

21 世纪高等学校经济类管理类系列教材

应用计量经济学

刘 斌 张怀清 著



中国金融出版社

责任编辑：古炳鸿 张慧莲
责任校对：张志文
责任印制：丁淮宾

图书在版编目 (CIP) 数据

应用计量经济学 (Yingyong Jiliang Jingjixue) /刘斌, 张怀清著. —北京:
中国金融出版社, 2010. 3

(21 世纪高等学校经济类管理类系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5049 - 5405 - 3

I. 应… II. ①刘…②张… III. ①计量经济学—高等学校—教材
IV. ①F224. 0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 024352 号

出版 **中国金融出版社**
发行

社址 北京市丰台区益泽路 2 号

市场开发部 (010) 63272190, 66070804 (传真)

网上书店 <http://www.chinafph.com>

(010) 63286832, 63365686 (传真)

读者服务部 (010) 66070833, 82672183

邮编 100071

经销 新华书店

印刷 北京松源印刷有限公司

尺寸 169 毫米×239 毫米

印张 15.5

字数 293 千

版次 2010 年 3 月第 1 版

印次 2010 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—3000

定价 32.00 元

ISBN 978 - 7 - 5049 - 5405 - 3/F. 4965

如出现印装错误本社负责调换 联系电话(010)63263947



应用计量经济学

出版说明

随着教学改革的深入和实践领域的不断发展，推出内容充实、体系更新、紧跟时代步伐的教材精品已成为教学界、理论界和出版界的共识。中国金融出版社在“建设精品教材”的思路指引下，继成功推出“21世纪高等学校金融学系列教材”之后，经过对高等院校学科发展变化、课程设置和教材使用情况的深入调查和充分酝酿，推出了面貌全新的“21世纪高等学校经济类管理类专业主要教材”。

“21世纪高等学校经济类管理类专业主要教材”旨在适应新世纪对教学的新要求和学生学习方式变化的新需要，在原有教材的基础上有所突破，有所创新。具体来讲，系列教材将突出以下四个特点：第一，恰当处理教材的学术性、适用性的关系，既注意及时纳入那些较为成熟的、得到公认的理论成果，也适当考虑学生的水平和层次，突出实践性，实现理论知识与实践发展的充分结合。第二，借鉴国内外优秀教材的特点，改变以往教材生硬、死板的面孔，尽可能以丰富的案例来突出知识的实用性，增强可读性，并在编写体例上有所创新。第三，在课后练习方面有所创新，改变传统问答题的形式和死记硬背的答题方式，力争使题型活泼多变，知识生动实用，提高学生运用理论知识解决实际问题的能力。第四，除文字教材外，进一步开发教学课件，部分教材提供容量较大的题库，形成立体化教材，既便于教师备课和学生掌握重点，也便于学生自测和教师考核。

精品教材需要高水平的作者。为落实该套教材的策划思路，中国金融出版社在较高层次上遴选作者队伍。系列教材的主编主要以相应学科的重点学科院校为主（侧重于财经类院校），邀请年富力强、视野开阔的中青年教授担任主编，由主编联合相关院校，组织人员编写。这些作者既有深厚的理论功底，又有丰富的教学实践；既有开放性的创新思维，又有良好的文字能力。这些特点较好地保证了该套教材的编写质量。

“21世纪高等学校经济类管理类专业主要教材”涵盖经济类、管理类专业的最主要

2 应用计量经济学

课程，以经济类管理类的本科生为主要读者，为学生进一步开展专业方向的学习奠定基础，其他门类学科的学生也可选用。

广大师生在使用中对该系列教材有何意见和建议，请联系中国金融出版社教材编辑部。联系方式：E-mail: jiaocaiibu@chinafph.com；或登录中国金融出版社网址：<http://www.chinafph.com>。

中国金融出版社

2004年4月



前 言

纵观国内外已出版的各种计量经济学教科书及应用书籍，我们大致可以将其分为两类：一类是过分偏重计量经济理论，对计量经济软件的操作和应用介绍不够；另一类是过分偏重计量经济软件的操作和应用，对计量经济理论的介绍不够。这两类书籍都有其可取之处和不足之处。对于第一类书籍，如果人们已经有一些计量经济学的基础知识和软件应用的基本训练，那么学习这类书籍无疑将会进一步提高人们的计量经济水平；对初学者来说，学习这类书籍不仅很难，而且由于其在理论推导方面下的工夫过多，对操作和应用注重不够，这使得人们在面对具体的实际问题时无从下手。对于第二类书籍，如果人们对计量经济理论有一定的掌握，那么学习这类书籍将会提高人们利用计量经济学解决实际问题的能力。对初学者来说，虽然学习起来较容易，但同时也产生一个问题，即在人们对建立的计量经济模型深感满意的时候，由于计量经济理论掌握得不充分，可能模型在开始建立时就会出现致命的弱点；另外，现有的计量经济软件使用指南对操作有更详细的介绍，因而与其阅读这类书籍，还不如直接阅读软件的使用指南。

考虑到以上因素，本书力图将计量经济理论和实际应用结合起来，在较详细介绍计量经济理论时不过分强调具体的数学推导过程，而在较详细介绍实际操作时强调计量经济的理论支撑，这样使读者能够在计量经济理论的指导下针对实际问题设计和使用合理的计量经济模型，从而提高人们的定量分析能力。与其他计量经济学书籍相比，本书有以下特色：

其一，现有的计量经济学书籍对建模前的数据处理及模型中的变量选择介绍得不够，本书将较详细地讨论这些问题。

其二，现有的国内计量经济学书籍对计量经济模型的选择和比较介绍得不够，特别是对从一般到特殊的模型选择方法、各种外生性的检验、非嵌套模型的介绍等方面的介绍非常欠缺，本书将对这些方面进行较细的讨论。

其三，现有的计量经济学书籍对模型的求解方法介绍得不够，尤其是对带有预期变量的模型的求解方法介绍甚少，而在近年来的理论和实际应用中，模型的求解是非常关键的一个方面，因而本书将对带有预期变量的线性和非线性模型的有关求解算法和过程进行较详细的介绍。

其四，在现有的计量经济学书籍中，建立模型的基本步骤包括模型设定、估计、检验及模型的和选择，如果能够成功地通过这些过程的检验，就可以说得到了一个较满意的计量经济模型。但在实际应用中，经过上述过程只是从统计上对模型进行了检验，该模型是否能够在实践中得到应用还需要进一步进行模拟检验，也就是说，我们还必须用这些模型对实际经济中出现的一些问题进行模拟试验，让模型对这些问题进行清楚的解答并深入分析经济中出现的各种现象。因此，统计上较为满意的模型只是模型应用的开始，我们还需要对模型进行进一步的性能检验，这样才能使模型真正为经济分析和预测服务。同时，模拟也是检验经济理论的一个重要方面，通过模拟可以对建模依据的经济理论进行检验并对模拟结果与理论结果不一致的地方进行重新考虑，从而为进一步改进模型的性能或深化理论提供支持。针对现有计量经济学书籍关于模拟介绍的缺失情况，本书将详细介绍确定性模拟和随机性模拟的各种方法，从而使人们真正将模型作为定量分析的语言和平台，为经济分析提供决策支持。

其五，现有的国内计量经济学书籍和大部分国外计量经济学书籍对预测的技术细节介绍得不够，特别是对预测平台的调整方法及如何将主观判断与模型预测整合起来提高预测水平等方面介绍得非常少，本书将对这些技术细节进行较详细的讨论。

其六，现有的国内计量经济学书籍对 VAR 模型介绍得不够细致，本书将对 VAR 模型的各种识别条件、VAR 模型与其他模型的比较及 VAR 模型的其他应用进行详细的介绍。

其七，现有的国内计量经济学书籍对协整检验主要介绍了 Engle-Granger 的两步法和 Johansen 的极大似然法，并且介绍得非常粗浅，本书将详细讨论这些方法的技术细节，同时还介绍对于小样本条件下非常有效的 Pesaran-Shin 的 ARDL 方法。

本书配合各章内容附有练习使用的数据光盘，可供读者上机练习。

本书可供不同层次计量经济学的学习者使用，也可供从事经济分析和预测的人员参考，特别是可作为在校本科生和研究生的计量经济学教材及参考书。

刘 斌 张怀清
2010 年 1 月



目 录

1	第一章 统计学的基本知识
1	第一节 随机变量及概率分布
1	一、随机试验及概率
2	二、随机变量及累计分布函数
3	三、随机变量的联合分布
4	第二节 随机变量的数字特征
5	一、描述集中趋势的一些特征数
6	二、描述离散程度的一些特征数
7	三、描述分布形状的一些特征数
8	四、协方差及相关系数
9	第三节 样本数据的一些基本统计量
9	一、样本均值
10	二、样本众数、样本中位数及样本百分位数
10	三、样本方差和标准差
10	四、样本协方差及样本相关系数
10	五、样本偏度和样本峰度
11	第四节 统计假设检验
12	第五节 常用的统计分布
12	一、正态分布
14	二、 χ^2 分布
15	三、 t 分布
16	四、 F 分布
17	五、非中心 χ^2 分布、 t 分布和 F 分布
18	第二章 计量经济模型的设定及建模前的数据处理
18	第一节 计量经济建模的基本步骤

20	第二节 模型设定
20	一、模型设定的理论基础
21	二、理论结果的数学阐述与函数形式的选择
22	三、变量的区分与选择
22	四、模型设定的一个例子
23	第三节 建模前的数据处理
24	一、数据的基本分解
24	二、趋势项的几种处理方法
27	三、季节调整的几种处理方法
29	四、不连续数据的处理方法
30	五、应用实例
37	第三章 单方程模型的估计
37	第一节 线性回归模型及普通最小二乘法
37	一、线性回归方程及其假设
38	二、线性回归方程的普通最小二乘法估计
39	第二节 普通最小二乘法估计量的基本特征
39	一、线性特征
39	二、无偏性
40	三、最小方差性
40	四、一致性
40	五、线性回归中丢失重要变量和包含不必要变量产生的问题
41	第三节 拟合度和方差分析
41	一、 σ^2 的估计
41	二、拟合度
43	三、方差分解
44	第四节 单方程模型的其他估计方法
44	一、广义最小二乘法
45	二、二阶段最小二乘法 (TSLS)
45	三、非线性最小二乘法 (NLS)
46	第五节 应用实例
53	第四章 联立方程模型的估计
53	第一节 联立方程模型及其识别

53	一、联立方程模型
55	二、联立方程的识别
56	第二节 联立方程模型的估计方法
57	一、普通最小二乘法
57	二、二阶段最小二乘法 (2SLS)
58	三、三阶段最小二乘法
59	四、有限信息极大似然估计法
60	五、全信息极大似然估计法
60	六、似不相关估计方法 (SUR)
61	七、广义矩 (GMM) 估计方法
62	第三节 应用实例
73	第五章 模型检验
73	第一节 显著性检验
73	一、一般线性约束的检验
74	二、常用的几个显著性检验
76	第二节 异方差性检验
77	一、White 检验
77	二、Breusch-Pagan-Godfrey 检验
78	三、Goldfeld-Quandt 检验
79	第三节 自相关性检验
79	一、DW 检验
80	二、Q 检验
81	三、拉格朗日乘子检验
82	第四节 正态性检验
83	第五节 稳定性检验
84	一、模型的结构变化检验
86	二、模型的稳定性检验
90	第六节 多重共线性的检验和处理
90	一、多重共线性的检验方法
92	二、多重共线性的处理
93	第七节 应用实例
103	第六章 模型比较与选择
103	第一节 两种建模思路

104	第二节 模型的选择与约化
104	一、约束检验
106	二、似然函数比例检验
107	三、信息判据的运用
107	四、外生性检验
111	五、模型的约化和选择过程
114	第三节 模型的比较
114	第四节 应用实例
125	第七章 VAR 模型
125	第一节 VAR 模型的基本介绍
125	一、VAR 模型的设定与估计
126	二、冲击响应分析
127	三、误差分解
127	第二节 SVAR 模型与冲击的识别
129	第三节 SVAR 模型与其他模型的比较
130	第四节 VAR 模型的运用
130	一、VAR 模型在货币政策分析方面的运用
140	二、VAR 模型在其他方面的运用
142	三、VAR 模型与经济预测
146	第八章 非平稳序列模型的建模
146	第一节 伪回归问题
147	第二节 数据的平稳性检验
153	第三节 协整检验
154	一、Engle-Granger 两步检验法
156	二、Pesaran-Shin 的 ARDL 方法
158	三、Johansen 的极大似然检验法
160	第四节 误差校正模型
162	第五节 应用实例
173	第九章 计量经济模型的模拟与情景分析
173	第一节 模型的基本特征
174	第二节 模型的求解方法
175	一、不带有预期变量的线性模型的求解方法

175	二、带有预期变量的线性模型的求解方法
177	三、不带有预期变量的非线性模型的求解方法
178	四、带有预期变量的非线性模型的求解方法
181	第三节 模拟的类型与方法
182	第四节 模拟的基本用途
186	第五节 应用实例
206	第十章 模型与经济预测
206	第一节 预测的方法和基本原则
207	第二节 预测的基本框架及步骤
210	第三节 预测的评价
211	第四节 模型预测结果的改进与调整
215	第五节 应用实例

统计学的基本知识

探索不确定性的世界有各种方式,依据统计数据是其中重要的方式之一。统计学知识大体可以划分为两方面的内容:一是运用统计学描述实验或者调查对象的特征,这一般称为数据分析或者描述性统计;二是对一个事件的整体感兴趣,却不知道整体的特征,此时可通过样本对整体特征进行推断,这一般称为统计推断。掌握统计学知识是学习计量经济学的重要前提,本章介绍统计学的基本知识,为学习计量经济学提供一个基础。

第一节 随机变量及概率分布

一、随机试验及概率

在我们生活的社会里,很多事件的结果具有不确定性,其中一些事件可以用数学来描述。例如,把一枚质地均匀的对称硬币的两面分别称为 A 面和 B 面,随机抛硬币后,只有两种结果,或者为 A 面朝上,或者为 B 面朝上,但在抛硬币之前,不能确定是 A 面朝上还是 B 面朝上。

一个随机试验的所有可能结果的集合称为样本空间,样本空间的每一个元素为一个样本点,样本空间的一个子集为随机试验的一个事件。例如,连续抛一枚硬币两次,其样本空间为集合 $\{(A,A), (A,B), (B,A), (B,B)\}$,其中每一次的结果为一个样本点,例如,两次抛硬币都是 A 面朝上的结果 (A,A) 为一个样本点;至少有一次 A 面朝上为一个事件。令 \mathcal{R} 表示一个样本空间, A 为样本空间中的一个事件,事件 A 的概率记为 $P(A)$,指在重复试验中事件 A 出现的次数的比例。直观的理解是,在总共 n 个等可能的试验结果中,如果 A 出现 m 次,定义 $\frac{m}{n}$ 为 A 的频率,当重复试验次数足够多,可以称 $\frac{m}{n}$ 为事件 A 的概率,记为

$P(A) = \frac{m}{n}$ 。 $P(A)$ 为一个实值函数，并且有 $0 \leq P(A) \leq 1$ ， $P(\mathbb{R}) = 1$ 。

二、随机变量及累计分布函数

如果一个变量的值由一个随机试验的结果决定，这个变量可以称为随机变量，随机变量一般用 X 、 Y 、 Z 表示。随机变量的取值可能为离散的，也可能为连续的。例如，同时投掷两颗骰子，定义随机变量 X 为两骰子数码之和，则 X 的值为 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12，其是离散的。把一颗骰子扔出，骰子的原始起点到落点之间的距离是一个随机变量，设为 Y ，其可以为 0 米到 20 米之间的任何数值，这时随机变量 Y 为连续的。

令离散型随机变量 X 的取值为 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ，函数 $f(x) = P(x_i)$ 为随机变量 X 取值为 x_i 的概率， $i = 1, 2, \dots, n$ ，则称 $f(x) = P(x_i)$ ， $i = 1, 2, \dots, n$ ，为离散型随机变量 X 的概率密度函数，根据概率的性质有 $\sum_{i=1}^n P(x_i) = 1$ 。

对于连续型随机变量 X ，一个函数 $f(x)$ 如果满足以下条件，则称为连续型随机变量 X 的概率密度函数。

$$\begin{aligned} f(x) &\geq 0 \\ \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx &= 1 \\ P(a \leq X \leq b) &= \int_a^b f(x) dx \end{aligned}$$

图 1-1 是某概率密度函数的图形，从该图可以看出，概率值 $P(a \leq X \leq b)$ 就是在区间 $[a, b]$ 概率密度函数曲线包含的区域的面积。如果区间取为变量的所有定义域，那么概率密度函数曲线包含的面积为 1。

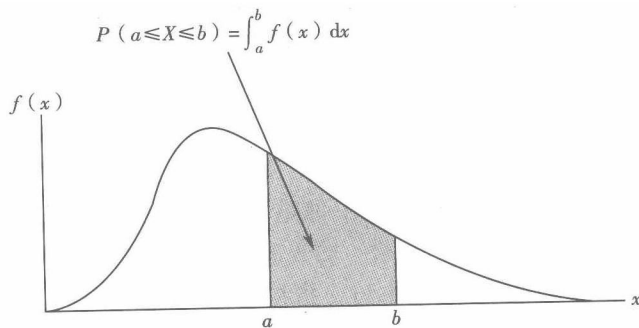


图 1-1 概率密度函数

对于任何随机变量 X , 其小于或者等于 a 的概率表示为函数 $F(a)$, 称函数 $F(x)$ 为随机变量的累计分布函数。

对于离散型随机变量有 $F(x) = \sum_{X \leq x} f(X) = P(X \leq x)$

对于连续型随机变量有 $F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt$, $f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$, 其中, $f(x)$ 为随机变量 X 的概率密度函数。

无论是离散型随机变量还是连续型随机变量的累计分布函数 $F(x)$ 都具有以下性质:

1. $0 \leq F(x) \leq 1$
2. 如果 $x > y$, 那么 $F(x) > F(y)$
3. $F(-\infty) = 0, F(+\infty) = 1$
4. $P(a < x \leq b) = F(b) - F(a)$

三、随机变量的联合分布

对于多个随机变量, 通常采用联合分布函数来描述这些随机变量之间的规律。

对于两个离散型随机变量 X, Y , 其联合概率密度函数定义为

$$P(X = x_i, Y = y_j) = p_{ij}, i, j = 1, 2, \dots$$

其中, p_{ij} 为随机变量 X 取值为 x_i 及随机变量 Y 取值为 y_j 的概率, 且 $\sum_{i,j} p_{ij} = 1$ 。

对于两个连续型随机变量 X, Y , 其联合概率密度函数定义为 $g(x, y)$, 满足下面的条件:

$$g(x, y) \geq 0$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x, y) dx dy = 1$$

$$P(a \leq X \leq b, c \leq Y \leq d) = \int_a^b \int_c^d g(x, y) dx dy$$

同样可以定义两个随机变量的联合累计分布函数 $F(x, y)$ 。

对于离散型随机变量, $F(x, y) = \sum_{X \leq x, Y \leq y} f(X, Y) = P(X \leq x, Y \leq y)$

对于连续型随机变量, $F(x, y) = \int_{-\infty}^x \int_{-\infty}^y f(x, y) dx dy$, 其中, $f(x, y)$ 为随机变量的联合概率密度函数。

对于多个随机变量, 通常还使用边缘概率密度函数的概念, 对于两个随机变量 X, Y , 其边缘概率密度函数定义为

$$\text{对于离散型随机变量, } f_X(x_i) = P(X = x_i) = \sum_j p_{ij}$$

4 应用计量经济学

对于连续型随机变量, $f_X(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x,y) dy$

对于两个独立的随机变量, 显然有 $f(x,y) = f_X(x)f_Y(y)$

另外, 对于多个随机变量, 通常还使用条件概率密度函数的概念, 对于两个随机变量 X 、 Y , 其条件概率密度函数定义为

对于离散型随机变量, $P(X = x_i | Y = y_j) = \frac{P(X = x_i, Y = y_j)}{P(Y = y_j)}$

对于连续型随机变量, $f_{X|Y}(x|y) = \frac{f(x,y)}{f_Y(y)}$

对于两个独立的随机变量, 显然有, $f_{X|Y}(x|y) = f_X(x)$

第二节 随机变量的数字特征

如果得到了随机变量的分布函数, 那么我们也就能够详细了解随机变量的特征。对于这些特征的刻画, 我们通常采用一些特征值来度量。图 1-2 列举了分布的一些特征, 总的来说, 随机变量的分布特征可以概括为以下三个方面: 一是分布的集中趋势, 反映随机变量的一般水平值; 二是分布的离散趋势, 反映随机变量的分散程度; 三是分布的偏态和峰态, 反映随机分布的形状。

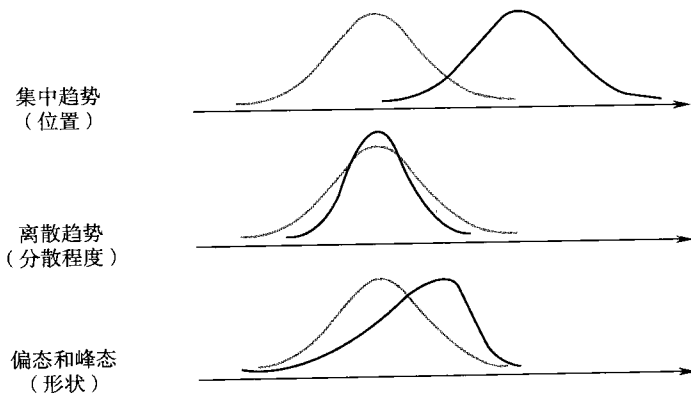


图 1-2 分布的一些特征

本节将对以上特征的度量指标进行介绍, 另外, 我们还将对刻画多个随机变量之间相互关系的度量指标进行介绍。

一、描述集中趋势的一些特征数

集中趋势反映了数据向其中心值靠拢的倾向和程度，这个中心值代表了数据的一般水平值，我们描述集中趋势就是期望寻找这个中心值，常用的指标有均值、众数、中位数和百分位数。

1. 均值

均值是描述分布集中趋势的最常用特征值，它描述数据的平均水平。对于一个离散型随机变量 X ，其均值为 $\mu = E(x) = \sum_x xf(x)$ ；对于一个连续型随机变量 X ，其均值为 $\mu = E(x) = \int_x f(x) dx$ ，其中 $f(x)$ 为概率密度函数。

假设 $g(X)$ 是关于随机变量 X 的函数，对于这个函数，我们同样可以计算其均值，具体来讲：

对于离散型随机变量 X 的函数 $g(x)$ ，其均值为 $\mu = E[g(x)] = \sum_x g(x)f(x)$ ；

对于连续型随机变量 X 的函数 $f(x)$ ，其均值为 $\mu = E[g(x)] = \int_x g(x)f(x) dx$ 。

特别地， $E(a + bx) = a + bE(x)$

2. 众数

众数反映了分布中最有可能出现的数值，对于随机变量 X 中的一个数值 x' ，如果概率密度函数 $f(x)$ 在 x' 的值最大，则称 x' 为随机变量 X 的众数。众数的一个特征是其不受极端值的影响，但是一个分布可能没有众数或有几个众数。如图 1-3 所示，在图 1-3 (1) 中，该分布是均匀分布，没有众数；在图 1-3 (2) 中，该分布存在唯一的众数；在图 1-3 (3) 中，该分布存在 2 个众数。

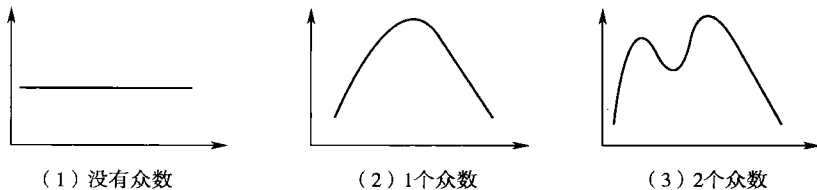


图 1-3 众数的几种情况

3. 中位数及百分位数

对于随机变量 X 和常数 m ，如果 $P(X \geq m) \geq \frac{1}{2}$ 和 $P(X \leq m) \leq \frac{1}{2}$ ，则称