

# 投资策略与投资收益：基于计算实验金融的研究<sup>①</sup>

张永杰<sup>1</sup>，张 维<sup>1,2</sup>，熊 熊<sup>1</sup>

(1. 天津大学管理与经济学部, 天津 300072 2 天津财经大学金融系, 天津 300222)

**摘要：**通过计算实验金融方法对不同策略投资者投资收益水平进行了考察，提出了一组 Friedman 假说不能成立的条件，即：在套利限制、噪音交易以及风险厌恶等因素的共同作用下，具有理性预期能力的套利者并不能获得较 BSV 投资者更高的资产期望收益水平或者更低的破产概率，故即使从长期来看，理性套利者也不能“消灭”BSV 投资者，此时 Friedman 假说不能成立。

**关键词：**计算实验；BSV；噪音交易；策略；投资收益

**中图分类号：**F830.91 **文献标识码：**A **文章编号：**1007-9807(2010)09-0107-12

## 0 引言

策略是指投资者在形成预期、并据此构建投资组合过程中所依据的规则。抽象来看，资本市场就是不同策略投资者相互博弈，进行资源分配的场所。

在经典金融理论（如：CAPM [Sharpe<sup>[1]</sup>]、REE [Lucas<sup>[2]</sup>]等）中，为了便于分析，常常假定市场中所有投资者均遵循同类策略进行投资。然而此后众多市场异象的发现，迫使研究者放松同质策略假定，寻找新的市场模型，以期更好地探索资产定价规律、解释资本市场现象。

因此，一些研究者从不同投资者知识结构与心理偏差等方面的差异出发，假定市场中存在几类遵循不同策略的投资者，研究存在多策略条件下风险资产市场的均衡价格特性，对资产价格异象提出解释。行为金融、市场微观结构以及计算实验领域的许多理论模型研究均属此类，例如：Hong 和 Stein<sup>[3]</sup>、Huang 和 Stoll<sup>[4]</sup>以及 Levy 等<sup>[5]</sup>。

这些研究的结果却始终面临着 Friedman 假说的挑战<sup>[6]</sup>，他认为：从长期来看，理性套利者总是能够“打败”非理性投资者，也就是说理性投资者的收益水平总是高于其他策略投资者的收益水

平。Fama<sup>[7]</sup>将这一思想运用到其效率市场假说的证明中，并进一步提出，从长期来看，市场中所有投资者都不可能获得不承担额外风险的超常收益水平。面对前述行为金融研究的挑战，Fama<sup>[8]</sup>更有针对性地提出，行为金融理论中“受心理偏差影响的投资者”，从长期平均来看，将会“输钱”给理性套利者，故市场中“在长期”不存在这样的投资者，非理性投资者的心理偏差最终对市场价格不会产生长期影响。

这种情况下就提出了更具基础性的问题，即：在特定市场结构条件下，不同策略投资者的相对投资收益水平如何？

## 1 文献综述

特定策略的收益如何以及怎样寻找高收益的投资策略，都是现实股票市场中投资者最为关注的问题。因此，国内外许多研究者根据历史交易数据与公司财务数据，对一些投资策略在不同市场中的收益水平进行了经验检验，以期找到能够获得超常收益水平的投资策略。此类研究数量众多，

① 收稿日期：2009-12-10；修订日期：2010-06-03。

基金项目：国家自然科学基金资助项目（70801043 70932003）；教育部博士点基金新教师资助项目（200800561064）。

作者简介：张永杰（1979—），男，山东青岛人，博士，副教授。Email: yjz@tju.edu.cn

从 De Bondt 和 Thaler<sup>[9]</sup> 以及 Jegadeesh 和 Titman<sup>[10]</sup> 关于惯性与反转策略的研究到 Baker 和 Wurgler<sup>[11]</sup> 对基于投资者情绪指标的投资策略收益性的分析, 从 Fama 和 French<sup>[12]</sup> 三因素模型的检验到 Sadka 和 Scherbina<sup>[13]</sup> 对基于流动性与异质性复合指标策略盈利情况的研究, 从张人骥等<sup>[14]</sup> 以及沈艺峰和吴世农<sup>[15]</sup> 对我国市场惯性策略的研究到王杉和宋逢明<sup>[16]</sup> 对基于交易量的投资策略的分析, 都属于针对某种特定策略收益情况的经验研究。

这些研究通过检验历史数据, 寻找反映市场“不效率”的异象, 丰富了对资本市场价格波动规律的认识, 也为投资实践参与者提供了借鉴。然而, 严格地讲, 这些研究的结果在回答“多策略与复杂策略条件下, 投资者相对收益如何”这一问题上仅仅迈出了第一步, 这是因为上述经验研究工作主要以历史数据为基础, 旨在计算出某种当时市场中“理想”策略的收益水平, 并没有考虑各种策略间的互动行为。

自上世纪 50 年代以来, 研究者开始持续关注投资者互动行为对投资者收益水平的影响问题, 并取得一些有价值的成果。然而由于该问题的复杂性, 目前还有许多尚未解决并需要进一步探讨的问题。从研究方法角度, 过去五十余年取得的研究成果大致可以分为如下 3 类。

### 1) 基于思辨方法提出的假说

Friedman 假说试图说明不同策略互动行为对资源配置情况的影响, 认为: 从长期来看, 理性套利者总是能够“打败”非理性投资者, 也就是说理性投资者的收益水平总是高于其他策略投资者的收益水平。Fama<sup>[7]</sup> 则将这一思想运用到其效率市场假说的证明中, 并进一步提出, 从长期来看市场中所有投资者都不可能获得不承担额外风险的超常收益水平。

Friedman<sup>[6]</sup> 与 Fama<sup>[7]</sup> 在运用这一假说时都未给出假说的适用条件, 也未对其进行严格的证明, 然而此后一些研究(如: De Long 等<sup>[17]</sup>、Zhang 等<sup>[18]</sup>) 却发现在一定市场条件下, 即使是在长期, 非理性投资者也有可能获得与理性投资者相同甚至更高的投资收益水平。这就需要更进一步地研究、探索 Friedman 假说的适用条件, 并对此条件下的假说进行严格论证。

### 2) 基于解析建模的投资者收益研究

De Long 等<sup>[17-19]</sup> 分析了世代交替条件下理性套利者与噪音交易者间的互动行为, 发现在噪音交易者行为特征满足一定条件时, 噪音交易者可以获得较理性套利者更高的期望收益水平。Kogan 等<sup>[20]</sup> 从价格冲击 (price impact) 角度, 讨论了投资者收益和生存问题对资产定价的意义。

由于解析结构的复杂性, 这方面的研究成果还很不丰富, 仅能针对特定市场条件下, 种类较少、相对简单的策略间的互动结果做出分析。

### 3) 基于真实市场投资者账户数据的经验研究

近几年兴起的 household finance (Campbell<sup>[21]</sup>) 领域研究, 通过对真实市场投资者账户数据以及 U. S. survey of consumer finances (SCF) 等调研数据进行分析, 发现了一些有趣的现象与规律, 如: Odean<sup>[22]</sup> 发现基于媒体关注 (attention to financial media) 策略的投资者在真实市场中投资收益水平较低, Ivkovic 和 Weisbenner<sup>[23]</sup> 发现倾向于购买本地股票策略的投资者可以获得更高收益, Ivkovic 等<sup>[24]</sup> 认为集中投资的投资者也能获得较高的收益水平, 但是以夏普指数计算的投资绩效较低。Seru 等<sup>[25]</sup> 则发现在 1995-2003 年期间, 平均来看, 处置效应明显的投资者要比其他投资者年收益率低 3.2%~5.7%。方立兵和曾勇<sup>[26]</sup> 也发现在我国处置效应明显的投资者只能获得较低的投资收益。

由于投资者账户数据可获得性较差, 并且几乎没有办法仅根据账户交易数据判断投资者采用何种策略, 故这种经验研究还需与理论分析互相促进、开展进行。

## 2 投资收益问题: 基于计算实验金融方法的视角

在过去十余年中, 计算实验金融学 (agent-based computational finance, ACF) 在方法论、方法与应用方面的迅速发展, 已经展现出其解决上述问题的潜力。采用该方法研究本问题的优势在于, 既能进行受控重复实验, 又能便捷地同时得到投资者策略特征与交易记录数据。

Lebaron<sup>[27]</sup>将现有计算实验金融研究分为 3 类: 小策略模型 (small type models)、学习型模型动态规律 (model dynamics under learning) 以及多 agent 涌现模型 (emergence and many agent models)。小策略模型 (如: Kimman<sup>[28]</sup>、Famer 和 Joshi<sup>[29]</sup>、高宝俊等<sup>[30]</sup>) 主要分析技术交易策略与基本面交易策略间的互动行为。学习型模型动态规律主要关注投资者学习行为自身特征。多 agent 涌现模型 (以 Arthur 等<sup>[31]</sup>、Chen 和 Yeh<sup>[32]</sup> 为代表) 则主要关注理性预期的形成方式与该条件下市场的特性。

这些跨学科研究被认为是经济学研究范式的突破 (Hommes<sup>[33]</sup>), 也是物理科学 (physical science) 研究领域的延伸 (Famer 等<sup>[34]</sup>), 为研究者认识金融市场运行规律提供了新的视角与工具。

然而, 由于该领域研究者的学术背景与研究兴趣, 上述工作在分析投资者收益方面尚有许多需要进一步研究之处, 主要表现在下述几方面。

小策略模型仅研究了传统的技术交易策略与基本面交易策略间的互动行为及其对资源配置的影响, 而未充分考虑行为金融领域中提出的新型策略与传统策略间互动关系及对资源配置的影响。

多 agent 涌现模型最初主要关注理论经济学中理性预期均衡存在性及其实现的问题。虽然后来相关研究者 (LeBaron 等<sup>[35]</sup>、Chen 和 Liao<sup>[36]</sup>) 也对这些模型在资产价格决定方面的意义进行了一些探索, 但是这些研究也仅停留在集结市场 (aggregate market) 数据特征方面 (如股价和成交量等), 而未进一步深入到个体投资者行为互动关系研究之中, 也未对投资者相对收益情况进行分析。

## 3 模型

### 3.1 资产

市场中共有两种可供投资者选择的投资品——无风险资产与风险资产。无风险资产供给具有无限弹性, 其收益率固定为  $r_f$ , 并且不随时间变化而变化。市场中只有一种风险资产, 其供给量是固定的, 为了研究方便, 将风险资产的总供给量单

位化为 1。投资者在  $t$  期持有每单位风险资产可以获得数量为  $d_t$  的股息收益,  $d_t$  具有随机游走的特性,  $d_t = d_{t-1} + y_t$ , 其中  $y_t$  分别以 0.5 的概率取值  $+y$  与  $-y$  ( $y$  是正常数)。

### 3.2 投资者偏好

假定所有投资者具有 CARA (constant absolute risk aversion) 效用函数。本文模型是世代交替模型, 为了简化模型, 不考虑个体的劳动投入与消费决策问题, 假定任一个投资者  $i$  在  $t$  期初可用于投资的财富 ( $W_t^i$ ) 由模型外生给定。故投资者在  $t$  期期初所要做的惟一决策就是如何将其可投资的财富在两种资产间进行分配, 从而最大化其给定风险态度下  $t+1$  期财富的期望效用水平

$$\max E[-\exp(-\gamma W_{t+1}^i)] \quad (1)$$

其中:  $E[\cdot]$  是期望算子;  $\gamma$  是投资者的绝对风险厌恶系数。在此, 为了简化分析, 假定所有投资者具有类似的风险厌恶程度。

在投资收益率正态分布的条件下, 最大化式 (1) 的等价条件可以表示为

$$\overline{W_{t+1}^i} - \frac{1}{2} \gamma \sigma_{W_{t+1}^i}^2 \quad (2)$$

其中:  $\overline{W_{t+1}^i}$  是投资者  $i$  在  $t$  期对其  $t+1$  期财富水平的期望值;  $\sigma_{W_{t+1}^i}^2$  则是其对  $t+1$  期财富水平波动性的估计。

求解式 (2) 的一阶条件, 得到投资者  $i$  在  $t$  期的风险资产需求函数

$$x_t^i = \frac{P_{t+1}^i + d_{t+1}^i - P_t (1 + r_f)}{\gamma \cdot \sigma_{P_{t+1}^i}^2} \quad (3)$$

其中:  $x_t^i$  是投资者  $i$  在  $t$  期的风险资产持有量;  $P_{t+1}^i$  与  $d_{t+1}^i$  则分别是投资者  $i$  在  $t$  期对  $t+1$  期风险资产价格与股息收益水平的期望值;  $P_t$  是  $t$  期市场的均衡价格水平;  $\sigma_{P_{t+1}^i}^2$  是投资者对  $t+1$  期风险资产价格波动方差的估计<sup>②</sup>。

### 3.3 投资策略

本文模型考虑 4 种投资策略, 分别是理性预期 (下文数据检验中记作 RATIONAL) 策略、BSV (记作 BSV) 策略、噪音交易 (记作 NOISE) 策略和被动交易 (记作 PASSIVE) 策略。之所以选取这些策略, 是既考虑策略的代表性, 同时也考虑模型的可计算性。理性预期和被动交易策略是经

② 此处, 假定在方差估计方面所有投资者都具有理性预期的能力, 故其对方差的估计值相同。

典金融理论中的代表, BSV 策略则是行为金融领域的主要成果之一, 噪音策略则是噪音交易理论中的核心假设 (Shleifer和 Summers<sup>[37]</sup>).

上述 4种策略均非本文提出, 但为了模型叙述的完整性, 本文通过叙述这些策略投资者的行为, 将这 4种信念下的预期形成过程以本文的符号体系重新进行表述.

### 3 4 理性预期策略

本文把以理性预期方式 (Muth<sup>[38]</sup> 与 Lucas<sup>[2]</sup>) 形成预期的投资者称为“理性预期投资者”. 严格地讲, 理性预期方式的假定, 如 Muth<sup>[38]</sup> 所述, 并非是针对个体行为过程 (not behavioral) 的界定, 因为理性预期假定并不指定个体在特定环境中处理信息的行为方式, 而仅假定个体可以通过这种未事先指定的行为方式对未来形成准确的预期. 或者更通俗但不太严格地讲, 本研究中理性预期投资者对未来资产价格分布的预期与均衡模型所给出的未来资产价格分布总是一致的. 在模型推导中本文以  $P_{t+1}^e$  和  $d_{t+1}^e$  分别代表理性预期投资者在  $t$ 期对  $t+1$ 期风险资产价格和股利水平的期望. 在本文中总是假定风险资产价格与股利的相关信息是公开的, 且对所有投资者而言是免费并可以立即获得的, 因此所有理性预期投资者对未来风险资产价格的预期是完全相同的.

### 3 5 BSV 投资者

准确地讲, 本文所说的“BSV 投资者”是指“类似 Barberis等<sup>[39]</sup> 中 BSV 的代表性投资者”,

简略地讲, 本文中的 BSV 投资者与文献 [39] 中 BSV 的代表性投资者在心理认知偏差、预期形成方式以及可供选择的资产方面完全相同. 二者惟一不同之处在于最终形成的价格预期表述形式, 而这是由本文与文献 [39] BSV 模型构建目的不同造成的. 下面将对 BSV 投资者的心理偏差与预期形成进行描述, 关于文献 [39] 中的 BSV 中代表性投资者假定的合理性与价格预期求解等细节问题可参见原文.

BSV 投资者的信念中包含两类心理偏差: 保守主义 (conservatism) 与代表性心理偏差 (representative heuristic). 简单地讲, 保守主义是指个体在形成预期过程中不能及时利用新信息更新信念的心理偏差, 而代表性心理偏差在金融经济学研究中则是指投资者仅根据其所获得的所有相关信息中的某些特殊 (salient) 部分形成预期. 除此之外 BSV 投资者的所有行为都是理性的.

具体地讲, 受到上述两类认知偏差影响的 BSV 投资者认为股利水平并非是随机游走过程, 而是在两个状态间变换, 状态 1 具有趋势性, 状态 2 则具有均值反转的特性, 状态 1 与状态 2 都是马尔可夫过程, 其转移矩阵由表 1 给出, 其中  $\pi_L < \pi_H$ , 并且 BSV 投资者认为真实的股利生成模型在二者之间不断转换, 其转换的概率由表 2 给出, 其中  $\lambda_1$  表示从  $t$ 期到  $t+1$ 期股利过程由状态 1 转换为状态 2 的概率,  $\lambda_2$  则反之, 文献 [39] 中的 BSV 认为这两个概率都很小.

表 1 BSV 投资者信念中两种状态下股利过程的转移矩阵

Table 1 Transition probability matrix of the dividends for BSV investors

状态 1	$y_{t+1} = y$	$y_{t+1} = -y$	状态 2	$y_{t+1} = y$	$y_{t+1} = -y$
$y_t = y$	$\pi_L$	$1 - \pi_L$	$y_t = y$	$\pi_H$	$1 - \pi_H$
$y_t = -y$	$1 - \pi_L$	$\pi_L$	$y_t = -y$	$1 - \pi_H$	$\pi_H$

表 2 BSV 投资者信念中的状态转换概率

Table 2 Transition matrix of BSV investors belief

	$S_{t+1} = 1$	$S_{t+1} = 2$
$S_t = 1$	$1 - \lambda_1$	$\lambda_1$
$S_t = 2$	$\lambda_2$	$1 - \lambda_2$

在这种条件下, BSV 投资者在形成预期时首要的一项工作就是估计  $t$ 期股利生成模型处于状

态 1 的概率

$$q_t = \text{Pr}(s_t = 1 | y_t, y_{t-1}, q_{t-1})$$

在完成这项工作时, BSV 投资者具有完全的贝叶斯理性, 并据此, 形成了对  $t+1$ 期价格的预期

$$P_{t+1}^{\text{BSV}} = N_{t+1} / \delta + y_t (p_1 - p_2 q_t) \tag{4}$$

其中:  $\delta$ 是折现率, 其他参数是为了简化表达所设, 具体取值为

$$\begin{aligned}
p_1 &= \frac{1}{\delta} (Y'_0(1+\delta) [I(1+\delta) - Q]^{-1} Q Y'_1) & Y'_0 &= (1 \quad -1 \quad 1 \quad -1) \\
p_2 &= -\frac{1}{\delta} (Y'_0(1+\delta) [I(1+\delta) - Q]^{-1} Q Y'_2) & Y'_1 &= (0 \quad 0 \quad 1 \quad 0) \\
Q &= \begin{pmatrix} (1-\lambda_L)\pi_L & (1-\lambda_L)(1-\pi_L) & \lambda_2\pi_L & \lambda_2(1-\pi_L) \\ (1-\lambda_L)(1-\pi_L) & (1-\lambda_L)\pi_L & \lambda_2(1-\pi_L) & \lambda_2\pi_L \\ \lambda_L\pi_H & \lambda_L(1-\pi_H) & (1-\lambda_2)\pi_H & (1-\lambda_2)(1-\pi_H) \\ \lambda_L(1-\pi_H) & \lambda_L\pi_H & (1-\lambda_2)(1-\pi_H) & (1-\lambda_2)\pi_H \end{pmatrix} & Y'_2 &= (1 \quad 0 \quad -1 \quad 0)
\end{aligned}$$

式 (4) 是文献 [39] BSV 求解的最终结果, 为了这一结果更好地适应本文模型, 还需要做下述两处变换。

首先, 为了方便计算表达, 文献 [39] BSV 假定风险资产永不分配股利, 将股利计算到资产价格中, 故式 (4) 中的

$$P_{t+1}^{bsv} = {}_tP_{t+1}^b + {}_t d_{t+1}^b$$

其中,  ${}_tP_{t+1}^b$  和  ${}_t d_{t+1}^b$  分别表示本文模型中 BSV 投资者在  $t$  期对  $t+1$  期风险资产价格和股利水平的期望。

另外, 文献 [39] 中的 BSV 主旨不在于研究理性预期投资者与 BSV 投资者间的互动关系, 故式 (4) 中  $N_{t+1}/\delta$  应该理解为理性投资者对未来股价与股息之和的预期, 而  $\delta$  则应理解为经风险调整的折现率。故式 (4) 以本文的符号体系应表示为

$${}_tP_{t+1}^b + {}_t d_{t+1}^b = P_{t+1}^e + {}_t d_{t+1}^e + y_t(p_1 - p_2 q_t) \quad (5)$$

### 3.6 噪音交易者

本文提到的“噪音交易者”概念与 DSSW<sup>[17, 40]</sup> 中的“noise trader”概念基本相似。概括而言, 此类投资者具有两个对风险资产价格确定有意义的属性。

一个属性是这类投资者在形成预期的过程中, 由于受到所谓“噪音”(Black<sup>[41]</sup>) 的干扰, 而不能如理性投资者般对  $t+1$  期风险资产价格形成真实准确的预期<sup>④</sup>, 与 DSSW 相似, 本文假定在  $t$  期噪音交易者对  $t+1$  期风险资产价格期望偏离“准确的”预期(或者说是理性预期投资者的预期)的程度服从外生给定参数的独立正态同分布

$$\rho \sim N(\bar{\rho}, \sigma_\rho^2) \quad (6)$$

其中,  $\sigma_\rho^2$  是噪音交易者预期偏差的方差。DSSW 中称  $\bar{\rho}$  是代表投资者平均“bullishness”水平的度量<sup>[40-41]</sup>, 进而通过分析噪音交易者处于 bullish 与 bearish 状态间的转换来解释真实市场的经验异象。本文以为这种分析方式似有前后不一致之嫌, 既然  $\bar{\rho}$  代表平均“bullishness”水平, 其在整个研究期间就应该是给定不变的, 而假定噪音交易者在 bullish 与 bearish 状态间的转换则似乎意味着这种“bullishness”水平在研究期间内实际上发生了变化。故本文按照对于噪音的惯常性理解, 假定整个研究期间  $\bar{\rho} = 0, \rho_t \sim N(0, \sigma_\rho^2)$ <sup>⑤</sup>。故噪音交易者在  $t$  期对  $t+1$  期风险资产价格的预期为

$$P_{t+1}^n = {}_tP_{t+1}^e + \rho_t \quad (7)$$

噪音交易者的另一个重要属性是其预期偏差的不可预知性, 具体地说, 就是所有投资者都不可能得到对于预测噪音交易者未来期望偏差水平有价值的信号。这一假定也是噪音交易研究方法的核心之处, 正是这种不可预知性造成了噪音交易者风险, 使理性投资者的套利不再是无风险的头寸, 从而有效地阻吓了不能无限生存且风险厌恶的理性投资者的无限头寸套利行为, 此时风险资产价格则表现出过度波动、股权溢价以及均值反转(mean-reverting)等特征。

### 3.7 被动(passive)策略投资者<sup>⑥</sup>

这种投资者无论风险资产价格如何变化, 总是持有 1 单位风险资产。加入此种投资者主要有两方面的作用: 一是可以用这种投资者的收益水

④ 但是本文为了简化模型解析形式, 假定噪音交易者对未来股息水平具有理性预期能力, 即噪音交易者在  $t$  期对  $t+1$  期风险资产股息水平的预期为  ${}_t d_{t+1}^n = {}_t d_{t+1}^e$

⑤ 本章模型的结论并不依赖于  $\bar{\rho} = 0$  的假定。对此假定进行讨论的目的主要有二: 一是简化本章模型的代表形式, 二是为人工股票市场参数选取提供依据。

⑥ 此处的被动投资者的含义主要指这种投资者采用了买入-持有策略, 同时也强调这种投资者完全是价格的接受者。这一含义既不同于 DSSW 中的 passive investor<sup>[17, 40]</sup>, 也不同于市场上一般意义的指数化。

平来代表市场的平均收益水平;二是这种被动策略投资者所使用的投资策略与真实市场中的“买入-持有(buy and hold)”策略非常相似,故而以此检验这种策略的相对收益水平。同时,由于这种投资者既不发出交易指令,也不参加交收,仅是价格的被动接受者,故不影响资产价格的决定。

### 3.8 市场出清机制

模型不考虑市场中的摩擦(手续费、税收、做市商价差、卖空成本等),假定风险资产仅在集中竞价的市场中交易,噪音交易者和BSV投资者的数量分别是 $\mu_n$ 和 $\mu_b$ ,与文献[17]类似,将投资者的总数单位化为1,则理性预期投资者的数量是 $1 - \mu_n - \mu_b$ ,此时市场出清的条件是

$$(1 - \mu_n - \mu_b)x_i^e + \mu_n x_i^n + \mu_b x_i^b = 1 \quad (8)$$

其中, $x_i^e$ 、 $x_i^n$ 与 $x_i^b$ 分别代表3类投资者在*t*期的需求函数。

## 4 实验与数据分析

### 4.1 实验设计

本文人工股票市场代码设计是在SFIA SM 2.4基础上修改完成的。这主要考虑SFIA SM(及其前身sfsm)中的BFagent在满足一些技术要求的前提下,即使存在模型误配(model mismatch),经过充分训练后对风险资产价格的预期仍能充分地接近完全理性预期价格。

并且,目前的2.4版本较2.2版本在BFagent的封装与位运算方面进行了全面的改进。故本文的人工股票市场直接修改了SFIA SM 2.4(GNU)代码,使之在市场结构与投资者特征方面与本章模型相一致,而没有直接在Swarm仿真平台上构建新的人工股票市场。

具体而言,本文主要从下述方面修改了SFIA SM 2.4<sup>⑦</sup>。

1) 引入了被动投资者、噪音交易者以及BSV投资者。被动投资者的需求量设定恒为1,噪音交易者与BSV投资者的需求函数则分别以式(7)与式(5)两式所给出的那样设定。

2) 重新设计了市场出清价格的确定方式。在SFIA SM 2.4中,市场价格由RE、SLOPE或者ETA 3个交易商<sup>⑧</sup>(specialist)中的1个确定。RE交易商是设计者为检验BFagent学习能力而设定的,并不能真正撮合交易,仅可以依据Bray(1982)中的均衡价格计算公式给出市场价格。SLOPE与ETA交易商以最大成交量为原则撮合交易时分别需要依赖GA投资者与ANN(artificial neural network)投资者提供的除需求外的额外信息,而这种信息却是本文中除理性预期投资者外的其他3类投资者所不能提供的。

所设计的新市场出清价格确定方式充分考虑了本文中投资者均具有显式的需求函数这一特点,通过求解供求均衡设定出清价格,同样也能得出连续拍卖的均衡市场价格。这种做法与采用SLOPE或者ETA交易商比较还具有两个优点:一是出清价格计算准确,在SFIA SM 2.4中采用缺省参数计算时,5%的交易不能实现供求均衡,只能通过配给的方式出清。另外新的做法不需要通过反复试算确定价格,因而可以较大幅度地提高代码执行效率。

3) 为了数据处理上的方便,在BFagent完成训练(运行150 000 periods)后,重新将所有投资者财富设定为1 000,风险资产持有量设定为1单位。

4) 技术层面上,输出数据中增加了风险资产股息水平以及不同策略的投资者财富等变量。

此处仅是从金融经济学角度描述了本文对于SFIA SM 2.4的修改,具体修改细节可以参见修改后的代码。在本文后面的表述中,将修改后的SFIA SM 2.4简称为“s-ASM”。

本文分别采用不同的随机种子运行s-ASM共24次(runs),每次运行s-ASM交易20万次,并将市场数据(包括:价格、成交量、股息、每个投资者财富)记录到输出数据文件中供分析之用。

### 4.2 投资者财富简单统计特征

这一节主要分析20万次交易完成后,不同策

<sup>⑦</sup> 由于篇幅限制,本文无法将代码的改动之处在附录中列出。笔者已经将代码上传至:<http://sv-asm.cvs.sourceforge.net/>,并本研究代码为sourceforge net的AFL(academic free license)项目。

<sup>⑧</sup> 此处的specialist与现实中的NYSE的“专家”差别很大,故译作“交易商”。这是因为SFIA SM中的specialist既没有库存,且在报价时也不存在买卖价差(bid-ask spread)。

略投资者的财富水平. 由于  $sASM$  中在完成投资者训练 (150 000 periods) 后, 将所有投资者的财富重新设定为 1 000 故研究 20 万次交易完成后不同策略投资者的财富水平, 也就相当于研究不

同策略投资者在这 5 万次交易所获得的平均收益率.

表 3 是对 20 万次交易完成后不同策略投资者的最终平均财富水平简单统计特征的描述.

表 3 不同策略投资者的最终平均财富水平简单统计特征

Table 3 Statistics on the final wealth of investors with different strategies

	被动投资者	理性投资者	噪音交易者	BSV 投资者
均值	208 561. 0	217 137. 5	193 110. 5	215 435. 1
中位数	206 179. 3	212 524. 5	191 587. 8	213 090. 2
最大值	264 752. 9	269 392. 0	252 055. 1	272 811. 5
最小值	175 425. 4	182 649. 9	156 595. 6	183 516. 2
偏度	0. 632 203	0. 523 544	0. 598 503	0. 718 802
峰度	3. 327 293	3. 024 963	3. 441 235	3. 437 438
JB 检验值	1. 705 841	1. 097 018	1. 627 511	2. 258 055
概率	0. 426 168	0. 577 811	0. 443 191	0. 323 348
总和	5 005 465	5 211 301	4 634 652	5 170 442
总方差	1. 02E + 10	9. 64E + 09	1. 11E + 10	1. 03E + 10
实验次数	24	24	24	24

表 3 表明, 各组 agent 最终平均财富水平为 RATIONAL > BSV > PASSIVE > NOISE. 但是 RATIONAL 组与 BSV 组 agent 最终平均财富水平差别较其他组间差别更小, 且在中位数排序方面两组颠倒了次序.

表 3 提供的另外一个重要信息是各组 JB 统计量都比较接近 1, 从统计意义上不能显著拒绝各组最终平均财富水平服从正态分布这一假设. 这为下一小节中采用 ANOVA 方法判别各组平均财富水平差别提供了统计方法层面上的依据.

### 4.3 各组 agent 最终财富水平比较

为了更准确的判别各组 agent 的期望投资收益水平是否不同, 本小节采用方差分析 (ANOVA) 方法, 对各组 agent 最终平均财富水平进行检验.

首先检验 4 组 agent 最终平均财富水平的期

望值是否相同.

原假设

$$E(W_{PASSIVE}^F) = E(W_{RATIONAL}^F) = E(W_{NOISE}^F) = E(W_{BSV}^F)$$

其中,  $W_i^F$  ( $i = PASSIVE, RATIONAL, NOISE, BSV$ ) 为各组 agent 最终平均财富水平.

备择假设 上述 4 个期望之中的任意两个不相等.

检验结果, 如表 4 所示, 表明原假设在统计意义上明显不能成立, 各组 agent 的最终平均财富水平的期望值并不完全相同, 但每两组 agent 的最终平均财富水平期望值是否不同还需进一步判别.

通过两两分别进行 ANOVA 检验, 可以得出如下结论:

1) 可以显著地判定噪音交易者的最终财富水平要低于其他 3 类投资者, 即

表 4 各组 agent 最终财富水平 ANOVA 检验

Table 4 Statistics of ANOVA on the wealth of different groups of agents

	平方和	自由度	平方均值	F 统计量	概率
组内方差	8. 628 69e+ 009	3	2. 876 23e+ 009	6. 43	0. 000 5**
组间方差	4. 118 04e+ 010	92	4. 476 13e+ 008		
总方差	4. 980 91e+ 010	95			

\*\* 显著性水平为 1%

$$E(W_{PASSIVE}^F) > E(W_{NO SE}^F)$$

$$E(W_{RATIONAL}^F) > E(W_{NO SE}^F),$$

$$E(W_{BSV}^F) > E(W_{NO SE}^F)$$

2) ANOVA 结果比较显著地支持了  $E(W_{RATIONAL}^F) > E(W_{BSV}^F)$ , ( $F$  值为 0.08) 这一假设.

3) 不能显著否定  $E(W_{PASSIVE}^F) = E(W_{RATIONAL}^F)$  与  $E(W_{PASSIVE}^F) = E(W_{BSV}^F)$  两个假设 ( $F$  值分别为 2.05 和 1.27), 而根据表 3 提供的信息似乎表明上述两个等式难以成立. 关于这两个关系将在下面一小节进一步讨论.

#### 4.4 更多交易的实验结果

上一小节中的分析还不能很好地判别 PASSIVE 组与 RATIONAL 以及 BSV 两组 agent 最终平均财富水平期望值间的关系. 故在完成 24 组 20 万次交易的实验后, 又进行了一组 50 万次交易的实验. 仅进行一次更多交易实验 (long length run) 的原因, 如 Lebaron<sup>[35]</sup> 所述, “是由于进行多次更多交易实验过度地消耗了宝贵的计算时间”. 加之关于  $E(W_{PASSIVE}^F) = E(W_{RATIONAL}^F)$  与  $E(W_{PASSIVE}^F) = E(W_{BSV}^F)$  两个假设的检验并非是本文关注的主要问题, 故未花费更多的计算时间生成足够多的数据进行统计检验.

图 1 显示了该组实验中各组 agent 平均财富水平在 40 万次交易后的变化情况. 为了更清晰地表述各组 agent 相对财富变化水平, 图 1 将 PASSIVE 组平均财富水平指数化为 100. 其他各组 agent 平均财富水平也相应进行指数化.

图 1 对上小节中的一些结论提供了进一步的支持. 从该图中可以看出 PASSIVE 组 agent 的平均财富水平较 RATIONAL 组以及 BSV 组的平均财富水平明显偏低. 而 RATIONAL 组与 BSV 组的平均财富水平互有高低, 未表现出明显差异.

### 5 实验结果讨论

1) 市场的信息不效率 (information inefficient) 特性并不意味市场中存在无风险套利机会.

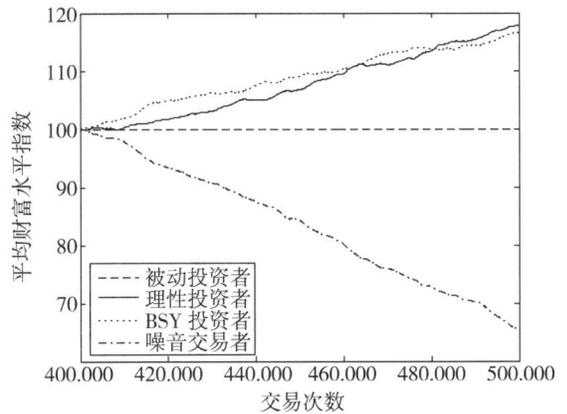


图 1 更多交易实验中的各组 agent 平均财富水平

Fig. 1 Results on the wealth of different groups of agents in the simulation with more periods

正如 Barberis 和 Thaler<sup>[42]</sup> 所述: 虽然“价格正确”意味着“没有免费午餐”, 但是“价格错误”并不必然意味着“存在免费午餐”. 在逻辑上提出这一论断并不困难, 但是在有效市场假说提出后的 40 多年里, 众多学术界与业界人士却仍然在不断试图寻找“并不必然存在的免费午餐”.

套利限制与非理性投资者行为的不可预知性使得理性投资者不能进行无风险套利, 上述两个因素加上套利者风险厌恶的特性共同限制了套利者套利头寸的规模, 从而保证了市场均衡的存在, 但也同时意味着这样的市场中不存在“免费的午餐”.

2) 即使在信息真实免费的市场中, 套利者也并不能击败所有的非理性投资者.

本文模型是信息对称的模型, 在 sASM 中, 所有 agent 所能获得的信息完全相同并且都真实准确. 但是即使是在这样的市场中, 具有理性预期能力的投资者所能获得的期望收益也并不高于某些特定策略的非理性投资者.

在 sASM 中, 理性投资者所能获得的期望收益水平并不高于 BSV 投资者的期望收益水平.

得出这样的实验结果固然有趣, 但并不奇怪. 这与 BSV 投资者的预期形成方式、噪音交易以及市场结构等的特征存在必然的联系. 简单而不太精确地讲, BSV 预期形成方式在一定程度上是从现实市场中信奉线图的技术交易派投资者行为中抽象出来的, 这类投资者有时认为市场存在趋势, 于是追涨杀跌; 而有时又认为市场会出现反转, 更

重要地是这类投资者对未来的判断完全依据历史数据, 而作为市场参与者, 他们也同时在“创造着历史和历史数据”。如其所述, 风险厌恶的理性套利者不愿构建过大的头寸来将市场价格拉回到信息效率价格, 故市场价格在两者共同作用下会出现过度反应与均值反转的特性, BSV 投资者就可能从其本身“创造”的价格波动特征来获取利润。

举例如: BSV 投资者在风险资产价格呈上涨趋势一段时间后, 认为价格继续上涨的可能性更大, 于是在未来一段时间, 他们就愿意以高出信息效率价格的成本购买风险资产, 而这种行为则会促使风险资产价格进一步上涨, 直到随机扰动使 BSV 投资者相信价格下跌的可能性更大时, 才会逐渐结清头寸。理性预期投资者能够事先预知这一过程的某些特征, 不会从中亏钱, 但是其风险厌恶的特性, 也限制了其利用这些特征进行套利的规模。而噪音交易者的存在则为上述两种投资者通过上述过程获利提供了交易对手。

于是 BSV 投资者通过“创造”价格偏离信息效率价格的过程获利, 理性预期投资者则通过认识并利用这一过程进行一定规模的风险套利来提高其期望收益水平。从长期来看, 噪音交易者作为二者的交易对手将会亏钱。

当然上述命题是基于噪音交易者存在而提出的。如果市场中并不存在噪音交易者, 则 BSV 投资者会被“击败”, 图 2 则反映了  $s\text{-ASM}$  中全部噪音交易者改为被动投资者后的一次运行中投资者财富变化情况。

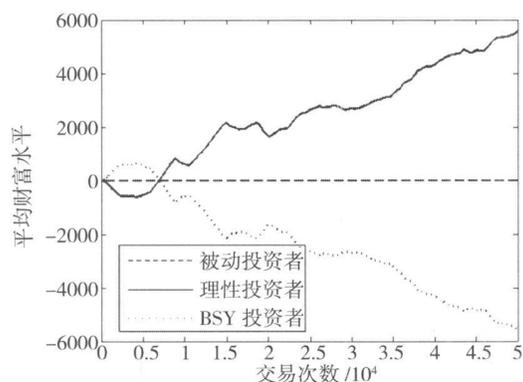


图 2 不存在噪音交易者的市场中各类 agent 平均财富水平

Fig. 2 The wealth of different groups of agents

when there is no noise trader in the artificial market

这与 Soros<sup>[43]</sup> 的“反身性 (reflexivity)” 颇有相似之处, 但是 Soros<sup>[44]</sup> 仅是通过其投资实践经验提出的对现实市场规律的思考, 而未加严格的学术证明, 甚至如其自己在该书前言中所述, “甚至不是一件成品”。

3) 信息不效率的市场上, 被动策略不是最优策略。

如 Makie<sup>[41]</sup> 所述, 有效市场假说的直接推论就是被动策略是“好”的投资策略, 既不需要进行分析, 还能获得与努力分析相同的期望投资收益。而这一策略在市场价格出现错误的时候, 就不再是一个“好”的策略, 虽然此时市场价格仍然不可预测。

实验结果表明, 与理性预期投资者以及 BSV 投资者相比, 被动策略投资者只能获得较低的投资收益水平。

但这并不意味着被动策略是“坏”的策略, 只是说其不是最优策略。这是由于在交易过程中, 被动策略投资者并没有输钱给理性预期投资者或者 BSV 投资者, 而仅仅是赚的不如他们多罢了。

4) 噪音交易容易导致投资失败。

实验结果显著地说明了噪音交易者“赚钱的能力”最弱。如 Friedman<sup>[6]</sup> 所提到的那样, 噪音交易者在交易中将会输给理性套利者。

但是与 Friedman<sup>[6]</sup> 不同, 本文认为噪音交易者作为一类投资者不会从市场中完全消失, 原因有如下两点: 首先是噪音交易者虽然输给了理性套利者, 但是从财富的绝对量来看, 并没有亏损, 只是赚得较少。更重要的是, 虽然噪音交易者从总体来看, 赚得较少或者在不断亏钱, 但是在现实市场中, 不同的噪音交易者个体却在不断地进出市场, 而噪音交易的动机往往是出于其他消费性因素, 从而保持了噪音交易者作为一类投资者不会被“消灭”。

基于上述解释, 可以重新理解本文模型: 理性预期投资者可以被理解为成功的套利者, 并且其套利经验是可以世代相传的, 这与  $s\text{-ASM}$  中此类投资者所采用的 GA 算法也是一致的。BSV 投资者可以看成是“线图专家”, 其经验也可以世代相传, 具体体现在  $s\text{-ASM}$  中此类投资者所采用的 GA 算法与贝叶斯更新信念的方法。而噪音交易者则

可以被理解成各世代随机出现的个体, 经验并不互相传承, 具体体现为其认知偏差是无记忆的白噪声过程.

5) Friedman假说成立需要一定条件.

如果噪音交易与套利限制同时存在, 则套利者就不能最终“消灭”所有的非理性行为, 于是市场价格将偏离信息效率价格; 而正是由于这种价格偏差的存在, 使BSV投资者能够获得额外的投资收益.

上述两个命题互为前提, 最终的结论是: 在存在套利限制与噪音交易的市场中, BSV投资者能够获得与理性预期投资者相同水平的期望投资收益, 从而不会“必然被市场所淘汰”. BSV投资者的存在与获利方式则必然会对风险资产价格产生作用, 从而导致价格在绝大多数时间偏离信息效率价格.

这一结论与现实市场中的情况更为接近. 技术交易与风格投资(style investing)并未由于现代投资理论的出现而完全消失. 被动策略基金曾经在美国共同基金(mutual funds)市场中占据了相当大的份额, 但最终下降并稳定在共同基金市场规模的一个相当但不绝对大的份额水平. 采用技术分析的共同基金经理的比例在上世纪七八十年代大幅下降, 但并未最终消失, 而是同样稳定在一个不太低的水平上. (Bernstein<sup>[45]</sup>)

故Friedman假说之成立需要一定条件. 在本文的市场条件下, Friedman假说并不成立. 具体而言, 噪音交易与固定投资期的限制, 导致风险厌恶的理性套利者不愿构建过大的套利头寸, 而BSV投资者特定的投资方式又为其自身生存“创造了空间”, 使其可以获得与理性套利者相当水平的投资收益. 在这样的市场中, 理性套利者虽然也可以“消灭”一些非完全理性的投资者, 但是对

于另一些具有特定心理认知偏差的非理性投资者却完全无能为力.

## 6 结束语

通过计算实验金融方法对不同策略投资者投资收益水平的研究, 提出了一组Friedman假说不能成立的条件, 即在套利限制、噪音交易以及风险厌恶等因素的共同作用下, 理性预期的套利者并不能获得较BSV投资者更高的总资产期望收益水平或者更低的破产概率. 故从长期来看, 市场中将不仅仅存在具有理性预期能力的套利者, 具有某些特定心理偏差的非理性投资者(在本文中是BSV投资者)也能长期存在, 并获得不低于理性套利者的期望收益水平.

另外, 在计算实验结果的分析过程中, 还发现了一些投资策略方面的结论, 包括: 在信息不效率的市场中, 被动投资策略不是最优策略; 噪音交易策略将显著获得较低的期望收益水平和较低的风险调整的期望收益水平等.

从近期来看, 未来研究着重分析计算实验金融模型鲁棒性方面特征. 主要包括: 不同策略投资者相对比例变动对模型结果的影响研究、其他类型非理性投资者(如: new swatcher或者 momentum trader HS<sup>[43]</sup>等)与理性套利者相对收益水平比较、以及非理性投资者心理偏差强度对其收益水平影响等方面的研究.

在较长时间内, 非理性投资者的学习行为(例如贝叶斯学习行为、行为理性学习行为以及有限理性学习行为)对其本身心理偏差、市场均衡价格以及投资者相对收益水平的影响将是一个重要而有趣的研究方向.

## 参 考 文 献:

- [1]Shapiro W. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk[J]. Journal of Finance 1964, 19 (3): 425-442
- [2]Lucas R. Asset prices in an exchange economy[J]. Econometrica 1978, 46 (6): 1426-1445.
- [3]Hong H, Stein J. A unified theory of underreaction, momentum trading and overreaction in asset markets[J]. Journal of Finance 1999, 54 (6): 2143-2184
- [4]Huang R, Stoll H. The components of the bid-ask spread: A general approach[J]. Review of Financial Studies 1997, 10 (4): 995-1034

- [ 5]Levy M, Levy H, Solomn S. A microscopic model of the stock market Cycles, booms, and crashes[ J]. *Economics Letters*, 1994, 94: 103– 111.
- [ 6]Friedm an M. The case for flexible exchange rates[M] // Friedm an M. eds. *Essays in Positive Economics*. Chicago: Chicago University Press, 1953.
- [ 7]Fama E. The behavior of stock market price[ J]. *Journal of Business*, 1965, 38( 1): 34– 105.
- [ 8]Fama E. Market efficiency, long term returns, and behavioral finance[ J]. *Journal of Financial Economics*, 1998, 49(3): 283– 306.
- [ 9]De Bondt W, Thaler R. Does the stock market overreact? [ J]. *Journal of Finance*, 1985, 40( 3): 793– 805.
- [ 10]Jegadeesh N, Titman T. Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency[ J]. *Journal of Finance*, 1993, 48( 1): 65– 91.
- [ 11]Baker M, Wurgler J. Investor sentiment and the cross-section of stock returns[ J]. *Journal of Finance*, 2006, 61(4): 1645– 1680.
- [ 12]Fama E, French K. The cross section of expected stock returns[ J]. *Journal of Finance*, 1992, 47( 2): 427– 465.
- [ 13]Sadka R, Scherbina A. Analyst disagreement, mispricing, and liquidity[ J]. *Journal of Finance*, 2007, 62( 5): 2367– 2403.
- [ 14]张人骥, 朱平方, 王怀芳. 上海证券市场过度反应的实证检验 [ J]. *经济研究*, 1998, 33(5): 58– 64.  
Zhang Renji, Zhu Pingfang, Wang Huai fang. The empirical study of overreaction in Shanghai stock market[ J]. *Economic Research Journal*, 1998, 33(5): 58– 64. (in Chinese)
- [ 15]沈艺峰, 吴世农. 我国证券市场过度反应了吗? [ J]. *经济研究*, 1999, 34(2): 21– 26.  
Shen Yifeng, Wu Shinnong. Does Chinese stock market overreact? [ J]. *Economic Research Journal*, 1999, 34( 2): 21– 26. (in Chinese)
- [ 16]王 杉, 宋逢明. 中国股票市场的简单量价关系模型 [ J]. *管理科学学报*, 2006, 9( 4): 65– 72.  
Wang Shan, Song Fengming. A simple model on the price-volume relationship of Chinese stock market[ J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2006, 9( 4): 65– 72. (in Chinese)
- [ 17]De Long J, Shleifer A, Summers L, et al. Noise trader risk in financial market[ J]. *Journal of Political Economy*, 1990, 98( 4): 703– 738.
- [ 18]Zhang W, Zhang Y, Xiong X, et al. BSV investors versus rational investors: An agent-based computational finance model [ J]. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 2006, 5(3): 455– 467.
- [ 19]De Long J, Shleifer A, Summers L, et al. The Survival of Noise Traders in Financial Markets[ R]. NBER working paper No. 2715, 1988. available at <http://papers.nber.org/papers/w2715>.
- [ 20]Kogan L, Ross S, Wang J, et al. The price impact and survival of irrational traders[ J]. *Journal of Finance*, 2006, 61( 1): 1195– 229.
- [ 21]Campbell J. Household finance[ J]. *Journal of Finance*, 2006, 61( 4): 1553– 1604.
- [ 22]Odean T. Do investors trade too much? [ J]. *American Economic Review*, 1999, 89( 5): 1279– 1298.
- [ 23]Ivkovic Z, Weisbenner S. Local Does as Local Is: Information Content of the Geography of Individual Investors' Common Stock Investments[ R]. NBER working paper No. 9685, 2003. available at <http://papers.nber.org/papers/w9685>.
- [ 24]Ivkovic Z, Siah C, Weisbenner S. Portfolio concentration and the performance of individual investors[ J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2008, 43( 3): 613– 655.
- [ 25]Sen A, Shumway T, Stoffan N. Learning by Trading[ R]. SSRN working paper, 2006. available at <http://ssrn.com/abstract=891694>.
- [ 26]方立兵, 曾 勇. 我国投资者处置效应的进一步检验 [ J]. *预测*, 2005, 24( 6): 41– 46.  
Fang Libing, Zeng Yong. Further study on the disposition effect of Chinese Investors[ J]. *Forecast*, 2005, 24( 6): 41– 46. (in Chinese).
- [ 27]LeBaron B. Agent-based computational finance[M] // Tesfatsion L, Judd K, Intriligator M, Arrow K. eds. *Handbook of Computational Economics II*. Amsterdam: North-Holland, 2006.
- [ 28]Kim an A. Whom or what does the representative individual represent? [ J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1992, 6( 2): 117– 136.
- [ 29]Fama E, Joshi S. The price dynamics of common trading strategies[ J]. *Journal of Economic Behavior and Organization*

- 2002, 49(2): 149–171.
- [30] 高宝俊, 宣慧玉, 李璐. 基于 Agent 的连续竞价股票市场仿真研究 [J]. 管理评论, 2005, 17(6): 3–7  
Gao Baojun, Xuan Huiyu, Li Lu. An agent-based simulation on the continuous auction stock markets [J]. Management Review, 2005, 17(6): 3–7. (in Chinese)
- [31] Arthur W, Holland J, LeBaron B, et al. Asset pricing under endogenous expectations in an artificial stock market [M] // Arthur W, Durlauf S, Lane D, eds. The Economy as an Evolving Complex System II. Reading: Addison-Wesley, 1997.
- [32] Chen S, Yeh C. Evolving traders and the business school with genetic programming: A new architecture of the agent-based artificial stock market [J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2001, 25(3–4): 363–394.
- [33] Hommes C. Heterogeneous agent models in economics and finance [M] // Tesfatsion L, Judd K, Intriligator M, Arrow K, eds. Handbook of Computational Economics II. Amsterdam: North-Holland, 2006.
- [34] Famer J, Shubik M, Smith E. Is economics the next physical science? [J]. Physics Today, 2005, 58(9): 37–42.
- [35] LeBaron B, Arthur W, Palmer R. Time series properties of an artificial stock market [J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 1999, 23(9–10): 1487–1516.
- [36] Chen S, Liao C. Agent-based computational modeling of the stock price-volume relation [J]. Information Sciences, 2005, 170(1): 75–100.
- [37] Shleifer A, Summers L. The noise trader approach to finance [J]. Journal of Economic Perspectives, 1990, 4(2): 19–33.
- [38] Muth J. Rational expectations and the theory of price movements [J]. Econometrica, 1961, 29(3): 315–335.
- [39] Barberis N, Shleifer A, Vishny R. A model of investor sentiment [J]. Journal of Financial Economics, 1998, 49(3): 307–343.
- [40] De Long J, Shleifer A, Summers L, et al. Positive feedback investment strategies and destabilizing rational speculation [J]. Journal of Finance, 1990, 45(2): 379–395.
- [41] Black E. Noise [J]. Journal of Finance, 1986, 41(3): 529–543.
- [42] Barberis N, Thaler R. A survey of behavioral finance [M] // Constantinides G, Harris M, Stulz R, eds. Handbook of the Economics of Finance II: Financial Markets and Asset Pricing. Amsterdam: Elsevier B.V., 2005.
- [43] Soros G. 金融炼金术 [M]. 海口: 海南出版社, 1999.  
Soros G. The Alchemy of Finance: Reading the Mind of the Market [M]. Hainan: Hainan Press, 1999. (in Chinese)
- [44] Makiel B. A Random Walk down Wall Street [M]. New York: Norton, 1973.
- [45] Bemstein P. 投资革命——源自象牙塔的投资理论 [M]. 上海: 上海远东出版社, 2001.  
Bemstein P. Capital Ideas: The Impossible Origins of Modern Wall Street [M]. Shanghai: Shanghai Far East Publishers, 2001. (in Chinese)

## Strategies and investment returns: Agent-based computational finance perspective

ZHANG Yong-jie<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>1, 2</sup>, XIONG Xiong<sup>1</sup>

1. College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300092, China

2. Department of Finance, Tianjin University of Finance and Economics, Tianjin 300222, China

**Abstract** Agent-based Computational Finance (ACF) research is carried out to solve the survival problems and to examine the Friedman hypothesis. Experiment results indicate that rational expectation investors and BSV investors will achieve the same expected rate of returns on total wealth and will also confront the same probability of bankruptcy, which means that rational arbitrageurs cannot "eliminate" BSV investors even in the long run.

**Key words** agent-based computational finance (ACF); BSV; noise trading strategy; survival