJ, 1994.
- [2] Black F, Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities [J]. Journal of Political Economics, 1973, (81).
- [3] 汪培庄. 模糊集合论及其应用[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998.
- [4] Merton, Robert C. The Theory of Rational Option Pricing [J]. Bell Journal of Economics and Management Science, 1973, (4).
- [5] C. Carlsson and R. Fuller. On possibilistic mean value and variance of fuzzy numbers [J]. Fuzzy Sets and Systems, 2001, 122.
- [6] Hsu, Yao-wen. Staging of Venture Capital Investment: A Real Options Analysis [C]. Presented in the 11th Annual Meeting of the European Financial Management Association, London, England, 2002.
- [7] 马蒙蒙, 蔡晨, 王兆详. 基于二叉树期权定价模型的企业 R&D 项目价值评估研究 [J]. 中国管理科学, 2004, 6(3).
- [8] 赵振武, 唐万生. 模糊实物期权理论在风险投资项目价值评价中的应用 [J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2006, 8(1).

(责任编辑/易永生)