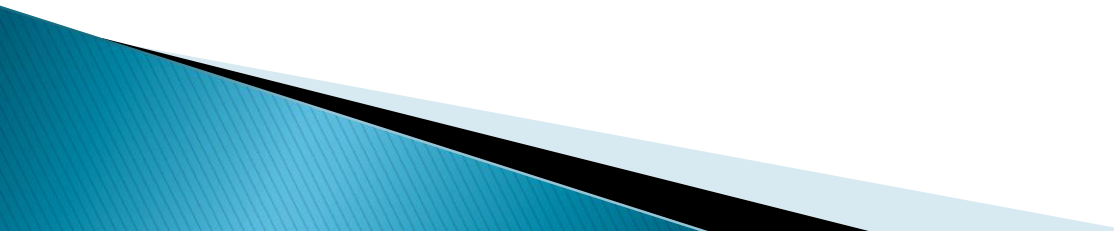


# 教材： 应用时间序列分析（第二版）

王振龙 主编 中国统计出版社 2010年5月

山东大学数学学院2013年春季课程：  
时间序列分析  
任课教师：史敬涛

# 目录

- ▶ 第1章 绪论
  - ▶ 第2章 时间序列的预处理
  - ▶ 第3章 平稳时间序列模型
  - ▶ 第4章 ARMA模型的特性
  - ▶ 第5章 平稳时间序列模型的建立
  - ▶ 第6章 平稳时间序列预测
  - ▶ 第7章 趋势性时间序列模型
  - ▶ 第8章 季节性时间序列分析方法
- 

# 第1章 绪论

# 本章结构

- ▶ 1.1 时间序列分析的一般问题
- ▶ 1.2 时间序列基本样式
- ▶ 1.3 时间序列分析工具

# 1.1 时间序列分析的一般问题

- ▶ 最早的时间序列分析可以追溯到7000年前的古埃及。
  - 古埃及人把尼罗河涨落的情况逐天记录下来，就构成所谓的时间序列。对这个时间序列长期的观察使他们发现尼罗河的涨落非常有规律。由于掌握了尼罗河泛滥的规律，使得古埃及的农业迅速发展，从而创建了埃及灿烂的史前文明。
- ▶ 按照时间的顺序把随机事件变化发展的过程记录下来就构成了一个**时间序列**。
- ▶ 对时间序列进行观察、研究，揭示其变化发展的、规律，预测、控制其未来的走势就是**时间序列分析**。

# 随机序列与观察值序列

- ▶ **随机序列**:按时间顺序排列的一组随机变量

$$\cdots, X_1, X_2, \cdots, X_t, \cdots$$

- ▶ **观察值序列**:随机序列的  $n$  个有序观察值, 称之为序列长度为  $n$  的观察值序列

$$x_1, x_2, \cdots, x_t, \cdots, x_n$$

- ▶ 随机序列和观察值序列的关系
  - 观察值序列是随机序列的一个实现
  - 我们研究的目的是想揭示随机时序的性质
  - 实现的手段都是通过观察值序列的性质进行推断

# 时间序列的特点

- ▶ 1.序列中的数据或数据点的位置依赖于时间，但不一定是时间 $t$ 的严格函数；
- ▶ 2.每一时刻上的取值或数据点的位置具有一定的随机性，不可能完全准确地用历史值预测；
- ▶ 3.前后时刻（不一定是相邻时刻）的数值或数据点的位置有一定的相关性，这种相关性就是系统的动态规律性；
- ▶ 4.从整体上看，时间序列往往呈现出某种趋势性或出现周期性变化的现象。

# 时间序列的主要分类

- ▶ 1.按研究对象分：一元时间序列和多元时间序列
- ▶ 2.按时间参数分：离散时间序列和连续时间序列
- ▶ 3.按统计特性分：平稳时间序列和非平稳时间序列  
宽平稳与严平稳
- ▶ 4.按分布规律分：高斯型时间序列和非高斯型时间序列



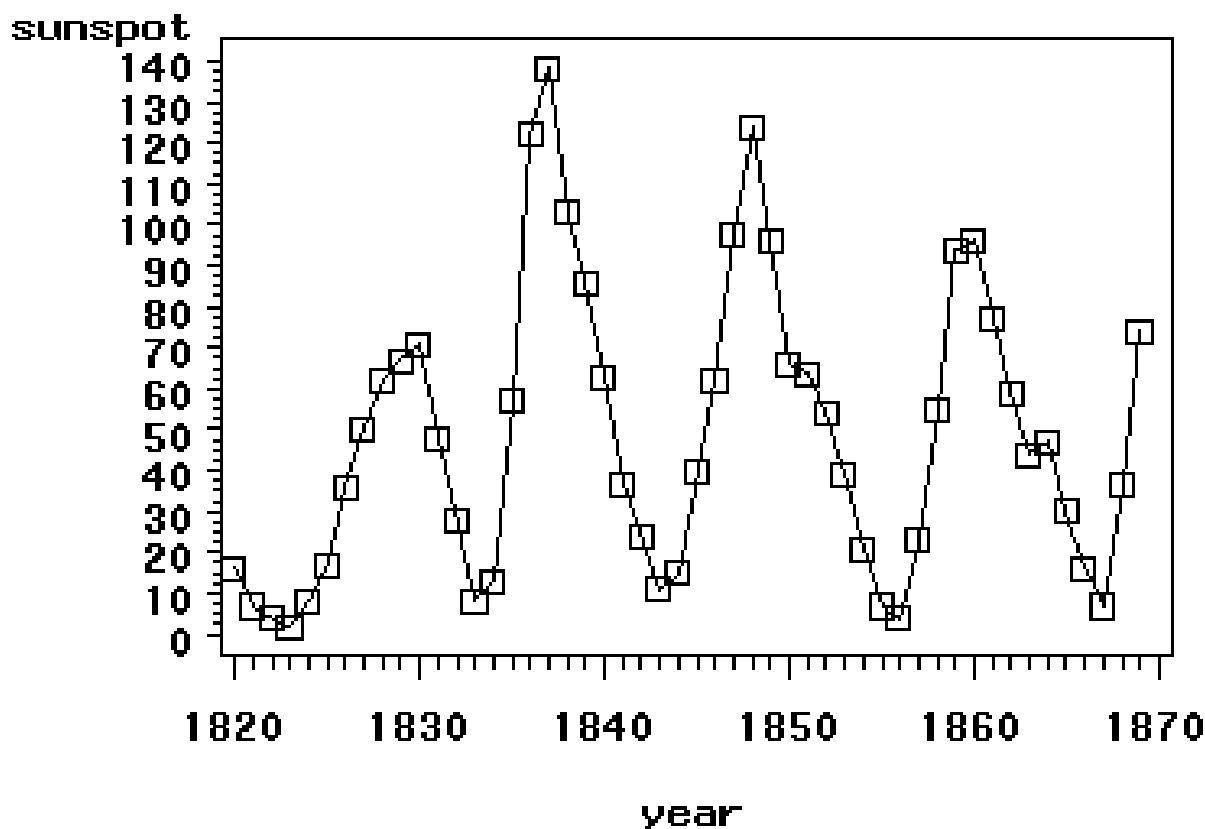
# 时间序列分析的方法

## ▶ 1.描述性（确定型）时间序列分析

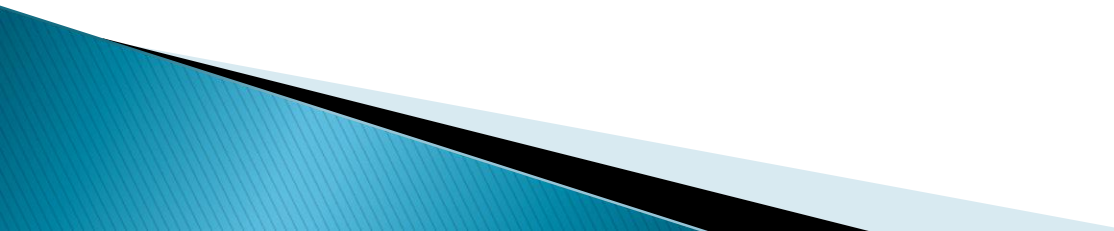
- ▶ 通过直观的数据比较或绘图观测，寻找序列中蕴含的发展规律，这种分析方法就称为描述性时序分析
- ▶ 描述性时序分析方法具有操作简单、直观有效的特点，它通常是人们进行统计时序分析的第一步。

# 描述性时序分析案例

- 德国业余天文学家施瓦尔发现太阳黑子的活动具有11年左右的周期



# 时间序列分析的方法

- ▶ 2. 统计（随机型）时间序列分析
  - ▶ 频域分析方法
  - ▶ 时域分析方法
- 

# 频域分析方法

## ▶ 原理

- 假设任何一种无趋势的时间序列都可以分解成若干不同频率的周期波动

## ▶ 发展过程

- 早期的频域分析方法借助傅里叶分析从频率的角度揭示时间序列的规律
- 后来借助了傅里叶变换，用正弦、余弦项之和来逼近某个函数
- 20世纪60年代，引入极大熵谱估计理论，进入现代谱分析阶段

## ▶ 特点

- 非常有用的动态数据分析方法，但是由于分析方法复杂，结果抽象，有一定的使用局限性

# 时域分析方法

## ▶ 原理

- 事件的发展通常都具有一定的惯性，这种惯性用统计的语言来描述就是序列值之间存在着一定的相关关系，这种相关关系通常具有某种统计规律。

## ▶ 目的

- 寻找出序列值之间相关关系的统计规律，并拟合出适当的数学模型来描述这种规律，进而利用这个拟合模型预测序列未来的走势

## ▶ 特点

- 理论基础扎实，操作步骤规范，分析结果易于解释，是时间序列分析的主流方法

# 时域分析方法的分析步骤

- ▶ 考察观察值序列的特征
- ▶ 根据序列的特征选择适当的拟合模型
- ▶ 根据序列的观察数据给模型定阶、进行参数估计
- ▶ 检验模型，优化模型
- ▶ 利用拟合好的模型来推断序列其它的统计性质或预测序列未来的发展

# 时域分析方法的发展过程

- ▶ 基础阶段
- ▶ 核心阶段
- ▶ 完善阶段

# 基础阶段

- ▶ G.U.Yule
  - 1927年, AR模型
- ▶ G.T.Walker
  - 1931年, MA模型, ARMA模型



# 核心阶段

- ▶ G.E.P. Box和 G.M. Jenkins
  - 1970年，出版《Time Series Analysis Forecasting and Control》
  - 提出ARIMA模型（Box—Jenkins 模型）
  - Box—Jenkins模型实际上是主要运用于单变量、同方差场合的线性模型

# 完善阶段

- ▶ 异方差场合
  - Robert F. Engle, 1982年, ARCH模型
  - Bollerslov, 1985年GARCH模型
- ▶ 多变量场合
  - C. Granger, 1987年, 提出了协整 (co-integration) 理论
- ▶ 非线性场合
  - 汤家豪 (H. Tang) 等, 1980年, 门限自回归(TAR)模型

# 时间序列分析的应用

- ▶ 广泛应用于天文学、生物学、经济学、人口学、金融学、环境科学、信号处理与滤波理论、医学诊断、力学、数据挖掘等领域

# 参考文献

- ▶ 1. 安鸿志, 陈兆国, 杜金观, 潘一民, 时间序列的分析与应用, 科学出版社, 1983.
- ▶ 2. 谢衷洁, 时间序列分析, 北京大学出版社, 1990.
- ▶ 3. 杜金观, 项静怡, 戴俭华, 时间序列分析-建模与预报, 安徽教育出版社, 1991.
- ▶ 4. 顾岚, 时间序列分析在经济中的应用, 中国统计出版社, 1994.
- ▶ 5. 王伟炘, 杜金观, 伍尤桂, 李元, 应用时间序列分析, 广西师范大学出版社, 1998.
- ▶ 6. 何书元, 应用时间序列分析, 北京大学出版社, 2003.
- ▶ 7. 王燕, 应用时间序列分析, 中国人民大学出版社, 2005.

# 参考文献

- ▶ 8. 范剑青, 姚琦伟著, 陈敏译, 非线性时间序列-建模、预报及应用, 高等教育出版社, 2005.
- ▶ 9. 王振龙, 胡永宏, 应用时间序列分析, 科学出版社, 2007.
- ▶ 10. 杨叔子, 吴雅, 轩建平, 时间序列分析的工程应用 (第2版), 华中科技大学出版社, 2007.
- ▶ 11. G.E.P. Box, G.M. Jenkins, G.C. Reinsel 著, 王成璋, 尤梅芳, 郝杨译, 时间序列分析-预测与控制 (原书第4版), 机械工业出版社, 2011.
- ▶ 12. R.S. Tsay著, 王远林, 王辉, 潘家柱译, 金融时间序列分析 (第3版), 人民邮电出版社, 2012.

# 1.2 时间序列基本样式

- ▶ 平稳时间序列：白噪声
- ▶ 非平稳时间序列：趋势性、季节性、条件异方差、异常观测值
- ▶ 表示方法：
  - ▶ 1.图形法：时序图
  - ▶ 2.回归分析：回归模型

# 平稳时间序列

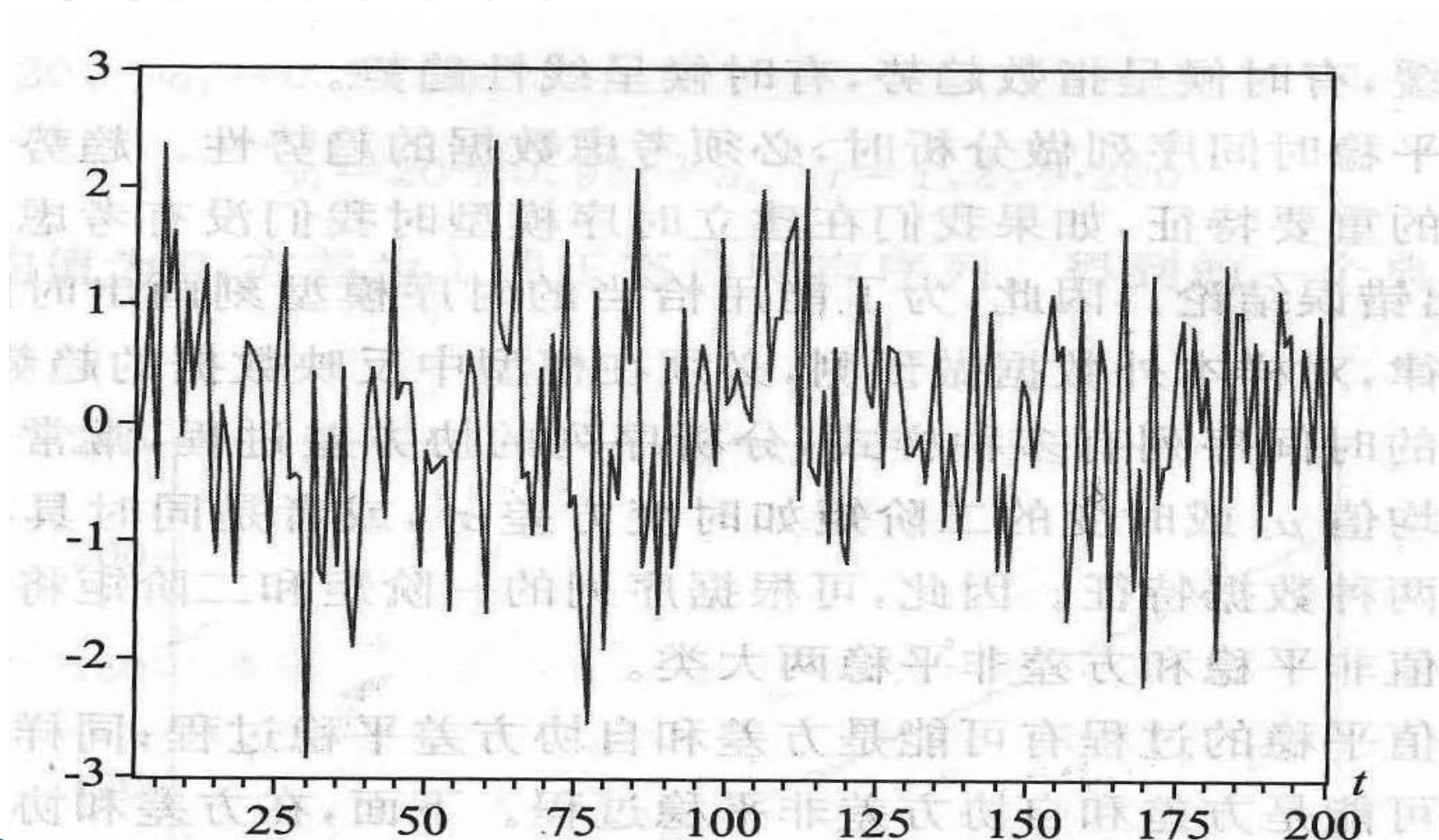


图 1.4 白噪声序列 ( $E(a_t) = 0, E(a_t^2) = 1$ )



# 线性趋势时间序列

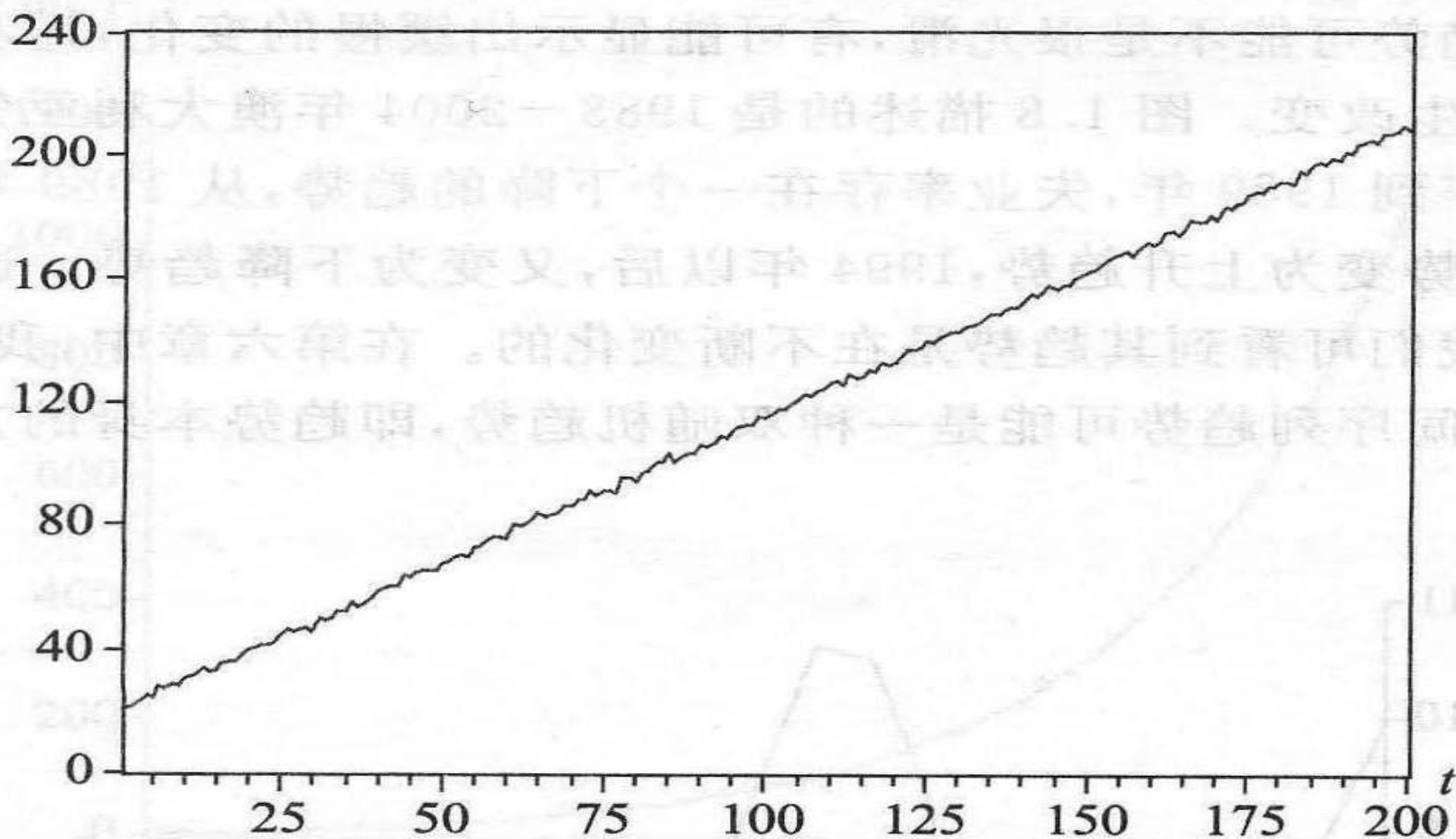


图 1.6 线性趋势模型 ( $\alpha_0 = 20$ ,  $\alpha_1 = 0.95$ )



# 指数趋势时间序列

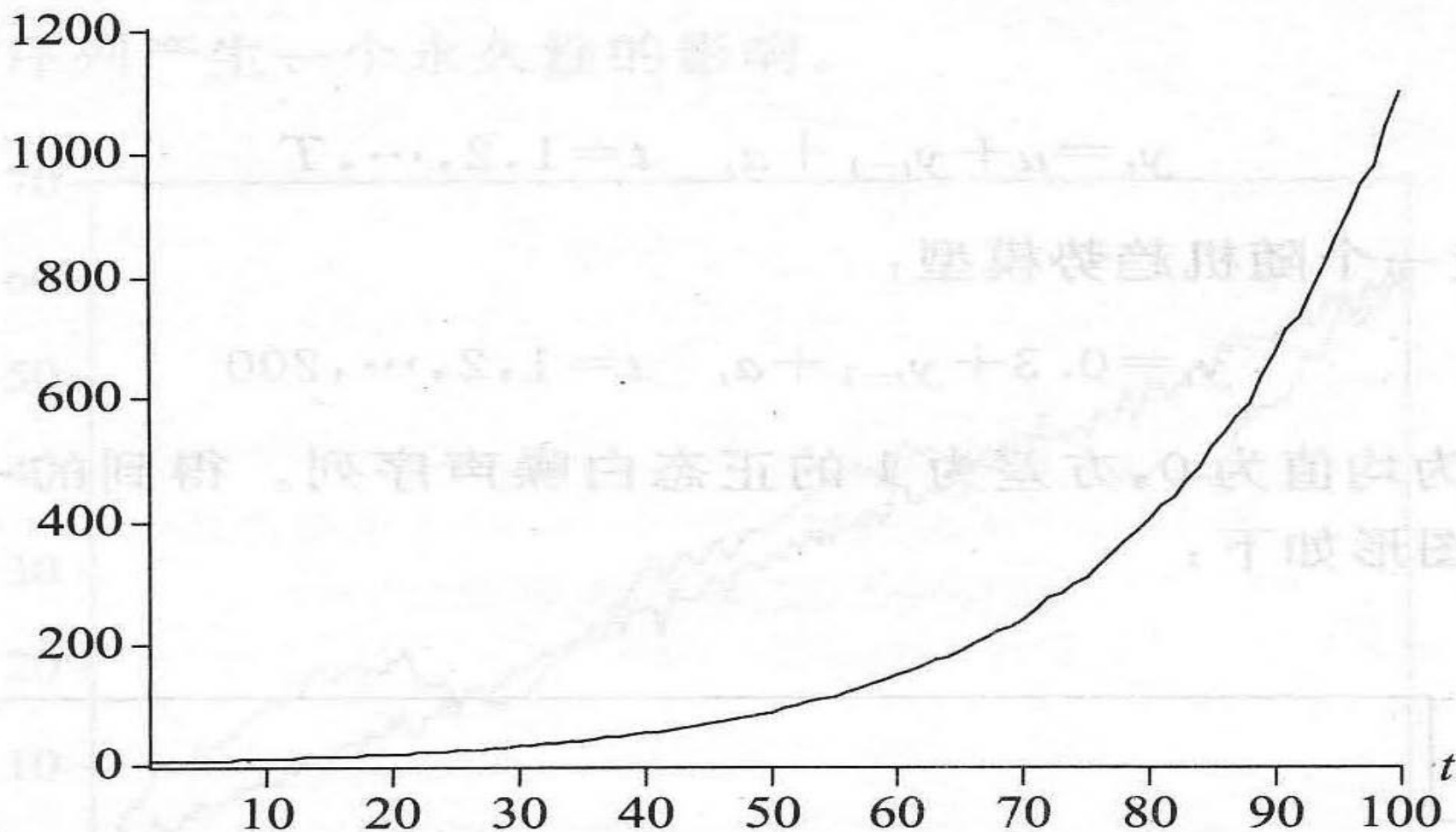


图 1.9 指数趋势模型 ( $\beta_0 = 2, \beta_1 = 0.05$ )

# 随机趋势时间序列

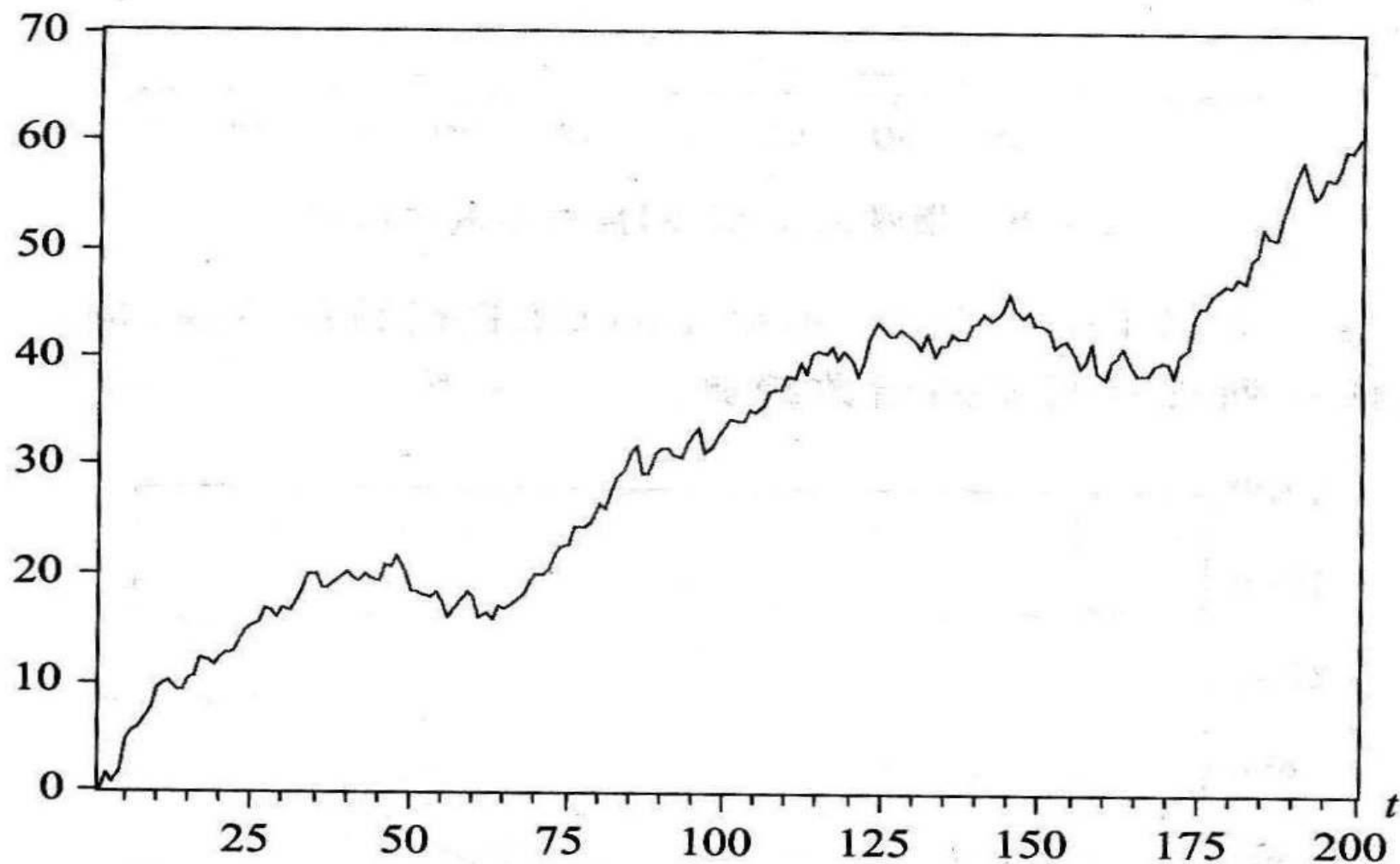
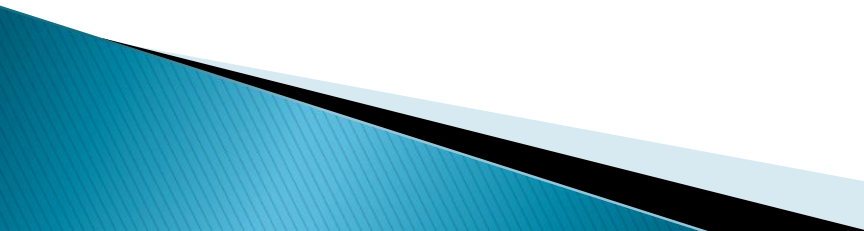


图 1.11 随机趋势模型 ( $\mu=0.3$ )

# 确定趋势与随机趋势的不同处理

- ▶ 确定趋势：加趋势项
  - ▶ 随机趋势：差分
  - ▶ 如何辨别？残差的单位根检验
  - ▶ 注：第7章“趋势性时间序列模型”详细介绍
- 

# 季节性时间序列 (第8章详细介绍)

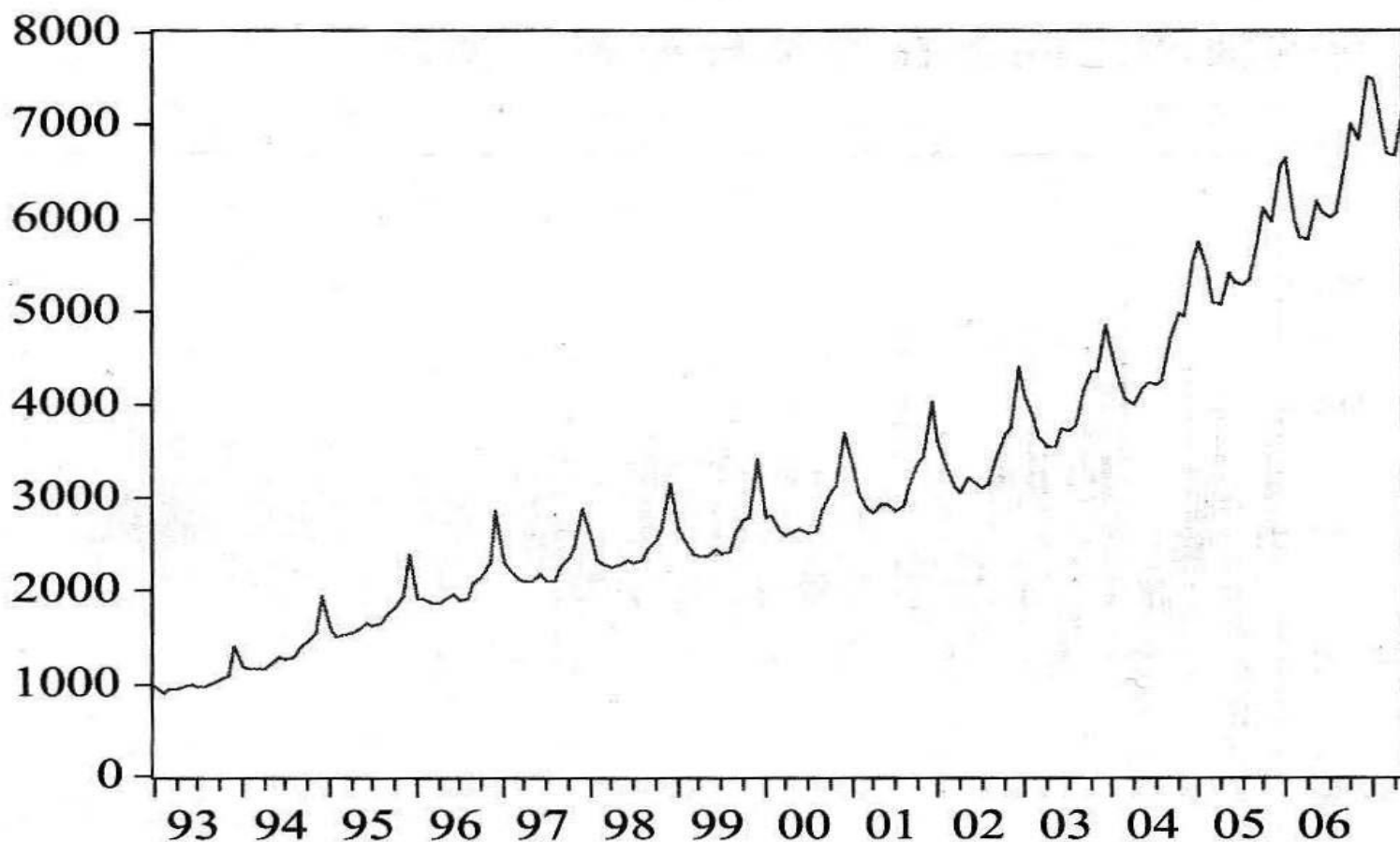


图 1.18 中国社会消费品零售总额, 1993.1—2007.5  
(单位: 亿元, 未经季节调整)

# 条件异方差时间序列

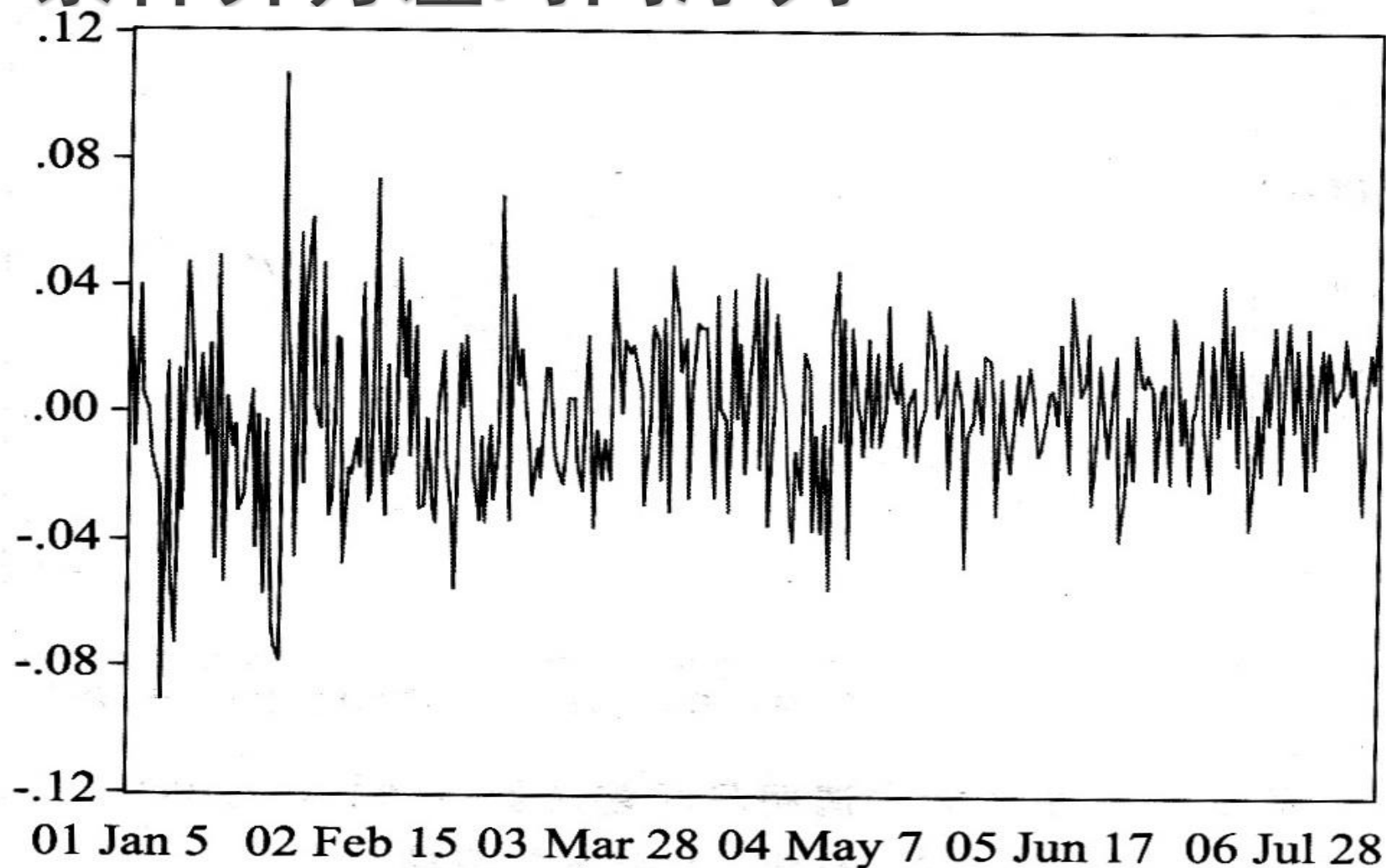
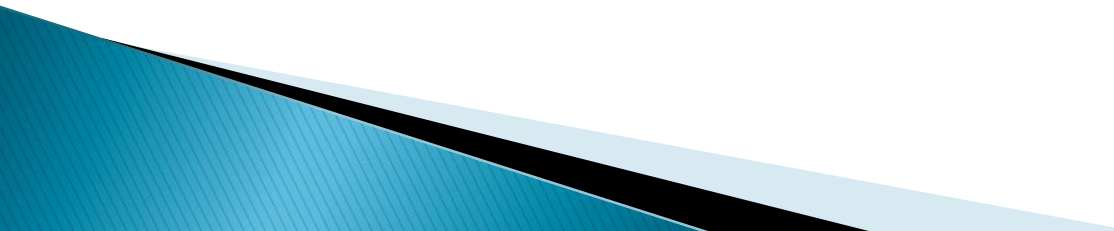


图 1.19 香港恒生指数的周对数超额收益序列

# 异常观测值时间序列

- ▶ 异常观测值 (outlier) :
  - ▶ 1.可加性异常观测值: AO
  - ▶ 2.新生的异常观测值: IO
  - ▶ 3.永久水平迁移异常观测值: PLS
  - ▶ 4.临时水平迁移异常观测值: TLS
  - ▶ 5.趋势改变: CT
- 



# 可加性异常观测值：AO

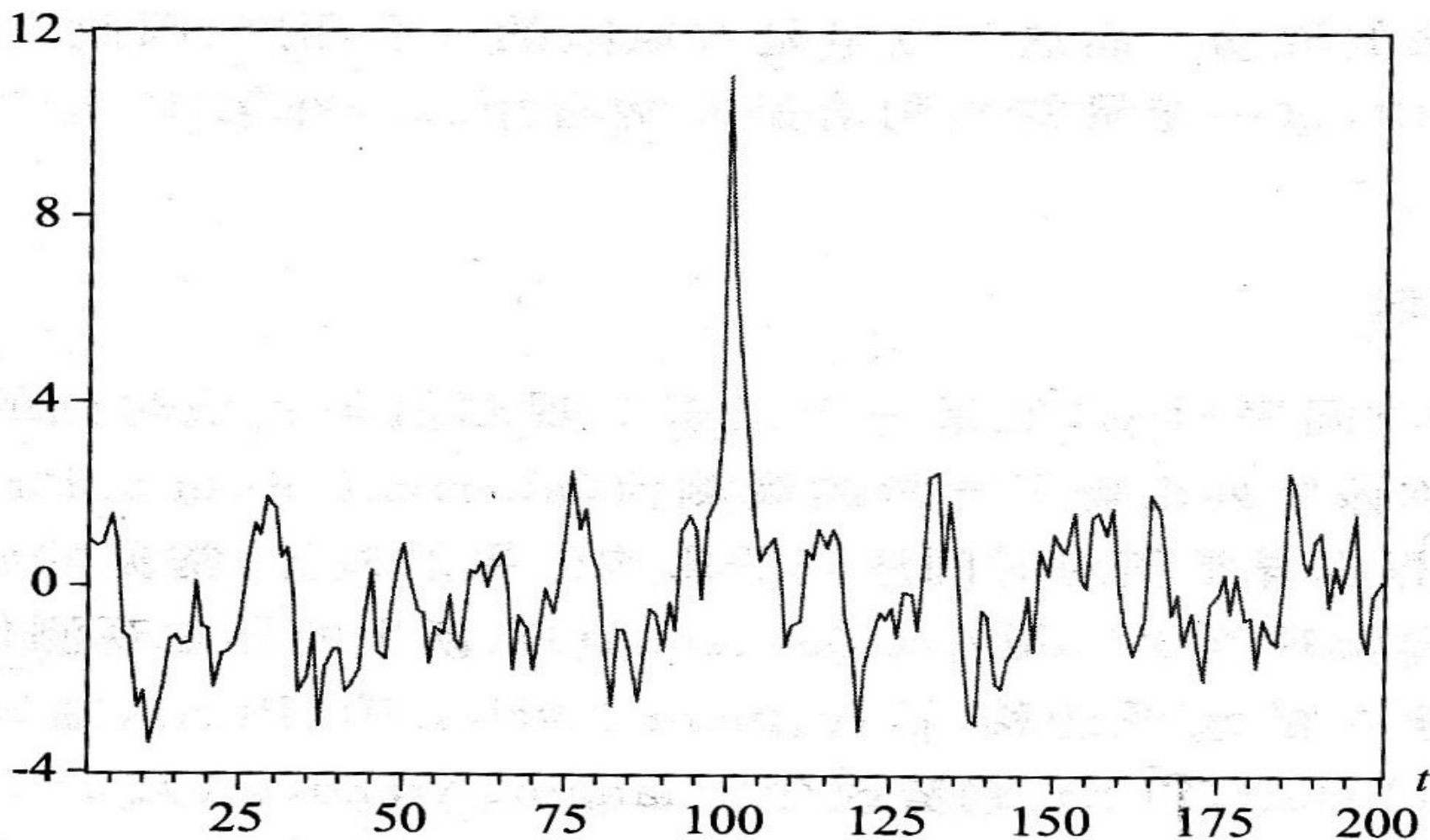


图 1.20 有一个异常观测值的 AO 模型

# 新生的异常观测值：IO

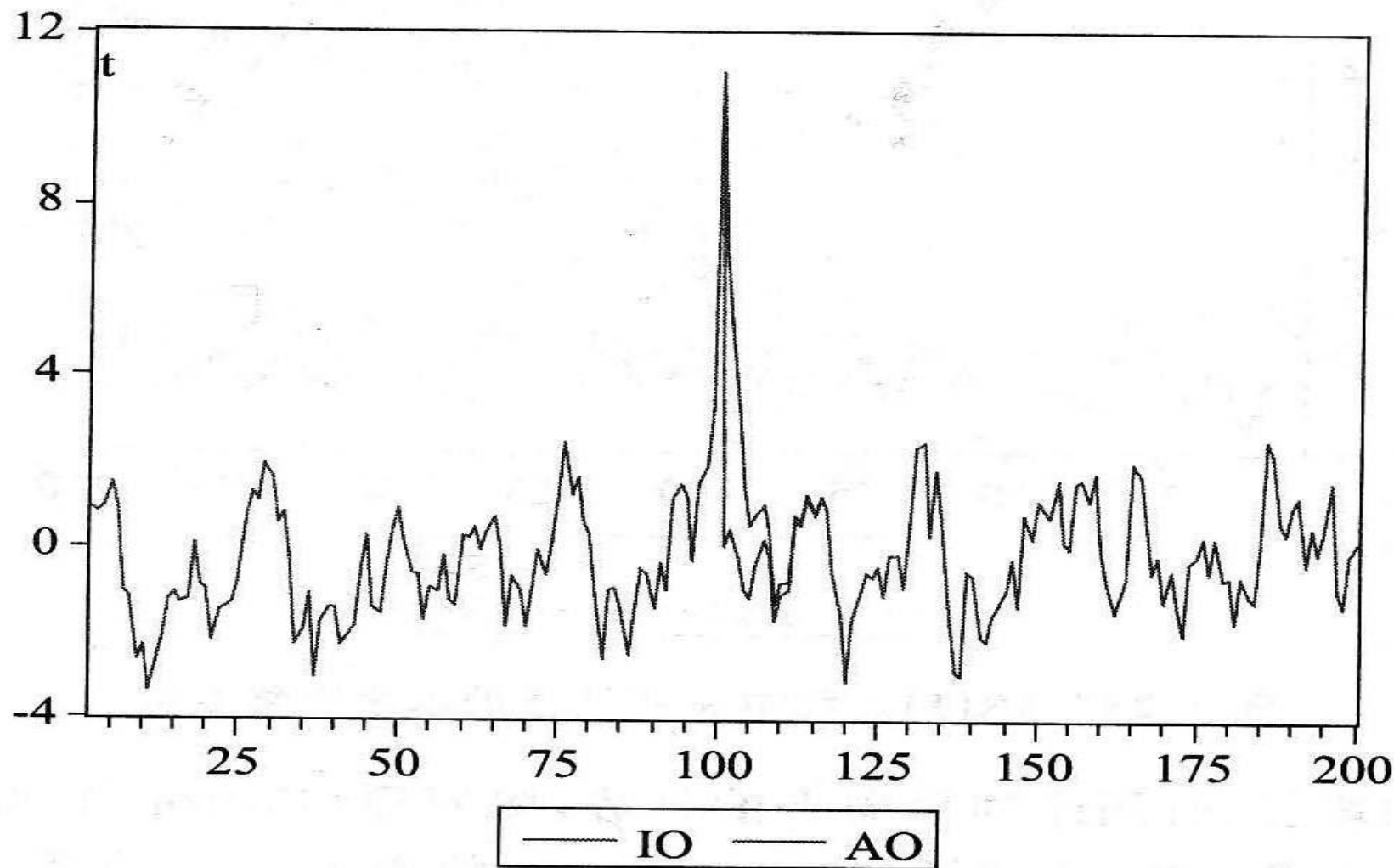


图 1.22 有一个异常观测值的 IO 模型



# 永久水平迁移异常观测值：PLS

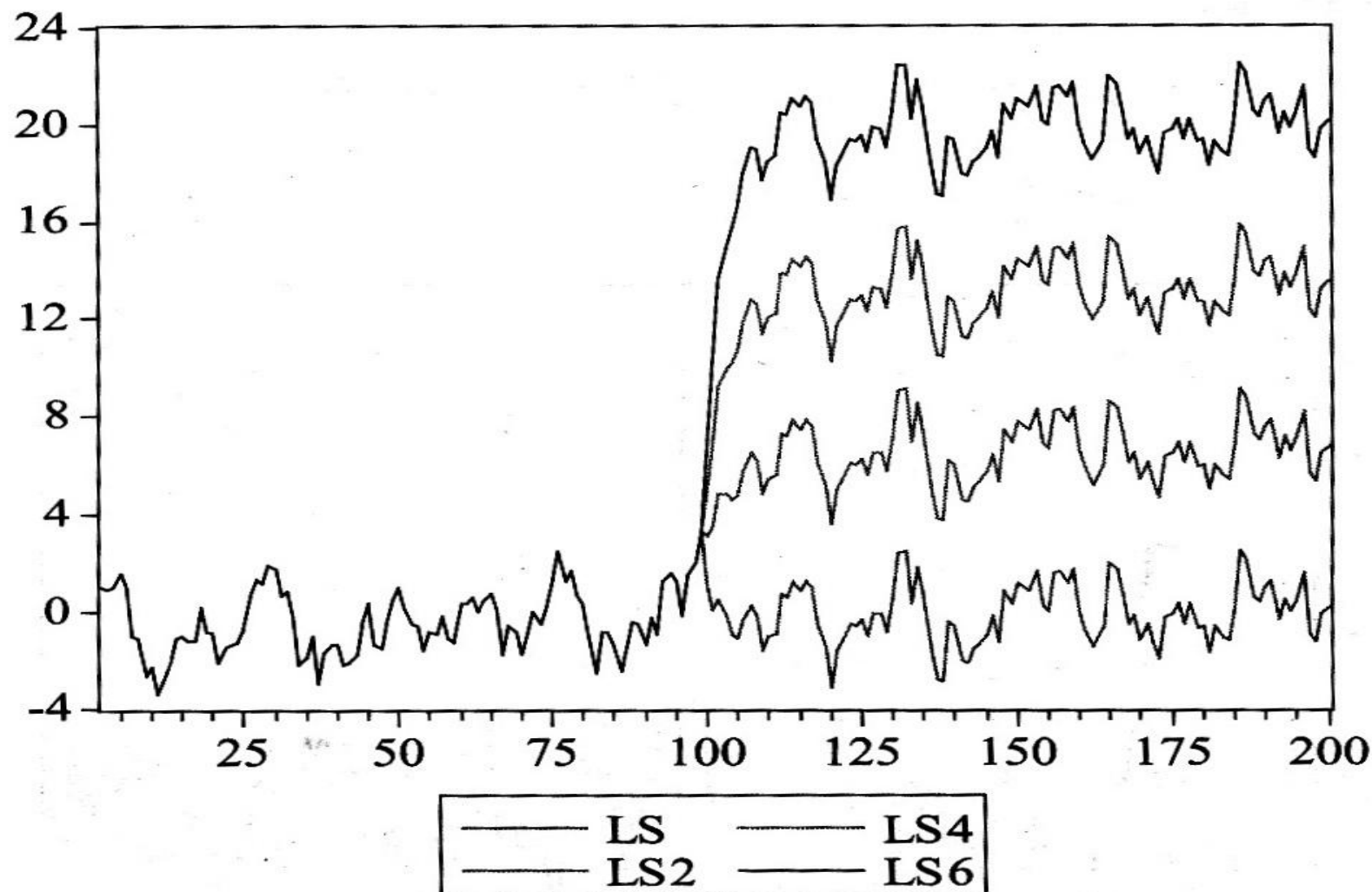


图 1.23 AR(1)过程中  $\omega$  不同值的水平迁移效应

# 临时水平迁移异常观测值：TLS

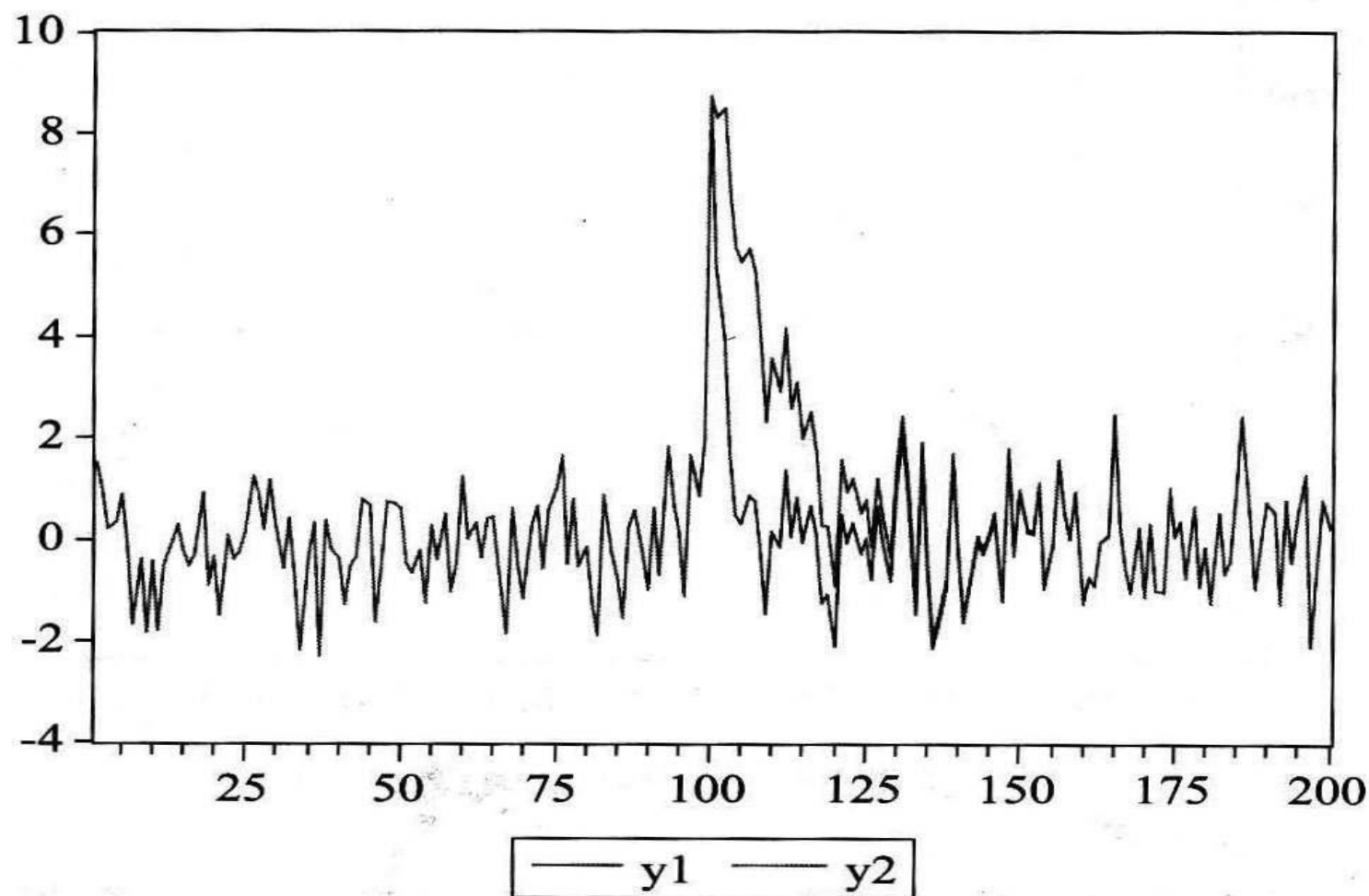


图 1.24 临时的水平迁移效应

# 趋势改变：CT

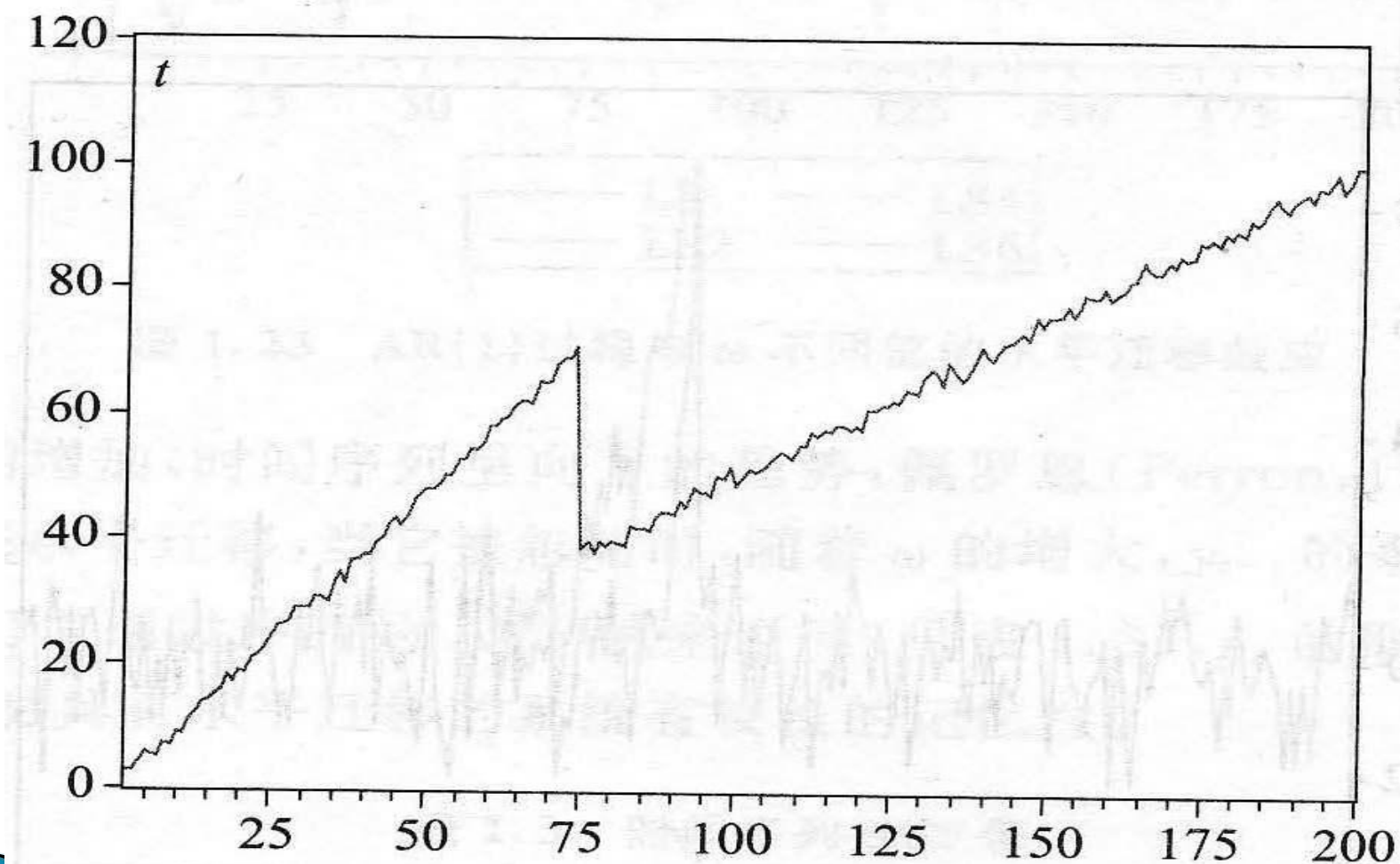


图 1.25 趋势改变模型

# 趋势改变：CT

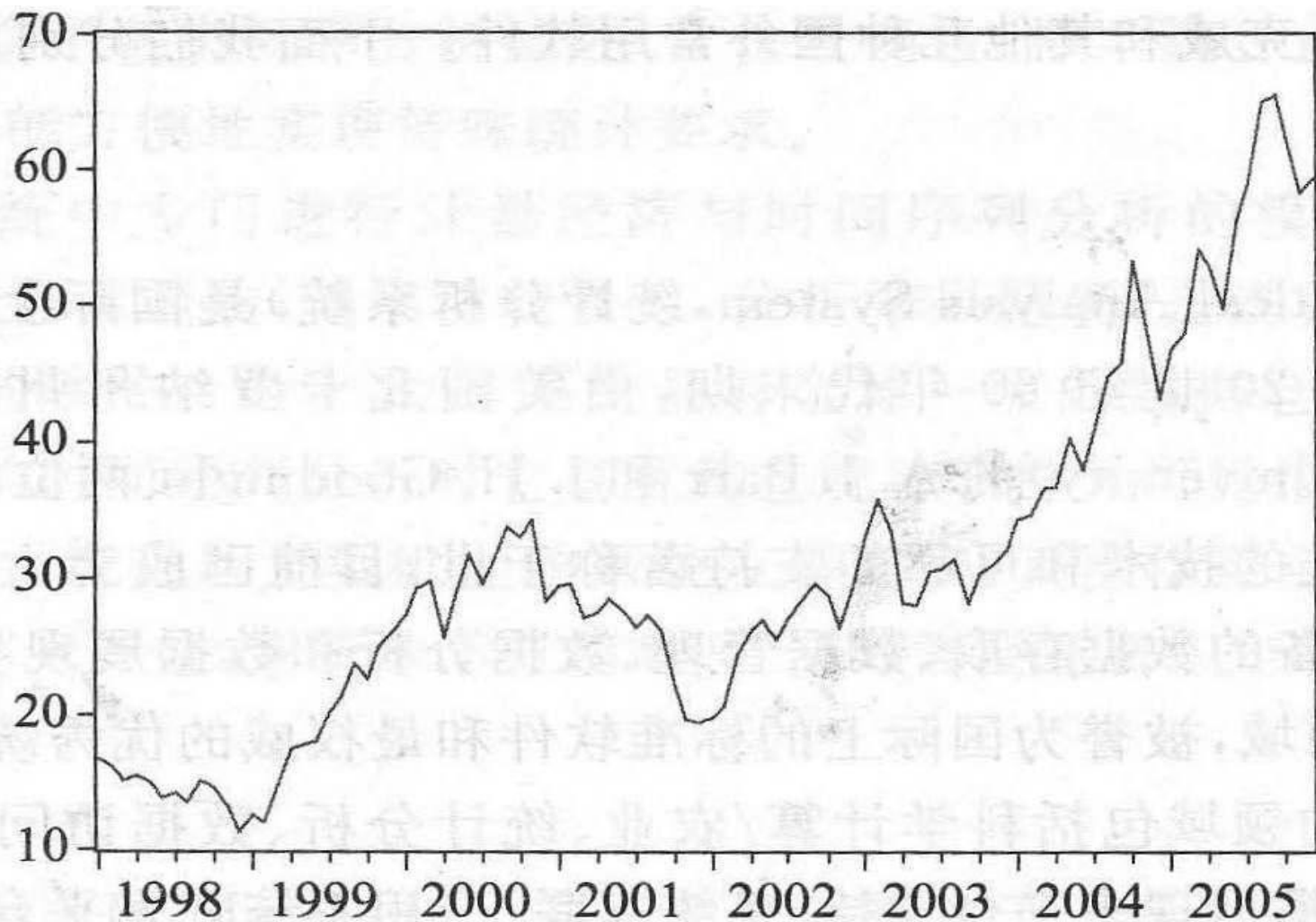


图 1.26 趋势改变模型

# 现实当中的时间序列是复杂的

- ▶ 可能同时具有上面谈到的多种特征和形式！

# 1.3 时间序列分析工具

- ▶ 常用的时间序列分析软件：
- ▶ SAS、S-Plus、R、SPSS、Eviews、Matlab等
- ▶ 推荐软件——SAS
  - 在SAS系统中有一个专门进行计量经济与时间序列分析的模块：SAS/ETS。SAS/ETS编程语言简洁，输出功能强大，分析结果精确，是进行时间序列分析与预测的理想软件
  - 由于SAS系统具有全球一流的数据仓库功能，因此在进行海量数据的时间序列分析时它具有其它统计软件无可比拟的优势