

· 经济与管理前沿探索 ·

农业生产率增长源泉、瓶颈及影响因素

——基于南方五省水稻种植户的实证分析

孙良斌, 方向明

(中国农业大学 经济管理学院, 北京 100083)

摘要: 基于2008-2012年南方五省水稻种植户的调查数据, 运用DEA-Malmquist和分位数回归模型实证分析了中国农业生产率增长源泉、瓶颈及影响因素。实证结果表明: 中国农业生产率增长的源泉主要是规模效率和技术进步, 制约瓶颈是农户的纯技术效率; 农户的文化程度、劳动投入和播种面积对经营大户有显著的正影响, 而对经营小户影响不显著。因此, 为提升我国农业生产效率, 国家应采取支持适度规模经营、加大农业科技投入、完善农业科技成果转化等政策措施, 把规模经营和科技进步作为我国农业生产率增长的主要驱动力; 而且亟需加强农村人力资本培育、农业技术推广和社会化服务来弥补农户纯技术效率低下这块短板。

关键词: 农业生产率; DEA-Malmquist模型; 分位数回归模型

中图分类号: F242

文献标志码: A

文章编号: S2016-0473(2017)02-0022-09

doi: 10.19366/j.cnki.1009-055X.2017.02.003

一、引言

如何提升农业生产率是学术界和政府部门长期关注的热点问题。早在1957年Farrell就提出了全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)的概念, 为我们研究农业生产率提供了有效的衡量指标。全要素生产率可进一步分解为技术效率、技术进步和规模效率, 现已形成较为完整的全要素生产率分析框架(Battese & Coelli, 1995; Karagiannis, 2002; Coelli & Prasada Rao, 2003; 曾萍、吕迪伟, 2014; Bartelsman et al., 2013)。^[1-5]

中国人多地少, 粮食安全问题长期以来一直受到重大关注。提高粮食产量除了增加农业生产要素投入外, 提高农业生产率水平是必然选择。因此, 学术界对如何提升我国农业生产率增长进行了长期深入研究, 取得了丰硕的理论成果, 主要体现在:

一是从体制和政策层面进行了深入研究。如林毅夫(1992), Kalirajan et al. (1996), Yu et al. (2012)等从体制层面进行了系统分析, 认为中国农业经营体制改革对中国农业生产率增长有显著影响^[6-8]; 同时, 从具体政策层面的研究也认为, 土地流转、农村劳动力转移、集体水管理, 水稻生产环节外包等政策因素对我国水稻生产率增长也有显著影响(Wan, G. H. and E. Cheng, 2001; 黎红梅、李明贤, 2009; 陈素琼、张广胜, 2012; 陈超、李寅秋、廖西元, 2012; 周宏、王全忠、张倩, 2014)。^[9-13]

二是利用不同方法从宏观区域层面进行了系统研究。如Xu and Jeffrey (1998)利用随机前沿生产函

收稿日期: 2016-10-18

作者简介: 孙良斌(1974-), 男, 湖南武冈人, 副教授, 博士生, 研究方向为农业经济与政策。方向明(1971-), 男, 浙江义乌人, 教授, 博士生导师, 教育部新世纪优秀人才, 研究方向为农业经济。

数和江苏省的横截面数据对水稻生产的技术效率进行测算和实证分析^[14]；张乐、曹静运用了随机前沿生产函数和30个省1991—2010年的面板数据测度了中国农业全要素生产率的变化及其分解^[15]；周宏、褚保金（2003）运用DEA方法^[16]，曾福生、高鸣（2012）运用SBM-Tobit模型^[17]，陈书章等（2012）以及黄金波、周波先（2013）以半参数和完全非参数随机前沿模型对中国不同省份不同时期的粮食生产率进行了估算、实证比较及对策分析。^[18-19]

但是，相对从体制政策和区域层面的研究成果，从微观农户层面的实证研究成果较少。代表性成果有：陈风波、丁士军（2007）运用柯布-道格拉斯生产函数模型和江苏、湖北的调查数据对农户生产技术效率进行了回归分析^[20]；陈海磊、史清华、顾海英（2014）运用生产函数和全国农村固定观察点2004—2010年山西农户调查数据进行了实证分析，发现农户的农业生产率对土地流转有显著影响^[21]；黄祖辉、王建英、陈志刚（2014）运用随机前沿生产函数和江西2011年325户稻农的微观数据研究了稻农水稻的生产技术效率，发现经营规模大的稻农生产技术效率显著较高。^[22]

农户是农业生产的微观主体，农户的投入产出行为直接关系到农业生产率的提升，而现有文献主要从体制政策和宏观区域层面进行了深入研究，这些研究成果难以反映出农户的农业生产投入产出行为，难以从农户层面提出有效的政策建议。为此，本研究主要利用农户调查的面板数据，通过实证分析来探讨中国农户的农业生产率水平和增长状况，试图揭示农户的农业生产率增长源泉、瓶颈和影响因素，为当前中国粮食生产面临生产成本“地板”、价格“天花板”双重挤压，资源“红灯”和补贴“黄线”双重约束^①的新形势下，如何制定有效的政策措施提升农业生产率，逐渐把农户的农业生产行为转变为“低投入、高产出、低污染、高效益”的资源节约型、环境友好型的农业生产方式，具有重要的现实意义。

本论文与现有文献相比：首次利用世界银行贷款生态家园项目的农户调查数据为样本进行了实证分析，为探讨中国农户的农业生产率增长提供了新证据；利用跟踪调查的微观数据考察了不同时期不同经营规模农户的农业生产率水平的动态变化；利用分位数回归模型分析了农户的农业生产投入要素对不同全要素生产率农户的影响差异，分位数回归模型较好地克服了因变量的异常值对参数估计的影响，估计结果更为稳健。

二、实证分析模型

本研究为了客观地估算出农户在不同时期的农业生产率水平，选择了非参数估计的数据包络分析（DEA）的CRS和VRS模型，这样可以避免传统Cobb-Douglas生产函数设定参数产生的估计偏差，而且还可以对多投入多产出进行评价（魏权龄、岳明，1989）。^[23]同时，为了探讨农户的农业生产率增长的源泉和瓶颈因素，文章利用Malmquist指数模型对农户的全要素生产率进行分解和动态测量。最后，文章还进一步利用分位数回归模型来检验农户的生产要素投入因素对不同生产率水平农户的影响程度，分位数回归模型可以较好地克服因变量的异常值对回归模型参数估计的影响，实证结果更为稳健。

（一）数据包络分析（DEA）的CRS和VRS模型

数据包络分析（Data Envelopment Analysis, DEA）是运筹学家Charnes, Cooper and Rhodes E. (1978)提出的^[24]，是通过数学规划评价多个同质决策单元DMU（Decision Making Units）之间的相对效率（Cooper, Seiford, Zhu, 2004）。^[25]因此，本文把农户作为决策单元（DMU），设 n 户农户，投入 k 种生产要素， m 种产出，其中， x_{nk} （ $x_{nk} > 0$ ）代表第 n 户农户第 k 种生产要素投入； y_{nm} （ $y_{nm} > 0$ ）代表第 n 户农户第 m 种产出量； θ （ $0 < \theta \leq 1$ ）代表技术效率； ε 为非阿基米德无穷小量； λ_n （ $\lambda_n \geq 0$ ）为第 n 户农

① 成本“地板”、价格“天花板”是指中国粮食生产成本，即“地板”在不断上升，国内粮食价格比国际市场价要高，接近“天花板”；资源“红灯”是指中国过度使用耕地和要素投入来生产粮食，带来农业资源退化、生态环境破坏，如化肥、农药超量使用、资源超载、环境透支。补贴“黄线”是指中国加入WTO时承诺，价格支持、农产品直接补贴等对贸易有较大扭曲作用的“黄箱补贴”不得超过产值的8.5%，据统计，中国“三农”财政补贴已经接近这条“黄线”。

户的权重,用来判断农户水稻种植规模效益情况; $s^- (s^- \geq 0)$ 为松弛变量,表示农户水稻生产到达 DEA 有效需要减少的投入量; $s^+ (s^+ \geq 0)$ 为剩余变量,表示农户水稻生产到达 DEA 有效需要增加的产出量,则农户水稻生产率测度的 DEA 模型为:

$$\begin{cases} \min(\theta - \varepsilon(\sum_{k=1}^k s^- + \sum_{m=1}^m s^+)) \\ s. t. \sum_{n=1}^n x_{nk} \lambda_n + s^- = \theta x_k \quad k = 1, 2, \dots, k \\ \sum_{n=1}^n y_{nm} \lambda_n - s^+ = y_m \quad m = 1, 2, \dots, m \\ \lambda_n \geq 0 \quad n = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

公式(1)是 DEA 在规模报酬不变下的 CRS (Constant Returns to Scale) 模型,当 $\theta = 1$ 时,表示决策单元农户的生产在最优生产前沿面上,农户水稻生产达到最优技术效率 TE (Technical Efficiency);当 $\theta < 1$ 时,则该农户水稻生产技术效率无效; θ 值越大,越接近 1,说明此农户水稻生产技术效率越有效率,反之越没有效率。如果投入要素的规模报酬是可变的,则为规模报酬可变的 VRS (Variable Returns to Scale) 模型,此时, $\sum_{n=1}^n \lambda_n = 1$ 作为约束条件引入模型。利用 VRS 模型可以把规模效率不变技术效率 $TE_{(CRS)}$ 分解为纯技术效率 PTE (Pure Technical Efficiency),即规模可变技术效率 ($TE_{(VRS)}$) 和规模效率 SE (Scale Efficiency) 的乘积,即 $TE_{(CRS)} = TE_{(VRS)} \times SE = PTE \times SE$ 。因此,用 VRS 测算技术效率 TE 可以比 CRS 模型获取更多有意义的效率结构信息。

(二) Malmquist 指数模型

Malmquist 指数是 Sten Malmquist (1953) 提出来的,利用径向距离函数的比率来测算生产率 (Fare et al., 1994),距离越近越接近生产可能性边界。^[26] Malmquist 指数测算出的 TFP 动态变化可分解为技术效率 TE 和技术进步 TC (Technological Change),在规模报酬可变的条件下,技术效率 TE 可以进一步分解为纯技术效率 PTE 和规模效率 SE,即 $TFP = TE \times TC = PTE \times SE \times TC$,可以分析农户水稻生产全要素生产 TFP 的贡献来源及提升的有效途径。

设第 n 户农户水稻生产投入向量为 x ,产出向量为 y ,在 t 和 $t+1$ 时期规模报酬不变下基于产出的距离函数分别为 $D_{oCRS}^t(x_n^t, y_n^t)$ 和 $D_{oCRS}^{t+1}(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})$,在规模报酬可变下分别为 $D_{oVRS}^t(x_n^t, y_n^t)$ 和 $D_{oVRS}^{t+1}(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})$ 。在规模报酬可变情况下,第 n 户农户水稻生产从 t 到 $t+1$ 时期的 Malmquist 生产率指数 $M_n(t, t+1)$ 为:

$$M_n(t, t+1) = TFP = \frac{D_{oCRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oCRS}^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_{oCRS}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oCRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_{oCRS}^t(x^t, y^t)}{D_{oCRS}^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$\text{其中, } TE = \frac{D_{oCRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oCRS}^t(x^t, y^t)}, TC = \left[\frac{D_{oCRS}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oCRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_{oCRS}^t(x^t, y^t)}{D_{oCRS}^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$PTE = \frac{D_{oCRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oVRS}^t(x^t, y^t)}, SE = \frac{D_{oCRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})/D_{oCRS}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oCRS}^t(x^t, y^t)/D_{oVRS}^t(x^t, y^t)}$$

$$\text{故有: } M_n(t, t+1) = TFP = TE \times TC = PTE \times SE \times TC \quad (3)$$

(三) 分位数回归模型

分位数回归是 Koenker & Bassett (1978) 提出的,是依据被解释变量的条件分位数进行回归,能较准确地估计出解释变量对被解释变量的变化范围和条件分布的影响,不易受到被解释变量异常值的影响,对误差项分布也没有经典最小二乘回归假设条件的要求,估计的参数系数更为稳健。^[27]

分位数回归分析,分位点越多越能够直观反映条件分布的全貌,但由于篇幅限制,本文仅选取具有代

表性的三个分位点（0.25、0.5、0.75）进行分位数回归分析，建立下列分位数回归模型：

$$Q_{TFP}(\tau | X = x) = x' \beta_{\tau} \quad (4)$$

其中， $Q_{TFP}(\tau | X = x)$ 为给定投入生产要素 X 时农户的全要素生产率 TFP 的条件 τ 分位数， β_{τ} 是对应 TFP 的第 τ 分位数投入要素 X 的回归系数，其估计值 $\hat{\beta}_{\tau}$ 可以通过最优化来求解：

$$\hat{\beta}_{\tau} = \operatorname{argmin} \left[\tau \sum_{y \geq x' \beta} |y - x' \beta| + (1 - \tau) \sum_{y < x' \beta} |y - x' \beta| \right] \quad (5)$$

其中， τ 是被解释变量 TFP 的分位点。通过公式（5）就可以估计出各个投入要素对不同全要素生产率农户的影响系数。

三、数据来源、指标选取及样本描述

（一）数据来源

本文数据首次使用世界银行贷款中国新农村生态家园富民工程项目的农户调查数据。该项目是由中国政府与世界银行合作开展实施，项目实施期为 2009—2014 年，项目省包括安徽、重庆、广西、湖南和湖北。为开展项目的影响评估，采用分层随机抽样的方法，选取样本户进行基线、中期和终期监测。在每个省抽取 3 个县，每个县抽取 3 个乡镇，每个乡镇抽取 5 个行政村，每个行政村随机抽取 12 个农户，在 5 个省、市、自治区共调查行政村 225 个，农户 2 700 户，通过 2009、2011、2013 年三轮跟踪调查共计收集了农户样本量 8 100 户。

为了使研究的农户与现有文献具有一致可比性，数据选取了样本中非参加生态家园项目的农户样本，删除异常值和缺失值，获得了 3 508 户农户样本。样本分布，其中安徽为 1 080 户，占 30.79%；重庆 808 户，占 23.03%；广西、湖南、湖北都是 540 户，占 15.39%。样本基本均匀分布在 5 个调查省份，具有较好的代表性。

（二）指标选取和说明

为考察农户的水稻生产率，本文参照了陈海磊、史清华、顾海英（2014）和黄祖辉、王建英、陈志刚（2014），^[21,22] 以及《中国统计年鉴》（2008—2013）^① 中农业生产投入产出的指标来选取投入产出指标变量，以及户主的特征变量，具体指标和定义如表 1 所示。

表 1 农户水稻生产投入产出指标变量及定义

指 标	变 量	单 位	定 义
投入指标 (Input)	劳动力投入	人	农户家庭大于 16 周岁在家参加水稻生产劳动的总人数
	播种面积	亩	农户经营水稻的总种植面积
	种子薄膜费	元	农户水稻生产购买种子和薄膜总费用
	机械畜力作业费	元	农户水稻生产的耕地、插秧、收割等机械和畜力作业的总费用
	农药化肥费	元	农户水稻生产购买农药化肥总费用
产出指标 (Output)	水稻总产量	公斤	水稻产出，包括双季籼稻的总产量

（三）样本描述性统计

本文选取 2008—2012 年水稻生产的农户样本，其投入要素成本和产出收入使用《中国统计年鉴》（2008—2013 年）^② 中农产品生产价格指数、农业生产资料价格指数和消费者价格指数（CPI）分别进行了平减。农户样本数据的投入产出及户主特征的描述性统计，如表 2 所示。

①② 国家统计局（编）：《中国统计年鉴》（2008—2013），中国统计出版社。

表2 2008-2012年农户水稻生产投入产出变量及农户特征描述性统计

指 标	变量	单位	样本量	均值	标准差	最大值	最小值
投入指标 (Input)	劳动力	人/户	3 508	3.906	1.403	8.000	1.000
	播种面积	亩/户	3 508	2.510	3.769	165.500	0.050
	种子薄膜费	元/亩	3 508	41.403	6.612	58.793	27.213
	机械畜力作业费	元/亩	3 508	126.895	23.798	220.000	44.170
	农药化肥费	元/亩	3 508	177.215	13.342	242.846	88.968
产出指标 (Output)	水稻产量	公斤/亩	3 508	446.463	13.547	625.000	114.754
户主特征	性别	男=1 女=0	3 508	0.996	0.306	1.000	0.000
	年龄	岁	3 508	51.909	11.156	72.000	26.000
	教育	年	3 508	6.068	2.779	15.000	0.000

注：数据来源于世界银行贷款中国新农村生态家园富民工程项目的农户调查数据。

四、实证结果分析

本文运用 DEAP2.1 软件对 DEA 和 Malmquist 指数进行求解,运用 stata12.1 软件进行了数据处理和分位数回归。实证结果如下:

(一) 农户水稻生产技术效率的 CRS 和 VRS 模型估计结果

为了估计农户水稻生产技术效率总体水平和生产要素投入状况,本文采用了规模报酬不变的 CRS 和规模报酬可变的 VRS 同时进行估计,以便进行比较分析获取更多的结构信息,估计结果如表 3 和表 4 所示。

表3 2008-2012年农户水稻生产技术效率 CRS 模型估计结果

指标变量		2008	2010	2012	均值	平均比率
技术效率 ($TE_{(CRS)}$)		0.584	0.593	0.597	0.591	—
产出不变可节约的投入 (Input-oriented DEA)	劳动力投入 (人/户)	1.010	0.218	0.333	0.550	17.76%
	播种面积 (亩/户)	0.116	0.008	0.003	0.042	1.67%
	种子薄膜费 (元/亩)	8.196	4.954	10.593	7.914	19.11%
	机械畜力作业费 (元/亩)	17.246	15.042	25.915	19.401	15.29%
	农药化肥费 (元/亩)	42.148	30.854	61.276	44.759	25.26%
投入不变可增加的产出 (Output-oriented DEA)	水稻产量 (公斤/亩)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注：节约投入平均比率 (%) = 要素节约均值/投入均值 $\times 100\%$, 产出增加平均比率 = 产出增加均值/亩均产出量 $\times 100\%$ 。“—”表示此栏不适用,不需填写。下表同。

从表 3 和表 4,可以发现:

农户的平均生产技术效率为 0.591,这表明我国农户的水稻生产技术效率总体还处在比较低的状态水平,存在较大的提升空间。而从规模报酬可变的 VRS 模型估计中可以看出,2008-2012 年纯技术效率一直处于递减状态,规模报酬一直处于递增状态,这表明了农户的纯技术效率 ($PTE_{(VRS)}$) 是制约农户技术效率提高的短板。

农户的生产要素投入存在较大的节约空间。其中:劳动力投入户平均可节约 4.89% ~ 17.76%;播种面积平均每亩可节约 1.67% ~ 4.01%;种子薄膜费用平均每亩可节约 19.11% ~ 20.92%;机械畜力作业费平均每亩可节约 15.29% ~ 17.79%;农药化肥费用平均每亩可节约 25.26% ~ 26.59%。这些表

明我国农户的水稻生产主要依靠高要素投入获取高产出，是粗放型的生产方式。农户过度的农药化肥投入，不仅破坏了农业生态环境，而且制约了农业生产效率的提高。

表4 2008—2012年农户水稻生产技术效率 VRS 模型估计结果

指标变量		2008	2010	2012	均值	平均比率
技术效率（ $TE_{(CRS)}$ ）		0.584	0.593	0.597	0.591	—
纯技术效率（ $PTE_{(VRS)}$ ）		0.640	0.638	0.626	0.635	—
规模效率（SE）		0.913	0.929	0.959	0.934	—
规模报酬状态		IRS	IRS	IRS	IRS	—
产出不变可节约 的投入（Input－ orientated DEA）	劳动力投入（人/户）	0.286	0.149	0.134	0.190	4.86%
	播种面积（亩/户）	0.279	0.013	0.010	0.101	4.01%
	种子薄膜费（元/亩）	13.196	4.199	8.591	8.662	20.92%
	机械畜力作业费（元/亩）	30.690	13.775	23.272	22.579	17.79%
	农药化肥费（元/亩）	66.547	23.776	51.017	47.113	26.59%
投入不变可增加的 产出（Output－ orientated DEA）	水稻产量（公斤/亩）	11.256	17.237	10.133	12.875	2.88%

注：IRS (Increasing Returns to Scale) 为规模报酬递增； $TE_{(CRS)} = PTE_{(VRS)} \times SE$

在投入不变、规模报酬不变 CRS 模型估计下 (见表3) 发现，可增加的水稻产量为0，这表明在当前要素超额投入状态下，如果技术效率、技术进步和规模效率不变，难以增加水稻产量；但在规模报酬可变的 VRS 模型估计下 (见表4) 发现，可以使水稻平均亩产增加 12.875 公斤，平均增产 2.88%。这表明，促进规模报酬递增，就可以较大幅度地提高中国水稻的产量，从而提高中国农业生产率水平。

(二) 不同经营规模农户水稻生产技术效率估计结果

为考察农户不同经营规模对农业生产技术效率的影响，本文把样本农户经营规模进行了分类。按照 World Bank (2003) 对规模经营的标准定义小于 2 公顷土地属于小规模经营^[28]，但考虑本文选取的样本省份都来自中国南方，多丘陵和山区，大多数农户难以达到世界银行的标准。因此，本文参考国内相关文献把农户按经营规模分为三大类：户水稻经营规模在 10 亩以上的农户为种稻大户；经营规模在 5 ~ 10 亩的农户为种稻中等户；经营规模在 5 亩以下的为种稻小户。对不同经营规模农户水稻生产技术效率进行了 CRS 模型估计，估计结果如表5所示。

表5 2008—2012年不同经营规模农户水稻生产技术效率估计结果

农户类型	技术效率 (TE)	农户户数	比例 (%)
种稻大户 (10 ~ 165.5 亩)	0.619	193	5.50
种稻中等户 (5 ~ 10 亩)	0.580	663	18.90
种稻小户 (< 5 亩)	0.502	2 652	75.60
合计	—	3 508	100

从表5可以看出，在 2008—2012 年种稻大户水稻生产技术效率平均为 0.619，种稻中等户平均为 0.580，种稻小户平均为 0.502，很明显 $0.619 > 0.580 > 0.502$ ，这表明中国农户扩大水稻种植规模有利于提高水稻种植的技术效率。

(三) 农户水稻生产的 Malmquist 指数模型估计结果

为了探讨水稻生产率增长源泉，本文利用 Malmquist 指数对水稻生产全要素生产率增长变化进行估计和结构分解，估计结果如表6所示。从表6估计结果可以发现：

从2008—2012年整个农户样本看,农户水稻生产的全要素生产率TFP(Malmquist指数)平均增长6.1%,其中2008—2010年期间增长4.6%,2010—2012年增长7.6%。

从2008—2012年全要素生产率增长指数分解看,全要素生产率增长的源泉主要来源于5.1%的规模效率(SE)增长和3.2%的技术进步(TC),但纯技术效率(PE)为2.1%的负增长。这表明,近年来我国支持的土地流转和规模经营政策提升了农户的生产规模效率,国家的良种培育工程和良种补贴政策、农业机械补贴等政策促进了农户的生产技术进步,但在解决农技推广服务、落实到农户掌握使用生产技术方面的“最后一公里”上出现了问题,是导致农户的纯技术效率负增长的重要原因。

从不同经营规模的农户看,种稻大户的全要素生产率变化在2008—2012年增长了14.4%,种稻中等户为9.2%的增长率,种稻小户仅有1.3%的微小增长。

表6 2008—2012年农户水稻生产Malmquist指数及分解

农户类型		技术效率变化	技术进步变化	纯技术效率变化	规模效率变化	Malmquist指数 (TFP变化)
		TE = PE × SE	TC	PE	SE	TFP = TE × TC
整个农户 样本	2008—2010	1.023	1.022	0.992	1.031	1.046
	2010—2012	1.034	1.041	0.965	1.071	1.076
	平均值	1.029	1.032	0.979	1.051	1.061
种稻大户 (≥10亩)	2008—2010	1.050	1.067	1.009	1.041	1.120
	2010—2012	1.059	1.102	1.007	1.052	1.167
	平均值	1.055	1.085	1.008	1.047	1.144
种稻中等户 (5~10亩)	2008—2010	1.046	1.041	0.997	1.049	1.089
	2010—2012	1.044	1.048	0.995	1.051	1.094
	平均值	1.045	1.045	0.996	1.050	1.092
种稻小户 (<5亩)	2008—2010	1.001	1.013	0.995	1.006	1.014
	2010—2012	1.034	1.050	0.985	0.978	1.011
	平均值	1.018	1.032	0.990	0.992	1.013

(四) 农户水稻全要素生产率的分位数回归估计结果

为进一步分析对不同全要素生产率增长农户的影响因素,同时为了规避异常值对回归系数估计的影响,本文采用分位数回归模型对参数进行估计。由于篇幅限制,本文中仅列举了有代表性的三个分位点(0.25、0.5、0.75)进行了分位数回归分析。本文控制了户主特征的影响,对回归估计模型进行了Hausman检验,检验结果拒绝了全要素生产率TFP与省份区域和时间无关的原假设,因此,本文采取固定效应模型进行估计。估计结果如表7所示。

从表7可以看出:

对比模型1和模型2的参数系数,系数的符号符合预期且数值大小变化不大,这表明回归模型的参数估计具有较好的稳健性。

从分位数回归结果来看,农户的文化程度、播种面积对中、高全要素生产率(TFP)增长的农户产生了显著的正影响,劳动力投入对高全要素生产率(TFP)增长的农户产生了显著的正影响;而对全要素生产率(TFP)增长低的农户影响都不显著。

年龄产生负影响和教育产生正影响符合预期,农药化肥对所有农户的全要素生产率增长都是负影响,这可能是由于农药化肥投入已超过了最优施用量,导致边际效应为负数,这与前人研究的结果相似(曾福生、高鸣,2012;黄祖辉、王建英、陈志刚,2014)^[17,22],但这些投入要素的影响均未达到显著水平。

表 7 2008 - 2012 年农户水稻生产 TFP 分位数回归估计结果

指标	变量	模型 1			模型 2		
		全要素生产率 (TFP)			全要素生产率 (TFP)		
		q25	q50	q75	q25	q50	q75
户主特征	性别	0.008 7	0.002 7	0.010 4	0.002 5	0.000 4	0.002 9
	年龄	-0.000 3	-0.000 2	-0.000 4	-0.000 1	-0.000 2	-0.000 4
	教育	0.000 8	0.001 1 **	0.001 3 **	0.000 6	0.001 2 **	0.001 7 **
投入指标 (Input)	劳动力投入	0.001 6	0.001 6	0.006 9 **	0.001 3	0.001 8	0.007 2 **
	播种面积	0.001 3	0.006 0 **	0.009 1 ***	0.001 3	0.006 5 **	0.008 8 ***
	种子薄膜费	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1
	机械畜力作业费	0.000 1	0.000 1	0.000 2	0.000 1	0.000 1	0.000 1
	农药化肥费	-0.000 1	-0.000 1	-0.000 1	-0.000 1	-0.000 1	-0.000 1
时间效应	年	Yes	Yes	Yes	No	No	No
地区效应	省份	Yes	Yes	Yes	No	No	No
	constant	21.010 8	28.378 4	13.747 4	0.498 5	0.573 3	0.636 9
	Pseudo R ²	0.009 2	0.014 0	0.012 2	0.001 6	0.006 3	0.010 6

注：*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ 。No 表示没有控制，Yes 表示控制了时间和地区固定效应。

五、研究结论及政策启示

(一) 研究结论

本文首次利用世界银行贷款的中国新农村生态家园富民工程项目调查的农户面板数据，综合运用 DEA 的 CRS 和 VRS 模型和 Malmquist 指数模型实证检验了我国农业生产率的总体水平、增长源泉及制约瓶颈，并进一步运用分位数回归模型分析了其影响因素，得到了以下结论：

第一，中国农户农业生产技术效率普遍不高，全要素生产率增长的源泉主要是规模效率和技术进步，纯技术效率是增长的制约瓶颈。这表明，规模经营和农业技术进步对中国农业全要素生产率增长起了巨大的促进作用，但在农户对农业技术的掌握程度和利用上存在较大问题，是制约生产率增长的短板。

第二，农户的技术生产率水平和全要素生产率增长率，经营大户明显高于中等户，中等户高于小农户。而且在影响因素方面，农户的文化程度、劳动力投入及播种面积对全要素生产率增长高的经营大户有显著的正影响，而对全要素生产率增长低的经营小户影响不显著。这进一步表明，规模经营具有规模效益，对农业生产率具有促进作用。

(二) 政策启示

鉴于以上结论得到以下政策启示：

第一，加大力度支持农业科技投入和完善农业科技成果转化的政策体制机制，促进农业科技进步是中国农业生产率增长的长期驱动力。

第二，亟需加强农村人力资本培育、农业技术推广和社会化服务建设，从而为做好技术进步的“最后一公里”落实到“农户”提供保障，对提高中国农户农业生产的纯技术效率尤为关键，以弥补农户纯技术效率低下这块短板。

第三,政策支持应倾向大户和新型农业经营主体,支持农户土地流转和发展适度规模经营,以规模经济提升中国农户农业生产率增长水平。

参考文献:

- [1] BATTESE G E, T J COELLI. A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data [J]. *Empirical Economics*, 1995, 20 (2): 325-332.
- [2] KARAGIANNIS G, P MIDMOR, V TZOUVELEKAS. Separating Technical Change from Time-Varying Technical Inefficiency in the Absence of Distributional Assumptions [J]. *Journal of Productivity Analysis*, 2002, 18 (1): 23-38.
- [3] COELLI T J, PRASADA RAO D S. Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980—2000 [R]. The Plenary Paper at the 2003 International Association of Agricultural Economics (IAAE) Conference in Durban August 2003, 16 (22): 1-15.
- [4] 曾萍, 吕迪伟. 国内全要素生产率研究 [J]. *华南理工大学学报(社会科学版)*, 2014 (6): 18-29.
- [5] BARTELSMAN E J, HALTIWANGER J, SCARPETTA S. Cross-country Differences in Productivity: the Role of Allocation and Selection [J]. *The American Economic Review*, 2013, 103 (1): 305-334.
- [6] LIN J. Reform and Agricultural Growth in China [J]. *The American Economic Review*, 1992, 82 (1): 34-51.
- [7] KALIRAJAN K P, M B OBWONA, S ZHAO. A Decomposition of Total Factor Productivity Growth: The Case of Chinese Agricultural Growth before and after the Reforms [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1996 (78): 331-338.
- [8] YU B, LIU F, YOU L. Dynamic Agricultural Supply Response under Economic Transformation: A Case Study of Henan, China [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2012, 94 (2): 370-376.
- [9] WAN G H, E CHENG. Effects of Land Fragmentation and Returns to Scales in the Chinese Farming Sector [J]. *Applied Economics*, 2001, 33 (2): 183-194.
- [10] 黎红梅, 李明贤. 集体水管理对农户水稻生产技术效率的影响研究——对湖北漳州灌区的实证分析 [J]. *农业技术经济*, 2009 (3): 27-37.
- [11] 陈素琼, 张广胜. 农村劳动力转移对水稻生产技术效率的影响: 存在代际差异吗——基于辽宁省的调查 [J]. *农业技术经济*, 2012 (12): 31-38.
- [12] 陈超, 李寅秋, 廖西元. 水稻生产环节外包的生产率效应分析——基于江苏省三县的面板数据 [J]. *中国农村经济*, 2012 (2): 86-96.
- [13] 周宏, 王全忠, 张倩. 农村劳动力老龄化与水稻生产效率缺失——基于社会化服务的视角 [J]. *中国人口科学*, 2014 (3): 53-65.
- [14] XIAOSONG XU, S R JEFFREY. Efficiency and Technical Progress in Traditional and Modern Agriculture: Evidence from Rice Production in China [J]. *Agricultural Economics*, 1998 (18): 157-165.
- [15] 张乐, 曹静. 中国农业全要素生产率增长: 配置效率变化的引入——基于随机前沿生产函数法的实证分析 [J]. *中国农村经济*, 2013 (3): 4-15.
- [16] 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.
- [17] 曾福生, 高鸣. 我国粮食生产效率核算及其影响因素分析——基于 SBM-Tobit 模型二步法的实证研究 [J]. *农业技术经济*, 2012 (7): 63-70.
- [18] 陈书章, 徐峥, 任晓静, 等. 我国小麦主产区综合技术效率波动及要素投入优化分析 [J]. *农业技术经济*, 2012 (12): 39-50.
- [19] 黄金波, 周波先. 中国粮食生产的非线性随机前沿面和技术效率研究 [J]. *南方经济*, 2013 (8): 18-30.
- [20] 陈风波, 丁士军. 水稻投入产出与稻农技术需求——对江苏和湖北的调查 [J]. *农业技术经济*, 2007 (6): 44-50.
- [21] 陈海磊, 史清华, 顾海英. 农户土地流转是有效率的吗?——以山西为例 [J]. *中国农村经济*, 2014 (7): 61-71.
- [22] 黄祖辉, 王建英, 陈志刚. 非农就业、土地流转与土地细碎化对稻农技术效率的影响 [J]. *中国农村经济*, 2014 (1): 4-16.
- [23] 魏权龄, 岳明. DEA 概论与 CZR 模型——数据包络分析 (一) [J]. *系统工程理论与实践*, 1989 (1): 58-69.
- [24] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units [J]. *European Journal of Operational Research*, 1978 (2): 429-444.
- [25] COOPER W W, SEIFORD L M, ZHU J. *Handbook on Data Envelopment Analysis* [M]. Boston: kluwer Academic Publishers, 2004.
- [26] FARE ROLF SHAWNA GROSSKOPF, MARY NORRIS, ZHONGYANG ZHANG. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries [J]. *American Economic Review*, 1994, 84 (1): 66-83.
- [27] KOENKER R, G W PASSETT. Regression Quantiles [J]. *Econometrica*, 1978 (46): 33-50.
- [28] WORLD BANK. *Reaching the Rural Poor: A Renewed Strategy for Rural Development* [M]. Washington, D C: World Bank, 2003.

(下转第 118 页)

further reform of the project of undergraduate teaching in universities. The necessity and implementation situation of college students' innovation and entrepreneurship training are discussed in this article. The current problems of college students' innovation and entrepreneurship training during practice are analyzed, and implementation methods of college students' innovation and entrepreneurship training based on project management are put forward by taking the school of civil engineering, Zhengzhou University for example. Exploration into and practice of college students' innovation and entrepreneurship training project management modes have been carried out through strengthening platform construction, paying attention to process management, perfecting evaluation system and setting up long-term mechanism, etc. The research results show that the implementation of college students' innovation and entrepreneurship training based on project management, where target management is core, process management is mainline, and three control indexes such as quality, cost and schedule are focused, is beneficial for improving implementation effects of college students' innovation and entrepreneurship training and raising cultivation quality of high level innovative talents.

Keywords: college students' innovation and entrepreneurship training; project management; platform construction; process management; evaluation system; long-term mechanism

(责任编辑: 邓泽辉)

(上接第30页)

A Probe into Sources, Bottlenecks and Affecting Factors of Agricultural Productivity Growth

—A case study based on empirical analysis of the survey data of rice farmers in five southern provinces

SUN Liang-bin FANG Xiang-ming

(School of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: The paper uses DEA-Malmquist model and quantile regression model to examine the sources, bottlenecks and affecting factors of agricultural productivity growth on the basis of survey data of rice farmers in five southern provinces. The empirical analysis leads to the fact that the sources of China's agricultural productivity growth come mainly from scale efficiency and technological progress, the main bottlenecks come from pure technical efficiency; and that farmers' education, labor input and sown area have significant positive impacts on agricultural productivity for large-groups of farmers who are engaged in rice production, but have produced no significant effects on small-groups of farmers. These findings suggest that the government should offer support for larger-scale operations, increase investment in agricultural science and technology, and strengthen the transformation of scientific and technological achievements into real productive forces. The findings also suggest that more efforts from the government are needed to strengthen rural human capital, promote agricultural technology extension and develop farmers' agricultural social services in order to improve farmers' pure technical efficiency.

Keywords: agricultural productivity; DEA-malmquist model; quantile regression model

(责任编辑: 邓泽辉)