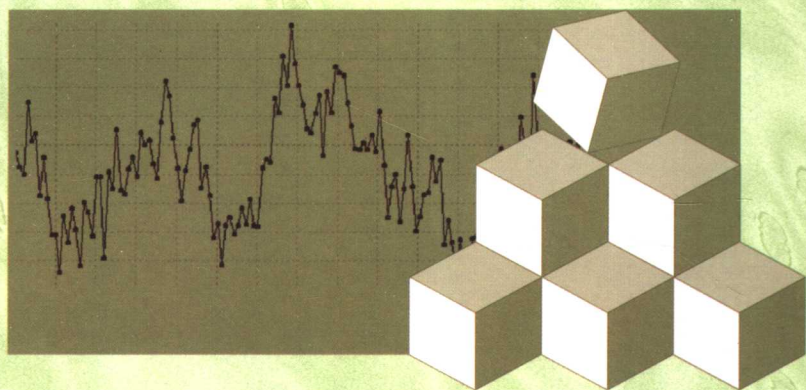


童恒庆 著

# 理论计量经济学



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 理论计量经济学

童恒庆 著

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

计量经济学以数理统计学为理论基础,以回归模型和时序模型为基本框架,验证经济理论的定量描述,揭示经济数据的内在联系,预测经济运动的发展趋势,开展经济规律的实证研究.计量经济学在理论上比较成熟,应用上比较广泛,本书则是侧重介绍计量经济学的理论基础和数学原理,提供分析工具.除了比较多地介绍了作者自己的研究成果和附有自己编写的配套计算软件外,全书的内容与国际流行的著名计量经济学著作大致相当.

本书既可作为与数理统计学、计量经济学有关专业的大学高年级学生、研究生、青年教师与青年研究人员的理论读物,又可作为经济、管理、金融、证券、商贸、水文、地质、工业、农业等行业的分析人员作回归预测与时序预测的参考读物与实用工具书.

### 图书在版编目(CIP)数据

理论计量经济学/童恒庆著. —北京:科学出版社, 2005

ISBN 7-03-015735-4

I. 理… II. 童… III. 计量经济学 IV. F224.0

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第065125号

责任编辑:陈玉琢 吕 虹 祖翠娥/责任校对:鲁 素

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2005年9月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2005年9月第一次印刷 印张: 44 1/4

印数: 1—2 500 字数: 842 000

定价: 90.00元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

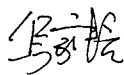
## 序

计量经济学(或经济计量学)是一门由数学、统计学和经济学相结合的交叉学科.它以数理统计学为基础,以回归模型和时序模型为框架,对经济理论进行验证,对经济数据的内在联系进行描述,对经济运行的发展趋势进行预测,以定量方式揭示经济规律.计量经济学在整个数量经济学各分支中最为成熟,应用最广泛,是经济定量分析和经济决策支持的重要工具.

迄今为止,国内学者已编著出版了不少计量经济学著作,也翻译了一些国外流行的计量经济学著作.目前,我国计量经济学的教学研究水平有了显著提高,相继出版了若干高水平的计量经济学著作.

童恒庆教授著的《理论计量经济学》的内容,与国外流行的计量经济学著作大致相当,侧重于经济计量模型的数学分析,注重模型体系的系统性和完整性,在一定程度上反映了国际前沿的发展.该书融入了作者较多的研究成果,大量采用了中国的经济数据,并提供了配套的计算程序软件.

这本书的出版标志着国内计量经济学教学研究水平的提高,特别是著作与计算软件由作者一人单独完成,可喜可贺.我相信再版时该书会进一步发展和完善.是为序.



2005年1月15日

# 前 言

什么是计量经济学?

笔者认为,计量经济学(Econometrics)以数理统计学(Statistics)为理论基础,以回归(regression)模型和时序(time series)模型为基本框架,验证经济理论的定量描述,揭示经济数据的内在联系,预测经济运动的发展趋势,开展经济规律的实证研究,构成经济定量分析和经济决策的重要支撑。

计量经济学按侧重点的不同,有理论计量经济学和应用计量经济学之分。国际上比较著名的计量经济学著作有Damodar N.Gujarati的“Basic Econometrics”,侧重计量经济学的基本概念和线性模型;Judge, George G., Carter R.Hill, William E.Griffiths, Helmut Lütkepohl, Tsoung-Chao Lee等合著的“Introduction to the Theory and Practice of Econometrics”,侧重计量模型计算的理论与方法;Greene, William H.的“Econometric Analysis”,叙述比较全面而深刻,适合研究人员参考;Jack Johnston, John DiNardo合著的“Econometric Methods”,概念叙述丰富而简捷,适合高等院校选作教材。

本书的基本结构如何?

本书属于理论计量经济学的范畴,侧重介绍计量经济学的理论基础和数学原理,提供分析工具。

粗略地说,一般计量经济学著作的内容包括70%左右的回归模型分析与30%左右的时间序列模型分析。本书也不例外,前11章讲述回归模型,接着3章讲述时间序列分析。不过本书没有附加代数与概率论知识,因为现在中国的理工经济类本科都开设了这两门课程。本书也没有附加统计数表,因为本书附有软件光盘,内有电子统计数表。

作者通过实践体会到,在经济定量分析工作中,多元统计分析也是非常有用的,但是一般的计量经济学著作中并没有收入这些内容。本书收入了这些内容,作为最后一章。

本书的编排还有一个重要特点,就是注重模型的内在联系,注重全书的系统性。第一章讲述一元线性回归模型,读者可以建立起回归的基本概念与理论框架。第二章讲述多元线性回归模型,这是应用最广泛的一类回归模型。第三章开始讲述多元线性回归模型的变化,无外乎是设计矩阵的变化、因变量的变化、回归系数的变化、

残差项的变化,一般是设法转化为基本模型去研究.完成了线性模型的讲解以后,从第七章开始讲述非线性回归模型.线性模型与非线性模型都属于参数模型,第八章则讲述非参数回归模型.前面讲的参数与非参数模型都是单个方程的模型,第九章则讲述多个方程的模型.前面讲的模型不管是单个方程的还是多个方程的,变量数据都是同时的,第十章则讲述滞后变量的回归,这已经开始与时序模型接轨了.第十一章讲述与回归有关的一些专题,如投影寻踪回归、偏最小二乘回归、连续回归、稳健回归等.第十二章开始讲述时间序列分析的一般方法,建立起时序分析的基本概念.接着第十三章讲述平稳时序模型,主要是自回归模型、移动平均模型、自回归移动平均模型.第十四章讲述非平稳时序模型,一般是向平稳时序模型去联系和转化,主要介绍单位根过程、协稳过程与自回归条件异方差模型.第十五章讲述多元数据分析计量模型,主要有方差分析、相关分析、判别分析、因子分析、对应分析、路径分析等,以及纵横数据、截断数据、删失数据、久期数据、高维数据等数据的分析和处理.

本书有什么特色?

本书有比较详细的数学推导,这方面内容远超出了前述的几本计量经济学著作,因为本书书名为理论计量经济学,定位如此.

本书配有 70 多个计量经济学算例,数据采集遍及美国、英国、法国和海峡两岸统计数据及权威著作的经典算例,应用领域涵盖宏观经济、微观经济、金融证券和投资分析,计量分析包括模型建立、假设检验、参数估计和趋势预测.希望本书在应用方面也能尽量满足读者需求.

本书收入了作者自己在数学模型和算法方面的多项研究成果,包括 6 篇收入 SCI 和 3 篇收入 EI 的文章.这要感谢国家自然科学基金对《计算统计若干算法的研究》和《随机前沿面模型的统计分析》项目的大力支持.

本书的模型计算由作者自己编写的 DASC 软件完成.这要感谢国家科技部技术创新基金对《面向网络与数据库的数据分析计算软件》项目的大力支持.

本书适应哪些读者?

作为一本数学、数理统计学、计量经济学方面的专著,它当然可以供有关专业大学高年级学生、研究生、教师阅读.本书架起了一座从教科书到附录、参考文献所代表的研究前沿领域的桥梁,同时本书又是一本实用参考书与工具书.书中以算例形式给出了有关模型的数据结构及计算过程,使用者无须懂得数学推导,无须了解算法细节,无须编程,无须英文,只须按算例形式准备好数据文件,按程序提示调整计算过程控制参数,软件将自动计算、打印结果并作出图像显示.

因此,本书及配套软件可作为各行各业的分析人员的参考书和实用工具书.

- (1) 经济管理部门的读者可以及时作出地区或部门经济的预测;
- (2) 工业商业销售部门的读者可以及时作出销售额、成本预测;
- (3) 经济分析研究人员可以方便地以回归模型、时序模型与数据图表说话, 显著提高分析质量与论文水平;
- (4) 股市投资人可以挑选自己感兴趣的数据, 使用本书软件发现独到的数据联系规律, 从而作出独到的科学决策.

除了经济方面以外, 其他一切需要进行数据分析的领域, 如气象、地质、水文、卫生、化工、农业等, 尤其是实验和研究部门, 都可以使用本书及所附的计算软件.

作者感谢科学出版社和陈玉琢编辑的热情工作, 也感谢武汉理工大学的领导和研究生院的大力支持.

武汉理工大学数学系

童恒庆

2005 年 1 月 1 日

# 目 录

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 第一章 一元线性回归与证券投资回归分析 .....                | 1  |
| 第一节 证券价值与风险回归评估 .....                    | 1  |
| 一、 普通股票价值评估的每股盈余回归评估法 .....              | 2  |
| 算例 1.1.1 台积电每股盈余对销售额回归, 对年度回归, 自回归 ..... | 3  |
| 二、 资本资产定价模型与证券投资风险回归分析 .....             | 6  |
| 算例 1.1.2 股票系统风险、随机风险与收益率的测定比较 .....      | 10 |
| 第二节 一元线性回归基本原理 .....                     | 13 |
| 一、 回归方程与最小二乘法 .....                      | 14 |
| 二、 误差正态假设与误差方差估计 .....                   | 16 |
| 三、 线性回归的显著性检验 .....                      | 18 |
| 四、 回归预测与区间估计 .....                       | 23 |
| 五、 重复观测与拟合不足 .....                       | 25 |
| 六、 数据变换后的线性拟合 .....                      | 28 |
| 算例 1.2.6 一元数据变换后的线性拟合 .....              | 29 |
| 第二章 一般多元线性回归模型 .....                     | 31 |
| 第一节 多因素定价模型与套利定价理论 .....                 | 32 |
| 算例 2.1.1 三个证券的套利分析过程 .....               | 35 |
| 第二节 多元线性回归的基本原理 .....                    | 38 |
| 一、 多元线性回归模型及其参数估计 .....                  | 38 |
| 二、 多元线性回归模型的假设检验 .....                   | 43 |
| 三、 多元线性回归预测与参数的区间估计 .....                | 47 |
| 四、 会计信息在股市中作用的回归分析 .....                 | 49 |
| 算例 2.2.4 多元线性回归: 台湾联电股价与其业绩之间的关系 .....   | 50 |
| 第三节 自变量选择与逐步回归 .....                     | 54 |
| 一、 线性模型添加变量的影响 .....                     | 54 |
| 二、 自变量选择的准则 .....                        | 56 |
| 三、 逐步回归 .....                            | 60 |
| 算例 2.3.3 逐步回归: 中国进出口额与财政支出的关系 .....      | 62 |
| 四、 逐级回归 .....                            | 64 |

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 第四节 多元数据变换与多项式回归 .....                    | 64  |
| 一、多元数据变换后的线性假设 .....                      | 65  |
| 算例 2.4.1 分列分别变换后的回归 .....                 | 66  |
| 二、一个自变量的多项式回归 .....                       | 67  |
| 算例 2.4.2 台塑股价与台湾加权指数的多项式拟合 .....          | 68  |
| 三、正交多项式回归 .....                           | 69  |
| 算例 2.4.3 北京中燕个股股价对时间的正交多项式拟合 .....        | 72  |
| 四、多元多项式回归 .....                           | 75  |
| 算例 2.4.4 耀华玻璃、华新水泥个股对板块效应与股市整体效应的响应 ..... | 75  |
| 第五节 设计矩阵列共线与最小二乘解 .....                   | 76  |
| 一、设计矩阵列共线的影响 .....                        | 76  |
| 二、广义逆 $A^-$ 与 $A^+$ .....                 | 77  |
| 三、最小二乘解 .....                             | 80  |
| 四、线性模型的降维计算与病态分离 .....                    | 81  |
| 算例 2.5.4 交互投影迭代算法 .....                   | 83  |
| 第三章 多元线性回归模型的有偏估计 .....                   | 85  |
| 第一节 设计矩阵列复共线与岭回归 .....                    | 86  |
| 一、设计矩阵列复共线的影响 .....                       | 86  |
| 二、岭回归 .....                               | 88  |
| 三、岭迹分析与岭参数选择 .....                        | 89  |
| 四、广义岭回归 .....                             | 91  |
| 算例 3.1.4 岭回归与岭迹图 .....                    | 91  |
| 第二节 自变量重新组合与主成分回归 .....                   | 92  |
| 一、主成分回归的概念 .....                          | 92  |
| 二、主成分的确定 .....                            | 93  |
| 算例 3.2.2 法国有关进口总额的经济分析 .....              | 95  |
| 第三节 增广相关阵的特征根回归 .....                     | 98  |
| 一、增广相关阵的特征根与复共线关系 .....                   | 98  |
| 二、增广相关阵特征根与最小二乘估计 .....                   | 100 |
| 三、特征根回归 .....                             | 101 |
| 第四节 均匀压缩估计 .....                          | 101 |
| 一、简单线性模型 LSE 的不容许性 .....                  | 102 |
| 二、一般多元线性回归模型的 Stein 估计 .....              | 106 |
| 三、双 $k$ 类 Stein 型估计与双 $h$ 类岭估计 .....      | 109 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第五节 有偏估计的极值意义与几何意义          | 114 |
| 一、 椭球面与球面相切的岭估计             | 114 |
| 二、 椭球面与超平面相切的主成分估计与特征根估计    | 116 |
| 三、 椭球面与椭球面相切的均匀压缩估计         | 120 |
| 第四章 异方差与自相关广义线性模型           | 121 |
| 第一节 异方差的存在与检验               | 123 |
| 一、 异方差的存在与影响                | 123 |
| 二、 异方差的检验                   | 124 |
| 算例 4.1.2 消费-收入数据的异方差 BPG 检验 | 126 |
| 第二节 协方差为对角阵的广义线性模型          | 128 |
| 一、 协方差为已知对角阵与广义最小二乘         | 128 |
| 二、 仅含两个未知方差量的模型             | 129 |
| 三、 乘子异方差模型                  | 130 |
| 第三节 自相关线性模型                 | 132 |
| 一、 残差一阶自回归线性模型              | 133 |
| 算例 4.3.1 残差一阶自回归线性模型        | 137 |
| 二、 自回归条件异方差模型               | 139 |
| 第四节 广义矩估计方法                 | 144 |
| 一、 广义矩估计方法的概念               | 144 |
| 二、 权矩阵的最佳选择                 | 147 |
| 三、 若干具体场合的 GMM              | 148 |
| 算例 4.4.3 负指数矩估计的齿轮寿命分布      | 149 |
| 第五节 协方差阵正定的广义线性模型           | 149 |
| 一、 模型概念及参数估计、假设检验           | 149 |
| 二、 LSE 与 BLUE 一致条件          | 151 |
| 三、 残差平方和相等的条件               | 154 |
| 第六节 协方差阵半正定的广义线性模型          | 155 |
| 一、 模型概念与最小二乘统一理论            | 155 |
| 二、 分块逆矩阵法                   | 160 |
| 第五章 方差分量线性回归模型              | 164 |
| 第一节 随机效应与方差分量模型             | 165 |
| 一、 随机效应回归模型                 | 165 |
| 二、 方差分量模型概念                 | 168 |

|     |                                     |     |
|-----|-------------------------------------|-----|
| 第二节 | 方差分量模型的解法                           | 169 |
| 一、  | 方差分析                                | 169 |
|     | 算例 5.2.1 市场收益率与股利和换手率的关系            | 174 |
| 二、  | 最小范数二次无偏估计法                         | 177 |
| 三、  | 极大似然法                               | 181 |
| 第三节 | 方差分量模型参数的广义岭估计                      | 182 |
| 一、  | 方差分量岭估计的构造与性质                       | 182 |
| 二、  | 岭参数的选择                              | 187 |
|     | 算例 5.3.2 方差分量模型参数的广义岭估计             | 191 |
| 第四节 | 方差分量模型参数经验 Bayes 估计                 | 192 |
| 一、  | 方差分量模型参数经验 Bayes 估计的构造              | 193 |
| 二、  | 方差分量模型参数经验 Bayes 估计的收敛性             | 194 |
| 第六章 | 虚拟与离散变量回归模型                         | 197 |
| 第一节 | 虚拟变量作自变量的模型                         | 198 |
| 一、  | 虚拟变量作加项, 工资性别差异问题                   | 198 |
| 二、  | 虚拟变量作乘项, 储蓄与收入分段拟合比较                | 200 |
|     | 算例 6.1.2 分段回归与 Chow 检验, 英国居民储蓄与收入数据 | 203 |
| 三、  | 横截面分析                               | 204 |
|     | 算例 6.1.3 横截面分析模型, 两公司投资分析数据         | 206 |
| 四、  | 季节分析                                | 207 |
|     | 算例 6.1.4 季节分析模型, 美国制造业利润销售额数据       | 208 |
| 第二节 | 虚拟或离散因变量的模型                         | 211 |
| 一、  | 二值选择的线性概率模型                         | 211 |
|     | 算例 6.2.1 有无住房与收入关系模型                | 212 |
| 二、  | Logit 回归模型                          | 214 |
|     | 算例 6.2.2 计算机 CPU 主频增长趋势预测           | 218 |
| 三、  | Probit 回归模型                         | 219 |
|     | 算例 6.2.3 正态分布函数拟合概率变化的 S 曲线         | 220 |
| 四、  | Tobit 回归模型                          | 220 |
|     | 算例 6.2.4 删失数据的极大似然回归                | 224 |
| 第三节 | 约束回归与评估模型                           | 227 |
| 一、  | 线性约束回归与随机约束                         | 228 |
|     | 算例 6.3.1 配方回归模型                     | 238 |
| 二、  | 评估模型                                | 241 |
|     | 算例 6.3.2 评估模型的交互投影迭代算法              | 246 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 第七章 非线性回归模型 .....                     | 247 |
| 第一节 非线性回归模型最小二乘估计的计算 .....            | 248 |
| 一、非线性模型 LSE 的 Gauss-Newton 算法 .....   | 249 |
| 二、非线性模型 LSE 的 Newton-Raphson 算法 ..... | 255 |
| 算例 7.1.2 23 种指定回归函数的非线性回归模型 .....     | 258 |
| 第二节 非线性强度的曲率度量 .....                  | 261 |
| 第三节 非线性回归模型的极大似然估计 .....              | 266 |
| 一、极大似然估计与最小二乘估计的一致性 .....             | 266 |
| 算例 7.3.1 自写回归函数的非线性回归模型 .....         | 268 |
| 二、极大似然估计的三种算法 .....                   | 269 |
| 第四节 增长曲线模型 .....                      | 271 |
| 一、基本增长曲线模型 .....                      | 271 |
| 算例 7.4.1 增长曲线回归模型 .....               | 274 |
| 二、复杂的增长曲线模型 .....                     | 276 |
| 第五节 生存数据与失效率模型 .....                  | 277 |
| 一、失效率模型的一般理论 .....                    | 277 |
| 二、分段 Weibull 分布的参数估计 .....            | 281 |
| 算例 7.5.2 浴盆曲线与分段 Weibull 分布 .....     | 285 |
| 第八章 非参数与半参数回归模型 .....                 | 289 |
| 第一节 非参数回归与权函数法 .....                  | 291 |
| 一、非参数回归概念 .....                       | 291 |
| 二、权函数方法 .....                         | 292 |
| 三、权函数估计的矩相合性 .....                    | 294 |
| 算例 8.1.3 一元非参数回归 .....                | 300 |
| 第二节 密度核估计与回归函数核估计 .....               | 301 |
| 一、密度核估计概念与收敛性 .....                   | 301 |
| 二、使用正交多项式核的密度及其偏导数核估计的收敛速度 .....      | 304 |
| 三、密度核估计的连续性及光滑性 .....                 | 306 |
| 四、改进多元密度核估计的交互投影迭代算法 .....            | 312 |
| 算例 8.2.4 随机数发生、直方图显示与密度核估计 .....      | 314 |
| 五、二元核回归的窗宽选择 .....                    | 316 |
| 第三节 非参数回归模型的样条拟合 .....                | 321 |
| 一、样条回归的基本概念 .....                     | 321 |
| 二、平滑样条的构造 .....                       | 324 |

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 三、 广义交叉核实 .....                                 | 328 |
| 算例 8.3.3 样条回归与散乱数据插值 .....                      | 335 |
| 第四节 非参数回归模型的小波拟合 .....                          | 336 |
| 一、 与信噪分离有关的小波理论准备 .....                         | 337 |
| 二、 非参数回归的小波拟合方法 .....                           | 346 |
| 算例 8.4.2 小波回归与信噪分离 .....                        | 348 |
| 第五节 半参数回归模型 .....                               | 349 |
| 一、 线性半参数回归模型 .....                              | 350 |
| 算例 8.5.1 线性半参数回归模型 .....                        | 352 |
| 二、 单指标半参数回归模型 .....                             | 354 |
| 算例 8.5.2 单指标半参数回归模型 .....                       | 357 |
| 三、 自建模半参数回归模型 .....                             | 358 |
| 算例 8.5.3 曲线漂移与曲线预测 .....                        | 364 |
| 第六节 随机前沿面回归模型 .....                             | 365 |
| 一、 随机前沿面线性模型及参数的渐近有效估计 .....                    | 365 |
| 算例 8.6.1 随机前沿面回归模型 .....                        | 369 |
| 二、 前沿面函数的 Bayes、经验 Bayes 估计 .....               | 371 |
| 三、 随机前沿面半参数模型 .....                             | 373 |
| 第九章 联立方程模型 .....                                | 375 |
| 第一节 联立方程模型实例及 OLS 估计的一致性问题 .....                | 376 |
| 一、 需求-供给模型、Keynesian 模型、工资-价格 Phillips 模型 ..... | 376 |
| 二、 宏观经济的 IS 模型、LM 模型与计量经济的 Klein 模型 .....       | 378 |
| 三、 OLS 估计不满足一致性 .....                           | 380 |
| 第二节 模型识别与间接最小二乘 .....                           | 381 |
| 一、 模型的结构式与简化式 .....                             | 381 |
| 二、 从简化式到结构式的参数估计 .....                          | 387 |
| 三、 模型识别的秩条件与阶条件 .....                           | 391 |
| 四、 联立性的 Hausman 检验与公众开支的 $P-R$ 模型 .....         | 394 |
| 算例 9.2.4 联立性的 Hausman 检验 .....                  | 397 |
| 第三节 联立方程模型的统计推断方法 .....                         | 398 |
| 一、 间接最小二乘与广义最小二乘 .....                          | 399 |
| 算例 9.3.1 间接最小二乘与广义最小二乘 .....                    | 404 |
| 二、 二阶段最小二乘与三阶段最小二乘 .....                        | 406 |
| 算例 9.3.2 二阶段最小二乘与三阶段最小二乘 .....                  | 412 |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 三、 有限信息与完全信息的极大似然估计 .....              | 421 |
| 算例 9.3.3 有限信息与完全信息的 MLE .....          | 424 |
| 第十章 滞后变量回归模型 .....                     | 427 |
| 第一节 模型概念: 消费滞后、通胀滞后与存款创生 .....         | 428 |
| 第二节 有限分布滞后模型 .....                     | 430 |
| 一、 滞后长度已知时模型的估计 .....                  | 430 |
| 二、 分布滞后长度的确定 .....                     | 431 |
| 算例 10.2.2 有限分布滞后模型 .....               | 433 |
| 三、 有限多项式滞后 .....                       | 435 |
| 算例 10.2.3 有限多项式滞后回归 .....              | 438 |
| 第三节 无限分布滞后模型 .....                     | 439 |
| 一、 自适应期望模型与部分调整模型 .....                | 440 |
| 二、 几何滞后模型的 Koyck 变换及估计 .....           | 442 |
| 算例 10.3.2 几何滞后模型与 Koyck 变换 .....       | 444 |
| 三、 工具变量法与极大似然估计 .....                  | 446 |
| 算例 10.3.3 工具变量法 .....                  | 449 |
| 第十一章 回归分析若干专题 .....                    | 452 |
| 第一节 投影寻踪回归 .....                       | 452 |
| 一、 投影寻踪回归算法 .....                      | 452 |
| 二、 投影寻踪回归收敛性质 .....                    | 455 |
| 算例 11.1.2 投影寻踪回归 .....                 | 458 |
| 第二节 偏最小二乘与连续回归 .....                   | 460 |
| 一、 偏最小二乘的想法与算法 .....                   | 461 |
| 算例 11.2.1 偏最小二乘 .....                  | 464 |
| 二、 连续回归的统一理论: OLS、PLS、PCR .....        | 468 |
| 第三节 稳健回归 .....                         | 472 |
| 一、 误差非正态的影响及正态性检验 .....                | 473 |
| 二、 最大似然型稳健回归—— $M$ 估计 .....            | 475 |
| 三、 秩型稳健回归—— $R$ 估计 .....               | 479 |
| 四、 次序统计量型稳健回归—— $L$ 估计 .....           | 481 |
| 五、 最小化残差绝对值和 .....                     | 483 |
| 算例 11.3.5 稳健回归: 台湾南亚股票等股票价值之间的关系 ..... | 485 |
| 第四节 Bayes 估计与经验 Bayes 估计 .....         | 487 |
| 一、 先验分布、损失函数、无信息先验分布 .....             | 488 |

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| 二、正态线性模型回归系数后验分布的改进 .....                  | 493        |
| 三、线性模型回归系数与方差联立经验 Bayes 估计的收敛速度 .....      | 498        |
| <b>第十二章 时序分析的一般概念与方法</b> .....             | <b>504</b> |
| <b>第一节 时间序列的基本概念</b> .....                 | <b>505</b> |
| 一、随机过程与时间序列的统计描述 .....                     | 505        |
| 二、几种常见的平稳时序 .....                          | 510        |
| 三、严平稳时序及其遍历性 .....                         | 516        |
| 算例 12.1.3 随机相位正弦波、布朗运动 .....               | 518        |
| <b>第二节 时域上的时序分析方法</b> .....                | <b>518</b> |
| 一、时间序列的分解 .....                            | 519        |
| 算例 12.2.1 趋势分析与周期提取 .....                  | 520        |
| 二、时间序列的线性滤波 .....                          | 521        |
| 算例 12.2.2 线性滤波、卡尔曼滤波、窗函数滤波 .....           | 522        |
| <b>第三节 频域上的时序分析方法</b> .....                | <b>524</b> |
| 一、连续傅里叶变换的谱分析 .....                        | 525        |
| 二、离散的傅里叶变换的谱分析 .....                       | 527        |
| 算例 12.3.2 功率谱与互谱计算 .....                   | 530        |
| 三、谱密度的估计 .....                             | 531        |
| 算例 12.3.3 谱密度与自相关函数互逆计算 .....              | 532        |
| <b>第十三章 平稳时间序列模型</b> .....                 | <b>535</b> |
| <b>第一节 自回归模型 <math>AR(p)</math></b> .....  | <b>536</b> |
| 一、 $AR(p)$ 模型及平稳性 .....                    | 536        |
| 二、 $AR(p)$ 模型的自协方差函数 .....                 | 540        |
| 算例 13.1.2 Yule-Walker 方程计算 .....           | 541        |
| 三、 $AR(p)$ 模型的谱密度与偏相关系数 .....              | 543        |
| 算例 13.1.3 Levison 公式递推计算与偏相关系数 .....       | 545        |
| 四、 $AR(p)$ 模型阶数 $p$ 已知时的参数估计 .....         | 546        |
| 算例 13.1.4 $AR(p)$ 模型参数最小二乘估计 .....         | 550        |
| 五、 $AR(p)$ 模型的定阶问题 .....                   | 550        |
| 算例 13.1.5 AIC 准则与 BIC 准则 .....             | 552        |
| <b>第二节 移动平均模型 <math>MA(q)</math></b> ..... | <b>553</b> |
| 一、移动平均模型 $MA(q)$ 及性质 .....                 | 553        |
| 二、 $MA(q)$ 模型阶数 $q$ 已知时的参数估计 .....         | 554        |
| 算例 13.2.2 $MA(q)$ 模型参数矩估计与最小二乘估计 .....     | 558        |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 三、MA( $q$ )模型的谱密度估计 .....                | 561 |
| 四、MA( $q$ )模型的定阶问题 .....                 | 561 |
| 第三节 自回归移动平均模型 ARMA( $p, q$ ) .....       | 562 |
| 一、ARMA( $p, q$ )模型及其性质 .....             | 562 |
| 二、ARMA( $p, q$ )模型的参数估计 .....            | 564 |
| 算例 13.3.2 ARMA( $p, q$ )模型参数最小二乘估计 ..... | 566 |
| 三、ARMA( $p, q$ )模型的检验 .....              | 567 |
| 四、ARMA( $p, q$ )模型的定阶问题 .....            | 568 |
| 第四节 多元平稳时序模型 .....                       | 568 |
| 一、多元平稳时序的一般概念 .....                      | 568 |
| 二、多元平稳序列的均值和自协方差函数的估计 .....              | 570 |
| 三、向量自回归模型 VAR( $p$ ) .....               | 570 |
| 算例 13.4.3 格兰杰检验与脉冲响应函数 .....             | 571 |
| 四、交互影响的多元回归与多元时序混合模型 .....               | 574 |
| 算例 13.4.4 金融政策操作工具与宏观经济指标关系分析 .....      | 576 |
| 第十四章 非平稳时间序列模型 .....                     | 579 |
| 第一节 非平稳时序与单位根过程 .....                    | 580 |
| 一、随机游走与单位根过程 .....                       | 580 |
| 二、单位根过程的检验 .....                         | 585 |
| 算例 14.1.2 基于统计量的分布函数表计算 .....            | 587 |
| 三、非平稳过程的平稳化 .....                        | 587 |
| 第二节 协稳过程 .....                           | 588 |
| 一、协稳过程的概念及表示 .....                       | 588 |
| 二、协稳过程的参数估计 .....                        | 592 |
| 三、协稳过程与协稳向量的检验 .....                     | 595 |
| 算例 14.2.3 协稳过程与协稳向量的检验 .....             | 597 |
| 第三节 自回归条件异方差模型(续) .....                  | 597 |
| 一、ARCH模型的其他解法 .....                      | 597 |
| 二、广义ARCH模型——GARCH模型 .....                | 599 |
| 三、ARCH模型的其他推广形式 .....                    | 602 |
| 第十五章 多元数据分析计量模型 .....                    | 607 |
| 第一节 方差分析模型 .....                         | 607 |
| 一、单因素方差分析模型 .....                        | 608 |
| 二、双因素方差分析——未重复试验模型 .....                 | 611 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 三、 双因素方差分析——重复试验模型 .....              | 614 |
| 算例 15.1.3 方差分析法 .....                 | 618 |
| 第二节 其他多元统计分析模型 .....                  | 618 |
| 一、 判别分析模型 .....                       | 618 |
| 算例 15.2.1 逐步判别、Fisher 判别、评估模型判别 ..... | 621 |
| 二、 因子分析模型 .....                       | 622 |
| 算例 15.2.2 $P$ 型 $Q$ 型因子分析、对应分析 .....  | 625 |
| 三、 主成分分析与多维标度法 .....                  | 626 |
| 算例 15.2.3 宏观经济指标的主成分分析 .....          | 628 |
| 四、 相关分析 .....                         | 629 |
| 算例 15.2.4 宏观经济指标相关分析 .....            | 632 |
| 第三节 顾客满意度模型与路径分析 .....                | 632 |
| 一、 顾客满意度模型与结构方程 .....                 | 632 |
| 算例 15.3.1 美国顾客满意指数分析 .....            | 637 |
| 二、 偏最小二乘与最佳迭代初值 .....                 | 638 |
| 算例 15.3.2 欧洲顾客满意指数分析 .....            | 642 |
| 三、 多层路径分析模型 .....                     | 644 |
| 算例 15.3.3 企业品牌安全指数变量关系分析 .....        | 647 |
| 第四节 数据分析与处理 .....                     | 652 |
| 一、 纵横数据分析 .....                       | 652 |
| 算例 15.4.1 随机前沿面模型与自建模模型 .....         | 653 |
| 二、 截断数据分析 .....                       | 653 |
| 算例 15.4.2 股票自由涨跌行程分布 .....            | 654 |
| 三、 删失数据分析 .....                       | 654 |
| 算例 15.4.3 Tobit 模型 .....              | 655 |
| 四、 久期数据分析 .....                       | 655 |
| 算例 15.4.4 债券久期数据拟合 .....              | 656 |
| 五、 高维数据可视化 .....                      | 658 |
| 算例 15.4.5 DASC 显示的 40 余种统计图像 .....    | 660 |
| 参考文献 .....                            | 663 |
| 内容索引 .....                            | 675 |
| DASC 软件说明 .....                       | 687 |