

甘肃省高校人文社科重点研究基地甘肃经济发展数量分析研究中心资助

线性回归模型 基础应用问题研究

◎刘明 著

 中国统计出版社
China Statistics Press

甘肃省高校人文社科重点研究基地甘肃经济发展数量分析研究中心资助

线性回归模型 基础应用问题研究

◎刘明 著

 中国统计出版社
China Statistics Press

图书在版编目(CIP)数据

线性回归模型基础应用问题研究 / 刘明著. — 北京:
中国统计出版社, 2016.12

ISBN 978—7—5037—8028—8

I. ①线… II. ①刘… III. ①线性回归—回归分析
IV. ①O212.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)248988 号

线性回归模型基础应用问题研究

作 者/刘 明

责任编辑/姜 洋

封面设计/王 芳

出版发行/中国统计出版社

通信地址/北京市丰台区西三环南路甲 6 号 邮政编号/100073

电 话/邮购(010)63376909 书店(010)68783171

网 址/<http://www.zgtjcbbs.com>

印 刷/河北鑫宏源印刷包装有限责任公司

经 销/新华书店

开 本/710mm×1000mm 1/16

字 数/170 千字

印 张/12

版 别/2016 年 12 月第 1 版

版 次/2016 年 12 月第 1 次印刷

定 价/36.00 元

版权所有。未经许可,本书的任何部分不得以任何方式在世界任何地区
以任何文字翻印、仿制或转载。

中国统计版图书,如有印装错误,本社发行部负责调换。

序

1987 年我校统计专业开设专业基础课计量经济学,开始了我校本科生的计量经济学课程的教学。随着我国经济学理论课程教学的不断深入,计量经济学的作用越来越明显,1998 年教育部确定计量经济学为经济学类各专业的八门核心课之一,我校于 2000 年在所有的经济学类各专业开设计量经济学。2003 年教育部启动精品课程建设工程,我校相应启动学校精品课程建设工程,结合我校发展的实际情况,将计量经济学确定为精品课程重点建设对象。2012 年计量经济学建设成为省级精品课程。我校计量经济学课程建设发展的背后是计量经济学教学与科研师资力量的发展壮大,目前已经建设成一支优秀的计量经济学教学团队。本书的作者刘明副教授是我校近年来新成长的青年骨干教师,是计量经济学教学团队主要成员,讲授计量经济学课程已有 9 年。刘明在积极探索计量经济学教学方式方法的同时,也积极开展计量经济学理论与应用的研究,目前已公开发表多篇该领域的具有较高学术水平的论文。刘明将教学与科研相互结合、互促互进,实现了教学与科研的良性互动。作为统计学教学科研战线的一名老兵,我看到包括刘明在内的新一批青年

教师在成长,让我倍感欣慰!

本书是刘明副教授围绕计量经济学的基础内容模块——线性回归模型进行研究的学术成果。线性回归模型是计量经济学,同时也是统计学的重要内容,他在已有的学科内容体系上对线性回归模型的设定、估计和检验的相关知识模块和知识要点进行了一些探索和研究,得出一些有价值的结论,例如提出在应用过程中模型设定的思路 and 技巧,完成了对最小二乘法的深刻剖析,解决样本容量较小的情况下 DW 检验结果的识别问题,实现对逐步回归技术的改进等,这些内容无疑都是本书的亮点。本书将线性回归模型的一些传统方法进行改进或拓展,体现了研究的创新性。本书内容主要是以计量经济学框架内的回归模型为基础的研究,因此阅读时并不需要高深或前沿的学科专业知识基础,适宜从事经济管理类,尤其是统计学、计量经济学的教学和科研的工作者,以及研究生和高年级本科生等群体阅读使用。不足之处恳请广大读者予以批评指正!

傅德印

2016 年 10 月

于兰州财经大学校园

内容提要

线性回归模型是用来表述变量间依赖关系的统计分析方法,是最为基础的一类统计模型。在常见的诸多统计模型中,都是以线性回归模型为基础的拓展,因此线性回归模型在统计学理论和实际问题分析中占据有重要地位,同时也具有广泛的应用。参数估计和假设检验是线性回归模型理论研究的主要内容,而就实际应用来说——尤其在计量经济学中,模型设定是必不可少的一部分。随着学科的发展,线性回归模型的设定、估计和检验及相关应用问题已成为成熟的学术内容,但在这些内容中,仍有部分知识点乃至知识模块理论不够完整,存在空缺,例如,如何设计一个科学的线性回归模型,诸多的统计检验方法如何有效地使用等问题,仍有进一步讨论的空间。因此,本书将进一步探究线性回归模型的设定、估计、检验及相关应用问题,以对该学科知识体系补充完善。

本书在第1章的导论部分概述了线性回归模型的统计思想,并对线性回归模型的基础问题进行了界定,即线性回归模型的设定、参数估计和假设检验等问题,在对这些问题的研究成果进行综述的基础上,列出了本书的研究框架。随即在第2章对研究内容中涉及的

线性回归模型的基本知识点做了回顾和介绍,以保证研究内容的整体性和系统性。

本书从第3章开始对线性回归模型的设定问题展开研究。模型的设定是指在实际问题研究中设计出符合客观实际和研究需要的模型形式,这是线性回归模型理论及应用之间的纽带。本章将从常见的模型设定错误及后果的研究出发,通过分析统计学和计量经济学两个学科中关于线性回归模型讨论内容的不同,强调了计量经济学研究中模型设定需要注意的问题,并对实现模型正确设定的路径进行了分析和展示。另外,本章也讨论了计量经济学和统计学的学科关系,这可以进一步帮助理解模型设定问题。

在第4章关于线性回归模型参数估计的内容研究中,通过对普通最小二乘估计的基本数学原理进行了分析展示,进一步结合几何学理论,对普通最小二乘估计结果进行可视化分析,以达到对该估计方法的直观认识。由最小二乘法的起源引出最小一乘法,并从数理逻辑的角度将二者进行了比较分析研究,根据它们估计方法的特性,讨论了各自的优劣势和适用范围。

在第5章和第6章关于线性回归模型的检验方法研究中,本书分别从计量经济学检验内容和统计学检验内容两个方面展开探讨。在计量经济学检验方面,本书讨论了异方差 White 检验的原理与应用拓展,研究分析了自相关 DW 检验的原理、检验条件和特殊状况的处理,提出了一类新的多重共线性检验方法。在统计学检验方面,本书对传统的 t 检验、F 检验和拟合优度检验的数理关系进行了梳理,设计了线性回归模型的检验方法体系,并根据检验统计量的数学结构对逐步回归分析技术提出了改进。

第7章从线性回归模型应用的角度,研究分析了虚拟变量模型问题、logistic模型预测问题以及经济时间序列 ARIMA 模型的构建问题。

线性回归模型在统计学、计量经济学等学科中的基础性决定了本书研究的基础性以及重要性,本书可以为线性回归模型的基础应用研究提供有价值的参考。

第 1 章 导论	1
1.1 线性回归模型的统计思想	1
1.2 线性回归模型的设定问题	4
1.3 线性回归模型参数估计方法	6
1.4 线性回归模型常用的检验方法	8
1.5 本书的研究设计	11
第 2 章 线性回归模型基础内容概述	13
2.1 线性回归模型的基本假定	13
2.2 线性回归模型最小二乘估计量及性质	14
2.3 线性回归模型的统计检验	19
2.4 放松经典假定的线性回归模型	21
第 3 章 线性回归模型的设定问题研究	23
3.1 线性回归模型的常见设定错误及处理	24
3.2 计量经济学和统计学视角下的线性回归模型	31
3.3 一类计量经济学模型设定偏误诊断思路及展示	39
3.4 经济学研究中的线性回归模型设定	50
3.5 计量经济学与经济统计学的关系——由模型设定引出的 深入讨论	57
第 4 章 线性回归模型参数估计:最小二乘与最小一乘	69
4.1 最小二乘估计	69
4.2 最小二乘原理的几何分析	72
4.3 最小一乘法与最小二乘法的比较	77
第 5 章 线性回归模型的检验方法应用研究	84
5.1 异方差检验——基于 White 检验的应用创新	84
5.2 异方差的解决:加权最小二乘法	93
5.3 自相关 DW 检验在实际应用中的考察	104

5.4	多重共线性问题的诊断及解决的新路径探究	114
第 6 章	线性回归模型检验方法关联体系应用研究	123
6.1	线性回归模型三类基础检验关系探究	123
6.2	线性回归模型的统计检验体系研究	130
6.3	统计检验数理联系研究应用:改进的逐步回归法	138
第 7 章	线性回归模型应用中的其他问题	150
7.1	虚拟变量回归模型的应用问题研究	150
7.2	Logistic 模型预测问题研究	162
7.3	经济时间序列线性模型的构建问题研究	168
参考文献		177
后记		183

第 1 章

导 论

1.1 线性回归模型的统计思想

线性回归模型是一类用来展示变量间因果影响关系并量化变量间的影响作用的统计模型。这一表述展示了线性回归模型的两个核心功能：展示变量间因果影响关系和量化变量间的影响作用。从数理的角度看，线性回归模型本身并不具有展示变量间因果影响关系的作用，因为可以选择任意的变量作为被解释变量来构建回归模型，这在数理上是能够轻易实现的。但恣意挑选变量来构建回归模型可能无助于解决任何实际问题，因为变量间的影响作用关系方向即因果关系没有考虑进来，致使模型没有现实意义。因此，线性回归模型要展示变量间的因果影响关系，就必须实现对各变量间的逻辑关系进行考察分析，此时需要完成一项重要的工作——模型设定。也存在一类线性回归模型可以不去关注变量间的因果关系，例如人类身高和脚长的回归模型，这类模型重点关注变量之间的数量依赖关系，在本书的 3.2 节对此有所讨论。线性回归模型的“量化变量间影响作用”的功能，是通过模型的参数估计和进一步的假设检验来完成的。参数估计结果构造了变量间影响作用的量化值，是对这种影响作用测度的结果；假设检验则回答了这个问题是否科学合理，是否可信的问题。

一个好的线性回归模型可以达到“去噪”的作用,即通过估计,线性回归模型可以将有用的信息展示出来,无用的信息剔除出去。这一去噪过程的实际上是在模型参数估计过程中通过正交变换而完成的,参数估计的过程也是正交变换的过程,这种正交变换将被解释变量分解为相互正交的两部分,一部分是所有解释变量的某种线性组合,即有用的信息,可以测度各解释变量对被解释变量的影响作用的大小;另一部分即为噪声,它和解释变量的这种线性组合正交,也就是统计上的不相关。噪声在模型中形成随机干扰项,虽然不能从其中得到有用的、用于解释模型的信息,但它在模型的参数估计、假设检验中的作用却异常之大,无用的信息放在一起却是一个非常有用的集合。从方法的角度看,线性回归模型属于统计学的内容,但将其和经济理论、经济问题相结合,则形成了计量经济学的基础内容,这也是线性回归模型在经济领域中广泛应用的体现。虽然线性回归模型既属于统计学的内容,同时也是计量经济学的重要研究范畴,但计量经济学的学科框架与统计学中的线性回归模型内容体系有着本质的不同:计量经济学是从经济理论或经济假设出发,运用线性回归模型或其他统计分析技术,研究经济数量关系和经济规律,其出发点和落脚点都是经济学,因而计量经济学属于经济学范畴,虽然这其中运用了以线性回归模型为基础的大量的统计学方法,但这并不改变其经济学的属性;而作为统计学的基础模型,线性回归模型是诸多统计模型中的一类,是可以运用数学、统计学方法来对其加以研究和应用的。本书主要是在计量经济学框架下对线性回归模型的方法与应用问题进行探讨和研究,因此本书的内容结构也遵循了计量经济学研究的基本步骤,即模型设定、参数估计、假设检验及模型应用,部分应用内容在写作时掺揉到了各章节之中。当然,本书的研究也没有忽略统计学中的线性回归模型知识理论,在具体的内容研究中也对统计学思想下的线性回归模型进行了有效的继承。

一般线性回归模型的形式可以表示为

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \cdots + \beta_k x_{ki} + \mu_i \quad (1-1)$$

其中, y_i 为被解释变量, $x_{1i}, \cdots, x_{ki}$ 为 k 个解释变量, μ_i 为模型随机干扰

项。本书所研究的线性回归模型即为模型(1-1)形式的回归模型。这类线性回归模型是计量经济学模型的基本形式,也是基础计量经济学研究的主要对象。

对于模型研究或应用而言,一个重要的技术环节是估计模型参数,参数的数学形式直接影响着参数估计的可行性和复杂程度。线性模型是一类具有简单参数形式的模型,因此模型(1-1)的线性问题,通常指的是关于模型参数的线性,而并非是变量间的线性关系。简单的说,线性模型是指模型整体关于模型参数存在线性关系。根据线性关系的定义,模型关于任意参数求偏导,偏导函数不再是关于该参数的函数。模型(1-1)是线性的,因为:

$$\frac{\partial y_i}{\partial \beta_0} = 1$$

$$\frac{\partial y_i}{\partial \beta_j} = x_{ji}, \quad j = 1, \dots, k$$

线性回归模型(1-1)是最基础、也是最重要的统计学、计量经济学模型形式,因为很多关于非线性模型的研究都是以线性模型为基础的,而且很多非线性模型可以直接转化为线性模型,提高模型的研究效率。例如简单柯布一道格拉斯生产函数模型:

$$Q = A K^{\alpha} L^{\beta}$$

其中 Q 表示产出, K 表示资本投入量, L 表示劳动投入量, A 是技术参数。显然,在已知 Q 、 K 、 L 等变量的样本数据情况下,直接估计参数 A 、 α 、 β 并非易事。然而,当对该模型进行简单的数学变换——两边同取对数,并引入干扰项,就可得到可估计的线性回归模型:

$$\ln(Q) = \ln(A) + \alpha \ln(K) + \beta \ln(L) + \mu$$

此时就可以使用一般的线性回归模型技术对此类柯布一道格拉斯生产函数模型进行研究。

线性回归模型作为一类基础的统计模型,在统计学、计量经济学理论和实际问题分析中占据有重要地位。就理论研究而言,参数估计和假设检验是线性回归模型构建的重点环节,而就实际应用来说,模型设定也是一个不容忽视的

重点环节,它事实上是从模型理论到模型应用之间的一座桥梁。线性回归模型的设定、估计和检验问题,已经是较为成熟的学术内容,是当前本科计量经济学教学的基础内容,也是主要部分。但是,在这些内容中,仍有部分知识点乃至知识模块理论不够完整,存在空缺。因此,本研究将进一步探究线性回归模型的设定、估计和检验问题,以对该学科知识体系补充完善。因此,本书所研究的线性回归模型的基础问题,就是模型设定、估计和检验等问题,是对这些问题范围中的一些具体模块、具体的知识点在应用层面上的分类讨论。

1.2 线性回归模型的设定问题

回归分析方法是最为重要的统计分析方法之一,构建线性回归模型是回归分析中最基础、也是最核心的内容。随着学科领域间的交互融合与发展,构建线性回归模型也是计量经济学学科的最为基础的内容。在实际应用中建立计量经济学回归模型的第一步就是模型设定,即如何设定出一个正确的计量经济学回归模型,这是能否将模型成功应用,能否分析和解决实际经济社会问题的关键。如果研究目的是检验某一经济理论或假说,那么计量经济学模型的设定只需根据理论或假说的内容要求即可完成;如果研究对象是某一实际经济问题,那么计量经济学模型的设定将会变得复杂——实际经济问题中常混杂着不可量化的影响因素,难以捕捉的信息及不确定性的干扰较多,因而避免模型设定偏误而构造出一个正确的模型并非易事。模型的设定检验在计量经济学回归模型的构造中是必不可少的检验工具和步骤,然而诸多模型设定的检验方法在实际问题研究中并非凑效。这里将以经济学为背景,探讨和分析回归模型的几类统计检验方法的内在信息,并进一步讨论如何利用这些统计检验方法来诊断模型出现的设定偏误问题,以实现计量经济学模型的正确设定。首先指出,这里将讨论的回归模型均指单方程形式的线性计量经济学回归模型,书中将其简称为回归模型或计量经济学模型。

关于计量经济学模型设定方面的研究,国外主要集中于两个方面:其一是

对模型设定效果的评判要求;其二是模型设定正确与否的统计检验。在模型设定效果评判方面,Intriligator 认为,构建回归模型有效的方法是找到对被解释变量有直接影响的、且不能被模型中已有变量所替代的解释变量^[1]。Intriligator 的观点体现了两个方面的含义,一是模型要简单,只取对被解释变量有直接影响的变量为解释变量;二是避开变量所表述的经济含义的重合,从模型的角度来说,即避开多重共线性的影响。Hendry 和 Richard 认为,好的计量经济学模型应满足可获得有效数据、弱外生性解释变量、参数估计结果稳定、纯随机残差、原有条件下模型不能再改进等条件^[2],这些都是模型避开设定偏误的内在要求。在模型设定偏误问题的检验方面,研究成果相对较多。Ramsey 提出了一类检验模型是否存在设定偏误的方法,称为 RESET (regression specification error test) 检验^[3],这是一种模型受约束条件的检验,可通过 F 检验或 LM 检验来完成。RESET 检验可以用来判断模型是否存在设定偏误,但不能有效地提出正确的模型设定方式。后来 Davidson、MacKinnon 给出了和 RESET 检验相似的另一种检验形式^[4]。Wallace 对传统的只根据模型建立之后的检验结果来反映模型设定效果的做法进行了批判,他认为需要对所设定的模型进行预检验,以及时发现不足^[5]。Hausman 认为在模型设定正确的情形下参数估计结果应具有相同或相近的统计性质,他通过考察不同假定条件下参数估计值的有效性设计了一种检验方法,即 Hausman 检验^[6],这种检验方法后来进一步发展为联立方程模型的设定检验,用于检验方程的联立性。MacKinnon、White 及 Davidson 提出了一种被称为 MWD 检验的方法,用来判断设定回归模型时应选择线性模型还是线性对数模型^[7]。Arminger 与 Schoenberg 提出了一种协方差结构模型的设定检验,主要用于检验由于模型随机项和内生变量的相关性而造成的设定偏误^[8]。国外的研究主要体现在模型设定的事后检验方面,而国内关于计量经济学模型设定研究主要集中于如何实现模型的正确设定方面。李子奈从计量经济学应用研究中总体回归模型设定的任务和目标出发,通过对总体模型设定的研究目的导向、经济学理论导向、数据关系导向的分析与评价,讨论了模型设定的唯一性、一般性、现实性和统计检

验必要性等原则,提出总体回归模型设定的“经济主体动力学关系导向”原则和框架^[9]。葛新权讨论了时间序列回归模型的设定问题,他认为设定此类模型时需要考虑数据的时序特性,可以在所设定的模型中加入时间变量以反映时间的变动,他同时还讨论了对数模型中随机项的设定形式,通过对随机项的校正处理,解决潜在的异方差问题^[10]。

作者认为,线性回归模型设定是模型理论和实际问题结合的桥梁,需要对模型的数学、统计学原理有完整的把握,同时也需要对所研究的实际问题有全面的认识。本书将在已有文献基础上对线性回归模型的设定问题进行更进一步研究,同时提出自己的观点和设定方法。

1.3 线性回归模型参数估计方法

线性回归模型的参数估计技术较多,但由于模型是线性的,而且通常假设样本数据是简单随机样本,因此使得不同估计技术下的线性回归模型参数估计结果并没有显著的区别,有些估计结果还是相同的,例如最大似然估计量和最小二乘估计量。因此,本书将重点讨论最小二乘估计估计方法及与其有紧密关系的最小一乘估计法。

最小二乘法是线性回归模型参数估计中最基础、最重要的方法之一,该方法以其估计量的优良的统计性质和简便的数学运算而著称,在数学、统计学、经济学中有着广泛的应用。与最小二乘法具有相似估计思想的最小一乘法,在线性回归模型参数估计中也有着重要应用。事实上,最小一乘法的提出比最小二乘法还要早,1760年波斯科维奇在研究子午线长度问题时提出最小一乘法,45年后,即1805年,法国数学家列让德提出了最小二乘法。对最小二乘法做出最大贡献的当属高斯,他对最小二乘的估计方法、估计量的性质等问题做了详细研究,构筑了近代最小二乘法在统计学中广泛应用的基础。最小二乘法发展至今已经较为成熟,而最小一乘法在其提出以后的近200年中几乎没有发展,最根本的原因是最小一乘法在估计值的计算上较为困难,直到20世纪五六十年

代,人们才开始对最小一乘法予以关注,原因是计算数学的兴起和计算机技术的发展,使得最小一乘法的参数估计值的计算得以实现。在我国,对于最小一乘法的研究始于20世纪80年代。陈希孺对最小一乘准则下线性回归模型回归系数的计算、分布形态、性质以及假设检验等问题进行了详细的研究,包括一元线性回归模型和多元线性回归模型,他的研究结论包括使用规划方法计算回归系数、最小一乘估计值的渐进正态分布以及构建F统计量进行回归系数的显著性检验等^{[11][12]}。在此之后的研究主要集中在最小一乘法参数估算方法方面。董祺提出了“残差绝对值和最小”准则的松弛算法,这是最小一乘准则下的参数估计值计算方法^[13]。袁修贵、李显方等分别对最小一乘准则下的回归系数的计算方法目标规划法、搜索算法进行了论述和探讨^{[14][15]}。李德志针对一元线性回归模型的最小一乘估计,提出双样本点算法,即构造两个虚拟的样本点,通过此二样本点确定最小一乘回归直线^[16]。徐龙封讨论了 L^p 空间上线性回归方程回归系数的估计问题,他将回归系数的估计转化为数学规划模型,通过计算机程序进行求解,最小一乘法和最小二乘法正是他所讨论的问题的特殊形式^[17]。王福昌根据最小一乘的性质,把最小一乘问题变为组合优化问题,将模拟退火算法用在最小一乘模型的求解上,取得了较好的计算结果^[18]。在最小一乘估计结果的分析 and 评价方面,谢开贵等论证了最小一乘回归直线的一些性质,并通过实例说明了最小一乘估计结果的稳健性^[19]。朱春浩、冯守平等对最小一乘法和最小二乘法的发展和计算作出了概括性的介绍和比较^{[20][21]}。关于最小一乘估计结果的分析 and 评价的文献相对较少,这方面的研究相对薄弱。这里以最小一乘法和最小二乘法的思想脉络为研究路径,在考察二者的思想起源、实现方法及在现实中的应用的基础上,将它们进行比较,得出相关研究结论,以达到对它们更清楚地认识。

最小一乘法与最小二乘法最初来源于数学中对线性方程组求解问题的研究。考虑一个 k 元非齐次线性方程组(1-2):

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \cdots + a_{k1}x_k = b_1 \\ a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{k2}x_k = b_2 \\ \cdots \cdots \cdots \\ a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + \cdots + a_{kn}x_k = b_n \end{cases} \quad (1-2)$$

在数学上讨论方程组(1-2)时,通常是 $n \leq k$ 的情形,此时方程组(1-2)有解的充分必要条件是系数矩阵 $[a_{ij}]$ 的秩与增广矩阵 $[a_{ij} \ b_j]$ 的秩相等。当 $n > k$ 时,该方程组是无解的(不考虑方程组中存在等价方程,因为此时可视为 $n \leq k$ 的情形)。在实际问题的研究中,这种情形是普遍存在的。由于此时无法得到一组确切的解,使得方程组中每一等式同时成立,于是只有退而求其次,寻找方程组中未知数的一组解,使得每一方程左右两边的数值尽可能的接近。为了实现这一目的,有两种方法可供使用,第一种方法是计算方程左右两边的绝对离差,使得绝对离差之和达到最小,即 $\sum_{j=1}^n |a_{1j}x_1 + a_{2j}x_2 + \cdots + a_{kj}x_k - b_j|$ 达到最小,寻求方程组中关于未知数 x_i 的解,即最小一乘法;第二种方法是计算方程左右两边的离差平方和,使得离差平方和达到最小,即 $\sum_{j=1}^n (a_{1j}x_1 + a_{2j}x_2 + \cdots + a_{kj}x_k - b_j)^2$ 达到最小,寻求方程组中关于未知数 x_i 的解,即最小二乘法。由此可以看出,最小一乘法和最小二乘法在估计思想上同宗同源,研究的是同一问题,解决问题的思路也是相同的,只是实现路径不同。

当然,线性回归模型的参数估计方法并不局限于最小二乘法或最小一乘法,最大似然法和其他参数、非参数估计方法在针对具体问题、具体模型、具体数据时都有应用,本书仅对最小二乘法和最小一乘法进行讨论,这也是为了遵循本书的写作宗旨。

1.4 线性回归模型常用的检验方法

检验是学术界对线性回归模型研究的最多的内容。从线性回归模型的设定,到模型的估计结果,再到模型的应用,各环节中均需要对模型进行检验,才能最终判断所构建的线性回归模型是否正确,是否能客观揭示所研究的经济现象中诸因素之间的关系,是否能付诸应用。一般来讲,从理论到应用中的线性回归模型需要通过四步检验:实际意义检验、统计学检验、计量经济学检验和预测检验,才能最终确定模型的正确性和合理性。