

# 中国农业技术效率的地区差异及收敛性分析<sup>\*</sup>

——基于随机前沿分析方法

□ 田 伟 柳思维

**内容提要:** 本文利用 1998—2010 年中国 30 个省份的投入与产出的面板数据,通过建立随机前沿生产函数模型,对中国农业生产的技术效率进行测算和分析。研究表明,中国农业生产的平均技术效率水平较高,各个地区间技术效率存在显著并且不断拉大的差异;不同区域出现了不同的收敛特征,农业生产环境和社会环境对技术效率均产生显著的影响。

**关键词:** 农业技术效率;收敛性分析;地区差异;生产环境;社会环境

## 一、引 言

农业是国民经济和社会发展的基础,改革开放 30 多年来,中国农业发展取得了举世瞩目的成就,强劲地支持了国民经济的迅速发展,13 亿人民不仅解决了温饱问题,而且总体上达到了小康并向更高水平迈进。虽然我国粮食连续 9 年实现增产,但是距离建设农业强国的目标还有很大差距。由于人口众多,我国农业资源人均水平较低,如耕地仅为世界平均的 1/3,且分布极不均衡,水资源利用率一直不高,真正被农作物吸收的灌溉水一般在 10%~30% 的水平,其万元产值的水耗远高于钢铁、水泥等行业,化肥和农药的利用率也仅为 35% 和 30%<sup>①</sup>。研究我国农业的技术效率问题,有利于从经济增长的质量全面考察我国农业的整体竞争能力,探索转型期农业现代化发展模式;对于优化农业经济结构、统筹城乡经济协调发展、全面建设小康社会,具有重要的理论价值和现实意义。

国内学者在借鉴国外理论和方法的基础上,对农业生产的生产率、技术效率及收敛性问题进行了一些相关研究。孟令杰(2000)采用 DEA 方法对 1980—1995 年中国农业产出的技术效率进行了测算,发现中国农业技术效率呈现出下降的态势。韩

晓燕(2005)运用巴罗回归分析方法,检验了我国农业生产率的收敛性,发现市场化程度、农村教育、耕地灌溉率对缩小农业生产率的地区差距有显著的影响。陈卫平(2006)通过非参数的 Malmquist 指数法发现 1990—2003 年中国农业全要素生产率保持增长,其中农业技术进步指数增长明显,而农业效率变化指数则小幅度下降。全炯振(2009)采用非参数 Malmquist 和参数 SFA 结合起来的模型,测算了中国各省份及东部、中部、西部地区的农业全要素生产率(TFP)变化指数,发现中国农业全要素生产率增长为技术诱导型的增长模式、地区之间增长不平衡。匡远凤(2012)将中国农业劳动生产率变化分解为农业技术效率变化、技术进步、物质性要素投入变化和人力资本积累四个来源,研究发现技术进步、物质性要素投入变化和人力资本积累促进了中国农业劳动生产率,而技术效率变化却起到了阻碍作用。

从现有相关研究看,大多数研究采用非参数的数据包络分析方法研究中国农业生产的技术效率和生产率,并且把农、林、牧、渔业作为一个整体的研究对象,采用农作物的播种面积作为第一产业的

<sup>\*</sup> 项目来源: 本文是湖南省科技厅计划项目“湖南省农业技术进步与技术效率的研究”(编号: 2011FJ3240)成果之一

<sup>①</sup> 数据来源: 全国 1600 万公顷耕地受到严重污染,耕地质量退化。三农直通车: (<http://www.gdct.gov.cn>) 2012-03-13

土地投入量,对此,笔者认为在统计口径上不太精确,并且相关文献对于技术效率的影响因素及地区之间差异原因亦缺乏深入的分析。与其他分析方法相比,随机前沿分析虽然需要设定参数,但是它对于技术效率原因的解釋更加合理,比较适合研究农业生产技术效率问题。因而,利用 1998—2010

年中国 30 个省份的投入与产出的面板数据,本文采用随机前沿分析方法来测算中国农业生产的技术效率。在此基础上,本文将进一步分析自然、生产和社会环境对农业效率的影响以及不同区域技术效率显示出的收敛特征。

## 二、数据说明和理论分析

### (一) 数据来源和说明

广义的农业包括了农、林、牧、渔四个部门,但是林业、牧业、渔业投入的土地面积很难精确地统计,并且这些部门之间的生产效率无法直接进行比较,因此以狭义的农业即种植业作为研究对象(以下同),具体包括粮食作物、经济作物、饲料作物和绿肥等农作物。为了分析中国农业生产技术效率的情况,本文利用 1998—2010 年全国 30 个省份农业投入产出面板数据进行分析(西藏数据不全)。产出变量为农业总产值,由于农业中间消耗涵盖了农业生产中绝大多数物质费用,所以将中间消耗作为物质费用的投入。对于物质费用中中间消耗没有包括的部分:如农业机械、役畜等设置为效率的影响因素。土地投入采用农作物播种面积,劳动力投入选用种植业从业人数。中间消耗\*及农作物播种面积数据来自于历年《中国统计年鉴》及《中国农村统计年鉴》,从业人数通过以下公式估算得到:从业人数 = 第一产业从业人口 - 国有林业单位在岗年末人数 - 渔业人口 - (牧业人口 + 半牧区牧业人口/2),相应的统计人数分别来自于《中国林业统计年鉴》、《中国畜牧业年鉴》和《中国渔业统计年鉴》。同时,为了剔除价格变化的影响,对所有的数据按相应价格指数换算成 2004 年的不变价格。对于影响农业生产技术效率的因素:城市化水平来自于《中国人口统计年鉴》,人均贷款来自于《中国农业发展银行统计年鉴》,产业化水平来

自于《中国乡镇企业统计年鉴》。其他影响因素如播种比例、有效灌溉率、水土流失治理比例、机械化水平、役畜比例,政府投入强度、受教育年限等,均来自于历年的《中国统计年鉴》和《中国农业年鉴》。

### (二) 模型与变量说明

1. 随机前沿生产函数与变量说明。随机前沿分析方法最早由 Farrel 在 1957 年提出,随后得到了众多学者的发展。通常认为 Meeusen (1977)、Aigner (1977) 和 Battese (1977) 的成果标志着随机前沿技术(SFA)的诞生。在早期的研究中,随机前沿分析主要应用于横截面数据,Kumbhakar (1991) 和 Battese (1995) 等将其发展应用于面板数据。

建立具体的随机前沿面模型时,首先需要考虑设定生产函数形式。本文选取了形式最为灵活的超越对数生产函数模型\*\*,该模型的函数形式为:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln F_{it} + \beta_3 \ln M_{it} + \beta_4 T + \\ & \frac{1}{2} \beta_5 (\ln L_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_6 (\ln F_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_7 (\ln M_{it})^2 + \\ & \frac{1}{2} \beta_8 T^2 + \frac{1}{2} \beta_9 \ln L_{it} \ln F_{it} + \frac{1}{2} \beta_{10} \ln L_{it} \ln M_{it} + \\ & \frac{1}{2} \beta_{11} \ln F_{it} \ln M_{it} + \beta_{12} T \ln L_{it} + \beta_{13} T \ln F_{it} + \\ & \beta_{14} T \ln M_{it} + V_{it} - U_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

\* 中间消耗(中间投入)是指农林牧渔业生产经营过程中所消耗的货物和服务的价值,包括物质产品消耗和非物质性服务消耗。物质产品消耗是指农林牧渔业生产过程中所消耗的各种物质产品的价值,包括外购的和计入总产出的自给性物质产品消耗,如种籽、饲料、肥料、农药、燃料、用电量、小农具购置、原材料消耗等;支付物质生产部门的各种服务费包括修理费、生产用外雇运输费、生产用邮电费等,以及其他物质消耗;非物质性服务消耗是指支付给非物质生产部门的各种服务费,如畜禽配种费、畜禽防疫医疗费、科研费、旅馆、车船费、金融服务费、保险服务费、广告费等(农林牧渔业中间消耗核算方法,国家统计局厦门调查队 2012-05-02)

\*\* 1973 年,克里斯滕森、乔根森和劳伦斯提出“超越对数生产函数”的计量方法,用其来度量生产率。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投入的相互影响、各种投入技术进步的差异及技术进步时间的变化等,提高了生产率增长率的估计精度(引自孟令杰)

其中,  $Y$  表示各地区农业总产值,  $L$  为各地区农业从业人数,  $F$  为各地区投入的中间消耗,  $M$  为各地区农作物播种面积,  $T$  为时间变量;  $V_{it}$  为随机变量, 服从正态分布  $N(0, \sigma_v^2)$ , 用于测度误差及各种不可控制的随机因素, 例如天气等;  $U_{it}$  独立于  $V_{it}$ , 是非负随机变量, 反映生产的无效程度, 通常假定  $U_{it}$  服从均值为  $m_{it}$ 、方差为  $\sigma_u^2$  的半正态分布<sup>\*</sup>;  $\beta_k$  ( $k=0, 1, \dots, 14$ ) 为待估参数。  $m_{it}$  为效率损失函数, 其测度模型为:

$$m_{it} = \delta_0 + \sum_j \delta_j X_{jit} \quad (2)$$

其中,  $X_{jit}$  表示影响生产单位  $i$  的技术效率的第  $j$  个变量,  $\delta_0$  为常数项。  $\delta_j$  是待估参数, 其取值反映了变量  $j$  对技术效率的影响程度, 负的取值表示变量  $j$  对技术效率存在正的影响, 正的取值表示变量  $j$  对技术效率存在负的影响。

对主要变量进行简单的统计分析, 得到结果如表 1 所示。

表 1 生产函数中主要变量的统计分析

项 目	最大值	最小值	均 值	标准差	变异系数
Y( 亿元)	2971. 83	28. 30	651. 57	504. 38	0. 77
L( 万人)	3525. 11	32. 59	955. 20	754. 66	0. 79
F( 亿元)	1233. 63	11. 54	233. 15	195. 46	0. 84
M( 万公顷)	1424. 87	29. 50	518. 77	348. 43	0. 66

从表 1 可以看到, 变量  $F$  的变异系数最大, 说明农业的中间消耗的变化幅度在所有投入要素中最大; 变量  $M$  的变异系数最小, 说明在 1998—2010 年农业播种面积相对比较稳定; 变量  $Y$  和  $L$  的变异系数处于中等水平, 相对于具有较大数值的均值来说, 其变化程度并不剧烈, 说明各地区农业生产的总产值和从业人员数变化比较缓慢。

2. 技术效率损失函数与变量说明。影响农业生产技术效率的因素很多, 根据农业生产的特点, 本文将影响农业生产效率的因素分为自然环境、生产环境和社会环境。从自然环境来看, 主要考虑随机不可控的气候条件和自然灾害的影响, 这些因素提供了农业生产的光、热、水等最基本的资源。具体包括, 播种比例(  $BL$  )、水土流失比例(  $ZB$  )、水灾比例(  $SZ$  )、旱灾比例(  $HZ$  )、年均气温(  $PQ$  )、年均日照(  $PR$  )、年均降雨(  $PJ$  ), 气温、日照和降雨这些指标不易直接求得, 而以省会城市的指标代替。

从生产环境来看, 主要考虑农业基础设施的建设情况和机械化水平, 反映了各地区在改善农业生

产环境的成果, 主要考虑生产性投资(  $ST$  )、役畜比例( 头/百 户 )、人均机械动力(  $LD$  )、水电比例(  $SB$  )、有效灌溉率(  $GL$  )、除涝比例(  $CL$  ) 等。人均动力是农机总动力与种植业从业人员数的比值, 其值越大, 机械化水平越高。水电比例是单位耕地上乡村办水电站发电能力, 反应了农村小水电的建设情况。有效灌溉率和除涝比例反映了对农用水资源的综合利用能力以及对涝灾有效处理程度。

从社会环境来看, 主要考虑财政、金融制度体系对农业生产的扶持力度和社会的发展程度, 用受教育年限(  $PE$  )、收入结构(  $SJ$  )、农业投入强度(  $TR$  )、人均农业贷款(  $RD$  )、城市化水平(  $CS$  )、产业化水平(  $CY$  ) 等指标表示。这些变量反映了经济、社会、政治等各种因素对农业生产的影响。技术效率损失函数可表示为:

$$m_{it} = \delta_0 + \delta_1 LG_t + \delta_2 ZL_t + \delta_3 SZ_t + \delta_4 HZ_t + \delta_5 PQ_t + \delta_6 PR_t + \delta_7 PJ_t + \delta_8 ST_t + \delta_9 YX_t + \delta_{10} LD_t + \delta_{11} SB_t + \delta_{12} GL_t + \delta_{13} CL_t + \delta_{14} PJ_t + \delta_{15} TR_t + \delta_{16} RD_t + \delta_{17} SJ_t + \delta_{18} CS_t + \delta_{19} CY_t \quad (3)$$

式( 1) 和( 3) 中的未知参数可由最大似然法联

<sup>\*</sup> 1977 年, 艾格纳、洛夫和施密特在  $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$  且  $u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2)$  的假设条件下, 得到了随机前沿生产函数参数的极大似然估计。假设  $u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2)$  表明  $u_i$  是独立同分布的半正态随机变量, 也就是说, 每个  $u_i$  的概率密度函数都是均值为零, 方差为  $\sigma_u^2$  的正态概率密度函数的截断形式

立估计出来。令:

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2, \gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2} \quad (4)$$

参数  $\gamma$  反映了复合扰动项中技术无效项所占的比例,其取值在 0 到 1 之间。当  $\sigma_v^2$  趋近于 0 时, $\gamma$  便趋近于 1,表明前沿生产函数的误差主要来源于随机变量  $U$ ,说明生产单位的实际产出与可能的最大产出之间的差距主要来自于技术的非有效性。当  $\sigma_u^2$  趋近于 0 时, $\gamma$  值趋近于 0,表明生产单位的

实际产出与可能的最大产出之间的差距主要来自于统计误差。

Battese 和 Coelli 还给出了技术效率的表达式,生产单位  $i$  在第  $t$  年的技术效率为:

$$TE_{it} = E(y_{it} | U_{it}, X_{it}) / E(y_{it} | U_{it} = 0, X_{it}) \quad (5)$$

如果  $U_{it} = 0$ ,即没有效率损失时, $TE_{it} = 1$ ,生产单位  $i$  处于完全技术效率状态;如果  $U_{it} > 0$ ,则  $0 < TE_{it} < 1$ ,此时生产单位  $i$  为技术非效率。

三、参数估计与结果分析

(一) 随机前沿生产函数分析

产函数进行估计,参数估计结果如表 2 所示。

本文采用随机前沿分析软件 Frontier 4.1 对生

表 2 随机前沿生产函数估计结果

解释变量	待估参数	估计值	解释变量	待估参数	估计值
常数项	$\beta_0$	352.036 ***	$\ln L_{it} \ln F_{it}$	$\beta_9$	-7.733 ***
$\ln L_{it}$	$\beta_1$	9.800 ***	$\ln L_{it} \ln H_{it}$	$\beta_{10}$	7.683 ***
$\ln F_{it}$	$\beta_2^*$	-243.911 ***	$\ln F_{it} \ln H_{it}$	$\beta_{11}$	-83.004 ***
$\ln H_{it}$	$\beta_3$	159.698 ***	$TL \ln L_{it}$	$\beta_{12}$	0.007*
$T$	$\beta_4$	-70.498 ***	$TL \ln F_{it}$	$\beta_{13}$	30.619 ***
$(\ln L_{it})^2$	$\beta_5$	-0.003	$TL \ln H_{it}$	$\beta_{14}$	-30.624 ***
$(\ln F_{it})^2$	$\beta_6$	78.502 ***	LR		1240.527
$(\ln H_{it})^2$	$\beta_7$	4.394 ***	$\gamma$		0.872 ***
$T^2$	$\beta_8$	0.000			

注: \*、\*\* 和 \*\*\* 分别表示通过 10%、5% 和 1% 水平的显著性检验。下同

从表 2 可知,三种投入变量的回归系数基本上能在 10%、5% 和 1% 显著性水平下通过检验,说明方程拟合性较好,能合理地解释中国农业生产的技术效率问题,单侧 LR 统计量在 1% 的水平下显著,说明方程的误差项有明显的复合结构。另外,复合扰动项中技术无效项所占的比例  $\gamma = 0.872$ ,且在 1% 显著水平下通过了 t 检验,这说明,复合扰动项的变异主要来自于技术的非效率  $U$ ,而只有 12.8% 来自于统计误差等外部影响,因此采用随机前沿技术比较合适。

(二) 技术效率损失估计结果

表 3 给出了估计随机前沿生产函数时得到的技术效率损失模型估计结果。

对于表 3 中农业技术效率的影响因素,从自然

环境可以得出如下分析结果:播种比例(LG)的系数为正且通过了 5% 水平的显著性检验,说明生产规模和技术效率存在一定的负相关。也说明地广人稀的西部地区农业效率还有提高的潜力。水土流失治理比例(ZB)为正且通过了 1% 水平的显著性检验,说明水土流失问题确实对农业产生了一定的负面影响。水灾比例(SZ)为负且高度显著,说明洪涝发生以后,只要积极采取各种措施补救、处置得力,对生产效率并不会产生太大的损失。对于影响农业生产的气候条件,如年均日照时间(PR)系数为正,且比较显著,说明日照时间的延长,并不能显著提高农业生产效率,根据相关资料可知,我国玉米、水稻、大豆等短日照植物产量面积大大超过小麦、大麦、油菜等长日照植物,因此,对于具有

不同日照特性的农作物,应适当调整其日照时间以符合其生长特性; 年均降雨量( PJ) 的系数小于零但显著性一般,说明适量的雨水对农业生产有益。

表 3 技术效率损失模型参数估计结果

解释变量	待估参数	估计值	解释变量	待估参数	估计值
常数项	$\delta_0$	1.650 ***	LD <sub>it</sub>	$\delta_{10}$	0.039 *
BL <sub>it</sub>	$\delta_1$	0.025 **	SB <sub>it</sub>	$\delta_{11}$	-0.001 ***
ZB <sub>it</sub>	$\delta_2$	0.239 ***	GL <sub>it</sub>	$\delta_{12}$	-1.480 ***
SZ <sub>it</sub>	$\delta_3$	-0.056 ***	CL <sub>it</sub>	$\delta_{13}$	-0.804 ***
HZ <sub>it</sub>	$\delta_4$	0.000 ***	PE <sub>it</sub>	$\delta_{14}$	0.047
PQ <sub>it</sub>	$\delta_5$	0.000 ***	TR <sub>it</sub>	$\delta_{15}$	2.565 ***
PR <sub>it</sub>	$\delta_6$	0.361 ***	RD <sub>it</sub>	$\delta_{16}$	0.0001 **
PJ <sub>it</sub>	$\delta_7$	-0.133 *	SJ <sub>it</sub>	$\delta_{17}$	-1.730 ***
ST <sub>it</sub>	$\delta_8$	0.000 ***	CS <sub>it</sub>	$\delta_{18}$	-0.016 ***
YX <sub>it</sub>	$\delta_9$	0.001 ***	CY <sub>it</sub>	$\delta_{19}$	0.000

影响效率的生产环境因素除了人均机械动力( LD) 显著性一般,其余都非常显著: 生产性投资( ST) 系数非常显著但数值较小,说明其对生产效率影响并不明显。役畜比例( YX) 的系数高度显著,但是系数较小,说明役畜作为中国农业生产传统的动力来源,在现代农业生产中的地位在逐渐弱化。人均机械动力( LD) 对效率产生了负面影响,这说明我们在农业生产中应该合理地提高现有农业机械的使用效率,要减少盲目地投入和使用。水电比例( SB)、有效灌溉率( GL) 和除涝比例( CL) 这三项因素都为负且高度显著,说明提高农村小水电的发电能力、加强对易涝土地的治理、特别是提高耕地的灌溉水平,能够有效地提高农业生产效率。

从社会环境来看: 教育年限( PE) 的系数并不显著,可能的原因在于: 教育程度较高的农民并没有直接参与农业生产,可能从事建筑业、运输业、农产品加工等其他行业。农业投入强度( TR) 的系数为正且高度显著,说明尽管部分地区政府财政预算中农业支出比例较大,但如果不合理有效地使用,并不能对农业效率产生积极影响,这还说明一味地增加地方政府对农业的投入,并不能提高生产效率。人均农业贷款( RD) 高度显著但系数较小,说明农业金融支持体系对农业生产有正面的影响,而且要不断加大这种扶持力度,特别是提高政策性贷款的比例和额度。城市化比例( CS) 极其显著且数

值较大,说明城市的发展一方面占用了农村的耕地、水和劳动力资源,另一方面带来了工业经济产生的资本、技术和管理经验,而这种变化对农业产生了积极正面的影响。产业化水平( CY) 的系数并不显著,说明中国乡镇企业的发展,在一定程度上并没有以种植业的农产品作为生产对象,这可能源于农产品生长周期长、运输不便以及获利水平较低等不利条件。这需要政府在政策上增加对从事农产品加工业的乡镇企业进行支持。

( 三) 技术效率的地区差异分析

土地是最重要的生产资料,在中国农业生产中,人多地少的矛盾最突出。通过对 1998—2010 年中国各地区农业生产技术效率及耕地面积进行地区差异的分析,能够更加准确地了解省际农业生产效率的耕地利用情况。如图 1 所示,在横轴以 300 和 700 为界限可以将各省份投入耕地面积分为: 低投入、中投入和高投入。在纵向上可以将效率值低于 0.80 的划分为低效率,0.8~0.9 为中效率,0.9 以上为高效率。通过以上方法可以将全国 30 个省份分为 9 种类型,其中一些有代表意义的省份值得重点研究: ( 1) 山东、四川和河南属于高效率、高投入类型,这与刘玉海( 2011) 的结论相似。这几个省份代表了全国农业生产效率的较高水平,这些地区可以通过增加投入,提高农产品产量来实现“高产型”农业。( 2) 内蒙古属于高投入

但效率不高的省份,该区土地平整、土壤肥沃,在农业生产上大有潜力可挖,具有较大的效率提升空间,适合规模化、集约化生产,可以大力发展“机械型农业”。(3) 北京、上海和天津属于低投入、高效率的类型,这些地区消费能力强、城市化水平较高,

但耕地资源有限,不能盲目地通过增加化肥、种子、农药等资源来发展农业,可以借鉴日本、以色列等国家的经验,合理利用土地资源,通过精耕细作实现“生态型”农业发展模式,亦可利用本地市场消费能力强的优势,发展“休闲观光型”农业。

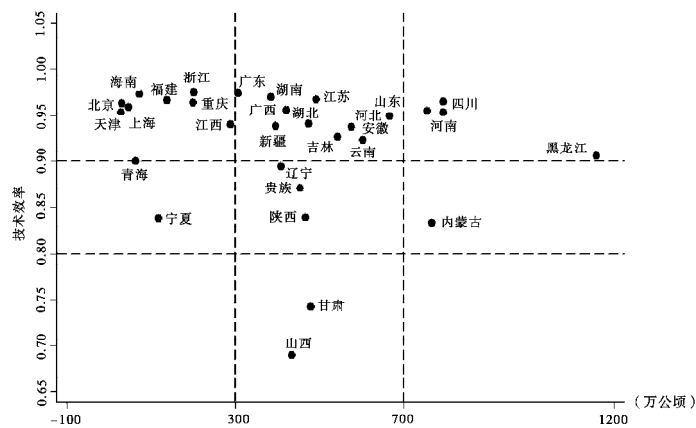


图 1 1998—2010 年各省份平均农业技术效率及耕地面积

为进一步分析技术效率的地区间差异,根据图 1 中各省份效率高低程度,可以将全国 30 个省份划分为三类区域,其分析结果如表 4 所示。

表 4 技术效率区域分布结果

I 类区域 (0.9~1.0)	II 类区域 (0.8~0.9)	III 类区域 (0.6~0.8)
北京、天津、吉林、黑龙江、河北、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、云南、新疆	内蒙古、辽宁、贵州、陕西、青海、宁夏	山西、甘肃、

第一类地区包括 22 个省份,这 22 个省份的 13 年平均技术效率为 0.953,明显高于全国 30 个省份 0.919 的平均水平,可以称之为“农业发达地区”,这类地区包括了传统的农业大省和东部沿海的农业发达地区,说明这些省份已经掌握并推广了相对先进的农业生产技术,由于这类地区已经接近或达到生产前沿,它们在农业产出实现较大提升的空间和可能性不大。其中,技术效率最高的是浙江(0.975),最低的是黑龙江(0.906)。

第二类地区包括 6 个省份,这 6 个省份都是传统的牧业大省,其 13 年平均技术效率为 0.862,可以称之为“农业中等发达地区”,它们面临的共同

问题是如何实现农、林、牧、渔业的协调发展,与其他省份相比,它们在种植业的投入及产出相对较少,由于地广人稀,这些地区对现有生产技术还没有实现充分利用,先进农业生产技术进一步推广存在更多困难,因此应该进一步发挥其内在的生产潜力。其中,技术效率最高的是青海(0.90),最低的是内蒙古(0.833)。

第三类地区包括山西、甘肃两个省份,它们的平均技术效率为 0.715,大大低于第二类地区,称之为“农业欠发达地区”。这类地区在资源禀赋、农业生产条件、财政支农等“自然因素”和“社会因素”跟发达地区相比还存在不小的差距。

四、农业技术效率的收敛性分析

目前,在有关收敛性的研究文献里,比较常见的是 $\beta$ 收敛,它又可以进一步分为条件 $\beta$ 和绝对收敛,其实质是不同经济体的指标向样本中有代表性的个体集聚。但是 $\beta$ 收敛并不能有效地区分各个经济体在总体中所占的比例,因此弗里德曼(1992)和奎阿(1996)提出了 $\sigma$ 收敛,可以进一步测量含有人均收入的截面数据的离差是否呈现缩小的趋势。除此之外,还有随机收敛和俱乐部收敛等,前者通过验证不同经济体人均收入之间是否存在单位根或者共同时间趋势来确定随机收敛成立与否,在检验上需要较长的时间序列数据,后者主要考察那些经济结构相同、初始条件也相互接近的经济体之间是否会最终达到均衡稳定的状态。有关收敛性的类型,唐文健(2009)做出了较详细的综述。由于本文研究序列的时间长度有限,而且全国不同的省份之间的农业资源禀赋条件和制度政策环境存在较大的差异,因此采用 $\sigma$ 收敛分析包含权重的截面技术效率的差异变化的水平趋势,再通过绝对 $\beta$ 收敛进行进一步检验,首先,可以假设:

$$\sigma = \left\{ \frac{[\sum (X_i - \bar{X})^2 P_i]}{\sum P_i} \right\}^{1/2} \quad (6)$$

其中 $X_i$ 为样本的实际值, $\bar{X}$ 为均值,此式可以考虑不同经济的异质性,比如说人口规模的差异,而本文使用了各地区农业总产值 $Y_i$ 作为权重指标。根据上文中聚类分析的地区划分,将全国、发达地区、中等发达地区及欠发达地区的 $\sigma$ 收敛趋势描述如下:

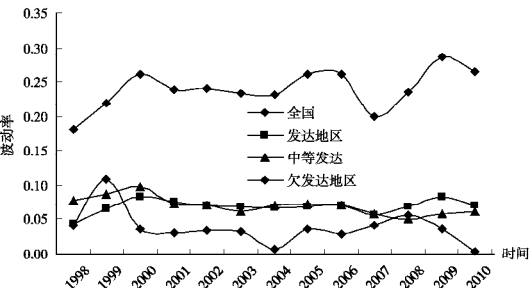


图2 各区域的技术效率的 $\sigma$ 收敛趋势图

从图2可以看到,1998—2001年全国各个地区的技术效率水平差距在不断扩大,而2006年出现了一个比较明显的回落,之后 $\sigma$ 值又再次上升,

但是没有达到观察期内的最高水平。农业发达地区的曲线则比较平稳,从1998年以后一直缓慢上升,到了2006年左右达到历史高点,随后缓慢下降,而中等发达地区的曲线一直处于下降趋势,并且随着时间的推移,下降的趋势更加明显,欠发达地区1999年出现了急剧的上升,2000年又及时的回落,到了2005年达到了历史最低水平,然后缓慢地回升。

为了对图2中的趋势进行更精确的分析,可以通过 $\beta$ 检验对各地区的 $\sigma$ 收敛状况进一步检验,通常所使用的模型为:

$$\sigma_{TE_{it}} = \alpha + \beta t + u_{it} \quad (7)$$

其中 $\sigma_{TE_{it}}$ 为技术效率的标准差, $\alpha$ 为截距项, $t$ 为时间趋势, $u_{it}$ 为随机扰动项, $\beta$ 为系数。如果 $\beta < 0$ 并且在统计上显著,则说明农业技术效率水平差异在逐年缩小,存在技术效率的水平收敛;如果 $\beta > 0$ 并且在统计上显著,则说明农业生产率水平差异在逐年扩大,存在技术效率的水平发散;如果 $\beta = 0$ ,则说明农业生产率水平差异一直维持原有水平。根据图形所表现出来的趋势,分地区分阶段做出相应的回归检验,检验结果见表5。

表5  $\sigma$ 收敛性的 $\beta$ 值检验

地区	全国	发达地区	中等发达地区	欠发达地区
$\beta$ 值	0.514 **	0.283	-0.770 ***	0.411 *

从收敛结果可以看到,全国的技术效率水平呈现明显的非均衡性,其地区间的差异在1998—2010年一直在不断的拉大且非常明显,这说明现有的农业先进技术,并没有在这段时间得到很好的扩散和推广。农业发达地区和中等发达地区的差异则出现了非常大的变化,在农业发达地区,由于各地区技术效率的差别没有呈现明显发散或者收敛趋势。在中等发达地区,地区间的差异不断缩小。在农业欠发达地区,技术效率的地区差异也在减小,但趋势不是非常明显。这些情况说明“农业税”的废除、“社会主义新农村建设”等财政支农惠农政策通过统筹城乡发展,推进了城乡一体化,协调了城乡基础设施、优化了农业公共服务设施,使

农业资源得到了有效的配置。

## 五、简要结论及政策建议

运用随机前沿分析方法,本文对 1998—2010 年全国 30 个省份农业生产的平均技术效率的波动趋势进行了描述,分析了对地区间的技术效率的差异及产生原因,并对聚类地区的技术效率收敛性进行了分析,得出了以下几点简要结论:第一,1998—2010 年中国农业生产的平均技术效率达到 0.919,其中农业发达地区保持了较高的效率水平,中等发达和不发达地区效率却在下降。因此对于不同的区域应该采取不同的办法:对于农业发达地区,技术效率提高空间有限,应该引入“新技术”来使生产前沿发生上移,特别是良种培育等关系到国家粮食安全和农业生产安全的技术。从而促进整个农业稳定增长;对于中等发达和不发达地区,则应该通过发掘现有的资源潜力,实现农业的“有效产出”,缩小和发达地区之间的差距。第二,农业基础设施的投入对于农业技术效率的影响非常显著,通过加大农村小水电的建设力度、提高耕地的有效

灌溉水平、治理水土流失、积极采取除涝措施和提高机械化水平都能够有效提高技术效率水平以及抵御各种自然灾害的能力。因此应该加快构建强化农业基础设施建设的长效机制,推进中低产田的改造和节水灌溉农业工程,提高综合生产能力。第三,研究期内部分地区的技术效率呈现收敛的趋势,说明一定的制度、政策的安排能够实现农业生产的“均衡发展”。因此要建立对农业的长期保护机制,在财政安排上,对农业不发达地区进行倾斜,提高支农资金使用效率,不断扩大公共财政覆盖农村的范围;在金融政策上,继续发挥农业发展银行对农业生产的扶持作用,提高政策性贷款的比例,大力支持农副产品的收购、储备和加工体系;在产业引导上,要加快培育成长性好、带动性强的农产品加工企业,研究实现农产品加工业的税收减免政策。

## 参考文献

1. Meeusen, Meeusen, W. and J. van den Broeck: Efficiency Estimation From Cobb - Douglas Production Function with Composed Error, *International Economic Review*, 18: 435 ~ 444, 1977
2. Aigner, Aigner, D. J.; C. A. K Lovell. and P. Schmidt: Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models, *Journal of Econometrics*, 6: 21 ~ 37, 1977
3. Battese, G. E. and Corra, G. S.: Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia, *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21(3): 169 ~ 179, 1977
4. Kumbhakar, S. C.; S., and Guckin, J. T. McGhosh: A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U. S. Dairy Farm, *Journal of Business and Economic Statistics*, 9: 279 ~ 286, 1991
5. Battese, G. E. and Coelli, T. J.: A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Production Frontier for Panel Data, *Empirical Economics*, 20: 325 ~ 332, 1995
6. Christensen, L. R., Jorgensen, D. W. and Lau, L. J.: Transcendental logarithmic production frontiers, *Review of Economics and Statistics*, 55: 28 ~ 45, 1973
7. 孟令杰. 中国农业产出技术效率动态研究. *农业技术经济* 2000(5)
8. 韩晓燕, 翟印礼. 中国农业生产率的地区差异与收敛性研究. *农业技术经济* 2005(6)
9. 匡远凤. 技术效率、技术进步、要素积累与中国农业经济增长——基于 SFA 的经验分析. *数量经济技术经济研究* 2012(1)
10. 蒋和平, 辛岭. 建设中国农业现代农业的思路与实践. 中国农业出版社 2009
11. 钟甫宁. 农业政策学. 中国农业出版社 2011(4)
12. 刘玉海, 武鹏. 转型时期中国农业全要素耕地利用效率及其影响因素分析. *金融研究* 2011(7)

(作者单位: 田伟: 湖南农业大学商学院, 长沙, 410128;

柳思维: 中南大学商学院, 长沙, 410083)

责任编辑: 吕新业



## MAIN CONTENTS

How Many World's Agricultural Resources China Use Nowadays ..... *MA Xiaohe and HUANG Pei*( 4)

By importing agricultural products , China can save a large number of cultivated land resources. Based on the net imports of main crops in recent years , considering China's agricultural planting level , net import agricultural products has been saved nearly 18% of the total cultivated land for our country between 2001 and 2010 , which was about 420 million mu on average. In nearly three years , this trend is rising.

Analysis of Chinese Agriculture's Regional Difference in Technical Efficiency and Convergence

..... *TIAN Wei and LIU Siwei*( 11)

Using the panel data of the out-input in the 30 major provinces from 1998 to 2010 , the author paper computed computes and analyzed analyzes the technical efficiency of Chinese agriculture by constructing the function model on Stochastic Frontier Production. The result shows that , the average technical efficiency of China is rather high , and shows a certain degree of volatility , the significant differences in technical efficiency become wider among different regions , each zones shows different trend of convergence by clustering analysis. Producing environment and social environment have significant effects on efficiency.

From Nurturing Industry by Agriculture to Nurturing Agriculture: A Discussion on Long-term and Short-term Implications of Agricultural Subsidy ..... *CHEN Chibo JIANG Xilin and LV Mingxia*( 19)

From the stage of nurturing industry by agriculture , China's economic development has been entered the stage of nurturing agriculture , while facing the problem of rural poverty. According to the basic judgment based on the current resource situation , promoting production should be made as main target of agricultural subsidy. This paper make use of growth theory and general equilibrium model to analyze the short-term and long-term effects of agricultural subsidies , and draw a conclusion that market price support and production-linked subsidies can promote output and producer income in the short-term , but in long-term it only generate income effect. Besides , Long-term producer support is too heavy a burden of public spending and cause a loss of economic efficiency. Therefore , this paper claims that in the short-term agricultural subsidy should aim at production target , and focus of the agricultural subsidy should be shifted to general service support in a planned way.

Analysis on the Reasons of the Fluctuation of Pig Production in China

..... *WANG Mingli and XIAO Hongbo*( 28)

Reflections on Using Modern Market Economy Philosophy and Approach to Promote Chengdu

Municipal Modern Agriculture's Leap Forward Development ..... *XIE Ruiwu*( 33)

The Impact Mechanism Analysis to the Development of Farmers' Cooperatives from Rural

Class Differentiation ..... *ZHAO Xiaofeng and HE Huili*( 38)

The different farmers' classes who have the different demands of interests have different attitudes to farmer's cooperatives. Since the implementation of the household responsibility system , rural class differentiation is increasingly evident. Only understanding in-depth the characteristics of rural class differentiation and its impact mechanism to farmer cooperatives , in order to better understand the complex development reality of farmers' cooperatives.

Institutional Analysis on the Cooperation Dilemma of Rural Water Conservancy: A Case

Study of the WUA in Fujian Q County ..... *CAI Jingjing*( 44)

Due to the increasing financial burden and inefficient management , the dilemma of rural water