

21 世纪 经济学教材

计量经济学导论

王
升
编
著

INTRODUCTION TO
ECONOMETRICS



清华大学出版社

21 世纪 经济学教材

计量经济学导论

王
升
编
著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

计量经济学是经济管理类专业本科生的必修课程,也是相关专业研究生的专业基础课或辅修课。本书由七章组成,主要内容为:计量经济学概述,计量经济学的基础工具,一元回归分析,多元回归分析,经济回归问题,时间序列回归模型和计量经济学实验。每一章都有明确的主题或观点,内容编排兼顾知识储备、理论阐述与实践应用。本书抛开了大部分数学证明细节,注重理论基础,以实用为目的。因此,数理知识比较薄弱或数学训练不够充分的读者,也能通过学习本书内容从而掌握计量分析问题的理论与方法。

本书可作为经济管理类专业本科生的教材,也可作为研究生的参考教材使用。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

计量经济学导论/王升编著. —北京:清华大学出版社, 2006.4

(21世纪经济学教材)

ISBN 7-302-12699-2

I. 计… II. 王… III. 计量经济学-高等学校-教材 IV. F224.0

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第020612号

出版者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:杜春杰

文稿编辑:闫志朝

封面设计:源大设计工作室

版式设计:杨 洋

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:20.5 字数:298千字

版 次:2006年4月第1版 2006年4月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-12699-2/F·1482

印 数:1~5000

定 价:29.00元

前 言

作为经济管理类专业本科生的必修课，乃至相关专业研究生的专业基础课或辅修课，计量经济学已经显得越来越重要。迄今为止，不少被国内大学引进的国外计量经济学教材，再加上国内学者编写的相关教材，对推动计量经济学在国内各个层次的教学都起到了重要的作用。尽管每本教材都有自己的特色，所论重点也各有偏好，但是，就目前的教学情况来看，这些教材并不能完全满足教学的需要。为了能做到因材施教，因教取材，本人在采纳各家之所长并结合教学的实际要求的基础上，编写了这本教材，以期在计量经济学的教学中实现预期的教学目的。

本书的特点或者说写作所追求的目标是：力争做到把知识传授与知识所依托的灵魂有机地结合起来，使知识的掌握不只是停留在知识表层的罗列上，更重要的是要让读者感知到知识的生命力，并能够自如地驾驭所学知识。虽然目标看似平常，但是，要实现这一目标并非易事。从科学的学习规律角度出发，本书对主要的知识点试图从下面几方面进行阐明：

- 知识的准确表述是什么？
- 知识的适用范围是什么？
- 知识的局限性主要体现在哪里？
- 如何确保知识使用的合理性？

这些问题自始至终是引导本书写作的基本思想。本人不打算写成一本包罗万象的书，而是根据实际教学的需要，力求做到把每一个问题都表达清楚。

本书的编排独具特色，与现有已出版的计量经济学著作大不一样。有些知识可以作为战略储备来处理，而大多数知识则是依据学以致用原则来组织的。可以说，这本《计量经济学导论》是一本抛开了大部分数学证明细节，注重理论基础，以实用为目的的教材。^①因此，即使数理知识基础比较薄弱或数学训练不够充分的读者也能通过学习本书内容掌握计量分析问题的理论与方法。确实，写这样一本既要明理，又要抛开大量繁琐的数学证明过程，并且能使知识得到恰当地运用的书，绝非易事。正因为写作的不容易，所以写作的价值才能彰显出来。

^① 如果需要参考更多的数学推导过程，请参阅 Greene(1993, 1998)。

本书的写作先后历经一周年，全书内容都做了精心的安排和布局，使之前后连贯，汇成一体。书中不少内容都是第一次出现在计量经济学教材中，比如，第4章的向模型中增加解释变量的一个必要条件，第5章的联合解释系数，模型5-16~5-20，第6章的Granger结构稳定性及其阶，Granger原因衰减率，Granger因果检验的最佳滞后长度判定准则及其经验判定准则，Sims因果关系与Granger因果关系的比照讨论，第7章的计量经济学实验设计等。这些最新的知识点，再加上本书结构别致一格的编排，最终形成了本书的特色。

本书由7章组成，每一章都有明确的主题或观点，内容编排兼顾知识储备、理论阐述和实践应用。作为本科生教材（一个学期的教学安排），本人认为，除了第2章的内容可根据情况取舍外，每一章都是必学内容。如果研究生使用本教材，则除了本书的内容外，还需要适当增加一些内容。例如非线性回归分析、非参数分析、Bayes分析以及时间序列方面适当加深一些内容等。总之，本书的内容具有很强的实践性，无论是本科生还是研究生，都能从中学到对自己有益的知识 and 培养计量分析问题的能力。

本书的写作得到了华南农业大学经济管理学院的有关院系领导、老师和博士生的关心和支持，在此，本人谨向他们表示衷心的感谢！同时，借此机会，谨向本人的家庭成员表示深深的谢意，感谢他们长期的理解和支持！

最后，由于本人能力所限，对书中存在的疏漏或不当之处，欢迎各位读者不吝指正。

王 升

草于六一雅居

wangsheng00@tsinghua.org.cn

2006年2月25日

目 录

第 1 章 计量经济学概述	1
1.1 什么是计量经济学	1
1.2 计量经济学的研究内容及其方法	2
1.3 计量经济模型的建立	12
1.3.1 计量经济学的建模方法	12
1.3.2 计量经济模型的类型	16
1.4 计量经济学的发展	16
1.5 研究文章写作建议	18
思考与练习	19
第 2 章 计量经济学的基础工具	20
2.1 矩阵	20
2.1.1 矩阵的定义	20
2.1.2 矩阵的计算及其性质	21
2.1.3 复矩阵的定义和性质	23
2.1.4 特征值与特征向量	23
2.2 概率与统计初步	26
2.2.1 基本概念	26
2.2.2 概率密度函数	29
2.2.3 样本与样本空间	35
2.2.4 概率分布简介	37
2.3 统计推断	47
2.3.1 估计	47
2.3.2 假设检验	51
2.4 最优化理论基础	54
2.4.1 线性规划的最优化条件	55
2.4.2 单纯形法	56
2.4.3 Kuhn-Tucker 条件	56

思考与练习	57
第 3 章 一元回归分析	59
3.1 回归模型的估计法	59
3.1.1 普通最小二乘法	59
3.1.2 广义最小二乘法	65
3.1.3 最大似然估计法	66
3.2 一元线性回归分析	67
3.3 回归方程检验	70
3.3.1 拟合优度检验	72
3.3.2 回归报告	73
3.3.3 正态性检验	74
3.4 回归方程	75
3.4.1 对数线性模型	76
3.4.2 半对数模型	77
3.4.3 双曲函数模型	77
3.5 方差分析模型	80
思考与练习	82
第 4 章 多元回归分析	85
4.1 多元计量经济模型	85
4.1.1 完全弹性模型	86
4.1.2 半弹性模型	87
4.1.3 非线性模型	88
4.1.4 虚拟变量模型	88
4.2 二元回归方程的最小二乘估计量	90
4.2.1 随机扰动项假设	91
4.2.2 解释变量之间的相关性假设	92
4.2.3 最小二乘法估计量	93
4.3 回归方程检验	96
4.3.1 回归方程的拟合优度	96
4.3.2 回归方程的参数假设检验	99
4.3.3 回归模型结构稳定性检验	103

4.4 回归方程最小二乘估计量的矩阵方法	107
4.4.1 普通最小二乘估计量	108
4.4.2 假设检验的矩阵表示	109
思考与练习	110
第 5 章 经验回归问题	112
5.1 多重共线性问题	112
5.1.1 多重共线性与统计解释能力	113
5.1.2 多重共线性的诊断	118
5.1.3 多重共线性的处置	122
5.2 异方差问题	126
5.2.1 导致异方差的原因	126
5.2.2 存在异方差的最小二乘估计量的性质及后果	128
5.2.3 如何诊断异方差	130
5.2.4 异方差问题的处理	141
5.3 自相关问题	144
5.3.1 自相关存在的回归问题	144
5.3.2 自相关问题的识别	149
5.3.3 自相关问题处理	158
5.3.4 条件异方差	160
思考与练习	161
第 6 章 时间序列回归模型	164
6.1 时间序列自回归模型	164
6.1.1 时间序列数据分布的滞后现象	165
6.1.2 分布滞后模型的估计	168
6.1.3 自回归模型的估计	173
6.1.4 自回归与分布滞后模型的 Granger 因果检验	177
6.2 时间序列回归检验	185
6.2.1 时间序列数据的平稳随机过程	185
6.2.2 平稳检验的相关图法	187
6.2.3 单位根检验	189
6.2.4 协积检验	192

6.3	ARIMA 模型	193
6.3.1	B-J 方法	195
6.3.2	ARIMA(p,d,q)的参数 p,d,q 的识别或确定	196
6.3.3	ARIMA(p,d,q)的估计、优化与预测	199
6.4	联立方程与向量自回归模型	200
6.4.1	联立方程模型	201
6.4.2	向量自回归模型	203
	思考与练习	205
第 7 章	计量经济学实验	207
7.1	数字特征实验	208
	练习	210
7.2	基本概率密度函数分布实验	212
	练习	217
7.3	统计推断实验	219
	练习	221
7.4	一元回归分析实验	223
	练习	225
7.5	多元回归分析实验	229
	练习	232
7.6	共线性问题实验	233
	练习	236
7.7	异方差问题实验	238
	练习	239
7.8	自相关问题实验	244
	练习	247
7.9	时间序列回归实验	248
	练习	253
7.10	时间序列预测实验	257
	练习	265
附录 a	标准正态分布	268
附录 b	χ^2 分布的临界值变化规律	285

附录 c t 分布的临界值变化规律	302
附录 d F 分布的临界值变化规律	304
附录 e Durbin-Watson 的 d 检验的临界边界.....	310
附录 f 游程检验的临界值判断.....	311
参考文献.....	313

第1章 计量经济学概述

经济决策, 经济分析, 经济度量等都提出了一个共同问题: 经济计算评估问题。计量经济学^①正是为经济计算评估问题提供了处理的方法和手段。本章的目的就是展示计量经济学的基本概貌。

1.1 什么是计量经济学

《高级汉语大词典》对“计量”的定义是指把一个暂时未知的量与一个已知的量作比较, 以计算大小、长短、轻重等; 计算或估计数量。计量经济学简而言之就是经济的计算、度量或估算。事实上, 迄今为止, 计量经济学的统一定义还没有达成,^②这也从另一个方面说明计量经济学还处于迅速发展阶段, 尽管计量经济学已经有了相当的发展历史和成熟程度, 并形成了一门具有自身特点的新学科。之所以说计量经济学是一门新的学科, 是因为计量经济学的工具(简称计量工具)包括了数学(如优化理论、微分方程), 概率与统计分析, 计算机及其应用软件, 数据分析等学科的相关知识。计量工具已经变成了计量经济学研究经济问题的基础性工具。经济问题, 包括各种经济现象, 是计量经济学的研究对象。

^① 计量经济学或经济计量学都源于 ECONOMETRICS, 它们本质上是一致的, 尽管这两个中文词汇的表达方式有所不同。因此, 本章以及后面各章均采用“计量经济学”。

^② 计量经济学, 是对经济学的作用存在有某种期待的结果, 它把数理统计学应用于经济数据, 以使经济学构造出来的模型得到经验上的支持, 并获得数值结果。见 Tintner (1968) 或古扎拉蒂 (2004)。

计量经济学研究经济定律的经验判定。见 Theil (1971) 或古扎拉蒂 (2004)。

计量经济学家的工夫, 就在于找出一组足够具体且足够现实的假定, 使他尽可能最好地利用他所获得的数据。见 Malinvaud (1966) 或古扎拉蒂 (2004)。

计量经济学有助于在积极意义上驱散公众对经济学科(数量的或非数量的)的不良印象: 这门学科犹如一个空箱子, 即使有打开它的钥匙, 对其空洞的内容, 任何十位科学家都会作出十一种解释。见 Damell et al (1990) 或古扎拉蒂 (2004)。

本质上, 计量经济学的研究方法是, 利用统计推断的理论和技术作为桥头堡, 以达到经济理论和实际测算相衔接的目的。见 Haavelmo (1966) 或古扎拉蒂 (2004)。

计量经济学是利用经济理论、数学、统计推断等工具对经济现象进行分析的一门社会科学。见 Goldberger (1964) 或古亚拉提 (2000)。

计量经济学运用数理统计知识分析经济数据, 对构建于数理经济学基础之上的数学模型提供经验支持, 并得出数量结果。见 Samuelson, et al (1954) 或古亚拉提 (2000)。

计量经济学是经济学的一个分支学科, 见李子奈等 (2000)。

计量经济学起源于应用经济学，其基础仍然是经济理论。由此，本书给出一个较为规范的计量经济学定义：

计量经济学是指通过计量工具来研究具有统计意义的经济问题的经济学科。

这个定义说明计量经济学不仅是一门经济学科，而且是研究具有统计意义的经济问题的经济学科，其研究手段就是计量工具。“统计意义”是指解释变量依据统计学意义来解释被解释变量，而不是依据严格意义上的因果关系来解释被解释变量。计量经济的理论模式就是计量经济模型。通常来讲，计量经济模型的建立是计量工具与经济问题有机结合的模型化，解释变量和被解释变量之间的关系是建立在统计意义上的。这样的模型依托着一定的理论基础，比如矩阵理论，统计理论，动力系统等等。因此，这个定义有别于其他已经出版的关于计量经济学的定义。^①计量经济学的研究方法主要包括理论研究和实证分析。计量经济学的理论研究主要包括模型建立理论研究和统计意义上的模型适用研究，包括参数和非参数检验理论的研究；计量经济学的实证分析就是统计推断过程，包括检验结果汇报和模型解释、政策建议或模型评价。本书后面的论述将依据这里给定的计量经济学定义所规范的模式展开。

1.2 计量经济学的研究内容及其方法

经济理论，比如生产理论、消费理论、价格理论等，大多表述都是定性的。在其他条件不变的情况下，微观经济学告诉人们，供给与价格的运动方向相反，即供给增加，价格下降；供给减少，价格增长。这里定性地告诉了价格依赖供给在一定条件下变动的运动过程，定性地描述了这样一种过程的变化趋势，如图 1-1 所示。

然而，这里所希望提出的经济问题是指当供给增加一个单位时，价格将下降多少？

根据图 1-1，传统经济理论并没有告诉人们，哪怕是经验上的结论。

数理经济理论可以用一个关系式，比如代数表达式把两者联系起来：

$$Y = f(X) \quad (1-1)$$

^① 这里所给定的定义主要是基于应用目的，与前面注释所列的部分“计量经济学”的定义有所区别。

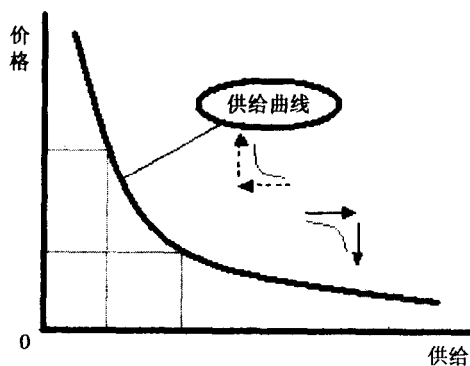


图 1-1 在其他条件不变的情况下，价格与供给的关系

注：箭头表示价格与供给沿着供给曲线变动。

其中被解释变量 Y （价格），解释变量 X （供给）通过关系“ f ”联系起来。方程 1-1 精确地刻画了 Y 与 X 的因果关系，或者说从理论上刻画了精确的轨迹 $\{(X, Y)\}$ ，如价格曲线。但是，如果把其他条件都不变改成有少数条件可以变或者存在统计系统误差干扰，那么，数理经济理论所给出的关系式将受到质疑。也就是说，像方程 1-1 那样的关系必然会导致更多的系统误差，从而削弱了模型 1-1 的应用功效或导致模型 1-1 具有较低的拟合优度，因为此时的供给与价格的关系将不可能维持原来的强因果关系。也许经济统计可以给人们提供若干可能影响因素的数据或图表，但还是无法看出供给与价格的关系紧密程度如何。数理统计理论可能提供若干理论工具来处理这些数据，如果考虑到经济统计所提供的数据不是通过可控实验采集的，而是通过调查等非可控途径取得的，人们将无法天真地采纳由数理统计分析的结果。现在的问题是：仅依赖经济理论、数理经济理论、经济统计理论或数理统计^①是无法比较客观地定量说明供给与价格的确切关系。像这类经济问题或称为计量经济问题，正是计量经济学的研究对象。

计量经济学处理经济问题的方法主要是通过建立计量经济模型来进行。计量经济模型至少含有三个主要部分：数理经济为主体，经济统计为识别和经济过程为主线。选择正确的数理经济模型是计量经济模型建立的主体，这也是反映各经

^① 经济理论所做的陈述或假说大多数是定性性质的；数理经济学的主要问题，是要用数学形式（方程式）表述经济问题而不去问理论的可度量性或其经验方面的可论证性；经济统计学的问题，主要是收集、加工并通过图或表的形式以展现经济数据；虽然数理统计学提供了……许多工具，但由于大多数经济数据的独特性，即数据并非受控下的实验结果，计量经济学家常常需要有特殊的方法。见古扎拉蒂（2004）第 6 页。

济变量之间所存在的本质关系，具有经济理论基础；经济统计识别则是计量经济模型赖以应用的基础，只有在统计上有显著意义的模型才可能保证各经济变量之间的关系是具有统计基础的；经济过程描述了经济体系中解释变量和被解释变量之间所存在的统计关系。从统计意义上来看，计量经济模型客观地测量了各相关经济变量之间的经济关系。这样一种经济关系则是计量经济模型得以建立和使用的经济学意义。前面刚讲过的以经济理论、数理经济理论、经济统计理论或数理统计为基础的经济模型并不能比较客观地描写各相关经济变量之间的经济关系。一个很重要的原因是这些经济模型没有能力刻画经济过程中出现的经济现象的不确定性。这一点也进一步阐明了计量经济模型建立的重要性。那么，一个自然而然的问题就是：

计量经济模型是如何建立的呢？

本节将主要介绍经典计量经济学建模的一般方法。

我们已经知道，计量经济学从统计意义上研究经济问题，既可以是理论研究，也可以是应用研究。本书主要局限于计量经济学的应用研究，理论研究将在适当的地方作一定的分析。计量经济学的应用研究主要目的是对所关心的经济问题作适当的经济预测、政策评估、评价或建议等。为此，需要处理的问题是把问题模型化，一般的做法是：

(1) 明确经济问题的表述，寻找问题相关变量之间互相联系的理论依据或形式上可以比较的相互联系，比如时间序列的趋势分析，其理论依据可能比较缺乏。无论是形式上还是理论上，经济问题的表述必须明确。没有明确的经济问题表述，就不可能建立起计量分析的基础。

(2) 针对问题收集数据或采样，这是计量经济分析的客观基础。如何科学地采样，如何分离出数据的代表性，这将关系到计量结果的客观性，从而最终导致计量分析的成功或失败。

(3) 建立相应的数理经济模型，这是计量经济分析的基础模型。

(4) 计量经济模型的建立。围绕着数据来设定模型是模型建立的基本思路。模型设立的评价标准之一就是模型对数据的拟合程度如何。

(5) 计量经济模型参数的检验，实现模型的识别。

(6) 计量经济模型的评估，以寻找更加合适的模型。

(7) 应用选定的模型作预测、政策评估或建议等。

这些过程可归纳成如图 1-2 所示。

图 1-2 展示了计量经济学研究经济问题的一般方法。1.2 节将对计量经济模型作进一步的介绍。在此，将以一个例子来演示以上经典计量经济学方法，该例

子来自于古亚拉提（2000）的第2~8页。

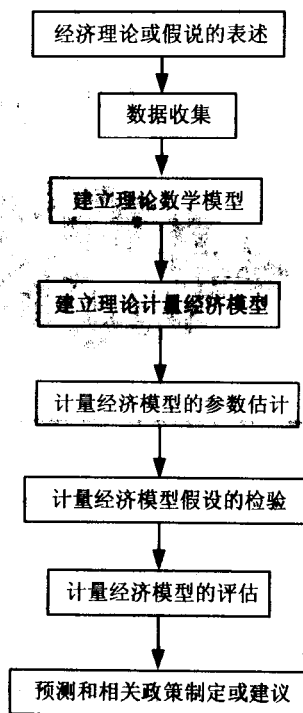


图 1-2 计量经济模型经典方法分解

1. 经济问题

经济形势与就业意愿的关系。

如果经济形势用失业率（UR）来度量，就业意愿由劳动力参与率（LR）来衡量，关于 UR 和 LR 的数据来自于官方公布的数据。那么，如何用计量经济学的经典方法分析这个问题呢？

2. 经济理论或假设的表述

在劳动经济学中，关于经济形势对就业意愿的影响有两个对立假说：

一是受挫工人假说——经济形势恶化时，人们放弃寻找工作机会，失业率增加。

二是增加工人假说——经济形势恶化时，原先未有意愿工作的工人可能会进入劳动力市场寻找工作，就业率可能增加。

劳动力参与率变动由受控工人数与增加工人数动态地决定。增加工人数大于受控工人数，LR 就增大；反之，LR 则减少，如图 1-3 所示。

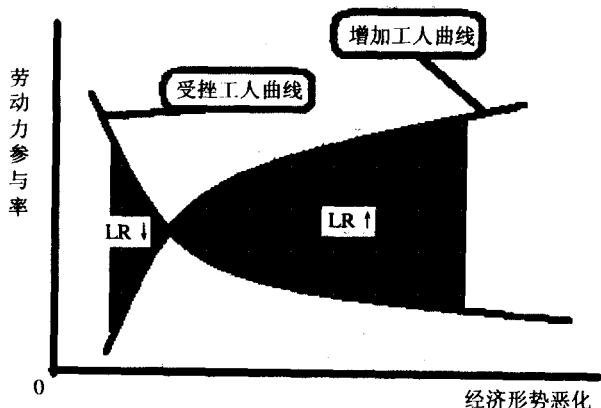


图 1-3 劳动力参与率假说分解图

图 1-3 说明随着经济形势的恶化，原先就业的工人面临着越来越少的就业机会，同时原先没有意愿工作的工人可能面临着生存压力而积极寻找工作。受控工人曲线说明随着经济形势恶化，已经就业的工人一开始就出现了急剧的就业机会损失，然后就业参与率逐渐缓慢地下降。而增加工人曲线说明随着经济形势恶化，未参加就业的工人积极寻找工作，然后寻找的就业机会逐渐地缓慢增加。图 1-3 也说明劳动力市场就业率在经济不景气的起始阶段会受到很大的冲击，然后随着经济不景气的持续，劳动者的就业心理预期值逐渐下调，就业率就可以维持在一定的水平上，也就是说失业率不可能继续大幅下降。

图 1-3 只说明了劳动力市场显示的劳动参与率的一种可能变化趋势。事实上，劳动力参与率的变化趋势将是多种多样的，而且，对于不同的劳动力市场，劳动力参与率的变化趋势有可能呈现出更多的差异性。就某一个同质的劳动力市场，劳动力参与率的变化可能也是较大的。如何比较精确地刻画劳动力参与率的变化趋势呢？计量经济学可以回答这个问题。

3. 数据收集

数据收集包括数据收集的方式、数据加工的方法、数据种类和数据来源。数据收集的方式包括可控数据收集方式和非可控数据收集方式两种。对于前者，采用连续同质数据的收集方法；对于后者，一般采取随机抽样的方法，比如解鞋带

抽样法。数据加工的方法，比如剔除异样数据，求样本平均值等。数据种类主要指时间序列数据，横截面数据或二者的综合，即混合数据。混合数据的一种特殊形式是面板数据，即同一个横截面单位的时间序列数据。数据来源主要是指数据收集的渠道或途径，如政府职能部门提供的如日、周、月、季等阶段性数据，年终汇总数据，公司提供的微观数据，研究机构调查的原始或加工数据，个人调查的数据。本例的数据来源是美国政府公布的正式数据，^①如表 1-1 所示。

表 1-1 城市劳动力参与率 (LR)、城市失业率 (UR) 与真实的小时平均工资 (AE)

年 份	LR (%)	UR (%)	AE (%)
1980	63.8	7.1	7.78
1981	63.9	7.6	7.69
1982	64	9.7	7.68
1983	64	9.6	7.79
1984	64.4	7.5	7.8
1985	64.8	7.2	7.77
1986	65.3	7	7.81
1987	65.6	6.2	7.73
1988	65.9	5.5	7.69
1989	66.5	5.3	7.64
1990	66.5	5.6	7.52
1991	66.2	6.8	7.45
1992	66.4	7.5	7.41
1993	66.3	6.9	7.39
1994	66.6	6.1	7.4
1995	66.6	5.6	7.4
1996	66.8	5.4	7.43

资料来源：Economic Report of the President, 1997, 或见古扎拉蒂 (2004)

4. 经济问题的数学方程建立

选择适当的数学方程来描述所研究的经济问题是最为关键的步骤之一。我们知道，针对同样的经济问题，可适用的数学方程却不是惟一的。正是这样的一个事实增加了合适模型选择的难度。经济问题所涉及的相关经济变量在理论上可能存在着某种特定的依赖关系，并且这些关系也可能体现出某种变化趋势，然而，

^① 见古亚拉提 (2000)。