

江西水稻生产效率测算及其影响因素分析¹

郭斯华¹，季凯文²

(1. 中国农业大学 经济管理学院，北京 100083；

2. 江西发展改革研究院 经济研究所，江西 南昌 330036)

【摘要】：水稻是主要的粮食作物之一，水稻生产效率对国家粮食安全起到至关重要的作用。本文以早籼稻为研究对象，结合江西农户 2015-2017 年早籼稻生产数据，运用 SBM 模型对投入、产出变量进行数据包络分析并测算各农户的生产效率。随后，采用面板 Tobit 模型对早籼稻生产效率的影响因素进行了分析。研究表明：近三年江西水稻生产效率逐年下降；水稻生产在种子、化肥、农药和农膜投入方面存在效率损失的问题；土地规模、农家肥投入比例、种子价格和固定资产折旧对生产效率有显著的正面影响；劳动投入和劳动力工资对效率有显著的负面影响；不同地区之间的效率存在明显差异，主要表现为赣北地区水稻生产效率高于赣中和赣南地区。

【关键词】：水稻生产效率；影响因素；投入产出

【中图分类号】：F323.5 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1008-2972 (2018) 02-0090-10

一、引言

民以食为天，食以粮为先。粮食生产关系国计民生，关系经济发展，关系社会稳定，关系国家安全。中国既是世界上人口最多的国家，又是全球人均耕地最少的国家之一。增加粮食有效供给，保障国家粮食安全，始终是历届政府着重考虑的重大问题之一。建国初期，我国人均粮食产量仅为 500 斤左右，1978 年人均粮食产量也只有 637 斤。为保障多方面需求，国家不得不实行统购统销的粮食政策。改革开放以来，通过重新调整国家与农民的利益关系，给予农民更多的生产经营自主权，大幅度提高粮食等农产品收购价格，增加国家投入改善农业生产生活条件，我国粮食产量不断增加，供求失衡的关系明显得到缓解。新世纪以来，我国粮食产量屡创历史新高，近几年人均粮食产量达到 900 斤左右，为保障国家粮食安全、促进社会和谐稳定奠定了坚实基础。当前，粮食供给已由总量不足转变为结构性失衡，降低农民种粮成本、缓解库存高企、增加优质绿色安全的粮食供给、促进农业提质增效，是深化农业供给侧结构性改革的重要内容，是推动农业质量变革、效率变革、动力变革的必然要求。

2016 年，中国粮食产量为 61623.9 万吨，比 2015 年有所减少，这是我国自 2004 年国家实施新的农业政策以来首次粮食减产。粮食产量止步“十二连增”，引起了社会各界的高度重视，对中国粮食生产效率的关注也随之而来。粮食生产效率和粮食产量密不可分，在耕地面积紧张、农村劳动力持续流出的情况下，通过降本增效来确保产量不减、质量提高，对我国粮食安全具有重要的意义。水稻作为一种在全国大范围种植的粮食作物，每年产量占到粮食总产量的三分之一。江西既是我国农业大省、水稻主产省之一，更是新中国成立以来从未间断向国家调出粮食的仅有的两个省份之一。近几年每年收购粮食超过 200 亿斤，居全国第十位左右，收购早稻超过 70 亿斤，连续四年居全国首位。对江西水稻生产效率测算及影响因素的研究，可以为全国范

¹[收稿日期]：2017-10-27；[修返日期]：2018-02-01

[作者简介]：郭斯华，中国农业大学研究生，主要从事农业经济理论与政策研究，通讯作者联系方式 1173301822@qq.com；季凯文，江西省发展改革研究院副研究员，博士，主要从事区域经济、产业经济研究。

围的水稻生产研究提供参考和借鉴。

二、文献综述

目前, 研究生产效率问题的方法主要有三种: 索洛余值法、随机前沿生产函数法 (SFA) 和数据包络分析法 (DEA) (段文斌和尹向飞, 2009)。^[1]卢亚丽和傅新红 (2004)、胡学锋和徐伟 (2008)、马松林 (2016) 曾使用索洛余值法测算地区农业技术进步贡献率。^[2-4]张宁和陆文聪 (2006)、曾国平等 (2012)、宋元良等 (2012)、郝爱民 (2013) 曾使用随机前沿法测算我国的农业效率。^[5-8]

索洛余值法侧重于宏观研究, 在微观研究中较为少见; 随机前沿函数往往受限于严格的假设条件, 常常出现数据不符合模型假设的困扰, 并且由于模型中参数较多, 一些参数的经济学含义难以解释 (李双杰和范超, 2009)。^[9]数据包络分析属于非参数估计且不需要价格信息就能测算效率, 故在各个研究领域具有广泛的适用性, 包括相对有效性的评价、成本最小化问题、收益最大化问题、利润最大化问题等 (杨国梁, 2015)。^[10]

使用数据包络分析法测算得到的效率被称为 DEA 效率, DEA 效率的测算以及受到哪些因素的影响一直以来都是热点问题, 这类研究大多使用宏观数据。王兵等 (2011) 使用 SBM 模型测度了中国各省份农业效率, 发现东部地区效率最高; 提高农业从业人员教水平和机械化水平能够提升农业效率。^[11]申成磊等 (2011) 测算了浙江省杭州市分水镇的农村土地利用效率, 发现该地区土地利用效率具有东南高、西北低的空间特征。^[12]杨春和杨利蓉 (2011) 计算了四川省射洪县循环农业的效率, 发现化肥、农药、农膜等要素投入明显过量, 机械利用率不高是农业效率低下的重要原因。^[13]曾福生和高鸣 (2012) 研究了我国各地区粮食生产效率的影响因素, 发现化肥使用量、有效灌溉面积和粮食播种面积对粮食生产效率具有显著影响。^[14]郝晓燕等 (2016) 研究了中国 15 个省的小麦生产效率, 发现教育水平、播种面积和城镇化水平对效率有影响, 但在不同地区的影响不一样; 这些影响因素存在以农业生产总值和灌溉率为门槛变量的双重门槛效应。^[15]

也有学者使用大样本数据从微观层面对农业效率进行 DEA 研究, 但这样的研究目前并不多。高鸣等 (2016) 使用全国农村固定观察点数据, 使用 EBM 模型和两阶段工具变量模型, 研究了粮食直补对农户小麦生产效率的影响, 认为粮食直补对不同规模的农户小麦生产效率影响不同。^[16]

国外相关研究更加注重先进方法的使用。有学者使用数据包络分析与非交互式方法结合, 对西班牙的农业效率进行研究。也有学者通过曼奎斯特生产率分解, 研究了 1984-1993 年中国二十九省农业效率的变化。外国文献中除了实证研究外, 还存在大量的规范研究。从早期 Farrell, Charnes, Cooper 等人的基础性研究, 到后来的新模型的使用, 包括模糊 DEA 模型、与多准则决策的 (MCDM) 结合以及中立性交叉效率评价 DEA 模型等 (Farrell, 1957; Charnes 和 Cooper, 1978; Lertworasirikul 等, 2003)。^[17-19]关于 DEA 的理论在不断地发展、完善中。

现有文献对以下几方面基本达成了一致: 在粮食生产中, 农药、化肥投入存在过量问题; 土地面积、教育水平和机械化水平能够提高粮食生产效率; 不同地区的粮食生产效率不同。但是, 粮食生产效率在不同地区间的分布规律仍然存在争议; 一些文献使用的模型方法存在缺陷; 大多数文献只考虑了期望产出, 而没有考虑非期望的产出, 导致效率测算存在偏差。

三、模型方法、变量选择和数据来源

(一) 模型方法

1. 可变规模报酬假设下投入角度的 SBM 模型。传统的 DEA 模型, 如 CCR 和 BCC 模型假设每个决策单元 (DMU) 在改进效率的时候是采取径向方式, 而现实中农户改进效率的方式往往是非径向的。因此, 使用 SBM 模型可以更加准确地测度生产效率。SBM

模型是基于松弛变量测度的 DEA 模型，松弛变量用来衡量效率的损失。非角度的 SBM 模型如式（1）。

$$\rho = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{r0}}} \quad (1)$$

ρ 表示 SBM 模型的效率值， s^+ 与 s^- 分别表示产出与投入的松弛变量。 $1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{r0}}$ 与 $1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}$ 分别表示产出角度的效率值和投入角度的效率值。当 $s^+ = s^- = 0$ 时， $\rho = 1$ 。此时的决策单元是有效率的，其他情况下均为无效率状态。

本文在进行效率测算时所使用的模型是可变规模报酬条件下投入角度的 SBM 模型，模型形式与式(1)稍有不同，见式（2）。

$$\begin{aligned} \rho_i = \min & \left(1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}} \right) \\ \text{s.t. } & x_0 = X\lambda + s^- \\ & y_0 \leq Y\lambda \\ & \lambda \geq 0, s^- \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

与非角度模型相比，投入角度的模型没有分母的产出项，但保留了分子的投入项。表示投入角度的生产效率值，其余的参数含义与非角度模型中的参数含义相同。

2. 面板 Tobit 随机效应模型。由于使用 DEA 计算出的效率值介于 0 到 1 之间，存在明显的截断现象，因此不能使用普通最小二乘模型，而应该使用以最大似然法为基础的 Tobit 模型。为更好地利用面板数据所提供的信息，本文使用了面板 Tobit 随机效应模型。模型表达式如式（3）。

$$\text{score} = \beta_0 + \beta_1 \text{ps} + \beta_2 \text{lab} + \beta_3 \text{fmr} + \beta_4 \text{wage} + \beta_5 \text{sp} + \beta_6 \text{fad} + \beta_7 \text{north} + \varepsilon \quad (3)$$

其中，score 表示效率值，ps 表示生产规模（production scale），lab 表 75 亩均劳动力投入（labor），fmr 表示农家肥成本占肥料费用的比例（farm manure rate），wage 表示劳动日工价，sp 表 75 种子价格（seed price），fad 表示亩均固定资产折旧（fixed assets depreciation），north 表 7K 地区虚拟变量， β_1 到 β_7 表示各变量前对应的系数， ε 表示随机误差项。

（二）变量的选择

1. DEA 变量的选择。使用 DEA 方法计算水稻种植效率时选择了 6 个投入变量和 2 个产出变量。6 个投入变量依次是亩均劳动力投入、亩均种子用量、亩均肥料成本、亩均农药费、亩均农膜用量和动力及其他费用；2 个产出变量依次是亩均早籼稻产量和亩均副产品价值。选择亩均投入和亩均产出作为投入、产出变量，是因为原始数据中这些变量就是以亩均的形式统计的。也正是由于变量使用了亩均的形式，投入变量中不必再加入生产面积。这些变量的统计描述如表 1 所示。

2. 回归模型中的变量选择。随机效应 Tobit 回归模型的因变量为 DEA 计算出的效率值。自变量中连续变量有 6 个，分别是生产规模、农家肥比例、劳动日工价、亩均劳动投入成本（由亩均劳动力投入乘以劳动日工价计算得到）、种子价格和固定资产折旧。另外，自变量中加入 1 个地区虚拟变量用来区分赣北地区和非赣北地区（即赣中和赣南地区），非赣北地区作为基准组。变量的统计描述如表 2 所示。

表 1 DEA 变量的统计性质

年份	变量类别	变量 (亩均)	均值	标准差	最小值	最大值
2015	投入	劳动力 (日)	5.05	1.38	3.00	8.97
		种子用量 (公斤)	2.42	1.88	0.71	8.97
		肥料成本 (元)	137.64	22.16	83.28	186.15
		农药费 (元)	40.71	13.13	10.13	69.23
		农膜用量 (公斤)	0.43	0.36	0.01	1.83
		动力及其他费用 (元)	221.13	52.76	55.46	352.39
2016	产出	稻谷产量 (公斤)	427.70	49.01	296.88	550.00
		副产品价值 (元)	18.05	5.92	8.67	38.86
		劳动力 (日)	4.82	1.22	3.00	7.86
2016	投入	种子用量 (公斤)	2.48	1.90	0.71	7.86
		肥料成本 (元)	137.59	21.80	82.26	190.80
		农药费 (元)	43.21	13.96	10.38	84.00
		农膜用量 (公斤)	0.44	0.33	0.01	1.50
		动力及其他费用 (元)	226.31	46.16	44.36	357.00
		稻谷产量 (公斤)	431.48	56.49	250.00	577.60
2017	产出	副产品价值 (元)	17.88	6.12	9.23	39.72
		劳动力 (日)	4.77	1.42	2.79	8.62
		种子用量 (公斤)	2.66	2.08	0.71	10.00
2017	投入	肥料成本 (元)	144.82	28.72	82.60	248.00
		农药费 (元)	49.71	14.86	20.00	92.58
		农膜用量 (公斤)	0.43	0.36	0.01	1.50
		动力及其他费用 (元)	223.31	47.28	74.09	356.83
		稻谷产量 (公斤)	428.19	54.79	246.80	550.00
		副产品价值 (元)	18.39	9.10	5.00	55.00
全部	投入	劳动力 (日)	4.89	1.35	2.79	8.97
		种子用量 (公斤)	2.52	1.95	0.71	10.00
		肥料成本 (元)	139.96	24.58	82.26	248.00
		农药费 (元)	44.47	14.47	10.13	92.58
		农膜用量 (公斤)	0.43	0.35	0.01	1.83
		动力及其他费用 (元)	223.58	48.84	44.36	357.00
	产出	稻谷产量 (公斤)	429.13	53.45	246.80	577.60
		副产品价值 (元)	18.11	7.16	5.00	55.00

表 2 回归模型变量的统计描述

变量类别	变量	均值	标准差	最小值	最大值	
因变量	截断变量	效率值	0.82	0.13	0.53	1.00
自变量	连续变量	生产规模 (亩)	7.89	9.09	1.00	78.00
		农家肥比例	0.12	0.06	0.00	0.55

	劳动日工价（元/日）	85.30	19.59	40.00	135.00
	亩均劳动投入价值（元）	397.84	73.09	192.00	628.80
	种子价格（元）	31.57	14.50	5.00	80.00
	固定资产折旧（元）	12.01	8.36	0.00	55.00
地区虚拟变量	赣北	0.59	0.49	0.00	1.00

（三）数据来源

本文使用的数据来源于江西省价格成本调查监审局对全省约 260 个农户在 2015-2017 连续三年调查的水稻生产数据，属于面板数据。农户在接受调查期间除少量家庭中途退出或者新加入，绝大部分农户均有连续三年数据。本文数据中的 260 个农户分布在全省 11 个设区市的 29 个县，具有很好的代表性。

四、效率值的测算

使用前文所述的 6 个投入变量和 2 个产出变量，应用 DEA-Solver Pro5.0 软件，选择可变规模报酬下投入角度的 SBM 模型，计算出每个决策单元（DMU）的效率值。计算结果见表 3 和图 1。

表 3：农户总体效率值

年份	均值	标准差	最小值	最大值
2015	0.83	0.14	0.53	1.00
2016	0.82	0.13	0.54	1.00
2017	0.81	0.13	0.53	1.00
Total	0.82	0.13	0.53	1.00

从表 3 中可以看出，全部样本的效率均值为 0.82，整体处于较高的水平，即便是最小值也有 0.53。虽然从理论上而言，由于构造的生产前沿面不同，效率值在不同研究之间不具有可比性，但是测算结果高于大多数粮食效率研究。这主要是由于江西作为中部粮食主产省份，土地肥沃、雨量充沛、无霜期长，非常适合农作物生长。因此，水稻生产效率较高。2015-2017 年的效率均值分别是 0.83、0.82 和 0.81，效率值逐年递减，但整体波动幅度不大，这与江西水稻亩均产出减少的实际情况一致，也可能是 2016 年我国粮食产量总体出现小幅下降的一个缩影。

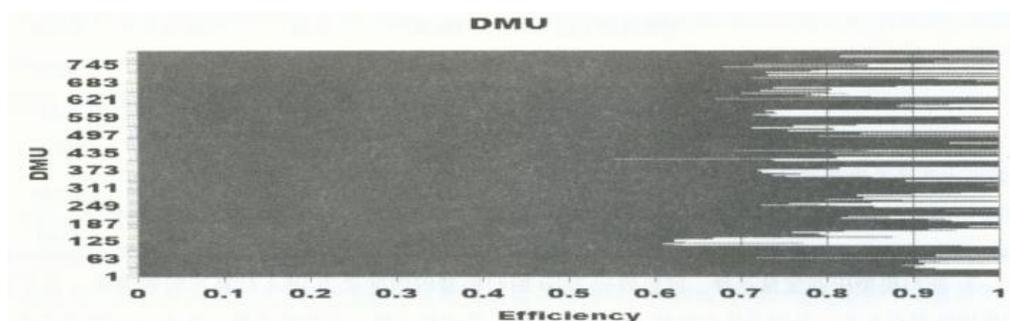


图 1：全体农户效率图

在全部 794 个 DMU 中，效率值为 1 的 DMU 有 160 个，这是一个很高的比例，说明农户整体水稻生产效率较高。如果使用超效率模型，可以进一步在这 160 个有效样本中继续比较相对效率的高低。即便是无效 DMU，整体效率值也没有过于偏离 1，这一点可以从图中看出来。

表 4：部分农户的效率值和松弛变量

决策单元 DMU	效率值 Score	投入冗余						产出不足	
		劳动	种子	肥料	农药	农膜	动力及其他费用	稻谷	副产品
		S- (1)	S- (2)	S- (3)	S- (4)	S- (5)	S- (6)	S+ (1)	S+ (2)
1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.96	0.00	0.15	2.88	7.63	0.00	6.73	0.00	0.00
4	0.94	0.00	0.31	8.25	11.81	0.00	7.34	0.00	0.00
5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.96	0.00	0.65	8.01	4.43	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.97	0.00	0.00	1.19	7.75	0.00	0.58	0.00	0.00
8	0.96	0.00	0.28	0.00	7.43	0.00	2.51	19.90	0.00
9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.97	0.00	0.60	0.00	4.68	0.00	1.45	9.76	0.00
12	0.97	0.00	0.60	4.30	2.16	0.00	0.00	21.70	0.00
13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.98	0.00	0.10	1.50	2.21	0.00	3.66	8.51	0.00
17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.95	0.00	0.00	0.00	11.36	0.00	16.14	0.00	0.00
...
794	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
均值 (绝对值)	0.82	0.33	0.8	16.4	10.56	0.26	16.84	10.52	1.53
均值 (百分比)	0.82	6.75%	31.75%	11.72%	23.75%	60.47%	7.53%	2.45%	8.45%

由于篇幅有限，表 4 只展示了部分农户的效率值、投入冗余和产出改进。总体上来说，劳动力投入冗余平均为 0.33 日，占劳动力投入量的 6.75%；种子用量投入冗余平均为 0.80 公斤，占此项投入的 31.75%；肥料成本冗余平均为 16.40 元，占此项投入的 11.72%；农药费冗余平均为 10.56 元，占此项投入的 23.75%；农膜冗余平均为 0.26 公斤，占此项投入的 60.47%；动力及其他费用冗余平均为 16.84 元，占此项费用的 7.53%。另外，两个产出变量潜在的改进情况分别是：亩均产量增加 10.52 公斤，占此项产出的 2.45%；副产品价值增加 1.53 元，占此项产出的 8.45%。

从上述结果看，种子、化肥、农药和农膜存在严重的投入过剩。从现实情况看，江西肥料利用率仅为 38%，农药利用率仅为 35%。如果能够减小这些变量的投入，将能够大大降低水稻生产成本。

表 5：各市水稻生产效率排序

地级市	效率值	地级市	效率值	地级市	效率值
南昌	0.934549	九江	0.826756	宜春	0.785271
鹰潭	0.888551	上饶	0.818061	赣州	0.780232
景德镇	0.883059	吉安	0.812583	萍乡	0.616069
新余	0.85693	抚州	0.803393		

如表 5 所示，江西各设区市的农户按照生产效率从高到低排序，依次为南昌、鹰潭、景德镇、新余、九江、上饶、吉安、抚州、宜春、赣州和萍乡。其中，农业生产效率较高的市大多位于赣北，而生产效率较低的市大多位于赣中和赣南。在下文中我们将使用地区虚拟变量来进一步说明这个规律，并讨论造成这种差异的具体原因。

五、水稻生产效率的影响因素分析

本文以上述农户效率值作为因变量，对前文所述的几个自变量进行回归，得到各个变量的系数估计值。由于因变量效率值介于 0 到 1 之间，具有明显的截断特征，故使用随机效应 Tobit 模型，左归并点为 0，右归并点为 1。具体结果见表 6。

表 6：回归结果

变量效率值	代号 score	系数 Coef.	标准误 Std. Err.	z 值 z	P 值 P > z	95%置信区间	
						[95%Conf.	Interval]
生产规模	ps	0.0011231	0.0006588	1.7	0.088*	-0.0001682	0.0024144
农家肥比例	fmr	0.4002838	0.0833657	4.8	0***	0.2368901	0.5636775
劳动日工价	wage	0.0019388	0.0003399	5.7	0***	0.0012727	0.002605
种子价格	sp	0.0019865	0.0004811	4.13	0***	0.0010437	0.0029294
固定资产折旧	fad	0.0038378	0.0007484	5.13	0***	0.0023708	0.0053047
亩均劳动投入价值	lv	-0.0008383	0.000079	-10.61	0***	-0.0009931	-0.0006835
地区	north	0.047398	0.0142762	3.32	0.001***	0.0194172	0.0753788
常数项	_cons	0.8071651	0.0399317	20.21	0***	0.7289005	0.8854298
	/sigma_u	0.0990134	0.0060792	16.29	0***	0.0870985	0.1109284
	/sigma_e	0.0935381	0.0035933	26.03	0***	0.086496	0.1005802
	rho	0.5284126	0.0391264			0.4516741	0.6041074

注：Log-likelihood=253.91267, Wald-chi2(16)=149.54, Prob > chi2=0.0000, 显著性水平的标识规则为：*p < 0.1, **p < 0.05, *** p < 0.01。

回归结果表明：生产规模、农家肥比例、种子价格和固定资产折旧对生产效率有显著的正面影响；亩均劳动力投入和劳动日工价对生产效率有显著的负面影响；农户水稻生产率的地区差异显著。

1. 生产规模。生产规模对效率有显著的正面影响，这与我们的一般概念相吻合。样本农户的户均生产规模仅有 7.89 亩，耕

地不足严重制约了水稻的生产效率。如果能够把耕地流转到更大规模的新型农业经营主体进行规模化、集约化生产，将能够大幅度降低亩均生产成本，显著提高水稻的生产效率。

2. 农家肥比例。农家肥比例对生产效率有显著的正面影响。农家肥比例反映了水稻生产过程是否清洁环保，农家肥比例越高，对化肥的依赖就越低，生产过程就越清洁。长期以来，农户在粮食生产过程中“只算经济账，不算生态账”的现象导致了化肥的过量使用，在产量增加的同时却造成了食品安全和环境污染问题。在一些悲观的观点看来，粮食产量似乎与化肥超量是一对不可调和的矛盾。然而，回归结果证明，农家肥不仅能够对化肥起到很好的替代作用，而且农家肥比例越高，生产效率也越高，这从理论上给发展绿色农业、有机农业提供了重要依据，稳产增产与提高生态环境质量的美好愿景是可以实现的。

3. 劳动日工价。劳动日工价对生产效率有显著的负面影响。在农业生产成本中，最大的组成部分就是劳动力成本。2017年江西农户早籼稻生产亩均成本1025.22元，其中，劳动力成本399.33元（包括家庭自我雇佣的机会成本）。劳动力成本增长是近年来农业生产成本增加的最主要因素之一。一方面，由于非农部门工资水平上涨，农业劳动力成本也随着水涨船高。而另一方面，劳动生产率的增长没有跟上劳动力成本的上涨，即投入要素的边际产出与成本不匹配。2010-2015年，中国稻谷亩均总成本为1041.42元，人工成本419.96元。同期美国亩均总成本1005.88元，与中国相似，但劳动力成本仅为77.71元，远低于中国。这其中的本质原因当然不可能是美国农业劳动力工资低于中国，而是规模化经营带来的亩均劳动力投入减少。因此，应该鼓励适度规模经营，降低单位面积的投工量，减少劳动力成本，促进效率提升。

4. 种子价格。种子价格对生产效率有显著的正面影响。根据对样本数据的统计，种子价格每年的均价波动很小，而同一个年度内又能明显看到价格分布有多个聚集点。因此，造成价格差异的主要原因不是每年的价格波动，而是不同品质的种子本身的价格差异。这说明，价格差异背后蕴藏的是种子质量的差别。与其他可以视为同质的投入要素不同，种子质量的差异带来的产量差异是非常明显的。高品质种子带来的收益不仅仅是简单的产量增加，更重要的是产品质量的提升。加大对优良品种的推广力度，对满足高品质农产品需求、促进农业提质增效和推动农业供给侧结构性改革具有积极作用。

5. 固定资产折旧。固定资产折旧对生产效率有显著的正面影响。固定资产折旧能够反映农业生产中机械投入量的多少，折旧越多意味着机械化程度越高。回归结果显示，固定资产折旧越高，农业生产效率越高，这说明增加机械投入能够提高农业生产效率。随着农业现代化的推进，江西粮食生产的机械化水平已经达到了对耕田、收割等重体力农活基本实现机械替代的程度，但在其他的一些生产环节，机械化水平仍有进一步提高的空间。

6. 地区效率。不同地区的农户生产效率之间存在显著差异。赣北水稻生产效率明显高于赣北以外的地区，但这并不完全是地区经济差异造成的。因为赣南的赣州市GDP位列全省第二位，赣中的吉安、抚州两市GDP在省内也属于中等水平，偏低的水稻生产效率与良好的经济发展水平并不匹配。赣北地势平坦、土地肥沃，赣中赣南丘陵山地多，种植条件远不如赣北。因此，自然和地理环境差异才是导致生产效率北高南低的主要原因。这一结论与以往大部分研究“经济发达地区农业生产效率更高”的结论不同。

六、结论和建议

本文使用江西省价格成本调查监审局在2015-2017年对全省260个农户的水稻生产面板数据，首先计算出各个农户的生产效率值，然后运用计算所得的效率值对可能影响水稻生产效率的各个变量进行随机效应Tobit回归。研究结果表明：

江西农户水稻生产效率整体水平较高，但在三年间呈连续下降趋势，值得引起高度重视。水稻生产在种子、化肥、农药和农膜的投入方面仍有很大的改进空间。生产规模、农家肥比例、种子价格和固定资产折旧对水稻生产效率有显著的正面影响，亩均劳动投入和劳动日工价对效率有显著的负面影响。赣北地区水稻生产效率明显高于赣中和赣南地区。

基于以上研究结果，本文提出以下政策建议：

1. 积极发展适度规模经营，培育家庭农场、种粮大户等新型农业经营主体。在保障农民利益的前提下，积极稳妥推进农村土地流转，优化要素投入，促进水稻稳产增产。

2. 推行绿色生产方式，增强农业可持续发展能力。深入推进农药化肥零增长行动，逐步实现有机肥对传统化肥的替代，推进农业清洁无公害生产。

3. 强化科技创新驱动，促进农业降本增效。加强农业科技的研发、推广力度，完善农业科技创新激励机制。普及优良品种，通过增加高质量粮食的供给，满足市场对高品质粮食的需求。

4. 健全农村劳动力转移就业机制，拓展农民增收空间。减少农业劳动力的过量投入，提升劳动生产率，为土地流转和农业规模化生产奠定坚实基础。

5. 加快农业生产机械化进程，稳步提高现有农机利用效率。灵活调整农机具购置补贴范围和标准，发展农机服务组织，提高各个生产环节机械化水平。

6. 优化农业区域布局，科学划定水稻生产保护区。国家应该继续出台发展现代农业的政策措施，加大对粮食主产省的支持力度，鼓励农民因地制宜、扬长避短，选择最佳的生产方式，不断增加优质、绿色、安全农产品的有效供给。

[参考文献]：

[1]段文斌，尹向飞. 中国全要素生产率研究评述[J]. 南开经济研究，2009，（2）：130-140.

[2]卢亚丽，傅新红. 区域农业科技进步测度方法研究[J]. 农业技术经济，2004，（3）：10-14.

[3]胡学锋，徐伟. 索洛余值法在农业综合生产能力分析中的应用研究[J]. 统计与决策，2008，（23）：67-70.

[4]马松林. 五大发展理念下我国农业科技进步贡献的区域比较研究[J]. 科技管理研究，2016，（18）：64-67.

[5]张宁，陆文聪. 中国农村劳动力素质对农业效率影响的实证分析[J]. 农业技术经济，2006，（2）：74-80.

[6]曾国平，罗航艳，曹跃群. 农业效率增进、技术进步区域差异及 TFP 分解[J]. 重庆大学学报（社会科学版），2012，（4）：1-8.

[7]宋元梁，胡喆，宋光阳. 农业技术效率改进与城镇化关系的实证研究——以中西部六省为例[J]. 统计与信息论坛，2012，（11）：53-59.

[8]郝爱民. 农业生产性服务业对农业的外溢效应与条件研究[J]. 南方经济，2013，（5）：38-48.

[9]李双杰，范超. 随机前沿分析与数据包络分析方法的评析与比较[J]. 统计与决策，2009，（7）：25-28.

[10]杨国梁. DEA 模型与规模收益研究综述[J]. 中国管理科学，2015，（S1）：64-71.

-
- [11]王 兵, 杨 华, 朱 宁. 中国各省份农业效率和全要素生产率增长——基于 SBM 方向性距离函数的实证分析[J]. 南方经济, 2011, (10) : 12-26.
- [12]申成磊, 李满春, 李飞雪, 陈洁丽, 邵一希. 基于数据包络分析的分水镇农村土地利用效率评价[J]. 中国土地科学, 2011, (1) : 16-21.
- [13]杨 春, 杨利蓉. 基于 DEA 方法的射洪县循环农业发展效率评价[J]. 农业技术经济, 2011, (4) : 117-121.
- [14]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 模型两步法的实证研究[J]. 农业技术经济, 2012, (7) : 63-70.
- [15]郝晓燕, 韩一军, 李 雪, 吕向东. 小麦技术效率的地区差异及门槛效应——基于全国 15 个小麦主产省的面板数据[J]. 农业技术经济, 2016, (10) : 84-94.
- [16]高 鸣, 宋洪远, Michael Carter. 粮食直接补贴对不同经营规模农户小麦生产率的影响——基于全国农村固定观察点农户数据[J]. 中国农村经济, 2016, (8) : 56-69.
- [17]M. J. Farrell. The Measurement of Productive Efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120 (3) : 253-290.
- [18]A. Chames, W. W. , Cooper E. L. . Rhodes, Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2 (6) : 429-444.
- [19]Saowanee Lertworasirikul, Shu-Cheng Fang, Jeffrey A. Joines, Henry L.W. Nuttle. Fuzzy Data Envelopment Analysis (DEA) : a Possibility Approach[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2003, 139 (2) : 379-394.