

不同经营规模下稻农生产技术效率分析

——以江汉平原为例

刘颖,金雅,王嫚嫚

(华中农业大学 经济管理学院,湖北 武汉 430070)



摘要 使用超越对数随机前沿方法,利用江汉平原 347 户农户水稻种植微观数据,分析了不同经营规模下农户水稻生产技术效率及其影响因素。结果表明:样本农户水稻生产技术效率均值为 84.76%,技术效率与经营规模呈现“倒 U 型”关系;劳动力、化肥、机械以及种子投入对水稻单产有着显著负影响;在不同规模组农户生产技术效率影响因素中,受教育水平、农户家庭规模以及土地转包对技术效率有着正向影响,农户负债对技术效率有着负向影响。

关键词 经营规模;技术效率;农户;水稻;随机前沿

中图分类号:F 323 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2016)04-0015-07

DOI 编码:10.13300/j.cnki.hnwkxb.2016.04.003

水稻作为我国重要的粮食作物,其种植面积占粮食总种植面积约 30%。其中,湖北省水稻种植面积约占全国水稻总种植面积的 8%,产量约占全国水稻总产量的 10%^[1]。江汉平原作为湖北省水稻的主产区,地位举足轻重,其水田面积约占湖北省水稻面积 30%,面积高达 63.4 万公顷^[2]。但是近年来江汉平原地区人口增多,污染日益严重,自然灾害频频发生,使得江汉平原水稻种植面积逐渐萎缩,产量略有降低。

由于我国自然资源限制,耕地面积提升空间有限,国家期望通过耕地规模的适度扩大来提高耕地单位面积产出,走适度规模经营道路,以发展城镇化、现代化农业。中国现行的家庭联产承包责任制,虽然在一定程度上提高了农户生产经营的积极性,但也使得中国形成了小规模分散经营局面,不利于耕地规模化。耕地规模化有利于机械的投入,节省大量人力,但当耕地扩大至一定规模后,会提高管理成本,并影响土地产出率。

为此,学者们对于经营规模与技术效率的关系进行了众多研究。部分学者认为当规模扩大时,生产技术效率会随之提高。Renato 等利用菲律宾水稻生产面板数据,采用随机前沿分析方法,分析其技术效率,结果表明其生产技术效率会随着经营规模的扩大而扩大^[3]。类似的结果也出现在 Ahmad 等的研究当中^[4]。也有学者则认为生产技术效率与经营规模呈现“倒 U 型”关系。袁小慧等利用江苏省水稻种植户截面数据,采用数据包络分析方法,将农户分为一般性农户与专业农户,分析了他们的总体效率、技术效率与规模效率,结果表明,经营规模过大或过小时,都不利于要素的有效分配^[5]。李然等、肖芸等、薛彩霞分别利用油菜示范县微观数据、关中地区农户粮食生产截面数据、雅安市林业农户截面数据,也得出了相似的结论^[6-8]。另外还存在极少学者持有小众观点,如 Helfand 等利用巴西中西部农场截面数据,采用数据包络分析方法,测算其技术效率,结果表明,小规模与大规模的农场,其技术效率高于中等规模的农场^[9]。总之,国内外专家学者对于技术效率的研究已经十分成熟,但是由于模型和指标选取的不同以及样本数据的偏差,研究结果会产生天差地别。

收稿日期:2016-02-24

基金项目:国家社会科学基金项目“长江中下游平原地区水稻规模种植户经营效率评价及提升路径研究”(15BJY099)。

作者简介:刘颖(1971-),女,教授,博士;研究方向:农业经济理论与政策,粮食产业经济。

综上所述,虽然已有专家学者对生产技术效率与经营规模的关系进行了众多研究,并取得了一定的成果,但大多是基于省级或国家级层面数据,并未有学者对主产区水稻生产技术效率与经营规模关系进行深入研究。此外,在调查中发现,平原与丘陵等地区,由于地貌不同,分类研究更加具有意义。因此,本文拟运用江汉平原 347 户农户的水稻生产微观数据,采用超越对数随机前沿生产函数,探讨农户水稻生产技术效率在不同经营规模下的分布状况,以及在不同经营规模下各影响因素对无效率项的影响程度,为稻农改进投入配比、提高技术效率、增加产量、增添收益、促进水稻生产经营提供科学建议。

一、模型构建与变量说明

1. 理论模型

随机前沿生产函数(SFA)对比于其他方法,拥有统计特性,可以建立随机前沿模型,并考虑了随机因素对技术效率的影响,与现实状况更加类似。因此,自 Meeusen 等与 Aigner 等独立提出 SFA 后^[10-11],这一方法得到了广泛的运用。SFA 的理论模型如下:

$$\ln y_{it} = f(\ln x_{it}) + v_{it} - u_{it} \quad (1)$$

在式(1)中, y_{it} 表示第*i*个生产单位第*t*年的产出, x_{it} 表示第*i*个生产单位第*t*年的生产要素投入, t 表示年份, v_{it} 表示统计噪声的对称随机误差项, $v_{it} \sim \text{iidN}(0, \sigma_v^2)$, u_{it} 表示与技术无效有关的非负随机变量, $u_{it} \sim \text{iidN}^+(m_i, \sigma_u^2)$, v_{it} 与 u_{it} 相互独立。

同时假设效率损失模型如下:

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

在式(2)中, Z_{it} 表示影响农户生产技术效率的 $p \times 1$ 维向量, δ 是待估系数的 $1 \times p$ 维向量。如果 δ 的估计值为负,则说明 Z_{it} 对技术效率损失存在负效应,即对技术效率存在正效应;若 δ 的估计值为正,则说明 Z_{it} 对技术效率损失存在正效应,即对技术效率存在负效应。

由于回归方程包含 v_{it} 和 u_{it} 两个随机项,若使用普通最小二乘法,会使得参数估计量向下偏倚,因此,Battese等提出了参数替换方法^[12],令 $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ 和 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$ 。 γ 表示复合扰动项中技术无效率所占的比例, $\gamma \in (0, 1)$, γ 值接近于0,说明复合扰动项主要来源于噪声项,生产单位存在的技术效率损失越小;反之则说明来源于技术无效率项,技术效率损失越大。

第*i*个稻农的生产技术效率计算公式如下:

$$TE_{it} = \frac{y_{it}}{\exp(x_{it}\beta + v_{it})} = \frac{\exp(x_{it}\beta + v_{it} - u_{it})}{\exp(x_{it}\beta + v_{it})} = \exp(-u_{it}) \quad (3)$$

当 $u_{it} = 0$ 时, $TE_{it} = 1$,此时不存在技术效率损失,该稻农处于完全技术效率状态。

2. 经验模型

本文旨在研究稻农的生产技术效率。在生产函数中,被解释变量采用稻农 2014 年水稻每亩产量,解释变量包括水稻生产过程投入的劳动力要素与资本要素,其中,资本要素包括化肥投入、农药投入、机械投入与种子投入。需要说明的是,在资本要素当中,水费等费用所占比例较低,资产折旧费用由于存在租赁行为难以折算,故不予计入;而土地要素本应计入生产模型之中,但为避免产生共线性,被解释变量与解释变量均已折算为单位面积投入产出,也不再计入模型。由于所用数据为横截面数据,设时间 $t = 1$ 。

在实际估算中,本文采用相对灵活的超越对数随机生产函数,其具体形式如下:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_a \beta_a \ln X_{ai} + \frac{1}{2} \sum_a \sum_b \beta_{ab} \ln X_{ai} \ln X_{bi} + (V_i - U_i) \quad (4)$$

在式(4)中, Y_i 表示第*i*个稻农的水稻单位面积产量(千克/公顷), X_{ai} 表示第*i*个稻农单位面积内的要素投入, a, b 表示序号,取 1、2、3、4、5, β 表示投入项的待估系数, X_1 表示劳动力投入(工日/公顷), X_2 表示化肥投入(元/公顷), X_3 表示农药投入(元/公顷), X_4 表示机械投入(元/公顷), X_5 表示种子投入(由于部分地区现采取直播,为便于计算,在此将种子购买费用与育秧费用加总计入种子

投入(元/公顷)。

效率损失模型主要用于探究农户间技术效率不同的原因,影响农户水稻生产技术效率的因素众多,主要包括农户个人特征、农户家庭特征、农户经营特征以及国家政策等,本文选取其中13个变量,各变量选取依据如下:

(1)农户个人特征。主要包括:①户主年龄(Z_1 ,单位为岁)。对于长期从事农业活动的农户,其年龄通常反映着经验积累程度,但是随着农村劳动力老龄化状况的进一步加剧,那些年龄十分老迈的农户无论是在体力或者精力上都远不如年轻农户。②户主性别(Z_2 ,男为1,女为0)。通常情况下男性比女性的身体素质更好,更利于农业生产。③户主健康与否(Z_3 ,是为1,否为0)。农业生产依靠农户劳作,对其身体素质要求较高。④受教育水平(Z_4 ,高中、中专及其以上为1,初中及其以下为0)以及是否参加过技术培训(Z_5 ,是为1,否为0),表示农户受教育程度与技术培训状况,反映其获取信息能力,获得更多的信息有利于户主作出决策。

(2)农户家庭特征。考虑到在家庭承包责任制中,农业生产大多是家庭自有劳动力,本文以农户家庭规模(Z_6 ,单位为人)表示对水稻生产技术效率的影响。

(3)农户经营特征。主要包括:①每块耕地的平均面积(Z_7 ,单位为公顷),用以表示稻农耕地细碎化程度,耕地细碎化不利于农业机械化生产。②是否转包土地(Z_8 ,是为1,否为0),转包土地会引起耕地面积变化,从而对水稻生产产生影响。③是否加入合作社(Z_9 ,是为1,否为0),加入合作社通常会获得更多的支持,有利于水稻生产。④在生产经营过程中是否有负债(Z_{10} ,是为1,否为0,生产资料赊账也计入负债),负债有可能会抑制农户做出大胆决策。⑤是否购入大型机械,如大型拖拉机、插秧机、收割机、耕田机等(Z_{11} ,是为1,否为0),购入大型机械有利于降低单位面积机械投入成本。

(4)国家政策。本文以是否被认证为家庭农场或者种植大户(Z_{12} ,是为1,否为0)以及是否获得良种补贴(Z_{13} ,是为1,否为0)来表示国家政策对水稻生产的支持。被认证为家庭农场或者种植大户的农户会获得更加有利的生产经营条件,而获得良种补贴的农户由于采用良种,通常情况下水稻单位面积产量要高于其他农户。

根据上述分析,确定效率损失模型形式如下:

$$u_i = \delta_0 + \sum_{m=1}^{13} \delta_m Z_{mi} \quad (5)$$

其中, m 表示序号, δ 表示生产技术效率影响因素项的待估系数。

二、数据来源及统计描述

1. 数据来源

本文使用的数据来自于课题组2015年6月至9月对江汉平原地区农户进行的入户调查,包括荆州、仙桃、天门以及荆门、孝感、宜昌隶属于江汉平原的地区。调查所涉及的乡镇、村庄以及农户都根据随机原则进行抽取,调查内容为农户2014年水稻种植情况。为保证调查质量,问卷经过预调研并加以完善,在正式调查时,调查员进行一对一入户调查,问卷内容主要包括水稻生产成本收益情况、销售情况、补贴情况以及基本家庭信息等。根据本文的研究范围,对问卷进行整理筛选之后,共获得有效问卷347份。

2. 统计描述

在以往研究中,规模划分往往差异较大,且无严格划分依据,根据调查地区样本农户户均土地经营规模的统计特征对农户进行分组,经营规模在1.00公顷以下及1.53公顷以上的农户累积频数位于总体累积分布图的峰值点,并参照当地农户对经营规模的经验^[13],将农户划分为小规模组(1.00公顷以下)、中等规模组(1.00~1.53公顷)和大规模组(1.53公顷以上)。表1列出了不同规模组农户主要投入产出变量,表2列出了影响农户水稻生产技术效率的变量,描述性统计内容包括样本的均值、标准差、最小值以及最大值。

表 1 不同规模组稻农主要变量描述性统计

种植规模/ 公顷	指标	单位面积水稻 产量/千克	单位面积劳动 力投入/工日	单位面积 化肥投入/元	单位面积 农药投入/元	单位面积 机械投入/元	单位面积 种子投入/元
小规模 (0,1.00)	平均值	8 719.24	42.57	2 587.69	1 897.15	2 297.84	2 542.94
	标准差	1 575.23	25.93	1 079.52	1 192.99	415.59	3 022.75
	最小值	2 501.25	21.01	585.29	505.30	1 225.61	108.05
	最大值	15 750.00	225.00	7 003.50	7 146.43	3 300.00	13 875.00
中等规模 [1.00,1.53)	平均值	8 201.06	34.81	2 668.48	1 812.85	2 238.83	1 366.70
	标准差	2 029.57	9.75	896.22	1 124.92	451.22	737.79
	最小值	3 501.75	21.44	500.25	414.00	1 150.58	57.63
	最大值	16 500.00	74.20	6 670.00	8 004.00	3 601.80	4 127.06
大规模 [1.53,+∞)	平均值	7 836.92	36.27	2 811.53	2 095.21	2 130.65	1 370.03
	标准差	1 852.61	12.00	994.93	1 320.24	548.91	638.31
	最小值	3 501.75	20.51	222.33	600.30	700.35	86.44
	最大值	11 250.00	113.98	5 558.33	7 503.75	3 600.00	4 002.00

表 2 影响技术效率各变量描述性统计

变量	平均值	标准差	最小值	最大值
户主年龄	51.09	8.98	25.00	78.00
户主性别	0.95	0.21	0.00	1.00
是否健康	0.86	0.35	0.00	1.00
受教育水平	0.20	0.40	0.00	1.00
是否参加过技术培训	0.36	0.48	0.00	1.00
农户家庭规模	4.39	1.51	2.00	11.00
每块耕地的平均面积/公顷	0.62	1.85	0.05	31.98
是否转包土地	0.30	0.46	0.00	1.00
是否加入合作社	0.09	0.29	0.00	1.00
在生产经营过程中是否有负债	0.68	0.47	0.00	1.00
是否购入大型机械	0.05	0.21	0.00	1.00
是否被认证为家庭农场或者种植大户	0.01	0.11	0.00	1.00
是否获得良种补贴	0.45	0.50	0.00	1.00

由表 1 和表 2 描述性统计结果可知,江汉平原农户水稻生产经营具有以下特点:第一,随着经营规模的扩大,农业精耕细作的优势丧失,机械化优势凸显,呈现粗放式管理,单位面积水稻产量逐渐降低,机械成本降低但劳动力、化肥、农药投入增高;第二,在调查中发现,采用传统育秧插秧技术的农户,花费大量育秧成本,这造成经营规模在 1 公顷以下的农户在种子投入上远高于其他农户,直播技术的推广显得极为重要;第三,每块耕地平均面积为 0.62 公顷,且标准差较大,表明样本农户耕地细碎化程度差异较大;第四,样本农户虽然绝大部分为男性且身体状况良好,但由于农户的老龄化与非专业化,水稻生产经营仍存在较大隐患;第五,政府财政支持政策的管理存在问题,造成大量“休眠合作社”的存在以及认证种植大户的高门槛,这使得农户不愿意加入合作社并难以申请种植大户。

三、结果分析

1. 随机前沿生产函数参数估计

本文采用 FRONTIER4.1 软件对随机前沿生产函数模型和技术效率函数模型进行极大似然估计,其估计结果见表 3。似然比检验显示出模型设定合理, γ 值显著异于零,且通过 1% 的显著性水平

检验,表示在稻农生产经营过程中存在显著的技术效率损失。劳动力、化肥、机械以及种子投入的参数估计符号为负,且通过显著性水平检验,表明继续增加这四要素投入会对单位面积产量造成负影响;农药投入的系数虽然为正,但未通过显著性水平检验。

表 3 随机前沿生产函数参数估计结果

变量	参数估计	t 统计量	变量	参数估计	t 统计量
常数项	46.065***	45.683	化肥×机械	0.106	1.044
劳动力	-3.649***	-3.660	化肥×种子	0.080**	2.312
化肥	-1.697**	-2.180	农药二次项	-0.157**	-2.566
农药	0.008	0.010	农药×机械	0.092	1.453
机械	-4.743***	-5.489	农药×种子	0.012	0.471
种子	-1.548*	-2.672	机械二次项	0.121	0.702
劳动力二次项	-0.050	-0.539	机械×种子	0.092	1.431
劳动力×化肥	0.097	1.231	种子二次项	0.060**	2.496
劳动力×农药	0.033	0.502	σ^2	0.260***	4.357
劳动力×机械	0.465***	3.872	γ	0.971***	102.198
劳动力×种子	-0.087*	-1.870	似然函数值	89.343	
化肥二次项	-0.028	-0.508	LR 单边检验误差	105.917	
化肥×农药	0.024	0.466			

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著。

2.不同规模农户水稻生产技术效率

表 4 给出了 347 个农户水稻生产技术效率值在不同规模组中的分布情况:第一,全体样本农户生产技术效率平均值为 84.76%,这说明在当前的生产技术水平下,如果消除效率损失,在同样的生产要素投入情况下,技术效率还能够提高 15.24%。第二,经营规模在 1.00 公顷以下的样本农户其生产技术效率平均值为 85.91%,经营规模在 1.00~1.53 公顷的样本农户其生产技术效率平均值为 86.15%,经营规模在 1.53 公顷以上的样本农户其生产技术效率平均值为 82.15%。第三,随着规模的扩大,平均技术效率先升高后降低,呈现“倒 U 型”。造成这种现象的原因可能在于:随着规模的扩大,机械逐渐代替人力,技术效率会随之增加;当规模扩大到某一临界点时,组织内协调成本与监督成本等交易费用的上升,会导致技术效率的下降^[14]。

表 4 不同规模稻农生产技术效率分布

生产技术效率/%	小规模	中等规模	大规模	全体农户
[0,40]	1	1	1	3
(40,50]	5	0	3	8
(50,60]	6	2	6	14
(60,70]	6	6	11	23
(70,80]	13	14	20	47
(80,90]	33	21	24	78
(90,100]	80	47	47	174
样本合计	144	91	112	347
生产 平均值	85.91	86.15	82.15	84.76
技术 最小值	24.28	30.89	39.75	24.28
效率/% 最大值	98.64	98.63	98.17	98.64

3.不同规模稻农技术效率影响因素

为了探究生产技术效率差异化原因,消除技术效率损失,表 5 列出了影响稻农生产技术效率的变量参数估计结果:

(1)在经营规模在 1.00 公顷以下的样本农户中,身体健康状况良好、受教育水平更高、参加过技术培训、农户家庭规模越大、每块耕地的平均面积更小且有转包土地的样本农户有着更高的技术效率。原因在于,在该经营规模下,大都是家庭自有劳动力,因此身体健康、技术高超且家庭人口数更多的稻农,更利于农业生产,其技术效率更高。值得说明的是,在小规模种植情况下,不利于机械使用,当耕地平均面积小时,农户会依靠高密度的劳动来提高产值。

(2)在经营规模在 1.00~1.53 公顷的样本农户中,有 5 个变量对技术效率有着显著影响,分别为

户主年龄、户主性别、受教育水平、是否转包土地以及是否有负债。结果表明年龄与是否负债会对技术效率产生显著的负影响,户主性别、受教育水平以及是否转包土地对技术效率产生显著的正影响。由此可见,年龄小能够更加容易学习新的技术,自有资金能够鼓励农户自主创新,男性农户的体能更好;农户转包土地,易形成大规模的土地,更利于机械化,技术效率也就越高。

(3)在经营规模在 1.53 公顷以上的样本农户中,身体健康状况、是否有负债以及是否购入大型机械对技术效率产生显著负影响。其原因可能在于身体状况较弱的样本农户,会更加专注于农业生产,不会产生兼业行为,其技术效率更高;同时现行技术培训已经无法满足大规模稻农的生产经营,针对中小农户的技术培训会降低其生产技术效率;在大规模情况下,农户购入大型机械,会增强农户对机械使用的依赖性,虽然提高了总生产效率,但会降低单产,导致技术效率的降低^[15]。

表 5 不同规模稻农技术效率影响因素估计结果

变量	小规模		中等规模		大规模	
	系数估计	t 值	系数估计	t 值	系数估计	t 值
常数项	-0.002	-0.005	-0.084	-0.101	-1.845 **	-2.079
户主年龄	-0.006	-0.779	0.025 **	2.045	0.008	1.050
户主性别	-0.122	-0.467	-1.626 ***	-1.885	0.580	1.380
是否健康	-0.387 ***	-1.875	-0.081	-0.391	0.742 **	2.082
受教育水平	-2.065 **	-2.242	-0.921 ***	-1.809	-0.090	-0.617
是否参加过技术培训	-1.031 **	-2.355	-0.345	-1.653	0.024	0.201
农户家庭规模	-0.095 ***	-1.746	-0.047	-0.893	-0.029	-0.699
每块耕地的平均面积	0.856 **	2.143	-0.258	-1.106	0.015	0.730
是否转包土地	-1.694 *	-2.451	-0.772 ***	-1.948	-0.144	-1.297
是否加入合作社	0.348	1.160	-0.446	-0.942	-0.049	-0.223
在生产经营过程中是否有负债	0.015	0.144	0.488 **	2.032	0.373 **	2.370
是否购入大型机械	-0.759	-1.023	-0.419	-0.556	0.397 **	2.149
是否被认证为家庭农场或者种植大户	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.042	-1.415
是否获得良种补贴	0.182	1.585	0.091	0.654	-0.068	-0.622

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10%水平上显著。

四、结论及政策建议

本文主要研究了在不同经营规模下,农户水稻生产技术效率分布状况,并考察了其相关影响因素,得出以下结论:第一,在现有投入与技术水平下,若消除效率损失,技术效率还能提高 15.24%。第二,技术效率与规模之间呈现非线性关系,随着规模扩大,先升高后降低,呈现“倒 U 型”。第三,全体样本农户中,增加劳动力、化肥、机械以及种子投入对单位面积产量增加有着负影响,而农药投入未通过显著性检验。第四,受教育水平、农户家庭规模以及农户转包土地对三个规模组农户水稻生产技术效率有正向影响,是否有负债对三个规模组农户水稻生产技术效率有负向影响,而是否加入合作社、是否被认证为家庭农场或种植大户以及是否获得良种补贴对生产技术效率均无显著影响,其余影响因素对不同规模组下农户水稻生产技术效率影响方向及程度均有不同。

为提高技术效率,大幅度增加单位面积产量,现提出政策建议如下:第一,政府应当制定有效政策,推动土地流转,对不愿继续农业生产经营的农户,实施有偿退出,同时进行土地整理,减少耕地细碎化。第二,根据现有技术资源禀赋,优化资源配置,科学制定劳动力投入与资本投入配比,避免投入过量而造成的资源浪费以及反作用。第三,增加教育投资与培训投资,提高稻农基本教育水平与技术水平,针对不同规模农户实行针对性技术培训,尤其针对大规模农户实施管理技术培训,以形成精细化管理。第四,培养农民专业合作社,以生产能手带动集体提高产能,增加农户收入,将合作社的功

能落至实处。第五,借鉴农业现代化国家经验,引进新型技术,逐步提高最佳生产规模。总的来说,需要结合农户与国家双重发展目标,考虑现有农业技术条件与资源禀赋,在保障粮食安全的同时,追求农户产出最大化,实现适度规模经营。

参 考 文 献

- [1] 兰肇华,代玲莉.农业技术推广效率对湖北水稻产量影响研究[J].理论月刊,2015(2):129-134.
- [2] 余大龙.江汉平原直播水稻栽培关键技术试验研究[D].杭州:中国农业科学院水稻研究所,2013.
- [3] RENATO V, EUAN F. Technical inefficiency and production risk in rice farming: evidence from Central Luzon Philippines[J]. *Asian economic journal*, 2006, 20(1): 29-46.
- [4] AHMAD M, KHAN D A. Wheat productivity, efficiency and sustainability: a stochastic production frontier analysis[J]. *Mpra paper*, 2002, 41(4): 643-663.
- [5] 袁小慧,华彦玲,王凯.江苏省农户水稻适度规模经营模式创新研究[J].江苏农业学报,2014(3):645-653.
- [6] 李然,李谷成,冯中朝.不同经营规模农户的油菜生产技术效率分析——基于湖北、四川等6省市689户农户的调查数据[J].华中农业大学学报(社会科学版),2015(1):14-22.
- [7] 肖芸,赵敏娟.基于随机前沿分析的不同粮食生产规模农户生产技术效率差异及影响因素分析——以陕西关中农户为例[J].中国农学通报,2013(15):42-49.
- [8] 薛彩霞.西部地区农户林地生产技术效率研究[D].杨凌:西北农林科技大学经济管理学院,2013.
- [9] HELFAND S M, LEVINE E S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West[J]. *Agricultural economics*, 2004, 31(2-3): 241-249.
- [10] MEEUSEN W, BROECK J V. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error[J]. *International economic review*, 1977, 18(2): 435-44.
- [11] AIGNER D, LOVELL A K, SCHMIDT P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. *Journal of econometrics*, 1977, 6(1): 21-37.
- [12] BATTESE G E, COELLI T J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India[M]//THOMAS R G, KNOX C A. *International applications of productivity and efficiency analysis*. Netherlands: Springer, 1992: 149-165.
- [13] 屈小博.不同经营规模农户市场行为研究[D].杨凌:西北农林科技大学经济管理学院,2008.
- [14] 李谷成,冯中朝,占绍文.家庭禀赋对农户家庭经营技术效率的影响冲击——基于湖北省农户的随机前沿生产函数实证[J].统计研究,2008,25(1):35-42.
- [15] 孙昊.小麦生产技术效率的随机前沿分析——基于超越对数生产函数[J].农业技术经济,2014(1):42-48.
- [16] 科埃利.效率与生产率分析引论[M].王忠玉,译.北京:中国人民大学出版社,2008.

(责任编辑:刘少雷)