

随机利率条件下基于实物期权法的企业并购价值评估

李旭珂, 石 静

(平顶山学院 数学与统计学院, 河南 平顶山 467036)

摘 要: 并购是企业实现资本集中的常用途径, 而目标企业价值评估是并购过程中的核心环节之一. 从实际应用出发, 利用实物期权思想对目标企业的价值进行评估, 同时考虑到实践中无风险利率不是常数, 且股票价格对数收益率往往不服从正态分布的特性, 利用三角模糊化方法将无风险利率随机化处理, 构建了随机利率条件下基于 GARCH 波动率模型的 B-S 期权估值模型, 从而提高目标企业价值评估的准确性, 为决策者提供更加准确的信息.

关 键 词: 并购; 价值评估; 实物期权; 三角模糊化; GARCH 波动率模型

中图分类号: F830.59

文献标识码: A

文章编号: 1673-1670(2022)05-0010-05

0 引言

并购是企业发展过程中实现企业扩张的一种重要方式. 企业并购过程中, 买卖双方谈判的焦点无疑是对目标企业的出价, 并购过程中估值的准确性会深刻影响并购方的未来经营, 所以并购中的估值工作值得并购参与方慎重决策.

国内学者对企业估值及并购过程中目标企业的价值评估进行了广泛的研究. 例如张勤通过构建股权自由现金流量折现模型对三峡水利收购案中的目标企业进行了估值^[1]; 辛超丽对企业价值评估的三种主要方法(收益法、成本法和市场法)的进展进行了评述, 并且结合互联网企业目前采用的基于客户价值的并购策略做了分析^[2]. 但传统估值方法无法很好地考虑上市公司整合和并购预期等成长性问题, 造成一些具有预期的公司在传统估值方法下价值被严重低估. 通过运用实物期权方法可以将未来增长的预期反映到公司估值中, 因此在并购估值方法中实物期权被广泛应用. 杨景海基于实物期权理论构建了 B-S 实物期权定价模型, 提高了并购估值的准确性^[3]; 王燕婷等人分析和比较了传统估值方法与实物期权法的优劣, 并提出若要提高企业估值准确性, 需要改进现有的估值方法^[4]; 李寅龙、胡志英基于美团的纵向案例分析比较了企业传统估值方法和实物期权方法在估值中的准确性, 得出实物期权的 B-S 模型对互联网企业

有更好的解释力^[5]; 曹国华、陈冀在前人研究基础上, 用随机无风险利率和双曲贴现函数对标准实物期权模型进行了改进^[6]; 刘继才等人通过将无风险利率进行三角模糊化处理, 分析了无风险利率波动条件下, PPP 项目中实物期权的价值^[7].

1 基于实物期权的企业并购估值模型

1.1 实物期权定价模型的确定

实物期权是以实物资产为标的物的未来选择权, 并不属于金融期权, 而是将金融期权的分析思想和定价方法运用到实物资产投资决策分析等金融市场以外的其他领域.

利用实物期权进行企业价值评估时, 估计的是企业的潜在价值, 而企业的价值既包括企业潜在价值, 又包括企业现有资产价值. 企业的现有资产价值往往用企业传统价值评估方法估计, 企业潜在价值的估计一般采用实物期权的 B-S 定价模型. B-S 定价模型的具体形式为:

$$C = S_t N(d_1) - Ke^{-r(T-t)} N(d_2). \quad (1)$$

其中:

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

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t}.$$

在金融期权定价中, 参数 S_t 表示金融资产现价, K 表示期权的执行价格, $N(d)$ 表示标准正态分布的累计概率分布函数, $(T-t)$ 表示期权有效期, r 表

示无风险利率, σ 表示波动率, T, r 和 σ 的基本时间单位是年.

企业并购价值估计中,实物期权定价参数与金融期权定价参数的对应关系如表1所示.

表1 实物期权定价参数与金融期权定价参数含义

金融期权	企业并购中的实物期权	符号
资产价格	企业当前价值	S_i
执行价格	并购价格	K
有效期	目标企业的发展期	$T-t$
无风险利率	市场利率	r
标的价格波动率	目标企业股票对数收益率标准差(上市公司)	σ

1.2 利率随机化方法确定

在B-S期权定价模型中利率的选择往往都是无风险利率,经验发现利率往往不是恒定不变的,若考虑到利率的随机性,那么无论采用短期国债利率还是长期国债利率,都无法正确评价风险的价值.

通常利率的随机性体现在利率会围绕着某个特定值上下波动,但波动范围存在上界和下界.在概率论与统计学中,三角形分布是下限为 a ,众数为 c ,上限为 b 的连续概率分布.因此,笔者对无风险利率进行三角模糊化处理^[8],其概率密度和分布函数如下所示:

$$f(r) = \begin{cases} \frac{2r(-a)}{(c-a)(b-a)}, & a \leq r \leq c; \\ \frac{2(b-r)}{(b-c)(b-a)}, & c \leq r \leq b; \\ 0, & \text{其他.} \end{cases}$$

$$F(r) = \begin{cases} 0, & r < a; \\ \frac{(r-a)^2}{(c-a)(b-a)}, & a \leq r \leq c; \\ 1 - \frac{(b-r)^2}{(b-c)(b-a)}, & c \leq r \leq b; \\ 1, & r > b. \end{cases}$$

由此可得:

$$r = \begin{cases} a + \sqrt{F(r)(c-a)(b-a)}, \\ F(r) \in \left[0, \frac{c-a}{b-a}\right]; \\ b - \sqrt{(1-F(r))(b-c)(b-a)}, \\ F(r) \in \left[\frac{c-a}{b-a}, 1\right]. \end{cases}$$

1.3 期权价值模拟

随机抽取一组服从三角分布的随机数 $F_i(r)$, ($i=1,2,\dots,n$)可以得到 n 个期权价值

$$C_i = S_i N(d_{1i}) - Ke^{-r_i(T-t)} N(d_{2i}). \quad (2)$$

其中:

$$d_{1i} = \frac{\ln(S_i/K) + (r_i + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}},$$

$$d_{2i} = d_{1i} - \sigma \sqrt{T-t}, i=1,2,\dots,n.$$

利用(2)式对期权价值进行模拟,以模拟出的期权价格序列的均值作为期权价值近似值.

2 车和家并购重庆力帆汽车案例分析

随着我国经济进入高质量发展阶段,新能源汽车市场潜力巨大.在此背景下,我国把新能源汽车产业作为战略性新兴产业之一,全球多数汽车产业大国也都加速开展了相关部署,用来推动该产业的快速发展.国内的新能源汽车产业是一新兴的产业,在技术和市场上均未完全成熟.一方面,新能源汽车在生产上的竞争较为激烈,一些企业已经从规划转向了量产交付.另一方面,工信部门明确发文鼓励代工模式,这意味着生产资质的发放会更加困难.对于初创企业想要快速进入新能源汽车的生产行列,可以通过兼并收购传统汽车企业的方式来获取生产资质.

2.1 并购案例基本情况

车和家成立于2015年7月,致力于打造全新智能电动交通工具,改变用户传统的出行体验.重庆力帆汽车有限公司是力帆实业(集团)股份有限公司控股的专业汽车生产企业,具备生产新能源汽车的造车资质.2018年12月,力帆股份同意将所持重庆力帆汽车有限公司100%股权以人民币65000万元的价格转让给重庆新帆机械设备有限公司(重庆新帆的实体控制公司就是车和家).股权转让完成后,力帆股份不再持有力帆汽车公司的任何股权.

2.2 重庆力帆汽车企业现有资产价值评估

企业现有资产价值的评估往往采用传统企业价值评估方法进行评估,传统的企业价值评估方法主要有成本法、市场法和收益法.成本法是根据企业的账面价值进行企业价值评估的估值方法,其计算方法为:

$$\text{公司净资产价值} = \text{总资产} - \text{总负债}. \quad (3)$$

成本法把企业定期公布的财务报表作为依据,具有较强的客观性,另外成本法还具有很强的适用性,所以笔者选用成本法来估算力帆汽车的现有资产价值.

由力帆股份关于出售重庆力帆汽车有限公司100%股权的公告中可以得知,截至评估基准日

2018 年 11 月 30 日,重庆力帆汽车有限公司审计后资产总额账面价值为 50 181.80 万元(其中:流动资产 22 754.36 万元,非流动资产 27 427.44 万元),负债总额账面价值为 50 020.75 万元(其中:流动负债 48 066.03 万元,非流动负债 1 954.72 万元),股东全部权益(净资产)账面价值为 161.05 万元.交易标的注册资本 5.46 亿元,所以该公司的净资产价值为 54 761.05 万元.

2.3 重庆力帆汽车企业潜在价值评估

根据 B-S 期权定价公式(1)可知,企业潜在价值的影响因素有标的价格、执行价格、无风险利率、期权有效期和标的波动率.在期权定价的 B-S 方法中,标的波动率是唯一的未知因素,往往需要用计量统计方法来估计.对于企业价值评估,标的波动率通常指目标企业股票对数收益率的标准差,而股票对数收益率序列往往有异方差性,下面首先采用 GARCH 模型估计力帆科技股票波动率^[9].

2.3.1 GARCH 模型估计力帆科技股票波动率

1) 数据选取

重庆力帆汽车有限公司是力帆实业(集团)股份有限公司控股的专业汽车生产企业,对 B-S 定价公式中标的波动率的估计以力帆实业集团股票力帆科技股票为对象估计其价格对数收益率的标准

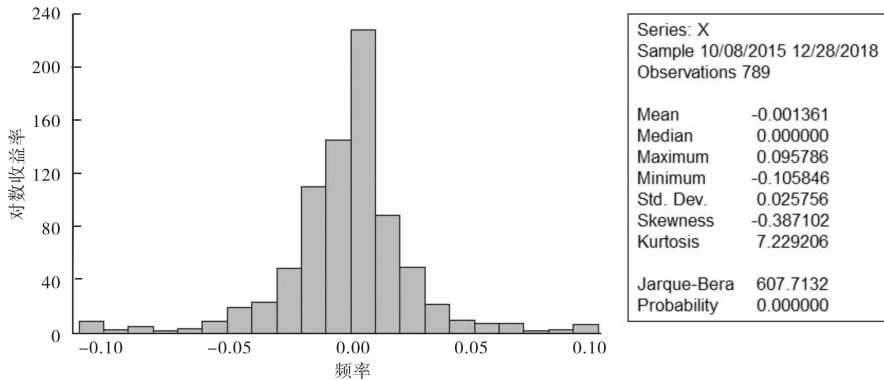


图 2 力帆科技股票对数收益率序列的直方图

由表 2 可看出 t 统计量的 P 值显著为零,因此可以拒绝原假设,表明力帆科技股票对数收益率序列并不存在单位根,是平稳时间序列.

表 2 力帆科技股票对数收益率的单位根检验

	t -Statistic	Prob.
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-28.037 8	0.000 0
Test critical values:		
1% level		-3.438 42
5% level		-2.864 99
10% level		-2.568 66

4) 模型的识别与参数估计

力帆科技股票对数收益率的自相关图如图 3 所示.

差.数据选取 2015 年 10 月 8 日至 2018 年 11 月 28 日共计 783 个交易日的股票收盘价,并对收盘价进行对数化处理,时序图如图 1 所示.

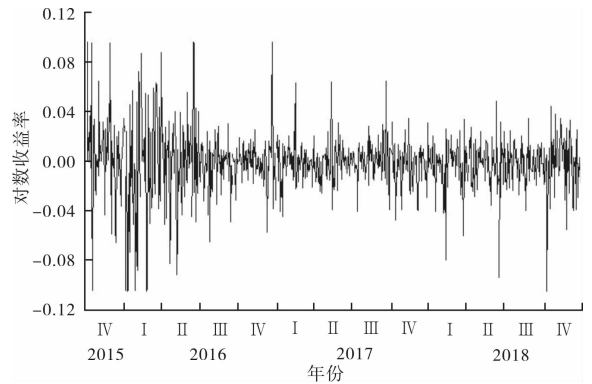


图 1 力帆科技股票对数收益率时序图

由以上结果可以看出对数收益率序列基本平稳,且具有明显的集群效应.

2) 描述性统计分析

由图 2 的描述性统计结果可知,力帆科技股票对数收益率序列呈现出左拖尾的现象,并且表现出尖峰厚尾的特征,在置信度为 5% 时,显著不服从正态分布.

3) 平稳性检验

接下来利用单位根检验法检验对数收益率的平稳性.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.009	0.009	0.057 8	0.810	
2	0.020	0.020	0.383 0	0.826	
3	0.018	0.018	0.646 5	0.886	
4	0.042	0.042	2.067 6	0.723	
5	-0.035	-0.037	3.050 8	0.692	
6	-0.087	-0.089	9.095 3	0.168	
7	0.051	0.053	11.189	0.131	
8	-0.031	-0.029	11.964	0.153	
9	-0.021	-0.017	12.328	0.195	
10	-0.016	-0.010	12.533	0.251	
11	0.079	0.071	17.505	0.094	
12	0.020	0.018	17.824	0.121	
13	0.041	0.047	19.171	0.118	
14	-0.060	-0.074	22.027	0.078	
15	0.068	0.062	25.809	0.040	
16	-0.067	-0.067	29.416	0.021	
17	0.011	0.025	29.514	0.030	
18	-0.007	-0.006	29.552	0.042	
19	-0.023	-0.019	29.963	0.052	
20	0.032	0.030	30.784	0.058	

图 3 力帆科技股票对数收益率序列自相关图

由自相关图结果确定力帆科技股票对数收益率序列是平稳非白噪声序列.且力帆科技股票对数收益率序列具有一定的相关性和自相关性,需要建立 ARMA 模型拟合收益率指标的相关性.通过观察自相关图初步确定模型的阶数,然后对可能的阶数进行检验可得 AR(6)模型参数 P 值小于 0.05,通过检验.

5) ARCH 效应检验

通过讨论残差平方序列的自相关与偏自相关图,判断残差平方序列是否存在 ARCH 效应,检验结果如图 4 所示.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.162	0.162	20.740	0.000	
2	0.273	0.253	79.316	0.000	
3	0.149	0.082	96.842	0.000	
4	0.138	0.048	111.88	0.000	
5	0.130	0.059	125.16	0.000	
6	0.056	-0.020	127.65	0.000	
7	0.119	0.061	138.88	0.000	
8	0.130	0.091	152.25	0.000	
9	0.078	0.003	157.03	0.000	
10	0.110	0.036	166.58	0.000	
11	0.111	0.057	176.43	0.000	
12	0.083	0.005	181.94	0.000	
13	0.178	0.120	207.33	0.000	
14	0.093	0.024	214.26	0.000	
15	0.188	0.090	242.60	0.000	
16	0.177	0.099	267.58	0.000	
17	0.181	0.074	293.88	0.000	
18	0.138	0.009	309.23	0.000	
19	0.123	0.016	321.36	0.000	
20	0.116	0.012	332.23	0.000	

图 4 残差平方序列的异方差性检验

图 4 检验结果显示:Q 统计量的 P 值小于 0.05,因此可以拒绝原假设,认为残差平方序列是自相关的,即具有条件异方差特征,建立 GARCH 模型.

6) 模型的建立

由上述分析可得,该对数收益率序列是平稳非白噪声序列,并且存在 ARCH 效应,因此可以选择使用 GARCH 模型建模分析.笔者建立 GARCH(1,1)模型对对数收益率序列进行拟合,结果见图 5.

C	1.66E-05	3.01E-06	5.520 397	0.000 0
RESID(-1) ²	0.064 317	0.011 115	5.786 753	0.000 0
GARCH(-1)	0.903 243	0.013 923	64.876 01	0.000 0
R-squared	-0.001 859	Mean dependent var	-0.001 588	
Adjusted R-squared	-0.008 306	S.D. dependent var	0.025 563	
S.E. of regression	0.025 869	Akaike info criterion	-4.735 034	
Sum squared resid	0.511 948	Schwarz criterion	-4.681 435	
Log likelihood	1 862.766	Hannan-Quinn criter.	-4.714 423	
Durbin-Watson stat	1.972 774			

图 5 GARCH(1,1)模型估计

由图 5 可得力帆科技股票波动率的 GARCH 模型公式:

$$\sigma_t^2 = 0.000\ 016\ 6 + 0.064\ 317u_{t-1}^2 + 0.903\ 243\sigma_{t-1}^2.$$

于是可得长期成本方差率

$$\frac{0.000\ 016\ 6}{1 - 0.064\ 317 - 0.903\ 243} = 0.000\ 511\ 71.$$

若 1 年交易日按 250 天记,则可计算出年波动率为 35.77%.

2.3.2 B-S 定价模型参数的确定

企业的潜在期权价值的计算首先需要明确 B-S

模型中各参数的值.

1) 标的资产现价 S_t ,标的资产价格企业的当前价值,这里以(3)式计算的公司净资产价值来表示,即 S_t 取值为 54 761 万元.

2) 执行价格 K 指的是购买这项期权实际发生的成本,即在并购活动中支付给被并购方的对价,在本次并购活动中,重庆新帆机械设备有限公司作为并购企业,为了取得重庆力帆汽车有限公司 100% 的股权支付的对价为 6.5 亿元,因此期权的执行价格 K 取值为 65 000 万元.

3) 期权的执行期间 T ,国内外在运用实物期权评估企业潜在获利价值时高速成长期一般为 5 年,具体执行时间是由企业并购的速度来决定的.本文的并购方与被并购方均属于上市公司的子公司,组织结构的整合会比小型企业复杂,所以将期权的执行期间设定为 5 年.

4) 标的资产的波动率 σ ,根据 GARCH 模型的估计结果, σ 取值为 35.77%.

2.3.3 随机利率下企业潜在价值的计算

对于利率的确定,笔者选用 2018—2019 年每日一年期 Shibur 利率(如图 6 所示)对利率进行动态估算,经过统计分析,可知,无风险利率围绕 3.48% 在 [2.36%, 4.70%] 之间波动,利用(2)式对上述期权价值进行模拟,得出期权价格序列 C_i ($i=1,2,\dots,251$),重复此操作 2 000 次,得到每次模拟的期权价值均值序列 $E(C_i)$, ($i=1,2,\dots,2\ 000$),从而得出期权价值均值序列的期望为 15 978 万元,以此值作为随机利率下企业的潜在价值.

2.4 企业总体价值计算

重庆力帆汽车企业的整体价值由企业现有资产价值和潜在价值构成,根据前面的分析,利用成本法计算出企业的现有资产价值为 54 761 万元,企业的潜在价值为 15 978 万元,则力帆汽车企业整体价值为 70 739 万元.

重庆新帆机械设备有限公司以 6.5 亿元购买重庆力帆汽车有限公司 100% 的股权.通过与传统方法、利率恒定下的实物期权法比较(表 3),可以看出,随机利率下实物期权法的定价结果更准确.

3 结论

笔者利用实物期权的方法,基于新能源汽车并购案例研究了企业价值评估问题,结果显示实物期权法比传统的价值评估方法更能准确地评估企业价值.同时考虑到利率非恒定问题,笔者用三角模糊化方法对无风险利率进行随机化处理,得到的结

果比利用实物期权方法在恒定利率下的结果更贴近实际并购额。

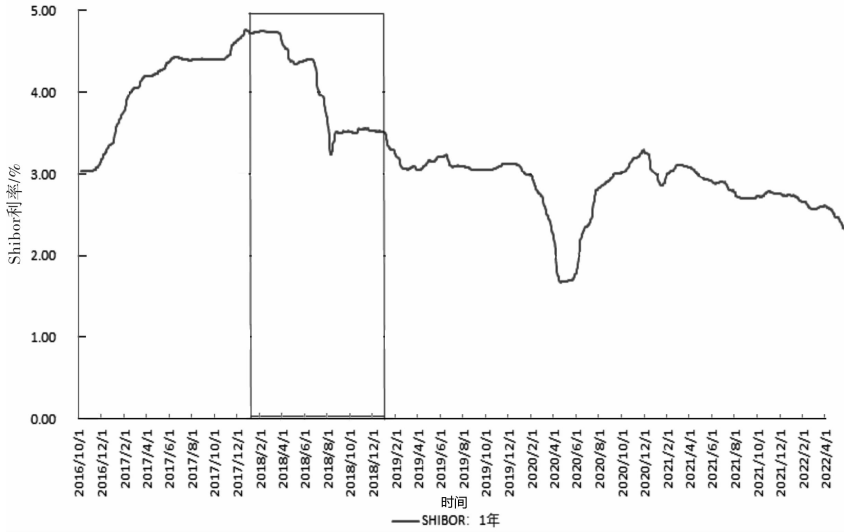


图 6 2018—2019 年一年期 Shibor 利率趋势图

表 3 不同估值方法的偏差率比较

估值方法	传统方法 (成本法)	实物期权法 (恒定利率)	实物期权 (随机利率)
估值结果/万元	54 761	71 829	70 739
偏差率/%	15.75	10.50	8.83

参考文献:

[1]张勤. 企业并购目标公司的价值评估:以三峡水利收购案为例[J]. 财会通讯,2017(20):101-105.
 [2]辛超丽. 企业并购与企业价值评估评述[J]. 理论视野, 2016(9):85-87.
 [3]杨景海. 实物期权法在企业并购价值评估中的应用[J]. 财会通讯,2015(20):12-14.

[4]王燕婷,林春春,邓梅英,等. 企业并购价值评估方法的比较研究[J]. 科技经济市场,2020(1):69-70.
 [5]李寅龙,胡志英. 实物期权视角下互联网企业价值评估的认知:基于美团的纵向案例研究[J]. 投资研究, 2021(11):123-130.
 [6]曹国华,陈冀. 基于随机利率和时间偏好不一致的实物期权定价[J]. 统计与决策,2008(10):36-38.
 [7]刘继才,高若兰,谢锐锋. 随机利率下的 PPP 项目实物期权评价研究[J]. 运筹与管理,2018(7):170-176.
 [8]曹国华,章文芳,陈艳丽. 随机利率下投资项目价值研究[J]. 技术经济,2011(4):73-76.
 [9]张豪,李彦夫,牟娟. 基于 GARCH(1,1)模型的中国股市收益率预测研究[J]. 经济师,2015(8):97-99,101.

(责任编辑:王彦江)

Evaluation of M&A Value Based on Real Option Method under Stochastic Interest Rate

LI Xuke, SHI Jing

(School of Mathematics and Statistics, Pingdingshan University, Pingdingshan, Henan 467036, China)

Abstract: M & A is a common way for enterprises to achieve capital concentration, and the value evaluation of target enterprises is one of the core links in the process of M & A. Based on the practical application, this paper evaluates the value of the target enterprise by using the idea of asset options. At the same time, considering that the risk-free interest rate is not constant in practice, and the log return of stock price often does not obey the normal distribution, this paper uses the triangular fuzzy method to randomize the risk-free interest rate, and constructs a B-S option valuation model based on GARCH volatility model under the condition of random interest rate so as to improve the accuracy of the value evaluation of the target enterprise and provide more accurate information for decision makers.

Key words: M&A; value evaluation; asset options; triangular fuzzy; GARCH volatility model

