

潘 丹,曹光乔,秦 富. 基于随机前沿分析的中国蛋鸡生产技术效率研究[J]. 江苏农业科学,2013,41(6):389-392.

基于随机前沿分析的中国蛋鸡生产技术效率研究

潘 丹¹,曹光乔²,秦 富³

(1. 江西财经大学鄱阳湖生态经济研究院,江西南昌 330013; 2. 农业部南京农业机械化研究所,江苏南京 210014;

3. 中国农业科学院农业经济与发展研究所,北京 100081)

摘要:利用 2004—2010 年中国蛋鸡生产投入与产出的面板数据,通过建立随机前沿生产函数模型,对中国蛋鸡产业的技术效率进行了分析。研究结果发现:全国蛋鸡生产的平均技术效率为 94.7%,存在一定程度的技术效率损失;蛋鸡产业一直处于规模报酬递减阶段,应适当缩减规模;农民人均纯收入、蛋鸡养殖规模、农民受教育年限、卫生防疫等因素对蛋鸡生产的技术效率具有显著的正向影响。

关键词:蛋鸡生产;技术效率;随机前沿分析;规模报酬递减;影响因素

中图分类号: F326.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)06-0389-04

中国是世界蛋鸡大国,蛋鸡存栏数和总产量均居世界首位^[1]。据国际粮农组织(FAO)的统计,2010 年中国鸡蛋总产量为 2 762.7 万 t,约占世界鸡蛋总产量的 40%,连续 26 年居世界首位。近年来,随着国家一系列扶持政策的出台,蛋鸡产业已成为中国畜牧业乃至农业中一个十分重要的组成部分,为改善城乡居民膳食结构、增加农民收入、促进农业农村经济发展发挥了重要的作用。然而,我国蛋鸡产业发展面临着收益率不高以及技术水平低下等问题,严重影响蛋鸡产业的可持续发展。因此,从蛋鸡的生产层面入手,运用生产率分析理论和方法,深入剖析蛋鸡产业的技术效率问题,充分发挥各种要素的作用,不仅有利于提高我国蛋鸡生产的产出水平和生

产效率,而且可以避免由于投入要素冗余或不足而造成的产量低下,从而促进我国蛋鸡产业的健康持续发展。

随机前沿分析方法(stochastic frontier analysis, SFA)是分析技术效率的有效工具。近年来,国内学者在借鉴国外相关理论和方法的基础上,运用 SFA 方法对中国农业的技术效率进行了一些研究。黄金波等采用 SFA 方法对中国粮食生产的技术效率进行了分析,发现农业基础设施建设和制度因素是影响我国粮食生产技术效率的关键因素^[2];袁庆禄等分析了我国烤烟的技术效率水平,发现我国各省份烤烟产出弹性差异较为显著,但技术效率省份间差异不显著^[3];田伟等对中国棉花的技术进步率进行了测算,发现中国棉花生产的技术进步显著,棉花主产区的总体技术效率水平较高^[4];刘威等采用多产出型随机距离函数对我国不同规模奶牛场的要素产出弹性和规模报酬指数进行了分析^[5]。然而,鲜有对我国蛋鸡产业技术效率的研究。

本研究基于 2004—2010 年中国蛋鸡生产投入与产出的面板数据,利用 SFA 方法对我国蛋鸡产业的技术效率进行测

收稿日期:2012-11-01

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金(编号:CARS-41)。

作者简介:潘 丹(1986—),女,江西宜春人,博士,主要从事农村发展研究。E-mail:blesspanda@163.com。

通信作者:秦 富,教授,博士生导师,主要从事产业经济研究。Tel:(010)68919801;E-mail:qinfu@mail.caas.ent.cn。

参考文献:

- [1] 山世英,姜爱萍. 中国水产品的比较优势和出口竞争力分析[J]. 国际贸易问题,2005(5):20-24.
- [2] 董楠楠. 世界水产品贸易竞争力与产业内贸易分析[J]. 渔业经济研究,2005(6):2-7.
- [3] 吴 迪. 我国水产品国际竞争力的实证分析[J]. 渔业经济研究,2007(3):4-8.
- [4] 张 玫. 中国水产品国际竞争力研究[D]. 武汉:华中农业大学,2007.
- [5] 刘学忠,陈晓明,盖明娟. 世界主要水产品出口国水产业国际竞争力比较[J]. 世界农业,2008(5):28-31.
- [6] 张 玫. 我国水产品在美国与日本市场的国际竞争力:基于业绩与质量的分析[J]. 国际商务:对外经济贸易大学学报,2010(2):77-83.
- [7] 耿晔强,马志敏. 略论中国对日本水产品出口国际竞争力[J]. 经济问题,2011(11):50-53.
- [8] 高 潮. 欧盟东扩:影响中国产品出口[J]. 中国对外贸易,2004

(3):72-73.

- [9] 陈 伟. 人民币汇率变动对我国水产品贸易的影响[J]. 中国渔业经济,2006(4):59-62.
- [10] 胡求光,霍学喜. 中国水产品出口贸易影响因素与发展潜力——基于引力模型的分析[J]. 农业技术经济,2008(3):100-105.
- [11] 周井娟,林 坚. 中国水产品出口增长的源泉分析[J]. 国际贸易问题,2008(9):14-18.
- [12] 马 琳,李文强. 基于贸易引力模型的中国大陆水产品出口市场布局优化研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(22):9750-9752,9785.
- [13] Utton M A. Market dominance and antitrust policy[M]. Cheltenham; Edward Elgar Publishing,1995.
- [14] Bresnahan T F. Chapter 17. Empirical studies of industries with market power[J]. Handbook of Industrial Organization,1989(2):1011-1057.
- [15] Goldberg P K, Knetter M M. Measuring the intensity of competition in export markets[J]. Journal of International Economics,1999,47(1):27-60.

算,进一步分析蛋鸡技术效率的影响因素,找出影响技术效率的关键因素,为优化蛋鸡产业要素投入结构、提高蛋鸡养殖收益等提供理论支撑。

1 数据来源与模型构建

1.1 数据来源

鸡蛋产量、人工成本、资本投入以及饲料用量等数据主要来源于国家发展和改革委员会价格司编写的《全国农产品成本收益调查资料数据》(2005—2011 年)。由于本研究采用的是混合数据,需要将不同时期的价值量转化为可以比较的等价价值,因此,数据中所有涉及劳动投入、资本投入等价值的变量,均用农业生产资料价格指数折算为以 2004 年不变价格计算的劳动投入和资本投入;对于影响技术效率的因素,如各省的蛋鸡产量和人均收入水平等数据,来自于 2005—2011 年《中国统计年鉴》和《中国农业年鉴》。

1.2 模型构建

1.2.1 随机前沿生产函数 自 Aigner 等提出随机前沿分析方法以来,目前该方法在效率问题的研究中得到了广泛应用^[6-7]。在早期的研究中,随机前沿分析主要应用于横截面数据,Kumbhakar 等将其发展应用于面板数据^[8-9]。

建立随机前沿生产函数时,需要对具体的生产函数形式加以选择。文献中较为常用的有柯布 - 道格拉斯 (Cobb - Douglas) 生产函数和超越对数 (Translog) 生产函数。柯布 - 道格拉斯生产函数形式简单,假定各种投入要素的替代弹性为 0 或 1,并且假定技术是中性的,但是由于事先不知道蛋鸡养殖的技术进步和投入要素替代弹性情况,本研究没有采用该生产函数,而是采用形式比较灵活、可近似反映任何生产技术的超越对数生产函数构建模型。孟令杰研究指出:超越对

数生产函数中,投入、产出均采用对数形式,并引进了二次项,可以较好地研究生产函数中各投入要素的相互影响、各种投入要素技术进步的差异及技术进步随时间的变化等,提高了对生产率增长率的估计精度^[10]。基于超越对数生产函数的随机前沿模型基本形式如下:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln C_{it} + \beta_3 \ln F_{it} + \beta_4 T + \frac{1}{2} \beta_{11} (\ln L_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{22} (\ln C_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{33} (\ln F_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{44} T^2 + \frac{1}{2} \beta_{12} \ln L_{it} \ln C_{it} + \frac{1}{2} \beta_{13} \ln L_{it} \ln F_{it} + \frac{1}{2} \beta_{23} \ln C_{it} \ln F_{it} + \beta_{41} T \ln L_{it} + \beta_{42} T \ln C_{it} + \beta_{43} T \ln F_{it} + V_{it} - U_{it} \quad (1)$$

式(1)中: Y 为鸡蛋产量(kg/百只); L 为人工成本(元/百只); C 为资本投入(元/百只); F 为饲料用量(kg/百只); T 为时间趋势变量,反映蛋鸡生产的技术进步。 V_{it} 和 U_{it} 为随机误差项,其中 V_{it} 是服从分布为 $N(0, \sigma_v^2)$ 的随机扰动误差项,用来判别模型的测量误差和随机干扰的效果; U_{it} 为技术无效率项,反映生产单位 i 的技术效率损失程度, U_{it} 服从独立的截断正态分布 $N(m_{it}, \sigma_u^2)$ 。其中 m_{it} 为技术效率损失函数,其值越大,技术效率损失越高,技术效率率越低。 m_{it} 可以表示为:

$$m_{it} = \delta_i Z_{it} \quad (2)$$

式(2)中: Z_{it} 为影响生产单位 i 技术效率的变量, δ_i 为待估参数。由于 m_{it} 代表生产单位技术无效率的程度,因此, δ_i 负值表明该变量对技术效率有正向影响,反之亦然。

超越对数生产函数中主要变量的统计分析如表 1 所示。从中可以发现,蛋鸡养殖中人工成本的变异系数最大,其次为资本投入,再次为饲料用量,变异系数最小的为鸡蛋产量。这说明目前我国蛋鸡养殖中投入要素的变动幅度较大,而产量相对较为稳定。

表 1 超越对数生产函数中主要变量的统计分析

变量名称	变量代码	均值	标准差	最小值	最大值	变异系数
鸡蛋产量	Y	1 636.56	166.03	1 068.00	1 975.33	0.101
人工成本	L	432.96	186.69	73.00	1 101.44	0.431
资本投入	C	9 634.01	2 091.29	4711.92	16 106.24	0.217
饲料用量	F	3 887.50	527.59	1 849.60	5 562.50	0.136

1.2.2 技术效率损失函数 影响蛋鸡生产技术效率的因素很多,主要包括养殖的气候、饲养等自然条件状况、社会经济条件以及人力资本因素等,其中一个很重要的因素是饲料投入结构,通常用精饲料费用在总饲料投入中的比重来表示,但是统计数据显示,我国不同省份不同规模的蛋鸡精饲料费用几乎占总饲料投入的 100%,数据变异程度很小,因此分析中没有纳入这一变量。综合已有的文献,以及考虑到数据的可获得性,技术效率损失函数模型设定为如下形式:

$$m_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Inc_{it} + \alpha_2 Roy_{it} + \alpha_3 Edu_{it} + \alpha_4 Hea_{it} + \alpha_5 D_1 + \alpha_6 D_2 + \alpha_7 T \quad (3)$$

式(3)中: Inc_{it} 为各省农村居民人均收入水平,反映社会经济水平对蛋鸡技术效率的影响; Roy_{it} 代表各省蛋鸡产量占全国总产量的比重,检验蛋鸡养殖中是否存在规模经济; Edu_{it} 为各地区农村居民平均受教育年限,反映人力资本对各省蛋鸡技术效率的作用,计算公式为: $Edu_{it} = prop_0 \cdot 0 + prop_1 \cdot 6 + prop_2 \cdot 9 + prop_3 \cdot 12 + prop_4 \cdot 12 + prop_5 \cdot 15.5$ 。其中 $prop$ 为农村不同受教育程度的人口比重,0、6、9、12、12 以及 15.5

分别对应着文盲和半文盲、小学、初中、高中、中专、大专以上教育程度的平均受教育年数; Hea_{it} 代表卫生防疫支出; D_1 、 D_2 为蛋鸡养殖规模的虚拟变量,其中 D_1 表示小规模饲养, D_2 为大规模饲养,用来检验养殖规模对技术效率的影响; T 为时间趋势变量,反映蛋鸡生产中的技术效率改善情况。对这些变量的说明与描述性统计分析详见表 2。

2 蛋鸡生产要素产出弹性分析

2.1 随机前沿生产函数估计结果

使用随机前沿分析软件 Frontier 4.1 对生产函数进行估计,具体估计结果如表 3 所示。从表 3 可知:第一,劳动投入(L)与鸡蛋产量(Y)呈现出显著的正相关;饲料用量(F)和鸡蛋产量(Y)呈现出负相关;而资本投入(C)和鸡蛋产量(Y)之间的关系并不显著;时间变量(T)与鸡蛋产量(Y)呈现出显著的正相关关系,说明我国蛋鸡生产存在着技术进步。第二,参数 σ^2 和 γ 均通过了显著性统计检验,说明蛋鸡养殖的实际产出与可能的最大产出之间差距主要来自于技术运用,同时 γ

表 2 技术效率损失函数的变量统计与说明

变量名称	变量代码	变量解释	均值	标准差
经济发展条件	Inc_{it}	各省农村居民人均收入水平(元)	4 559.76	2 275.38
养殖规模	Roy_{it}	蛋鸡产量占全国总产量的比重(%)	8.007	1.217
人力资本	Edu_{it}	各省农村居民平均受教育年限(年)	8.292	0.718
卫生防疫支出	Hea_{it}	医疗防疫费(元)	111.976	57.685

的估计值为 0.912,表明在影响蛋鸡产出的各项随机因素中,约有 91.2% 来自于技术非效率因素,只有 8.8% 来自统计误差等外部影响,我国蛋鸡生产存在着技术效率损失现象,蛋鸡生产投入要素的使用效率还不太理想。

表 3 随机前沿生产函数估计结果

解释变量	待估参数	系数值	解释变量	待估参数	系数值
常数项	β_0	13.118 ***	$\ln L_{it} \ln C_{it}$	β_{12}	-0.112 **
$\ln L_{it}$	β_1	1.657 ***	$\ln L_{it} \ln F_{it}$	β_{13}	-0.072
$\ln C_{it}$	β_2	0.155	$\ln C_{it} \ln F_{it}$	β_{23}	-0.072
$\ln F_{it}$	β_3	-3.376 ***	$T \ln L_{it}$	β_{41}	0.006
T	β_4	0.240 *	$T \ln C_{it}$	β_{42}	-0.027
$(\ln L_{it})^2$	β_{11}	-0.003	$T \ln C_{it} \ln$	β_{42}	-0.002
$(\ln C_{it})^2$	β_{22}	0.068	σ^2		0.020 *
$(\ln F_{it})^2$	β_{33}	0.298 ***	γ		0.912 ***
T^2	β_{44}	0.002			

注: * 表示在 10% 水平显著; ** 表示在 5% 水平显著; *** 表示在 1% 水平显著,下同。

由于超对数模型反映的是要素间复杂的替代和补充关系,无法直接比较估计参数符号和大小。为解决这一问题,利用已估计的前沿生产函数计算出蛋鸡各投入要素的产出弹性。计算公式如下:

$$\varepsilon_L = \beta_1 + \beta_{11} \ln L + \frac{1}{2} \beta_{12} \ln C + \frac{1}{2} \beta_{13} \ln F + \beta_{41} T$$
$$\varepsilon_C = \beta_2 + \beta_{22} \ln C + \frac{1}{2} \beta_{12} \ln C + \frac{1}{2} \beta_{23} \ln F + \beta_{42} T$$
$$\varepsilon_F = \beta_3 + \beta_{33} \ln F + \frac{1}{2} \beta_{13} \ln C + \frac{1}{2} \beta_{23} \ln C + \beta_{43} T \tag{4}$$

将表 3 中的参数估计结果代入式(4),得到我国蛋鸡生产各投入要素在不同年份的产出弹性(表 4)。

表 4 全国蛋鸡养殖要素产出弹性

年份	劳动力弹性	资本弹性	饲料用量弹性	弹性总和	规模报酬
2004	0.844	0.116	-1.469	-0.508	递减
2005	0.850	0.084	-1.493	-0.559	递减
2006	0.855	0.058	-1.511	-0.598	递减
2007	0.852	0.038	-1.542	-0.653	递减
2008	0.853	0.009	-1.572	-0.710	递减
2009	0.853	-0.019	-1.588	-0.754	递减
2010	0.853	-0.051	-1.615	-0.812	递减
平均	0.844	0.116	-1.469	-0.508	递减

从表 4 可以看出:劳动力(L)的产出弹性为正并且呈现出逐渐递增的态势,说明可以通过适当增加劳动投入来提高蛋鸡的产量;资本(C)的产出弹性值为正但逐年减小,这意味着通过资本投入来提高蛋鸡产量的可能性越来越小,2009 年以后蛋鸡生产中资本的产出弹性值为负,说明通过增加资本数量的投入已不能增加蛋鸡的产量;饲料用量(F)的产出弹

性为负值,说明我国蛋鸡生产中存在着严重的饲料过度投入或饲料投入结构不合理现象,因此,优化饲料的投入结构、提高投入饲料的质量是目前我国蛋鸡产出增加的有效途径。

根据各要素的产出弹性,可以进一步计算我国蛋鸡产业的规模报酬情况。规模报酬是指投入要素的产出弹性之和,如果规模报酬指数大于 1,说明其产出增加的比例高于投入增加的比例,即规模报酬递增;如果规模报酬指数小于 1,说明规模报酬递减;如果规模报酬指数等于 1,说明规模报酬不变^[5]。计算结果表明:我国蛋鸡生产的规模报酬在 2004—2010 年间一直处于规模报酬递减的阶段(表 4),各种投入要素的增加并不能带来产出的增长,因此,我国蛋鸡产业应适当缩减规模、提高要素的产出效率。

2.2 技术效率损失函数估计结果

表 5 为技术效率损失函数的估计结果,从参数的估计结果来看:(1)农民人均纯收入(Inc_{it})、蛋鸡养殖规模(Roy_{it})、农民受教育年限(Edu_{it})的系数均为负值,而且比较显著,说明提高农民人均收入水平、扩大蛋鸡养殖规模以及加强对农民的教育培训均有利于改进我国蛋鸡养殖的技术效率。(2)卫生防疫支出(Hea_{it})的系数也为负值,表明医疗防疫费用的增加对我国蛋鸡生产的技术效率有显著的正向影响。医疗防疫费用通过改善饲养环境卫生、预防蛋鸡疾病和增强蛋鸡免疫力等途径提升技术效率。(3)表示蛋鸡养殖方式的 2 个变量 D_1 和 D_2 对技术效率的影响均不显著,这说明不同养殖方式对改善我国蛋鸡生产的技术效率没有显著作用,但这并不代表我国不应该推进蛋鸡的规模养殖。事实上,目前我国提倡推进蛋鸡规模化饲养的主要目的并不在于提高技术效率,而在于实现人畜分离,统一饲养与管理,提高蛋品质量。(4)时间变量(T)的系数为正值,但并未通过显著性检验,说明 2004—2010 年间我国蛋鸡生产的技术效率没有得到多大的改善。

表 5 技术效率损失函数估计结果

解释变量	待估参数	系数值	解释变量	待估参数	系数值
常数项	α_0	1.765 **	Hea_{it}	α_4	-0.0003 **
Inc_{it}	α_1	-0.135 *	D_1	α_5	0.030
Roy_{it}	α_2	-0.025 *	D_2	α_6	-0.370
Edu_{it}	α_3	-0.155 *	T	α_7	0.013

注:lg(likelihood function) = 498.58;LR test of the one-side error = 58.41。

2.3 蛋鸡生产技术效率分析

Frontier 4.1 给出了我国主要省份 2004—2010 年的蛋鸡技术效率,从中发现:我国蛋鸡生产的技术效率总体上较为稳定,年度间波动幅度不大。2004—2010 年间我国蛋鸡生产的平均技术效率为 0.947,这表明我国蛋鸡生产存在一定程度的技术无效性,现有的投入要素并未能发挥其最大的产出潜

力。随机前沿生产模型认为,技术效率损失是包括管理因素在内的多种因素共同的结果,因此,提高蛋鸡的管理水平、改善蛋鸡产业的投入结构将有利于我国蛋鸡产业技术效率的整体提高。

由图 1 可见,蛋鸡技术效率存在着较大的地区差距:技术效率水平排名前 5 位的地区依次为浙江省(0.975)、黑龙江

省(0.973)、辽宁省(0.972)、山东省(0.971)以及吉林省(0.965),表明这 5 个地区的蛋鸡生产效率处在全国先进水平;技术效率水平排名后 5 位的地区依次为山西省(0.923)、云南省(0.919)、重庆市(0.916)、广东省(0.879)以及陕西省(0.847)。

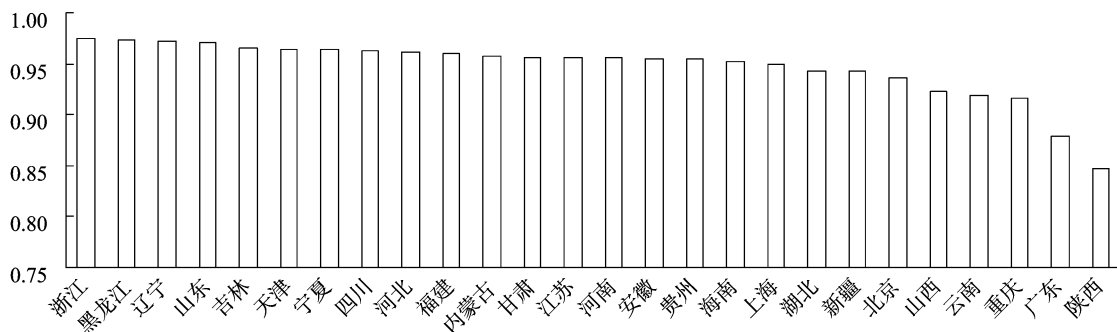


图1 我国各省(市、区)蛋鸡技术效率均值(2004—2010)

3 结论与政策建议

运用随机前沿生产分析方法,对 2004—2010 年中国蛋鸡产业的技术效率进行了测算,并进一步分析了蛋鸡技术效率的影响因素,得出了以下几点简要结论:第一,2004—2010 年间,中国蛋鸡产业的平均技术效率为 94.7%,存在着一定程度的技术效率损失,提高农民人均收入水平、扩大蛋鸡养殖规模以及加大对农民的教育培训等均有利于改进蛋鸡养殖的技术效率。第二,中国蛋鸡生产的规模报酬在 2004—2010 年间一直处于递减阶段,在各投入要素中,资本投入的增加已经很难带来蛋鸡产量的提高,而劳动力的产出弹性为正并逐渐递增,说明可以通过适当增加劳动投入来提高蛋鸡的产量;饲料用量对蛋鸡的产量已经产生了负影响,我国蛋鸡生产中饲料出现过度投入和结构不合理现象。

根据以上分析结论,提高我国蛋鸡产业技术效率的政策措施有:第一,加强对蛋鸡养殖户的培训。鉴于农民受教育水平对蛋鸡技术效率提高具有显著的正向影响,因此应当增加对蛋鸡养殖户的科技培训,构建多元化的农业技术推广体系,以提高蛋鸡养殖户的科技文化素质。第二,优化饲料的投入结构、提高投入饲料的质量。在蛋鸡生物条件(如遗传性能、繁殖效率)和养殖场管理水平基本相同的情况下,饲料的投入结构和质量对蛋鸡的产量具有决定性作用,合理搭配精粗饲料的比例、提高投入饲料的质量是目前改进我国蛋鸡技术效率的有效途径。

参考文献:

[1] 王成新. 我国农村地区蛋鸡健康养殖模式研究[J]. 中国家禽,

2006(13):9-15.

[2] 黄金波,周先波. 中国粮食生产的技术效率与全要素生产率增长:1978—2008[J]. 南方经济,2010(9):40-52.

[3] 袁庆禄,蒋中一. 我国烤烟生产的技术效率分析[J]. 农业技术经济,2010(3):79-88.

[4] 田伟,李明贤,谭朵朵. 中国棉花生产技术进步率的测算与分析——基于随机前沿分析方法[J]. 中国农村观察,2010(2):45-53.

[5] 刘威,张培兰,马恒运. 中国牛奶生产要素产出弹性与规模报酬[J]. 中国畜牧杂志,2011(8):31-34.

[6] Aigner D, Knox Lovell C A, Schmidt P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. Journal of Econometrics, 1977, 6(1):21-37.

[7] Meeusen W, van den Broeck J. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error[J]. International Economic Review, 1977, 18(2):435-444.

[8] Kumbhakar S C, Ghosh S, McGuckin J T. A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in US dairy farms[J]. Journal of Business & Economic Statistics, 1991, 9(3):279-286.

[9] Battese G E, Coelli T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data[J]. Empirical Economics, 1995, 20(2):325-332.

[10] 孟令杰. 中国农业产出技术效率动态研究[J]. 农业技术经济, 2000(5):1-4.