

文章编号:1007-7588(2012)05-0903-08

# 耕地细碎化及其对粮食生产技术效率的影响 ——基于超越对数随机前沿生产函数与农户微观数据

张海鑫, 杨钢桥

(华中农业大学土地管理学院, 武汉 430070)

**摘要:**农户作为农业的直接生产者,其生产技术效率的高低直接影响到粮食的产出。本文基于安徽丘陵地区粮食作物种植农户的问卷调查数据,通过建立超越对数随机前沿生产函数,分析了粮食生产技术效率及其损失的影响因素,重点考察了耕地细碎化对技术效率的影响。研究结果表明:农户农业生产技术效率仅为77.97%,效率损失严重;丘陵地区粮食生产中已出现劳力投入过剩现象,而耕地的细碎化现状又使农机使用处于“进退维谷”状态;土地质量是影响农业产出的关键因素之一,因此,有必要增加农业基础设施投入以提高农田质量;耕地细碎化不利于农户农业生产技术效率的提高,农户的农业生产技术效率随着地块面积的增大而增大;在丘陵地区进行农地整理项目规划设计时,应该尽可能使其地块面积在 $0.1\text{ hm}^2$ 以上,此时效率水平较高。

**关键词:**农户;耕地细碎化;技术效率;超越对数生产函数;随机前沿生产函数

## 1 引言

农户农业生产技术效率直接关系到农业生产的产出效益。假如在现有技术水平下农户是理性且高效的,就需要借助新的投入和技术来促使生产函数的边界向外移动。相反,如果在现有的技术水平下存在生产技术效率损失的情况,农业生产力的提高就要通过农民技术培训和改善农地设施等方法实现。

早在1957年Farrell便使用前沿生产函数测定了技术和资源分配效率<sup>[1]</sup>,1977年Aigner等提出了随机前沿生产函数模型<sup>[2]</sup>,此后很多学者将此方法运用到农业技术效率的研究中。现有的研究已证明农业补贴政策<sup>[3]</sup>、农民的受教育程度<sup>[4]</sup>等因素对农业生产技术效率有较大影响。我国关于农业技术效率的研究起步比较晚,张冬平和周宏等人用DEA数据包络分析的方法分析了我国小麦和水稻生产效率变动情况<sup>[5-6]</sup>。近年来国内学者逐渐采用随机前沿生产函数研究农业技术效率问题,但大多集中于农业整体生产效率或行业生产效率的比较分析,

探讨技术进步和技术效率对农业生产力影响<sup>[7-10]</sup>。实行农村土地承包经营制度后,农户成为农业生产最基本的单位,因此有必要从农户的微观角度考察农业生产技术效率。陈诗波、王亚静运用随机前沿生产函数建立了循环农业生产技术效率外生性决定因素的回归模型,测度了户主特征、地理位置、环境设施及政府技术协会对农户农业生产技术效率的影响<sup>[11]</sup>。张新民从农户微观层面分析了有机菜花生产技术效率,认为影响其生产和技术效率损失的因素主要包括耕地规模和户主特征等<sup>[12]</sup>。农村土地承包经营制度下土地均分导致我国耕地细碎化的现状,阻碍机械设备和农业技术的推广,势必会影响农户的农业生产技术效率。然而,目前有关这方面的研究较少。因此,本文在分析安徽丘陵地区耕地细碎化对农户粮食作物种植中各生产要素投入影响的基础上,采用超越对数随机前沿生产函数测算出农户的农业生产技术效率,并分析造成技术效率损失的主要因素以及耕地细碎化对技术效率的影响,便于有针对性地引导农户提高农业生产技术效率,并为

收稿日期:2011-10-05;修订日期:2012-03-04

基金项目:国家自然科学基金项目:“城市化进程中农户的农地投入变化及其管控政策研究”(编号:70773045)。

作者简介:张海鑫,女,河北唐山人,硕士生,主要研究方向为土地经济。E-mail: nicholss47@yahoo.cn

通讯作者:杨钢桥, E-mail: ygq@mail.hzau.edu.cn

合理地推进农地流转和整理提供理论依据。

## 2 模型选择与变量说明

### 2.1 生产函数模型与变量说明

前沿生产函数被广泛应用在农业生产技术效率分析中,其基本思想是:首先构造生产前沿面,继而计算农户耕地利用效率与生产前沿面的差距,此差距表征了现有技术水平下生产技术效率的损失。生产前沿面的位置取决于现存可资利用的技术,未知效率前沿的估计可分为参数和非参数法两大类。非参数法无需估计农户的生产函数,但需要大量的个体样本数据作为支撑,对算法要求较高。参数法则可以估计生产函数中各变量对生产过程的影响,还可以估计外生因子对于技术效率的影响。随机前沿生产函数最早由 Aigner、Lovell 和 Schmidt、Meeusen 和 Van Den Broeck 在 1977 年提出,该函数最初应用主要建立在 Cobb-Douglas 生产函数基础上,但由于传统的 Cobb-Douglas 生产函数暗含的一个前提假设:各种生产投入要素的替代弹性为 0 或 1<sup>[3]</sup>。在确定农户农业生产函数形式时,由于事先并不知道各种生产投入要素之间的替代弹性情况,所以本文采用形式比较灵活、可近似反映任何生产技术的超越对数(Translog)生产函数,模型的基本形式如下:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_j \beta_j \ln X_{ij} + \frac{1}{2} \sum_j \sum_m \beta_{jm} \ln(X_{ij}) \ln(X_{im}) + V_i - U_i \quad (1)$$

式中  $Y_i$  表示第  $i$  个农户的单位面积耕地产值;  $\beta_0$ 、 $\beta_j$ 、 $\beta_{jm}$  为待估的参数向量;  $X_{ij}$  和  $X_{im}$  表示单位面积耕地的劳力和资本投入向量;  $V_i - U_i$  为混合误差,其中  $V_i$  表示随机误差,且  $V_i \sim iidN(0, \sigma_v^2)$ ;  $U_i$  为非负数,表示第  $i$  个农户的技术效率损失率,其独立于  $V_i$ , 并且假设  $U_i$  服从独立的截断正态分布  $N(m_i, \sigma_u^2)$ 。

技术效率函数表示为:

$$m_i = z_i \cdot \delta \quad (2)$$

式中  $z_i$  表示影响农户技术效率的外生性因素  $p \times 1$  向量;  $\delta$  为  $p \times 1$  的未知参数向量,反映变量  $z_i$  对技术效率的影响。Battese 和 Corra 在 1977 年提出:用  $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$  和  $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$  代替  $\sigma_v^2$  和  $\sigma_u^2$ <sup>[9]</sup>, 然后

运用极大似然估计法和 Frontier4.1 软件包进一步估计方程(1)和(2),就可以得到  $\beta$ 、 $\delta$ 、 $\sigma^2$  和  $\gamma$  参数的估计量。参数  $\gamma$  的值处于 0 和 1 之间,反映误差项中技术无效率所占比例。如果  $\gamma$  趋近于 0,表明  $\sigma_u^2$  为零,误差项主要来源于不可控制的随机误差,此时生产单位可能不存在技术无效率,  $\gamma$  如果趋近于 1,则表明误差项主要来源于技术无效率项。

生产单位  $i$  的技术效率采用以下公式计算:

$$TE_i = \frac{E(\hat{Y}_i / U_i, X_i)}{E(\hat{Y}_i / U_i = 0, X_i)} \quad (3)$$

式中  $E(\cdot)$  表示对括号中的数学式求期望的值,若  $U_i = 0$ ,  $TE_i = 1$ , 表示该用户处于完全技术效率状态,生产技术效率位于生产前沿面上;当  $U_i > 0$ ,  $0 < TE_i < 1$ , 表示该用户存在技术效率损失,生产技术效率位于生产前沿面以下。

本文的研究目的是测定粮食作物种植农户的技术效率,所以因变量为农户当年的单位面积耕地产值,影响耕地产出效率的各种投入要素主要包括土地、劳力和资本,其中资本投入主要包括化肥、农药、灌溉、种子、农机费用等。传统的处理方法是将上述投入分项纳入到生产函数中,但这样往往造成自变量之间的多重共线性从而给估计带来偏差。因此,本文将农业生产要素投入分为播种面积、旱涝保收田比例、劳力投入、固定资本投入和流动资本投入。本文采用的超越对数生产函数的方程如下:

$$\begin{aligned} \ln Y = & \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 \\ & + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \beta_6 (\ln X_1)^2 \\ & + \beta_7 (\ln X_2)^2 + \beta_8 (\ln X_3)^2 + \beta_9 (\ln X_4)^2 \\ & + \beta_{10} (\ln X_5)^2 + \beta_{11} \ln X_1 \ln X_2 \\ & + \beta_{12} \ln X_1 \ln X_3 + \beta_{13} \ln X_1 \ln X_4 \\ & + \beta_{14} \ln X_1 \ln X_5 + \beta_{15} \ln X_2 \ln X_3 \\ & + \beta_{16} \ln X_2 \ln X_4 + \beta_{17} \ln X_2 \ln X_5 \\ & + \beta_{18} \ln X_3 \ln X_4 + \beta_{19} \ln X_3 \ln X_5 \\ & + \beta_{20} \ln X_4 \ln X_5 + V_i - U_i \end{aligned} \quad (4)$$

式中:  $Y$  为单位面积产值(元/hm<sup>2</sup>);  $X_1$  为粮食作物播种面积(hm<sup>2</sup>);  $X_2$  为旱涝保收田占承包田的比例;  $X_3$  为单位面积劳动力投入(工日/hm<sup>2</sup>);  $X_4$  为单位面积固定资本投入(元/hm<sup>2</sup>);  $X_5$  为单位面积流动资本投入(元/hm<sup>2</sup>);  $\beta_0 - \beta_{20}$  为待估参数。

2012年5月

## 2.2 效率函数模型与变量说明

粮食作物种植的技术效率受到很多因素的影响,概括起来主要包括:

(1)生物因素。包括所种植的作物品种不同以及不同作物对气候特征的反应等;农户通过不同的管理措施弥补由于品种不同而造成产量影响,但调查区域的农作物品种大体相同,水田主要种植水稻和棉花,旱地主要以小麦种植为主,因此本文不考虑这一因素。

(2)农户特征。目前的农业生产方式是以农户家庭分散经营为主要形式,因此农民的教育程度、生产培训、从业时间等都对农户的要素投入使用效率造成影响。

(3)社会经济条件,具体包括社会经济发展水平、农业政策等方面。

根据以上分析,确定本文的效率函数模型如下:

$$m_i = \delta_0 + \delta_1 Z_1 + \delta_2 Z_2 + \delta_3 Z_3 + \delta_4 Z_4 \quad (5)$$

式中  $m_i$  为技术无效率的程度,该模型的估计系数若为负值,意味着解释变量对农户的技术效率具有正的作用;  $Z_1$  为地块平均面积( $\text{hm}^2$ ),代表耕地细碎化程度对技术效率的影响;  $Z_2$  为劳均学龄(年),以农户家庭劳动力人口受教育的平均年限表示,代表劳动力受教育程度对技术效率的影响;  $Z_3$  为劳均年龄(岁),以农户家庭劳动力人口的平均年龄表示;  $Z_4$  为单位面积耕地的种粮补贴(元/ $\text{hm}^2$ ),代表农业政策对技术效率的影响,  $\delta_0$ — $\delta_4$  为待估参数,反映变量  $z_i$  对技术效率的影响。

## 3 数据来源与统计描述

### 3.1 数据来源

本文数据资料来自课题组组织安徽农业大学部分大学生2009年春节所做的问卷调查。调查地点包括位于丘陵山区的金安区、裕安区、舒城县、金寨县、来安县、南谯区、长丰县、太湖县、宁国县、青阳县和郎溪县。采取随机抽样方法进行调查,即在每个县(市、区)选取3~5个大学生,每个大学生在其所在的乡镇随机选取3~5个农户,对农户2008年的粮食生产情况进行面对面的访谈式问卷调查,共获得有效问卷126份。

### 3.2 数据统计性描述

图1反映了所调查区域耕地细碎化的程度。总体样本中,地块平均面积在0.03  $\text{hm}^2$  及以下的农户所占比例达到18.26%,地块平均面积在0.04~0.06  $\text{hm}^2$  之间的农户最多所占比例为47.62%,地块平均面积在0.07~0.10  $\text{hm}^2$  之间的农户所占比例为24.60%,而面积在0.1  $\text{hm}^2$  以上的农户所占比例仅为9.52%,所调查区域的地块面积平均值为0.06  $\text{hm}^2$ 。从以上数据可以看出,调查区域耕地细碎化程度较高,不利于机械化生产,因此可能会造成农业生产技术效率的损失。在调查中发现,农户认为最适宜田块面积在0.10~0.16  $\text{hm}^2$  之间。

为了更直观地看出耕地地块大小对农户耕地投入产出的影响,本文将样本数据进行进一步的整理,得到了不同地块面积下农户耕地投入产出的情况,见表1。

从表1中可以看出,随着地块平均面积的增大,农户的播种规模呈逐渐上升的趋势,调查区域的土地质量即旱涝保收田比例变化不大,单位面积的劳力投入逐渐下降,资本投入先增大后减小,固定资本占总投资比例逐渐增大,投入产出比值则不断下降,耕地产出效益上升。这表明,在地块平均面积很小的情况下,农户主要靠高密度的劳力投入来提高产值,农业产出增长对劳动力的偏好显著;随着地块面积的增大,农户的有效劳动力投入已达上限,劳动力投入的边际效益递减,此时资本投入对劳动投入的替代效应显现,农户通过扩大农业资本投入来提高农业产出。由于安徽现有的农田水利设施大都是20世纪70年代兴建的,农业基础设施水平不高、抗御自然灾害的能力弱,此时的粮食生

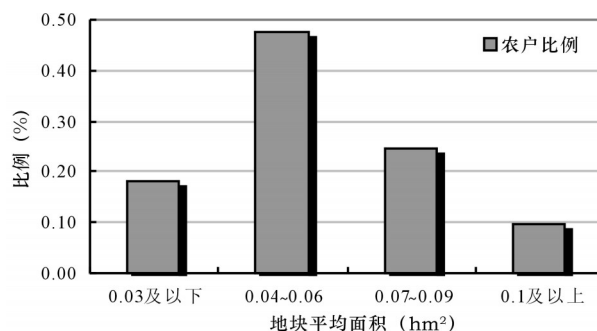


图1 耕地细碎化状况

Fig.1 The situation of land fragmentation



表1 不同地块面积下农户耕地投入产出情况

Table 1 The situation of rural households' input and output in farmland under different land area

地块平均面积 (hm <sup>2</sup> )	播种面积 (hm <sup>2</sup> )	旱涝保收田比例 (%)	劳力投入 (工日/hm <sup>2</sup> )	资本投入 (元/hm <sup>2</sup> )	固定资本投入 占总投资比 (%)	投入产出比 (%)
0.03及以下	0.25	0.83	1816.13	4225.07	15.72	102.39
0.04~0.06	0.34	0.73	1314.83	7219.06	32.00	104.97
0.07~0.09	0.61	0.68	602.14	4510.22	39.31	82.19
0.1及以上	0.90	0.84	389.69	3122.38	41.46	40.73

注:流动资本投入主要包括化肥、农药、种子、农膜、灌溉水电费等投入,固定资本投入为农机投入。农机投入按购买农机的年折旧额计算,折旧年限为10年。

产的投入产出比例虽有下降但仍处于入不敷出的负效益状态,经济作物种植和非农收入为农户的主要经济来源;当田块面积进一步增大,为机械化生产和规模化经营提供了便利,农业生产的规模效益逐渐显现,单位面积的劳力投入和资本投入都在降低,农机等固定资本投入比例上升,从投入产出比值可以看出,粮食生产进入正效益阶段且呈上升趋势。

## 4 模型估计结果及分析

### 4.1 生产函数估计结果分析

利用Frontier4.1程序对随机前沿生产函数模型(4)和技术效率模型(5)进行极大似然估计。表2是超越对数随机前沿生产函数模型(4)的参数估计结果。

模型总体估计良好, $\gamma=0.8410$ 说明混合误差项中的变异主要来自于技术非效率 $U$ ,占84.10%,

随机误差 $V$ 的变异仅占15.90%,这也证明了随机前沿生产函数的适用性。对公式(4)求导可以分别计算出各投入要素的产出弹性。

土地数量产出弹性为:

$$\eta_1 = \beta_1 + 2\beta_6 \ln X_1 + \beta_{11} \ln X_2 + \beta_{12} \ln X_3 + \beta_{13} \ln X_4 + \beta_{14} \ln X_5 \quad (6)$$

土地质量产出弹性为:

$$\eta_2 = \beta_2 + 2\beta_7 \ln X_2 + \beta_{11} \ln X_1 + \beta_{15} \ln X_3 + \beta_{16} \ln X_4 + \beta_{17} \ln X_5 \quad (7)$$

劳动要素产出弹性:

$$\eta_3 = \beta_3 + 2\beta_8 \ln X_4 + \beta_{12} \ln X_1 + \beta_{15} \ln X_2 + \beta_{18} \ln X_4 + \beta_{19} \ln X_5 \quad (8)$$

固定资本投入要素产出弹性:

$$\eta_4 = \beta_4 + 2\beta_9 \ln X_4 + \beta_{15} \ln X_1 + \beta_{16} \ln X_2 + \beta_{18} \ln X_3 + \beta_{20} \ln X_5 \quad (9)$$

流动资本投入要素产出弹性:

表2 超越对数随机前沿生产函数参数估计结果

Table 2 The parameter estimation results of stochastic frontier production function

自变量	参数	系数	t 值	自变量	参数	系数	t 值
Constant	$\beta_0$	-1.48209	-1.53828	$\ln X_1 \ln X_2$	$\beta_{11}$	-0.13806	-0.68468
$\ln X_1$	$\beta_1$	-4.34851	-4.68415	$\ln X_1 \ln X_3$	$\beta_{12}$	0.32422	0.52795
$\ln X_2$	$\beta_2$	0.16759*	0.33894	$\ln X_1 \ln X_4$	$\beta_{13}$	-0.19431*	-0.74835
$\ln X_3$	$\beta_3$	1.20984	1.17953	$\ln X_1 \ln X_5$	$\beta_{14}$	-0.13192**	-1.99767
$\ln X_4$	$\beta_4$	0.30136	0.34642	$\ln X_2 \ln X_3$	$\beta_{15}$	0.07949**	1.40318
$\ln X_5$	$\beta_5$	1.62674	2.01277	$\ln X_2 \ln X_4$	$\beta_{16}$	-0.03155*	-0.18675
$\ln X_1^2$	$\beta_6$	1.49344*	4.31386	$\ln X_2 \ln X_5$	$\beta_{17}$	1.39559	2.13698
$\ln X_2^2$	$\beta_7$	-0.01242**	-0.33468	$\ln X_3 \ln X_4$	$\beta_{18}$	0.22081*	1.68908
$\ln X_3^2$	$\beta_8$	0.13422*	0.51622	$\ln X_3 \ln X_5$	$\beta_{19}$	-0.83011*	-2.31545
$\ln X_4^2$	$\beta_9$	0.00114**	0.02011	$\ln X_4 \ln X_5$	$\beta_{20}$	-0.27821*	-1.27523
$\ln X_5^2$	$\beta_{10}$	0.31543*	1.69234				

$\gamma=0.8410$  log likelihood function = -160.99

注:符号\*\*、\*分别表示在5%、10%的水平下通过显著性检验。

2012年5月

$$\eta_5 = \beta_5 + 2\beta_{10} \ln X_5 + \beta_{14} \ln X_1 + \beta_{17} \ln X_2 + \beta_{19} \ln X_3 + \beta_{20} \ln X_4 \quad (10)$$

计算得出土地数量要素、土地质量要素、劳动要素、固定资本投入要素、流动资本投入要素的产出弹性分别为-5.755、5.144、-0.319、0.109、-0.384。粮食作物种植面积对单位面积产值有较大的负相影响,而旱涝保收田所占比例对单位面积产值有较大的正向影响,这表明,在土地质量一定农业科技水平没有明显突破的情况下,加之安徽丘陵地区地块平均面积偏小细碎化程度高给农业生产带来的诸多不便,盲目的扩大种植规模对耕地的产出带来不利影响,土地质量是影响耕地产出的主要原因之一,因此,增加农业基础设施投入提高农田质量才是使我国农业摆脱困境的根本途径。单位面积劳力投入和流动资本投入对单位面积产值有较弱的负向影响,而单位面积固定资本投入对产出有较弱的正向影响,这表明,安徽丘陵地区的劳力投入已出现过剩现象,提高单位产值不能再靠一味地增加劳动力投入来实现,应该更多地转向机械化生产。农药、化肥等流动资本投入已达到了生产边际点,大量使用化肥、农药,生产成本增加,农业绩效仍难以提高,还会对农村生态环境造成很大影响。

在调查中发现,尽管耕地规模狭小,农民还是倾向于选择农业机械代替手工劳作以保障农业生产。农业机械的使用已进入“进退维谷”中:不使用农机,农产品产量难以保证,农业绩效难以提高;而大量使用农机,由于耕地细碎化的限制使得生产成本增加,农业绩效同样难以提高。因此,应促进农地流转,加快实施土地整理,以消除耕地细碎化对农业机械化带来的负面影响。

#### 4.2 效率函数估计结果分析

表3列出了造成农户之间技术效率差异的各种

因素的实证分析结果,正号表示技术效率和变量之间是负相关关系,负号表示它们间是正相关关系。

从估计结果来看,总体样本的耕地利用平均技术效率为77.97%,说明若消除效率损失,农户的生产技术效率有22.03%的提升空间。从各影响因素的系数可以看出,地块平均面积、劳均年龄和单位面积种粮补贴对技术效率有正向影响,而劳均学龄对生产技术效率有较弱的负向影响。

地块平均面积系数的估计值为-2.64758,并且在5%的置信区间内表现显著,这说明其对农户的生产技术效率有较大的正向影响,即田块面积越大农户的生产技术效率越高,说明耕地的细碎化不利于农户生产技术效率的提高,因此为了提高农户的生产技术效率,促进农地流转、实施农地整理项目是十分有必要的。劳均学龄和劳均年龄对农户技术效率的影响与以前的研究不一致,一般认为劳动力学龄越长表现的技术效率越高,而随着劳动力年龄的增长,劳动力素质开始下降,生产技术效率下降。然而从本文的研究结果可以看出,劳均学龄和劳均年龄对农户生产技术效率分别呈负向和正向影响,系数都较小,表明安徽丘陵地区粮食生产的科技含量较低,不需要很多的文化知识就能掌握,此外劳均学龄较高的农户多为兼业农户,在劳动时间的分配中多倾向于非农行业,造成农户精力和投入上的分散,农业劳动力投入表现出兼业化、劣质化,这一现象使得劳均学龄这一因素对农业生产技术效率非但没有促进作用反而对其呈现微弱的负向影响。专门从事粮食生产的劳动力,多为学龄较低的中老年人,随着年龄的增长,虽然体质开始下降,但其在农业生产中积累的经验不断上升,更能合理地配置农业生产要素,因而生产技术效率上升。单位面积耕地的种粮补贴对农户的生产技术

表3 影响技术效率各因素估计结果

Table 3 The estimation results of the technical efficiency influencing factors

自变量	参数	系数	t 值	自变量	参数	系数	t 值
Constant	$\delta_0$	0.53865	0.80099	$Z_3$	$\delta_3$	-0.00627**	-0.43755
$Z_1$	$\delta_1$	-2.64758**	-0.71405	$Z_4$	$\delta_4$	-0.00008***	-2.51727
$Z_2$	$\delta_2$	0.02564**	0.66872				
mean efficiency = 77.97%							

注:符号\*\*\*、\*\*分别表示在1%、5%的水平下通过显著性检验。

效率有正向影响,但影响十分微弱,表明一味增大农业补贴力度对农业技术效率的提升作用十分有限,更应该结合农业生产实际需求制定有针对性的惠农政策,如农机购买补贴政策和粮食价格保护政策。

#### 4.3 耕地细碎化对农户技术效率的影响分析

前文已经证明耕地细碎化不利于技术效率的提高,为了更清晰地描述耕地细碎化的影响,本文对地块面积大小不同的农户技术效率分布做了统计分析,见表4,表中前五行表示不同地块面积下不同技术效率区间的农户数量分布,后四行代表不同地块面积下农户技术效率的最大最小值以及均值状况。

由表4可以看出耕地细碎化与农户生产技术效率的负相关关系。当耕地细碎化程度很高,地块平均面积不足0.03 hm<sup>2</sup>时,农户的农业技术效率平均值仅为72.29%,技术效率损失十分严重。由前文对投入要素数据的描述统计分析结果可知,这时农户的种粮规模也对应较小,劳动和资本的投入结构不合理,此时对应劳动密集型农业,农户的生产技术效率低下。当地块面积增大,劳动投入已达上限,此时农户选择用资本投入代替劳动投入,缓解了劳动和资本投入结构的失衡,农业在由劳动密集型向资本密集型转换过程中农业技术效率有所上升。地块面积进一步增大,当达到农户认为最适宜的田块面积(0.10~0.16hm<sup>2</sup>)时,便于农户实行机械化生

产和科学的经营管理,农户开始用机械投入代替劳力投入,引入新的品种和技术,农户的生产技术效率得到大幅提升,平均值高达83.77%。当然农业技术效率不可能随着地块面积的增大持续地上升,因为存在最佳的地块规模<sup>[14]</sup>。由于篇幅限制,本文不能将此最佳的地块规模测算出来,但从以上分析可看出,在进行农地整理设计丘陵地区的地块面积时,在自然、社会、经济条件允许的情况下应该尽可能使其地块面积保持在0.1hm<sup>2</sup>以上,此时的农业生产技术效率水平较高。

## 5 结论

本文运用超越对数生产函数形式的随机前沿模型测定了安徽丘陵地区农户的农业生产技术效率,对影响生产技术效率的外生因素进行了实证考察,并在此基础上着重分析了耕地细碎化程度对农户农业技术效率的作用,得到如下研究结论:

(1)目前丘陵地区农户的生产技术效率仅为77.97%,实际产出效益距离生产前沿面还差22.03%,在技术效率上还有一定潜力可挖。

(2)耕地细碎化程度对农户的耕地投入行为构成一定的影响进而影响到耕地产出效益。具体表现为:随着细碎化程度的降低,单位面积的劳力投入逐渐下降,资本投入先增大后减小,固定资本占总投资比例逐渐增大,投入产出比值不断下降,耕地产出效益上升。

(3)丘陵地区粮食生产中劳力投入过剩现象较

表4 不同地块面积下农户技术效率的分布情况

Table 4 Distribution of technology efficiency under different Land area

技术效率	地块面积 ≤0.03hm <sup>2</sup> 样本农户 (户)	地块面积 0.04~0.06hm <sup>2</sup> 样本农户 (户)	地块面积 0.07~0.09hm <sup>2</sup> 样本农户 (户)	地块面积 ≥0.1hm <sup>2</sup> 样本农户 (户)
<70%	9	6	6	1
70%~80%	10	25	9	2
80%~90%	2	26	14	7
90%~100%	2	3	2	2
样本个数(户)	23	60	31	12
最大值(%)	92.40	97.42	91.75	93.02
最小值(%)	46.37	58.27	54.95	63.63
平均值(%)	72.29	78.82	78.28	83.77
全体样本平均值	77.97%			

2012年5月

为明显,而耕地的细碎化现状又使农机使用处于“进退维谷”状态。因此,应加快农地流转与农地整理的实施进程,并完善农机购买的补贴政策,提升农业机械化水平。

(4)丘陵地区土地质量是影响农业产出的关键因素之一,因此,增加农业基础设施投入提高农田质量才是使我国农业摆脱困境的根本途径。此外,丘陵地区农业生产科技含量较低,劳动力投入表现出兼业化、劣质化,因此应该加大农业劳动力的培训力度,降低农业科技推广成本,提高劳动力投入质量,从而提高农业生产技术效率。

(5)种粮补贴政策对农业技术效率提高的促进作用有限,因此在不断加大补贴力度的同时,更应该结合农业生产实际需求制定有针对性的惠农政策,如农机购买补贴政策和粮食产品价格保护政策,从而更有效地促进农业技术效率的提升。

(6)耕地细碎化对农户农业生产技术效率的影响呈负相关关系,农业技术生产效率随着地块面积的增大而增大。在丘陵地区进行农地整理项目规划设计时,在自然、社会、经济条件允许的情况下,应该尽可能使田块面积在 $0.1\text{hm}^2$ 以上,此时的农业生产技术效率水平较高。

#### 参考文献(References):

- [1] Farrell M. The measurement of productivity efficiency[J]. *Journal of the Royal Statistical Society*, 1957, 120(3): 253-281.
- [2] Aigner D, Lovell C, Schmidt P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. *Journal of Econometrics*, 1977, 6(1): 21-37.
- [3] Taylor T, Shonkwiler J. Alternative stochastic specifications of the frontier production function in the analysis of agricultural credit programs and technical efficiency[J]. *Journal of Development Economics*, 1986, 21(1): 149-160.
- [4] Phillips J, Marble R. Farmer education and efficiency: A frontier production function approach[J]. *Economics of Education Review*, 1986, 5(3): 257-264.
- [5] 张冬平, 冯继红. 我国小麦生产效率的DEA分析[J]. *农业技术经济*, 2005, (3): 48-54.
- [6] 周宏, 褚保金. 中国水稻生产效率的变动分析[J]. *中国农村经济*, 2003, (12): 42-46.
- [7] 张雪梅. 我国玉米生产增长因素的分析[J]. *农业技术经济*, 1999, (2): 32-35.
- [8] 乔世君. 中国粮食生产技术效率的实证研究——随机前沿面生产函数的应用[J]. *数理统计与管理*, 2004, 23(3): 11-16.
- [9] 亢霞, 刘秀梅. 我国粮食生产的技术效率分析——基于随机前沿分析方法[J]. *中国农村观察*, 2005, (4): 25-32.
- [10] 李谷成, 冯中朝. 中国农业全要素生产率增长: 技术推进抑或效率驱动——一项基于随机前沿生产函数的行业比较研究[J]. *农业技术经济*, 2010, (5): 4-14.
- [11] 陈诗波, 王亚静. 循环农业生产技术效率外生性决定因素分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2009, 19(4): 82-87.
- [12] 张新民. 有机菜花生产技术效率及其影响因素分析——基于农户微观层面随机前沿生产函数模型的实证研究[J]. *农业技术经济*, 2010, (7): 60-68.
- [13] 速水佑次郎, 弗农拉坦(著). 郭熙保, 张进铭(译). 农业发展的国际分析(修订扩充版)[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2000.
- [14] 杨钢桥, 胡柳, 汪文雄. 农户耕地经营适度规模及其绩效——基于湖北6县市农户调查的实证分析[J]. *资源科学*, 2011, 33(3): 505-512.



# The Effects of Land Fragmentation on Technical Efficiency of Food Production : An Empirical Analysis Based on Stochastic Frontier Production Function and Micro-Data of Households

ZHANG Haixin YANG Gangqiao

(College of Land Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** As the direct producer of agriculture, rural households' production technology efficiency level directly affects the grain output. The system of rural land contracted management, which stipulates average distribution of land, leads directly to the serious land fragmentation phenomenon. Land fragmentation which blocks the process of agricultural mechanization and the promotion of agricultural technology, is bound to affect the rural households' production technology efficiency. Using the questionnaire data from the hilly region of Anhui Province, this paper has established a stochastic frontier approach in the framework of a Trans-log production function by which the technical efficiency of food production and its influencing factors of loss were analyzed deeply and the effect of land fragmentation on technical efficiency was also inspected as a key point. The results show that: 1) The agricultural production technical efficiency is only 77.97% and has large room for technical efficiency enhancement; 2) Land fragmentation can influence rural households' farmland input behavior, and finally affect the benefits of cultivated land output; 3) In hilly areas, the appearance of surplus-labor input is very obvious in grain production, and land fragmentation causes a dilemma for the use of agricultural machinery; 4) To a certain extent, the subsidy policy of grain production can improve the efficiency of agricultural technology, but the effect is limited. Therefore, we should not only increase agricultural subsidies, but also should pay more attention to the formulation of beneficial farming policy; 5) Land quality is one of the key factors affecting the agricultural output, therefore, it is necessary to increase agricultural infrastructure investment to improve farmland quality; 6) Land fragmentation is bad for the technical efficiency of agricultural production and rural households' technology efficiency gets higher with the increase of land area; 7) If not limited by the natural, social and economic conditions, we should try to make the block area larger than 0.1hm<sup>2</sup> on which technical efficiency of agricultural production is higher during planning and design of farmland consolidation in hilly areas.

**Key words:** Rural households; Land fragmentation; Technical efficiency; Trans-log production function; Stochastic frontier production function