[当代金融名著译丛]资本市场的混沌与秩序（第二版）

[美]彼得斯 Edgar E.Peters

chao and order in the capital markets, a new view of cycles, prices, and market volatility

【作　者】（美）彼得斯 著，王小东 译

【出 版 社】 经济科学出版社 【书 号】 9787505814486

【出版日期】 1999 年3月 【页 码】 210

第一篇 新的范式  
第一章 引言：生活可以如此复杂

第三章 线性范式的失灵

第四章 市场与混沌：偶然性与必然性

第二篇 资本市场的分形结构  
第五章 分形简介  
第六章 分形维

第七章 分形时间序列――有偏随机游动

第八章 资本市场的R/S分析

第九章 分形统计学

第十章 分形和混沌

第三篇 非线性动力学  
第十一章 非线性动力学简介

第十二章 时间序列的动力学分析

第十三章 资本市场的动力学分析

第四篇 与复杂共存  
第十四章 协同市场假说

第十五章 分数真理：模糊逻辑和行为金融学  
第十六章 应用混沌学和非线性方法

第十七章 展望未来：走向一个更普遍的方法

该书是第一本将混沌理论应用到金融领域的著作，展示了金融市场价格和市场波动率的新视角，解释了主流理论所无法涵盖的市场随机现象，提供了市场动力分析的新技巧。

Edgar Peters是一家著名投资基金Panagora(管理50亿美元资产，大部分为退休金)的研究部负责人，主要涉及领域并非“有效率市场”说，而是“分形几何学”（The fractal Geometry) 和“混沌”理论在资本市场上的应用。

《资本市场的混沌与秩序》是介绍和推广混沌理论在金融领域中的应用的第一本书，并被奉为这方面的经典论著。这次新版在内容上进行了全面的更新，加入了一些新的章节和混沌理论的最新进展进行了论述。这些最新进展都是与当今的创新热点紧密联系的，如模糊逻辑、神经网络和人工智能。第二版全面论述了混沌理论在金融领域的作用。它所利用的都是当今市场的最新例证并对技术的最新进展－包括遗传算法、小波和复杂理论－进行了描述。

本书最大成功: 1、对Mandelbrot的“分形几何学”进行深入浅出的介绍；2、说明了流行的“有效率市场”理论失灵。但是本书并没有展开论述“分型市场假说”。有进一步需求可以阅读“分形市场分析”（Edgar Peters, “fractal Market Analysis”, John Wiley & Sons,1994）。(本书已经下载到E:\资料库\金融专业学习区\金融数学40本) (顺便还下载了 Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economics)

作者写本书的两个目的: 1、写一个非线性研究的介绍。2、非线性的概念扩展到市场和经济分析。 读者定位为职业投资者和感兴趣的学者，掌握了本科水平统计学。

分形市场假说（Fractal Market Hypothesis，FMH ）作为现代金融理论基石的有效市场假说（EMH）越来越多地被实践证明不符合现实,而建立在非线性动力系统之上的分形市场假说，利用流动性和投资起点很好地解释了有效市场假说无法解释的各种市场现象。通过定性分析和定量分析表明，有效市场假说只是分形市场假说的一种特殊情况，有效市场只是在某个特定时段才可能出现。但由于分形市场假说在数学建模上的困难，有效市场假说仍具有现实的参考和指导意义。

埃德加·E·彼得斯（Edgar E. Peters）（1991，1994）首次提出了分形市场假说(Fractal Market Hypothe—sis，英文简称为FMH)，从非线性的观点出发，提出了更符合实际的资本市场基本假设——分形市场假说，它强调证券市场信息接受程度和投资时间尺度对投资者行为的影响，并认为所有稳定的市场都存在分形结构。

分形市场假说 作用

针对有效市场假说的不足，许多学者提出了各种改进的方法，理论界也出现了多种新的市场假说，在所有这些新的市场假说中，分形市场假说应该算是最成功的一种。首先分形市场假说弥补了有效市场假说的严重不足，特别是它重点分析了市场的流动性和投资期限对投资者行为的影响，其次该假说对市场不作任何统计方面的假设，而是直接对投资行为和价格的变动建立模型，更主要的原因是该模型能很好地拟合我们所观察到的数据。

市场的存在为投资者提供了一个稳定的、高流动性的交易环境，每个投资者都希望获得一个好的价格，但是好的价格并不必是经济学意义上的“公平”价格，买卖双方很少以公平价格进行交易。如果在一个市场中投资者的投资期限均不相同，那么市场就会保持稳定。前面已经提到过，当一个5分钟的交易者面临6次的事件时，一个更长期限的交易商就会跟进以保证市场维持稳定，因为在他看来，5分钟交易者所遭遇的6次事件并非不寻常的事件。只要有另一个投资者比该投资者有更长的投资期限，则市场就会自行稳定起来。基于这一点，所有投资者必须均分相同的风险水平（对投资期限进行标度调整之后）。这种均分的风险就解释了为什么不同的投资期限有相同的收益频率分布。由于有这种自相似的统计结构，所以该理论就称作分形市场假说。

有学者将分形市场假设与有效市场假设相融合，提出适应性市场假说。

分形市场假说的主要论点归纳如下：

1.当市场是由各种投资期限的投资者组成时，市场是稳定的。在一个稳定的市场中，足够的流动性可以保证证券的正常交易；

2.信息集对基本分析和技术分析来讲短期影响比长期影响要大。随着投资期限的增大，更长期的基本面分析更加重要。因此，价格的变化可能只反映了信息对相应投资期限的影响。

3.当某一事件的出现使得基础分析的有效性值得怀疑时，长期投资者或者停止入市操作或者基于短期信息进行买卖。当所有投资期限都缩小为同一种投资水平时，市场就会动荡不定，因为没有长期投资者为短期投资者提供这种流动性来稳定市场。

4.价格是短期技术分析和长期基础分析的综合反应。因此，短期价格变化的波动性更大，或者说“噪声更多”。而市场的潜在趋势反映了基于经济环境变化而变化的预期收益。

5.如果某种证券与经济周期无关，那么它本身就不存在长期趋势。此时，交易行为、市场流动性和短期信息将占主导地位。

与有效市场假说观点不同的是，分形市场假说认为信息的重要性是按照不同投资期限的投资者来判断的。由于不同投资者对信息的判断不同，所以信息的传播不是均匀扩散的。在任一时点，价格并没有反映所有已获得的信息，而只是反映了与投资期限相对应的信息的重要性。

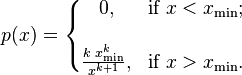
帕累托分布

帕累托分布是以[意大利](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%84%8F%E5%A4%A7%E5%88%A9" \o "意大利)经济学家[维弗雷多·帕雷托](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B8%95%E7%B4%AF%E6%89%98)命名的。帕累托在经济学中有几个非常重要的贡献：帕累托效率（Pareto efficiency），微观经济学分支福利经济学的基础性概念，并演化出帕累托改进等概念；帕累托法则（Pareto principle），俗称 80/20法则，广泛应用于各社会科学研究，并最终概括为帕累托分布。

在帕累托分布中，如果X是一个[随机变量](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9A%8F%E6%9C%BA%E5%8F%98%E9%87%8F)， 则X的[概率分布](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A6%82%E7%8E%87%E5%88%86%E5%B8%83)如下面的公式所示：

{\rm P}(X>x)=\left(\frac{x}{x_{\min}}\right)^{-k}

其中x是任何一个大于xmin的数，xmin是X最小的可能值（正数），k是为正的参数。帕累托分布曲线族是由两个数量参数化的：xmin和k。分布密度则为



帕累托分布属于连续概率分布。 “[齐夫定律](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%BD%8A%E5%A4%AB%E5%AE%9A%E5%BE%8B)”, 也称为“[zeta 分布](http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=Zeta_%E5%88%86%E5%B8%83&action=edit&redlink=1)”, 也可以被认为是在离散概率分布中的帕累托分布。 一个遵守帕累托分布的[随机变量](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9A%8F%E6%9C%BA%E5%8F%98%E9%87%8F)的[期望值](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9C%9F%E6%9C%9B%E5%80%BC)为 x_{\min} \; k  \over k-1 (如果  k \leq 1, 期望值为无穷大) 且[随机变量](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9A%8F%E6%9C%BA%E5%8F%98%E9%87%8F)的[标准差](http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A0%87%E5%87%86%E5%B7%AE)为 {x_{\min} \over k-1} \sqrt{k \over k-2}(如果  k \leq 2, 标准差不存在)。

帕累托分布的特征：

\* 长尾：帕累托分布包含许多小数值和少量大数值。

\* 无标度：短尾分布集中在一定范围内，通常称为“标度”

作为厚尾的pareto：金融应用

厚尾分布是指和正态分布有相同的均值和标准差时，尾部概率比正态分布大的分布类型。

基于经验的观察，证券收益的分布往往为厚尾而非正态的，所以在金融数据建模中，厚尾分布有很重要的地位，特别是厚尾对应着可能的较大风险。

帕累托分布是厚尾分布的一种。

1963年，曼德布罗特使用帕累托分布描述投机市场收益率的尾分布，1965年法玛用帕累托分布研究过投资组合问题。这之后的很长时间，帕累托分布在主流金融领域默默无闻，直到1990年代后，随着对风险管理的重视，帕累托分布重新登上金融舞台。

**分形市场理论与有效市场理论的比较**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **特征** | **有效市场理论** | **分形市场理论** |
| 市场特性 | 线性孤立系统 | 非线性、开放、耗散系统 |
| 均衡状态 | 均衡 | 允许非均衡 |
| 系统复杂性 | 简单系统 | 具有分形、混沌等特性的复杂系统 |
| 反馈机制 | 无反馈 | 正反馈 |
| 对信息的反应 | 线性因果关系 | 非线性因果关系 |
| 收益序列 | 白噪声 不相关 | 分数噪声 长记忆(对于初始值敏感) |
| 价格序列 | 布朗运动(H=0.5) | 分数布朗运动(H∈[0.5,1)) |
| 可预测性 | 不可预测 | 提供了一个预测的新方法 |
| 波动有序性 | 无序 | 有序 |

第一篇 新的范式  
第一章 引言：生活可以如此复杂  
复杂  
本书的结构  
第二章 随机游动与有效市场  
有效市场假说（EMH）的发展历史  
现代资产组合理论  
小结  
第三章 线性范式的失灵  
正态性的检验  
易变性的奇特行为  
风险/收益率交换  
市场是否有效  
为什么尾部是肥胖的  
简化假定的危险  
第四章 市场与混沌：偶然性与必然性

## 序言

序2。3，股票价格收益率不符合正态分布，而是“帕累托分布”，特点是“方差”无穷大，这是不连续“分型分布”（fractal distribution）的一种表现。 【问题】：为什么是“方差”无穷大？

序2.5，Black-Scholes公式以正态分布为基础，因为该公式涉及Wiener过程，Wiener过程的定义可涉及正态分布。

序2.5，“长期资本”风险投资策略仍以“线性”和“连续”的资产价格模型为出发点。核心策略是“收敛交易”（convergence trading）,不关心价格升或者跌，只看价格向“常态”收敛。

序3，“长期资本”失败的关键在于投资模型中没有对不连续的突发事件的考虑。这正是正态分布与分形分布的基本不同。“分形分布”关注“少量的大变化”，正态分布关注“大量的小变化”。

序4，重标极差分析法， rescaled range analysis, R/S分析法

## 第一篇 新的范式

第一章引言：生活可以如此复杂

P6，（资本市场）非线性动力系统的特征：1、是反馈系统。t-1 影响t；2、存在临界水平，在临界水平有若干均衡状态存在；3、系统是一个分形，存在自相似性。只有当系统远离均衡的时候，才会出现这种复杂性。4、有对于初始条件的敏感依赖性。【问题】为什么说“只有当系统远离均衡的时候，才会出现这种复杂性“

P7, 基于非线性动力系统的特征，预期：1、长期相关性和趋势（基于特征1）；2、某些条件下和某些时点的无规（临界水平）市场（特征2）；3、收益率时间序列在更小时间增量上看上去相同并有类似统计学特征（特征3）；4、有对于初始条件的敏感依赖性。

### 第二章 随机游动与有效市场

P9,EMH（有效市场假说） 基本功能是在使用分析资本市场时使用概率微积分得以正当化。SML市场线。【问题】

P9.1,如果市场是非线性动力系统，特别是随机游走模型，使用标准统计分析就会得出错误结果。

P9.3,EMH（有效市场假说）的随机游走版本：足够多的独立价格变化合到一起，在极限点，概率分布就变成了正态分布。有效市场中，新信息才能变动价格。

P9,不是所有EMH版本要求独立性假设，但统计检验技术却要求独立性假设，同时要求内在的有限方差性质。

P12, 【问题】为什么经济如果是零增长，市场将下降1%？

### 第三章 线性范式的失灵

P24，自回归条件异方差（ARCH）表明，高易变性水平后面跟随的是更高的易变性；低\*\*后面是更低\*\*\*。推衍：标准差不是一个标准度量，至少不适用于短期。

## 第四章 市场与混沌：偶然性与必然性

## 第二篇 资本市场的分形结构

### 第五章 分形简介

分形形状

随机分形

混沌游戏

P41.3,分形是一个生成规则的吸引子，而信息这是随机生成的。较小部分与整体相关，在这个意义上是自相似的。它有一个分形维。

P41.4,分形的类型：确定的和随机的。确定分形一般是对称的；随机的不一定具有看上去像整体的部分。【问题】为什么看上去不像整体？

### 第六章 分形维

小结

P43.5，分形物体的特征，置入更高分形维的嵌入维，保留原来的维数。随机分布（白噪声）没有这一特征。

### 第七章 分形时间序列――有偏随机游动

赫斯特指数

赫斯特的模拟技术

赫斯特指数（H）的分形性质

估计赫斯特指数

赫斯特的经验法则

分形维与赫斯特指数（H）

赫斯特指数（H）估计量在多大程度上有效

太阳黑子周的R/S分析

小结

P47.2，大多数人会等着确认，并且不等到趋势已经十分明显就不做出反应。

P49.5 c相关性度量

P51, 如果H=0.7，那么基本可以说，要是上一个移动式正的，下一个移动也是正的概率更高。这不是一种真正的概率，它仅仅是“偏倚”的一个度量。

P54.4,相关性度量与高斯随机变量的自相关函数无关，这点很重要。

P54.3,【问题】：回归应该用H收敛到0.50之前的数据进行。【答案】“周期的公约数”使得H趋向0.5.

P57.4， 在数据太少不能做回归时，Hurst经验法则可以作为一个合理的估计。【这是否我们该做改编】

P59.3，如果时间序列中有一个长期记忆分量。问题：记忆分量是否可以判断H的影响时间长度。

P59.4段， H的反常值并不意味一个长期记忆效应在起作用。【问题】：怎么理解。【答案】我们没有足够数据做有效检验。数据量没达到一定水平时，数据可能会有反常值。

P59.7 如果有长期记忆效应，那么，数据的次序就会是重要的。

P61.6,H=0.5，所有记忆长度的痕迹都被打乱过程破坏了。

### 第八章 资本市场的R/S分析

方法

股票市场

债券市场

通货

经济指数

含意

P65.2, 在任何非线性系统中都有那么一个点，到了这一点对于初始条件的记忆就会丢失。这一丢失点对应于系统的自然周期的终点。【问题】我的理解对不对？H值从0.7，发展到0.6，到0.5就是丢失点。【答案】0.5开始就是随机的。

P65.2,记忆的长度依赖于产生分形时间序列的非线性动力学系统的构成。【问题】不理解。【答案】不同的行业和组合，计算机行业，传统行业的记忆长度不同。

P66.3 混沌理论建议，10个循环的数据就足够了。

P67 求时间频率的思路。做一个窗口期例如3,3.5,4年，求H=0.78的峰值

P68.1,为什么要打乱检验？

P70.1,创新水平高的，有高H值和短循环长度；公用事业，有低H值和长循环长度。【问题】建议平台成熟后，建议以后加一页分行业的HR分布，以及周期。

P71.1,【问题】为什么说“高H值股票的突然变化风险越高”？【国忠】录音。

P81,6，非周期性循环是非线性动力学系统的特征。它也是一个统计学循环，而不是技术分析者感兴趣的“价格”循环。【纪要问题】为什么这么说？说的是什么？26:00

### 第九章 分形统计学

帕雷托（分形）分布

“输掉的”经济学

稳定性检验

加法不变性

易变性有多么稳定

小结

P84.1正态是分型分布的一个特例。

P85 帕累托分布.α度量尖峰程度和肥尾程度，α取值范围[0-2]，当取值2时属于正态分布。如果α≠2，样本方差度量离散度或风险度没有意义。【补充】帕累托法则（Pareto principle），俗称 80/20法则。【问题】α是否就是我们要找的时间频率调整的关键指标？【问题】H=0.78也是一个选择，哪个更优？国忠认为是H。28:25

P85 帕累托分布的概率分布特征函数：

特征参数：αβδЖ。δ是均值的位置参数；Ж是可以调整的标度参数，比如日数据与周数据的差别。α度量尖峰程度和肥尾程度，取值[0,2]；β是偏斜度的度量，取值范围[-1,1]，1是右肥尾，-1是左肥尾。正态分布的特征函数是α=2，β=0，δ=1，Ж=1

**P86,1<α<2,方差变成无定义或无限的。只有2方差才是有意义的。【衍生】用2个标准差来看数据的分布状况，如果在分形状态，就是没意义的。33:26**

【问题】双融日报的额原始数据是属于帕累托分布，但是做出了的HR结果，属于怎样的分布呢？正态分布还是？

P86概率空间的分形维 α=1/H。 P58 时间轨迹的分形维 D=2-H，H是赫斯特指数。D度量的是时间序列的参差不齐性；α度量的是概率密度函数尾部的肥胖性。【问题】概率空间的分形维 α=1/H，那么H越大，概率越小。所以需要取中间值为佳，0.7是否就是这么来的？那么，到底是0.7还是0.78.

分形维为填充空间的复杂度

P88，如何寻找H的最佳时间频率？36:00

如果要求Hurst在不同时间频率上的缩放，并且检验，就是寻找最高分辨率的长时间序列。就是追求股票市场服从典型的帕累托分布，也就是H值为0.78.【纪要问题】建议适当增加7天的不同时间频率数据量。【纪要问题】0.78的均值如何获得？全市场有2800个H值，是数学平均还是加权平均？如何加权？改变时间频率。

P88 稳定性检验。S&P500的每日数据，60年，用以检验稳定性。此外，检验不同时间频率上H的缩放。P90 做了标度调整后，加到一起也该保持其统计特征。【纪要问题】P90，表9-1，是不是用10年来测算HR的稳定性，在此基础上，才可以对短期做测算？

P88，每一个10年的HR在0.57到0.62之间变化。

P91,1,10天收益率的H值会与每日收益率相同。【问题】是不是说，如果今日收益率的H值是0.78,那么10天的也将会是0.78.这样就解答了【P88的纪要问题】

P91,图9-4，实际方差大于理论方差。

P92,图9-5，不断增加每个H的周期，比如，求7天变长到求20天，稳定到0.8.【纪要问题】如果再发展，不是0-100天，而是延伸求到1000天（10年），是不是H稳定值从0.80又调到0.50呢？【P90，表9-1】如果是的话，就是悖论了。

P92,2，时间不重要，而观测的数目很重要。【问题纪要国忠】可以在天数周期不变的情况下，增加每日采集的数据量。

P93，4，如果数据中有较多的噪音，或者有较多的“均值回复”行为，H值就会比较低。也就是说，股价每日变动比更长时间期间的变动更容易回复。【纪要问题】是否能够采用10分法计算不同阶段，“均值回复”的时间主要聚类在哪里？是否有规律。

P94,hurst依赖性在今天发生的事情永远改变未来且不可撤销。约瑟效应永远持续，一个循环后度量不到，且初始条件被遗忘。马尔可夫依赖性衰减速度很快且可能来自噪音。

P94,4我们永远不应该。。。我们需要更长时间的序列。

P94,5，我们可以用4年循环和在30天增量上的噪声减少来帮助非线性动力学分析。【纪要问题】这属于优化问题，窗口期和步长的最佳选择。

P95,2,分形时间序列是以长期记忆过程为特征的，他们具有循环和趋势，并且是非线性动力学系统或确定性混沌的结果。

### 第十章 分形和混沌

洛吉斯蒂克方程（logistic equation）

通向混沌之路

出生与死亡

遵循有序速率的无序

洛吉斯蒂克方程的分形性质

小结

## 第三篇 非线性动力学

### 第十一章 非线性动力学简介

动力学系统释义

相空间（Phase Space）

埃农映射

洛吉斯蒂克延滞方程（The Logistic Delay Equation）

控制参数

李雅普诺夫指数（The lyapunov exponent）

P108,使用非线性动力学系统的数据，称为混沌理论。99年附近开始应用在经济学和投资分析，研究历史短于分性分析。

P108， （混沌理论）长期预报是不可能的。【问题】可否用30天的H，来预测下一个30天，达到长期预报的目的？【纪要答案】也许是可能的。

P110，混沌动力学特征：对于初始条件的敏感依赖，临界水平和分形维。

P110，（混沌动力学）初始条件的很小差异，很小的误差导致最终结果极大不同，称为“对于初始条件的敏感依赖”，并且已变成动力学系统的重要特征。一个动力学系统是内在的不可做长期预测的。追溯原因，反馈系统像复利，初始值差别按高于1的幂增长。【问题】不可预测是2个原因，是哪2个？

P110，（混沌动力学）复杂系统的另一个特征涉及到临界水平的概念。某些信息积累过程中并不表现在股票上，超过临界水平的重量累积的承受极限。是非线性反应，最后增加的一点和崩溃没有直接关系。

P110，标绘在相空间内，同一时刻一个变量相对另一个变量的图，叫相图。相空间维数依赖于系统中的变量数。

P111-P112,每个相空间有自己的“吸引子”类型。非线性系统的三个基本类型：点吸引子、极限吸引子、混沌吸引子（奇异吸引子）。点吸引子，原点是系统的均衡状态；极限吸引子，是一个规则周期性围绕均衡点变动的系统；混沌吸引子（奇异吸引子），同样大小时间间隔上给与随机大小的推动。

P112，混沌吸引子（奇异吸引子），同样大小时间间隔上给与随机大小的推动。钟摆的位置和速度每次都会不同。从峰值到峰值的循环是一个轨道。相图为形状不同，非周期性的轨道组成，显得随机和混沌。【奇异吸引子是反映混沌系统运动特征的产物，也是一种混沌系统中无序稳态的运动形态。目前奇异吸引子仅仅是一个抽象数学概念，还没有发展出完善的理论模型。科学家对于奇异吸引子的研究才刚刚起步，而研究奇异吸引子有助于科学家了解混沌系统中存在形态的规律问题。】

P114，埃农映射，属于时间序列，序列中是无规则运动，但相空间有规则。像大多数混沌吸引子一样，这个映射是分形。P117,4，该映射“等待证明”。【问题】要怎么证明这个映射？【问题】P114,2,a=+1.40，但是P115，-1.4。到底是正还是负？

P116，图11-4，怎么看的？

P117，洛吉斯蒂克延滞方程（logistic delay equation），表现出霍普夫分岔(hopf bifurcation)的行为，一个从点吸引子到极限环的变化。L延滞方程x受前两个值影响；L方程x受（x-t）影响。

P119，李雅普诺夫指数（The lyapunov exponent），是系统对初始条件的依赖的敏感性的数字度量，相空间中临近轨道发散速度，每个维度都有一个，正数发散而负数收缩。模型预测准确性依赖于输入的质量。【注意】先求每个股市的维度，2.5维需要3个变量。

【附加】在系统存在外部干扰并有界时, 利用李亚普诺夫方法证明了系统的稳定性.

P120，4,埃农吸引子具有等于每次迭代（0.42，-1.6）的lyapunov指数，意味每次迭代，损失0.42比特的预测能力。如果我们可以达到2比特准确度，2/0.42 天后失去全部预测能力。比特用来度量熵，进入系统的信息比特越多，系统的熵，或不确定性越高。【问题】埃农吸引子具有等于每次迭代（0.42，-1.6）的lyapunov指数，其中0.42比特的预测能力，那么-1.6是什么？什么叫“2比特准确度”？见P120,6,log2，而不是log e。

P121,最大lyapunov指数表示未来时间区间的预报可靠性。

### 第十二章 时间序列的动力学分析

重构相空间

分形维（The Fractal Dimension）

李雅普诺夫指数

P122,4，系统的相空间是所有度量的起点，要构造真正的相空间，我们需要知道系统的有关的所有变量。

P122，5，B是延滞一个期间的 A，C是延滞二个期间的A。就是说A是t，B是t+1，C是t+2。

P123，非线性动力学系统是相互依赖的联立系统，每个变量的当下值是过去值的变换。

P124,延滞时间是平均轨道周期和嵌入维的比。该比率保证了轨道周期在更高维数中不变。mt=Q m嵌入维，t延滞时间，Q平均轨道周期。P67，用R/S分析测算循环长度。长期记忆过程对于不到48个月的N起作用。过了这一点图形遵循H=0.5的随机游走。【问题】到底循环长度的意味是什么？如果它是统计的周期长度，那么特点是什么？P142，用试行错误法来计算周期。

【问题】平均轨道周期是什么？“该比率保证了轨道周期在更高维数中不变”什么意思？【答案】意思就是放多少个变量。

【思考】美国股市平均轨道周期是4年，意味研究需要10个轨道周期。【熊市市场平稳，波动率小，周期变长。那么，是不是当波动率减少到一定水平，轨道周期因此而变长，测算数据量需求过大。这时候变量的数量是变多，还是变少？维度增加还是减少？如果维度变大，变量变多，将加剧计算难度。

【资料】相空间重构延迟时间与嵌入维数的选择

相空间重构概念最早出现在统计学领域中 ,后被 Packard,Ruell,Takens等先后引入动力学体系中 [1,2 ] .相空间重构可把具有混沌特性的时间序列重建为一种低阶非线性动力学系统 ,它是非线性时间序列分析的重要步骤 ,重构的质量直接影响到模型的建立和预测 .为了重构一个合适的相空间 ,必须选择一个合适的延迟时间 τd 和嵌入维数 m.人们从不同的角度出发 ,已经提出了很多种选择延迟时间的方法[3 ] .Martinerie,Kugiumtzis等均指出 m与 τd 的选取存在较强的关联 [4,5] ,并提出最佳的嵌入窗长是相对稳定的 (但这一结果仍未得到证实 ) .因此 ,有人建议不应该孤立地选择一个不变的τd,而应该考虑到 m的影响 ,而且嵌入窗长对于一个给定的时间序列来说 ,应该是一个不变的常值 [6] .作者讨论了相空间重构中延迟时间和嵌入维数对重构吸引子的影响 ,重新推导了 m与 τd 之间的关系

P125,相空间的分形维和时间序列的分形维。时间序列分形维=[1,2]，是一个变量；相空间的分形维依赖所研究系统的复杂性，每个维数一个变量推算出动力模型。

P125,5，高于分形维的下一个整数告诉我们为了给系统的动力学建立模型，我们说需要的动态变量的最小数目。

P125，5，分形维（D）=,R = 直径。还有一种算法，是使用相关积分Cm(R)的对于分形维的近似。【问题】可否用这个来确定不同直径度量的分形维，可以看成是波恩理论的不同的波，或者是不同的周期？

P126 怎么用相关积分计算分形维。【问题】看不懂

P127,4，当只有一个动态变量已知时，格拉斯贝格尔和普罗卡恰（1983）使用相关积分法估计分形维提供可靠简单方法，数据密集型，需要相当的计算时间，但结果可靠。

P127，运动方程未知，所以不能用实验数据计算Lyapunov指数全谱。【沃尔夫算法解决了这个问题。】P128，图12-3怎么看？

P127，lyapunov指数L1大于零表明对初始条件的敏感依赖的存在。度量了重构的相空间邻近点的发散，标志了发散速度在固定时间间隔的缩放。【问题】可否认为发散速度就是波恩理论中一个周期波的极限。既然标准差在分形中是无效的。

P128， 【沃尔夫算法】进化长度不应大于相空间中吸引子长度的10%。最大长度不应大于[时间序列最大值与最小值]之差的10%。需要的数据点是10的[变量数]次方，轨道周期10的[变量数-1]个。

### 第十三章 资本市场的动力学分析

消除数据的趋势

分形维

李雅普诺夫指数

含意

打乱检验

这意味着什么

P130，2，使用收益率做数量分析。价格不适合于线性回归，因为他们是序列相关的。

P131,5-6之间的分形维隐含6个变量的动力学系统，至少需要10的6次方个数据。

P131,3,对经济增长消除价格的趋势，关注价格运动，而不是通货膨胀性增长。消除趋势的公式： Si = log e (P i)-(ai+常数)。应该是13.2公式。

P134,1，用对数线性消除趋势。再重构相空间。

P133，【问题】图13-1b看不懂。什么是相图。

P135，美、英、德分形维在2-3之间，日报大于3，日本比其他国家复杂。【问题】为什么日本大约其他。这个复杂性指的是什么？和趋势度有关系吗？

P140，标准统计学中，数据点越多越好，因为观测被假定是独立的。非线性动力学系统的特征是产期记忆过程，需要的是更多的时间，而不是更多数据。所以，采集10个循环。

P137,2，

P140，每日收益率的赫斯特指数是0.60，对于30天以上稳定在0.80

【国忠的理解，不知道对不对】1首先看P90表9-1，在周期为1000天或者说4年，可以看出不同时间段内的HR是不同的，但是他们的平均值大约是0.60。当周期增加30，也就是周期达到1030的时候，HR会变大，最终停留在0.8不增加。这一特性在P92，表9-5可以看出来

【汪淼问题】周期增加30，说的是30日平均吗？【国忠】不是，是1030。

【汪淼】P140上写的很清楚“。。。随着增加时间增量。。。。，并且对于30天或更长时间的收益率。。。。”，看来，是文章的翻译问题。需要对比英文原版。

P140，1,每日数据噪声比每月数据大得多，因为具有低赫斯特指数。

P142，,1，决定分辨率，需要足够的数据点发现好的替代点，取得平衡。一般通过试错法获得。【问题】一个等于3的分形维需要一个16个月的延滞时间。

P146，3，循环长度的非周期性很重要，它是平均循环长度，也是一个统计循环，度量信息如何冲击市场，以及事件的记忆如何影响市场未来的行为。

P150,1,混沌系统的特征：分形维的存在和对于初始条件的敏感依赖的证据。

P150,4, 我自己确信，相空间中的拉伸是市场情绪或技术因素引起的。把价格带回到吸引子的折叠则是价值估计或基本因素导致的。

P150，预期（或情绪）是市场背后的“热量”，价值规定了吸引子的界限，流动性是市场存在的原因。

P150，市场是一个复杂的并且进化的动力学系统，类似于一个生态系统。如果任何一个因素的集合可以确定市场，投资者就可以像寄生虫侵入有机体，通过聚敛财富摧毁市场，所以，市场就像西尔平斯基三角形，局部随机而全局确定。

## 第四篇 与复杂共存

### 第十四章 协同市场假说

瓦加的非线性统计模型

协同系统

社会模仿理论

协同市场假说

控制参数

瓦加的实施方法

对于协同市场假说的批评

P154,瓦加的协同市场假说（CMH, Coherent Market Hypothesis）是个非线性统计模型，涉及分形假说。基本假设：市场概率分布的影响因素有二，1、基本的或经济的环境；2、市场存在情绪偏倚量或“集体思维”的水平。出现的相过渡是概率密度函数的形状变化。一共四个相：随机游动、过渡市场、混沌市场、协同市场。

P156,协同市场假说。【问题】P157的图怎么看？中性基本状况是怎么判断的？临界水平？

### 第十五章 分数真理：模糊逻辑和行为金融学

模糊逻辑

行为心理学

易得性启发法的偏差

代表性启发法的偏差

锚系和调整启发法的偏差

一个模糊――行为――分形假说

### 第十六章 应用混沌学和非线性方法

IBS资本管理公司

预测公司

TIB合伙公司

PANAGORA资产管理公司

小结

### 第十七章 展望未来：走向一个更普遍的方法

简化假定

时间的流逝

相互依赖性和独立性

再论均衡

其他可能性

小结

2016-04-22 资料清单

混沌时间序列预测理论与方法（韩敏）

[MATLAB] 混沌时间序列分析与预测工具箱 Version2.9

chaotic time series analysis and prediction matlab toolbox - trial version 2.9

%------------------------------------------------------------------------------

1、该工具箱包括了混沌时间序列分析与预测的常用方法,有:

(1)产生混沌时间序列(chaotic time series)

Logistic映射 - \ChaosAttractors\Main\_Logistic.m

Henon映射 - \ChaosAttractors\Main\_Henon.m

Lorenz吸引子 - \ChaosAttractors\Main\_Lorenz.m

Duffing吸引子 - \ChaosAttractors\Main\_Duffing.m

Duffing2吸引子 - \ChaosAttractors\Main\_Duffing2.m

Rossler吸引子 - \ChaosAttractors\Main\_Rossler.m

Chens吸引子 - \ChaosAttractors\Main\_Chens.m

Ikeda吸引子 - \ChaosAttractors\Main\_Ikeda.m

MackeyGLass序列 - \ChaosAttractors\Main\_MackeyGLass.m

Quadratic序列 - \ChaosAttractors\Main\_Quadratic.m

(2)求时延(delay time)

自相关法 - \DelayTime\_Others\Main\_AutoCorrelation.m

平均位移法 - \DelayTime\_Others\Main\_AverageDisplacement.m

(去偏)复自相关法 - \DelayTime\_Others\Main\_ComplexAutoCorrelation.m

互信息法 - \DelayTime\_MutualInformation\Main\_Mutual\_Information.m

(3)求嵌入维(embedding dimension)

假近邻法 - \EmbeddingDimension\_FNN\Main\_FNN.m

Cao方法 - \EmbeddingDimension\_Cao\Main\_EmbeddingDimension\_Cao.m

(4)同时求时延与嵌入窗(delay time & embedding window)

CC方法 - \C-C Method\Main\_CC\_Method\_Luzhenbo.m

改进的CC方法 - \C-C Method Improved\Main\_CC\_Method\_Improved.m

(5)求关联维(correlation dimension)

GP算法 - \CorrelationDimension\_GP\Main\_CorrelationDimension\_GP.m

(6)求K熵(Kolmogorov Entropy)

GP算法 - \KolmogorovEntropy\_GP\Main\_KolmogorovEntropy\_GP.m

STB算法 - \KolmogorovEntropy\_STB\Main\_KolmogorovEntropy\_STB.m

(7)求最大Lyapunov指数(largest Lyapunov exponent)

小数据量法 - \LargestLyapunov\_Rosenstein\Main\_LargestLyapunov\_Rosenstein1.m

             \LargestLyapunov\_Rosenstein\Main\_LargestLyapunov\_Rosenstein2.m

      \LargestLyapunov\_Rosenstein\Main\_LargestLyapunov\_Rosenstein3.m

(8)求Lyapunov指数谱(Lyapunov exponent spectrum)

BBA算法 - \LyapunovSpectrum\_BBA\Main\_LyapunovSpectrum\_BBA1.m

   \LyapunovSpectrum\_BBA\Main\_LyapunovSpectrum\_BBA2.m

(9)求二进制图形的盒子维(box dimension)和广义维(genealized dimension)

覆盖法 - \BoxDimension\_2D\Main\_BoxDimension\_2D.m

       - \GeneralizedDimension\_2D\Main\_GeneralizedDimension\_2D.m

(10)求时间序列的盒子维(box dimension)和广义维(genealized dimension)

覆盖法 - \BoxDimension\_TS\Main\_BoxDimension\_TS.m

       - \GeneralizedDimension\_TS\Main\_GeneralizedDimension\_TS.m

(11)混沌时间序列预测(chaotic time series prediction)

RBF神经网络一步预测 - \Prediction\_RBF\Main\_RBF.m

RBF神经网络多步预测 - \Prediction\_RBF\Main\_RBF\_MultiStepPred.m

Volterra级数一步预测 - \Prediction\_Volterra\Main\_Volterra.m

Volterra级数多步预测 - \Prediction\_Volterra\Main\_Volterra\_MultiStepPred.m

(12)产生替代数据(Surrogate Data)

随机相位法 - \SurrogateData\Main\_SurrogateData.m