

21世纪 经济学教材

# 计量经济学实验基础

王升 著

Basic Experiment of Econometrics



清华大学出版社

F224.0-33/3

2008

21世纪 经济学教材

# 计量经济学实验基础

王升 著

Basic Experiment of Econometrics

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

计量经济学实验是经济管理类本科生和研究生的必修课或公共专业基础课的重要组成部分。本书是专门为这门课程撰写的教材, 共由 7 章组成: 第 1 章为回归分析实验, 第 2 章为虚拟变量模型回归实验, 第 3 章为 Logistic 回归实验, 第 4 章为共线性问题实验, 第 5 章为异方差问题实验, 第 6 章为自相关问题实验, 第 7 章为线性时间序列回归分析实验。

本书适合本科高年级学生、研究生和研究人员作为教材、教学参考书或研究参考书使用。

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。  
版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

### 图书在版编目 (CIP) 数据

计量经济学实验基础/王升著. —北京: 清华大学出版社, 2008.7  
(21 世纪经济学教材)

ISBN 978-7-302-17758-6

I. 计… II. 王… III. 计量经济学-实验-高等学校-教材 IV.F224.0-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 077784 号

责任编辑: 杜春杰 张志强

封面设计: 范华明

版式设计: 刘 娟

责任校对: 焦章英

责任印制: 杨 艳

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 三河市金元印装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×230 印 张: 12.5 字 数: 207 千字

版 次: 2008 年 7 月第 1 版 印 次: 2008 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 22.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770177 转 3103 产品编号: 029114-01

## 作者简介

王升 海南澄迈人，博士，毕业于清华大学，南京大学博士后出站。现在华南农业大学经济管理学院金融系从事教学与研究工作，计量经济学研究中心副主任，硕士生导师。

广东经济学会理事，《美国数学评论》评论员（编号：054606），主要负责经济与金融类文章的评论。

研究兴趣比较广泛，主要涉及金融工程、行为金融、计量经济学、风险与保险、投资策略和动力系统，先后发表了 30 多篇研究论文，其中包括 7 篇 SCI 源期刊论文，有 10 多篇论文被 MathSciNet 检索，见 <http://www.ams.org/mathscinet/>。

## 序

作为我国普通高等学校经济管理类本科生和研究生的必修课或公共专业基础课,计量经济学的理论与应用得到了广泛的传授,以计量经济学或经济计量学为名的教材可谓比比皆是。然而,计量经济学又是一门实验性很强的课程,把理论教学与实验教学结合起来尤为重要。目前关于计量经济学实验部分的讲授,大都以相关软件的操作为主要讲授内容,而软件操作指南一般又不对实验结果作深入地分析,更缺少深层涵义的揭示,这就在理论教学和实验之间出现了一定程度的脱节。造成这一教学缺陷的主要原因之一就是缺乏相关的配套教材。为了弥补这方面的不足,《计量经济学实验基础》这本书对此做了新的尝试,提出了很好的构思和示范。

这本《计量经济学实验基础》基本涵盖了目前计量经济学课程讲授的主要内容。该书的结构主要包括实验示范和模仿演练,辅之于基础知识的介绍和相关内容的注释,形成了该书独特的结构编排方式。书中对每一个实验示范都有详细的背景说明、回归报告和结果解释,特别注重回归结果所得参数的经济意义解释。这样的编排,不仅有助于计量经济学的实验教学,而且对提高计量经济学的应用水平大有裨益。

《计量经济学实验基础》可以作为现有计量经济学教材的配套教材或教学参考书,成为高年级本科生和研究生的必备教材或教学参考书,而且还可以单独使用,研究人员备有这样一本参考书将会带来极大的方便。

华南农业大学王升博士在多年教学与研究基础上精心撰写的《计量经济学实验基础》著作是一本很有特色的教材。该书的出版将有助于推进计量经济学的教学与实验应用,有助于读者提高应用计量经济学基础知识分析问题和解决问题的能力。作为清华大学的校友,本人十分乐意为王升博士的新著作作序,并极力向读者推荐本书。

沈利生 研究员、教授、博士生导师  
中国社会科学院数量经济与技术经济研究所  
2008年5月20日

## 前 言

计量经济学，作为经济管理类本科生和研究生的必修课或公共专业基础课，在我国各高校得到了广泛的传授。在课程设置上，计量经济学这门课一般由理论和实验两部分组成。关于实验部分，往往以软件操作为主，没有更多地强调实验结果的解释。传统的计量经济学实验课主要是以相关软件的操作为讲授内容，而实验结果所揭示的深层涵义是什么，课程并没有对此深究。我们深感到这一教学模式没有充分体现出计量经济学实验课的深刻内涵，导致这一现象的主要原因是相关教材的缺乏。为了弥补这方面的空缺，作者根据教学与研究的需要，对此内容进行了专门著述。

什么叫做计量经济学实验？其实，计量经济学实验和物理实验或化学实验并没有什么本质的区别，只是其表现形式不同罢了。计量经济学实验就是把收集到的数据输入模型进行处理，如作普通最小二乘法估计、最大似然估计法估计，然后记录结果，实现数据输出，最后对数据作深入的解释。这个过程如图 0-1 所示。

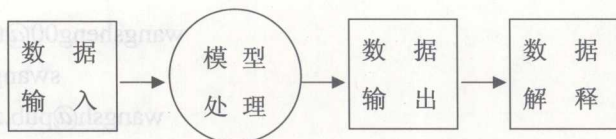


图 0-1 计量经济学实验过程

在图 0-1 所示的计量经济学实验过程中，没有专门的软件应用部分，这是因为软件应用部分已经包含在“模型处理”模块中了。在这里，对软件的操作部分不再做详细的介绍，因为这方面的内容已经有专门的书籍作了介绍。从教学经验上看，软件的操作非常简单，但是计量经济学的实验却不简单，因为它需要读者对计量经济学的理论以及其他相关学科的理论有比较深入的理解，才有可能真正地做好计量经济学的实验。

本书的写作目的是设法提高计量经济学的应用水平，从而使读者能够借助计量经济学实验深入研究相关的经济与社会问题，以及通过实验手段发现计量经济学应用与理论的新问题，供今后做进一步的研究。为此，每一个实验都是以现实

的数据作为研究对象,以现有的计量经济学理论构建模型,借助统计学,对实验对象作深入的分析。每一个实验的分析深度往往取决于读者的理论功底,没有唯一的答案。基于这样的设计构思,每一个实验将留给读者最大的发挥空间。对同样的一个问题,不同的读者往往有深浅不一的解读。本书试图引导读者对实验结果作更加深入的分析,使读者领会实验结果所揭示的深层涵义。

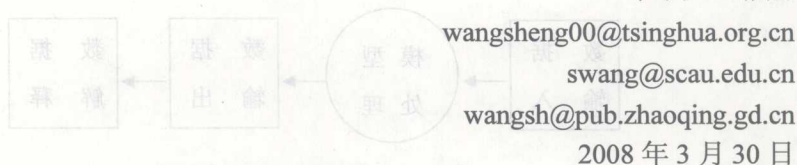
本书适合作为本科高年级学生、研究生和研究人员的实验教材、教学参考书或研究参考书。该书的结构是这样安排的:全书共分为7章,每一章都是由基本知识回顾、实验示范、实验练习、注记、参考文献和附表组成。每一个实验和练习的原始数据均来自权威数据库,数据的题材比较广泛。<sup>①</sup>如果读者能做好每一个实验,其预期结果将达到:基本掌握计量经济学的基础理论,提高计量经济学分析问题和解决问题的能力,拓宽知识面,夯实相关学科的理论基础。

本书的写作是作者在多年向本科生和研究生授课过程中总结实践经验基础上完成的。囿于作者学识所限,错漏在所难免,诚盼读者不吝指正!

最后,希望本书能为读者提供开启计量经济学应用之门的钥匙!

王升

草于六一雅居



计量经济学实验基础 1-0 图

<sup>①</sup> 这些数据的电子版本将以附表的形式提供下载,请从 [www.tup.com.cn](http://www.tup.com.cn) 下载。

# 目 录

<b>第 1 章 回归分析实验</b> .....	1
1.1 线性回归模型 .....	2
1.2 非线性回归模型 .....	5
1.3 线性回归分析实验示范 .....	5
1.3.1 背景资料 .....	5
1.3.2 实验步骤分解 .....	5
1.4 非线性回归分析实验示范 .....	8
1.4.1 背景资料 .....	8
1.4.2 回归报告 .....	9
1.4.3 结果解释 .....	10
1.5 回归分析实验练习 .....	10
注记 1 .....	11
参考文献 .....	13
附表 1 .....	13
<b>第 2 章 虚拟变量模型回归实验</b> .....	16
2.1 虚拟变量模型 .....	17
2.2 虚拟变量模型回归实验示范 .....	17
2.2.1 背景资料 .....	17
2.2.2 回归报告 .....	18
2.2.3 结果解释 .....	19
2.3 虚拟变量模型回归实验练习 .....	21
注记 2 .....	22
参考文献 .....	22
附表 2 .....	23
<b>第 3 章 Logistic 回归实验</b> .....	25
3.1 Logistic 模型 .....	26
3.1.1 Logistic 回归模型 .....	26



3.1.2	Logistic 回归替代模型 .....	27
3.1.3	Tobit 模型及其推广 .....	28
3.2	Logistic 回归实验示范 .....	28
3.2.1	背景资料 .....	29
3.2.2	回归报告 .....	29
3.2.3	结果解释 .....	30
3.3	Probit 回归实验示范 .....	31
3.3.1	背景资料 .....	31
3.3.2	回归报告 .....	31
3.3.3	结果解释 .....	32
3.4	Tobit 回归实验示范 .....	33
3.4.1	背景资料 .....	33
3.4.2	回归报告 .....	33
3.4.3	结果解释 .....	33
3.5	Logistic 回归实验练习 .....	34
	注记 3 .....	34
	参考文献 .....	36
	附表 3 .....	36
<b>第 4 章</b>	<b>共线性问题实验 .....</b>	<b>53</b>
4.1	共线性问题 .....	54
4.1.1	$t$ 统计量小 .....	54
4.1.2	最小二乘估计量及其标准差的结构敏感性 .....	55
4.1.3	从属回归模型检验 .....	55
4.2	共线性问题实验示范 .....	56
4.2.1	背景资料 .....	56
4.2.2	回归报告 .....	57
4.2.3	结果解释 .....	57
4.3	共线性问题实验练习 .....	59
4.3.1	背景资料 (一) .....	59
4.3.2	背景资料 (二) .....	59
	注记 4 .....	59
	参考文献 .....	61

附表 4	61
<b>第 5 章 异方差问题实验</b>	<b>64</b>
5.1 异方差问题	65
5.1.1 残差图	65
5.1.2 异方差检验模式	66
5.2 异方差问题实验示范	68
5.2.1 背景资料	68
5.2.2 回归报告	68
5.2.3 结果解释	70
5.3 异方差问题实验练习	71
注记 5	72
参考文献	74
附表 5	74
<b>第 6 章 自相关问题实验</b>	<b>76</b>
6.1 自相关问题	77
6.2 自相关现象的识别	78
6.2.1 直观法	78
6.2.2 Durbin-Watson 的 $d$ 检验	79
6.2.3 条件异方差	80
6.3 自相关问题实验示范一	81
6.3.1 背景资料	81
6.3.2 回归报告	82
6.3.3 结果解释	83
6.4 自相关问题实验示范二	84
6.4.1 背景资料	85
6.4.2 回归报告	85
6.4.3 结果解释	88
6.5 自相关问题实验示范三	88
6.5.1 背景资料	89
6.5.2 回归报告	89
6.5.3 结果解释	90

6.6 自相关问题实验练习 .....	90
注记 6 .....	91
参考文献 .....	92
附表 6 .....	93
<b>第 7 章 线性时间序列回归分析实验 .....</b>	<b>103</b>
7.1 线性时间序列分布滞后模型 .....	105
7.2 分布滞后模型的因果检验 .....	106
7.2.1 Granger 因果检验 .....	106
7.2.2 Sims 因果检验 .....	107
7.3 时间序列的平稳性 .....	108
7.3.1 时间序列的平稳随机过程 .....	108
7.3.2 单位根检验 .....	110
7.3.3 协整检验 .....	111
7.4 时间序列预测 .....	111
7.4.1 ARIMA 模型 .....	111
7.4.2 联立方程与向量自回归模型 .....	113
7.5 线性时间序列分布滞后模型实验示范 .....	117
7.5.1 背景资料 .....	117
7.5.2 回归报告 .....	117
7.5.3 结果解释 .....	118
7.6 Koyok 模型实验示范 .....	118
7.6.1 背景资料 .....	119
7.6.2 回归报告 .....	119
7.6.3 结果解释 .....	119
7.7 协整实验示范 .....	121
7.7.1 背景资料 .....	121
7.7.2 回归报告 .....	121
7.7.3 结果解释 .....	122
7.8 时间序列因果检验实验示范之一 .....	125
7.8.1 背景资料 .....	125
7.8.2 回归报告 .....	125
7.8.3 结果解释 .....	128

7.9 时间序列因果检验实验示范之二 .....	128
7.9.1 背景资料 .....	128
7.9.2 回归报告 .....	128
7.9.3 结果解释 .....	129
7.10 时间序列因果检验实验示范之三 .....	130
7.10.1 背景资料 .....	130
7.10.2 回归报告 .....	130
7.10.3 结果解释 .....	132
7.11 ARIMA 模型实验示范 .....	132
7.11.1 背景资料 .....	133
7.11.2 回归报告 .....	133
7.11.3 结果解释 .....	136
7.12 向量自回归模型实验示范 .....	137
7.12.1 背景资料 .....	137
7.12.2 回归报告 .....	138
7.12.3 结果解释 .....	140
7.13 时间序列回归分析实验练习 .....	148
注记 7 .....	149
参考文献 .....	151
附表 7 .....	152

# 第1章 回归分析实验

## 目次

- 1.1 线性回归模型
- 1.2 非线性回归模型
- 1.3 线性回归分析实验示范
  - 1.3.1 背景资料
  - 1.3.2 实验步骤分解
- 1.4 非线性回归分析实验示范
  - 1.4.1 背景资料
  - 1.4.2 回归报告
  - 1.4.3 结果解释
- 1.5 回归分析实验练习
- 笔记1
- 参考文献
- 附表1

## 1.1 线性回归模型

考虑线性计量经济模型

$$Y_i = a_0 + b_1 X_{1i} + \dots + b_m X_{mi} + u_i \quad (1-1)$$

其中： $a_0$ 为截距， $b_1, \dots, b_m$ 为回归系数， $X_{1i}, \dots, X_{mi}$ 为解释变量，它们是非随机变量， $u_i$ 为随机扰动项。当 $m=1$ 时，模型 1-1 称为一元线性回归模型或单变量线性模型；当 $m>1$ 时，模型 1-1 称为多元线性回归模型。

模型 1-1 的应用效果取决于模型的系数是否被有效确定，即与其估计系数的  $t$  检验和模型的  $F$  检验是否显著有关，而这些检验则必须满足一定的前提条件才行。在应用普通最小二乘法 (OLS) 做回归分析时，如果模型 1-1 满足以下假设：

假设 1-1 解释变量和随机扰动项线性无关： $\text{cov}(u_i, X_{ji}) = 0, j = 1, 2, \dots, m$

假设 1-2 随机扰动项的期望为 0： $E(u_i) = 0$

假设 1-3 随机扰动项服从同方差分布： $\text{var}(u_i) = \sigma^2, i = 1, 2, \dots$

假设 1-4 随机扰动项没有自相关关系： $\text{cov}(u_i, u_j) = 0, i \neq j$

假设 1-5 随机扰动项服从正态分布： $u_i \sim N(0, \sigma^2)$

假设 1-6 解释变量之间没有共线性关系，即任一个解释变量均不能被其余解释变量线性表示得到。

那么，模型 1-1 的 OLS 估计量就是最优线性无偏估计量，估计系数的  $t$  检验和模型的  $F$  检验就是有效的。只要其中的任意一个假设没有得到满足，模型系数的 OLS 估计量就变成无效或不是最优线性无偏估计的了。

OLS 是线性回归模型系数估计的常用方法之一，其实，最大似然估计法 (ML) 也是常用方法之一。在满足六个假设前提下，除了 ML 方法估计残差项可能会导致渐进有偏估计以及低估值外，OLS 和 ML 在系数的估计上是一致的，即均为无偏估计。

模型 1-1 的回归检验，要做以下几个指标的估计和检验。

回归方程的拟合优度主要是由多元判定系数  $R^2$  和校正的多元判定系数  $\bar{R}^2$  来衡量。在一元回归模型中，曾指出判定系数解释了回归方程对样本的拟合能力或拟合的程度。 $R^2$  表示回归平方和 (SSR) 与总离差平方和 (SST) 之比，即：

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

校正的判定系数:

$$\begin{aligned} \bar{R}^2 &= 1 - \frac{\frac{SSE}{n-1}}{\frac{SST}{n-m-1}} = 1 - \frac{SSE \cdot \frac{n-1}{n-m-1}}{SST} \\ &= 1 - (1-R^2) \frac{n-1}{n-m-1} \end{aligned}$$

$$SSE = SST - SSR$$

系数估计量的  $t$  检验, 有以下  $t$  统计量:

$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{\hat{a} - a}{\text{sec}(\hat{a})} \\ t &= \frac{\hat{b}_1 - b_1}{\text{sec}(\hat{b}_1)} \\ &\vdots \\ t &= \frac{\hat{b}_m - b_m}{\text{sec}(\hat{b}_m)} \end{aligned} \right\} \sim t(n-m-1)$$

模型 1-1 的  $F$  统计量检验。判定系数  $R^2$  和  $F$  有某种特定的关系, 即:

$$F = \frac{\frac{SSR}{m}}{\frac{SSE}{n-m-1}} = \frac{\frac{R^2}{m}}{\frac{1-R^2}{n-m-1}} = \frac{n-m-1}{m} \cdot \frac{R^2}{1-R^2}$$

模型 1-1 的结构稳定性检验。Chow 检验的目的是判断多元回归方程的结构稳定性问题。依统计学意义, 对不同的局部时间序列数据的回归模型是否存在显著的差异? 如果这种差异存在, 就称关于整体时间序列数据的回归模型不是结构稳定的, 否则就称为结构稳定的。假设模型 1-1 的随机扰动项  $u_i \sim N(0, \sigma^2)$  且  $\sigma^2$  为随机扰动项的总体方差。现在把时间序列数据分成两个部分, 其容量分别为  $n_1$  和  $n_2$ , 假设已经建立起了以下两个回归模型:

$$Y_i = a' + b_1' X_{1i} + \cdots + b_m' X_{mi} + u_i', \quad (1-2)$$

$$Y_i = a'' + b_1'' X_{1i} + \cdots + b_m'' X_{mi} + u_i'', \quad (1-3)$$

并且  $u_i' \sim N(0, \sigma^2)$ 、 $u_i'' \sim N(0, \sigma^2)$  和  $u_i', u_i''$  相互独立。为了检验模型 1-2 和模型 1-3 是否相容, 下面我们需要做 Chow 检验。

**Chow 检验的基本假设:**  $u_i' \sim N(0, \sigma^2)$ 、 $u_i'' \sim N(0, \sigma^2)$  和  $u_i', u_i''$  相互独立。

第一步: 求模型 1-1 的自由度为  $n_1 + n_2 - m - 1$  的残差平方和 SSE;

第二步: 求模型 1-2 的自由度为  $n_1 - m - 1$  的残差平方和  $SSE_1$ ;

第三步: 求模型 1-3 的自由度为  $n_2 - m - 1$  的残差平方和  $SSE_2$ ;

第四步: 考虑到  $u_i', u_i''$  相互独立, 置 (Chow 的  $F$  统计量)

$$F = \frac{\frac{SSE - SSE_1 - SSE_2}{m+1}}{\frac{SSE_1 + SSE_2}{n_1 + n_2 - 2m - 2}} \quad (1-4)$$

则:

$$F \sim F(m+1, n_1 + n_2 - 2m - 2)$$

第五步: 给定显著性水平  $\alpha$ , 如果  $F > F(\alpha, m+1, n_1 + n_2 - 2m - 2)$ , 或  $F < F(1-\alpha, m+1, n_1 + n_2 - 2m - 2)$ , 则说明回归模型存在结构不稳定; 否则的话, 不能否认回归模型的结构稳定性。

Chow 检验只能判明回归方程关于样本的回归分析是否存在结构不稳定的问题。如果 Chow 检验证实了回归方程关于样本的回归分析存在结构不稳定, 那么是什么原因造成的呢? Chow 检验不能给出任何具体答案。

对于线性回归模型, 结构稳定性问题来自于样本的结构不稳定性。如果存在两个点, 至少有一个不是样本的端点, 线性回归模型关于由这两个点所界定的样本的回归分析不存在结构稳定性问题, 但是, 当扩充样本使得新的样本包含其中一个点或全部两个点时, 线性回归模型关于新样本的回归分析就存在结构稳定性问题, 则称这个点或两个点为 **Chow 节点**。Chow 节点的存在说明回归模型关于样本的回归分析存在结构不稳定问题。任意把样本分成两部分 (注意每部分的样本容量至少应该保证该样本的回归分析能正常进行为准), 求  $F$  统计量如式 (1-4) 所示, 如果  $F$  检验不是显著的, 则可断定不存在结构稳定性问题, 否则说明结构稳定性问题是存在的。

在作回归分析时, 始终假设随机扰动项服从正态分布。实际情况是否如此, 需要作进一步的检验。正态性的检验方法有许多, 比如残差直方图、半对数图、JB 检验等。



## 1.2 非线性回归模型

线性回归模型的“线性”有其特殊含义。一方面，模型的线性是指模型关于变量是线性的，另一方面，模型的线性是指模型关于每一项的系数或参数，是线性的。这里的非线性回归模型是指被解释变量关于解释变量是非线性的。通常见到的非线性模型有 Cobb—Douglas 生产函数、Philips 双曲模型、Engel 消费函数等。

## 1.3 线性回归分析实验示范

### 1.3.1 背景资料

我国重工业增加值可能受到钢材进口、钢材产量和钢材出口的影响，其详细数据见附表 1-1。假设  $Z$  表示我国重工业当月工业增加值（亿元）， $X$  表示钢材进口月均价格（美元/吨）， $Y$  表示当月钢材产量（万吨）， $W$  表示钢材出口（美元/吨）。如果它们之间存在以下计量关系：

$$Z_t = a + bX_t + cY_t + dW_t + \mu_t \quad (1-5)$$

其中： $a, b, c, d$  分别为截距和系数， $\mu$  为随机扰动项。

问题：给出模型 1-5 的回归报告、随机扰动项的正态性检验和回归模型结构稳定性检验。

### 1.3.2 实验步骤分解

步骤 1：回归报告如表 1-1 所示

表 1-1 回归报告列表

变 量	系 数 估 计	标 准 误 差	t 统 计 量	概 率
$a$	-2 751.96	517.035 2	-5.322 59	0*
$X$	-1.173 99	0.410 233	-2.861 76	0.007 9