

证券市场价格行为系统动力学研究

曹志广¹, 杨军敏², 王其藩²

(1. 上海财经大学金融学院, 上海 200433; 2. 复旦大学管理学院, 上海 200433)

摘要: 区分了证券市场上基于基本面因素和基于股价变动交易的两类投资者, 建立了证券市场的系统动力学模型, 刻画了证券市场的基本结构和内部信息反馈机制, 模拟和分析了基于基本面因素交易的投资者信息差异程度、公共信息、投资者流动性需求、心理特点以及两类投资者的相对比例对价格及成交量行为的影响。

关键词: 信息; 证券市场; 系统动力学

中图分类号: F830.91

文献标识码: A

文章编号: 1007-9807(2005)01-0062-11

0 引言

对证券市场价格行为的研究, 广泛应用实证研究方法, 从数据出发, 通过对采集数据的加工处理和分析得出结论, 通常并不对结论背后的原因做深层次的挖掘. 本文采用系统动力学研究方法一种研究复杂系统问题的方法^[1], 是一种结构-功能的模拟分析方法, 从系统的内部反馈结构出发对系统的行为做出描述、分析和解释. 由于金融系统的复杂性, 金融变量经常表现出非线性性、非均衡性、动态性等复杂特征^[1,2], 需要通过定性与定量综合集成的方法来研究^[3,4].

系统动力学方法在社会经济领域中得到了广泛应用^[5-8], 但在证券市场价格行为研究方面尚不多见. 从系统动力学的观点来看: 证券市场是一个包含物质、信息和运动的社会经济复杂系统^[9], 系统的行为模式和特性主要取决于系统内部的动态结构和反馈机制^[9]; 证券市场的参与主体(上市公司、投资者和监管层等)、交易系统、交易介质(股票、债券等)构成了该系统的物质基础; 各种影响投资者对证券价值判断的信息, 比如: 宏观经济形势、国家经济政策变化、证券的市场供求状况、上市公司赢利状况及股利政策等构成了投资者决

策的依据; 投资者的交易行为则形成了市场价格及成交量的运动和变化. 证券市场的价格行为属于微观行为的研究领域^[10], 包含价格和成交量两方面的内容, 价格行为与投资者的交易动机密切相关. 一般来讲, 投资者之间发生交易是由于以下因素^[11]: 1) 初始财富的不同; 2) 风险偏好不同; 3) 对资产收益的看法不同; 4) 流动性需求; 5) 投机需求. 本文运用系统动力学方法, 将以上几个因素纳入了模型, 同时考虑了基于基本面因素进行交易的投资者和基于股价变动交易的投资者决策依据的差异, 建立了证券市场系统的动力学模型, 动态地刻画了证券市场的基本结构和内部信息反馈机制, 模拟和分析了投资者信息差异程度、公共信息和投资者流动性需求及投资者心理特点等对证券市场价格及成交量行为的影响; 比较了证券市场上基于基本面因素进行交易的投资者和基于股价变动交易的投资者不同比例时市场价格行为总体表现的差异. 模型中基于基本面因素进行交易的投资者是指仅根据影响股价变动的基本面因素的变化(国家宏观经济形势、公司股利政策等)做出投资决策的投资者; 基于股价变动交易的投资者是指仅根据股价变动的历史数据来预测股价未来变动趋势并做出投资决策的投资者. 设市场上基于基本面因素进行交易的投资者和基于股价变动

收稿日期: 2002-08-28; 修订日期: 2004-02-24.

作者简介: 曹志广(1973-), 男, 湖南永州人, 博士, 讲师.

交易的投资者比例分别为 α 和 $1 - \alpha$ 。

1 基本模型

1.1 对基于基本面因素交易的投资者的基本假定

依据投资者对信息收集和处理能力以及资金方面的差异,将基于基本面因素交易的投资者分为两类:第1类投资者拥有较充裕的资金,并在信息收集和处理能力方面占有明显的优势,具有关于基本面因素变动的私有信息;第2类投资者在资金、信息收集和处理能力方面处于劣势,不具有关于基本面因素变动的私有信息。为方便分析和建立系统动力学模型,考虑市场上只存在两种资产:一种是无风险资产,用 *bond* 表示,其市场价格为 1,单位无风险资产每期的收益为 r ;另一种资产为风险资产,用 *stock* 表示,其市场价格为 p ,单位风险资产每期的收益为 x_t 且全部以红利形式在每期期末发放给投资者。在模型中设定 180 个交易日为一期,不考虑交易成本。

假定 1 单位风险资产的每期收益 x_t 服从均值为 μ 方差为 $\frac{2}{x}$ 的正态分布。

假定 2 投资者的效用函数为 $u_j = -e^{-A_j w_j}$, 其中 $j = 1, 2$, 分别表示第1类投资者和第2类投资者,其中 w_j 为每期期末第 j 类投资者所持资产的市场价值; A_j 为第 j 类投资者的绝对风险厌恶系数。

假定 3 第1类投资者在每期期初可以接受到一个关于单位风险资产本期收益 x_t 无偏但有噪音干扰的私有信息。假定 $\tilde{x}_t = x_t + \epsilon_t$, 其中, ϵ_t 为噪音, $\epsilon_t \sim N(0, \frac{2}{x})$, ϵ_t, x_t 相互独立。定义 $s_1 = 1/\frac{2}{x}$ 衡量第1类投资者掌握信息的优劣^[12]。

假定 4 第2类投资者根据市场上得到的各种信息推测第1类投资者的私有信息,进而形成对风险资产收益的判断。假定在 t 时刻第2类投资者对单位风险资产每期收益的判断 z_t 满足 $z_t = \tilde{x}_t + \eta_t$, 其中, $\eta_t \sim N(0, \frac{2}{x})$, η_t, \tilde{x}_t 相互独立。显然,有 $s_2 = 1/(\frac{2}{x} + \frac{2}{x}) < s_1$, 即第2类投资者掌握信息的质量劣于第1类投资者掌握信息的质量。

第1类投资者在得到关于本期单位风险资产的收益 x_t 的判断后,依据期望效用最大化原则确

立最优风险资产持有量^[13] $q_{1t} = m x \left[\frac{E(x_t | \tilde{x}_t) - r}{A_1 \text{var}(x_t | \tilde{x}_t)}, 0 \right]$ 。同理,第2类投资者在 t 时刻的最优风险资产持有量为 $q_{2t} = m x \left[\frac{E(x_t | z_t) - r}{A_2 \text{var}(x_t | z_t)}, 0 \right]$ 。这里限定投资者不能卖空股票。

根据前面的假定,可以得到^[14]

$$E(x_t | \tilde{x}_t) = \left(1 - \frac{\frac{2}{x}}{\frac{2}{x} + \frac{2}{x}}\right) \mu + \frac{\frac{2}{x}}{\frac{2}{x} + \frac{2}{x}} \tilde{x}_t,$$

$$E(x_t | z_t) = \left(1 - \frac{\frac{2}{x}}{\frac{2}{x} + \frac{2}{x} + \frac{2}{x}}\right) \mu + \frac{\frac{2}{x}}{\frac{2}{x} + \frac{2}{x} + \frac{2}{x}} z_t,$$

$$\text{var}(x_t | \tilde{x}_t) = \left(1 - \frac{\frac{2}{x}}{\frac{2}{x} + \frac{2}{x}}\right)^2 \frac{2}{x},$$

$$\text{var}(x_t | z_t) = \left(1 - \frac{\frac{2}{x}}{\frac{2}{x} + \frac{2}{x} + \frac{2}{x}}\right)^2 \frac{2}{x}$$

假定 5 面对公共信息,投资者表现出有偏的自我归因 (biased self-attribution)^[15] 和过分自信 (overconfidence)^[16] 的心理特点,即当公共信息与自己原有信息一致时,投资者会更加确信自己原有的判断;当公共信息与自己原有信息不一致时,投资者往往更注重自己原有的判断。

1.2 对基于价格变动交易的投资者的基本假定

(1) 为便于分析,假定每一位基于价格变动交易的投资者购买或卖出股票的数目是一样的,均为基于价格变动交易的投资者中平均的风险资产持有量。即买卖双方的力量对比仅取决于双方在人数上的对比。

(2) 基于价格变动交易的投资者认为股票价格的变化遵从两种模式^[9]: M_1 模式是投资者认为股价经常是反向变化的,即这一时刻股价上涨,则下一时刻股价更可能下跌; M_2 模式是投资者认为股价的变化往往是趋势性的,股价经常朝同一方向变化,即这一时刻股价上涨,下一时刻更可能上涨。

(3) 假定股价变化的两种模式之间的相互转变过程服从马尔可夫过程,其一步转移矩阵如表 1 所示。其中, $0 < \alpha_1 < \alpha_2 < 1/2$, 即股价变动过程中,模式 M_1 比模式 M_2 更常见,并且当股价变动在这一时刻处于某一模式时,则下一时刻处于同样模式的可能性要大于处于另外一种模式。

表 1 两种模式之间的转移矩阵

Table 1 Transform matrix between two modes

模 式	M_1	M_2
M_1	$1 - l$	l
M_2	2	$1 - 2$

(4) 如果股价变化在 t 时刻处在模式 M_1 , 则 t 时刻股价上涨(U) 或下跌(D) 的概率服从表 2 所示矩阵; 如果股价变化在 t 时刻处在模式 M_2 , 则 t 时刻股价上涨(U) 或下跌(D) 的概率服从表 3 所示矩阵. 其中: $0 < l < 1/2 < h < 1$, 即如果股价变动处于 M_1 模式, 则股价反向变动的可能性较大; 如果股价变动处于 M_2 模式, 则股价保持惯性变动的可能性较大.

表 2 M_1 模式下的股价变化概率矩阵

Table 2 Price change matrix under M_1 mode

M_1 模式		t 时刻的股价变化	
		U	D
$t - 1$ 时刻的股价变化	U	l	$1 - l$
	D	$1 - l$	l

表 3 M_2 模式下的股价变化概率矩阵

Table 3 Price change matrix under M_2 mode

M_2 模式		t 时刻的股价变化	
		U	D
$t - 1$ 时刻的股价变化	U	h	$1 - h$
	D	$1 - h$	h

用 S_t 表示 t 时刻股价变动的模式, Y_t 表示股价的上涨(U) 或下跌(D), 如果 $p_t - p_{t-1} > 0$, 则 $Y_t = U$, 如果 $p_t - p_{t-1} < 0$, 则 $Y_t = D$, 其中, p_t, p_{t-1} 分别为 t 时刻和 $t - 1$ 时刻股票的价格. 令 $q_{t+1} = p(S_{t+1} = M_1 / Y_{t+1}, t, q_t)$ 表示投资者观测到 Y_{t+1}, Y_t, q_t 之后, 投资者判断股价变化在 $t + 1$ 时刻处于 M_1 模式的后验概率, 则

$$\begin{aligned}
 p(S_t = M_1 / Y_{t-1} = U, Y_t = U, q_{t-1}) &= \\
 p(S_t = M_1 / Y_{t-1} = D, Y_t = D, q_{t-1}) &= \\
 [(1 - l) q_{t-1} l + (1 - q_{t-1}) 2 l] / \\
 [(1 - l) q_{t-1} l + (1 - q_{t-1}) 2 l + \\
 [q_{t-1} 1 + (1 - q_{t-1}) (1 - 2)] h] & \\
 p(S_t = M_1 / Y_{t-1} = U, Y_t = D, q_{t-1}) &= \\
 p(S_t = M_1 / Y_{t-1} = D, Y_t = U, q_{t-1}) &= \\
 [(1 - l) q_{t-1} (1 - l) + (1 - q_{t-1}) 2 (1 - l)] / \\
 [(1 - l) q_{t-1} (1 - l) + (1 - q_{t-1}) 2 (1 - l) + \\
 [q_{t-1} 1 + (1 - q_{t-1}) (1 - 2)] (1 - h)] &
 \end{aligned}$$

投资者在 t 时刻观测到 Y_t, Y_{t-1}, q_{t-1} 后, 得到 t 时刻股价变动处在 M_1 模式的后验概率为 q_t , 则

$$\begin{aligned}
 p(Y_{t+1} = U / Y_t = U, q_t) &= \\
 [q_t (1 - l) + (1 - q_t) 2] l + \\
 [q_t 1 + (1 - q_t) (1 - 2)] h & \\
 p(Y_{t+1} = U / Y_t = D, q_t) &= \\
 [q_t (1 - l) + (1 - q_t) 2] (1 - l) + \\
 [q_t 1 + (1 - q_t) (1 - 2)] (1 - h) &
 \end{aligned}$$

用 K_t 表示投资者在 t 时刻观测到 Y_t, q_t 后, 对 $t + 1$ 时刻的股票价格上涨的概率判断, 则投资者对 $t + 1$ 时刻股价下跌的概率判断为 $1 - K_t$.

$$\text{其中, } K_t = \begin{cases} p(Y_{t+1} = U / Y_t = U, q_t), & \text{当 } Y_t = U \\ p(Y_{t+1} = U / Y_t = D, q_t), & \text{当 } Y_t = D \end{cases}$$

(5) 假定在 t 时刻, 基于股价变动交易的投资者中购买股票的比例为 K_t , 卖出股票的投资者比例为 $1 - K_t^{[11]}$.

2 模型主要变量解释

$cash1, stock1, bond1$ 分别是第 1 类投资者在 t 时刻的现金持有量、股票持有量和无风险资产持有量.

$cash2, stock2, bond2$ 分别是第 2 类投资者在 t 时刻的现金持有量、股票持有量和无风险资产持有量.

$stock3$ 基于价格变动交易的投资者中平均风险资产持有量.

$amoun1, amount2$ 分别是第 1 类投资者和第 2 类投资者在 t 时刻的最优风险资产(股票)持有量 q_{1t}, q_{2t} .

$liquidit1, liquidit2$ 分别是第 1 类及第 2 类投资者在 t 时刻对现金的流动性需求.

$aversion1, aversion2$ 分别是第 1 类及第 2 类投资者的绝对风险厌恶系数.

de 是第 1 类投资者在 t 时刻对股票的供给或需求量(demand), $de > 0$, 表示投资者对股票的需求; $de < 0$, 表示对股票的供给.

$q_{1t} - stock1 \geq 0, de = \min\{q_{1t} - stock1, \frac{c \cdot sh1}{p_t}\}$; $q_{1t} - stock1 < 0, de = q_{1t} - stock1$,

su 是第 2 类投资者在 t 时刻对股票的供给或需求量(supply), $su > 0$, 表示投资者对股票的

需求, $su < 0$, 表示对股票的供给.

$$q_{2t} - stock2 \quad 0, su = \min\{q_{2t} - stock2, \frac{c \cdot sh2}{p_t}\}; q_{2t} - stock2 < 0, su = q_{2t} - stock2$$

$sign11, sign12$ 分别是第 1 类及第 2 类投资者在 t 时刻得到的信息 z_t, z_{t-1} .

$d1$ 基于基本面因素交易的交易者中第 1 类投资者的比例; $d2$ 基于基本面因素交易的交易者中第 2 类投资者的比例; $d3$ 市场中基于基本面因素交易的投资者比例; $d4$ 市场中基于股价变动交易的投资者比例; $l1$ t 时刻市场中基于股价变动交易的投资者买进风险资产的数量; $l5$ t 时刻市场中基于股价变动交易的投资者卖出风险资产的数量

$$6 \text{ 市场风险资产需求量, } 6 = d3 \cdot d1 \cdot m \cdot x / de, 0 + d3 \cdot d2 \cdot m \cdot x / su, 0 + d4 \cdot l1$$

$$7 \text{ 市场风险资产供给量, } 7 = -d4 \cdot l5 + d3 \cdot d1 \cdot \min\{de, 0\} + d3 \cdot d2 \cdot \min\{su, 0\}$$

$volume$ t 时刻股票市场的成交量.

$$6 * 7 < 0 \quad volume = \min\{|6|, |7|\},$$

$$6 * 7 \geq 0 \quad volume = 0$$

$price$ 为股票在 t 时刻的市场价格 p_t , 设定

$$p_{t+1} = p_t \left(1 + \frac{6 + 7}{m \cdot x / \{6, |7|\}} \right)$$

r_{te1} 状态变量, 表示 $t-1$ 时刻股票价格变动的速率.

r_{te2} 状态变量, 表示 $t-2$ 时刻股票价格变动的速率.

$prob$ 状态变量, 表示基于价格变动交易的投资者判断在 t 时刻股价变动处于 M_1 模式的概率 $prob = q_t$.

$buy\ force$ 基于价格变动交易的投资者在 t 时刻判断在 $t+1$ 时刻股价上涨, 从而买入股票的比例, 模型中设置 $buy\ force = K_t$, 另外设置 $c3 = 0, c4 = 0.2, c5 = 0.25, c6 = 0.4, c7 = 0.8$

$$c2 \text{ 辅助变量, 模型中 } c2 = \begin{cases} p(S_t = M_1 | Y_t = Y_{t-1}, q_{t-1}), r_{te1} * r_{te2} & 0 \\ p(S_t = M_1 | Y_t = Y_{t-1}, q_{t-1}), r_{te1} * r_{te2} < 0 \end{cases}$$

模型中其它变量为辅助变量、常量和速率变量.

3 模型基本结构

图 1 及图 2 是证券市场的系统动力学流图.

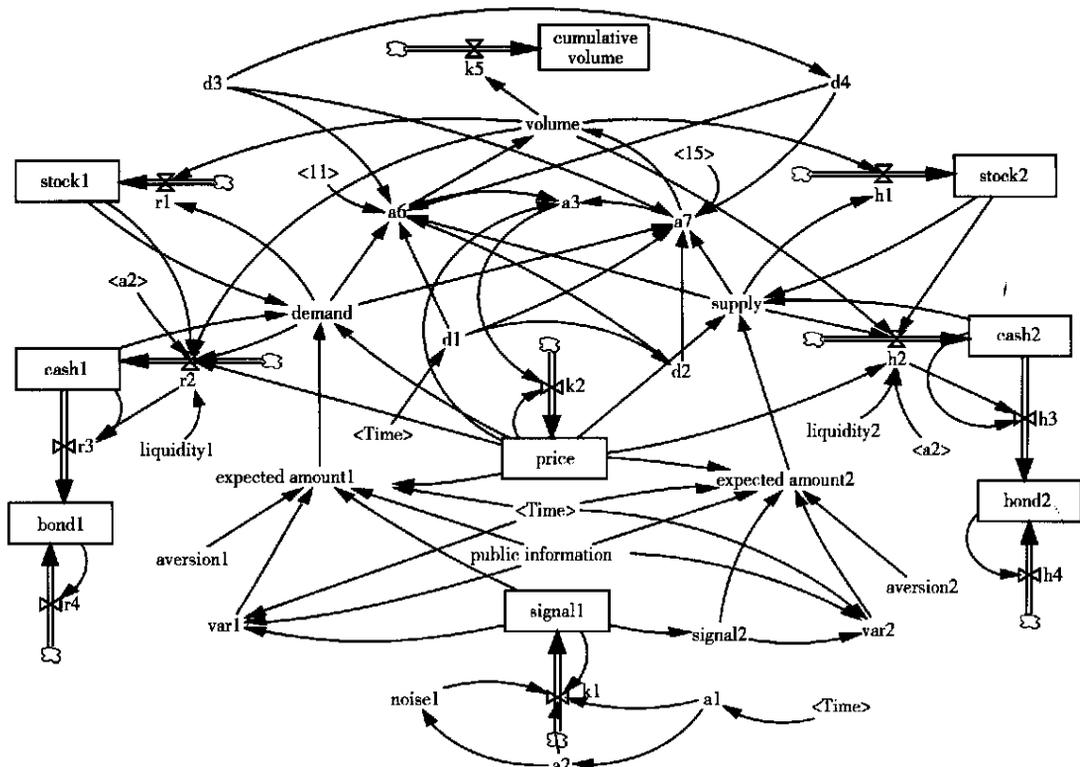


图 1 基于基本面因素交易的投资者的系统动力学模型子模块(本模型使用 Vensim 软件构建)

Fig. 1 System dynamics model for investors based on fundamentals

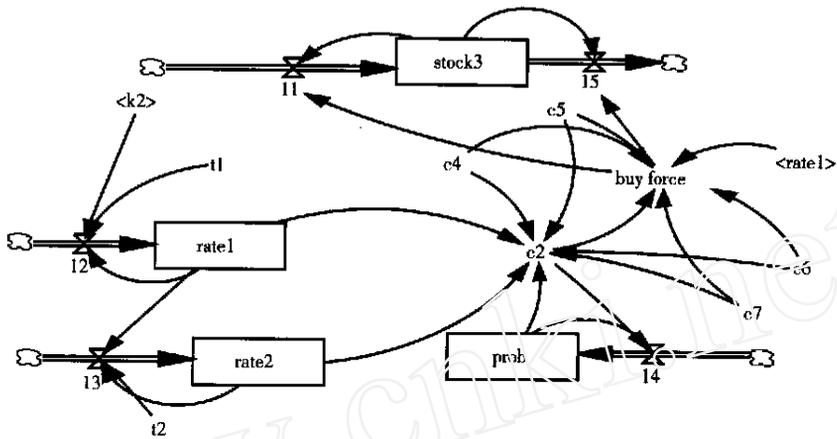


图2 基于价格变动交易的投资者系统动力学模型子模块
Fig.2 System dynamics model for investors based on price behavior

4 模拟分析和讨论

4.1 = 1 时证券市场的价格行为

4.1.1 信息差异程度对市场价格和成交量的影响

根据假定(1) ~ (4), 如果投资者进行一项收益为 h 的投资, 且 $h \sim N(Eh, var(h))$, 则得到 $E(-e^{-Ah}) = -e^{-A(Eh - 0.5Avar(h))}$, 用均值和方差可

以刻画投资者对所投资的资产的评价, 根据假定(3)和假定(4), 定义 $H = \frac{\sigma^2 + \sigma^2}{2}$ 衡量两类投资者之间信息的差异程度. $H = 1$ 时, 两类投资者之间信息无差异, 当 σ^2 逐渐增大时, 两类投资者之间信息的差异程度 H 也逐渐增大.

(1) 对成交量的影响

图3 ~ 图6分别是 $H = 1, 2, 5, 10$ 时市场成交量的变化情况.

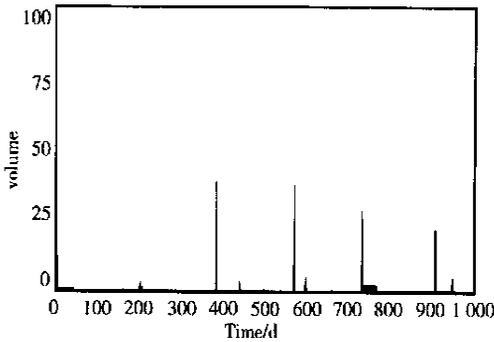


图3 $H = 1$ 时, 市场成交量模拟结果
Fig.3 Trading volume when $H = 1$

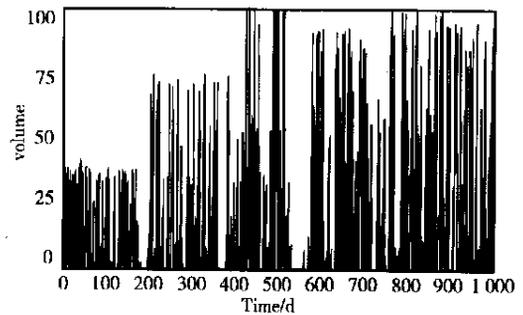


图4 $H = 2$ 时, 市场成交量模拟结果
Fig.4 Trading volume when $H = 2$

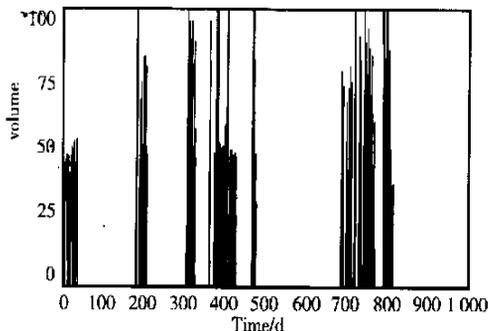


图5 $H = 5$ 时, 市场成交量模拟结果
Fig.5 Trading volume when $H = 5$

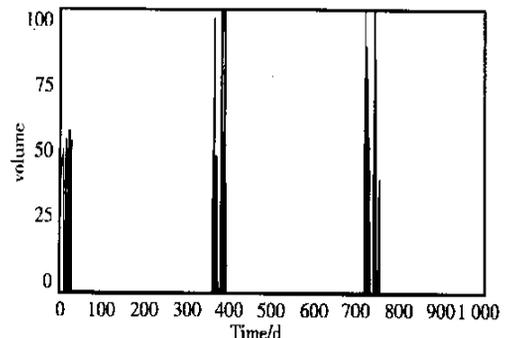


图6 $H = 10$ 时, 市场成交量模拟结果
Fig.5 Trading volume when $H = 10$

从模拟结果可以看出：1) 当两类投资者观测到相同的信息，即 $H = 1$ 时，市场交易并不活跃(图 3)，这是因为两类投资者对风险资产收益的看法一致，两者发生交易仅仅是因为交易前的风险资产持有量和风险厌恶程度不同，因此，两类投资者仅在每期期初一段时间内发生交易，而在其它时间则不会发生交易，市场交易清淡，当然这种情形实际是很难发生的^[11,18]；2) 随着 σ^2 的增加，两类投资者间信息差异程度 H 逐渐加大，市场交易开始活跃^[19](图 4)，这是因为两类投资者对风险资产收益的看法逐渐产生了分歧，市场交易开始频繁；3) 随着两类投资者间信息差异程度进一步加大，市场交易量又开始萎缩(图 5，图 6)。由基本假定(3)可知，随着 σ^2 进一步加大，第 2 类投资者越来越难以判断第 1 类投资者所掌握的信息，

因而第 2 类投资者对新的信息的修正权重 $\frac{\sigma^2}{\sigma^2 + \sigma^2 + \sigma^2}$ 越来越低，当 $\sigma^2 \rightarrow \infty$ 时， $\frac{\sigma^2}{\sigma^2 + \sigma^2 + \sigma^2} \rightarrow 0$ ，第 2 类投资者信号几乎是不反映第 1 类投资者信息的噪音，因而第 2 类投资者即使观测到一个新的信息也维持原先对风险资产收益的看法，所以在价格波动不大的情形下第 2 类投资者很少参与市场交易，市场表现出成交量极少的现象。从活跃市场的角度看，投资者之间适度的信息差异是市场交易活跃的重要因素。

(2) 对价格的影响

图 7 ~ 图 10 分别是 $H = 1, 2, 5, 10$ 时市场价格的变化情况。

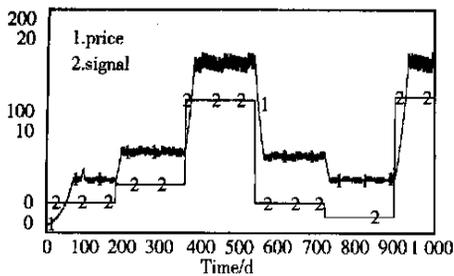


图 7 $H = 1$ 时，市场价格模拟结果
Fig. 7 Price behavior when $H = 1$

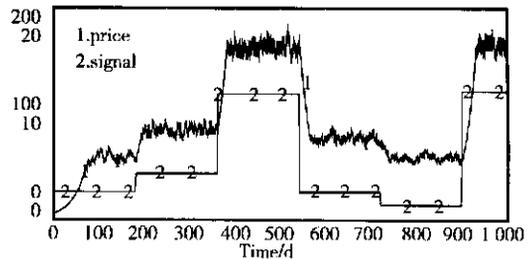


图 8 $H = 2$ 时，市场价格模拟结果
Fig. 8 Price behavior when $H = 2$

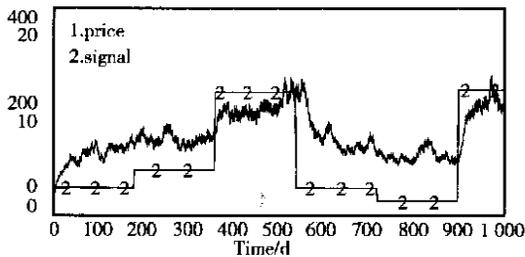


图 9 $H = 5$ 时，市场价格模拟结果
Fig. 9 Price behavior when $H = 5$

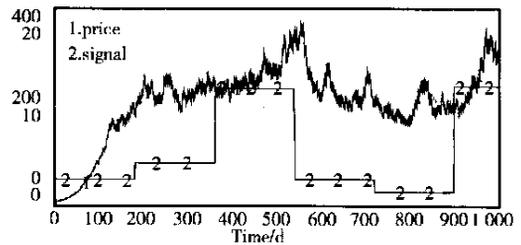


图 10 $H = 10$ 时，市场价格模拟结果
Fig. 10 Price behavior when $H = 10$

由图 7 ~ 图 10 可以看出： $H = 1$ 时，市场价格的变动较好地反映了第 1 类投资者掌握的质量占优的信息(图 7)；随着投资者间信息差异程度增加，市场价格的变动越来越难以反映第 1 类投资者所掌握的质量占优的信息(图 7)，这是因为随着 σ^2 增加，第 2 类投资者得到的信息质量越来越低， σ^2 足够大时，第 2 类投资者在很大程度上成了“噪音交易者”(noise trader)^[20]，因此成交价格也难以反映第 1 类投资者所掌握的质量占优的信息

注：在图 7 ~ 图 10 中曲线 2 是第 1 类投资者对风险资产收益的判断(图 8 ~ 9)。

4. 1. 2 公共信息对市场价格和成交量的影响

公共信息对于股价的影响国内外学者用事件分析法做了许多实证研究。事件分析法是通过非正常收益的计算，来判断某事件的发生是否影响时序性数据的产生^[21,22]。随着行为金融研究的进展，投资者的心理特点对公共信息的反应的影响得到了重视，行为金融引入投资者心理因素从理论上给出了对证券市场上某些异常的解

释^[17,23,24],如过度反应与反应不足的现象. 我们的模型引入行为金融的研究成果,从系统结构与功能的角度对过度反应与反应不足的现象进行了模拟分析,假如投资者在每期还收到了公共信息, k_t 表示投资者在 t 时刻收到的公共信息,公共信息此处特指政府或其它权威机构发布的能够影响投资者对风险资产收益原有判断的信息. 如果 k_t 大于投资者原有的信息,则称公共信息与投资者原有信息一致;反之,称公共信息与投资者原有信息不一致.

如果投资者对某一资产收益的方差判断为

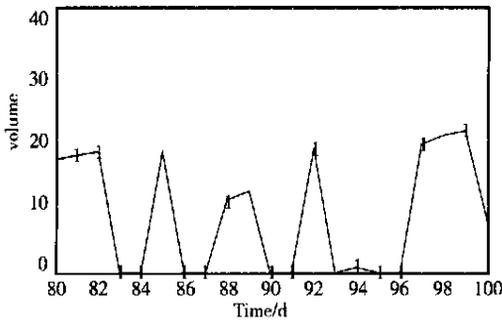


图 11 无公共信息发布时的市场成交量

Fig. 11 Trading volume without public information

σ_1^2 ,则当公共信息与投资者原有信息一致时,投资者会更加确信自己原有的判断,将对资产收益的方差判断修正为 $\sigma_2^2 = \frac{1}{1+m} \sigma_1^2$,当公共信息与投资者原有信息不一致时,将对资产收益的方差判断修正为 $\sigma_2^2 = \frac{1}{1-n} \sigma_1^2$,其中 m, n 常数, $\frac{1+m}{1-n}$ 为投资者的自我归因指数^[23],在模型中设定 $m = 0.75, n = 0.1$. 在 t 时刻第 1 类和第 2 类投资者的信息分别为 z_t, z_t ,不妨假定 $z_1 > z_2$. 模型中设置 $t = 90$ 时发布公共信息 k_t ,并对投资者的影响一直持续到 $t = 95$. 模拟结果(图 11 ~ 图 18):

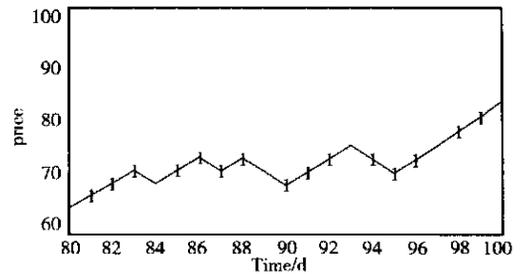


图 12 无公共信息发布时的市场价格

Fig. 12 Trading volume with public information

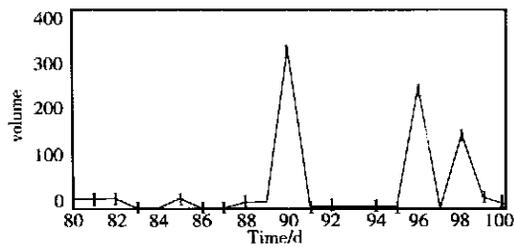


图 13 $z_1 > k_t > z_2$ 时的市场成交量

Fig. 13 Trading volume when $z_1 > k_t > z_2$

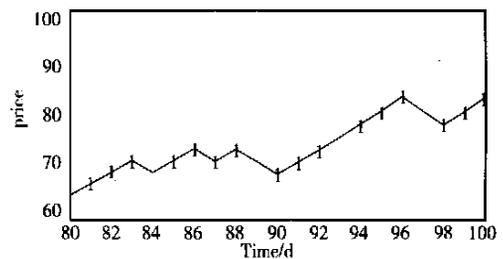


图 14 $z_1 > k_t > z_2$ 时的市场价格

Fig. 14 Price behavior when $z_1 > k_t > z_2$

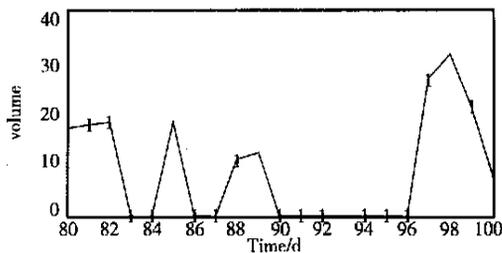


图 15 $k_t > z_1 > z_2$ 时的市场成交量

Fig. 15 Trading volume when $k_t > z_1 > z_2$

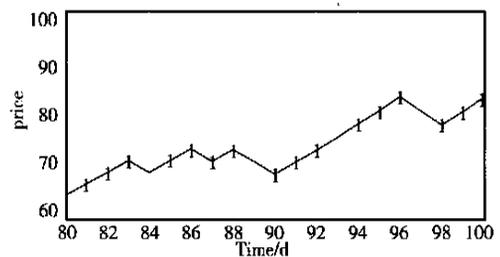


图 16 $k_t > z_1 > z_2$ 时的市场价格

Fig. 16 Price behavior when $k_t > z_1 > z_2$

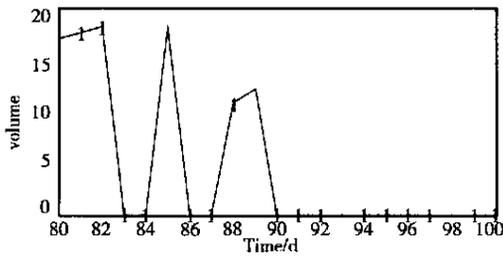


图 17 $t > z_t > k_t$ 时的市场成交量
Fig. 17 Trading volume when $t > z_t > k_t$

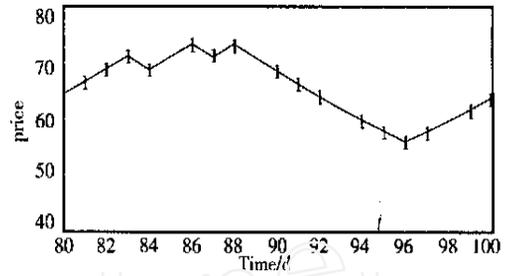


图 18 $t > z_t > k_t$ 时的市场价格
Fig. 18 Price behavior when $t > z_t > k_t$

(1) $k_t > t > z_t$ 时, 在 $t = 90 \sim 95$ 时间段, 市场成交量萎缩, 市场价格上涨(图 13 ~ 14).

(2) $t > z_t > k_t$ 时, 在 $t = 90 \sim 95$ 时间段, 市场成交量萎缩, 市场价格下跌(图 15 ~ 16).

(3) $t > k_t > z_t$ 时, 在 $t = 90$ 时, 市场成交量突然放大, 市场价格则取决于多空双方的力量对比, 在 $t > z_t > k_t$ 情形下, 第 1 类投资者成为了市场的卖方(空头), 第 2 类投资者成为了市场的买方(多头). 如果空方力量占优, 则价格下跌; 如果多方力量占优, 则价格上涨(图 17 ~ 18); 如果多空双方势均力敌, 则价格出现振荡的情形.

图 19 分别对比了 $t > z_t > k_t$ 时考虑了投资者具有偏的自我归因和过分自信的心理特点及不考虑投资者的以上心理特点的证券价格变化差异和 $k_t >$

$t > z_t$ 时考虑及不考虑投资者的以上心理特点的证券价格变化差异. 其中: 曲线 1 为 $k_t > t > z_t$ 时考虑了投资者具有偏的自我归因和过分自信的心理特点后的风险资产价格变化. 曲线 2 为 $k_t > t > z_t$ 时未考虑投资者具有偏的自我归因和过分自信的心理特点后的风险资产价格变化. 曲线 3 为 $t > z_t > k_t$ 时未考虑投资者具有偏的自我归因和过分自信的心理特点后的风险资产价格变化. 曲线 4 为 $t > z_t > k_t$ 时考虑了投资者具有偏的自我归因和过分自信的心理特点后的风险资产价格变化. 由图 18 可以看出曲线 4 与曲线 3 相比, 曲线 4 表现出相对滞后的情形, 这是由于投资者有偏的自我归因导致投资者对公共信息反应不足; 曲线 1 和曲线 2 则显示了由于投资者的过分自信导致证券价格超涨的情形.

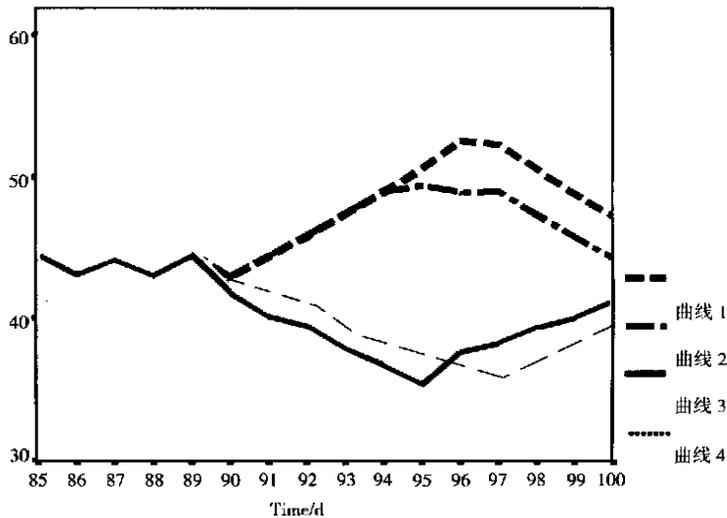


图 19 投资者心理特点对风险资产价格变化的影响

Fig. 19 Investor psychological bias effect on price behavior of the risky asset

4. 1. 3 流动性需求对市场价格和成交量的影响

流动性需求是指投资者买卖股票的动机并不是对股票的价值预期发生了变动, 而是由于种种

原因需要套现或获得了额外的现金流入才抛出(买入)股票的行为^[25]. 由于投资者流动性需求是不确定的, 所以造成了投资者进入资本市场的现

现金流的不规则变化,在模型中将流动性需求处理为一个外生的随机变量.模拟结果表明:(1)流动性需求对成交量的影响是不确定的,可能增加市场成交量,也可能减少市场成交量;(2)流动性需求使得市场价格部分掩盖了第 1 类投资者所掌握的质量占优的信息.

4.1.4 小结

从以上的结果和分析中,可得出以下结论:

- (1) 证券市场投资者之间适度的信息差异是交易活跃的基础.
- (2) 如果市场因投资者之间信息的严重不对称而交易清淡,则公共信息的发布,有利减少投资者之间信息的严重不对称,也有利于市场交易的活跃.
- (3) 投资者有偏的自我归因和过分自信的心理特点可以导致投资者对公共信息的过度反应与反应不足.
- (4) 流动性需求增加了市场的噪音,削弱了市场价格对资产收益的发现功能,也降低了优质信息通过市场价格传递的效率.

4.2 $\alpha = 0$ 时证券市场的价格行为

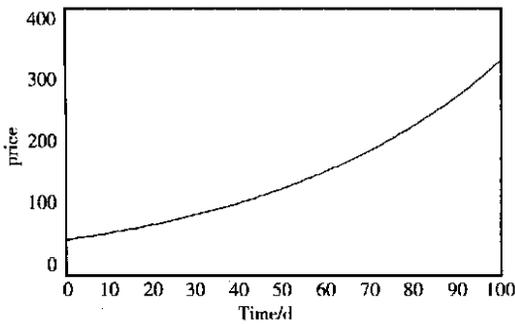


图 20 股价持续上涨的基本形态

Fig. 20 Continuous momentum price behavior

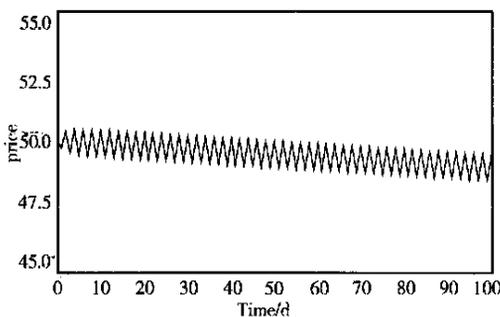


图 21 股价上下波动的基本形态

Fig. 21 Mean-reverting price behavior

模拟结果表明: $\alpha = 0$ 时股价行为表现出持续上涨或下跌型和上下震荡型两种基本形态.股

价的基本形态的出现取决于初始时刻投资者对股价变动模式处于 M_1 模式的概率判断以及最近一段时期股价变动的情况,如果初始时刻投资者对股价变动模式处于 M_1 模式的概率判断为 $prob = q_t = 0.5$,则最近一段时期内,股价的连续上涨会引发投资者的追涨行为,从而进一步推动股价的上涨,此时股价表现出持续上涨的基本形态(图 20);图 21 模拟了初始时刻 $prob = q_t = 0.8$ 时,股价变动出现上下震荡的基本形态.

4.3 $0 < \alpha < 1$ 时证券市场的价格行为

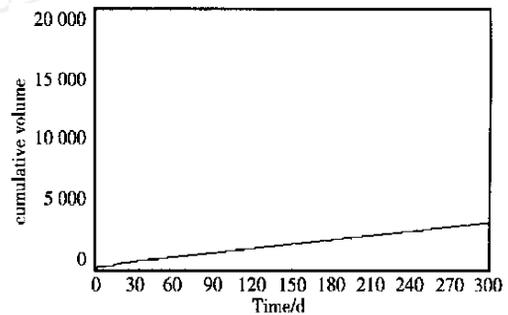


图 22 $\alpha = 0.9$ 时的累计成交量

Fig. 22 Cumulative trading volume when $\alpha = 0.9$

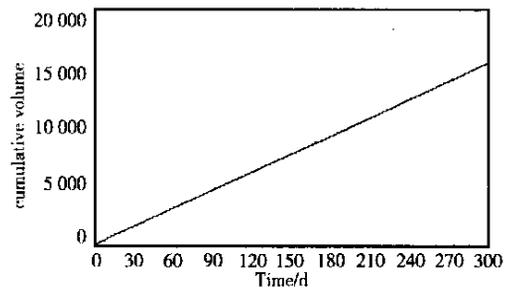


图 23 $\alpha = 0.5$ 时的累计成交量

Fig. 23 Cumulative trading volume when $\alpha = 0.5$

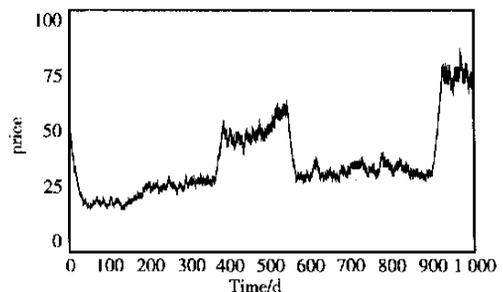


图 24 $\alpha = 0.9$ 时的价格行为

Fig. 24 Price behavior when $\alpha = 0.9$

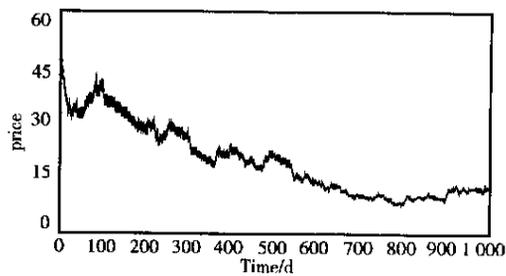


图 25 $\alpha = 0.5$ 时的价格行为

Fig. 25 Price behavior when $\alpha = 0.5$

图 22 和图 23 对比了 $\alpha = 0.9$ 和 $\alpha = 0.5$ 时市场累计成交量的情形,从模拟结果可以看出:市场上基于股价变动交易的投资者比例的增加有利于活跃市场增加市场的交易量。图 24 和图 25 对比了 $\alpha = 0.9$ 和 $\alpha = 0.5$ 时股价变动行为的差异,将图 23、24 与图 8 比较可以看出当 $\alpha = 0.9$ 时股价变动行为基本可以反应基本面因素的变化,当 $\alpha = 0.5$ 时则很难在股价变动中看出基本面因素的变

化,因此基于股价变动交易的投资者的行为掩盖了价格对私有信息的揭示功能。

5 结束语

本文运用系统动力学方法建立了一个简化的证券市场模型,对证券市场的价格行为做了直观的描述,并对相应的价格行为给出了系统内部结构上的解释。系统动力学本质上是带时间滞后的一阶差分方程,当系统比较复杂时,描述方程是高阶非线性动态的,因此应用一般数学方法很难求解,借助计算机及仿真技术能获得主要信息。系统动力学方法特别适用于系统内部反馈结构与系统功能之间的关系描述和分析,但对于系统内部各变量之间的关系及各个参数的估计并没有提供统一的定量方法,因此,系统动力学模型建模过程中必须结合其它定量分析方法,才能相得益彰。

参考文献:

- [1] 吴冲锋, 宋 军. 金融复杂性[J]. 系统工程, 2002, (4): 1—6.
Wu Chongfeng, Song Jun. Financial complexity[J]. Systems Engineering, 2002, (4): 1—6. (in Chinese)
- [2] 于景元, 刘 毅. 复杂性研究与系统科学[J]. 科学学研究, 2002, (5): 449—453.
Yu Jingyuan, Liu Yi. Complexity research and system science[J]. Studies in Science of Science, 2002, (5): 449—453. (in Chinese)
- [3] 向 阳, 于长锐. 复杂性问题求解的定性定量综合集成方法[J]. 管理科学学报, 2001, 4(2): 25—31.
Xiang Yang, Yu Changrui. Metasynthesis of complicated decision-making problem solving[J]. Journal of Management Sciences in China, 2001, 4(2): 25—31. (in Chinese)
- [4] 于长锐, 徐福缘, 向 阳. 复杂决策问题形式化方法研究[J]. 管理科学学报, 2002, 5(6): 9—16.
Yu Changrui, Xu Fuyuan, Xiang Yang. Metasynthesis of complicated decision-making problem solving[J]. Journal of Management Sciences in China, 2002, 5(6): 9—16. (in Chinese)
- [5] 张炳发, 李锡纯. 系统动力学与宏观经济系统分析[J]. 系统工程, 1996, 14(1): 24—26.
Zhang Bingfa, Li Xichun. The system dynamics and macroeconomic system analysis[J]. Systems Engineering, 1996, 14(1): 24—26. (in Chinese)
- [6] 胡玉奎, 韩于羹, 曹铮韵. 系统动力学模型的进化[J]. 系统工程理论与实践, 1997, 10: 132—136.
Hu Yukui, Han Yugeng, Cao Zhengyun. Evolution of system dynamics models[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 1997, 10: 132—136. (in Chinese)
- [7] 王其藩. 复杂大系统综合动态分析与模型体系[J]. 管理科学学报, 1999, 2(2): 15—20.
Wang Qifan. Comprehensive and dynamic analysis and model set of large complex system[J]. Journal of Management Sciences in China, 1999, 2(2): 15—20. (in Chinese)
- [8] 贾仁安等. SD 简化流率基本入树模型及其应用[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 10: 137—144.
Jia Renan. SD Simplified rate variable fundamental in-tree model and its application[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2001, (10): 137—144. (in Chinese)

- [9]王其藩. 高级系统动力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995.
Wang Qifan. Advanced System Dynamics[M]. Beijing: Peking University Publishing House, 1995. (in Chinese)
- [10]施东晖. 中国股市微观行为理论与实践[M]. 上海: 远东出版社, 2001.
Shi Donghui. Theory and Practice of Micro-behavior on Chinese Stock Markets[M]. Shanghai: Far East Publishing House, 2001. (in Chinese)
- [11]Grossman S J, Stiglitz J E. On the impossibility of informationally efficient markets[J]. American Economic Review, 1976, 66: 246—253.
- [12]Verrecchia R E. Information acquisition in a noisy rational expectation economy[J]. Econometrica, 1982, 50: 1415—1430.
- [13]Helling M F. On the aggregation of information in competitive markets[J]. Journal of Economic Theory, 1980, 22: 477—498.
- [14]复旦大学编. 概率论[M]. 上海: 人民教育出版社, 1979. 224—225.
Probability[M]. Shanghai: People's Education Publishing House, 1979. 224—225. (in Chinese)
- [15]Langer Ellen J, Jane Roth. Heads I win tails it's chance: The illusion of control as a function of the sequence outcomes in a purely chance task[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1975, 32: 951—955.
- [16]Griffin Dale, Ames Tversky. The weighing of evidence and the determinants of overconfidence[J]. Cognitive Psychology, 1992, 24: 411—435.
- [17]Barberis N, Shleifer A, Vishny R. A model of investor sentiment[J]. Journal of Financial Economics, 1997, 49: 307—343.
- [18]Grossman S J, Stiglitz J E. Information and competitive price systems[J]. American Economic Review, 1976, 66: 246—253.
- [19]Jiang Wang. A model of competitive stock trading volume[J]. Journal of Political Economy, 1994, 102: 127—168.
- [20]Black Fischer. Noise[J]. Journal of Finance, 1986, 41: 529—543.
- [21]Brown S, Warner J. Using daily returns—a case of event study[J]. Journal of Financial Economics, 1985, 8: 4—31.
- [22]陈汉文, 陈向民. 证券价格的事件性反应[J]. 经济研究, 2002, (1): 40—47.
Chen Hanwen, Chen Xiangmin. Event reaction on security price[J]. Economic Research Journal, 2002, (1): 40—47. (in Chinese)
- [23]Kent Daniel, David Hirshleifer, Avanidhar Subrahmanyam. Investor psychology and security market under- and overreactions[J]. Journal of Finance, 1998, 53: 1839—1885.
- [24]Hong Harrison, Stein J C. A unified theory of under-reaction momentum trading, and over-reaction in asset markets[J]. Journal of Finance, 1999, 54: 2143—2184.
- [25]宋逢明, 唐俊. 中国股票市场的信息传导与流动性需求[J]. 经济科学, 2002, 2: 46—57.
Song Fengming, Tang Jun. Information conduct and liquidity demand[J]. Economic Science, 2002, (2): 46—57. (in Chinese)

Study on price behavior of security markets with system dynamics

CAO Zhi-guang¹, YANG Jun-min², WANG Qi-fan²

1. School of Finance, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China;

2. School of Management, Fudan University, Shanghai 200433, China

Abstract: This paper distinguishes two categories of investors in security markets by the differences of decision basis. A system dynamics model is established to describe the basic structure and information feedback mechanism. We simulate and analyze how the difference of the proportion of two types of investors, private information, public information, psychological characteristics and liquidity need of investors affect the volatility of price and trading volume.

Key words: information; security markets; system dynamics