基于两心理账户 BPT的复合实物期权定价模型①

姜继娇, 杨乃定
(西北工业大学管理学院, 西安 710072)

摘要: 在从人的有限理性角度,研究提出一种项目投资组合决策的实物期权方法. 利用相对财富和习惯形成效用函数描述了决策者的有限理性行为,以均值 - 熵度量项目投资组合的风险,提出了一种两心理账户行为证券组合模型;将其引入 Geske复合期权范畴中,研究建立了具有行为金融属性的复合实物期权定价模型;模拟结果表明该模型能够反映决策者心理因素的潜在影响.

关键词: 行为金融; 复合实物期权; 行为证券组合理论; 心理账户
中图分类号: F252　　文献标识码: A　　文章编号: 1007 - 9807 - (2008) 01 - 0089 - 06

0 引 言

以 Markowitz的证券组合理论为代表的标准金融 (standard finance)体系,在处理金融市场之外的具体项目投资组合决策时,面临着忽视其决策柔性价值的缺陷[1]. 为此,在 Black和 Scholes[2]金融期权定价模型基础上,Myers[3]首次提出了把投资机会看作"成长期权"(growth options)的思想,认为管理柔性和金融期权具有一些相同的特点; Kester[4]则进一步研究提出许多具体投资项目均可以理解为期权; Merton[5]也认为实物期权可以按照期权定价模型进行估价,并且指出作为动态组合的可交易孪生证券在完善的市场条件下,如果与不能交易的实物资产的风险特征完全相同,则实物期权的估价问题便可迎刃而解. 然而,这些研究在利用期权思想分析时,许多假定并不适用于现实情况.

虽然 Trigeorgis[6], Ottoo[7], Pennings, Lint[8]和 Kleinert[9]等从不同角度拓展了 Black-Scholes模型,但迄今为止仍然难以有效逼近项目投资组合决策的实际情景. 其中,最为关键的问题在于这些研究尚未考虑决策者的心理行为因素影响. 由于受到标准金融研究范式自身特点的制约,自然无法揭示有限理性条件下的实物期权定价机理. 基于此,本文提出从人的有限理性角度,研究项目投资组合实物期权定价问题的新思路. 利用相对财富 (relative wealth)[10]和习惯形成 (habit formation)[11]效用函数,来描述决策者的有限理性行为,提出了一种两心理账户行为证券组合模型;将其纳入 Geske复合实物期权范畴,建立了具有行为金融属性的复合实物期权定价模型,并给出了其模拟应用实例.

1 基于行为金融的复合实物期权定价模型

1.1 调整的效用函数

假设 c_t表示投资决策者在 t时刻的消费率; a和 b表示正的参数: a越大表示过去消费的权重越小; b越大表示在消费、财富和习惯三者之间习惯形成的权重就越小; $a = b = 0$表示不存在习惯形成,即回复到基于当前消费的效用函数状态; 此

① 收稿日期: 2005 - 03 - 20; 修订日期: 2007 - 11 - 15.
基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70571064); 陕西省社会科学基金资助项目 (06E015Z).
作者简介: 姜继娇 (1979—), 男, 山东巨野人, 博士, 讲师, Email: jjj_leon@nwpu.edu.cn

时,投资决策者 t时刻的习惯 H_t为

$$H_t = e^{-at}H_0 + b\int_0^t e^{(s-t)} c_s \mathrm{d}s \quad (1)$$

可见,习惯 H_t是局部非随机的,这一点可以知觉获取.由于习惯是对投资决策者过去消费信息的处理,因此不可能是完全随机的[12].并且,习惯 H_t服从过程 $\mathrm{d}H_t = (bc_t - aH_t)\mathrm{d}t$.设 W_t和 S_t分别表示投资决策者在 t时的绝对财富和相对财富,社会财富指数 V_t服从 Itô过程

$$\mathrm{d}V_t / V_t = \mu_{V,t}\mathrm{d}t + \sigma_{V,t}\mathrm{d}\omega_{V,t} \quad (2)$$

其中,$\mu_{V,t}$和 $\sigma_{V,t}$分别是 V_t增长率的条件均值和标准差;$\omega_{V,t}$是标准布朗运动.由此,相对财富 S_t可用函数形式描述为 $S_t = f(W_t, V_t)$.显然,$f_W > 0$,投资决策者的绝对财富越高,其相对财富就越高;$f_V < 0$,在给定的绝对财富水平下,社会财富指数 V_t越高,其相对财富就越低.

投资决策者 t时刻的效用函数可表示为 $U(c_t, S_t, H_t, t)$,不仅依赖于当前的消费率 c_t和时间 t,而且依赖于相对财富 S_t和习惯 H_t.假设 $U(c_t, S_t, H_t, t)$关于各自变量是两次连续可微的,并且存在 $U_c > 0, U_s > 0, U_H < 0$;此时,投资决策者的效用函数表示为 c_t, W_t, V_t, H_t的函数[13]

$$U(c_t, W_t, V_t, H_t, t) = U(c_t, f(W_t, V_t), H_t, t) \quad (3)$$

以上确定了投资决策者基于相对财富和习惯形成的效用函数,由于风险依赖于效用,这为描述开放式基金行为投资组合的风险提供了基础.不同偏好的投资决策者可能具有不同的风险衡量标准,相应的效用函数也就不同,直接受到 c_t, W_t, V_t, H_t等因子的影响.但是迄今为止,并没有一种令人满意的风险测度标准[14].为此,本文采用均值 - 熵方法避免传统方法容易陷入的测度误区.

1.2 调整的行为证券组合模型

熵的概念来源于热力学,随后拓展到统计力学和信息论等学科.作为一种量化不确定性的方法,熵具有非负性、可加性、极值性和凹凸性等优良属性.因此在证券投资组合中,根据各种收益发生的概率采用一定的效用函数便可以计算出一个熵值,表示收益的不确定性[15].设 n表示投资决策者选择的证券投资组合种类,能产生 m种收益结果;π_j为 j种收益产生的概率,R_j是投资决策者第 j种结果的收益;每种证券的投资比例为 $x_i \geq 0$.由此,可以建立行为投资组合的均值 - 熵模型

$$\max\left[-\sum_{j=1}^{m}\pi_j R_j \ln(\pi_j R_j)\right] \quad (4)$$

$$\mathrm{s.t.}\begin{cases}\sum_{i=1}^{n}x_i = 1 & i = 1, 2, \cdots, n \\ \sum_{j=1}^{m}\pi_j R_j = \mathrm{constant} \\ & j = 1, 2, \cdots, m\end{cases} \quad (5)$$

当投资者具有相互独立的两个心理账户时,Shefrin和 Statman[16]建立了一种 BPT(behavioral portfolio theory)模型.设投资者在低期望水平心理账户中设立的期望水平为 A_s,该心理账户中未来财富 W_s不低于 A_s的概率为 P_s,建立在该心理账户上的效用函数为 $U_s = P_s^{1-\gamma}E(W)^{\gamma}$.其中,$\gamma$是非负权系数 $(0 \leq \gamma \leq 1)$,可权衡对安全性指标的重视程度;γ取值越大表明越不重视安全性,更加重视期望收益.投资者在高期望水平中设立的期望水平为 A_r,该心理账户中未来财富 W_r不低于 A_r的概率为 P_r,建立在该心理账户上的效用函数为 $U_r = P_r^{1-\beta}E(W_r)^{\beta}$.其中,$\beta$表示权系数 $(0 \leq \beta \leq 1)$,其含意同 γ一致.设 δ_s和 δ_r分别为反映相应心理账户的权系数,投资决策者在心理账户间分配资金的模式表示为

$$\max U = \delta_s \lfloor P_s^{1-\gamma}E(W_s)^{\gamma}\rfloor \cdot \lfloor 1 + \delta_r(P_r^{1-\beta}E(W_r)^{\beta})\rfloor \quad (6)$$

管理者将在预算不超过 W_{s0}的条件下,使用 $\max U_s$在低期望水平心理账户中配置资产;而在预算不超过 W_{r0}的条件下,使用 $\max U_r$在高期望水平心理账户中配置资产;并且,在满足 $W_{s0} + W_{r0} \leq W_0$的前提下,利用均值 - 熵在两个心理账户之间配置资金 W_0.由于 Shefrin和 Statman采用的目标函数是 Cobb-Douglas生产函数,造成实际的求解异常困难.马永开和唐小我[17]从实用角度对 BPT模型进行了调整:设决策者为两心理账户 s和 r选择了 K_s和 K_r个投资对象,其价格向量为 $\mathbf{c}_s = (c_{s1}, c_{s2}, \cdots, c_{s,K_s})$, $\mathbf{c}_r = (c_{r1}, c_{r2}, \cdots, c_{r,K_r})$;投资期末的价值空间为 $\aleph_s = (\lambda_{s1}, \lambda_{s2}, \cdots, \lambda_{s,K_s})$, $\aleph_r = (\lambda_{r1}, \lambda_{r2}, \cdots, \lambda_{r,K_r})$.设价值向量 λ_{sj}和 λ_{rj}出

现的概率为 p_{sj}和 p_{rj}. 由此可将 BPT模型调整为

$$\max E(W) = \delta_s \sum_{j=1}^{K_s} p_{sj} \lambda_{sj}^{\mathrm{T}} w_{(j)} + \delta_r \sum_{j=1}^{K_r} p_{rj} \lambda_{rj}^{\mathrm{T}} w_{(j)} \tag{7}$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \mathrm{Prob}\{W_s \geq A_s\} \geq P_s \\ \mathrm{Prob}\{W_r \geq A_r\} \geq P_r \\ c_s^{\mathrm{T}} w_{(s)} \leq W_{s0} \\ c_r^{\mathrm{T}} w_{(r)} \leq W_{r0} \\ 0 \leq W_{s0} + W_{r0} \leq W_0 \end{cases} \tag{8}$$

1.3 行为复合实物期权定价模型

将以上两心理账户 BPT模型引入 Geske复合期权范畴中,可以建立具有行为金融属性的复合实物期权定价模型:利用 Geske复合期权描述两心理账户 BPT模型各独立项目的潜在价值,给出项目投资组合的真实价格向量 $c_s' = (c_{s1}, c_{s2}, \cdots, c_{s,K_s})$和 $c_r' = (c_{r1}, c_{r2}, \cdots, c_{r,K_r})$. 其中,复合期权的 Geske公式至关重要. Geske[18] 利用风险中立评价法建立了连续时间条件下,复合期权的基本偏微分方程及其封闭解. 假设 V表示项目收益在 t时刻的现值, V^* 表示第一个买入期权在被交割时项目的临界值, σ_v表示项目收益现值 V的波动率, r表示投资的无风险利率, T表示整个复合期权到期的时间, τ表示第一个期权交割时间, δ表示推迟实施投资项目的机会成本;则买权的买权表达式为

$$C(V, t) = V e^{-\delta(T-t)} H_1 - M e^{-r(T-t)} H_2 - X e^{-r(\tau-t)} H_3 \tag{9}$$

其中, $H_1 = N_2(h, k, \rho)$; $H_2 = N_2(h - \sigma\sqrt{\tau - t}, k - \sigma\sqrt{T - t}, \rho)$; $H_3 = N_1(h - \sigma\sqrt{\tau - t})$; $N_1(\cdot)$和 $N_2(\cdot)$分别表示二维正态分布的累计概率函数和一维正态分布的累计概率函数; $\rho = \sqrt{(\tau - t)/(T - t)}$; $h = [\ln(V/V^*) + (r - \delta + 1/2\sigma^2)(\tau - t)]/(\sigma\sqrt{\tau - t})$; $k = [\ln(V/M) + (r - \delta + 1/2\sigma^2)(T - t)]/(\sigma\sqrt{T - t})$. 由方程 $V^* e^{-\delta(T-\tau)} N_1(z) - M e^{-r(T-\tau)} N_1(z - \sigma_v\sqrt{T - \tau}) - X = 0$可以求得 V^* 的取值;其中, z则由公式 $z = [\ln(V^* e^{-\delta(T-\tau)}/M) + (r + \sigma_v^2/2)(T - \tau)]/(\sigma_v\sqrt{T - \tau})$确定. 在 Geske基本复合期权定价模型基础上, Elettra和 Rossella[19] 给出了其通用表达式,并且将其扩展为 n重复合期权情景. 由此,可以确定两心理账户 BPT模型中各独立项目投资的潜在价值,其数学通式为

$$C(V, t) = V e^{-\delta(T-t)} N_n(a_1, a_2, \cdots, a_n; A^n) - \sum_{m=1}^{n} K_m e^{-r(t_m - t)} N_m(b_1, b_2, \cdots, b_m; A^m) \tag{10}$$

其中, $a_i = [\ln(V/V_t^*) + (r - \delta + 1/2\sigma_v^2)(t_i - t)]/(\sigma_v\sqrt{t_i - t})$, $\forall i = 1, 2, \cdots, n$; $V_t^*: C_{i+1}(V, t_i) = K_i$, $\forall i = 1, 2, \cdots, n-1$; $b_i = [\ln(V/V_t^*) + (r - \delta - 1/2\sigma_v^2)(t_i - t)]/(\sigma_v\sqrt{t_i - t})$, $V_n^* = K_n$; $N_n(\cdot)$和 $N_m(\cdot)$分别表示 n维正态分布的累计概率函数和 m维正态分布的累计概率函数; A^n和 A^m分别表示 n维相关系数矩阵和 m维相关系数矩阵; $A^m[i, j] = \sqrt{(t_i - t)/(t_j - t)}$, $\forall i \leq j$. 该 n复合期权扩展 Geske公式的求解过程为:利用牛顿-拉夫逊法和标准 Black-Scholes公式求方程 $V_{n-1}^*: C_n(V, t_{n-1}) = K_{n-1}$的根,结合 n重复合期权公式和 V_{n-1}^*值,求解二重至 $n-1$重复合期权方程的根 $V_{n-2}^*, V_{n-3}^*, \cdots, V_1^*$,将所求值代入 n重复合期权扩展 Geske公式,便可求得 n重复合实物期权的价值 $C_1(V, t)$. 由此,确定了两心理账户 BPT模型中的项目价格向量 $c_s' = (c_{s1}, c_{s2}, \cdots, c_{s,K_s})$和 $c_r' = (c_{r1}, c_{r2}, \cdots, c_{r,K_r})$.

2 模拟应用算法释例

根据上述基于两心理账户 BPT的复合实物期权定价模型,下面给出两心理账户权系数 δ_s和 δ_r动态变动情景下的模拟过程,及其对项目投资组合决策的影响. 采用马永开和唐小我建立的两心理账户 BPT模型作为研究基准,以更为直观地显示本文研究模型的独特优势. 实际上,马永开和唐小我也曾经提到权系数的变化问题,但是却简单归结为“只能影响初始投资总额中多余资金的分配”.并且,这种依托金融市场建立的证券组合优化模型,实际上也无法融入实物期权的思想.

设投资者具有两个心理账户 (s和 r),面对着相同的投资对象 (项目 A和 B). 项目 A的价格为

3,在投资期末的价值集为{2.9, 3.2};项目 B 的价格为 3,在投资期末的价值集为{0, 100};则这两种项目在投资期末的价值空间为 $\aleph = \{(2.9, 0)^{T}, (2.9, 100)^{T}, (3.2, 0), (3.2, 100)^{T}\}$;各价值向量出现的概率为 0.098, 0.002, 0.882, 0.018. 对于心理账户 s 存在 $A_s = 105$, $P_s = 0.98$;对于心理账户 r 存在 $A_r = 10\ 000$, $P_r = 0.01$. 其中,真实价格向量 $c_s' = (c_{s1}, c_{s2}, \cdots, c_{s,K_s})$ 和 $c_r' = (c_{r1}, c_{r2}, \cdots, c_{r,K_r})$ 确定如下.

首先,基于释例[20]来说明两心理账户对单项目投资实物期权方法的影响:存在一个总投资为 600万美元(K)的项目,它可以在每年的增长率(k)不超过 100万美元的条件下进行生产性开支. 其中,参数无风险利率 $r = 0.02$,回报不足率 $\delta = 0.06$,布朗运动变动参数 $\sigma = 0.20$(均为年率). 求解过程需要变量 V(资产的价值)和 K(资本存量)的离散化,假定投资开支是按季度做出的,即 K 以离散单位 25万美元来测度. 具体利用 $\log V$ 的增量为 0.15,求解如表 1所示.

表 1 单项目投资最优规则的求解

Table 1 Solution of optimization rules for single project investment

资产价值 V	资本存量 K(单位:百万美元)				
	0	1	2	3	4
9.49	9.49	7.93	6.43	4.98	3.57
7.03	7.03	5.62	4.26	2.93	1.65*
6.05	6.05	4.70	3.39	2.12	1.00
5.21	5.21	3.91	2.65	1.42*	0.60
4.48	4.48	3.23	2.00	0.86	0.36
3.32	3.32	2.13	0.98*	0.31	0.13
2.46	2.46	1.32	0.36	0.11	0.05
1.82	1.82	0.73*	0.13	0.04	0.02
1.57	1.57	0.44	0.08	0.02	0.01
0.00	0.00*	0.00	0.00	0.00	0.00

表 1中的每一项数值,均对应于 V 和 K 的特定水平下投资期权的价值 $F(V, K)$. 标有星号的数值项对应于临界价值 $V^{*}(K)$. 例如,剩余项目投资支出为 400万美元的临界价值为 $V^{*} = 703$万美元,项目投资期权的价值为 165万美元;并且,假设关于参数 r, δ, σ 和 k 的取值保持不变. 基于两心理账户考察 δ 的变动情形时,清晰揭示了决策者的心理行为因素影响(见表 2).

表 2 单项目投资临界值对 δ的依赖

Table 2 Dependence of threshold value for single project investment and δ

布朗运动变动参数 (σ)	反应两心理账户影响的回报不足率 (δ)	
	0.02	0.06
0.10	11.02	9.03
0.20	20.09	11.02
0.40	121.51	24.53

基于此,考虑项目投资组合决策情景. 假设初始投资总额 $W_0 = 500$. 对心理账户 s 而言,满足条件的价值空间子集只有 $\aleph_s = \{(2.9, 0)^{T}, (3.2, 0)^{T}\}$. 对心理账户 r 而言,同理其价值空间子集包括 $\aleph_{r1} = \{(2.9, 0)^{T}\}$, $\aleph_{r2} = \{(3.2, 0)^{T}$, $\aleph_{r3} = \{(3.2, 100)^{T}\}$. 根据以上研究,在价值空间子集,$\{\aleph_s, \aleph_{r1}\}$, $\{\aleph_s, \aleph_{r2}\}$, $\{\aleph_s, \aleph_{r3}\}$ 上可以分别建立线性规划模型. 考虑表达的简洁性,此处仅以 $\{\aleph_s, \aleph_{r3}\}$ 为例:

$$\max E(W) = \delta_s (3.17 w_{s1} + 2 w_{s2}) + \delta_r (3.17 w_{r1} + 2 w_{r2}) \tag{11}$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \{2.9 w_{s1} \geq 105\} \cap \{3.2 w_{s1} \geq 105\} \\ 3.2 w_{r1} + 100 w_{r2} \geq 10\ 000 \\ 3(w_{i1} + w_{i2}) \leq w_{i0},\ i = s, r \\ \{0 \leq w_{s0}\} + \{0 \leq w_{r0}\} \leq 500 \end{cases} \tag{12}$$

对于相应的三个线性规划模型,马永开和唐小我假设心理账户权系数 δ_s 和 δ_r 为静态的先验参数,取值{0.1, 0.9}时对应的最优解为 $w_{0s} = 108.62$, $w_{(s)} = \{(36.21, 0)^{T}\}$; $w_{0r} = 391.38$, $w_{(r)} = \{(31.47, 98.99)^{T}\}$. 与此不同,本文引入基于两心理账户的 BPT模型,实现心理账户权系数 δ_s 和 δ_r 动态随机调整的目标. 由此,该模型转化为两级优化问题,本质上又属于一种非凸非光滑问题.

即使对于最简单的线性两级问题,其求解也极为复杂,因此为避免常规求解非光滑问题可能遇到的困难,保证广义算法的收敛性,本文采用了 MPL (mathematical programming language) for Windows 4.2软件包来解决这一难题. 仿真求解的关键在于将两心理账户下的目标函数优化问题转化为普通的随机规划模型,而对这类模型已有较成熟的算法. 在马永开和唐小我研究的基础上,步长为 0.1时,优化结果清晰显示了两心理账户的动态转化特征(见表 3).

表 3　步长 0. 1时的 MPL 模拟迭代过程

Table 3 Iterative process of MPL simulation for 0. 1-space

迭代次数	(δ_s, δ_r)	W_{0s}	W_{0r}	心理账户 s	心理账户 r
0	(0. 0, 1. 0)	—	—	—	—
1	(0. 1, 0. 9)	108. 62	391. 38	(36. 21, 0. 00)	(31. 47, 98. 99)
2	(0. 9, 0. 1)	200. 00	300. 00	(66. 67, 0. 00)	(0. 00, 100. 00)
3	...	...	...	...	...

3 结束语

有限理性人假设已经得到多学科相关学者的广泛接受,尤其是行为金融的迅速发展及其取得的巨大成就,促使在研究项目投资组合决策问题时必须考虑决策者的心理因素. 本研究正是在行为金融范式下,利用相对财富和习惯形成效用函数描述决策者的有限理性行为,以均值 - 熵度量项目投资组合的风险,提出了一种两心理账户行为证券组合模型;由此,在 Geske复合实物期权范畴,研究建立具有行为金融属性的复合实物期权定价模型;模拟结果表明,该模型能够反映决策者心理因素的潜在影响. 而与标准金融范式下的复合实物期权定价模型相比,本文提出的基于两心理账户 BPT的决策方法更逼近现实的投资决策,考虑了决策主体的心理行为因素影响. 并且,该研究也为揭示多心理账户条件下的复合实物期权定价模型提供了理论基础,开启了利用行为金融理论描述实物期权模型的大门.

参 考 文 献:

[1] 房四海, 王　成. 创业企业定价的复合实物期权模型 [J]. 数量经济技术经济研究, 2003, (9): 63—68.
Fang Si-hai, Wang Cheng. Compound real options model of start-ups enterprise pricing[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2003, (9): 63—68. (in Chinese)

[2] Black F, Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities[J]. Journal of Political Economy, 1973, 81(3): 637—654.

[3] Myers S. Determinants of corporate borrowing[J]. Journal of Financial Economics, 1977, 5(2): 147—175.

[4] Kester W. Evaluating Growth Options: A New Approach to Strategic Capital Budgeting[M]. Boston: Harvard Business School Press, 1982.

[5] Merton R. Theory of rational option pricing[J]. Bell Journal of Economics and Management Science, 1973, 4 (1): 141—183.

[6] Trigeorgis L. Anticipated competitive entry and early preemptive investment in deferrable projects[J]. Journal of Economics and Business, 1991, 43(2): 143—156.

[7] Ottoo R. Valuation of internal growth opportunities: The case of a biotechnology company[J]. The Quarterly Review of Economics and Finance, 1998, 38(3): 615—633.

[8] Pennings E, Lint O. Market entry, phased rollout or abandonment? A real option approach[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 124(1): 125—138.

[9] Kleinert H. Option pricing for non-Gaussian price fluctuations[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2004, 338(1): 151—159.

[10] Long N, Shimomura K. Relative wealth, status-seeking, and catching-up[J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 2004, 53(4): 529—542.

[11] Gomes F, Michaelides A. Portfolio choice with internal habit formation: A life-cycle model with uninsurable labor income risk[J]. Review of Economic Dynamics, 2003, 6(4): 729—766.

[12] Otrok C, Ravikumar B, Whiteman C. Habit formation: A resolution of the equity premium puzzle? [J]. Journal of Monetary Economics, 2002, 49(6): 1261—1288.

[13] 徐绪松, 陈彦斌. 基于相对财富和习惯形成的资本资产定价模型[J]. 管理科学学报, 2004, 7(3): 1—6.
Xu Xu-song, Chen Yan-bin. CAPM based on relative wealth and habit formation[J]. Journal of Management Sciences in China, 2004, 7(3): 1—6. (in Chinese)

[14] Kliger D, Levy O. Mood-induced variation in risk preferences[J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 2003, 52(4): 573—584.

[15] Niven R. The constrained entropy and cross-entropy functions[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2004, 334(3): 444—458.

[16] Shefrin H, Statman M. Behavioral portfolio theory[J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 2000, 35(2): 127—151.

[17] 马永开, 唐小我. 行为证券组合投资决策方法研究[J]. 系统工程学报, 2003, 18(1): 71—76.
Ma Yong-kai, Tang Xiao-wo. Decision-making methods for behavioral portfolio choice[J]. Journal of Systems Engineering, 2003, 18(1): 71—76. (in Chinese)

[18] Geske R. The valuation of compound options[J]. Journal of Financial Economics, 1979, 7(1): 63—81.

[19] Elettra A, Rossella A. A generalization of the Geske formula for compound options[J]. Mathematical Social Sciences, 2003, 45(1): 75—82.

[20] Dixit A, Pindyck R. Investment under Uncertainty[M]. Princeton: Princeton University Press, 1994.

Compound real option pricing model based on BPT with tow mental accounts

JIANG Ji-jiao, YANG Nai-ding
School of Management, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China

Abstract: From hominine bounded rational, it's studied for a real option method of portfolio decision-makings. With relative wealth and habit formation utility functions, it's described bounded rational behaviors of portfolio decision-makers. Measuring risks by the mean-entropy, a behavioral portfolio model with tow mental accounts is proposed. So, the behavioral pricing model is formed in the Geske's compound option paradigm. Results of simulation show that it's reflected potential influences of decision-makers' psychology.

Key words: behavioral finance; compound real option; behavioral portfolio theory; mental account