

厦门大学经济学研究生教材

高级 计量经济学导论

An Introduction
to Advanced Econometrics

朱建平 胡朝霞 王艺明 编著
〔美〕林光平 主审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

厦门大学经济学研究生教材

高级 计量经济学导论

An Introduction
to Advanced I

朱建平 胡朝霞 王艺明 编著
〔美〕林光平 主审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

高级计量经济学导论/朱建平,胡朝霞,王艺明编著. —北京:北京大学出版社,2009.8

(厦门大学经济学研究生教材)

ISBN 978 - 7 - 301 - 15185 - 3

I. 高… II. ①朱…②胡…③王… III. 计量经济学 - 研究生 - 教材
IV. F224.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 070884 号

书 名: 高级计量经济学导论

著作责任者: 朱建平 胡朝霞 王艺明 编著 [美]林光平 主审

策划编辑: 贾米娜

责任编辑: 朱启兵

标准书号: ISBN 978 - 7 - 301 - 15185 - 3/F · 2183

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752926
出版部 62754962

电子邮箱: em@pup.pku.edu.cn

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

经 销 者: 新华书店

730 毫米 × 980 毫米 16 开本 18.75 印张 337 千字
2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 0001—4000 册

定 价: 29.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子邮箱:fd@pup.pku.edu.cn



丛书序言

三十余年来,我国一直在朝着市场化改革方向变革,并且初步建成了社会主义市场经济体制。处在这种大背景下,我国的研究生培养模式也在不断变革,以寻求与市场经济相适应的培养模式。

作为这种改革和探索的一部分,自2004年起,我院按照国际化、规范化和本土化相结合的要求,对研究生培养模式进行了较大幅度的改革。其中一个重要内容,就是更新和调整了课程体系与教学内容。

在已进行研究生教学改革实践的基础上,我院于2006年6月启动了研究生教材建设计划,以便进一步规范课程体系和内容,进一步提高研究生教学质量。为此,我院组织了研究生统开课程教材的编撰工作。第一批开始撰写的是四本教材,即《数理经济学》、《高级计量经济学导论》、《高级宏观经济学》与《高级微观经济学》。

在教材的编写过程中,我们总结和吸收了研究生教学实践中的经验,并通过与国内外学者的学习和交流,参考国内外的相关书籍,以及聘请国外长期担任这些课程教学的专家审阅书稿,从而使这一系列教材成为适合我国国情的现代经济学教材。这一系列教材不仅适用于厦门大学的经济学研究生,而且也可以作为其他院校研究生的教学或参考用书。我们希望,这一系列教材能对我院乃至我国的研究生教学质量的提高,起到重要的作用。

厦门大学经济学院

2009年8月

计量经济学自从其诞生之日起,就以惊人的速度发展。从目前来看,计量经济学和微观经济学与宏观经济学一起构成了我国高等院校经济管理类本科生和研究生必修的三门经济学核心理论课程,它已经成为现代经济学和管理学教育必不可少的一部分,其理论研究和实际应用在我国经济学界受到越来越广泛的关注。近年来,为了适应我国高等院校相关专业开设计量经济学课程的需要,国内编写出版了不少关于介绍计量经济学理论知识和方法应用方面的书籍,同时也引入了来自国外的有关原著或翻译著作。那么,为什么我们还要专门编著这本教材呢?这是因为计量经济学已经是一门比较成熟的学科,其内容相当广泛,而且需要接受计量经济学知识的学生层次不同,本科、硕士和博士研究生有各自的专业特点,对于具备初级或中级计量经济学知识的学生而言,充分运用数学方法,深入体现统计思想,在学习、应用及研究计量经济学的过程中就显得尤为重要。这样就需要一本系统介绍融合数学和统计学的计量经济学理论和方法应用方面的教材。为了更好地解决这些问题,我们在厦门大学经济学院硕士和博士研究生中开设了高级计量经济学,在与国内外学者学习交流的基础上,经过四年的教学实践,我们组织编写了适用于高等院校经济管理类各专业本科高年级及硕士和博士研究生的《高级计量经济学导论》教材。

本书的编写本着“以经济理论为基础,以应用数学为方法,以统计推断为思想,以社会实践为目标”的原则,深入浅出地介绍了计量经济学的理论和方法。全书分为三部分:第一部分也就是第1章绪论,阐明了计量经济学的基本概况,介绍了有关统计学和矩阵代数的基本理论知识;第二部分介绍高级经典计量经济学,包括第2章至第6章的内容,具体有线性回归模型、线性回归模型的扩展及经典假设分析、分布滞后与动态模型、联立方程等;第三部分介绍现代计量经济学方法,包括第7章至第9章的内容,具体有时间序列分析、面板数据分析、离散和限制因变量模型等。在本书的编写过程中,我们根据经济管理人员应用计量经济学方法的实际要求,突出以下特点:

第一,把握本质内容,体现“少而精”原则。本书大胆吸收了国内外优秀教材特点和相关论文的分析思维,用较少的篇幅介绍了高级经典计量经济学和现代计量经济学的基本理论和方法应用,尽量保持计量经济理论和方法的严谨性,体现计量经济分析实质。

第二,注重软件应用,实现计量计算。根据计量经济学的性质和特点,本书在案例分析中,大部分采用 SAS、EViews、Gauss 等软件来实现,并将软件的应用和案例分析有机结合,不仅能使得学生在实践运用中了解软件的操作方法,而且还使学生对计量经济分析的意义有深入的体会。

第三,加强理论培养,完成实践教学。根据实际介绍的计量经济学理论和方法,我们将实践教学环节分为两类:一类是针对实际问题的案例分析,重点培养学生结合计量分析方法独立解决实际问题的能力;另一类是继续巩固和加强计量经济理论和方法,包括基本概念和基本思路训练的习题。

为了提高学生的学习兴趣和学习效率,考虑到不同的使用对象和教学特点,对部分内容可根据实际情况进行选讲。

本书第 1、2、3、4 章由厦门大学朱建平教授撰写,第 6、8、9 章由厦门大学胡朝霞副教授撰写,第 5、7 章由厦门大学王艺明副教授撰写。厦门大学博士研究生王桂明、曲爱丽和方匡南为本书部分章节资料的收集和录入,以及部分案例的撰写做了大量的工作。最后由朱建平教授进行加工总纂、修改定稿。

本书在撰写过程中,参考了国内外相关文献资料,书后列出了主要参考文献,谨向原作者致以诚挚的谢意!同时,感谢美国波特兰大学林光平教授,他认真地审阅了本书,并对全书的构架及部分内容的完善提出了实质性的建议;感谢北京大学出版社贾米娜编辑和朱启兵编辑为本书组稿、编辑做的大量工作;感谢厦门大学经济学院李文溥教授的鼓励和帮助;感谢厦门大学经济学院张馨教授的关心,确保了本书的顺利出版;感谢厦门大学研究生院,其构建的研究生优质课程建设平台,对本书的撰写工作给予了大力支持和帮助。撰写一本好的教材并不容易,尽管我们努力想奉献给读者一本令人满意的书,但仍然存有满足不了读者要求的地方,书中难免还有疏漏或错误之处,恳请读者多提宝贵意见,以便今后进一步修订与完善。

朱建平

2009 年 1 月于厦门

第 1 章 绪论	1
§ 1.1 计量经济学概述	1
§ 1.2 统计基本理论	8
§ 1.3 矩阵代数基本知识	31
本章思考与练习	40
第 2 章 线性回归模型	42
§ 2.1 线性模型的参数估计	42
§ 2.2 线性模型的检验	53
§ 2.3 预测	62
§ 2.4 实证分析	66
本章思考与练习	69
第 3 章 线性回归模型扩展	73
§ 3.1 非线性模型基础	73
§ 3.2 虚拟变量回归	86
§ 3.3 变量标准化回归	94
§ 3.4 实证分析	96
本章思考与练习	102
第 4 章 线性回归经典假设的分析	105
§ 4.1 多重共线性	105
§ 4.2 异方差性	112
§ 4.3 序列相关性	124
§ 4.4 实证分析	136
本章思考与练习	144
第 5 章 分布滞后与动态模型	148
§ 5.1 分布滞后模型	148
§ 5.2 无穷分布滞后模型	152
§ 5.3 序列相关动态模型的估计与检验	154
§ 5.4 自回归分布滞后模型	158
§ 5.5 实证分析	159
本章思考与练习	163

第 6 章 联立方程模型	166
§ 6.1 联立方程模型的基本概念	166
§ 6.2 识别问题	175
§ 6.3 联立方程模型的估计	181
§ 6.4 实证分析	183
本章思考与练习	188
第 7 章 时间序列分析	191
§ 7.1 平稳性、ARIMA 模型与向量自回归	191
§ 7.2 单位根、趋势平稳、差分平稳与协整	197
§ 7.3 自回归条件异方差	205
§ 7.4 实证分析	208
本章思考与练习	212
第 8 章 面板数据分析	217
§ 8.1 面板数据模型的基本分类	217
§ 8.2 固定效应模型	219
§ 8.3 随机效应模型	225
§ 8.4 实证分析	231
本章思考与练习	241
第 9 章 离散和限制因变量模型	243
§ 9.1 二元选择模型	244
§ 9.2 多元选择模型	248
§ 9.3 计数数据模型	253
§ 9.4 限制因变量模型	254
§ 9.5 实证分析	258
本章思考与练习	273
附录 常用统计表	275
参考文献	291

§ 1.1 计量经济学概述

1.1.1 计量经济学释义

一、计量经济学发展历史考察

从发展的角度看计量经济学,它既是一部计量经济理论发展史,又是一部应用计量经济发展史。因为计量经济学的发展时刻离不开应用,它在应用中诞生,在应用中成熟、独立,又在应用中不断地扩充自身的方法、内容和领域,从而改变了原有单一学科发展的思路,形成了现代计量经济学的分析思路和方法,充分地体现出了计量经济学旺盛的生命力。为了进一步审视计量经济学的性质,我们有必要对计量经济学的发展历史进行考察。

计量经济学的发展可分为四个时期:(1) 20 世纪 20 年代中至 20 世纪 40 年代末,为经典计量经济学的产生与形成阶段;(2) 20 世纪 50 年代初至 20 世纪 70 年代中,为经典计量经济学的发展阶段;(3) 20 世纪 70 年代末至 20 世纪 90 年代中,为现代计量经济学的形成阶段;(4) 20 世纪 90 年代末至今,为现代计量经济学的发展阶段。

1. 经典计量经济学的产生与形成阶段

在 20 世纪之前,面对错综复杂的经济现象,经济工作者主要是使用头脑直接对材料进行归纳、综合和推理。19 世纪欧洲主要国家先后进入资本主义社会。工业化大生产的出现,经济活动规模的不断扩大,需要人们对经济问题做出更精确、深入的分析、解释与判断。这就为计量经济学的诞生形成了社会基础。

到 20 世纪初,数学、统计学理论日趋完善为计量经济学的出现奠定了理论基础。17 世纪 Newton-Leibniz 提出微积分,19 世纪初(1809 年)德国数学家 Gauss 提出最小二乘法,1821 年提出正态分布理论。19 世纪末英国统计学家 Galton 提出“回归”概念。20 世纪 20 年代 Fisher, R. 和 Neyman J. D. 分别提出抽样分布和假设检验理论。至此,数理统计的理论框架基本形成。这时,人们自然想到要用这些知识解释、分析、研究经济问题,从而诞生了计量经济学。

“计量经济学”一词首先由挪威经济学家 Frisch 仿照生物计量学(Biomet-

rics)一词于1926年提出。1930年由Frisch、Tinbergen和Fisher等人发起在美国成立了国际计量经济学会。1933年1月开始出版《计量经济学》杂志(*Econometrica*)。目前它仍是计量经济学界最权威的杂志。

20世纪30年代,计量经济学的研究对象主要是个别生产者、消费者、家庭、厂商等。基本上属于微观分析范畴。第二次世界大战后,计算机的发展与应用对计量经济学的研究起了巨大的推动作用。从20世纪40年代起,计量经济学研究从微观向局部地区扩大,以至整个社会的宏观经济体系,处理总体形态的数据,如国民消费、国民收入、投资、失业问题等。但模型基本上属于单一方程形式。

2. 经典计量经济学的发展阶段

1950年以Koopman发表论文“动态经济模型的统计推断”和Koopman-Hood发表论文“线性联立经济关系的估计”为标志,计量经济学理论进入联立方程模型时代。

计量经济学研究经历了从简单到复杂、从单一方程到联立方程的变化过程。进入20世纪50年代,人们开始用联立方程模型描述一个国家整体的宏观经济活动。比较著名的是Klein于1950年构建的美国经济波动模型(1921—1941)和1955年构建的美国宏观经济模型(1928—1950)。联立方程模型的应用是经济计量学发展的一个重要里程碑。

进入20世纪70年代西方国家致力于更大规模的宏观模型研究,从着眼于国内发展到着眼于国际的大型经济计量模型,研究国际经济波动的影响、国际经济发展战略可能引起的各种后果,以及制定评价长期的经济政策。20世纪70年代是联立方程模型发展最辉煌的时代。最著名的联立方程模型是“连接计划”(Link Project)。截止到1987年,已包括78个国家2万个方程。这一时期最有代表性的学者是Klein, L. R.教授。他于1980年获得诺贝尔经济学奖。

3. 现代计量经济学形成阶段

因为20世纪70年代以前的建模技术都是以“经济时间序列平稳”这一前提设计的,而战后多数国家的宏观经济变量均呈非平稳特征,所以在利用联立方程模型对非平稳经济变量进行预测时常常失败。从20世纪70年代开始,宏观经济变量的非平稳性问题以及虚假回归问题越来越引起人们的注意。因为这些问题的存在会直接影响经济计量模型参数估计的准确性。

Granger与Newbold于1974年首先提出虚假回归问题,引起了计量经济学界的注意。

Box与Jenkins 1976年出版了《时间序列分析:预测与控制》(*Time Series Analysis: Forecasting and Control*)一书。时间序列模型有别于回归模型,是一种全

新的建模方法,它依靠变量本身的外推机制建立模型。由于时间序列模型妥善地解决了变量的非平稳性问题,从而为在经济领域应用时间序列模型提供了理论依据,也为现代计量经济学方法的研究奠定了理论基础。现代计量经济学方法以概率结构和参数都未知或者不稳定的问题为研究对象。

此时,计量经济理论和应用研究面临一些亟待解决的问题,即如何检验经济变量的非平稳性;如何把时间序列模型引入经济计量分析领域;如何进一步修改传统的经济计量模型。

Dickey 和 Fuller 1979 年首先提出检验时间序列非平稳性(单位根)的 DF 检验法,之后又提出 ADF 检验法。Phillips 和 Perron 1988 年提出 Z 检验法。这是一种非参数检验方法。

Sargan 1964 年提出误差修正模型概念。当初是用于研究商品库存量问题。Hendry 和 Anderson (1977) 和 Davidson (1978) 的论文进一步完善了这种模型,并尝试用这种模型解决非平稳变量的建模问题。Hendry 还提出了动态回归理论。1980 年 Sims 提出向量自回归模型(VAR)。这是一种用一组内生变量作动态结构估计的联立模型。这种模型的特点是不以经济理论为基础,然而预测能力很强。以上成果为协整理论的提出奠定了基础。

现代计量经济学发展的标志性成果之一,是 1987 年 Engle 和 Granger 发表的论文“协整与误差修正,描述、估计与检验”(Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing)。该论文正式提出协整概念,从而把计量经济学理论的研究又推向一个新阶段。Granger 定理证明若干个一阶非平稳变量间若存在协整关系,那么这些变量一定存在误差修正模型表达式。反之亦成立。1988—1992 年 Johansen 连续发表了四篇关于向量自回归模型中检验协整向量,并建立向量误差修正模型(VEC)的文章,进一步丰富了协整理论。

协整理论之所以引起经济计量学界的广泛兴趣与极大关注,是因为协整理论为当代经济学的发展提供了一种理论结合实际的强有力工具,也标志着现代计量经济分析方法的真正形成。

另外,对经典计量经济学方法论反思的同时,推动了非参数分析方法的产生和发展,拓宽了现代计量经济学理论研究和应用的领域。在这方面的研究,促使人们开始考虑脱离预先设定参数模型的计量经济分析,着眼于非参数分析方法和半参数分析方法的研究。实际上,非参数分析和非参数统计有很大的关系,其实质是对概率分布比较弱的设定,非参数分析的关键主要是一些非参数的估计方法。

4. 现代计量经济学的发展阶段

最近十多年是经济计量学快速发展的时期。不仅在非平稳经济时间序列的

研究上取得了长足进展,而且在对特殊研究对象和特殊应用问题等方面,现代计量经济学研究也取得了显著的成绩。

在计量经济分析中利用的数据类型有了本质性的变化,从截面数据、时间序列数据发展到了面板数据。只用时间序列数据或截面数据进行计量经济分析,其数据都是一维的信息载体,信息的容量比较有限。而利用面板数据可以增加模型的自由度,降低解释变量之间的多重共线性程度,从而可能获得更精确的参数估计值。此外,面板数据可以进行更复杂的行为假设,并且能控制缺失或不可观测变量的影响,也为计量经济分析方法的深入研究开拓了广阔的空间。例如,在区域科学模型的计量分析中,处理空间引起的特殊性的一系列方法就涉及近年来计量经济学研究热点之一的空间计量经济分析方法。这里我们可以充分地体会到,理论的进展、数据的可用和计算机本身的发展给现代计量经济的发展注入了新的活力。

现代信息技术和互联网的发展,使得截面数据的统计调查有了更大的可能,并使得成本得以降低,促使了微观计量、离散选择和受限变量等问题的研究。此外,行为经济学的发展也使得微观计量分析受到了更大的重视。2000年诺贝尔经济学奖得主 Heckman 和 McFadden,就是在微观计量经济分析方面研究的开创和奠基者。

从应用的角度看,针对不同领域的现代计量经济分析方法,体现出了不同的特点,针对不同领域的专门计量经济学,如宏观计量经济分析和金融计量经济分析等,都有了很大的发展,这与计算机技术的迅猛发展和计量软件的广泛应用有着密切的关系。同时,也充分体现出了科学的融合将会进一步促进现代计量经济学的发展。

二、计量经济学的性质

我们通过对计量经济学发展历史的考察,对计量经济学的性质有了更明朗化的认识。随着时代的变迁、社会的发展,对计量经济学的概念又有了更深层次的理解。

计量经济学会的创始人 Fisher(1933)在《计量经济学》期刊的创刊号中指出:“计量经济学会的目标是促进各界实现对经济问题定性与定量研究和实证与定量研究的统一,促使计量经济学能像自然科学那样,使用严谨的思考方式从事研究。但是,经济学的定量研究方法多种多样,每种方法单独使用都有缺陷,需要与计量经济学相结合。因此,计量经济学绝不是经济统计学,也不能等同于一般的经济理论,尽管这些理论中有相当一部分具有数量特征;同时,计量经济学也不是数学在经济学中的应用。实践证明,统计学、经济理论、数学这三个要素是真正理解现代经济生活中数量关系的必要条件,而不是充分条件。只有三

个要素互相融合,才能发挥各自的威力,才构成了计量经济学。”

1954年 Samuelson 和 Koopmans 等著名经济学家在计量经济学家评审委员会的报告中认为:“计量经济学可定义为,根据理论和观测的事实,运用合理的推理方法使之联系起来同时推导,对实际经济现象进行数量分析。”

《美国现代经济词典》认为:“计量经济学是用数学语言来表达经济理论,以并通过统计方法来论述这些理论的一门经济学分支。”

尽管这些对计量经济学概念的表述各不相同,但可以看出,计量经济学不是对经济学的一般量度,它与经济理论、统计学和数学都有密切的关系。实际上,计量经济学的概念可以概括为:“计量经济学是以经济理论和经济数据为基础,运用数学方法,利用统计思想,对社会经济现象进行数量关系和规律性分析,以及对经济理论进行验证的一门经济学科。”

这里我们应该注意到,计量经济学所研究的主体是经济现象及其发展变化的规律,从本质上讲,它是一门经济学科。在计量经济分析过程中时刻体现着利用统计的思维来寻找社会经济现象的发展规律,这样,计量经济学当然会应用大量的数学方法,但数学在这里只是工具,而不是研究的主体。

计量经济学的研究目的是要把实际经验的内容纳入经济理论,确定表现各种经济关系的经济参数,从而验证经济理论,预测经济发展趋势,为制定经济政策提供科学的依据。计量经济学不仅要寻求经济计量分析的方法,而且要对实际经济问题加以研究,以找出解决研究目的的理论和方法。从理论方面,计量经济学研究的是如何建立合适的方法去测定由计量经济模型所确定的经济关系;从应用方面,计量经济学是运用理论计量经济学提供的工具,研究经济学中某些特定领域的经济数量问题。两方面的结合形成了计量经济学的研究对象。

1.1.2 计量经济学的功能

目前,计量经济学不仅自身得到了迅速的发展,而且也在现代经济分析中起着重要的作用,发挥着计量经济学应有的功能。宏观经济学、微观经济学和计量经济学一起构成了现代经济学教学的三大基本课程,从现代经济学研究的一般思路中,可以充分地体现出计量经济学在现代经济学中的地位。

第一,收集数据和总结经验特征事实。经验特征事实一般从观察到的经济数据中提炼出来。比如,微观经济学中著名的恩格尔曲线就是一个经验特征事实,它刻画出家庭生活用品支出占总收入的比例随着家庭总收入的上升而递减的事实;宏观经济学中一个著名的经验特征事实是菲利普斯曲线,它描述一个经济的失业率和通货膨胀率之间的负相关关系。经验特征事实是经济学研究的出

发点,比如,时间序列计量经济学中的单位根和协整理论,就是基于 Nelson 和 Plossor(1982)在实证研究中发现大多数宏观经济时间序列都是单位根过程这一经验特征事实而发展起来的。

第二,建立经济理论或模型。找到经验特征事实以后,建立经济理论或模型,以解释这些经验特征事实。这一阶段的关键是建立合适的经济数学模型。

第三,实证检验。这一步的工作需要把经济理论或模型转化为可用数据检验的计量经济模型。经济理论或模型通常只指出经济变量之间的因果关系和数量关系,没有给出确切的函数形式。在从经济数学模型到计量经济模型的转化过程中,需要对函数形式作出假设,然后利用观测到的数据,估计未知参数值,并进一步验证计量经济模型的设定是否正确。

第四,模型应用。计量经济模型通过实证检验后,可用来检验经济理论或经济假说的正确性,预测未来经济的变动趋势以及提供政策建议。

可以看出,对经济理论进行数学建模和对经济现象进行实证分析已成为现代经济学的两个基本分析方法。事实上,现代经济学可以看做是,具有比较严密的理论基础和分析方法体现,由适合不同研究对象、研究目的的大量经济理论和经济计量模型构成的庞大的学科体系。

1.1.3 计算机在计量经济分析中的应用

从计量经济学产生和发展的历史我们可以看到,在计量经济分析的过程中,对计量经济学的昌盛发展起决定性作用的工具就是高速的计算工具——计算机。由于计量经济学以建立经济计量模型为主要手段,那么在计量经济分析和组织教学过程中,广泛应用计算机就显得尤为重要。

首先,应在计量经济学教学中大力加强通用计量应用软件的教学。在国外比较流行的统计应用软件有 SAS、SPSS、EViews、Gauss、Mathematica、S-Plus、Minitab、Excel 等,这些软件在计量经济分析方面各有特色,可以根据实际有重点地选择应用软件。例如,SPSS 具有非常强的统计分析功能,适合于为计量分析做事前处理,比如多元变量降维,即数据收集、整合、假设检验等工作;但 SPSS 做回归分析的能力不是十分全面和方便。Excel 是常用的数据收集软件,它普及率高,一般人都用过,使用方便,数据收集只需要填写表格即可,有些数据下载就是用 Excel 文档保存的;至于数据分析与回归,Excel 只能做比较简单的,稍微复杂一点的就要自己编写程序。EViews 是专门的计量经济学软件,专用于回归分析,如广义最小二乘法、间接最小二乘法、两阶段和三阶段最小二乘法、面板数据回归分析、时间序列模型调整等操作。Gauss 数学和统计系统是一个易于使用

的基于强有力的 Gauss 矩阵语言的数据分析系统,其操作简单、快速且具弹性,包括广泛的转换、统计、数学及矩阵函数,它是计量经济学编程计算的非常有效和强大的工具。因此,加强计量经济学应用软件的教学十分重要。

其次,应把掌握一种算法语言和一定的数据库知识或网络知识作为对经济管理类专业学生计算机知识应用的基本要求。应注重于应用,根据经济管理类专业的课程特点,处理好计量经济分析应用软件课程教学与计量经济学方法课程教学间的关系,尽可能把它们有机地结合起来。这样不仅能突出有关计量经济分析方法课程的应用特色,更好地理解其原理、基本思想及适用条件,而且能使学生通过课程的反复学习,熟练掌握计量经济分析软件的使用。

这里我们应该清楚地认识到,现代计量经济学的数学计算和统计分析比较复杂,如果不借助于计算机,许多问题根本无法解决。在计量经济学的教学中,加强计算机的应用教学就显得尤为重要。因此,本书在案例分析中,大部分采用 SAS、EViews、Gauss 等软件来实现,这样不仅能体现计量经济学方法的理论价值,而且能更好地显示出其应用价值。

针对实际问题,根据经济理论,建立计量经济模型后,计算机计量经济学分析的基本过程为:

(1) 根据已确立的指标体系,组织数据。数据的组织实际上就是数据库的建立。数据组织有两步:第一步是编码,即用数字代表分类数据(有时也可以是区间数据或比率数据)。第二步是给变量赋值,即设置变量并根据研究结果给予其数字代码。

(2) 根据计量经济分析的需要,录入数据。数据的录入就是将编码数据输入计算机,即输入已经建立的数据库结构,形成数据库。数据录入的关键是保证录入的正确性。录入错误主要有认读错误和按键错误。在数据录入后还应进行检验,检验可采取计算机核对和人工核对两种方法。

(3) 根据计量经济学理论,分析数据。首先根据研究目的和需要确定计量经济分析方法,然后确定与选定的计量经济分析方法相应的运行程序,既可以用计算机存储的分析程序,也可以用其他的数据分析软件包中的程序。

(4) 根据实际分析的需要,输出分析结果。经过计量经济分析,计算结果可用计算机打印出来,输出的形式有列表、图形等。

§ 1.2 统计基本理论

1.2.1 随机变量及其分布

一、随机变量

随机现象中,有很大一部分问题与数值发生关系,例如,在产品检验问题中,我们关心的是抽样中出现的废品数;在车间供电问题中,我们关心的是某时刻正在工作的车床数;在电话问题中,我们关心的是某段时间中的话务量,它与呼叫的次数及每次呼叫占用交换设备的时间长短有关。此外如测量时的误差、气体分子运动的速度、信号接收机所收到的信号(用电压表示或数字表示)的大小,也都与数值有关。为了更好地描述这一问题,最直接明了的方法就是用数量与结果对应。例如,买彩票时,用0表示“未中奖”,用1表示“中一等奖”,2表示“中二等奖”,3表示“中三等奖”。将每个结果对应于一个数,也就等价于在样本空间 Ω 上定义了一个“函数”,对于试验的每一个结果 ω ,都可以用一个实数 $X(\omega)$ 来表示。这个量就称为随机变量(Random Variable)。

我们对随机变量所关心的,不但要知道它取什么数值,而且要知道它取这些数值的概率。这样,了解随机现象的规律就变成了了解随机变量的所有可能取值及随机变量取值的概率。而这两个特征就可以通过随机变量分布来表现出来。

二、离散型随机变量分布

从随机变量可能出现的结果来看,随机变量至少有两种不同的类型:一种是随机变量 X 所可能取的值为有限个或至多可列个,能够一一列举出来,这种类型的随机变量称为离散型随机变量。在日常生活中经常碰到离散型随机变量,例如废品数、电话呼叫数、人口调查等。其随机变量分布就称为离散型随机变量分布。

如果随机变量 X 的取值可以一一列出,记为 x_1, x_2, \dots ,而相对于 x_i 所取的概率为 p_i ,即 $p_i = P(X = x_i)$, $\{p(x_i), i = 1, 2, 3, \dots\}$ 称为随机变量 X 的概率分布,它应满足下面的关系:

$$p_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots \quad (1.1)$$

$$\sum_{i=1}^{\infty} p_i = 1 \quad (1.2)$$

则当 x_i 和 p_i 已知时,这两组值就完全描述了随机变量的规律,此时把如下的表示方法称为该随机变量的分布列:

$$\begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdots \\ p_1 & p_2 & \cdots \end{bmatrix} \quad (1.3)$$

对于集合 $\{x_i, i = 1, 2, \dots\}$ 中任何一个子集 A , 事件“ X 在 A 中取值”即“ $X \in A$ ”的概率为

$$P(X \in A) = \sum_{x_i \in A} p_i \quad (1.4)$$

三、连续型随机变量的概率密度

与离散型随机变量有所不同, 一些随机变量 X 的取值不可列。例如测量误差、分子运动速度、候车时的等待时间、降水量、风速、洪峰值等皆是。考虑市场上对于某种商品的需求量就不可能具体地一一列出, 只能列出大概的范围, 如 $[2000, 5000]$ 。这时用来描述随机变量的还是样本点 ω 的函数, 严格写应是 $X(\omega)$, 其中 $\omega \in \Omega$ 。但是这个随机变量可能取某个区间 $[c, d]$ 或 $(-\infty, +\infty)$ 的一切取值。

定义 1.1 对于随机变量 X , 如果存在一个非负可积函数 $f(x)$, $-\infty < X < +\infty$, 使对于任意两个实数 $a, b (a < b)$, 都有 $P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x) dx$, 则称 X 为连续型随机变量, $f(x)$ 就称为随机变量 X 的密度函数, 满足性质:

$$(1) f(x) \geq 0, \quad x \in (-\infty, +\infty) \quad (1.5)$$

$$(2) \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1 \quad (1.6)$$

四、一般场合的分布函数

但是, 除了前面得到的离散型和连续型的随机变量外, 还存在其他类型的随机变量, 就不能用离散型随机变量的分布列或者连续型随机变量的密度函数来描述, 于是引入分布函数的概念。这是概率论中重要的研究工具, 可以用于描述包括离散型和连续型在内的一切类型的随机变量。

定义 1.2 设 X 是一个随机变量, $f(x)$ 是它的分布密度函数, 则称函数

$$F(x) = P\{X \leq x\} = \int_{-\infty}^x f(t) dt, \quad -\infty < x < +\infty \quad (1.7)$$

为随机变量 X 的分布函数。

根据定义, $F(x)$ 具有如下性质:

$$(1) P\{a < X \leq b\} = F(b) - F(a) \quad (1.8)$$

$$P\{X > a\} = 1 - P\{X \leq a\} = 1 - F(a)$$

针对连续型的随机变量有 $P\{X = a\} = 0$

$$(2) 0 \leq F(x) \leq 1, \quad -\infty < x < +\infty$$

$$(3) F(x) \text{ 是关于 } x \text{ 的单调非减函数}$$

$$(4) F(-\infty) = \lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0 \quad (1.9)$$

$$F(+\infty) = \lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) = 1$$