

高等院校统计学精品课教材系列

经济计量学

(第二版)

李长风 编著



格致出版社
上海人民出版社

高等院校统计学精品课教材系列

经济计量学 (第二版)

李长风 编著



格致出版社
上海人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

经济计量学/李长风编著. —2版. —上海:格致出版社, 2010. 6

(高等院校统计学精品课教材系列)

ISBN 978-7-5432-1766-9

I. ①经… II. ①李… 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 087957 号

丛书策划 谷 雨

责任编辑 谷 雨

装帧设计 钱宇辰

高等院校统计学精品课教材系列

经济计量学(第二版)

李长风 编著

出 版 世纪出版集团 格致出版社
www.ewen.cc www.hibooks.cn
上海人民出版社
(200001 上海福建中路193号24层)



编辑部热线 021-63914988

市场部热线 021-63914081

发 行 世纪出版集团发行中心
印 刷 上海市印刷七厂有限公司
开 本 787×1092 毫米 1/16
印 张 23
插 页 1
字 数 461,000
版 次 2010 年 7 月第 1 版
印 次 2010 年 7 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-5432-1766-9/F·287
定 价 37.00 元

高等院校统计学精品课教材编委会

主任

徐国祥 上海财经大学教授、博导

委员(以姓氏笔画排列)

王振龙 西安财经学院教授

史代敏 西南财经大学教授、博导

艾春荣 上海财经大学统计系教授、博导

美国佛罗里达大学教授

刘建平 暨南大学教授、博导

刘 洪 中南财经政法大学教授

向书坚 中南财经政法大学教授、博导

纪 宏 首都经济贸易大学教授、博导

许 鹏 湖南大学教授

余思勤 上海海事大学教授

李宝瑜 山西财经大学教授、博导

李金昌 浙江工商大学教授、博导

汤 灿 厦门大学教授、博导

肖红叶 天津财经大学教授、博导

苏卫华 浙江工商大学教授、博导

邱 东 中央财经大学教授、博导

庞 皓 西南财经大学教授、博导

林 洪 广东商学院教授

罗良清 江西财经大学教授

金勇进 中国人民大学教授、博导

贺 铿 中央财经大学教授、博导

袁 卫 中国人民大学教授、博导

曾五一 厦门大学教授、博导

蒋 萍 东北财经大学教授、博导

谢邦昌 台湾辅仁大学统计咨询系教授、博导

韩兆州 暨南大学教授、博导

雷钦礼 暨南大学教授、博导

第二版前言

本书第一版是作者在上海财经大学工作期间,在数年讲授《经济计量学》课程的讲稿基础上整理完成的。面世十余年,重印十二次。受到不少高校教师、学生以及社会读者的欢迎,曾被全国统计教材编审委员会列入“全国高等财经院校统计专业推荐教材”。

经济计量学的研究和应用发展很快。但本书再版的定位仍然是为学习经济管理类专业的高等院校本科学生、MBA 学生以及从事经济管理的专业技术人员提供一本基础、简明、实用的教程。因此编写体例未做大的变动,内容上则作了较多充实。比如,增补了关于金融风险分析的 ARCH 模型的有关内容介绍和应用实例。同时,在第二版中,始终贯穿 Eviews 软件的使用。将软件的使用介绍融于教学内容中,在学习经济计量学基本原理和方法的同时,掌握实际应用的工具和手段,以缩短理论与应用之间的距离,这是本书的初衷之一,也可能是受读者欢迎的原因之一。Eviews 软件的前身是本书第一版推荐使用的 Micro TSP,但功能更全面。尤其对于初学者,所有功能都可以在菜单式窗口下运作。对于熟悉 TSP 的读者,就更方便了。

本书曾先后参考了国内外许多经济计量学的著作,再版时将其尽可能列入书末的参考文献,一并致谢。其中,尤其要提及的是张晓峒教授编著的《Eviews 使用指南与案例》,受益匪浅。

最后要特别感谢上海财经大学徐国祥教授和博士生牟嫣提供的宝贵支持。特别感谢格致出版社的策划编辑谷雨,没有她的敬业执著,再版可能还会拖延下去。

由于作者水平有限,错误、疏漏之处在所难免,恳请读者和专家批评指正。

编 者

第一版前言

经济计量学是一门应用学科。它所提供的定量的实证分析方法在经济管理活动中发挥重要作用。

本书在编写过程中,始终遵循“理论联系实际”的原则。在比较系统地介绍了经济计量学的基本原理和方法的同时,注重突出经济计量学的应用特征。全书共分十五章,按照单方程模型、联立方程模型和经济计量模型应用的次序,由浅入深地展开讨论。

教学实践表明,经济计量模型的计算繁难,是理论联系实际的主要障碍。因此,在本书中,始终贯穿 Micro TSP 软件的使用。将计算机软件的使用融于教学内容中,在学习原理、方法的同时,掌握实际应用的工具和手段,是缩短理论与应用之间距离的一种尝试。这也是本书的特点之一。

本书是在编者讲授数年的《经济计量学》课程的讲稿基础上修订完成的,既可作为大专院校经济管理类专业的教材和教学参考书,也可作为经济、管理干部的培训教材。对从事经济研究人员和实际工作者也会有所帮助。

由于作者水平有限,错误之处在所难免。恳请读者和专家批评指正。

编 者

目 录

第1章 绪 论	1
第一节 什么是经济计量学	1
第二节 经济计量学的应用步骤	3
第三节 经济计量模型的特点	5
第四节 随机扰动项 ϵ 的分布及其产生原因	6
第五节 常用的概率分布	8
第六节 Eviews 软件功能简介	14
本章小结	16
思考与练习	17
第2章 一元线性回归模型	18
第一节 回归分析与回归方程	18
第二节 参数的最小二乘估计	20
第三节 最小二乘估计量的性质及分布	28
第四节 随机扰动项方差 σ^2 的估计	32
第五节 一元线性回归模型的统计检验	34
第六节 预测	41
本章小结	49
思考与练习	49
第3章 多重线性回归模型	53
第一节 模型的矩阵表示和基本假定	53
第二节 参数的最小二乘估计及其性质	56
第三节 残差和随机扰动项方差 σ^2 的估计	60
第四节 多重线性模型的统计检验	64
第五节 预测	68
第六节 多重线性回归分析计算步骤及主要公式	70
本章小结	78
思考与练习	78
第4章 非线性模型	81
第一节 直接代换法	82

第二节 间接代换法	84
第三节 泰勒级数展开法	85
第四节 案例——非线性模型估计的 Eviews 实现	86
本章小结	90
思考与练习	90
第 5 章 异方差	92
第一节 异方差的概念	93
第二节 异方差的后果	94
第三节 异方差的检验	95
第四节 异方差的修正方法	99
第五节 案例——居民储蓄模型估计	103
本章小结	105
思考与练习	106
第 6 章 自相关	109
第一节 自相关的来源和形式	109
第二节 自相关的后果	113
第三节 自相关的检验和识别	114
第四节 自相关的修正方法	121
第五节 案例——地区商品出口模型估计	126
第六节 广义最小二乘法	129
本章小结	134
思考与练习	135
第 7 章 多重共线性	137
第一节 多重共线性及其原因	137
第二节 多重共线性的影响后果	139
第三节 多重共线性的检验	142
第四节 多重共线性的修正方法	144
第五节 案例——服装市场需求函数	148
本章小结	150
思考与练习	150
第 8 章 虚拟变量和随机解释变量	153
第一节 虚拟变量模型	153
第二节 案例——上海市生产总值长期趋势模型	159
第三节 随机解释变量模型	161

本章小结	167
思考与练习	167
第9章 滞后变量	169
第一节 滞后变量模型的基本概念	169
第二节 分布滞后模型的参数估计	171
第三节 滞后变量模型的构造	179
第四节 回归与时间序列组合模型的估计	182
第五节 案例——我国长期货币流通量需求模型	184
第六节 自回归条件异方差模型及其估计	186
第七节 时间滞后效应	197
本章小结	199
思考与练习	200
第10章 联立方程模型	203
第一节 联立方程模型的基本概念	203
第二节 联立方程模型的结构式和简化式	206
第三节 联立性偏误	212
第四节 递归模型	214
本章小结	215
思考与练习	215
第11章 联立方程模型的识别	218
第一节 模型识别的概念	218
第二节 模型识别的阶条件和秩条件	225
本章小结	234
思考与练习	234
第12章 联立方程模型的估计	236
第一节 有限信息法——单一方程估计	237
第二节 完全信息法——系统估计	243
本章小结	249
思考与练习	250
第13章 基本经济函数模型	254
第一节 需求函数和消费函数	254
第二节 生产函数和投资函数	270
本章小结	293
思考与练习	294

第 14 章 经济计量学的应用	297
第一节 经济结构分析	297
第二节 经济预测	307
第三节 政策评价	310
第四节 案例——联立方程模型的求解与模拟	311
本章小结	321
思考与练习	322
第 15 章 宏观经济计量模型简介	323
第一节 宏观经济计量模型设计概述	323
第二节 宏观经济计量模型的总体构造	327
第三节 宏观经济计量模型举例	333
本章小结	342
思考与练习	342
附表 统计表	343
参考文献	353

绪 论

哲学乃是一种特殊的思维方式,在这种方式中,思维成为认识,成为把握对象的概念性的认识。

——黑格尔

第一节 什么是经济计量学

经济计量学是经济科学领域内的一门应用学科。它以一定的经济理论和实际统计资料为基础,运用数学、统计学方法与电脑技术,以建立经济计量模型为主要手段,定量分析研究具有随机性特征的经济变量关系。

从广义上讲,经济计量学有两个主要的研究内容:一是研究如何运用、改造和发展数理统计方法,使之成为适合随机经济关系测定的特殊方法,这一部分研究内容称为理论经济计量学,也称为经济计量方法;二是在一定的经济理论的指导下,以反映事实的统计数据为依据,用经济计量方法研究经济数学模型的实用化或探索实证经济规律,这一方面的研究内容称之为应用经济计量学。

经济计量方法及其应用,都围绕建立、运用各种经济计量模型这样一个中心。人们可以通过各种各样的模型来揭示、阐明自然现象与社会经济现象的本质与规律。例如,物理模型、几何模型等。传统的经济学就是通过思维抽象,概括出经济现象之间本质内在联系,得出概念、范畴,形成理论并用文字加以表述,这便是文字模型。经济计量学所建立的经济计量模型是在抽象思维的基础上,通过引入量的概念和量的分析,借助数学这一有力工具,探讨经济现象的数量关系及其变化规律,并用数学

模型的形式加以表达。经济计量模型包括一个或一个以上的随机方程式,它可以简洁有效地描述、概括某个真实经济系统的数量特征,更深刻地揭示出该经济系统的数量变化规律。

经济计量学是顺应社会化大生产的需要而产生的。

1926年,挪威经济学家费里希(R. Frisch)仿照生物计量学(Biometrics)一词提出了经济计量学(Econometrics)。1930年12月,费里希、丁伯根(荷兰, J. Tinbergen)等人在美国克里夫兰市发起成立国际经济计量学会,并于1933年创刊学会杂志 *Econometrica*。从20世纪30年代到今天,尤其是第二次世界大战以后,经济计量学在西方各国的影响迅速扩大。美国著名经济学家萨缪尔森(P. A. Samuelson)曾说:“第二次世界大战以后的经济学是经济计量学的时代。”1969年首届诺贝尔经济学奖授予费里希和丁伯根,高度评价他们“开发了经济分析过程的动态模型,并使之实用化”。这些绝不是偶然的。20世纪30年代西方的经济危机,使传统的经济理论陷入破产,垄断资本及其政府迫切需要研究预测经济波动和防止经济危机的理论方法。在市场经济发达的国家,各个企业、各个部门之间存在着错综复杂的关系,企业要使自己在激烈的市场竞争中生存,必须有可靠的市场预测;政府为干预国民经济运行,更需要及时分析经济动态。企业和政府都十分重视以经济计量方法为基础的关于经济景气、循环周期的研究以及经济政策的模拟、预测分析。经济计量学也就应运而生。

七十多年来,理论经济计量学取得了长足的进展。在发展初期的十多年中,主要用于研究微观经济。如H. 舒尔兹在消费理论与市场行为方面的研究;道格拉斯(Douglas)对边际生产力的研究;丁伯根在景气循环方面的研究,都为经济计量学开拓了新领域。R. 费里希以统计学和经济理论为基础来测定需求弹性、边际生产力以及总体经济的稳定性,是一大贡献。20世纪40年代至70年代经济计量学的重点是研究宏观经济。经济计量学家致力于经济理论的模型化与数学化的研究。如哈维尔莫(Hoavelmo)和瓦尔德(Wald)将统计推断应用于经济计量学。50年代,泰尔(Theil)发表了二阶段最小二乘法。60年代以后有关分布滞后的新处理方法得以发表。由于计算机的广泛普及使用,大量复杂的经济计量模型得以建立和应用,促进了经济计量学理论与应用的发展。最近十几年来,经济计量学在理论方法的研究中有了新的突破,英国学者亨德利(Hundry)提出了协整理论,使经济计量学进入了一个新的理论体系。我国学者在模型识别理论上也做出了贡献。现代对策论和贝叶斯理论在经济计量学中的应用,是目前经济计量学研究的一个新课题。

经济计量学另一个重要的发展是在它的应用方面。经济计量学的创立虽然始于20世纪30年代,然而它的实际应用和发展,还是在电脑出现以后。随着电脑技术的应用和发展,经济计量模型由微观模型发展到宏观模型,由地区经济模型发展到国家经济乃至世界经济模型,模型规模越来越大。例如,美国的“联结(Link)计划”,采用宏观经济模型,其中包括18个国家、7 447个方程和3 368个外生变量。经济计量学

更广泛地应用于实际经济生活。各国普遍利用经济计量模型从事经济预测与经济分析,拟定经济发展计划,提出经济政策。经济计量模型正日益成为一个重要的经济管理决策工具。

第二节 经济计量学的应用步骤

经济计量学研究经济问题,可分为四个连续的阶段:模型设定,参数估计,模型检验,模型应用。

一、模型设定

依据一定的经济理论或经验,先验地用一个或一组数学方程式表示被研究系统内经济变量之间的关系。这一阶段的工作称为模型设定。

这个阶段是经济计量研究最重要也是最困难的阶段。为此,需要做以下工作:

(一) 研究有关经济理论

建立模型需要理论抽象。模型是对客观事物的基本特征和发展规律的概括,是对现实的简化。这种概括和简化的基础就是理论分析的成果。因此,在模型设定阶段,首先要注重基于经济理论的定性分析。不同的理论会导致不同的模型。例如,根据劳动力市场均衡学说,工资增长率 y 、失业率 x_1 和物价上涨率 x_2 有关, $y = f(x_1, x_2)$ 。失业率越高,表明劳动力的供给大大高于劳动力的需求,从而工资的上升率就越小,这就是有名的菲利浦曲线。这一方程式在西方国家的经济模型中被广泛采用,但在我国社会主义市场经济中就不一定成立。再例如,根据凯恩斯(Keynes)的消费理论:“平均说来,当人们收入增多时,他们倾向于消费,但其增加的程度并不和收入增加程度一样多。”设 y 为消费, x 为收入,用数学方程式表示为:

$$y = f(x) = b_0 + b_1 x + \epsilon$$

其中,参数 $b_1 = dy/dx$ 为边际消费倾向, ϵ 为随机项,表明消费的随机性质。按凯恩斯的观点, $0 < b_1 < 1$ 。但库兹涅茨对凯恩斯的这种边际消费倾向下降的观点持否定态度。他研究的结论是,消费与国民收入之间存在一种稳定的上升比例。因此上式只是根据凯恩斯理论设定的消费模型。

我国正在走向社会主义市场经济,在建立模型时,更要注重以社会主义市场经济理论框架作为模型设定的基础,实事求是地对国情、国力进行深入的理论分析。

(二) 确定变量以及函数形式

模型应该反映客观经济活动,但这种反映不可能也不应该是包罗万象、巨细无遗的。这就需要合理的假设,删除次要关系和因素。对模型进行简化抽象,既突出主要联系,又便于模型处理、运用。例如,在我国一些地区经济模型中,有时就需要舍象进出口

贸易,将地区经济视为一个封闭的经济系统。假设是否合理,就看变量选择以及模型形式的选择是否适当。

模型设定阶段的具体技术工作包括:(1)确定模型包括哪些变量,哪个变量是因变量或哪几个变量是自变量?自变量又称为解释变量。(2)模型包括几个参数,它们的符号(正或负)如何。(3)模型函数的数学形式,线性还是非线性?

(三) 统计数据的收集与整理

变量确定之后,就要全面收集统计数据,这是模型定式的基础工作。统计数据的基本类型有:

(1) 时间序列数据(Time-Series Data):这种数据是按时间序列排列的某个经济指标的序列。例如,某企业的月度总产量序列,或者宏观经济的国民生产总值的年度数据序列。主要来源于政府和企业各级统计部门的定期报表资料。

(2) 横截面数据(Cross-Section Data):这种数据是同类经济单位在某个时点上的某一经济指标的集合。例如,某年某市各个企业的总产值,或者某月某市各个家庭的收入。主要来源于专门调查。

(3) 面板数据:这种数据是由若干同类经济单位在不同时点上某一经济指标观察值的集合。面板数据结构上结合了时间序列和横截面数据的特征,能较全面地反映有关经济现象纵向和横向的联系及规律。适用于面板数据的经济计量专门分析技术和方法近年来发展很快。

一般来说,收集的原始数据都要经过科学的统计分组、整理加工,使之系统化,成为能为模型所用,反映问题特征的综合资料。数据整理工作包括分类、调整口径、汇总、编制变量数列等。

二、参数估计

经济计量模型设定之后,就要估计参数。参数是模型中表示变量之间数量关系的常数。它将各种变量连接在模型中,具体说明解释变量对因变量的影响程度。在未经实际资料估计之前,参数是未知的。模型设定后,应根据可资利用的统计数据资料,选择适当的方法,如最小二乘法,求出模型参数的估计值。参数一经确定,模型中各变量之间的相互关系就确定了,模型也就随之确定。

参数估计值为经济理论提供了实际经验的内容,并验证经济理论。如上述消费模型,若参数 b_1 的估计值 $\hat{b}_1 = 0.8$,它不仅说明了边际消费倾向的实际内容,同时也证实了凯恩斯消费理论关于 b_1 介于0, 1之间的假定。

三、模型检验

参数估计之后,模型便已确定。但模型是否符合实际,能否解释实际经济过程,还需要进行检验。检验分两方面,即经济意义检验和统计检验。经济意义检验主要是检

验各个参数值是否与经济理论和实际经验相符。统计检验则是利用统计推断的原理，对参数估计的可靠程度、观察数据的拟合程度、各种经济计量假设的合理性以及模型总体结构预测功能进行检验。模型通过上述各项检验，才能实际应用。检验不能通过，则需修正模型。

四、模型应用

经济计量模型主要应用于分析经济结构，评价政策决策，仿真经济系统以及预测经济发展这几个方面。模型的应用过程，也是检验模型和理论的过程。如果预测误差小，表明模型精度高，质量好，对现实解释能力强，理论符合实际；反之就要对模型以及对建模所依据的经济理论进行修正。

经济计量工作过程是一个不断修改、信息反馈的过程，其程序大致如图 1-1 所示。

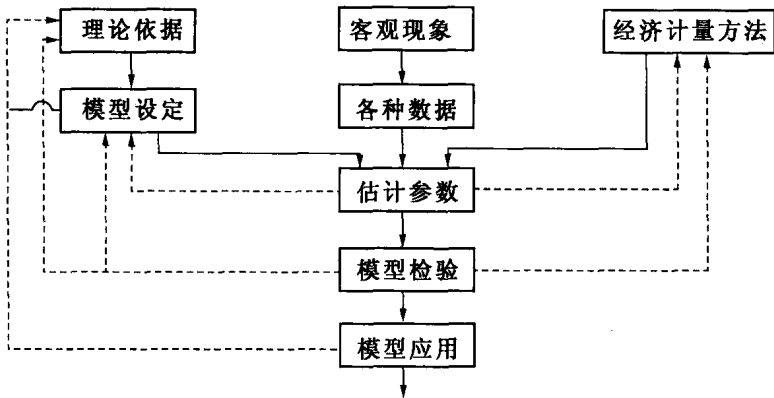


图 1-1

模型的建立和实际应用，离开了电脑几乎是不可能的。目前已有很多专门的经济计量学软件包，可以完成经济计量模型的参数估计、模型检验、预测等基本运算。本书采用美国 QMS 公司推出的 Eviews 软件进行案例计算。Eviews 是广泛应用于线性模型估计的软件包之一。与本书第一版采用的 TSP 软件包相比，命令格式相同，全菜单操作，功能更强，更加灵活，使用更方便。本书将按各章内容的需要，介绍该软件的功能和使用。

第三节 经济计量模型的特点

经济计量模型是定量研究具有随机性特征的经济变量关系的数学模型。注重经济变量关系的随机性特性，是经济计量学的显著特征。与数理经济模型作一比较，便显出这一特征。

经济计量模型是在数理经济模型的基础上发展起来的。数理经济模型是对现实经

济活动进行适当简化和抽象的一组数学函数。模型中每一个变量都表示一个经济指标或与经济活动有关的指标,每一个函数则表明诸变量之间某种确定性的联系,而不考虑影响经济关系发生随机变化的随机因素。

例如,按价值法则,市场上某种商品价格上升时,该商品的供给量 Q_s 会随之增加,而需求量 Q_d 会随之减少。如果假定影响商品供需量的因素仅仅是价格 P ,则商品供需的静态平衡关系可用以下数理经济模型来描述。

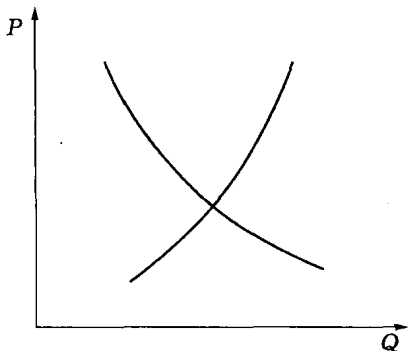


图 1-2

$$Q_d = b_{10} P^{b_{11}} \quad (1-1)$$

$$Q_s = b_{20} P^{b_{21}} \quad (1-2)$$

$$Q_d = Q_s = Q \quad (1-3)$$

式中, b_{10} , b_{11} , b_{20} , b_{21} 为模型参数。

这个供需均衡的数理经济模型与价值法则没有本质区别,它不过是理论的数学表达形式。由于价格 P 被视为唯一的影响因素,模型中出现的是确定性数学方程,无法估计参数的具体数值。

经济计量模型虽然以数理经济模型为基础,也用数学形式表达经济关系,但区别在于:它不认为这种关系是确定性的。显然,除价格外,还有很多影响供需量的因素,这些因素是不确定的、随机的。经济计量模型中含有反映不确定因素影响作用的随机变量 ϵ 。上述供需模型可以写成:

$$Q_d = b_{10} P^{b_{11}} e^{\epsilon_1} \quad (1-4)$$

$$Q_s = b_{20} P^{b_{21}} e^{\epsilon_2} \quad (1-5)$$

$$Q_d = Q_s = Q \quad (1-6)$$

ϵ 称为随机扰动项。模型中引入 ϵ , 形成经济计量模型最显著的特点。通过对随机扰动项 ϵ 的研究,我们才能够利用现实统计资料提供的数据,估计模型参数,给出经济关系的具体数量表示,实现经济计量模型的实用化。经济研究也才能真正进入实证的定量分析阶段。在这方面理论上的奠基性工作是由挪威的哈维尔莫教授于 1941 年完成的。1989 年诺贝尔经济学奖表彰他“为澄清经济计量学的概率论基础及分析联立经济结构所做的贡献”。

第四节 随机扰动项 ϵ 的分布及其产生原因

模型中引入反映不确定因素影响的随机扰动项 ϵ , 目的在于使模型更符合客观经济活动实际。

我们以最简单的线性需求函数为例进行分析。

$$Q_d = b_{10} + b_{11}X_1 \quad (1-7)$$

理论分析和实践经验表明,某种商品的市场需求量 Q_d 不仅取决于价格 X_1 ,而且取决于替代商品价格 X_2 ,消费者收入 X_3 和消费偏好 X_4 等。将所有可以想到的对需求量 Q_d 的 k 个主要影响因素都列入需求函数,则有:

$$Q_d = b_{10} + b_{11}X_1 + b_{12}X_2 + b_{13}X_3 + b_{14}X_4 + \cdots + b_{1k}X_k \quad (1-8)$$

即使如此,还可能还有其他次要因素影响需求量,譬如人们的社会风尚、心理变化甚至天气等。这些因素有的可以度量,有的不可以度量,在实际观测中,其影响有时发生,有时不发生,记为随机变量 $Z_i (i = 1, 2, \cdots, m)$ 。从个别意义上看,这些次要因素可能是不重要的,但所有这些次要因素的综合效应不能忽视。否则模型与实际将会不符。然而将如此众多(m 个)次要因素无一遗漏地写入需求函数,则:

$$Q_d = b_{10} + \sum_{i=1}^k b_{1i}X_i + \sum_{j=1}^m r_j Z_j \quad (1-9)$$

式中, Z_j 为第 j 个次要因素变量, r_j 为第 j 个次要因素变量系数。

显然是不必要的。经济计量学中将这些或者次要,或者偶然,或者不可测度的变量用一个随机扰动项 ϵ 进行概括。需求函数可写成:

$$Q_d = b_{10} + \sum_{i=1}^k b_{1i}X_i + \epsilon \quad (1-10)$$

这是一个随机方程。 ϵ 是随机变量 Z_j 的线性组合:

$$\epsilon = \sum_{j=1}^m r_j Z_j \quad (1-11)$$

这也是一个随机变量。它代表了所有未列入模型的那些次要因素的综合影响。

进一步分析可知, ϵ 差不多相当于随机变量均值 $\bar{Z}$ 。不妨假设 $\sum_{i=1}^m r_i = 1$, 则有:

$$\bar{Z} = \sum_{i=1}^m r_i Z_i \quad (1-12)$$

因此:

$$\epsilon = \bar{Z} \quad (1-13)$$

由中心极限定理,不论这些次要因素随机变量 Z_i 的原来分布形态如何,只要它们相互独立, m 足够大,就会有随机变量 ϵ 趋向于正态分布。因此,经济计量线性模型的一般形式可写成:

$$Y = \sum_{i=1}^k b_{1i}X_i + \epsilon \quad (1-14)$$

式中, Y 为被解释变量(因变量), X_i 为解释变量, b_i 为参数, ϵ 为服从正态分布的随