资产链中的股票可交易过程模型研究

张 普,吴冲锋
(上海交通大学 安泰经济与管理学院,上海 200052)

摘要:资产链是指在金融创新的推动下,金融资产形态及其价值不断演变和深化而构成的逻辑路径。基于资产链的思想,股票的可交易过程不仅包括可流动过程,还包括可波动过程,时变流动性条件下的可流动过程模型显示可流动价值是股票换手率的函数,其表现与资金的时间价值类似,内在价值不变前提下的可波动过程模型则将可波动价值表示为美式期权,受股票的预期波动率、持有成本和投资者对波动性期权的心理预期时间的共同影响,但与股票的初始价格无关。

关键词:资产链;可交易过程;流动性;波动性;可交易价值

中图分类号:F830.91 **文献标志码**:A **文章编号**:1008-5831(2010)05-0025-06

股票"可交易(Marketability)"是指其可以自由买卖的状态和能力,代表了股票变现的可能和效率。现实中,由于受到政策法规的约束,或者在交易中难以达成一致,许多股票会处于不可交易或交易受限的状态。实践表明,可交易必然具有价值,因而大量的理论研究着眼于股票可交易价值的计量,其中,流动性期权理论[1-2]为我们提供了基本的模型框架。该理论将股票由于不可交易带来的折价视为一个回望期权,认为流动性缺失是导致折价的主要原因,并基于"投资者完美择时能力"假设得到了流动性折价的最大值,认为"收益波动率是决定折价程度的主要因素"。然而,在随后的实证中却发现现实的折价程度往往接近甚至高于理论模型得出的最大值。后续的研究中[3-5]对流动性期权理论进行了扩展和应用,但并没能对上述问题做出解释。与此同时,通过对市场行为的观察,我们发现股票可交易之所以有价值,不仅仅因为它能买卖,更因为它能以不同的价格买卖。因此,我们有理由相信,股票的可交易价值中还包含着除流动性价值之外的其他因素。笔者即将以此为着眼点,基于全新的资产链思想,剖析股票的可交易过程,讨论并描述可交易价值的来源,建立股票可交易过程模型,并分析股票可交易价值的相关属性。

一、基于资产链的可交易过程模型总体框架

为了描述可交易价值,我们必须对股票的可交易过程进行分析,资产链(capital chain)思想[6]为我们提供了一个全新的视角。资产链是资产变化链或资产价值变化链的简称,是指"在金融创新的推动下,金融资产形态及其价值不

收稿日期:2009-06-23

基金项目:国家自然科学基金项目"基于资产链的资产定价研究"(70671068)

作者简介:张普(1975-),女,河北唐山人,上海交通大学安泰经济与管理学院博士研究生,主要从事金融工程与资产定价研究;吴冲锋(1962-),男,浙江温州人,上海交通大学安泰经济与管理学院教授,副院长,博士生导师,主要从事金融工程、资产定价与金融风险管理研究。

断演变和深化而构成的逻辑路径”。现实中的各种资产都能够被抽象并归纳到“实物资产→公司资产→资本资产→衍生资产”的资产链中,且资产形态变化中隐含着资产价值的转移和创造。由此,股票的可交易过程就可以归结为资产链中公司资产到资本资产变化的过程,在这个过程中,公司资产的基本价值转移为股票的内在价值,股票上市交易又创造出可交易价值,即股票上市过程中产生的溢价。以此为背景,再来观察股票的价格行为,不难发现股票可交易过程带来的绝不仅仅是流动性飞跃,还使股票价格的波动成为可能,因此,资产链中的“可交易价值”就不仅包括可流动价值,还应包括股票价格波动带来的可波动价值。

基于资产链的思想,设想股票在可交易过程中属性及价值的变化,将该过程分解成两个虚拟的阶段:可流动阶段和可波动阶段。可流动阶段,允许股票以固定价格交易,即投资者可以随意买卖股票,但交易价格不变;可波动阶段,在可流动的基础上允许股票价格波动。换句话说,不可交易的股票 Z^1 首先获得流动性,成为可流动但无波动的股票 Z^2,而后获得波动性,成为完全可交易的股票 Z^3,完成可交易过程。

分别考察两个阶段中创造的价值,令股票 Z^1、Z^2、Z^3 的价格分别为 S^1、S^2、S^3。有

$$L = \frac{S^2 - S^1}{S^1} \tag{1}$$

$$V = \frac{S^3 - S^2}{S^2} \tag{2}$$

$$M = (V+1)(L+1) - 1 = \frac{S^3 - S^1}{S^1} \tag{3}$$

称 L 为股票可交易过程中的可流动价值,V 为股票可交易过程中的可波动价值,M 为股票的可交易价值,且有

$$S^3 = (V+1) \times S^2 = (L+1)(V+1) \times S^1 = (M+1) \times S^1 \tag{4}$$

由此,我们就将股票可交易过程创造的价值分解成了两个部分:可流动阶段创造的可流动价值和可波动阶段创造的可波动价值。

二、可流动过程模型

(一)模型的建立

股票 Z^1 在可流动过程中获取了流动性,成为可流动但无波动的股票 Z^2,同时其价格也由 S^1 变为 S^2,这其间创造的价值即为我们所要研究的可流动价值。

假设 1:以股票换手率 A 表示流动性的强弱,令

$$A = \begin{cases} a_t, & a_t \sim U(0,1) \quad 0 \leqslant t < T_L \\ 1 & t \geqslant T_L \end{cases} \tag{5}$$

其中 a_t 为时刻 t 的换手率,换手率越高,流动性越好。

通过对不同策略下现金流的复制和比对,我们来刻画可流动价值。令 $t \in [0, T_L]$ 中,Z^1 和 Z^2 分别满足以下条件:$t = 0$ 时 Z^1 的价格为 S^1,且 Z^1 将从 $t = T_L$ 起可流动,价格为 S^2;Z^2 将从 $t = 0$ 起可流动,价格也为 S^2。根据假设 1,在任意时刻 t,投资者能够卖出股票的可能性为 a_t,或者说投资者在时刻 t 变现的期望现金流为 $a_t S^2$。假设 T_L 足够大,且投资者一旦决定变现,就会在一个连续的时段内持续卖出股票,直到卖完为止。由此,投资者可能面临如下两种策略:

策略一:$t = 0$ 时以价格 S^1 买入股票 Z^1 并持有至 $t = T_L$,期间如需现金则通过借款实现,$t = T$ 时将股票变现还款;

策略二:$t = 0$ 时以价格 S^2 买入股票 Z^2,期间可随时变现,但受到换手率条件的限制。

则当 S^1 和 S^2 之间满足何种关系时,投资者认为策略一和策略二无差异?表 1 显示了两种投资策略的可能现金流分布情况。

表 1　不同投资策略的现金流分布情况

	$t=0$	$t=t$	$t=t+1$	…	$t=t+n-1$	$t=t+n$	$t=T$
策略 1:							
买入 Z^1	$-S^1$						
借款		$+a_t S^2$	$+a_{t+1} S^2$	…	$+a_{t+n-1} S^2$	$+(1-\sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) S^2$	
受限期满卖出 Z^1							$+S^2$
还款							$-\Gamma$
总计	$-S^1$	$+a_t S^2$	$+a_{t+1} S^2$	…	$+a_{t+n-1} S^2$	$+(1-\sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) S^2$	$+S^2-\Gamma$
策略 2:							
买入 Z^2	$-S^2$						
卖出 Z^2		$+a_t S^2$	$+a_{t+1} S^2$	…	$+a_{t+n-1} S^2$	$+(1-\sum_{i=6}^{t+n-1} a_i) S^2$	
总计	$-S^2$	$+a_t S^2$	$+a_{t+1} S^2$	…	$+a_{t+n-1} S^2$	$+(1-\sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) S^2$	0
现金流差额(策略 1 - 策略 2)	$-S^1+S^2$	0	0	…	0	0	$+S^2-\Gamma$

其中,

$$\Gamma = a_t S^2 e^{r(T-t)} + a_{t+1} S^2 e^{r(T-t-1)} + \cdots + a_{t+n-1} S^2 e^{r(T-t-n+1)} + (1 - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) S^2 e^{r(T-t-n)} \tag{6}$$

n 为满足条件 $\sum_{i=t}^{t+n-1} a_i \leqslant 1$ 且 $\sum_{i=t}^{t+n} a_i \geqslant 1$ 的正整数,r 为无风险利率。根据无套利原理有

$$S^2 - S^1 = (\Gamma - S^2) e^{-rT} \tag{7}$$

将(6)式代入并整理可得

$$S^1 = S^2 [1 + e^{-rT} - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i e^{-ri} - (1 - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) e^{-r(t+n)}] \tag{8}$$

$$L = \frac{S^2 - S^1}{S^1} = \frac{1}{1 + e^{-rT} - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i e^{-ri} - (1 - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) e^{-r(t+n)}} - 1 \tag{9}$$

L 即为股票可交易过程中可流动阶段创造的可流动价值,有 $S^2 = (L+1) \times S^1$ 。

(二)可流动价值的性质

性质1:$L > 0$,股票可流动价值为正。

简略证明:令 $\alpha = e^{-rT}$, $\beta = \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i e^{-ri} + (1 - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) e^{-r(t+n)}$;

根据指数函数的基本性质,易知 $0 < \alpha < 1$;

$\beta = \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i e^{-ri} + (1 - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) e^{-r(t+n)} < \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i \times 1 + (1 - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) \times 1 = 1$,且 β 中各项均为正,可得 $0 < \beta < 1$;

$\beta - \alpha = \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i e^{-ri} + (1 - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) e^{-r(t+n)} - e^{-rT}$
$= (e^{-r(t+n)} - e^{-rT}) + (\sum_{i=t}^{t+n-1} a_i e^{-ri} - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i e^{-r(t+n)}) > 0$,可得 $\alpha < \beta$;

因此有 $-1 < \alpha - \beta < 0$, $L = \frac{1}{1 + (\alpha - \beta)} - 1 > 0$ 。

性质2:L 是 t 的减函数,可流动价值随着不可流动期限的临近而逐渐变小。

简略证明:令 $t_1 > t_2$,根据模型条件,必有 $t_1 + n_1 \geqslant t_2 + n_2$,由指数函数的基本性质,易得 $\beta_1 < \beta_2$,即 $L_1 < L_2$ 。

性质 3:若其他条件不变,$t = 0$ 时, $L_0 = \frac{1}{1 + e^{-rT} - \sum_{i=0}^{n-1} a_i e^{-ri} - (1 - \sum_{i=0}^{n-1} a_i) e^{-rn}} - 1$,即理性投资者会尽早卖出股票以获取可流动价值;$t=0$ 且 $a_0 = 1$ 时, $L_{\max} = e^{rT} - 1$;$t = T$ 时,$L_{\min} = 0$,可流动价值为零。

性质4:若 $T \to \infty$, $e^{-rT} \to 0$, $L \to \frac{1}{1 - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i e^{-ri} - (1 - \sum_{i=t}^{t+n-1} a_i) e^{-r(t+n)}} - 1$,股票可流动价值表现为投资者对提前卖出股票变现的预期。预期的时间 t 越小,L 越大。

三、可波动过程模型

$t = T_L$ 时,可流动过程完成,股票价格为 S^2,并由此进入 $t > T_L$ 的可波动阶段。令可波动阶段的初始时刻为 $T_V = 0$,股价的初始波动率为0,但从 $T_V = 1$ 开始,股价可波动。直观上,我们将“可波动”视为投资者获取的一项新的权力,是投资者在能卖的基础上,又能选择自己认为合适的价格卖,从而最大化自身收益的权力。因此,这里我们采用期权的思想计量股票价格可波动可能带来的价值。

(一)模型的建立

假设2:研究期间内股票的内在价值不变且投资者站在内在价值的角度看待股票价格的变化。现实中,股票的可交易过程是瞬间完成的,因此股票的内在价值不可能发生变化。可波动阶段中,投资者对可波动价值的预期是站在当前信息的立场上做出的,其对股票价格未来可能路径的设想亦是基于当前的基本面状况的。加之投资者是在股票不可交易时即持有该股票,因此可以认为他持有股票的目的是获取红利,且并不将预期内的股价波动导致的价格下降视为损失。

假设3:投资者预期中的股票价格 S 服从几何布朗运动,即

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dB \tag{10}$$

$$dB = \varepsilon_t \sqrt{dt}, \varepsilon_t \sim N(0,1) \tag{11}$$

假设4:市场无摩擦,投资者是价格接受者。

根据假设1-4,若 $T_V = 0$ 时投资者持有一单位价格为 S^2 的股票 Z^2,从 $T_V = 1$ 开始,股票价格开始波动。由于投资者是站在内在价值的角度看市场的,因此内在价值不变时,股价可波动前后投资者的预期就不变,仍为 S^2。但由于股价的可波动,投资者多了一种选择:如果以后股价高于 S^2,可以考虑卖出股票获取盈利,是为收益;而如果波动使股价低于 S^2,则可继续持股,并非损失,因为投资者只需继续持股即可获取预期中的红利。这一选择权的出现使股票完成了可交易过程,其价格也由 S^2 变为 S^3。由此,我们可将股价可波动带来的额外选择权视为一个期权,投资者可以根据可交易股票的实际价格决定是否行权,同时最大化自身的收益。这是一项权利而非义务,符合期权的基本特征,由于投资者可以在任何时点上行权,该期权更接近于一个美式期权。不同的是,该期权的执行价格是可交易股票在某时点上的即时价格,是时变的,且它的到期时间不是固定的,而是取决于投资者的心理预期。

具体地,令 $T_V = 0$ 时,投资者拥有一份可流动但无波动的股票(资产 Z^2),而从 $T_V = 1$ 开始,股票价格的可波动使投资者又拥有了一份期权合约(资产

O)，赋予投资者在以后的任何时刻以和完全可交易股票相同的价格卖出资产 Z^2 的权利。这样，我们就用资产 Z^2 和资产 O 复制了完全可交易的资产 Z^3，并称资产 O 为波动性期权，令其价格为 C，则资产 Z^3 的价格应为为 $S^3=S^2+C$。

需要说明的是，笔者定义的波动性期权是建立在投资者对股票内在价值和未来运动规律的合理假设基础上的，假设 3 中提到的股票价格路径并非是资产 Z^3 未来可能路径的模拟，而是在股票可波动阶段开始之前，投资者为了对波动性期权进行估价而假想的。当时，投资者无从得知 C 的值，更无法得到 S^3，只能站在股票内在价值不变的立场上，以 S^2 为着眼点假想股票可能的运动规律，进而估计波动性期权的价值，并最终得到股票的可波动价值。

为了便于求解，我们还要在不影响波动性期权价值的条件下，对其进行适当的变换，将其视为一个执行价格永远等于初始价格的美式看涨期权(资产 O′)。基于相关假设，比较资产 O 和资产 O′，二者在任何时点上都具有相同的预期收益，因而具有相同的价值。由此，我们的任务转换为对相关的美式看涨期权进行估值。

(二)模型求解

关于美式看涨期权的估值，目前的研究已相当成熟。一般认为，其价格是相应的欧式期权价格(C^E)与提前执行溢价(λ)之和，即

$$C=C^E+\lambda \qquad (12)$$

根据文献[7]，有

$$C^E=S^2e^{-(r-b)T}N(d_1)-Xe^{-rT}N(d_2) \qquad (13)$$

其中，r 为无风险利率；b 为股票的持有成本，是无风险利率与连续股利率之差；$N(\cdot)$ 为标准正态分布函数；S^2 为股票的初始价格；X 为期权的执行价格，文章中等于 S^2；T 为波动性期权的预期到期时间，现实中可以理解为投资者对可波动价值进行估计时的心理预期时间；由于 $X=S^2$，有 $d_1=\frac{(b+0.5\sigma^2)\sqrt{T}}{\sigma}$；$d_2=d_1-\sigma\sqrt{T}$。

根据 BAW 算法[8]，可得 λ 的近似公式解，即

$$\lambda=\left(\frac{S^*}{q}\right)\{1-e^{-(r-b)T}N[d(S^*)]\}\left(\frac{S^2}{S^*}\right)^q \qquad (14)$$

其中，$d(S^*)=\frac{\ln(S^*/X)+(b+0.5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}$；

$q=\frac{1}{2}\left[1-\frac{2b}{\sigma^2}+\sqrt{\left(1-\frac{2b}{\sigma^2}\right)^2+\frac{8r/\sigma^2}{K}}\right]$，$K$ 是时间 T 的函数，反映了 λ 随 T 变化的情况，这里取 $K(T)=1-e^{-rT}$；S^* 由下面的非线性方程求解，

$$S^*-X=C^E(S^*,T)+[1-e^{-(r-b)T}N(d^*)]\frac{S^*}{q} \qquad (15)$$

S^* 是根据美式看涨期权边界条件确定的行权临界值，对其求解需要运用数值方法。

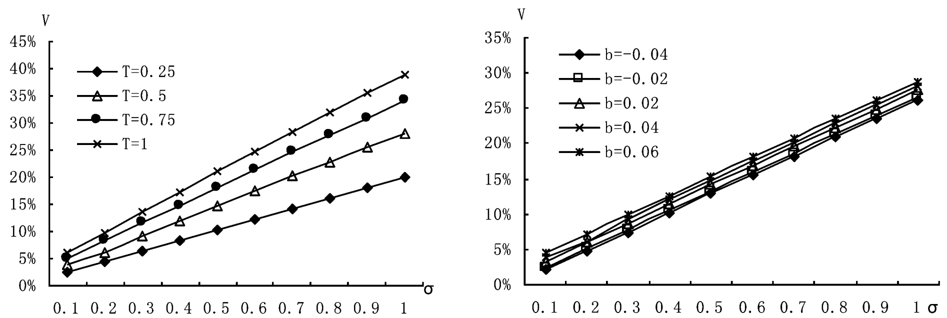
由此，我们可以得到波动性期权价值的近似解，进而得到可波动价值的近似解公式：

$$V=e^{-(r-b)T}N(d_1)-e^{-rT}N(d_2)+\left(\frac{1}{q}\right)\{1-e^{-(r-b)T}N[d(S^*)]\}\left(\frac{S^2}{S^*}\right)^{q-1} \qquad (16)$$

(三)可波动价值的性质

第一，$V>0$。根据 BAW 算法，由于 $S^2=X$，必有 $S*>S^2$，因而有 $C\geqslant CE\geqslant 0$，即可波动价值 $V=\frac{C}{S^2}\geqslant 0$。

第二，预期波动率对可波动价值的影响。如图 1，首先，可波动价值与股票预期波动率呈线性关系且斜率为正；其次，投资者预期的期权到期时间对可波动价值的水平和变化程度均有影响，即为图 1a 中显示的随着预期到期日的延后，可波动价值线一方面向左上方移动，表明价值水平增大，另一方面斜率增加，表明单位变化幅度增大；再次，股票的持有成本对可波动价值的水平影响较小，对其变化程度没有影响，图 1b 中表现为随着持有成本提高，可波动价值线略向左上移动，但斜率不变。这可以解释为持有成本提高表明相对的预期股利支付率下降，即投资者通过获取股利实现收益的能力下降，因而股票波动可能带给他们的价值就越大，他们也越倾向于通过执行波动性期权获取额外收益。此外，研究还发现股票的初始价格的变化既不影响可波动价值线的水平，也不影响其变化的程度。



1a　　1b

图 1　股票波动率对可波动价值的影响

第三，波动性期权的预期到期时间对可波动价值的影响。根据图 2，总体上看可波动价值随着波动性期权预期到期时间的延长而增加，但他们之间的关系是非线性的，随着到期日期的延后，可波动价值

线的斜率略有下降,表明可波动价值对期权预期到期时间变化的敏感性减弱。图 2a 中,预期波动率同时影响着可波动价值的水平和变化程度,预期波动率越高,可波动价值的水平越高,到期时间变化对可波动价值的影响程度越大;图 2b 中,首先得到的结论仍然是随着持有成本的增加,可波动价值增加,且持有成本越高,到期时间变化对可波动价值的影响程度越大,这一点与预期波动率的变化情况相似。此外,图中最上方的一条可波动价值线与其他五条不同,表现为一条直线,此时设定的持有成本为 6%,即连续股息率为 0,表明在没有股利分配的条件下,可波动价值与波动性期权的预期到期时间呈正线性相关关系。

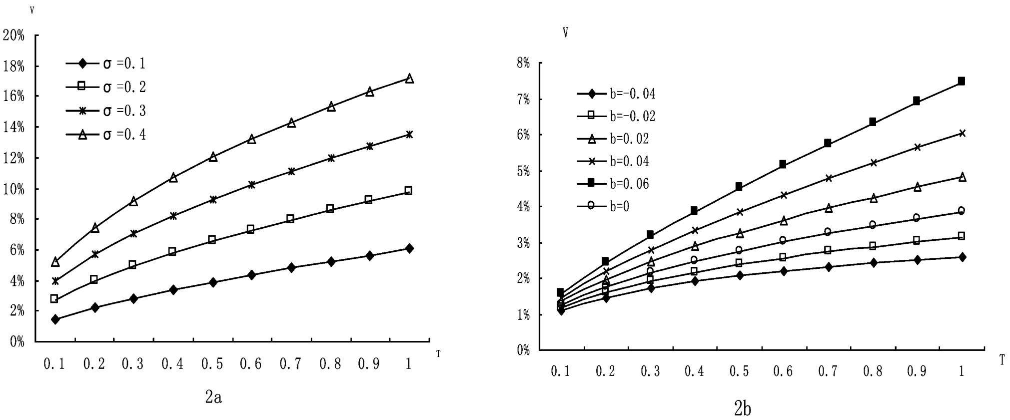


图 2　波动性期权到期时间对可波动价值的影响

第四,股票持有成本对可波动价值的影响。如图 3,总体上看,持有成本对可波动价值的影响方向与图 2 相同,即可波动价值与股票持有成本之间呈正的非线性相关关系,但曲线是下凹的,即随着持有成本的增加,可波动价值线的斜率增大,持有成本对可波动价值的影响程度增大。图 3a 显示预期波动率仍是影响可波动价值水平的主要因素,但对持有成本对可波动价值影响程度的作用并不大,表现为各条曲线的斜率基本相同;图 3b 则说明波动性期权的预期到期时间不仅能影响可波动价值的水平,而且能影响可波动价值对持有成本变化的反应敏感程度,预期到期时间越长,反应越敏感,且影响程度的增加随着预期到期时间的延后呈递增趋势。

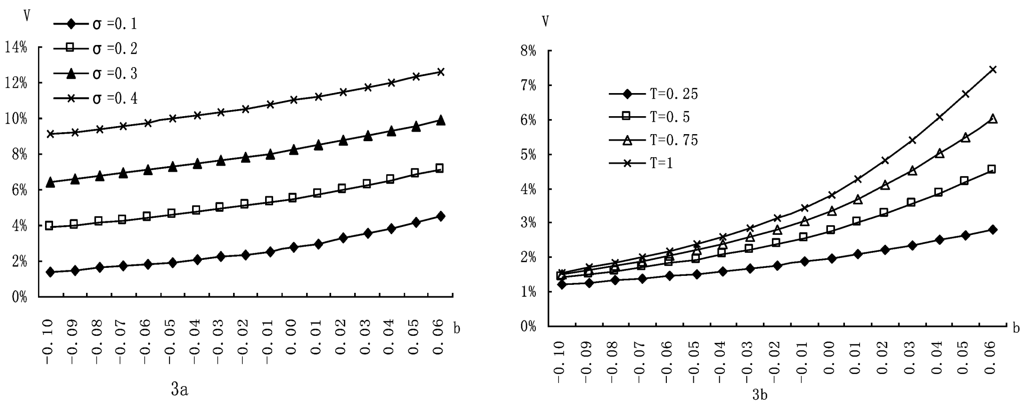


图 3　股票持有成本对可波动价值的影响

第五,股票初始价格对可波动价值的影响。图 4 中,四条可波动价值线均为水平直线,表明可波动价值与股票初始价格的变化无关,这是由于波动性期权的执行价格永远等于股票的初始价格造成的。图中分别代表不同参数水平下可波动价值的直线,再次验证了前文的结论。

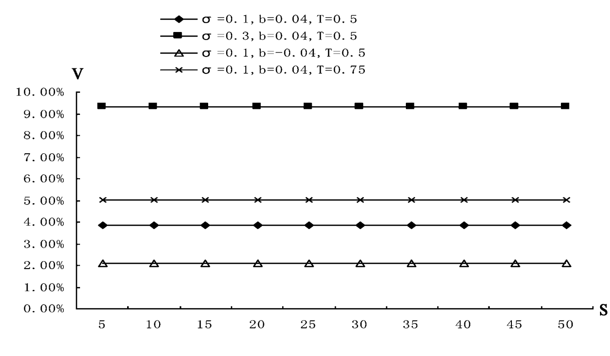


图 4　股票初始价格对可波动价值的影响

四、结论及存在的问题

在对股票可交易过程进行分解的基础上,笔者分别建立了股票可流动过程模型和可波动过程模型,描述了股票可流动价值和可波动价值。其中,时变流动性条件下的可流动价值主要表现为资金的时间价值;内在价值不变的前提下的可波动价值则可以表示为一个美式期权,具有如下性质:投资者预期

中的波动率、波动性期权到期时间和持有成本是决定股票可波动价值的三大因素,其中,预期波动率的增大会导致可波动价值的增加以及对波动性期权预期到期时间变化的更加敏感;预期到期日的延后也会导致可波动价值的增加,同时使其受预期波动率变化影响的程度增大,对持有成本变化的反应更加敏感;而持有成本的增加同样会导致可波动价值的增加,且同时带来对到期时间变化的敏感。此外,可波动价值与股票的初始价格无关。

笔者初步尝试了股票可交易过程的研究,文中涉及的许多问题都还有待进一步深入研究。首先,关于波动性的来源以及流动性和波动性的关系,如果结合市场微观结构理论,剖析流动性过程和波动性过程的内在互动关系,将有利于进一步明确股票可交易过程中价值的来源及构成情况;其次,股票价格的运动规律是否改变,也就是股票的内在价值是否发生变化是决定可波动价值存在与否的关键,文中建立在内在价值不变前提下的可波动过程模型,虽然能够描述可波动价值的基本特征,却还不足以反映实际市场条件下股票价格、内在价值和波动性之间的动态关系。我们或许可以将文中定义的可波动价值称为"绝对可波动价值",而寻求一条判断内在价值是否变化的准则,或是研究能够与内在价值的变化形成互动均衡的"相对可波动价值",将是未来有意义的研究方向。

参考文献:

[1] LONGSTAFF F A. How Much Can Marketability affect Security Values? [J] Journal of Finance, 1995, 50: 1767 - 1774.

[2] LONGSTAFF F A. Placing No arbitrage Bounds on the value of Nonmarketable and Thinly Traded Securities [J]. Advances in Futures and Options Research, 1995, 8: 203 - 228.

[3] 梁朝晖,张维. 流动性的期权定价方法[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2005(3):8 - 11.

[4] LONGSTAFF F A. Optimal Portfolio Choice and the Valuation of Illiquid Securities [J]. Review of Financial Studies, 2001, 14: 407 - 431.

[5] KOZIOL C, SAUERBIER P. Valuation of Bond Illiquidity: an Option-theoretical approach [J]. Journal of Fixed Income, 2007, 16: 81 - 107.

[6] 吴冲锋,王柱,冯芸. 基于资产链的资产定价问题的思考[J]. 管理科学学报,2008(1):1 - 11.

[7] MERTON R C. A rational theory of option pricing [J]. Bell Journal of Economics and Management Science, 1973(4): 141 - 183.

[8] BARONE - ADESI G, WHALEY R E. Efficient Analytic Approximation of American Option Values [J]. Journal of Finance, 1987, 42: 301 - 320.

Stocks' Marketability Process Model Based on the Capital Chain Theory

ZHANG Pu, WU Chong-feng

(*Antai College of Economics and Management, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, P. R. China*)

Abstract: The Capital-Chain is a logic path of financial asset driving by the financial innovations, which shows the continuous changing of assets' form and value. Based on the theory of Capital-Chain, the stocks' marketability process could be divided into two stages: liquidity stage and volatility stage. The liquidity-stage model on the condition of time-varying liquidity shows that liquidity value can be expressed as the time value of money. The volatility-stage model on the condition of unchanged intrinsic value finds that the volatility value can be described as an American-style option and the value of it may be affected by expected volatility rate, expected expiration day of option and the cost of carry.

Key words: capital chain; marketability process; liquidity; volatility; marketability value

(责任编辑 傅旭东)