

中国粮食生产模型及弹性分析

赵靖 王桂芝 江莹 朱干江 (南京信息工程大学数理学院, 江苏南京210044)

摘要 运用CD生产函数和CES(固定替代弹性系数)生产函数进行建模分析及比较验证,从粮食生产模型拟合和分析中得出影响中国粮食产量的关键因素及其弹性系数,并提出提高中国粮食产量的建议。

关键词 粮食生产; CD生产函数; CES生产函数; 弹性系数

中图分类号 S11+4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)04-00982-02

农业是国民经济的基础,而粮食生产则是农业发展的根本问题。我国作为农业大国,粮食生产对我国的经济发展和人民生活水平提高都起着举足轻重的作用,因此关于粮食产量的预测及影响产量的相关因素分析就显得尤为重要。粮食生产是一个复杂的生态过程,影响粮食产量的因素很多,一般分为5大类:自然因素、资本因素、人力因素、科技因素和政策因素^[1]。同时粮食生产也是一种经济行为,其生产必然符合一定的经济规律。该文从宏观经济的角度对我国粮食生产相关问题作实证研究。

影响粮食生产的自然因素主要包括:农时降水量、农时气温、受灾面积和受灾程度,但在实际数据统计中农时降水量、农时气温和受灾情况都很难测算和估计,而这3种自然因素的影响可以在成灾面积中得以体现。资本因素主要指在粮食生产上资本的投入,最主要是播种面积和化肥的投入。人力因素即农业劳动力人口。影响农业生产的科技因素一般认为是农产品品种的科技含量和农业机械的使用,但农产品品种的科技含量是一个难以定量描述的因素。政策因素包括农业税收、农业补贴、粮食收购价格等,在诸多政策因素中粮食价格是最具代表性的,但由于我国粮食是由政府统一定价收购,因此价格对粮食产量的影响也不显著^[2]。根据影响粮食生产的几类因素分析结果,结合计量经济模型处理的要求,该文初步选择5个具体的影响因素:成灾面积、播种面积、化肥施用量、农业劳动人口、农业机械劳力。

此外,笔者利用CD和CES生产函数来拟合中国粮食生产模型,并通过模型比较验证和分析,得出影响中国粮食产量的最关键因素及其弹性系数,并给出提高中国粮食产量的一些建议。

1 CD和CES生产模型

从计量经济学的角度来说,粮食生产是典型的投入产出行为,因此可选择CD和CES生产函数来进行相关的拟合和比较验证。

1.1 CD生产模型 CD函数是数学家Cobb和经济学家Douglas于20世纪30年代共同提出的^[3],在许多生产领域已得到广泛应用。

CD函数的形式为:

$$Q = AKL$$

式中, Q 为产量, L 为劳力投入量, K 为资本投入量; A 、 α 、 β 为参数, $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$ 。 α 和 β 为投入要素的产出弹性系数,

分别表示劳力和资本在生产过程中的相对重要性。

将上述函数线性化得:

$$\ln Q = \ln(AK^{\alpha}L^{\beta}) = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L$$

由于将变量转化为单位面积下的资本投入量并不影响参数估计及实证分析结果,所以笔者使用农业总体数据来拟合模型,令 Q 表示粮食总产量(万吨); X_1 = 播种面积 - 成灾面积,定义为有效播种面积(万 hm^2); X_2 表示机械劳力(万kW); X_3 表示化肥施用量(万kg); X_4 表示农业劳动力(万人)。

根据以上定义的解释变量,结合处理需要变换函数形式为:

$$\ln Q = a + b \ln X_1 + c \ln X_2 + d \ln X_3 + e \ln X_4$$

利用《中国统计年鉴2004》的1983~2003年粮食生产观测数据进行拟合得模型如下:

$$\ln Q = 4.00347 + 0.54583 \ln X_1 - 0.09508 \ln X_2 + 0.42901 \ln X_3 - 0.06594 \ln X_4$$

(1) 对 $\ln X_2$ 的系数 c , 由 t 检验得 $Pr > |t| = 0.1462$, 表明机械劳力因素对粮食产量的影响不显著; 并且 $c = -0.09508 < 0$, 说明机械劳力与粮食产量呈负相关, 即机械劳力投入越多, 粮食产量越少, 显然不符合实际的经济意义。产生这个问题的原因是我国农业机械化程度不高。

(2) 对 $\ln X_4$ 的系数 e , 有 $Pr > |t| = 0.724$, 表明农业劳力人口因素对粮食产量的贡献很不显著; 同时 $e = -0.06594 < 0$, 表明农业劳动力人口与粮食产量也呈负相关, 农业劳动力人口的增加反而会引引起粮食产量的减少, 同样是不符合经济事实。产生这个结果的原因可能是中国存在一定程度上的农业劳力过剩。

剔除不显著因素重新进行模型拟合得出基于CD生产函数的中国粮食生产模型:

$$Q = (\exp 2.41641) M^{0.61371} H^{0.34104}$$

式中, Q 为总产量, M 为有效播种面积, H 为化肥施用量。

根据CD生产函数的经济意义和实际模型可知,有效播种面积的弹性系数为 $0.61371 < 1$, 表明平均1个单位的有效播种面积的增加可以带来0.61371个单位的粮食产量的增加; 弹性系数小于1说明有效播种面积的投入为规模报酬递减的, 即有效播种面积单位投入增量所带来的粮食产量增量是越来越小的。化肥施用量的弹性系数 $0.34104 < 1$ 同样表明, 平均1个单位的化肥施用量的增加可以带来0.34104个单位的粮食产量的增加, 且化肥施用量的投入也是规模报酬递减的。同时可以看到, 影响中国粮食产量的两大因素都属于资本类因素, 表明中国农业属于资本密集型行业, 另外从

$0.61371 + 0.34104 = 0.95475 < 1$ 即两因素弹性系数之和小于1,可以看出我国粮食生产主要依靠资本的投入,资本投入增加,粮食产量也随之增加,但增加的速率是递减的。

1.2 CES 生产模型 CES 函数是由 Arrow、Chenery、Mirhas 和 Slow 于1961 年共同提出的⁴。经过多年的发展CES 生产函数理论产生了很多变换和改进形式。这些改进的CES 模型在计量经济学和国家经济系统中有着广泛的应用。

CES 函数的基本形式为:

$$Q = (aK^{-r} + bL^{-r})^{-\frac{1}{r}}$$

式中, Q 为产量, L 为劳力投入量, K 为资本投入量; a 、 b 、 r 为参数; a 、 b 分别为劳动率和资本分配率, 分别表示劳动率和资本集约程度; r 指要素比率 K/L 的变化速度与实际代替率的变化速度之比。

CES 模型经过多年的发展, 产生了很多变化形式, 其中 $Q = (aK^{-r} + bL^{-r})^{-(a+b)/r}$ 为近年来研究的新形式, 并在国外众多领域得到了推广应用。

利用1983 ~2003 年粮食生产观测数据为例拟合模型。通过初步计算选择, 选取初值 $a = 0.5$ 、 $b = 0.3$ 、 $r = 0.1$, 运用 Gauss-Newton 法迭代6 次进行参数估计, 得到中国粮食生产 CES 生产函数模型为:

$$Q = (0.6228M^{-0.0157} + 0.3395H^{-0.0157})^{-0.9623/0.0157}$$

式中, Q 为总产量, M 为有效播种面积, H 为化肥施用量。

模型F 检验量为18 051.4。从F 统计量可看出, CES 模型取得的拟合效果很好。在该模型拟合结果下有效播种面积集约程度 $a = 0.6228 < 1$, 化肥施用量的集约程度 $b = 0.3395 < 1$, 且 $a + b = 0.9623 < 1$; 表明投入呈规模报酬递减。两模型所得的弹性系数大小几乎相同, 这说明了其经济意义上的一致, 并且对各自所得结果作了相互验证。

2 中国粮食生产现状

从两个模型的和相互验证中可发现, 中国粮食生产有以下特征:

(1) 中国农业是一个资本密集型行业, 影响中国粮食生产的绝对主要因素是资本的投入。

(2) 资本的投入中最主要为有效播种面积和化肥施用量的投入, 其弹性系数分别在0.62 和0.34 左右, 说明有效

播种面积和化肥施用量的投入在粮食生产中起最大贡献。

(3) 中国农业整体上呈规模报酬递减的态势, 表明单纯的资本投入对粮食产量起的作用将越来越小。

(4) 机械劳动力对粮食生产的作用不显著, 说明我国农业机械化的程度不高, 机械科技在农业上的贡献不足。

(5) 农业劳力对粮食产量的影响不大, 侧面反映了中国存在一定程度的农村劳力过剩问题。

3 建议

该文用CD 生产模型以及两种形式的CES 生产模型对中国粮食生产数据进行拟合, 得到了很好的统计效果和经济意义, 并最终选择改进CES 模型为中国粮食生产模型, 而由该模型估计所得数据与实际观测数据之间误差最小, 且稳健性最强。因此可以利用改进CES 模型进行产量的估计、预测和生产要素重要性的分析, 并且可以将该生产模型灵活应用于其他经济领域。

根据所得的中国粮食问题实证分析结果, 建议今后的粮食产业改革从以下几方面着手:

(1) 由于中国粮食生产最主要依赖的是有效播种面积, 而有效播种面积是耕地面积与成灾面积之差, 这就要求从扩大耕地面积和防灾、抗灾两方面着手去增加粮食产量。

(2) 化肥施用量的投入对粮食产量有很大贡献, 因此需要稳步增加化肥投入, 并且注意提高化肥的使用效率和开发新的高效肥料。

(3) 由于农业机械化程度不高, 机械化对中国粮食产量的贡献不大, 因此需要加大农业机械化投入, 并且同时提高农产品的科学技术含量, 从而稳定我国的粮食产量。

(4) 根据国家对农业的指导和相关政策来调整农业产业结构、改良粮食作物品种、平衡各种影响粮食生产因素的投入量, 从而降低因自然灾害造成的减产风险。

参考文献

- [1] 何忠伟. 中国粮食供求模型及其预测研究[J]. 北京电子科技学院学报, 2005(1): 19-22.
- [2] 雷钦礼. 中国粮食生产的价格作用机制分析[J]. 统计研究, 2005(3): 24-28.
- [3] MICHAEL D, BODKIN G, CHENG H. 经济计量模型、技术与应用[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2004.
- [4] 伍超标. 经济计量学导论[M]. 1 版. 北京: 中国统计出版社, 1998.
- [5] RATHOVSKY D. Handbook of nonlinear regression models[M]. Marcel Dekker: New York and Basel, 1990.