

# 弹簧振子理论及对上海股市的实证研究<sup>①</sup>

赵贞玉<sup>1</sup>, 欧阳令南<sup>2</sup>, 祝波<sup>1</sup>

(1. 上海大学国际工商与管理学院, 上海 200444; 2. 上海交通大学安泰管理学院, 上海 200030)

**摘要:** 有效市场假说隐含了一个重要的假设前提: 市场是如此有效, 以至于任何新发生的信息事件, 都能在瞬间传播到市场的各个角落, 并且市场在同一瞬间就能对该信息做出理性、“正确”的反应, 使证券价格在信息事件发生后立即达到了新的均衡. 这个假设在现实的资本市场中是根本不存在的, 因为信息的传播和市场对信息的反应都要有个过程. 为了对有效市场假说进行改进, 也便于对证券市场效率进行数量化度量, 提出了弹簧振子理论, 该理论将有效市场理论框架下的随机游走模型的检验由一阶深化到二阶; 在弹簧振子理论下, 可以用同一个方程统一表述弱有效市场和次强有效市场的证券价格波动, 而且可更好地解释股市中的“过度反应”、“不足反应”等现象, 以及在无信息情况下股市突然出现的“井喷”和“崩盘”现象.

**关键词:** 有效市场假说; 弹簧振子理论; Laplace 变换; 过度反应

**中图分类号:** F830.9      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-9807(2007)03-0071-09

## 0 引言

理论上系统地研究证券价格波动的有效市场假说<sup>[1]</sup> (efficient market hypothesis, EMH) 和行为金融理论<sup>[2]</sup> (behavioral finance theory, BFT). 有效市场假说认为: 在有效市场中, 价格充分反映了一定层次的相关信息. 有效市场假说隐含了一个重要的假设前提: 市场是如此有效, 以至于任何新发生的信息事件, 都能在瞬间传播到市场的各个角落, 并且市场在瞬间就能对该信息做出理性、“正确”的反应, 使证券价格在信息事件发生的瞬间就达到新的均衡并在新的价位作“随机游走”. 这个前提在现实的资本市场中根本不存在, 因为信息传播和市场对信息的反应都要有个过程. 行为金融理论以心理学对人类的研究成果为依据, 以市场参与者实际决策心理为出发点讨论投资者的投资决策对市场价格的影响, 使人们对金融市场投资者行为的研究由“应该怎样作决策”变为“实际是怎样作决策的”. 行为金融理论通过实验方法对投

资者心理预期进行研究, 得出投资者并非完全理性的, 也并非总是风险厌恶的, 他们对资本市场的预期存在认知偏差. 行为金融理论同样存在理论的普遍适用性问题, 而且也不是独立的方法论.

在实证方法上, 有效市场假说框架下对弱有效市场检验采用序列相关性检验或秩和检验方法, 没有考虑新信息事件的发生对原有价格波动规律的影响, 特别是市场处于对新信息进行反应过程中的价格规律变动. 在有效市场假说框架下也无法用同一个方程描述股价在平稳期和调整期的价格波动, 这也从另一个侧面反应序列相关性检验的谬误! 行为金融理论框架下研究证券价格波动主要集中在对“过度反应”、“不足反应”和“羊群效应”的实证研究上. 目前对“过度反应”和“不足反应”采用构造“赢家组合”方法进行检验, 不可避免存在选取样本股的随意性. 而且“赢家组合”中各样本股价格波动规律各不相同, 通过该方法所得的结果缺乏应有的说服力.

国内学者对证券价格波动作了很多有益的研究. 陈怡玲、宋逢明<sup>[3]</sup>对证券价格波动与成交量关

① 收稿日期: 2004-09-17; 修订日期: 2007-04-06.

作者简介: 赵贞玉(1973—), 男, 安徽肥西人, 博士, Email: zhyzhao610@126.com.

系进行了实证,得出中国股市的日价格变动与日交易量呈现线性正相关关系,并指出中国股市存在不对称的交易量-价格变动关系.王承伟、吴冲锋<sup>[4]</sup>研究了股市价格与成交量线性及非线性因果关系,结果显示:沪深股市存在双向的量价之间的非线性因果关系.此外,学者们还对股价波动进行分形分析预测<sup>[5]</sup>、神经网络模拟研究<sup>[6]</sup>、混沌分析预测<sup>[7]</sup>、动力学系统分析<sup>[8]</sup>、单位根检验分析等<sup>[9]</sup>.

本文利用控制论的原理和方法,提出了弹簧振子理论.该理论克服了有效市场假说中的“资本市场在新信息公布的瞬间完成了对该信息的反应并达到新的均衡”假设,统一了市场处于平稳期和对新信息进行反应的调整期的价格波动方程(“随机游走”模型只是弹簧振子理论的特殊状况).而且,弹簧振子理论使对资本市场的“过度反应”和“不足反应”的实证研究更简单明了,易于理解和接受.

## 1 弹簧振子理论

### 1.1 弹簧振子理论的基本思想

弹簧振子理论的基本思想很简单.证券在一定的信息条件下是有其公允的价值的,而证券价格的波动就象弹簧振子的运动一样:弹簧振子在受到外力作用的情况下,由于弹簧本身的弹力和弹簧振子与支撑面的摩擦力,弹簧振子将围绕其均衡位置作有规律的运动,最终达到新的均衡;同样,证券价格在受到新信息所包含的价值(相当于弹簧振子所受的外力)的冲击下,其在资本市场对该证券定价效率(相当于弹簧的弹性系数)和交易成本(相当于弹簧振子与支撑面的摩擦力)的交互作用下,将围绕其包含了新信息价值在内的新的公允价值发生规律性的波动.

### 1.2 基本假设

基于上述弹簧振子的理论思想,假设:

1) 证券在一定信息条件下有公允价值,证券价格围绕其公允价值波动,并向公允价值回归.

2) 证券价格向其市场价值回归的“弹力”与价格偏离公允价值的大小成正比例.

3) 价格运动是有惯性的,其大小与证券的流通盘成正比例.

4) 价格变动的速度变化受市场摩擦以及回归公允价值的“弹力”有关.

5) 允许市场存在“摩擦”,其摩擦系数就是交易费用系数,市场对一次信息事件反应过程中的摩擦系数为常量,但允许不同的信息事件有不同的摩擦系数.

6) 弹簧的“弹性系数”在一次信息事件中为常量,但允许不同的信息事件有不同的“弹性系数”.

7) 新信息包含的“价值”不随时间推移而变化,就是说市场不会“遗忘”.

### 1.3 弹簧振子理论模型

根据上述的假设,建立弹簧振子理论下证券价格波动的理论模型<sup>[10]</sup>

$$fh(t) - mkp(t) - mr \frac{dp(t)}{dt} = m \frac{d^2p(t)}{dt^2} + \epsilon_t \quad (1)$$

其中: $f$ —新公布的信息所包含的价值量(没有信息或信息已经充分被市场预期时价值量为0,因而无论在有无新信息公布情况下,模型都是适用的); $h(t)$ —单位阶跃函数; $k$ —资本市场的弹性系数(反映资本市场对该证券的定价效率); $r$ —市场摩擦系数(反映交易成本); $m$ —流通盘的大小(价格惯性指标); $p(t)$ — $t$ 时证券价格; $\epsilon_t$ — $t$ 时证券价格的随机误差

假设初始价格等于0,在暂不考虑随机项的情况下,解上述微分方程,得

1) 当 $\sqrt{r^2 - 4k} \neq 0$ 时,证券价格变动量的波动方程为

$$p(t) = \frac{f}{mk} - \frac{f\sqrt{r^2 - 4k}}{2mk(r^2 - 4k)} \times (\sqrt{r^2 - 4k} - r)e^{\frac{r+\sqrt{r^2-4k}}{2}t} - \frac{f\sqrt{r^2 - 4k}}{2mk(r^2 - 4k)} (\sqrt{r^2 - 4k} + r)e^{\frac{r-\sqrt{r^2-4k}}{2}t} \quad (2)$$

由方程(2)不难看出:

① 若 $r^2 - 4k > 0$ ,且 $r + \sqrt{r^2 - 4k} > 0$ , $r - \sqrt{r^2 - 4k} > 0$ ,即 $k > 0$ , $r > 2\sqrt{k}$ 时,证券价格将从目前的价格从一个方向逐渐趋近于 $\frac{f}{mk}$ ,

$\lim_{t \rightarrow \infty} p(t) \rightarrow \frac{f}{mk}$ , 证券价格变动量将最终收敛于 $\frac{f}{mk}$ ;

② 若 $r^2 - 4k > 0$ ,且 $r + \sqrt{r^2 - 4k} > 0$ , $r -$

$\sqrt{r^2 - 4k} < 0$ , 即  $k < 0$  时, 此时除非  $f = 0$  (即信息包含的价值为 0), 否则证券价格发散, 证券价格波动将主要由  $\frac{f\sqrt{r^2 - 4k}}{2mk(r^2 - 4k)}(\sqrt{r^2 - 4k} + r)e^{\frac{r - \sqrt{r^2 - 4k}}{2}t}$  决定. 由于  $\frac{f\sqrt{r^2 - 4k}}{2mk(r^2 - 4k)}(\sqrt{r^2 - 4k} + r)e^{\frac{r - \sqrt{r^2 - 4k}}{2}t} < 0$ , 此时证券价格波动符合正反馈原理.

③ 若  $r^2 - 4k > 0$  时, 且  $r + \sqrt{r^2 - 4k} < 0$ ,  $r - \sqrt{r^2 - 4k} < 0$ , 即  $k > 0$ ,  $r < -2\sqrt{k}$  时, 此时证券价格将发散. 由于  $-\frac{r + \sqrt{r^2 - 4k}}{2} < -\frac{r - \sqrt{r^2 - 4k}}{2}$  证券价格波动将主要由  $\frac{f\sqrt{r^2 - 4k}}{2mk(r^2 - 4k)}(\sqrt{r^2 - 4k} + r)e^{\frac{r - \sqrt{r^2 - 4k}}{2}t}$  决定. 同样, 由于  $\frac{f(\sqrt{r^2 - 4k})}{2mk(r^2 - 4k)}(\sqrt{r^2 - 4k} + r)e^{\frac{r - \sqrt{r^2 - 4k}}{2}t} < 0$ , 证券价格波动符合正反馈原理, 利好消息将导致市场更加乐观而大幅上升, 利空导致市场极度悲观而大幅下降.

④ 若  $r^2 - 4k < 0$ , 由欧拉公式:  $e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$ , 方程(2)可写为

$$p(t) = \frac{f}{mk} - \frac{f}{mk} e^{-\frac{r}{2}t} \left[ \cos\left(\frac{\sqrt{4k - r^2}}{2}t\right) + \frac{r\sqrt{4k - r^2}}{4k - r^2} \sin\left(\frac{\sqrt{4k - r^2}}{2}t\right) \right] \quad (3)$$

在方程(3)中, 令

$$A = \sqrt{1 + \left(\frac{r\sqrt{4k - r^2}}{4k - r^2}\right)^2} \\ = \frac{2\sqrt{k(4k - r^2)}}{4k - r^2}$$

$$\theta = \text{arccctg}\left(\frac{r\sqrt{4k - r^2}}{4k - r^2}\right)$$

得

$$p(t) = \frac{f}{mk} - e^{-\frac{r}{2}t} \frac{f}{mk} A \sin\left(\frac{\sqrt{4k - r^2}}{2}t + \theta\right) \quad (4)$$

在这种情况下, 证券价格波动呈现振幅递减的正弦波, 属欠阻尼的振荡衰减, 最终价格变动量收敛于  $\frac{f}{mk}$ . 特别地, 当  $r = 0$  (即无市场摩擦) 时, 证券价格波动呈现无阻尼等幅振荡.

(2) 当  $\sqrt{r^2 - 4k} = 0$  时, 证券价格变化量的波动方程为:

$$p(t) = \frac{f}{mk} - \frac{f}{mk} e^{-\frac{r}{2}t} + \frac{f}{m} \left(1 - \frac{r}{2k}\right) t e^{-\frac{r}{2}t} \quad (5)$$

此时价格波动从长期看将主要由  $\frac{f}{m} \left(1 - \frac{r}{2k}\right) t e^{-\frac{r}{2}t}$  决定.

#### 1.4 弹簧振子理论价值

1) 对处于新信息公布后的调整期价格波动和市场充分消化新信息后的平稳状态下的证券价格波动进行了统一表述, 既能解释证券价格平稳期的“随机游走”模型, 又能解释在新信息刚公布后证券价格处于调整期的明显走势.

在弹簧振子理论框架下, 可以用同一个微分方程将调整期的价格波动方程和平稳期的价格波动方程统一起来. 在新信息公布后的调整期, 因为证券价格波动有明显的系统倾向, 此时方程(1)中  $\frac{dp(t)}{dt}$ 、 $\frac{d^2p(t)}{dt^2}$  均不为 0, 证券价格在其所受的向均衡价格回归的“力”和市场摩擦力的双重作用下, 象弹簧振子一样作有规律的运动; 当市场对新信息充分消化后, 此时由于证券价格没有系统的运动倾向, 此时的  $\frac{dp(t)}{dt} = 0$ , 此时方程(1)演变为证券价格在其均衡位置附近作随机游走. 值得注意的是, 每个信息事件对证券价格冲击的力度都不同, 而且不同时期资本市场对同一个证券的定价效率也不同 (因为证券在不同时期受到的关注程度不同, 越受关注, 定价效率越高, 反之则反是), 所以就每个信息事件而言, 其公布后造成证券价格波动的情况都是不同的; 而且, 同一个信息事件, 对不同的证券影响也不同.

2) 通过弹簧振子理论能轻易判断资本市场对何种证券的定价效率高.

新信息公布后证券价格能很快收敛到新的均衡价格, 则市场对该证券的定价效率高, 反之则低. 定价效率高的证券肯定是被市场密切关注的, 定价效率低的股票则是没有被市场充分关注或信息传播速度慢 (归根结底还是没有被市场充分关注) 的股票. 从弹簧振子理论中不难看出: 市场对证券的定价效率除了与资本市场的弹性系数有关, 而且与市场摩擦 (交易成本) 及信息传播效率

有极大关系. 因此, 增加信息披露的透明度, 减小投资者收集信息的成本, 减小交易过程中的各项费用, 将有助于提高资本市场的定价效率.

3) 通过考察不同时期资本市场对各种证券的定价效率, 来判断市场定价效率的走势, 甚至得出市场定价效率的数学表达式.

4) 通过考察不同时期的  $r$  值, 能够判断交易成本的变动趋势, 也为监管当局制定政策提供依据.  $r$  越大, 交易成本(市场魔擦) 越大, 反之则反是.

5) 弹簧振子理论能够对“过度反应”或“不足反应”进行新的定义, 使“过度反应”、“不足反应”更易于投资者所理解.

一般对“过度反应”的定义是: 证券价格超涨后在反向调节中超跌, 或在超跌后在反向调整中的超涨. 但目前对“过度反应”的实证却有点令人不可理解或过于复杂: 先构造赢家组合, 然后通过考察该组合在后来的调整中是否超跌来判断市场有无“过度反应”.

目前通过构造赢家组合对“过度反应”进行实证的方法得到了一些在有效市场理论框架中不能理解的结论. 由于构成赢家组合的各种证券对同一信息事件的反应形态不同, 市场对这些证券的定价效率和关注程度也都不同, 将这些具有不同证券价格波动形态的证券组合在一起进行讨论没有任何理论依据.

这些现象在弹簧振子理论中都将迎刃而解, 在弹簧振子理论中, 通过分析信息公布后的证券价格, 就能得出其价格变动量呈现何种波动形态, 进而能轻易判断证券对信息的反应是“过度反应”还是“不足反应”. 认为, 所谓的“过度反应”或“不足反应”应是具体的某种证券对新信息的反应是否过度或不足, 而不是现在所说的整个市场或投资组合是否存在“过度反应”或“不足反应”.

6) 根据弹簧振子理论, 能用实证的方法来估计一条信息所包含的市场价值量. 这在以前的定价模型中是不可想象的. 甚至能通过控制一些变量(比如流通盘的大小) 来达到公司目标——股东财富最大化!

7) 有效市场理论认为: 在没有系统性的新信息公布的情况下, 证券价格将呈现“随机游走”状态. 在有效市场理论框架下无法解释资本市场突

然“崩盘”或“井喷”现象(如1987年华尔街黑色星期一以及我国1999年5月19日“井喷”). 随后发展起来的复杂性理论也不能就突然“崩盘”或“井喷”给出让人信服的解释. 在弹簧振子理论框架内, 认为在通常状态下, 在没有新信息公布时, 各证券有涨有跌, 而且比例相当, 整个股市呈现平稳状态, 但如果绝大多数证券的价格恰好在某一时间点按同方向波动时(相当于弹簧振子的共振), 资本市场就会突然“崩盘”或“井喷”. 因而在弹簧振子理论框架内, “井喷”或“崩盘”不但可以理解而且可以预测! 这可能比混沌理论中预测市场的“拐点”更加实用有效!

## 2 弹簧振子理论的实证模型

由于观察到的资本市场的价格数据是离散的, 不能直接利用方程(1)对资本市场进行实证研究, 要先将微分方程(1)化为差分方程, 然后再利用差分方程对资本市场进行实证研究.

### 2.1 将弹簧振子理论模型化为差分方程

对微分方程(1)进行如下变换:

$$\begin{aligned} \frac{dp(t)}{dt} &= p_t - p_{t-1} \\ \frac{d^2p(t)}{dt^2} &= p_t - 2p_{t-1} + p_{t-2} \end{aligned} \quad (6)$$

在暂时忽略误差项  $\epsilon_t$  后, 将式(6)代入方程(1), 得到如下二阶差分方程

$$(1+r+k)p_t - (2+r)p_{t-1} + p_{t-2} - \frac{f}{m} = 0 \quad (7)$$

由方程(7)不难看出, 弹簧振子理论的实证模型实际上是一个关于证券价格的二阶自回归模型. 考虑到证券价格波动性呈现了积聚效应的特点, 对价格的自回归方程的残差采用了 ARCH(1, 1) 模型. 这样, 弹簧振子理论的实证模型如下

$$\begin{cases} p_t = a_0 + a_1 p_{t-1} + a_2 p_{t-2} + \epsilon_t \\ \epsilon_t^2 = c_0 + c_1 \epsilon_{t-1}^2 + \delta_t \end{cases} \quad (8)$$

其中:  $\delta_t$  满足白噪声过程.

通过比较方程(7)和方程(8), 得出理论模型中的参数和实证模型中的回归系数之间的关系

$$f = -\frac{a_0}{a_2} m, k = 1 - \frac{1}{a_2} + \frac{a_1}{a_2}, r = -\frac{a_1}{a_2} - 2 \quad (9)$$

由此, 在实证中, 首先对证券价格  $p(t)$  进行

ARCH 模型分析, 得出模型(8)中的回归系数, 然后根据式(9)算出了理论模型中的  $f$ 、 $k$  和  $r$ 。

## 2.2 实证的思路

下面将根据下列逻辑思路对上海股市进行实证研究。

1) 检验资本市场对上市公司的年报信息是否有反应. 在该步骤中, 通过比较年报公布前后各 50 个交易日的收盘价, 从价格水平和价格波动水平两个方面研究年报效应. 但在该步骤中不打算就资本市场对年报信息的反应是否“理智”进行分析。

2) 对年报公布后的 50 个交易日收盘价作模型(8)的回归, 根据得到的回归系数按式(9)算出每支股票各年的  $r$ 、 $f$  和  $k$ , 据以分析上海股市的效率变化。

3) 将证券的价格变化和公司的业绩联系起来进行分析, 据以判断市场对年报信息的反应是否“理智”。

## 2.3 样本数据

选取在 1995 年 11 月 15 日前在上海证券交易所上市、且被选入上证 180 指数的 50 支样本股的复权价进行分析, 所分析的样本价格数据是每支股票 1995—2001 年年报公布前后各 50 个交易日的收盘价. 在分析收盘价时, 为了剔除市场因素或系统因素对各股票价格的影响, 对样本股复权价按如下的方法进行调整:

$$\begin{aligned} p'_t &= p_t \times (1 - ROI_t) \\ &= p_t \times \left(1 - \frac{SHIND_t - SHIND_{t-1}}{SHIND_{t-1}}\right) \end{aligned}$$

$$= p_t \times \left(2 - \frac{SHIND_t}{SHIND_{t-1}}\right) \quad (10)$$

其中:  $p'_t$ —修正后的  $t$  交易日证券价格;  $ROI_t$ —上证指数在  $t$  交易日的收益率;  $SHIND_t$ — $t$  日的上证收盘指数。

## 3 实证结论

### 3.1 弹簧振子理论对沪市价格波动解释能力的实证研究

首先, 利用弹簧振子理论对样本价格数据作下列回归:

$$\begin{cases} p_t = a_0 + a_1 p_{t-1} + a_2 p_{t-2} + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t^2 = b_0 + b_1 \varepsilon_{t-1}^2 + h_t \end{cases} \quad (t = 3, 4, \dots, 50) \quad (11)$$

通过观察 311 次回归, 发现: 模型(11)平均能够解释 95% 以上的价格波动。

其次, 对样本价格数据进行“随机游走”检验, 其模型如下:

$$\begin{cases} p_t = p_{t-1} + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t^2 = b_0 + b_1 \varepsilon_{t-1}^2 + h_t \end{cases} \quad (12)$$

通过观察 311 次回归, 结果显示: 模型(12)平均能解释 90% 左右的价格波动。

说明弹簧振子理论比“随机游走”模型更好地解释股价的波动。

随机得选取两组样本价格数据, 图 1 为基于模型(11)的回归结果的实际值、理论值以及随机误差, 图 2 为模型(12)的回归结果:

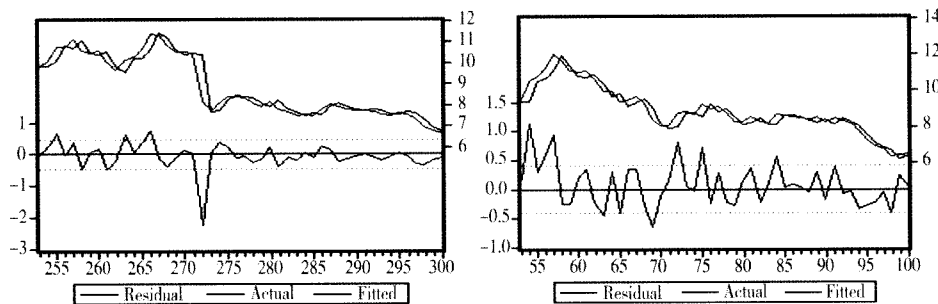


图 1 基于弹簧振子理论的回归结果

Fig. 1 Regression result based on the Spring Oscillator Theory

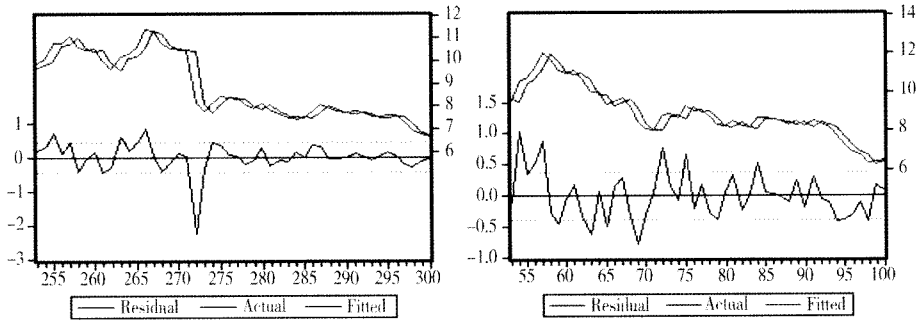


图2 基于“随机游走”模型的回归结果

Fig.2 Regression result based on the Random Walk Model

### 3.2 上海股市年报效应的实证研究

一般说来,投资者是根据对证券未来价格走势的预期来进行投资决策的,而它们赖以进行决策的基础是关于证券的相关信息,无疑年报是他们了解上市公司经营业绩和财务状况的最重要的信息.年报通过影响投资者的预期而最终对证券价格产生影响的.通常情况下,年报的公布会导致证券价格新一轮的变化,除非资本市场对报表信息的真实性、公允性产生怀疑而不相信年报信息,或者年报信息被市场完全精确的预期并被资本市场充分消化.因此,通过比较年报公布前后的价格,就能得出年报信息能否显著影响证券的价格.

本部分的实证研究分两个部分:年报信息对证券价格水平是否存在显著影响以及年报信息对证券价格波动水平是否存在显著影响.

#### 1) 年报信息对价格水平影响的实证研究

为了不失一般情况,本文没有假定证券价格满足正态分布,所以在检验中采用了不依赖于特定分布的非参数检验方法 Kruskal-Wallis 检验(简称 K-W 检验).其原假设  $H_0$ :  $k$  个序列服从均值相等的分布;备择假设  $H_1$ :  $k$  个序列具有不同的均值.在原假设下统计量 K-W 服从自由度为  $k-1$  的  $\chi^2$  分布

$$K-W = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{S_j^2}{m_j} - \frac{3(N+1)}{k} \sim \chi^2(k-1) \quad (13)$$

其中:  $N$  为样本总数,  $k$  为检验对象的序列数(在本检验中  $k=2$ ),  $S_j$  为第  $j$  个序列的样本方差,  $m_j$  为第  $j$  个序列的秩值.

通过对 50 支股票 1995—2001 年报公布前后各 50 个交易日的收盘价[已经式(10)调整]进行分析,得到:在总共 311 次检验中,有 264 次在 0.05

的水平上是显著的.而且,即使有些年报的公布不能在 0.05 的水平上显著影响证券的价格水平,也并不一定表明年报对证券的价格没有影响,可能是因为年报内容的提前泄漏或者年报的财务指标被市场准确预期.因而从检验的结果得出:年报信息的公布对证券价格水平的影响的确是显著的.

#### 2) 年报信息对价格波动水平影响的实证研究

对于检验年报公布前后的价格波动水平的差异,分两步:

首先,利用已经式(10)调整的收盘价数据,算出各年年报公布前后各 50 个交易日收盘价对当期的平均价格的离差,具体的计算方法如下:

$$DR_{ijkt} = \frac{|P_{ijkt} - \bar{P}_{ikt}|}{\bar{P}_{ikt}}, \quad (i = 1, 2, \dots, 50; j = 1, 2, \dots, 50; k = 0, 1; t = 1, 2, \dots, 7) \quad (14)$$

其中:  $DR_{ijkt}$  表示第  $i$  支股票第  $t$  期的第  $j$  个交易日价格的离差;  $k=0$  表示年报公布前,  $k=1$  表示年报公布后;  $\bar{P}_{ikt}$  表示第  $i$  支股票第  $t$  期的平均价格.

然后,对由式(14)计算出的各股票在各期的  $DR_{ij0t}$  和  $DR_{ij1t}$  的数据进行 K-W 检验.经过对调整后的上市公司年报公布前后各 50 个交易日的收盘价进行分析,得到:在总计 311 次的 K-W 检验中,年报公布前后收盘价的离差在 0.05 的水平上存在显著差异的有 228 次.说明年报信息的公布对证券价格的波动程度也产生了显著影响.

从上述的实证中看出:年报信息的公布对价格水平和价格波动水平均产生显著影响,因而完全有理由将年报信息的公布作为一个有效的信息事件作进一步的事件研究.

### 3.3 上海股市定价效率的实证研究

本部分试图在弹簧振子理论框架下,检验弹

簧振子理论在上海股市的适用性,并进而对上海股市的定价效率以及定价效率的渐次演化过程进行实证研究。

### 1) 上海股市定价效率的实证研究

本部分的实证研究分以下几步:

首先,对样本价格数据作模型(12)的回归,得出回归系数  $a_0$ 、 $a_1$  和  $a_2$ ;

其次,利用式(9)计算出各年每支股票的  $r$  值和  $k$  值(数字略)。

最后,分别对相邻两年的  $r$  值和  $k$  值作 K-W 检验,得出相邻各年间及 1996 年与 2002 年的  $r$  和  $k$  值的统计量值和  $P$  值如表 1 所示。

表 1 相邻两年的  $r$  值和  $k$  值的检验结果  
Table 1 K-W test results of  $r$  value and  $k$  value in the neighboring years

年 份	$r$		$k$	
	$\chi^2$ 值	Pr > $\chi^2$	$\chi^2$ 值	Pr > $\chi^2$
1996 年 & 1997 年	0.000 3	0.985 7	0.192 6	0.660 8
1997 年 & 1998 年	0.330 1	0.565 6	0.052 4	0.818 9
1998 年 & 1999 年	0.001 8	0.965 9	0.007 3	0.932 0
1999 年 & 2000 年	1.086 1	0.297 3	1.374 6	0.241 0
2000 年 & 2001 年	1.788 7	0.181 1	1.098 0	0.294 7
2001 年 & 2002 年	1.807 2	0.178 8	0.021 0	0.884 9
1996 年 & 2002 年	2.481 6	0.115 2	1.751 8	0.185 6

从表 1 中明显可以看出,通常相邻年份之间的  $r$  值和  $k$  值没有发生显著差异,但 1996 年与 2002 年之间的  $r$  和  $k$  则差异较显著,显示上海股市定价效率和交易成本是逐渐发生变化的。

### 2) 上海股市流通盘与交易成本、定价效率关系的实证研究

表 3 各年净资产收益率与市净率的相关系数

Table 3 Coefficients of the return on net assets and the P/B ratio of each year

年 份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
相关系数	0.018 913	0.022 789	0.178 688	0.108 033	0.064 005	0.376 667	0.210 877

从表 3 看出,证券净资产收益率与市净率之间的相关系数并不高,说明上海股市对上市公司业绩的反应不是“理智”的。

为了增加上述检验的可靠性,计算了各年年

在研究流通盘与交易成本、定价效率关系中,为了使研究结论更精确,先对样本股按照流通盘的大小分为两组,然后通过比较两组的  $r$  值和  $k$  值来判断两者之间的关系。

通过对流通盘按大小进行分组并检验,得到各年的统计值如表 2 所示。

表 2 各年  $r$  值和  $k$  值的分组 K-W 检验结果  
Table 2 K-W test results in different groups of  $r$  value and  $k$  value in various years

年 份	$r$		$k$	
	$\chi^2$ 值	Pr > $\chi^2$	$\chi^2$ 值	Pr > $\chi^2$
1996	0.594 4	0.440 7	1.941 0	0.163 6
1997	0.209 5	0.647 1	0.039 8	0.841 8
1998	1.170 3	0.279 3	0.010 1	0.919 8
1999	1.974 3	0.160 0	0.063 6	0.800 9
2000	1.037 7	0.308 3	2.089 7	0.148 3
2001	0.461 2	0.497 1	0.316 6	0.573 6
1996	0.373 6	0.541 1	0.034 0	0.853 8

从表 2 可以看出,交易费用  $r$  和定价效率  $k$  与流通盘大小不存在显著的关系。

### 3.4 检验市场对年报数据的反应是否“理智”

若市场对年报的反应是理智的,则股价在年报公布后价格变动应与年报披露的业绩高度相关。考虑到各样本股的每股净资产可能不同,而且不能肯定报表公布前的定价是否合理。为了使每支样本股之间具有可比性,而且为了绕过报表公布前各支股票价格本身可能存在的非合理性,采用考察每支样本股的当年净资产收益率与市净率之间的相关系数来分析。

通过分析,得到在 1996—2002 这 7 年中,各年的净资产收益率与市净率的相关系数如表 3 所示。

报公布后各样本股价格涨跌比例与当年披露的每股净资产收益率之间的相关性。通过计算每支股票各年的净资产收益率与价格涨跌幅的相关系数见表 4。

表4 价格波幅与净资产收益率相关系数

Table 4 Coefficients of the degree of price fluctuations and return on net assets

股票代码	相关系数	股票代码	相关系数	股票代码	相关系数	股票代码	相关系数	股票代码	相关系数
600600	-0.02	600639	-0.12	600662	0.033	600808	0.097	600854	0.28
600602	0.822	600640	-0.06	600663	-0.12	600811	0.183	600857	0.892
600624	-0.04	600641	0.844	600664	0.234	600812	-0.36	600861	-0.62
600626	-0.03	600642	0.049	600665	0.026	600820	-0.19	600863	-0.07
600630	0.765	600643	-0.18	600668	-0.72	600821	-0.42	600866	-0.49
600631	-0.83	600649	-0.45	600675	0.451	600832	0.543	600868	0.484
600632	-0.15	600651	-0.71	600677	0.303	600835	0.274	600871	-0.36
600635	0.25	600652	-0.38	600688	-0.26	600839	0.262	600872	0.185
600637	0.295	600654	0.627	600690	-0.36	600849	-0.33	600874	0.995
600638	0.679	600657	-0.08	600805	0.308	600851	0.014	600881	-0.08

从表4可以看出,每支股票的净资产收益率与当年的价格涨跌幅并不存在很强的相关性,甚至有些股票两者相关性为负,表明股市对当年业绩的反应存在“不理智”性。

#### 4 结束语

通过上述基于弹簧振子理论的实证检验,得到下列结论:

(1)在解释新信息公布后处于调整期的价格波动,弹簧振子理论比“随机游走”模型能更好地解释价格波动状况;

(2)年报信息对证券价格水平和证券价格波动水平均存在显著影响,说明沪市存在明显的年报效应;

(3)相邻年份之间的 $r$ 值和 $k$ 值并没有发生显著差异,但1996年与2002年之间的 $r$ 值和 $k$ 值则差异较显著,显示出上海股市的定价效率和交易成本是逐渐发生变化的。

(4)交易费用和定价效率与流通盘大小不存在显著的相关关系,就是说市场对小盘股的关注并不比大盘股的关注多。

(5)上海股市对年报中披露的上市公司的业绩的反应不是“理智”的,年报公布后的股价走势与年报业绩相关性不强。

#### 参考文献:

- [1] Fama E F, Eugene F. Efficient capital market: A review of theory and empirical work[J]. *Journal of Finance*, 1970, 5: 383—417.
- [2] Shefrin H, MStatman. Behavioral capital asset pricing theory[J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1994, 29(3): 323—349.
- [3] 陈怡玲, 宋逢明. 中国股市价格变动与交易量关系的实证研究[J]. *管理科学学报*, 2000, 6: 62—68.  
Chen Yi-ling, Song Feng-ming. An empirical study on the relationship between price changes and trading volume in China stock market[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2000, 3(2): 63—68. (in Chinese)
- [4] 王承炜, 吴冲锋. 中国股市价格-交易量的线性及非线性因果关系研究[J]. *管理科学学报*, 2002, 5(4): 7—12.  
Wang Chen-wei, Wu Chong-feng. Linear and nonlinear Granger causality test of stock price-volume relation: Evidence for Chinese markets[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2002, 5(4): 7—12. (in Chinese)
- [5] 申富饶, 王嘉松. 股票价格的一种线性分形预测方法[J]. *南京大学学报(自然科学版)*, 1999, 7: 396—401.  
Shen Fu-rao, Wang Jiasong. A linear fractal prediction method for stock price[J]. *Journal of Nanjing University(Natural Sciences)*, 1999, 7: 396—401. (in Chinese)
- [6] 叶东毅, 刘文标. 个股走势模式分类的RBF神经网络方法[J]. *福州大学学报(自然科学版)*, 2000, 28(4): 12—15.  
Ye Dong-yi, Liu Wen-biao. RBF neural network method for pattern classification of share tendency[J]. *Journal of Fuzhou University*



- (Natural Science). 2000, 28(4): 12—15. (in Chinese)
- [7]王卫宁, 汪秉宏, 史晓平. 股票价格波动的混沌行为分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2004, 4: 141—147.  
Wang Wei-ning, Wang Bing-hong, Shi Xiao-ping. Analysis of chaos behavior on price fluctuation in China's stock market[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2004, 4: 141—147. (in Chinese)
- [8]王培勋. 我国股市股票价格波动的动态模型及其动力学系统[J]. 陕西经贸学院学报, 1998, 4: 14—18.  
Wang Pei-xun. The dynamic model and dynamic system of the fluctuations of stock prices in China's stock market[J]. Journal of Shaanxi Economics & Trade Institute, 1998. 4: 14—18. (in Chinese)
- [9]范龙振, 胡畏. 深圳股市价格运动可预测性的研究[J]. 系统工程学报, 2001, 16(6): 475—480.  
Fan Long-zhen, Hu Wei. Predictability of stock prices in Shenzhen stock exchange[J]. Journal of System Engineering in China, 2001, 16(6): 475—480. (in Chinese)
- [10]张金水. 经济控制论[C]. 北京: 清华大学出版社, 1999.  
Zhang Jin-shui. Economic Cybernetics[C]. Beijing: Tsinghua University Publishing Company, 1999. (in Chinese)

## Spring oscillator theory and empirical research on Shanghai stock market

ZHAO Zhen-yu<sup>1</sup>, OUYANG Ling-nan<sup>2</sup>, ZHU Bo<sup>1</sup>

1. Shanghai University International Business and Management School, Shanghai 200444, China;

2. Shanghai Jiaotong University Management School, Shanghai 200030, China

**Abstract:** An important assumption lies behind the efficient-market hypothesis: the market is so efficient that every new information is spread to the whole market immediately, and the latter takes rational and “correct” reaction to the new information at once. The prices of the securities reach new balance at the time the news is released. However, this doesn't exist in reality because it takes time for the news to travel and for the market to react. In order to make improvements to the efficient-market hypothesis, and facilitate the quantitative measurement of the efficiency of the securities market, we put forward the Spring Oscillator Theory, which advances the test of the random-walk model within the frame of efficient-market hypothesis from the 1<sup>st</sup> order to the 2<sup>nd</sup> order. This model expresses the weak efficient market and the sub-strong efficient market using the unified fluctuation equation. The Theory can better explain the “over-reaction”, “under-reaction” and the booming and collapse of the stock market with no news.

**Key words:** efficient market hypothesis; spring oscillator theory; laplace transformation; over-reaction