华南农业大学学报(社会科学版)
2004年第1期 JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY No.1 2004
(第3卷) (SOCIAL SCIENCE EDITION) (Vol.1)

曲线回归在经济分析中的优化组合应用研究

傅国华,许能锐

(华南热带农业大学 经济贸易学院,海南 儋州 571737)

摘 要:文章应用数理统计中的曲线回归理论,以海南省农业基本建设投资与农业总产值的关系为例,简述曲线回归在经济分析中的优化组合应用过程。

关键词:曲线回归模型;经济分析;优选

中图分类号:F224.7 **文献标识码**:A **文章编号**:1672-0202(2004)01-0072-04

一、问题的提出

曲线回归模型是经济研究工作中常用的工具之一,柯布-道格拉斯生产函数就是一个例证,其模型:$Q=AK^{\alpha}L^{\beta}$已成为了经济分析模型中的经典[1],在许多研究产出与各种要素之间的关系时都成为原始模型,如用于测算农业机械化贡献率[2~4],国外资源对经济增长的贡献[5],以及分析蛋鸡养殖边际等[6]。当然,现代学者在应用这个模型时,结合经济实际发展情况,不断调整与完善这个模型,如姚树洁教授根据Coelli(1995)提出的随机性前沿生产函数,对中国粮食生产的技术效率进行了分析[7]。

为什么柯布-道格拉斯生产函数是$Q=AK^{\alpha}L^{\beta}$、而不是其他直线或曲线模型?这是本文需要思考的问题。显然,这个模型最符合当年美国经济发展的实际,在统计分析技术上是经得起检验的。但是在实际的经济分析研究中,面对诸多可能存在的模型时,怎样才能判断所选择的模型是最佳呢?

本文假定在不同经济体制下,或转型经济中,统计数据所反映的经济发展内在秩序是不同的,其发展的变化趋势轨迹也不同。在定量研究经济问题时,需要应用不同类型的函数模型来描述不同经济发展的轨迹。因为不同模型的分析结果,其精确度是不同的,而由此应用的结果也将大相径庭。为了简便起见,本文选择了单变元函数来探索曲线回归在经济分析中的优化组合应用问题,以期提高定量研究经济问题的精确度。

二、曲线回归(非线性回归)

直线回归是经济分析中最基本的分析方法之一,其表达式为:$Y=a+bX$。但是,在现实经济研究中,许多时候两个变量间的关系不是线性相关,而是某种曲线关系,这时直线回归就不能反映出两个变量间的内在联系,而采用适当的曲线方程往往更符合变量间的实际关系。因此,必须作曲线回归来进行分析,解决的办法是通过变量代换将非线性回归转化为线性回归。

非线性回归处理的关键在于如何选择正确的曲线方程,而所确定的形式可以是经验的(根据实际观测结果的表现形式)或理论的(根据变量间关系的专业知识)。一般而言,根据已知理论确定曲线方程形式总是最理想的选择,由此获得的回归方程中的有关参数一般具有明确的物理意义。但是这种方法明显不适用于经济分析,原因在于:一是两个经济变量间的真实关系太复杂,研

收稿日期:2003-11-07

作者简介:傅国华(1965-),华南热带农业大学教授,主要研究方向为经济管理.

究者很难从理论上导出类似的函数关系；二是同样的方程模型，由于对象、环境、时间等的改变，所适用的范围和程度也有所不同。以往在面对此类问题时，人们通常只能凭经验（关于不同函数曲线形式的经验）和实际观测结果（散点图中数据点的分布形式）来确定方程形式，在此基础上再作拟合得到回归方程。如此一来，不但计算量极大，而且研究者的主观成分太多，无法在经济研究中大规模应用。

（一）五个常用的曲线回归模型（最初在美国《Minitab Manual》中提出）

（1）$Y=a+b\sqrt{X}$

（2）$\sqrt{Y}=a+bX$

（3）$LogY=a+bLogX$

（4）$LogY=a+bX$

（5）$\frac{1}{Y}=a+b\frac{1}{X}$

其中，柯布—道格拉斯生产函数就属于模型（3）形式。再加上 Y 与 X 的直线关系，这六个基本模型就包括了可能存在的大多数线性关系。如何方便快捷地从中选择一个最优化模型是本文的主要任务。

（二）选择最优化模型的标准

根据以上六个可替换模型，可分别建立各自转化后的曲线模型：

首先，分析各模型的 F 检验值，看各方程是否达到显著或极显著，剔除那些不显著的模型；

其次，对表现为显著或极显著的模型，检查模型系数的 T 检验值，不显著的也予以剔除；

然后，再列表比较模型的 F 值大小，F 值越大的，表示经该代换后，曲线关系越密切；

最后，选取 F 值最大的模型作为最优化模型。

在这过程中，模型的 F 值与模型系数 T 检验的计算，可借助计算机，应用统计软件 SAS（Statistical Analysis System）或其他统计软件来完成。这样可大大减少研究者的工作量，而且增加计算结果的准确性，提高最后选择的客观性。

三、曲线回归在经济分析中的优化组合应用实例

为了说明以上问题，本文选择了海南农业生产总产值（不含农垦系统）与地方财政对农业基本建设投资的关系进行实证分析，详述曲线回归在经济分析中的优化组合应用过程。

（一）海南建省以来农业总产值（不含农垦系统）与地方财政对农业基本建设投资情况

考虑到对农业的基本建设投资具有一定时间的滞后效应。本文假定其滞后效应为一年，并假定其他因素的变化对农业总产值的增长影响不变。如表 1 所示。

（二）用 SAS 程序对以上数据进行处理

在 SAS 程序中做了以下六种函数代换：D 代换 $\sqrt{X}$；用 E 代换 $\sqrt{Y}$；用 F 代换 Log（Y）；用 G 代换 Log（X）；用 W 代换 $\frac{1}{Y}$；用 T 代换 $\frac{1}{X}$。先作 Y_i 与 X_{i-1} 之间的六种模型的曲线代换散点图及回归线，观察各自的数据点分布情况，再观测各模型的显著性，剔除不显著的模型，然后比较各模型系数的 T 检验值，剔除不显著的，再在剩余的模型中比较各自的 F 值，并且选取 F 值最大的作为首选模型。最后确定 Y 与 X 的曲线回归方程。根据 SAS 程序的处理结果，整理可得如表 2、表 3 所示。

由于以上六种模型的 F 值均达极显著，但模型 2 一个系数的 T 检验值未达显著，所以先予剔除；其他 5 种模型的系数 T 检验也均达极显著。再比较六个模型的 F 值，其中模型 6 的 F 值（23.921）最大，故模型 6 应为最佳模型，其方程如下：

$$\frac{1}{Y}=0.0000014+0.025\times\left(\frac{1}{X}\right)$$

(3.078) (4.891)

$R^2=0.6659$ Adj $R^2=0.6387$ $F=23.921$

转换后为:

$Y=\frac{X}{0.0000014X+0.025}$,其弹性 $e=\frac{dY}{dX}\cdot\frac{X}{Y}=\frac{0.025}{0.0000014X+0.025}$

表1 海南建省以来农业产值与农业基本建设投资情况表

年份	第i年的农业总产值(不含农垦,80年不变价) Y_i(单位:万元)	第i年的农林牧副渔基本建设投资额(80年不变价) X_i(单位:万元)	第i-1年的农林牧副渔基本建设投资额(80年不变价) X_{i-1}(单位:万元)
1987	212120.2	10653.5	
1988	239992.3	9248.481	10653.5
1989	213867.3	9315.982	9248.481
1990	210580	8194.817	9315.982
1991	273924.3	9015.813	8194.817
1992	244436.9	11461.08	9015.813
1993	269207.2	8812.738	11461.08
1994	270061.6	11675.21	8812.738
1995	280566.2	12594.7	11675.21
1996	299828.6	14634.19	12594.7
1997	501201	12253.53	14634.19
1998	343897.4	20368.52	12353.53
1999	379441.3	27790.57	20368.52
2000	429969	34882.49	27790.57
2001	441563	22755.74	34882.49

数据来源:《海南统计年鉴》(1987—2001),海南省统计局编,中国统计出版社。

表2 各模型的F值比较表

模型	Prob>F	显著性	F值	方程
1	0.0025	**	14.509	$Y=192695+8.466\times X$
2	0.0013	**	17.505	$Y=33539+2409.76\times\sqrt{X}$
3	0.0023	**	14.829	$\sqrt{Y}=450.105+0.0073\times X$
4	0.0006	**	21.455	$Log(Y)=7.930+0.496\times Log(X)$
5	0.0024	**	14.726	$Log(Y)=12.254+0.000026\times X$
6	0.0004	**	23.921	$\frac{1}{Y}=0.0000014+0.025\times(\frac{1}{X})$

计算可得,如果政府对第i年的X值(对农林牧副渔的基本建设投资额)提高1单位,则第i+1年的Y值(农业生产总值)的相应变化为0.99单位。

表3 各模型系数值及其T检验

模型	变量	参数估计	T值概率	(Prob>|T|)
1	截距	192695	5.328	0.0002
	X	8.465864	3.809	0.0025
2	截距	33539	0.486	0.6356
	D	2409.7552	4.184	0.0013
3	截距	450.10455	14.52	0.0001
	X	0.007337	3.851	0.0023
4	截距	7.929551	7.82	0.0001
	G	0.495678	4.632	0.0006
5	截距	12.253654	112.751	0.0001
	X	2.563E-05	3.837	0.0024
6	截距	1.362E-06	3.078	0.0096
	T	0.024503	4.891	0.0004

(三)应用模型进行预测

根据SAS程序对模型6的预测结果,整理得出下表(见表4,表中的 $W=\frac{1}{Y}$):

从表 4 的最后一列数据中可以看出剩余值很小，即预测所得值与实际观察值很接近。由此，可以说明所选择模型与实际的拟合效果较好。

表 4　应用模型预测所得值

序数	变量 W 的值	预测值	剩余值
1	4.167E-6	3.662E-6	5.048E-7
2	4.676E-6	4.011E-6	6.644E-7
3	4.749E-6	3.992E-6	7.566E-7
4	3.651E-6	4.352E-6	-7.01E-7
5	4.091E-6	4.08E-6	1.126E-8
6	3.715E-6	3.5E-6	2.147E-7
7	3.703E-6	4.142E-6	-4.4E-7
8	3.564E-6	3.461E-6	1.035E-7
9	3.335E-6	3.307E-6	2.776E-8
10	1.995E-6	3.036E-6	-1.04E-6
11	2.908E-6	3.362E-6	-4.54E-7
12	2.635E-6	2.565E-6	7.05E-8
13	2.326E-6	2.244E-6	8.208E-8
14	2.265E-6	2.064E-6	2.003E-7

四、结论

作曲线回归分析的模型选择，要减少计算量，降低传统经验选择中的主观成分，可以根据 SAS 软件的计算结果，对相应统计量的检验进行比较，如 F 值、T 值、R^2 值等。选择出变量间的关系最显著、解释力最强的曲线模型，用于论证经济问题的假设或作预测。本文以海南省农业生产总值与政府对农林牧副渔基本建设投资额关系的实证分析为例，目的在于说明曲线回归模型的优选过程。

当今的经济问题研究，曲线模型的应用越来越广泛。过去由于计算工具的限制，较少在经济问题研究中大量运用曲线模型。而在 SAS 等统计软件帮助下，经济研究中的计量分析能力迅速提高，所以加强对曲线回归模型方法的运用，已成可行，这对提高经济问题研究的层次性、加大研究方法上与国际接轨的进程、提升理论假设证明的力度都具有积极的意义。

参考文献：

[1] 高鸿业．西方经济学(上册)[M]．北京：中国经济出版社，1996．137－138．

[2] 杨邦杰，洪仁彪，贾栓祥．农业机械化对农业贡献率测算方法研究[J]．农业工程学报，2000，(3)：50－53．

[3] 宗晓杰，杨广林，王福林．用道格拉斯生产函数测算农业机械化贡献率[J]．农机化研究，2000，(3)：37－39．

[4] 杨　青，朱瑞祥，张　捷，等．陕西省农业机械化对农业生产贡献率的研究[J]．农业工程学报，2000，(6)．

[5] 刘德学，樊治平．国外资源对经济增长贡献的测算模型与应用[J]．东北大学学报(自然科学版)，2000，(2)：214－217．

[6] 王增文，朱德芹，吕兴富．运用柯布－道格拉斯生产函数搞好分析蛋鸡养殖边际[J]．中国农学通报，2002，(3)：96－98．

[7] Shujie Yao，Zinan Liu．Determinants of Grain Production and Technical Efficiency in China[J]．Journal of Agricultural Economics，1998，49(2)：171－184．

The Optimization of Nonlinear Regression models in Economic Analysis

FU Guo-hua，XU Neng-rui

(*School of Economics and Trade*，*South China University of Tropical Agriculture Hainan*，*Danzhou* 571737，*China*)

Abstract：The paper briefs on the procedure of the optimization of nonlinear regression models in economics study according to the nonlinear regression in the theories of statistics，taking as the example the relationship between the agricultural capital investment and its output in Hainan Province．

Key Words：nonlinear regression model；economic analysis；optimization