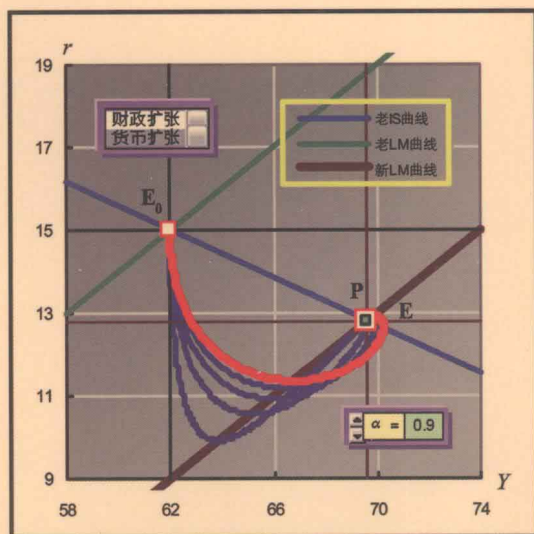


# Dynamic Economics Explained with Adjustable Charts

王兴德 著

## 动态经济学图解

——用可调图形来阐释动态经济学原理



本书由上海财经大学资助出版

# 动态经济学图解

——用可调图形来阐释动态经济学原理

王兴德 著

 上海财经大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

动态经济学图解:用可调图形来阐释动态经济学原理/王兴德著.  
—上海:上海财经大学出版社,2012.2  
ISBN 978-7-5642-1077-9/F·1077

I. ①动… II. ①王… III. ①动态经济学-图解 IV. ①F019.2-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 085701 号

- 责任编辑 江 玉
- 封面设计 张克瑶
- 责任校对 卓 妍 赵 伟

DONGTAI JINGJIXUE TUJIE

## 动态经济学图解

——用可调图形来阐释动态经济学原理

王兴德 著

---

上海财经大学出版社出版发行  
(上海市武东路 321 号乙 邮编 200434)  
网 址: <http://www.sufep.com>  
电子邮箱: [webmaster@sufep.com](mailto:webmaster@sufep.com)

全国新华书店经销  
上海华教印务有限公司印刷  
上海春秋印刷厂装订

2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷

---

710mm×960mm 1/16 27.25 印张 502 千字  
定价:59.00 元  
(本书含光盘一张)

# 前 言

动态经济学的目的在于研究与描述(微观与宏观)经济系统中的动态过程,为此需要在相关的经济学原理的基础上建立各种差分方程(组)或微分方程(组),并通过对这些方程(组)的求解来阐明与解释相关动态过程的规律与性质。很显然,直观而富有说服力的图形在这种解释中能发挥十分重要的作用,因此,尽可能提供帮助解释原理的高质量插图是好的动态经济学著作的重要特征之一。

对于不会使用计算机来进行动态经济学研究的学者来说,制作各种直观地表述动态经济学原理的准确图形是一项十分困难的任务,所以此前几乎所有阐述经济学中动态过程原理的著作在列出大量数学公式的同时,最多只能给出几个示意性的插图。

目前有一些教师与研究者开始掌握通过用 MATLAB 等计算机语言编程的方法来进行动态经济学的研究,并且有人出版了讲解这种计算机方法的书籍(例如参考文献[3]),但编写计算机程序对于大多数经济学研究者来说是一种不易掌握的技能,而且应用这种编程方法也未必能制作出十分令人满意的插图。

另外,国内还有少数人开始了解可以在 Excel 中不需编程地进行动态经济学的研究,他们把国外学者的成果翻译与介绍到国内来,向人们展示了在 Excel 中研究动态经济学问题的方法,其中也提供了一些插图(例如参考文献[4])。但是这些著作所给出的插图(以及那些插图所表现的计算过程)其实只利用了 Excel 的一些初级功能,远未将 Excel 的强大功能充分发挥出来,因此其质量也是很理想的。

本书作者长期以来一直在研究如何利用 Excel 来解决财务管理问题,在此过程中创造了一种解决定量分析问题的科学建模方法,即 XD 建模法。在这种建模方法的指引下围绕着动态经济学的原理,通过相对来说并不复杂的操作,就可以在 Excel 中实现对于各种差分方程(组)与微分方程(组)的求解,并且制作出各种比那些国外学者的著作中提供的图形远为精彩并且“会动”的图形,也就是各种可调图形。这是一种在计算机屏幕上显示的动态可调的图形,当操作者利用图形旁的控制面板对一个(或几个)指定参数进行调节时,图中的曲线就会按照特定函数的性质随之而变形或移动(一些关键的点子会随之而移动)。因此它在用作动态经济学的表达工具与研究工具时具有以下三个特点:第一,它可以高质量地显示出表示各种经济量之间关系的曲线与当某个参数改变时经济系统表示点的运动轨迹;第二,它可以动态地显示出经济表示点在

时间改变时沿轨迹曲线运动的状况(包括方向与快慢);第三,它还可以显示出其他参数的变化对于各种曲线与经济系统表示点运动轨迹形状的影响。这就是说,在计算机屏幕上显示的可调图形不但是高质量的,而且在帮助人们理解动态经济学原理方面所能发挥的图解作用远远突破了传统插图所能达到的程度,所以完全可以说,利用在 XD 建模法指引下制作的可调图形来表示动态经济学原理是动态经济学表达工具与研究工具的一项重要创新。

本书有两个目标:

第一,提供带有大量高质量插图的动态经济学著作的一个样本。本书在各章节中给出了一系列精美插图与应用 XD 建模法来研究动态经济过程以制成这些插图的范例,同时还在书附光盘中列出了为这些范例制作的、保存着相应可调图形的文件,以便读者在计算机上打开这些文件后,可以通过控制面板对相关参数进行调节来观看图中的曲线(和点子)按照经济学的规律运动起来的状况,从而向读者展示可调图形在作为动态经济学的表达工具与研究工具方面所能实现的理想效果。

第二,进一步帮助读者(经济学教师、研究者以及经济学专业的硕士、博士研究生与高年级本科生)掌握 XD 建模法这一优良的研究工具,帮助他们学会在 XD 建模法的基础上方便地求解各种差分方程(组)或微分方程(组)、进而制作出各种描述这些方程的解的性态的可调图形的技术与相关的 Excel 操作方法,以便他们日后能够将它应用于自己的经济学研究与教学工作之中。因此,本书每一章节在借助各种高质量图形(其中很多是可调的)讲述了相应的动态经济学原理之后,都通过适当的计算模型详细说明了在 XD 建模法的指引下求解相应的差分(微分)方程(组)所涉及的技术原理和在此基础上制成相关的可调图形的方法。

上述第二点不但是本书的一个直接目标,还是作者希望通过本书传递给当前与未来的经济学教师们的一种观念:与其他讲授定量分析内容的课程一样,在信息时代中讲授动态经济学原理的课程应该实现教学内容的信息化,也就是说,它们在帮助学生理解动态经济学的数字原理的同时还应该帮助他们掌握解决动态经济学问题的计算机方法。

除了直接与动态经济学相关的内容之外,本书第 5 章还相当完整地介绍了 XD 建模法在差分方程(组)与微分方程(组)求解中的应用,读者在阅读前三章中关于各种动态经济学问题的求解方法时一旦遇到差分方程(组)或微分方程(组)求解方面的问题,可以随时转去参考第 5 章中的内容。另外,本书又在第 4 章中介绍了 XD 建模法在研究社会生态系统的动态过程方面的应用,因此各类高校中的数学教师与相应学科的教师和研究者也能从中获益。最后,为了帮助读者系统地了解 XD 建模法的原理与相应的 Excel 操作方法,本书在第 6 章中简要地对此作了介绍。

下面说明几点。

第一,为了真正学会与掌握书中介绍的建模方法与具体的计算机操作方法,在理论与实践统一的原则指导下,读者必须舍得花时间在计算机上去亲手操作,而且不但要模仿着书附光盘文件中的计算模型实例、参考着书中讲解的步骤去完整地做一遍操作,还应该离开光盘文件的帮助,在空白的 Excel 工作表中独立地从头到尾去做一遍(甚至几遍,并且思考是否可以对原有计算模型的结构加以改进),然后再应用所学到的方法去独自解决本书没有提到的其他各种问题并做出相应的可调图形。

第二,虽然本书最后一章对 XD 建模法与相关的 Excel 基础知识作了简要的阐述,但是为了彻底掌握这一建模方法,建议读者去深入阅读参考文献[1]所指定的《基于 Excel 的 XD 建模法》一书。

第三,虽然本书的指导思想是希望教师在教给学生经济学原理的同时也教给学生相应的计算机方法,但是,如果有关经济学课程的教师们认为本书提供的各种可调图形在解释经济学原理方面具有良好的效果,也可以将书附光盘文件中相关的可调图形当作帮助阐述有关经济学原理的计算机课件来使用。

第四,本书的独特价值在于结合动态经济学原理来介绍基于 Excel 的 XD 建模法这种计算机方法这一点上,由于作者的经济学基础浅薄,因此本书在阐明经济学原理方面可能有许多流于肤浅之处,甚至还可能存在着这样或那样的错误,诚恳地希望广大经济学教师与专家对本书中的各种缺点与错误给予指教,本书作者的电子邮件地址为 wangxingde0@126.com。

第五,天津财经大学青年教师张蕾对于书中多个计算模型的创建做出了有价值的贡献,其中包括【计算模型 1-3】、【计算模型 1-5】、【计算模型 2-4】、【计算模型 4-5】、【计算模型 4-6】、【计算模型 4-7】与【计算模型 5-3】,我在此对她表示衷心感谢。

本书的出版得到了上海财经大学校方的资助,在此向学校领导表示衷心感谢。

王兴德

2012年1月

# 目 录

## 前 言/1

### 1 微观经济系统的动态分析/1

#### 1.1 微观商品市场实现均衡状态的离散时间动态过程/1

1.1.1 根据上期需求量—供给量差额来修正本期价格的调节机制/2

1.1.2 根据上期价格安排本期供给量的调节机制/16

1.1.3 根据上期价格的指数平滑值安排本期供给量的调节机制/25

1.1.4 供给量与价格平方成正比时根据上期价格安排本期供给量的调节机制/34

1.1.5 两个关联市场在根据上期价格安排本期供给量时实现均衡的动态过程/41

1.1.6 参数突变后商品市场从原有均衡点转移到新均衡点去的动态过程/53

#### 1.2 微观商品市场实现均衡状态的连续时间动态过程/58

1.2.1 瓦尔拉斯价格调整模型/58

1.2.2 厂商可自由进出市场时的瓦尔拉斯价格调整方程/65

1.2.3 考虑库存影响的价格调整方程/73

#### 1.3 双寡头垄断市场实现均衡状态的动态过程/83

### 2 宏观经济系统的动态分析/94

#### 2.1 宏观商品市场实现均衡状态的动态过程/94

#### 2.2 实现 IS-LM 模型表现的均衡状态的动态过程/110

2.2.1 实现 IS-LM 模型表现的均衡状态的离散时间动态过程/112

2.2.2 实现 IS-LM 模型表现的均衡状态的连续时间动态过程/119

#### 2.3 加速数原理/130

#### 2.4 多恩布什汇率超调模型/140

### 3 经济增长理论/152

#### 3.1 新古典最优经济增长模型/152



- 4 社会与生态问题中的一些动态过程/168
  - 4.1 马尔萨斯人口增长模型/168
  - 4.2 渔场捕捞问题/176
  - 4.3 两个相互抢食的动物种群的共生问题/189
  - 4.4 一个种群以另一种群为唯一食物但又促进后者增长的动物种群共生问题/198
  - 4.5 一个种群以另一种群为唯一食物因而抑制后者增长的动物种群共生问题/204
  - 4.6 部分描述了第三类动物种群共生问题本质的 Volterra 模型/212
  
- 5 附录 1——关于差分方程与微分方程的预备知识/233
  - 5.1 一阶线性差分方程的求解/233
  - 5.2 一阶非线性差分方程的求解/243
  - 5.3 循环与分岔/254
  - 5.4 一阶线性差分方程组的求解/271
  - 5.5 二阶线性差分方程的求解/304
  - 5.6 一阶线性微分方程的求解/313
  - 5.7 一阶非线性微分方程的求解/318
  - 5.8 一阶线性微分方程组的求解/323
  - 5.9 二阶线性微分方程的求解/341
  - 5.10 最优控制理论及最大值原理/349
  
- 6 附录 2——XD 建模法与 Excel 基础知识简介/382
  - 6.1 XD 建模法简介/382
    - 6.1.1 XD 建模法的要点/382
    - 6.1.2 应用灵敏度分析操作生成自变量—函数对照表/383
    - 6.1.3 在自变量—函数对照表上做查表计算/388
  - 6.2 Excel 内建函数简介/393
    - 6.2.1 Excel 内建函数/393
    - 6.2.2 可以或必须与数组公式联合使用的函数/394
    - 6.2.3 对本书使用过的 Excel 内建函数的简要说明/395
  - 6.3 本书涉及的几项 Excel 功能和操作方法/397
    - 6.3.1 在单元格中输入的 Excel 公式对于其他单元格的引用/397
    - 6.3.2 链接与自动重计算功能/398
    - 6.3.3 对于单元格或范围的命名/400
    - 6.3.4 对于单元格或范围的条件格式设置/402



- 6.4 图形的制作/405
  - 6.4.1 与 Excel 图形有关的概念/405
  - 6.4.2 图形毛坯的制作/407
  - 6.4.3 通过对图形要素的编辑来改善图形的质量/409
  - 6.4.4 在图形中如何添加与删除系列/411
  - 6.4.5 将图形的自变量轴与函数轴交换位置/415
  - 6.4.6 将动态名称代表的的数据用作图形中数据系列的基础数据/416
- 6.5 控制面板与可调图形的制作/419
  - 6.5.1 控件与控制面板的制作/419
  - 6.5.2 可调图形的制作/423

参考文献/424

# 微观经济系统的动态分析

假定消费者对一种商品的需求量与生产者对该商品的供给量分别为  $Q^D$  与  $Q^S$ ，它们都是商品价格  $P$  的函数，这就是该商品的需求函数与供给函数。经济学文献习惯于用在以供求量  $Q$  为横坐标并以价格  $P$  为纵坐标的平面  $Q-P$  上制作的图形来表示商品市场的供求状况，商品的需求函数与供给函数在该平面上的图像就是需求曲线与供给曲线，前者具有负斜率，而后者具有正斜率。在简化的条件下，可以认为需求函数与供给函数都是线性的因而需求曲线与供给曲线都是直线。

通常的微观经济学教材只讨论需求与供给两条曲线交点所表示的、商品需求量与供给量达到均衡时的状态。现在要探讨微观商品市场由不均衡转变为均衡的动态过程，也就是要研究下面的两个问题：第一，在什么条件下位于不均衡状态下的商品市场必定会趋向均衡状态；第二，在商品市场会趋向均衡状态的条件成立时这个趋向均衡状态的动态过程具有何种特点。动态经济学在微观经济领域中的重要任务就是要在一些合理的假设条件下研究这两个问题，我们将充分利用各种可调图形来显示这些研究结果。

## 1.1 微观商品市场实现均衡状态的离散时间动态过程

假定时间只能取一系列离散整数值  $(0, 1, 2, \dots)$ ，这些时刻或时间点可以是不同的年或月，又假定各个时刻的商品价格及其需求量与供给量分别为  $P(t)$ 、 $Q^D(t)$  与  $Q^S(t)$ 。在假定需求函数与供给函数是线性函数的情况下有

$$Q^D(t) = a + bP(t), \quad Q^S(t) = c + dP(t), \quad t = 0, 1, 2, \dots \quad (1-1)$$

其中  $a > 0, b < 0$  而  $d > 0$ 。

在均衡状态下商品价格不随时间改变，同时其供给量与需求量相等并保持不变，用  $P^*$  和  $Q^*$  分别表示价格的均衡值和供给量与需求量的共同均衡值。将  $P(t) = P^*$  和  $Q^D(t) = Q^S(t) = Q^*$  代入(1-1)式便可得到

$$Q^* = (ad - bc) / (d - b), P^* = (a - c) / (d - b) \quad (1-2)$$

以  $Q^*$  与  $P^*$  作为横坐标与纵坐标的点  $(Q^*, P^*)$  就是  $Q-P$  平面上需求与供给两条曲线的交点, 这就是商品市场均衡状态在该平面上的表示点。

在市场偏离了均衡状态因而使商品供给量与需求量不相等的情况下, 如果当  $t \rightarrow \infty$  时它具有自动调节的机制因而会返回均衡状态, 那么该均衡状态便是稳定的, 如果当  $t \rightarrow \infty$  时市场不会返回均衡状态甚至还会偏离得越来越远, 那么该均衡状态便是不稳定的。下面来说明在几种可能的商品市场自动调节机制下商品市场的稳定或不稳定的原理以及该市场的表示点趋向或偏离均衡点的动态过程。

### 1.1.1 根据上期需求量—供给量差额来修正本期价格的调节机制

第一种商品市场调节机制是: 假定只要在时刻  $t$  供给量  $Q^S(t)$  与需求量  $Q^D(t)$  不相等, 市场就会以与它们二者的差额成正比的方式来修正下一时刻(时刻  $t+1$ ) 的商品价格  $P(t+1)$ , 即时刻  $t$  的(对下一时刻的)价格修正量等于

$$\Delta P(t) = P(t+1) - P(t) = \alpha [Q^D(t) - Q^S(t)], t=0, 1, 2, \dots \quad (1-3)$$

其中的比例系数  $\alpha (\alpha > 0)$  称为价格调整强度系数。

具体地说, 当  $Q^D(t) > Q^S(t)$  时, 价格修正量  $\Delta P(t)$  为正值, 因而  $P(t+1) > P(t)$ , 也就是说, 当  $t$  时刻需求量超过供给量时, 下一时刻价格便会上升从而使需求量下降而供给量上升; 反之, 当  $Q^D(t) < Q^S(t)$  时, 价格修正量  $\Delta P(t)$  为负值, 因而  $P(t+1) < P(t)$ , 也就是说, 当  $t$  时刻供给量超过需求量时, 下一时刻价格会下降从而使需求量上升而供给量下降。这就是根据上期需求量—供给量差额来修正本期价格的调节机制, 在这种调节机制下价格调整强度系数  $\alpha$  越大则由一定的需求量—供给量差额引起的价格修正量越大<sup>①</sup>。

将(1-1)中两式所确定的  $Q^D(t)$  与  $Q^S(t)$  代入(1-3)式, 可以得到一个一阶常系数线性差分方程

$$\Delta P(t) = wP(t) + v, t=0, 1, 2, \dots \quad (1-4)$$

其中

$$w = -\alpha(d - b), v = \alpha(a - c) \quad (1-5)$$

根据恒等式  $P(t+1) = P(t) + \Delta P(t)$  可将一阶线性差分方程(1-4)改写为

<sup>①</sup> 当  $Q^D(t) < Q^S(t)$  时, 生产者将销毁剩余的供给量, 而当  $Q^D(t) > Q^S(t)$  时, 消费者将放弃未满足的需求量, 因此, 任何时候实际交易量  $Q(t)$  都等于  $Q^D(t)$  与  $Q^S(t)$  二者中的较小者, 即  $Q(t) = \min[Q^D(t), Q^S(t)]$ 。

$$P(t+1) = uP(t) + v, t=0, 1, 2, \dots \quad (1-6)$$

其中

$$u = 1 + w = 1 - \alpha(d - b) \quad (1-7)$$

(1-6)式中的一阶差分方程决定了由一期的价格转移为下一期价格的规则,因此,它可以称为价格转移方程。

如果使用一个形式变量  $R(t)$  来表示  $P(t+1)$ , 那么便可将(1-6)式中的差分方程视为一个递推方程组, 即

$$\begin{cases} R(t) = uP(t) + v \\ P(t+1) = R(t) \end{cases}, t=0, 1, 2, \dots \quad (1-8)$$

这时横坐标代表  $P(t)$  而纵坐标代表  $P(t+1)$  的  $P_t - P_{t+1}$  平面(按照差分方程组的术语, 这个平面称为相平面)也可以表示为横坐标代表  $P(t)$  而纵坐标代表  $R(t)$  的  $P-R$  平面。

按照第 5.1 节中的(5-5)式, 在  $u < 1$  时, 差分方程(1-6)的均衡值(即均衡价格)  $P^*$  为

$$P^* = v / (1 - u) \quad (1-9)$$

将(1-7)式中的  $u, v$  表示式代入, 可得

$$P^* = (a - c) / (d - b) \quad (1-10)$$

这与(1-2)中第二式一致。

我们看到, 在根据上期需求量一供给量差额来修正本期价格的调节机制下, 任意时刻的商品价格  $P(t)$  是一阶差分方程(1-4)或(1-6)在初始条件  $P(0) = P_0$  下的解, 因此, 可以在此基础上利用(1-8)式表示的递推概念, 采用动态模拟技术<sup>①</sup>来确定任意时刻  $t$  的  $P(t)$ 。

顺便指出, 参考(5-6)式可写出  $P(t)$  的解析表示式, 即

$$P(t) = \begin{cases} P^* + (P_0 - P^*)u^t, & d \neq b \\ P_0 + vt, & d = b \end{cases}, t=0, 1, 2, \dots \quad (1-11)$$

因此, 也可以按照此式来确定任意时刻  $t$  的  $P(t)$ 。

在确定了各个时刻的商品价格  $P(t)$  之后, 便可根据(1-1)式确定相应时刻的商

<sup>①</sup> 有关动态模拟技术的说明可参见参考文献[1]第 8.1 节。

品需求量  $Q^D(t)$  与供给量  $Q^S(t)$ , 与初始价格  $P_0$  对应的初始需求量  $Q_0^D$  与初始供给量  $Q_0^S$  分别为:

$$Q_0^D = a + bP_0, \quad Q_0^S = c + dP_0 \quad (1-12)$$

将  $P(t) = P^*$  代入(1-1)中的两式, 便可求出  $Q^D(t)$  与  $Q^S(t)$  的共同均衡值  $Q^*$  (见(1-2)第一式)。

均衡价格  $P^*$  作为(1-6)式中的差分方程的均衡解, 正如第 5.1 节中说明的, 其稳定性取决于系数  $u$  的大小, 在(1-7)式的基础上可知, 在  $b$  与  $d$  给定时  $P^*$  的稳定性最终取决于价格调整强度系数  $\alpha$  的大小。

规定  $\alpha$  的两个临界值

$$\alpha_1 = 1/(d-b), \quad \alpha_2 = 2\alpha_1 = 2/(d-b) \quad (1-13)$$

这样便可将均衡价格  $P^*$  的稳定性对于  $\alpha$  的依赖关系描述如下: 当  $0 < \alpha < \alpha_1$  时,  $0 < u < 1$ , 所以  $P(t)$  将渐近地收敛到  $P^*$ ; 当  $\alpha = \alpha_1$  时,  $u = 0$ , 所以无论初始值  $P_0$  值为何值,  $P(t)$  从  $t=1$  开始便一步变为  $P^*$ ; 当  $\alpha_1 < \alpha < \alpha_2$  时,  $-1 < u < 0$ , 所以  $P(t)$  以衰减振荡的方式收敛到  $P^*$ ; 当  $\alpha = \alpha_2$  时,  $u = -1$ , 所以  $P(t)$  在  $P^*$  两侧等幅振荡; 当  $\alpha > \alpha_2$  时,  $u < -1$ ,  $P(t)$  以发散振荡形式远离  $P^*$ 。总之, 当  $0 < \alpha < \alpha_2$  时,  $P^*$  是稳定的, 当  $\alpha \geq \alpha_2$  时,  $P^*$  不稳定。

由于  $P(t)$  趋近或远离均衡价格  $P^*$  的过程完全决定了  $Q^D(t)$  与  $Q^S(t)$  趋近或远离均衡供求量  $Q^*$  的过程, 因此, 上面指出的差分方程(1-6)的均衡值  $P^*$  的稳定条件也就是商品市场均衡状态( $Q^*, P^*$ )的稳定条件。

可以利用几种可调图形工具来说明价格调整强度系数  $\alpha$  对于均衡价格  $P^*$  的稳定性(以及商品市场均衡状态( $Q^*, P^*$ )的稳定性)的影响, 下面借助一个  $a=700, b=-20, c=-80, d=30$  的典型商品市场来说明这些可调图形(由于这个市场中  $d-b=50, u=u(\alpha)$  按斜率为  $-(d-b)$  的直线随  $\alpha$  的增大而减小, 它在  $\alpha=\alpha_1$  处与横轴相交并在  $\alpha=\alpha_2$  处达到  $u=-1$ , 其中  $\alpha_1=0.02, \alpha_2=0.04; P^*=15.6, Q^*=388$ )。

第一种工具是由一个显示直线  $u=u(\alpha)=1+w=1-\alpha(d-b)$  (与直线  $w=w(\alpha)=-\alpha(d-b)$ ) 的图形与一个显示从特定初始值  $P_0$  出发的  $P(t)$  曲线的图形二者左右并列而成的联合可调图形( $\alpha$  可调)。图 1-1~图 1-3 显示了针对上述典型市场制成的这一联合可调图形的三种状况: 图 1-1 表明了一种条件  $0 < \alpha < \alpha_1$  成立时的情况, 此时  $P(t)$  渐近地收敛到  $P^*$ ; 图 1-2 显示了一种条件  $\alpha_1 < \alpha < \alpha_2$  成立时的情况, 此时  $P(t)$  以衰减振荡的形式趋于  $P^*$ ; 图 1-3 显示了一种条件  $\alpha = \alpha_2$  成立时的情况, 此时  $P(t)$  以等幅振荡的形式在  $P^*$  两侧变化。

第二种工具是一个以  $P_t - P_{t+1}$  相平面图形为主图并以一个显示  $P(t)$  随  $t$  变化形

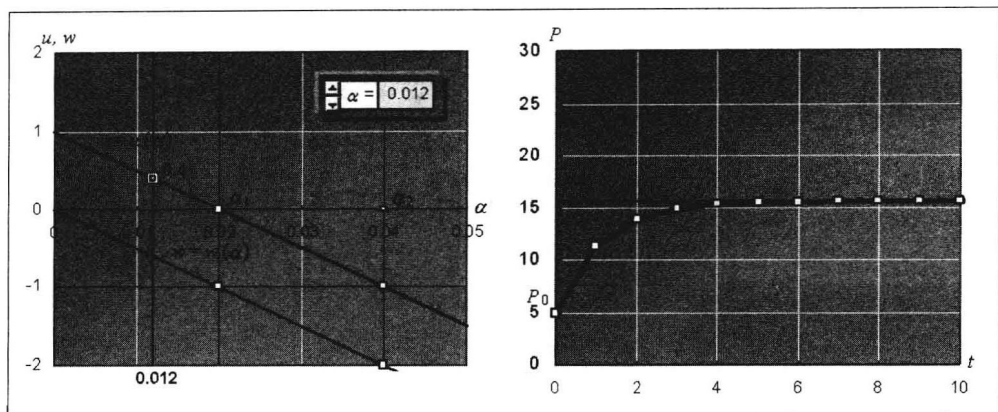


图 1-1

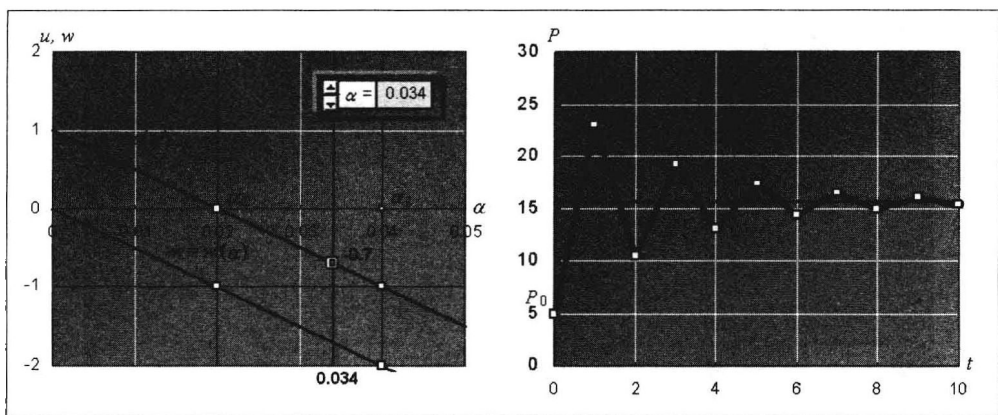


图 1-2

状的曲线图形为附图的上下并列联合可调图形( $\alpha$ 、 $P_0$  与  $t$  可调)。相平面图形显示着一条由(1-6)式给出的价格转移直线与一个作为该直线与经过坐标原点的  $45^\circ$  直线的交点的均衡点( $P^*$ ,  $P^*$ ) (当  $\alpha$  改变时价格转移直线会绕着该均衡点( $P^*$ ,  $P^*$ ) 旋转), 还显示着价格表示点( $P_t$ ,  $P_{t+1}$ ) 随着  $t$  的增长在价格转移直线上从( $P_0$ ,  $P_1$ ) 出发而不断转移的轨迹。图 1-4 与图 1-5 中的左右两图显示了对于前述典型市场制成的这个联合可调图形的四种状态。

图 1-4 左图显示了一种条件  $0 < \alpha < \alpha_1$  成立时的状态, 此时商品价格  $P(t)$  作为表示点( $P_t$ ,  $P_{t+1}$ ) 的横坐标, 从  $P_0$  开始随着  $t$  的增大从左侧递增地趋向于  $P^*$ ; 该图右图显示了一种条件  $\alpha = \alpha_1$  成立时的状态, 此时从  $t=1$  开始  $P(t)$  一步就从  $P_0$  转移到  $P^*$

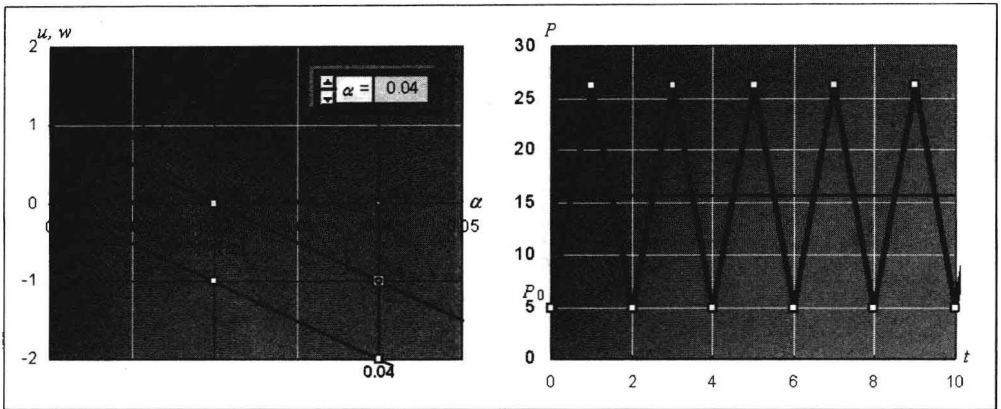


图 1-3

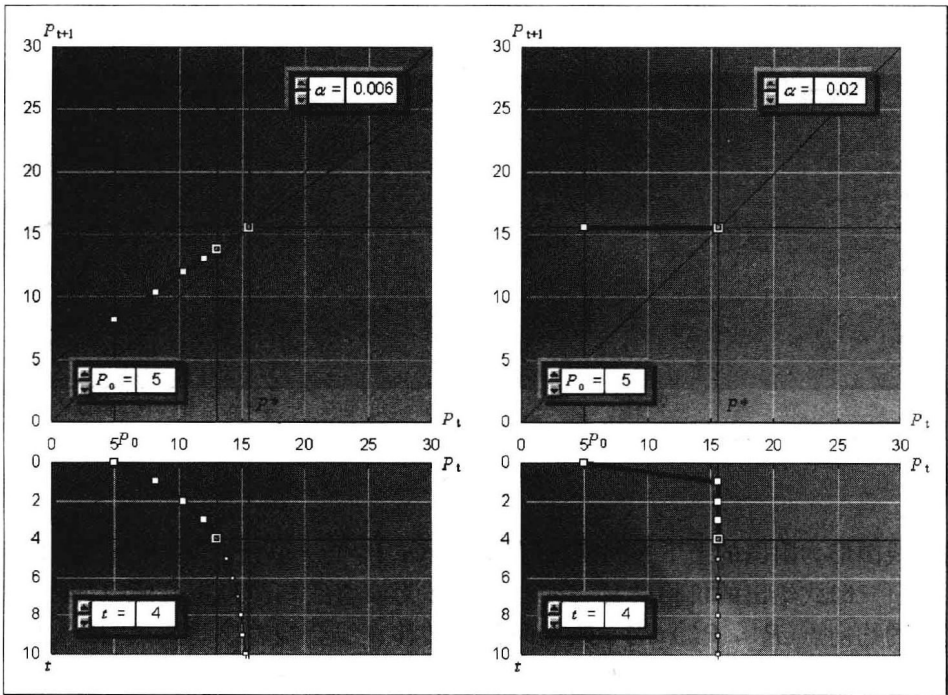


图 1-4

并且随后一直保持为  $P^*$ 。图 1-5 左图显示了一种条件  $\alpha_1 < \alpha < \alpha_2$  成立时的状态, 此时  $P(t)$  随着  $t$  的增大从  $P_0$  开始以在  $P^*$  两侧做衰减振荡的形式趋向于  $P^*$ ; 图 1-5

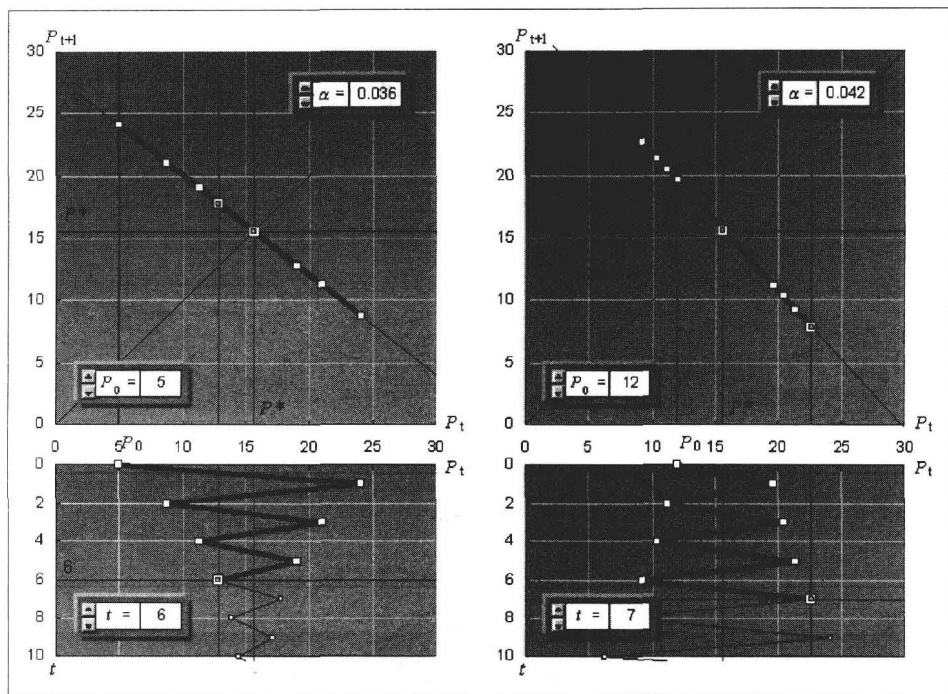


图 1-5

右图显示了一种条件  $\alpha > \alpha_2$  成立时的状态,此时  $P(t)$  从  $P_0$  开始以在  $P^*$  两侧做发散振荡的形式越来越远地偏离  $P^*$ 。

第三种工具是价格相平面  $P_t - P_{t+1}$  上的动态蛛网图 ( $\alpha, P_0$  与步数可调,它其实就是第二种可调图形的主图的一种变体)。正如第 5.1 节中对于一般的一阶线性差分方程所说明的,它通过人为地添加一个位于 45° 直线上的中间位置,把相平面  $P_t - P_{t+1}$  上  $P(t)$  从  $(P_t, P_{t+1})$  转移到  $(P_{t+1}, P_{t+2})$  的跳转  $(P_t, P_{t+1}) \rightarrow (P_{t+1}, P_{t+2})$  分解为两次跳转,即  $(P_t, P_{t+1}) \rightarrow (P_{t+1}, P_{t+1}) \rightarrow (P_{t+1}, P_{t+2})$ 。

图 1-6 与图 1-7 显示了针对给定的典型商品市场制作的价格相平面动态蛛网图的几种状态,其中图 1-6 左右两图显示的分别是图 1-4 左图与图 1-5 左图所示的两种状态,图 1-7 左右两图显示的分别是图 1-3 与图 1-5 右图所示的状态(但  $P_0$  不同)。动态蛛网图中带“m”标记的是蛛网折线的前端点,而带“M”标记的是与该前端点对应的实际价格表示点  $(P_t, P_{t+1})$ 。可以将动态蛛网图与显示  $P(t)$  随  $t$  变化形状的曲线图形上下并列而组成一个联合可调图形,用它来代替图 1-3 与图 1-4 所显示的前一种图形工具。



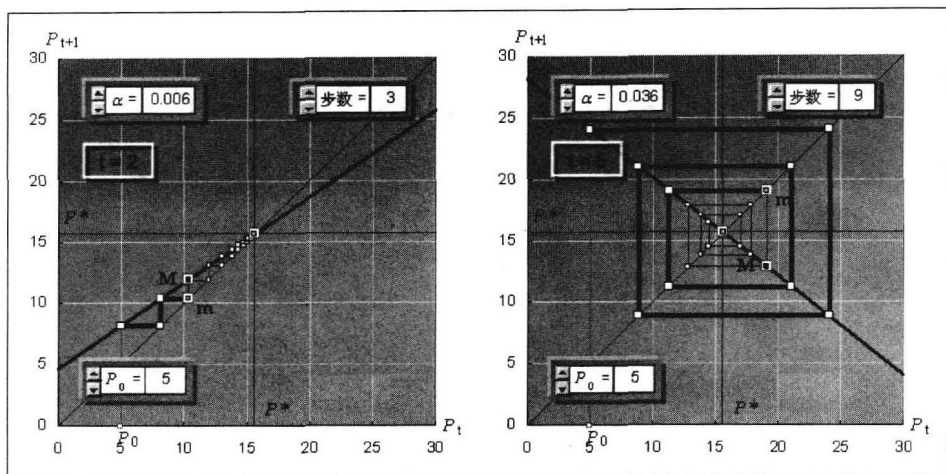


图 1-6

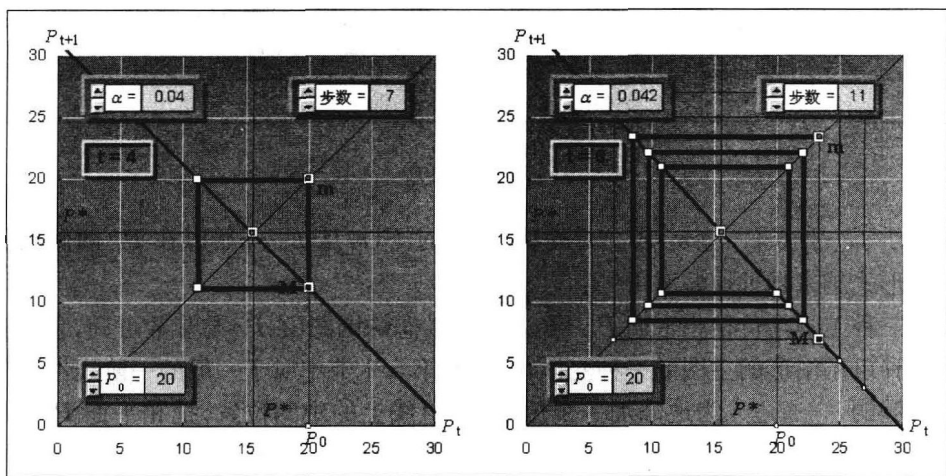


图 1-7

第四种工具是一个组合可调图形( $\alpha$ 、 $P_0$  与  $t$  可调), 它以一个在  $Q-P$  平面上显示市场表示点( $Q^D(t), P(t)$ )与( $Q^S(t), P(t)$ )<sup>①</sup>沿需求与供给两曲线运动的状况的图形作为主图, 并以两个分别显示  $P(t)$  及  $Q^D(t)$  与  $Q^S(t)$  随  $t$  变化状况的曲线图形作为

① 由于在所考虑的价格调整机制下需求量与供给量不相等, 因此, 任何时候只要未达到均衡, 市场就会具有( $Q^D(t), P(t)$ )与( $Q^S(t), P(t)$ )两个表示点而不是一个表示点。