第3卷第1期
2000年3月
管 理 科 学 学 报
JOURNAL OF MANAGEMENT SCIENCES IN CHINA
Vol. 3 No. 1
Mar. 2000

(8)
58-65

基金投资行为及其监管的模糊随机理论研究[①]

F830.9

张世英[1]，王 东[2]
(1. 天津大学管理学院，天津 300072； 2. 北京大学光华管理学院，北京 100871)

F830.59

摘要：讨论了投资基金的价格监管和风险控制问题. 基于模糊随机理论，定义了投资基金价格风险的测度，对有交易成本时的基金投资行为以及基金投资行为风险控制和监管问题进行了讨论. 完成了给定控制区间下有效交易时间的仿真，仿真结果说明方法是有效的. 最后探讨了这一问题的进一步工作.

关键词：行为金融；市场监管；投资基金；模糊随机系统理论 投资行为，金融，价格监管
分类号：F831 **文献标识码**：A **文章编号**：1007-9807(2000)01-0058-08

0 引 言

在金融市场中，金融产品的未来市场价格是由投资者买卖双方的投资行为决定的，这就决定了金融产品的价格具有极为复杂的行为特征，封闭型投资基金的价格也是如此. 在众多的因素之中，有些是确定性的，有些是随机性的，还有一些是模糊的. 随机性和模糊性都属于不确定性，两者有原则的区别，但是二者又有密切的联系. 特别是在某场合下，它们还可以共存. 1978年Kwakerneak[2]在国际上最先引入了模糊随机变量的概念，随后，其他许多学者也先后开展了模糊随机变量理论的研究工作. 虽然模糊随机系统理论在工程领域已经得到较好的应用[3,4]，但是在社会经济系统领域，特别是投资金融领域，目前还没有见到文献报导. 我国的证券市场发展历史还不长，在很多方面都有待于研究和规范. 在我国目前的证券市场中，由于封闭型基金在基金市场中占据主导地位，而基金的特点又没有被我国众多的投资者完全把握，基金被盲目和过分地"炒作"的问题一度较为突出. 为了抑制证券投资时盲目和过分的投机行为、减少过多的非理性市场波动，防范金融风险、化解不安定因素，保护广大投资者的权益，对市场进行必要的监管是适当的. 另外，我国面临着深化、完善税制改革的重要任务，其中包括研究开征证券交易税[1]. 在这种情况下，研究如何实施对市场进行价格监管，如何确定对基金市场进行价格监管的力度，对于中国基金市场和中国证券市场的健康和稳定发展具有重要的理论和现实意义.

然而，国内外对金融产品价格监管问题的定量分析和研究甚少，导致了这一问题研究的困难性. 作者还曾利用EBSCO host等数据库对国外的文献进行检索，没有发现对金融产品价格监管问题进行定量研究的记录. 本文试图以封闭型投资基金价格波动为着眼点，基于模糊随机系统理论，对证券市场监管问题进行量化分析和研究，为我国证券税收制度的改革和证券市场的监管做一些有意义的工作.

1 投资基金价格的风险测度

投资者的投资行为是在众多具有确定性、随机性和模糊性的因素在相互作用的过程中演化形成的，因此由投资行为决定的封闭型投资基金未来的价格可以用模糊马尔可夫过程来描述.

1.1 模糊马尔可夫过程[3]

以下给出区间马尔可夫过程的定义.

① 收稿日期：1998-08-13. 修订日期：1999-06-04.
作者简介：张世英(1936-)，男(汉族)，北京人，天津大学管理学院教授，博士生导师.

定义1　设$(\Omega,\mathscr{F},P)$为概率空间,$T\in R$,

$$\zeta:T\times\Omega\rightarrow I(R)=\{[x,y]|x,y\in R,x\leqslant y\}$$
$$(t,\omega)\rightarrow\zeta(t,\omega)=[\zeta^-(t,\omega),\zeta^+(t,\omega)]\quad(1)$$

如果$\zeta^-(t,\omega)$和$\zeta^+(t,\omega)$都是$(\Omega,\mathscr{F},P)$上的马尔可夫过程,则称$\zeta(t)=\zeta(t,\omega),t\in T$为$(\Omega,F,P)$上的区间马尔可夫过程.

定理1　$X(t)=\{X(t,\omega),t\in T\}$是概率空间$(\Omega,\mathscr{F},P)$上的模糊马尔可夫过程的充分必要条件是对$\forall\alpha\in(0,1]$,

$$X_\alpha(t)=\{X_\alpha(t,\omega)=[X_\alpha^-(t,\omega),X_\alpha^+(t,\omega)],t\in T\}\quad(2)$$

是$(\Omega,\mathscr{F},P)$上的区间马尔可夫过程.且

$$X(t,\omega)=\{\bigcup_{\alpha\in(0,1]}\alpha[X_\alpha^-(t,\omega),X_\alpha^+(t,\omega)],t\in T\}\quad(3)$$

其中

$$X_\alpha^-(t,\omega)=\inf X_\alpha(t,\omega)=\inf\{x\in R|X(t,\omega)(x)\geqslant\alpha\}\quad(4)$$

$$X_\alpha^+(t,\omega)=\sup X_\alpha(t,\omega)=\sup\{x\in R|X(t,\omega)(x)\geqslant\alpha\}\quad(5)$$

$X(t,\omega)(x)$是$X(t,\omega)$的隶属函数.

1.2　基金价格的风险测度

设m_0为封闭型投资基金在给定时刻t_0的价格;$m(t)$为封闭型投资基金在一个确定时刻t的价格;k_1,k_2为价格运行区间的控制因子;$[k_1m_0,k_2m_0]$为在给定时刻t_0规定的封闭型投资基金的价格运行区间;$M(t,\omega),t\geqslant0$为封闭型投资基金未来的价格;则对于$M(t),t\geqslant0$,其α水平截集($\alpha\in(0,1]$):

$$M_\alpha(t)=\{M_\alpha(t,\omega)=[M_\alpha^-(t,\omega),M_\alpha^+(t,\omega)],t\in T\}\quad(6)$$

是$(\Omega,\mathscr{F},P)$上的区间随机函数.且,

$$M(t,\omega)=\{\bigcup_{\alpha\in(0,1]}\alpha[M_\alpha^-(t,\omega),M_\alpha^+(t,\omega)],t\in T\}\quad(7)$$

其中,

$$M_\alpha^-(t,\omega)=\inf M_\alpha(t,\omega)=\inf\{m\in R|M(t,\omega)(m)\geqslant\alpha\}\quad(8)$$

$$M_\alpha^+(t,\omega)=\sup M_\alpha(t,\omega)=\sup\{m\in R|M(t,\omega)(m)\geqslant\alpha\}\quad(9)$$

$M(t,\omega)(m)$是$M(t,\omega)$的隶属函数.

若将封闭型投资基金在一个确定时刻t的价格$m(t)$投影于t_0时刻的基金价格运行区间中,如图1所示,而且如果为了说明问题而在t_0时刻假设:对于$t\geqslant t_0$时刻,基金价格的隶属度$M(m)$具有三角形分布,且记$m(t)=m$,则有

$$M(m)=\begin{cases}\dfrac{m-k_1m_0}{m_0-k_1m_0}, & k_1m_0\leqslant m<m_0\\ 1 & m=m_0\\ \dfrac{k_2m_0-m}{k_2m_0-m_0}, & m_0<m\leqslant k_2m_0\end{cases}\quad(10)$$

定义2　投资基金的短期价格风险隶属度为

$$\mathrm{Risk}(m)=1-M(m)\quad(11)$$

由定义2可知,当基金价格维持在m_0时,价格风险的隶属度取得最小值零;基金价格偏离m_0时,风险的隶属度开始增大,到了给定的运行区间边缘时,风险的隶属度趋于最大.

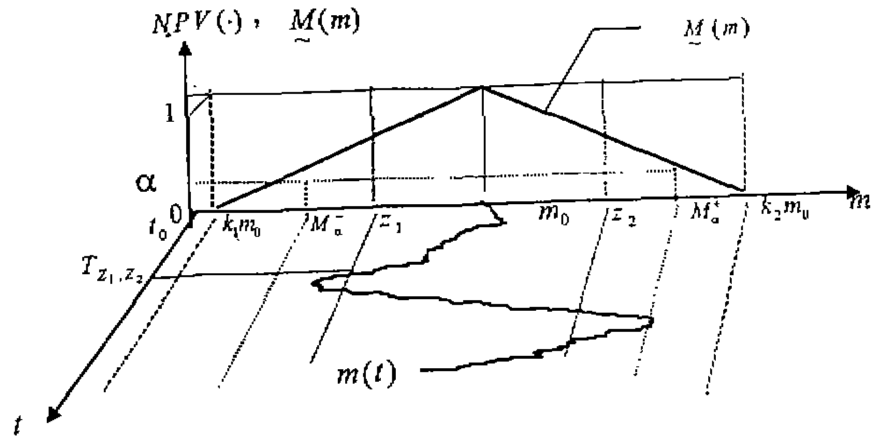

图1　基金价格运行区间

2　有交易成本时的基金投资行为分析

行为金融(Behavioral Finance)的研究表明，投资者在投资时更注重损失带来的不利影响[5,6]，而且从投资心理上讲，投资者一般只在预期具有获利的可能时才进行投资. 在实际的投资过程中，印花税、证券交易税、过户费、佣金等交易费用，对于投资者的收益是有影响的，从而也影响到投资心理和投资行为. 由于“炒作”是一种短期的行为，因此在下面对有交易成本的基金投资行为进行分析时，将忽略红利支付的影响. 另外，目前对基金的投资一般是不容许卖空的，但是在下面的分析过程中，为了更全面地说明问题，将考虑容许卖空的情况. 因为，不容许卖空的情形，只是容许卖空的情况的一个特例.

设 τ_+ 为投资者买入基金时的费率；τ_- 为投资者卖出基金时的费率；r 为投资者借贷的连续利率；$NPV(\tau_+,t_0;\tau_-,t_1)$ 为投资者在 t_0 时刻买入基金，在 t_1 时刻卖出基金时的净现值；$NPV(\tau_-,t_0;\tau_-,t_1)$ 为投资者在 t_0 时刻卖出基金，在 t_1 时刻买入基金时的净现值. 则有

$$NPV(\tau_-,t_0;\tau_-,t_1) = (1-\tau_-)m(t_1)e^{-r(t_1-t_0)} - (1+\tau_+)m(t_0) \tag{12}$$

$$NPV(\tau_-,t_0;\tau_-,t_1) = -(1+\tau_+)m(t_1)e^{-r(t_1-t_0)} + (1-\tau_-)m(t_0) \tag{13}$$

令

$$NPV(\tau_+,t_0;\tau_-,t_1) \geqslant 0 \tag{14}$$

得 $m(t_1) \geqslant \dfrac{1+\tau_+}{1-\tau_-}m(t_0)e^{r(t_1-t_0)} = Z_2$　　(15)

类似地，令

$$NPV(\tau_-,t_0;\tau_+,t_1) \geqslant 0 \tag{16}$$

得 $m(t_1) \leqslant \dfrac{1-\tau_-}{1+\tau_+}m(t_0)e^{r(t_1-t_0)} = Z_1$　　(17)

由以上分析，可以得出两个对于基金投资十分重要的定理.

定理 2　有交易费用条件下，多头投资者和空头投资者净现值为正的投资起点不同.

定理 3　投资者的投资策略是，若

$$m(t_1) \notin \left[\frac{1-\tau_-}{1+\tau_+}m(t_0)e^{r(t_1-t_0)}, \frac{1-\tau_-}{1-\tau_-}m(t_0)e^{r(t_1-t_0)}\right] \tag{18}$$

则可以投资. 且投资者根据 t_0 时刻的信息，在预期未来价格 $m(t_1) \geqslant \dfrac{1+\tau_+}{1-\tau_-}m(t_0)e^{r(t_1-t_0)}$ 时，投资者应当进行多头投资才可能获利；当根据 t_0 时刻的信息，投资者预期未来价格满足 $m(t_1) \leqslant \dfrac{1-\tau_-}{1+\tau_-}m(t_0)e^{r(t_1-t_0)}$ 条件时，应当进行空头投资以便获利.

以上两个定理对于金融监管部门也具有重要意义. 因为它们表明，如果金融监管部门能够适当地对费率进行调控，就可以影响投资心理，从而对投资者的行为进行控制.

3　投资基金价格风险控制

金融市场中金融产品价格波动的控制一般可以分为两种方式：直接控制和间接调控. 间接调控是通过对与金融市场相关的因素(如经济、政治等方面)的调整实现的. 对金融市场结构、规则(如交易方式、费率、涨跌停板)等的调整和控制属于直接控制方式. 本文以下讨论运用费率和涨跌停板实现对投资基金价格风险的直接控制问题：其中，称费率控制为软控制；涨跌停板为硬控制，国外也称短路(circuit-breakers). 为讨论方便，在此给出：

定义 3　有效交易区间是多头投资者或空头投资者的投资净现值为正时的基金价格变动区间.

定义 4　有效交易时间是在交易过程中，多头投资者或空头投资者的投资净现值为正时的交易时间.

根据前面的讨论，可以得到投资者的有效交易区间. 如图 1 所示，投资者对基金进行多头和空头投资时，有效交易区间分别为 $L \in [k_1 m_0, Z_1] = m_0\left[k_1, \dfrac{1-\tau_-}{1+\tau_+}e^{r(t_1-t_0)}\right]$ 和 $S \in [Z_2, k_2 m_0] = m_0\left[\dfrac{1+\tau_+}{1-\tau_-}e^{r(t_1-t_0)}, k_2\right]$. 因为，

$$\frac{\partial Z_1}{\partial \tau_-} = -m(t_0)e^{r(t_1-t_0)} \leqslant 0 \tag{19}$$

$$\frac{\partial Z_1}{\partial \tau_+} = -\frac{1-\tau_-}{(1+\tau_+)^2}m(t_0)e^{r(t_1-t_0)} \leqslant 0 \tag{20}$$

$$\frac{\partial Z_2}{\partial \tau_+} = m(t_0)e^{r(t_1-t_0)} \geqslant 0 \tag{21}$$

$$\frac{\partial Z_2}{\partial \tau_-} = \frac{1+\tau_+}{(1-\tau_-)^2} m(t_0) e^{r(t_1-t_0)} \geqslant 0 \qquad (22)$$

所以,交易费用的增加,将使得 Z_1 减小,Z_2 增大.在图1中,随着交易费用的增加 Z_1 和 Z_2 点的位置将分别左移和右移,从而使得有效交易区间缩小,也就是说使得投资者的获利机会减小了.

软控制或硬控制具有互补性和可替代性.因为无论通过对交易费率或者基金的价格区间的同时调控或者分别调控,都可以实现对投资者的有效交易区间进行控制,从而影响投资者的交易行为.这就为控制金融产品价格的波动建立了新思路.

在制定和实施控制策略时,一个重要的问题是如何建立有效价格区间;另一个重要的问题是确定有效价格区间的大小.本文将重点讨论确定有效价格区间的大小的方法问题.一般意义上,过大或过小的有效价格区间都会对交易产生不利的影响,比如:过大的有效价格区间会导致投机盛行,过小则会抑制交易的进行,甚至会导致有场无市.

通过对有效交易时间的估算,可以较好地解决确定有效价格区间的大小的方法问题.为了能够估计有效交易时间,在下面的讨论中有必要假定经济环境平稳.

由于未来的基金价格是一模糊随机变量,而有效交易时间是基金价格在有效交易区间内的运行时间,因此有效交易时间也是一模糊随机变量.如果能够得到基金价格从某一价格点出发,首次超越不同区间的时间分布,就可以分析和考察在给定基金价格运行区间条件下的有效交易时间的概率.

针对本文研究的问题,不失一般性,下面将对基金价格由 m_0 出发,首次超越一给定区间 $[z_1,z_2]$ 的时间概率进行分析.在分析时,考虑在相对稳定的经济环境下,设 $m(t)$ 是平稳的模糊马尔可夫过程.

定义5　$T_{z_1,z_2}(t,\omega) =$

$$\{\bigcup_{\alpha\in(0,1]} \alpha[T^-_{z_1,z_2,\alpha}(t,\omega), T^-_{z_1,z_2,\alpha}(t,\omega)], t\in T\} \quad (23)$$

为在 t 时刻基金价格由

$$M(t,\omega) = \{\bigcup_{\alpha\in(0,1]} \alpha[M^-_\alpha(t,\omega), M^+_\alpha(t,\omega)], t \in T\} \qquad (24)$$

出发,首次超越给定区间 $[z_1,z_2]$ 的时间.

如果在首次发生超越区间 $[M^+_\alpha(t), M^-_\alpha(t)]$ 时采取措施实施控制,那么 $M^+_\alpha(t)$ 与 $M^-_\alpha(t)$ 为控制壁;称 α 为风险控制强度,$\alpha=1$ 属于实施强控制情况,$\alpha=0$ 属于非实施控制情况.根据风险控制强度 α 所实施的对交易费率和价格运行区间的控制,应该考虑使得基金市场具有一定的活跃性,避免有场无市,同时对基金市场价格的波动范围进行必要的限制.

在相对稳定的经济环境下,对于一个给定的封闭型投资基金,一般应该使得价格由开盘价

$$\underset{\sim}{M}(t_0,\omega) = \{\bigcup_{\alpha\in(0,1]} \alpha[M^-_\alpha(t_0,\omega), M^+_\alpha(t_0,\omega)], t_0\in T\}$$
$$= m_0 = \{\bigcup_{\alpha\in(0,1]} \alpha[m_0,m_0], t_0\in T\} \qquad (25)$$

为起始点,以较小的概率在一个交易日内超越 $[k_1m_0, k_2m_0]$.

因为,以下主要研究的是在 t_0 时刻,一种基金价格从

$$m_0 = \{\bigcup_{\alpha\in(0,1]} \alpha[m_0,m_0], t_0\in T\} \qquad (26)$$

出发,基金价格超越某一区间的时间情况,若区间为 $[z_1,z_2]$,则有

$$T^-_{z_1,z_2,\alpha}(m_0) = T^-_{z_1,z_2,\alpha}(m_0) \qquad (27)$$

记　$T_{z_1,z_2}(m_0) = T^+_{z_1,z_2}(m_0) = T^-_{z_1,z_2}(m_0) = T^+_{z_1,z_2,\alpha}(m_0) = T^-_{z_1,z_2,\alpha}(m_0)$　(28)

则 $T_{z_1,z_2}(t_0,\omega) = T_{z_1,z_2}(m_0) = \{\bigcup_{\alpha\in(0,1]} \alpha[T_{z_1,z_2}(m_0), T_{z_1,z_2}(m_0)], t_0\in T\}$　(29)

所以,由定义5可知,$T_{z_1,z_2}(m_0)$ 和 $T_{k_1m_0,k_2m_0}(m_0)$ 分别为在 t_0 时刻基金价格由 m_0 出发首次超越区间 $[z_1,z_2]$ 和 $[k_1m_0,k_2m_0]$ 的时间.

为表达的便利,设

$F^\pm_{z_1,z_2}(t|m_0)$:$T^\mp_{z_1,z_2}(m_0)$ 的分布函数;

$f^\mp_{z_1,z_2}(t|m_0)$:$T^\pm_{z_1,z_2}(m_0)$ 的密度函数;

$F^\mp_{z_1,z_2^-}(t|m_0)$:$m(t)$ 由 m_0 超越壁 z_1 时 $T^\pm_{z_1,z_2}(m_0)$ 的分布函数;

$F^\pm_{z_1,z_2^+}(t|m_0)$:$m(t)$ 由 m_0 超越壁 z_2 时 $T^\mp_{z_1,z_2}(m_0)$ 的分布函数;

$f^\pm_{z_1,z_2^-}(t|m_0)$:$m(t)$ 由 m_0 超越壁 z_1 时 $T^\pm_{z_1,z_2}(m_0)$ 的密度函数;

$f^\mp_{z_1,z_2^-}(t|m_0)$:$m(t)$ 由 m_0 超越壁 z_2 时 $T^\pm_{z_1,z_2}(m_0)$ 的密度函数.

$F^{\pm}(y,t|m_0)$：$F^{\pm}(y,t|m_0)=P\{m(t)\leqslant y,m(t_0)=m_0\}$，表示 $m(t)$ 的转移分布函数；

$f^{\pm}(y,t|m_0)$：为 $m(t)$ 的转移密度函数；

$F_z^{\pm}(t|m_0)$ 和 $f_z^{\pm}(t|m_0)$：分别表示当只有一个壁 z 时，第一次通过 z 时间的分布函数和密度函数.

且第一次通过一个壁 z 的时间表示为，

$T^{\pm}_{\infty,z}(m_0)$，如果 $m_0>z$；

$T^{\pm}_{z,-\infty}(m_0)$，如果 $m_0<z$. (30)

由式(28)，有

$T_{z_1,z_2}(m_0)=T^{+}_{z_1,z_2}(m_0)=T^{-}_{z_1,z_2}(m_0)$.

对于分布函数、密度函数和转移函数，也有类似的结果.

为了研究确定第一次超越$[z_1,z_2]$时间的密度函数 $f_{z_1,z_2}(t|m_0)$ 的计算方法，需要下列引理.

引理 1

$$L[f(y,t|m_0)]=\int_0^{\infty}e^{-st}f(y,t|m_0)\mathrm{d}t=\begin{cases}u(m_0)u_1(y),y>m_0\\v(m_0)v_1(y),y<m_0\end{cases}\tag{31}$$

和

$$L[f_z(t|m_0)]=\int_0^{\infty}e^{-st}f_z(t|m_0)\mathrm{d}t=\begin{cases}u(m_0)/u(z),m_0<z\\v(m_0)/v(z),m_0>z\end{cases}\tag{32}$$

显然，在时刻 t，$m(t)$ 由 m_0 超越壁 z_1 有两种方式，即：

1) 在时刻 t，$m(t)$ 跨越 z_1，而在 t 以前不越过 z_2；

2) 在时刻 $l(l<t)$，$m(t)$ 越过 z_2，然后再过时刻 $t-l$ 越过 z_1.

数学上，上述分析可表现为

$$f_{z_1}(t|m_0)=f_{z_1,z_2^-}(t|m_0)+\int_0^t f_{z_1,z_2^+}(t|m_0)f_{z_1}(t-l|z_2)\mathrm{d}l\tag{33}$$

类似地，

$$f_{z_2}(t|m_0)=f_{z_1,z_2^-}(t|m_0)+\int_0^t f_{z_1,z_2^-}(t|m_0)f_{z_2}(t-l|z_1)\mathrm{d}l\tag{34}$$

对上面的表达式取拉普拉斯变换，得

$$\mathrm{L}[f_{z_1}(t|m_0)]=\mathrm{L}[f_{z_1,z_2^-}(t|m_0)]+\mathrm{L}[f_{z_1,z_2^-}(t|m_0)]\mathrm{L}[f_{z_1}(t|z_2)]\tag{35}$$

$$\mathrm{L}[f_{z_2}(t|m_0)]=\mathrm{L}[f_{z_1,z_2^+}(t|m_0)]+\mathrm{L}[f_{z_1,z_2^-}(t|m_0)]\mathrm{L}[f_{z_1}(t|z_1)]\tag{36}$$

根据引理 1 和上面两式可以得到

$$\mathrm{L}[f_{z_1,z_2^-}(t|m_0)]=\frac{v(z_2)u(m_0)-v(m_0)u(z_2)}{u(z_1)v(z_2)-u(z_2)v(z_1)}\tag{37}$$

和

$$\mathrm{L}[f_{z_1,z_2^+}(t|m_0)]=\frac{u(z_1)v(m_0)-v(z_1)u(m_0)}{u(z_1)v(z_2)-u(z_2)v(z_1)}\tag{38}$$

因为，

$$\mathrm{L}[f_{z_1,z_2}(t|m_0)]=\mathrm{L}[f_{z_1,z_2^-}(t|m_0)]+\mathrm{L}[f_{z_1,z_2^+}(t|m_0)]\tag{39}$$

所以，

$$L[f_{z_1,z_2}(t|m_0)]=\frac{v(m_0)[u(z_1)-u(z_2)]-u(m_0)[v(z_1)-v(z_2)]}{u(z_1)v(z_2)-u(z_2)v(z_1)}\tag{40}$$

如果 $u(m)$ 和 $v(m)$ 是已知的，则基金价格由 m_0 出发首次超越区间$[z_1,z_2]$的时间 $T_{z_1,z_2}(m_0)$ 的概率密度函数正好是上式的拉普拉斯逆变换.

定理 4 函数 $u(x)$ 和 $v(x)$ 是下列方程的任意两个线性无关解

$$\frac{1}{2}a_2(x)\mathrm{d}^2\varphi/\mathrm{d}x^2+a_1(x)\mathrm{d}\varphi/\mathrm{d}x-s\varphi=0\tag{41}$$

其中，$a_1(x)$ 和 $a_2(x)$ 分别是 $x(t)$ 的一阶和二阶矩.

设封闭型投资基金价格 $m(t)$，$t\geqslant 0$ 是一个维纳过程，其均值为零，协方差为 $E\{m(s)m(t)\}=\mathrm{Min}(s,t)$. 对这种情况，定理 4 中的 $a_1=0$，$a_2=1$，所以

$$\frac{\mathrm{d}^2\varphi}{\mathrm{d}x^2}-2s\varphi=0\tag{42}$$

这个方程的两个无关解为

$$u(x)=\exp[-(2s)^{\frac{1}{2}}x],\quad v(x)=\exp[(2s)^{\frac{1}{2}}x]=u(-x)\tag{43}$$

首先考察对称壁为 z_1 和 $z_2=-z_1$ 的情况.

把 $u(x)$ 和 $v(x)$ 代入式(40)，化简后得

$$L[f_{z_1,-z_1}(t|m_0)]=\cosh[(2s)^{\frac{1}{2}}m_0]/\cosh[(2s)^{\frac{1}{2}}z_1]\tag{44}$$

对上式进行拉普拉斯的逆变换可以得到密度函数. 对密度函数积分，得到分布函数.

$$f_{z_1,-z_1}(t|m_0)=\frac{\pi}{z_1^2}\sum_{j=0}^{\infty}(-1)^j(j+\frac{1}{2})\cos\{(j+\frac{1}{2})\frac{\pi m_0}{z_1}\}\exp[-\frac{(j+\frac{1}{2})^2\pi^2 t}{2z_1^2}] \tag{45}$$

$$F_{z_1,-z_1}(t|m_0)=1-\frac{2}{\pi}\sum_{j=0}^{\infty}\frac{(-1)^j}{(j+\frac{1}{2})}\cos\{(j+\frac{1}{2})\frac{\pi m_0}{z_1}\}\exp[-\frac{(j+\frac{1}{2})^2\pi^2 t}{2z_1^2}] \tag{46}$$

$T_{z_1,-z_1}(m_0)$ 的期望值为

$$E[T_{z_1,-z_1}(m_0)]=\int_{-z_1}^{z_1}tf_{z_1,-z_1}(t|m_0)\mathrm{d}t=4z_1^2\pi^{-3}\sum_{j=0}^{\infty}(-1)^j(j+\frac{1}{2})^{-3}\cos[(j-\frac{1}{2})\frac{\pi m_0}{z_1}]\{-\exp[(-\frac{(j-\frac{1}{2})^2\pi^2}{2z_1})(\frac{(j+\frac{1}{2})^2\pi^2}{2z_1}+1)]+\exp[(\frac{(j+\frac{1}{2})^2\pi^2}{2z_1})(-\frac{(j+\frac{1}{2})^2\pi^2}{2z_1}+1)]\} \tag{47}$$

因此

$$f_{z,-z}(t,m_0)=\{\bigcup_{\alpha\in(0,1]}\alpha[f_{z,-z}(t|m_0),f_{z,-z}(t|m_0)],t\in T\} \tag{48}$$

$$F_{z,-z}(t,m_0)=\{\bigcup_{\alpha\in(0,1]}\alpha[F_{z,-z}(t|m_0),F_{z,-z}(t|m_0)],t\in T\} \tag{49}$$

$$E[T_{z,-z}(m_0)]=\{\bigcup_{\alpha\in(0,1]}\alpha[E(T_{z,-z}(m_0)),E(T_{z,-z}(m_0))],t\in T\} \tag{50}$$

以上得到了对称壁情况下的结果,对于两个壁不对称的情况,如图1所示,可以进行适当的变换使得其满足对称壁的情况,然后利用上面的分析结果.

变换后对称壁的值和新的起点为:

$$z_1^*=\frac{z_2-z_1}{2};z_2^*=-\frac{z_2-z_1}{2};$$
$$m_0^*=[m_0-(z_1+z_2)/2] \tag{51}$$

从而,任何区间都能平移成以原点为中心的对称区间.所以上述结果可以推广到一般壁的情况.因此,基金价格第一次超越$[z_1,z_2]$的时间问题以及超越任意给定运行区间问题就解决了.

4 基金价格运行首达时间仿真

根据上一节的分析结果,图2和图3分别给出了基金价格由 $m_0^*=0$ 出发,首次超越对称壁a情况下,超越时间的概率密度和概率分布的仿真结果.

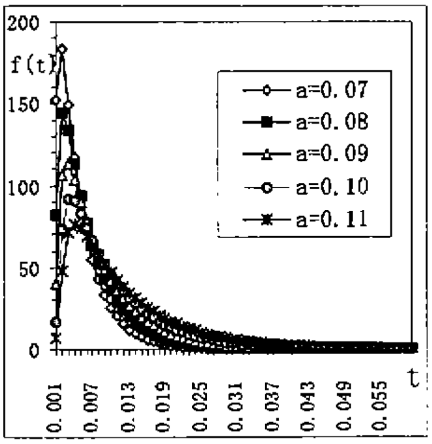

图2 基金价格运行时间的概率密度曲线

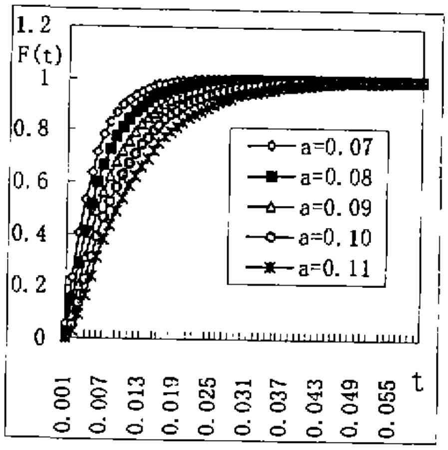

图3 基金价格运行时间的概率分布曲线

两个图中标明的对称壁a的值只是仿真计算的一部分结果.计算时,j 的最大值取500;时间 t 的起点为0.001,以0.001为步长,计算300点,但是为了说明问题的便利,图中只画出了60点数据的情况.

从图中可以看到,在相同的概率条件下,给定

的基金价格有效区间越大，首次达到给定区间的时间越长.

众所周知，我国目前的涨跌停板设置为 ±10.0%（相当于 a = 0.01）. 因此，若忽略交易费用，可以初略地从这两个图中定量地分析同一概率下目前基金价格运行的有效时间与其他涨跌停条件下交易时间的关系. 应当注意的是，在实际中，上海和深圳两大证券交易所的综合交易费率（印花税和佣金）0.75%，另外上海证券交易所还有交易过户费 0.1% 等 是应该考虑的.

5 结 论

在国家深化、完善税制改革、研究开征证券交易税的情况下，本文应用模糊随机系统理论，在分析了有交易成本的基金投资行为之后，研究了基金投资行为的风险控制和监管问题.

根据证券市场的实际，适时地采用直接或间接的调控手段是必要的，在实践中也是可行的. 值得注意是，1998 年 6 月证券交易印花税已由 5‰ 调低为 4‰. 这有利于股市交易的活跃，但同时税收收入却减少了. 这在一定程度上也说明，在当前的市场条件下，税收收入与股市活跃程度具有的正相关性.

直接控制手段中的软控制或硬控制是具有互补性和可替代性的，弱化和取消硬控制，加大软控制力度，譬如：对金融产品的市场价格在不同的风险隶属度下或不同的波动范围内分段征收交易税（即风险控制强度 α 采用离散形式），将不仅可以抑制非理性价格的波动，而且可以增加税收收入，何乐而不为呢?这也许是制定证券交易税政策和监管措施时应该考虑和研究的一项措施. 从技术上讲，根据我国目前证券市场的电子化程度，对基金进行动态风险控制是可以实现的.

证券税制改革方案的出台，必然要考虑证券市场的承受能力，权衡多方面因素，将税收政策与证券市场的监管措施有机结合起来制定合理的方案，将对中国的证券市场产生深远的影响.

参考文献：

[1] 中国证券报. 1999，1，20

[2] Wakernaak H K. Fuzzy random variable I, II[J]. Inform. Science，1978，15，1-31；1979，17，253～278

[3] 张跃，王光远. 模糊随机动力系统理论[M]. 北京：科学出版社，1993，12.

[4] Zhang Yue，Wang Guangyuan，Su Fen，Song Yuhai. Response analysis for fuzzy stochastic dynamical system with multiple degrees of freedom[J]. Earthquake Eng. Struc. Dyn. 1997，26：151～166

[5] Laver Ross. Who's afraid of risk? [J] Maclean's，1997，110(38)：54～55

[6] Burr，Barry B. More light shining on the whys of investing [J]. Pensions & Investments，1997，25(11)：32～35

Study on the behavior and volatility control of mutual fund based on the theory of fuzzy stochastic system

ZHANG Shi-ying[1], *WANG Dong*[2]

1. School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072;

2. Guanghua School of Management, Beijing University, Beijing 100871

Abstract: This paper discussed the problem of supervising the price and risk control of mutual fund. Based on the theory of fuzzy stochastic system, the risk measure of mutual fund price was proposed. The behaviors of investing under the condition of transact cost were studied. Market supervision and risk control of mutual fund was discussed in the paper. Possibility simulation of efficient transaction time, in which price going up and down to the barrier controlled was completed, the simulation results show that the approach is effective. Some further researches on this problem are presented as a conclusion.

Keywords: behavior finance; market supervision; mutual fund; theory of fuzzy stochastic system

本刊1999年度论文评审特聘专家名单

(排名不分先后)

李伯溪	王意冈	胡祥培	陈　劲
潘承烈	仲伟俊	唐焕文	顾培亮
于景元	欧阳光中	潘德惠	韩文秀
陈玉祥	徐二明	黄小原	张世英
徐伟宣	胡汉辉	樊绍平	贺国光
来光贤	李怀祖	张维迎	张　维
李京文	韩崇昭	陈　剑	王春峰
刘建一	张朋柱	宋逢明	和金生
车宏生	李　垣	夏绍玮	詹原瑞
郑绍濂	孙林岩	王殿福	杜　纲
盛昭瀚	夏国平	李　东	范运林
唐小我	刘　鲁	陶树人	马寿峰
王浣尘	周　泓	周　敏	王　喆
陈荣秋	方卫国	张　宁	李书泉
黄梯云	毛二万	陈晓红	戴晓辉
凌文铨	陈文伟	孙艳丰	杨宝臣
陈宗胜	达庆利	费　奇	林　丹
汪寿阳	涂菶生	刘宝碇	王正欧
刘永清	王秀峰	汪定伟	王书宁
王其藩	王迎军	周宏春	邓述慧
薛华成	陈宝濂	薛新伟	陈勃昌
黄丽华	王众托	黄京炜	胡运权
芮明杰	王延章	王先甲	侯迎辉
吴健中	杨德礼	梁　梁	陈　收
吴冲锋	党延中		

以上专家为本刊论文评审工作作出了重要贡献,特向他们表示深深谢意!

《管理科学学报》编辑部

2000年1月31日