



中国科学院规划教材·经济管理类核心课系列

计量经济学

王 涛 主编



科学出版社

中国科学院规划教材·经济管理类核心课系列

计量经济学

王 涛 主 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

与目前的多数同类教材比较,本书知识体系较为系统和完整,注重知识的理解、应用和实际操作的学习,为此省略了详细的推导和证明的过程,成为侧重应用和知识扩展的基础性计量经济学教材。本书是初次学习计量经济学,并能够达到扩展应用的理想教材,也是更好地理解和学习中高级计量经济学必备的基础性学习资料。

本书适合高等院校经济管理类本科生和硕士生使用,也可作为其他社会科学工作者进行实证分析方法学习的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计量经济学 / 王涛主编. —北京: 科学出版社, 2015.6

中国科学院规划教材·经济管理类核心课系列

ISBN 978-7-03-044763-0

I. ①计… II. ①王… 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(2015)第 123225 号

责任编辑: 兰 鹏 / 责任校对: 李 影
责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 蓝正设计

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>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015 年 6 月第一次印刷 印张: 14 3/4

字数: 349 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

记得 20 世纪 80 年代初，一本奥斯卡·兰格的《经济计量学导论》让我如获至宝，但是学起来还是有不知所云的感觉。世纪之交，在“海归”们的努力下，计量经济学成为经济类本科专业的 8 门核心课程之一，真正开始在中国得到普及。所以在 15 年前的很多专业教学计划中都开设了这门课，可是作为其基础的统计学类和数学类等先修课程，却在同一份教学计划中没有列出。这种状态让我们的教学很艰难，因此在中国的教材中多少都要带上部分预备知识性质的教学内容。那时由于师资短缺，我也在几个学校讲授过这门课程，而每次讲授的内容都不一样，往往是根据学生的知识结构及其掌握情况来调整教学内容。本书就是在我多年的教学讲义的基础上系统成稿的，包含着我个人的学习体会，也包含着同学们经常遇到的问题和对常犯错误的提醒，通过本书的学习，可以少走很多弯路。

从国内流行的多数教材上看，其主流的教学体系，多带有数学和统计学应用的痕迹，不像是经济学。这与我们的多数师资来源于数学和统计学的传统有关，这使得教材的系统性不理想。同时也使得课程中应用性教学的内容不足，以至于在课程结束后，还会有相当一部分同学感觉不到该课程的真正用途，甚至几年后就将有有关的知识全部忘记。这些科学应用上的理解问题，在本书中都尽量以通俗的方式解释和论证，并利用软件来尝试其自我的实现。在我的教学中使用过 Excel、SPSS、SAS、EViews、R 等软件，最后我选择了 R 软件，不只是其公益性，更是在于它适合于计量经济学的批判性创新思维方式。

记得 20 世纪 90 年代看过的一本书《改变你的思维方式》，因为它与计量经济的主题思维相一致，所以对我的帮助很大。当时我推荐给了很多学生，但是多数都没有看下去，说是看不懂，实则是不愿改变固有的思维造成的。科学研究需要不断批判和不断创新的思维方式，然而学习中的习惯思维方式往往会影响你的思考和判断力，使你沿着其固有的方向去不断地完善已有的内核与外延系统。这就是科学流派产生的原因，也是很少有人某一领域独树一帜的根源所在。经济学的主流框架，需要具有计量经济学的批判性思维的人才来创新和发展，然而我们的教学并没有注重这种思维方式的培养。

在次贷危机引发全球经济危机之后，人们重新审视经济学，甚至很少过问经济的英

国女王，也发出了为什么没有人预告危机的“女王之问”。而经济学家们对“女王之问”的多次回答，并不令人满意。这在更深层次上说明，传统经济学解释现实的有限性。同时，全球性的环境问题、主权争端和债务危机等矛盾冲突又注定了经济学的危机。而在国内的“钱学森之问”，同样也引发了对我国教育改革的思考。在科技发达、信息剧增、经济新常态的历史变革时期，掌握批判性的创新思维尤为重要。计量经济学的灵魂就在于此，所以我们将计量经济学视为经济学科中最重要的、值得花时间去学习的课程。为此，将我的学习体会奉献给广大的读者，希望能给大家带来意想不到的收获，也诚恳地希望得到同仁的批评指正，使其不断完善。

在此，向科学出版社及为本书编写付出劳动的路春艳、田秀杰、沈亚男、符建华等老师表示感谢！

王 涛

2015年立春于冰城哈尔滨

目 录

| | |
|------------|-----------------------------------|
| 第一章 | |
| | 绪论 1 |
| | 第一节 计量经济学简介 1 |
| | 第二节 单方程计量经济模型的基本形式 7 |
| | 第三节 计量经济建模的核心技术 15 |
| | 第四节 生产函数的构建案例 18 |
| | 本章小结 24 |
| | 思考与练习 24 |
| 第二章 | |
| | 计量经济数据处理及 R 软件的实现 25 |
| | 第一节 R 软件及其基本操作 25 |
| | 第二节 基础计算与绘图 35 |
| | 第三节 R 软件编程与软件包的使用 42 |
| | 第四节 科技贡献的度量案例 45 |
| | 本章小结 50 |
| | 思考与练习 50 |
| 第三章 | |
| | 计量经济模型的估计 51 |
| | 第一节 回归方程参数估计的基本方法 51 |
| | 第二节 线性估计量的性质与区间估计 56 |
| | 第三节 线性回归方程估计 R 操作 61 |
| | 第四节 非线性回归的估计方法 64 |
| | 本章小结 73 |

| | |
|-------------------------------|-----|
| 思考与练习 | 73 |
| 第四章 | |
| 计量经济模型的统计检验 | 74 |
| 第一节 统计假设检验及其常用的分布律 | 74 |
| 第二节 变量的样本显著性检验 | 80 |
| 第三节 模型的显著性检验 | 82 |
| 第四节 进行统计检验的 R 程序使用及案例分析 | 87 |
| 本章小节 | 90 |
| 思考与练习 | 91 |
| 第五章 | |
| 模型的经济意义检验 | 92 |
| 第一节 经济意义检验的含义及其相关知识 | 92 |
| 第二节 经济参数的约束与普遍性 | 100 |
| 第三节 基于残差的约束性检验 | 102 |
| 第四节 基于似然统计量的约束性检验 | 105 |
| 本章小结 | 111 |
| 思考与练习 | 111 |
| 第六章 | |
| 参数的计量检验 | 112 |
| 第一节 经济参数的突变点检验 | 112 |
| 第二节 预测的稳定性检验 | 116 |
| 第三节 变参数模型及其诊断 | 122 |
| 第四节 生产函数的参数检验总结 | 125 |
| 本章小结 | 127 |
| 思考与练习 | 127 |
| 第七章 | |
| 残差项的计量检验 | 128 |
| 第一节 残差的正态性检验 | 128 |
| 第二节 异方差性检验 | 131 |
| 第三节 自相关性检验 | 140 |
| 本章小结 | 150 |
| 思考与练习 | 150 |

第八章

变量的计量检验 151

第一节 解释变量的选择与检验 151

第二节 解释变量之间的关系分析 157

第三节 解释变量的确定性假设及其检验 161

第四节 变量的平稳性与协整分析 165

本章小结 175

思考与练习 175

第九章

模型形式的检验 176

第一节 解释变量决定的形式问题 176

第二节 被解释变量决定的形式检验 179

第三节 二项选择模型的计量分析 183

第四节 面板数据的计量经济模型 188

本章小结 190

思考与练习 190

第十章

联立方程模型 191

第一节 联立方程模型的设计 191

第二节 联立方程模型的识别问题 196

第三节 联立方程模型的估算 199

本章小结 205

思考与练习 205

第十一章

模型的使用检验 206

第一节 单一变量模型的预测与评价 206

第二节 单方程回归预测 214

第三节 多方程模型预测 218

本章小结 224

思考与练习 224

参考文献 225

附录 226



第一章

绪 论

学习新课程必须对该课程的知识体系有所了解，系统掌握其基础理论和基本方法，同时还要为知识的应用做好准备，这就是本章的中心任务。本章和第二章的内容可以看成是基础知识单元，是学习计量经济学要首先掌握的最基本的知识。

第一节 计量经济学简介

学习新知识与结识新朋友一样，首先要了解他的基本信息，他是什么样的人，他的来龙去脉，与我的关系怎样，以及对有什么用途等，这正是本节的主要内容。

一、计量经济学的学习意义

计量经济学是什么样的学科？对我们有什么用途？这些是我们学习计量经济学的过程中，始终要明确的内容。

（一）计量经济学的含义

计量经济学(econometrics)又称为经济计量学，这是翻译者对该学科的特点理解不同所造成的结果。该学科的创始人是挪威的经济学家拉格纳·弗里希(Ragnar Frisch)，他在1926年创建该学科时的通俗解释是统计学、经济理论和数学的结合，即量化了的经济理论与统计观测相融合的结晶。这种融合在21世纪初的中国主要表现在教学过程中，其课程特征更接近于统计学和数学，或者说在学习中使用这两门课程的知识更多一些，而经济学的内容相对较少。同时在经济研究和管理等领域，正确使用计量经济学这一工具获得的研究成果也相对很少，这与国际主流经济研究存在着较大的差距，因此给初学者的感觉是定量的内容多于定性的分析，所以将其译为经济计量学也是可以理解的。

计量经济学是人们在探索经济实证研究方法的过程中，广泛地应用统计学、数学等方法而产生的，适合于小样本观察的、思维严谨的、可操作性较强的现代社会科学领域的研究方法。它借助数学语言和工具，利用数理统计学的抽样推断思想与方法，通过对经济统计学等关于社会经济状况的观察，建立精确反映社会经济关系的方程式或方程组，来模拟现实社会经济现象的生成过程，并发现其变化规律性，或寻找其决定性的因

果关系。对这一模拟过程的简单概括就是经济建模过程，所以说计量经济学就是对经济建模的理论与方法进行研究的学说。

(二) 学习计量经济学的意义

我们学习计量经济学，基于以下主要原因。

1. 经济理论分析需要实证

(1) 由于经济理论或思想都是在一定的时空范围内有效的，如适用于美国的经济规律拿到中国来就未必是规律了；改革开放之前的规律应用到改革开放之后，就未必能继续发挥作用了。所以不同时空的经济理论，都需要在不同的时空范围内进行验证，绝不能照搬照抄。而要验证其适应性，就要求我们熟知经济实证分析的方法，这也就形成了对计量经济学的最低需求。

(2) 为避免不同分析框架下的理论局限性，有必要掌握计量经济学。不同的经济学流派之间，主要是分析框架的差距，这样使用规范的经济分析方法所得到的不同结论，就是思想性的框架不同造成的，这就难免产生盲人摸象的效果。在没有经过实证的各种理论之间往往存在很多的矛盾，并产生了大量争论性的问题。计量经济学的实证正是消除这些争议的重要手段，也是判别分析框架科学性的主要途径。

(3) 经济分析的绝大部分内容都属于实证分析。现代经济分析过程可以概括为四个主要环节：一是环境的界定，即明确研究的主体及其基本单位，分清研究对象的层次结构，熟悉相关的规则和资源的禀赋等情况；二是主体单位的行为假设，即对不可观察的事物或行为规律做初步的假定，以得到可能的规律性认识，这类假设是否正确需要进行实证性的检验；三是经济均衡分析与测算，即各行为主体的经济行为，在环境和行为假设的约束下，最终会达到什么样结局的分析；四是规范性的判断，即均衡分析的结局是否为我们所期望的结果，以及行为、规则等内容是否合理的判断。在这四个环节中，人们认为前三个环节都属于实证分析的过程，而第四个环节属于规范经济分析的过程。其实这些环节只是逻辑上的划分，某个环节和整个分析过程都需要实证和规范的交替，且实证过程是最重要的环节，尤其是行为假设、均衡分析及政策调整等环节。这就好比每篇独立的论文，都是一个完整的模型，都需要使用计量经济学，而文章中的子模型会有很多，更需要对计量经济方法的灵活应用，绝不像某些同学所认为的，在论文的某个地方为了模型而放个“模型”。

2. 现实的观察未必是事实

抛开系统性的研究，在我们日常的经济和管理实践中，也经常需要探索一些规律性的东西。然而发现规律的研究方法却很缺乏，原因主要有以下三个。

(1) 我们多戴着有色的眼镜看世界。每个人都会因其所处的环境及个人经历，从自己的视角来理解经济和管理问题。而这一视角是否片面，凭直觉是不准确的。需要从理性上，利用计量经济学的方法，对我们的所见进行逻辑合理的实证分析。

(2) 我们观察的范围有限，容易产生盲人摸象的结果。受我们所处时空范围的限制，静态观察和动态观察都难免产生局部的片面结果，尤其是动态规律需要长期的分析和研究，然而现实中我们所观察的时期往往都是很短的，反映不出本质的规律。这就需要我们查找更多空间的和更长时期的样本观察数据，来证实不同时空的经济现象。而在这种

观察基础上所得到的规律性认识，主要依靠计量经济的方法来实现。

(3)对经济的静态观察代替不了动态分析。人们习惯于静态的分析，而忽略动态的系统分析。很多静态中的“囚徒困境”问题，在动态的不断学习中是可以得到修正或解决的。这样经济理论的静态分析结果，在动态的实证中可能就不成立，而我们的经济分析中常会产生这样的偏差，为此，使用计量经济方法进行实证是很有必要的。

二、计量经济学的产生与发展

了解科学产生和发展的过程，有利于理解该科学的性质和理论体系的发展演变方向。

(一)思想与方法的萌芽时期

经济学萌芽于1676年威廉·配第所写的《政治算术》，马克思认为这是经济学的开篇；而主流经济学却认为经济学的基石之作是1776年亚当·斯密出版的《国富论》。这两部相差一个世纪的著作在英国历史上都是具有重大影响力的，甚至都是加快人类文明历史进程的巨著。《政治算术》的核心是客观系统地分析国家之间的竞争实力；而《国富论》的中心是揭示市场中看不见的手的原理，即理性思维和决策均衡规律的探寻。这些都是实证经济分析的精髓。19世纪初期，英国法学哲学家边沁在《幸福的微积分学》中提到每个人都会理性使用其人生损益计算器，来安排自己的生活；1826年，德国的杜能在《孤立国》中关于农业和国民经济关系的形象描绘似乎是最早的模型构建；1838年，考纳德的《财富理论的数学原理研究》是思想超前的法国最早的均衡分析模型；1881年，艾奇渥斯(Edgeworth)的《数理心理学》，主要将人类社会各类事物的可量化的东西都演化为数学分析，这些都是努力以精准的数量化分析对社会经济问题进行的研究和探索。然而，直到19世纪高斯最小二乘法(ordinary least square, OLS)的产生与广泛应用，才算是找到了比较有效的实证分析的工具。

(二)计量经济学的产生

在20世纪初，挪威的弗里希(Frisch)，法国的弗朗索瓦·迪维西亚，美国的欧文·弗歇尔、亨利·穆尔、亨利·舒尔茨、保罗·道格拉斯、柯布等，结合数理经济学和统计学的方法，利用经济数据进行了大量的经济分析和检验，为计量经济学的产生奠定了良好的基础。但他们的做法很不规范，影响了他们之间的交流与合作。为此，人们希望并努力来创建一个良好的交流平台，进而催生了计量经济学。

1926年挪威奥斯陆大学的弗里希教授与欧文·弗歇尔、弗朗索瓦·迪维西亚等学者反复交流和磋商，提出以计量经济学作为该学科的名称，并于1930年12月29日，在美国俄亥俄州克里夫兰成立了世界计量经济学会，欧文·弗歇尔当选第一任主席。计量经济学会还创办了 *Econometrica* 学术杂志，并于1933年正式出版发行。

(三)计量经济学的发展

1932年考利斯(Cowles)先生出资，成立了考利斯委员会(Cowles Commission)，这是一个促进经济学、数学和统计学结合的研究性机构。在资助了 *Econometrica* 学刊的同时，还组织了哈威尔莫(Haavelmo)、库普曼斯(Koopmans)、阿罗(Arrow)、德布鲁

(Debreu)、克莱因(Klein)、马克威茨(Markowitz)、马德龙(Modigliani)、西蒙(Simon)等在内的很多计量经济学家,从事计量经济学的规范性研究。他们所创建的经典计量经济学的规范研究方法,被称为经典假设下的CC方法论。

计量经济学在20世纪40~60年代进入了壮大发展时期。由罗伯特·威纳(Robert Wiener)和安德烈·柯尔莫哥洛夫(Andrey Kolmogorov)提出了在传统方法基础上进行时序分析的基础理论,成为经典计量经济研究方法论的重要补充。

20世纪50~70年代,以库普曼斯的动态经济统计推断,以及库普曼斯和胡德(Hood)的线性联立经济关系的估计为标志,计量经济学进入了联立方程模型的时代。

20世纪70年代石油危机等大型、关键性的预测失误,对计量经济学提出了挑战,并促进了现代非经典计量经济学的产生,即由鲍克斯(Box)和杰克逊(Jenkins)提出的以ARMA为主要内容的BJ方法论体系基本形成。在CC方法与BJ方法的反思和融合的过程中,1974年格兰杰(Granger)提出伪回归问题;20世纪80年代西姆斯(Sims)将单时序发展到多时序的VAR理论。

计量经济学发展到今天已经成为经济学的主流^①,形成了包括单方程回归、联立方程模型、时间序列分析三大支柱系统,具有比较严密的理论基础和方法论体系,由适合不同研究对象的大量计量经济模型构成了庞大的学科群。

(四) 计量经济学与诺贝尔奖

截止到2014年,荣获诺贝尔经济学奖的学者共有75位,其中有16位是因对计量经济学的直接贡献而获奖的;有20多位担任过世界计量经济学会会长;有30余位学者的获奖成果应用了计量经济学。该学科的创建者是第一位获奖者,这也说明了计量经济学使经济学走上了真正的科学殿堂。本书中的主要学习内容,就是弗里希(1969年)、丁伯根(1969年)、列昂惕夫(1973年)、库普曼斯(1975年)、克莱因(1980年)、斯通(1984年)、弗兰科·莫迪利安尼(1985年)、罗伯特·索洛(1987年)、特里夫·哈维默(1989年)、罗伯特·福格尔(1993年)、詹姆斯·J.赫克曼(2000年)、丹尼尔·L.麦克法登(2000年)、恩格尔(2003年)、格兰杰(2003年)、萨金特(2011年)、西姆斯(2011年)等诺贝尔奖获得者们的贡献。这些大师们的智慧火花,为我们开启了科学研究的指路明灯,使我们认知世界的路程缩短了很多,更为我们探索新的未知领域打下了良好的基础。

三、 计量经济学的研究对象及其内容

如前所述,计量经济学的研究对象就是经济建模,而这一建模过程又可以在逻辑上区分为如下四个环节:计量经济模型的设计(即设模)、模型参数的估计(即算模)、模型的检验(即验模)和模型的使用(即用模)。

(一) 计量经济模型的设计

计量经济模型以变量来表述研究对象及其影响因素的观察结果,以方程式或方程

^① 克莱因:“计量经济学已经在经济学科中居于最重要的地位,在大多数大学和学院中,计量经济学的讲授已经成为经济学课程表中最有权威的一部分。”萨缪尔森(Samuelson):“第二次大战后的经济学是计量经济学的时代。”

组表述这些研究对象及其影响因素之间的关系，一个模型一般是由如下四个基本要素构成的。

1. 变量

反映我们研究对象及其影响因素的观察数据，构成了模型的变量要素，它基本上可以分为两大类，即解释变量(explanatory variable)和被解释变量(explained variable)。其中，被解释变量是我们研究的核心内容，常用符号 Y 来表示。我们的研究依赖于对其观察所得到的现实数据，但是其被动的地位是确定的，即它是系统中的被影响结果。且因其受各因素和随机性的各种干扰的影响而表现出随机性的特点，因此我们寻求的总体回归方程将是一种被解释变量 Y 的平均意义上的条件期望方程。

解释变量代表着系统中影响研究对象的各种因素，一般情况下只观察一个因素影响的回归分析叫作一元回归分析，而对两个及以上的因素进行回归分析时叫作多元回归分析。在分析中要观察在解释变量的不同控制下，相应的被解释变量的反映，所以说解释变量是确定性的变量。但在经济现象观察中，我们很难对各解释变量进行控制，这也是我们在现实中遇到的一大难题。

2. 回归方程及其形式

回归方程是反映研究对象各变量实质性关系的模型主体部分，由于现实事物的普遍联系性，常常隐含着未知的因果关系。任何一个系统，在影响系统的各因素作用下，都能保持一种稳定的状态，而对这一稳定状态的形成机制的寻找过程，已成为现代回归分析的核心内容。因此，在回归分析中，人们常将系统的稳定关系，以方程式的形式来表示，且以研究对象为被解释变量，以各影响因素为解释变量，建立起解释变量决定被解释变量的回归方程。该方程的形式是多样的，常被分为线性和非线性两类。

在计量经济学中，线性关系的回归方程是最常见的，因为它是基础，且简单、容易理解，所以是我们首先要学习的内容。然而现实中经济现象的复杂性，却常表现为非线性的特点，要准确描绘这些复杂形式，需要我们研究和开发更多视角的分析方法，如解释变量的一元与多元，被解释变量的线性与非线性、确定与随机、二元选择与多元选择等。这些变量之间的组合方式，就构成了方程的形式，需要我们不断地调算或检验才能确定。

3. 经济参数

经济参数是各类模型中变量之间的关系系数，它反映着我们要探求的经济规律，即因果关系的最终结果。这是我们必须求解才能得到的内容，如模型中各回归系数等。该要素实质上是计量经济分析的最终成果，但它关系到我们经济分析的恰当有效性。

4. 模型的误差项

计量经济模型所探究的是如何使用回归方程来反映解释变量与被解释变量之间内在联系。然而模型的错误设定、不科学的估算及对现实观察的偏差等随机因素的干扰，都会使系统产生一定的偏离，这种偏离我们称为模型的残差。残差的大小及稳定程度，表明了模型的质量和有效程度。

由上述四大要素构成的、能真实反映总体经济关系的理想方程，我们称为总体经济模型，它往往是未知的、需要我们去探究和寻找的模型。而在探索过程中，我们要通过经济理论或经验来设定总体模型的可能形式，再用样本数据来实证我们设定的模型是否

正确。可见模型的设定是我们建立模型的基础和灵魂，是计量经济分析的关键和基础环节。设计模型所涉及的常识性知识是本章后续学习的重点。

(二) 模型参数的估计

由方程式或方程组构成的各类经济模型，其本身只能表明现象之间是否有联系，而方程中各类参数才是真正说明现象之间规律关系的载体，更是模型求解的对象，是我们建模所追求的目标。而利用样本观察到的各类数据都是很多因素交织作用的结果，使得本来并不明确的数量关系变得更加模糊了，因此我们需要一系列的统计方法，将这种模糊的关系查找到，并做到尽可能准确，这就是模型参数的估计问题，而解决的方法有很多，如最小二乘法、极大似然(maximum likelihood, ML)估计法、矩估计法和贝叶斯估计法等。有关的基础知识是第三章学习的重点。

(三) 模型的检验

我们设计和估算的模型是否科学合理，以及如何改进模型使其达到更加科学的结果，需要我们做大量的检验和监测工作。所以对模型进行各类检验的学习，将占据计量经济课程的绝大多数时间，并成为我们学习的主体内容。具体的检验内容包含如下四个部分。

1. 统计显著性检验

当我们根据样本数据对模型的参数进行估算时，该样本的特征是否能够代表总体特征的相关检验就是统计显著性检验。由于模型参数的估算是根据样本数据进行的，那么某个参数是否显著，以及参数整体上或模型整体上是否显著等都需要进行统计检验，而这类检验实质上就是对样本数据之间的关系是否显著所进行的检验。该类知识的进一步学习是第四章学习的主要内容。

2. 经济意义检验

当我们估算出模型的各参数时，其数值的大小、符号的方向、相互之间的关系等内容，是否符合经济理论或经验的要求，以及根据理论或经验的认知能否得到样本资料的支持等方面的检验，就是经济意义的检验。该类检验主要是第五章学习的内容。

3. 模型要素的计量检验

经济模型是以方程式或方程组的形式存在的，而每一个具体的方程，基本上都是由变量、参数、误差及方程的形式四个基本要素构成的。我们对各方程中的基本要素及方程之间的各要素关系等内容是否符合我们建立的标准和规范的检验就是要素的计量检验。这是本书第六至十章学习的主体内容，我们要探寻很多方法来实现。

4. 模型的实践性检验

根据样本观察所建立的经济模型，如果能够通过上述三类的检验，基本上就是很优秀的模型了。然而为了模型在现实应用中能够达到更优秀的理想要求，有必要在实践的环节中做进一步的检验和改进。而进行这类实践应用性的检验，主要是通过预测的准确性和模型的实用性等使用环节进行的，它是我们检验体系的最后一关，也是最重要的一环，将在第十一章中学习。所以说真正通过了检验的模型，是指通过了上述四个方面检验的模型，这才是合格的、可以使用的模型。

(四) 模型的使用

经济模型是进行各类经济分析的最有效的工具，主要可以满足以下四个方面的需求。

1. 经济结构分析

任何经济模型都是对一个经济系统的模拟，其各构成要素与系统整体的数量关系，都可以体现为数量结构和作用程度的关系。这是经济结构分析(如边际分析、弹性分析、比较静态分析等)最为理想的实现条件，是其他经济分析方法所无法做到的。因此，计量经济分析最主要的功能，就是使经济结构分析成为可能。

2. 经济预测分析

经济预测与其他预测一样，是人类对未知领域探求的重要手段。而在众多的预测方法中，计量经济模型的预测是最为有效的，它不但可以做出精确的数值预测，还能够对其预测结果的把握程度做出分析。经济预测多是对未来或未知领域的推测和估算，有时对精度的要求不高，所以对精度较高的计量经济模型来说，预测是其最为简单的应用。

3. 经济政策的评价与决策参考

在现实的经济决策中，往往存在着多种选择。而各种选择会产生什么样的后果，则可以通过计量经济模型进行模拟和测算。因此，在经济政策制定、评价和模拟测算中，计量经济模型都是最为理想的主要工具之一。

4. 经济理论的检验与发展

任何经济理论或学说，都可以看成是一系列的假设，而这些假设是否成立，需要以实验的方式或方法进行一系列的检验。计量经济学的检验和测算过程就是针对这些假设进行的，其检验的结果可以证实或证伪这些理论或学说。所以，可以应用计量经济学的方法，检验经济理论是否科学。

第二节 单方程计量经济模型的基本形式

单方程模型在计量经济学中是较为简单的，它是反映相对独立的系统关系的基础性模型，是初级学习的主要内容。只有系统地了解单方程的知识，才能扩展到对方程等复杂关系的研究。作为基础性研究对象，学习单方程模型的构成和特征是后续学习的必需，所以本节的学习内容将是后续的学习能否顺利进行的关键。

一、总体单方程模型

做任何事情首先都要明确目标，计量经济建模就是要寻求模拟总体的系统，而该系统的形式很多，其中最简单的形式就是单方程的线性模型，为了由浅入深、循序渐进地学习有关知识，我们就从这最简单的形式入手，来了解计量经济学。

(一) 总体模型的描述

为了帮助初学者理解经济模型及各构成要素的意义，可以通过如下的一元线性回归模型案例来观察和学习。

1. 案例背景

【例 1-1】设某社区由 1000 户家庭组成，要研究该社区的各家庭人均月消费支出 Y 与人均月可支配收入 X 之间的关系，可以建立 Y 与 X 的回归模型。根据凯恩斯所采用的绝对收入假说下的消费方程的研究，以人均月收入水平为解释变量，以人均月消费支出水平为被解释变量，来构建宏观消费模型。其数据关系如表 1-1 所示。

表 1-1 千户社区收入与消费原始数据简表

| | | | | | | | | | | |
|--------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 收入水平/元 | 800 | 1200 | 2000 | 2800 | 3500 | 4300 | 5100 | 6000 | 7300 | 8500 |
| 消费水平/元 | 561 | 638 | 1000 | 1800 | 2000 | 2800 | 4004 | 3900 | 4004 | 4257 |
| | 594 | 748 | 1300 | 1900 | 2004 | 3106 | 4036 | 4065 | 4135 | 5290 |
| | 627 | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ |
| | 638 | 968 | 1900 | 2500 | 3200 | 3985 | 5002 | 5362 | 6743 | 7745 |
| 各组户数/户 | 4 | 32 | 105 | 130 | 260 | 180 | 150 | 100 | 33 | 6 |
| 平均消费/元 | 605 | 960 | 1500 | 2240 | 2800 | 3500 | 4800 | 4800 | 5840 | 6800 |

表 1-1 是为了理解总体经济现象的特征而假设的数据，因为现实中不可能获得社会经济现象总体的全部数据。即使是大数据时代的到来，也只能通过计算机获得其记载所形成的大量相关的间接数据，其代表性和系统性都需要开发新的统计方法来解决。所以这里假设我们能够观察到的总体真实数据如表 1-1 所示，我们所追求的总体经济关系的模型就体现在表 1-1 的各数据之间。

2. 总体模型案例的基本形式

根据该 1000 户家庭的收入和消费数据，可描绘其消费与收入的关系模型如下：

$$Y = f(X) + \varepsilon = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (1-1)$$

其中，各构成要素分别介绍如下。

(1) 变量：其中的 Y 代表着人均消费，是该模型中的被解释变量，其具体数据应该是表 1-1 中的最后一行；而 X 代表人均收入，是该模型中的解释变量，其数据应该是表 1-1 中的第一行。

(2) 参数：模型中的 β_0 和 β_1 是我们要估算的规律性结果。其中的 β_0 是不随人均收入变化的人均消费的一般水平； β_1 是人均收入每发生单位的改变将对人均消费影响的程度系数。

(3) 误差：在模型正确的情况下，其中的 ε 是随机干扰等因素造成的误差项。

(4) 方程式：方程 $f(X) = \beta_0 + \beta_1 X$ 为反映 X 与 Y 的平均关系的回归函数，因式(1-1)中的 $f(X)$ 部分属于只有一个影响因素的线性决定模型，所以我们称其为一元线性回归模型。

从理论上讲，总体回归方程如果是正确的，即式(1-1)所代表的确定形式就是总体回归方程。我们可以将表 1-1 中每一组的收入水平和平均消费的数据资料，代入到该回归方程中，就会得到该组数据构成的消费方程，而将表 1-1 中的 10 组数据都代入，则会得到 10 个方程构成的方程组，求解该方程组就会得到模型的各参数值，则总体回归

方程就有了确定的形式。之后,将人均收入代入到该总体回归方程中,就会得到各回归值和误差等数据。

(二) 总体回归方程

总体回归方程 $f(X)$ 在例 1-1 中表现为截斜式的一元线性回归方程,其中的截距为 β_0 ,斜率是 β_1 ,该回归方程表明在给定解释变量 X 的条件下,被解释变量 Y 的期望轨迹,常称为总体回归线 (population regression line, PRL),或称为总体回归曲线 (population regression curve, PRC),也叫总体回归函数 (population regression function, PRF) 或总体回归的非随机表达式。如果将该方程推广到一般的情况,可以代数的形式表述如下:

$$E(Y_i | X_{ki}) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \cdots + \beta_K X_{Ki} \quad (1-2)$$

其中, $1 \leq i \leq N$, 表示第 i 组观察值,则该一般式中的 Y_i 是被解释变量; $1 \leq k \leq K$, X_k 为第 k 个解释变量; β_0 为截距项, β_k 为偏回归系数; K 为解释变量的个数, N 为观察值的总量。方程中各要素的主要经济含义如下。

1. 被解释变量的条件期望

在回归方程中 $E(Y|X)$ 是依据解释变量 X 确定的条件下,依条件概率测算的期望值。即在给定解释变量 X 值的条件下,被解释变量 Y 的条件均值 (conditional mean) 或称条件期望值 (conditional expectation)。例如,在例 1-1 中 800 元收入的一组中就有:

$$E(Y | X = 800) = (561 + 594 + 627 + 638) / 4 = 605$$

条件期望实质上表明:在解释变量 X 值确定时,被解释变量 Y 的平均响应。这说明如果方程的因果关系成立,则 X 应该是起决定作用的因素,并且在其决定下, Y 的响应也应该是确定的并随着 X 而改变的。只是由于随机性的干扰所起的作用, Y 发生了一定的偏离,而这种偏离是相对于条件期望的,即属于围绕条件期望值的临时性波动。

2. 解释变量与偏回归系数

在一元回归方程中,只有一个解释变量,其回归系数也只有两个,即截距项和斜率项;而在多元回归方程中,各系数 β_k 被称为偏回归系数,表示在其他解释变量都保持不变的情况下, X_k 每变化 1 个单位时, Y 的均值 $E(Y)$ 的变化情况; β_k 给出了 X_k 的单位变化对 Y 均值的直接的净(不含其他变量)的影响值。

如果把常数项看成一虚拟解释变量的常数,该虚拟变量的取值就应该是 0 或 1。这样在有 K 个解释变量模型中,解释变量的数目就是 $K+1$ 个。因此有些场合,我们将回归方程以不包含截距项的形式来表述。

(三) 总体回归方程与现实的差距

总体回归函数说明在给定解释变量 X_i 下,被解释变量平均水平的决定。但是这一平均水平与各个具体实际值之间的偏差,是各回归元之外的各种随机因素综合作用的结果。对误差的描绘一般表示为

$$\varepsilon_i = Y_i - E(Y_i | X_{ki}) \quad (1-3)$$