

要素禀赋结构变化对稻谷生产成本效率的影响

——基于稻谷主产省 2004—2016 年数据

刘婷

(南京财经大学 粮食经济研究院, 江苏 南京 210023)

摘要: 基于 2004—2016 年稻谷主产省生产成本数据, 构建超越对数随机前沿成本函数测算主产省稻谷生产成本效率值, 并实证检验劳动力结构变化和农业机械投入对稻谷生产成本效率的影响。结果表明: 主产省稻谷生产存在近 27.2% 的成本效率损失, 具有较大提升空间; 农村劳动力老龄化制约稻谷生产成本效率的提高, 而女性化的影响并不显著; 农业机械投入能够通过要素替代调节劳动力结构变化对稻谷成本效率的不利影响, 降低稻谷成本效率损失, 但南方低缓丘陵区 and 西南丘陵山区的农机作业会加剧成本效率损失。

关键词: 稻谷生产; 劳动力结构; 老龄化; 女性化; 农业机械化; 成本效率

中图分类号: F304.7

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2019)01-0018-08

Effect of factor endowment structure change on cost efficiency of grain production: Based on the data of major rice-producing provinces between 2004 and 2016

LIU Ting

(Institution of Food Economics, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China)

Abstract: Based on the production cost data of the main rice-producing provinces from 2004 to 2016, a logarithmic stochastic frontier cost function was constructed to estimate the production cost efficiency of the main rice-producing provinces, and the effects of labor structure change and agricultural machinery input on the production cost efficiency of rice were empirically tested. The results show that: Nearly 27.2% of the cost-efficiency losses of rice production in the main producing provinces indicate that there is a large room to improve; and the aging of rural labor force restricts the improvement of production cost efficiency of rice, while feminization has no significant impact; agricultural machinery input can adjust the adverse impact of labor structure changes on rice cost efficiency through factor substitution, and reduce the loss of rice cost efficiency, however, agricultural machinery operation in low-lying hilly areas of South China and hilly areas of Southwest China will aggravate the loss of cost efficiency.

Keywords: rice production; labor structure; aging; feminization; agricultural mechanization; cost efficiency

一、问题的提出

加入 WTO 后, 中国粮食生产国际竞争力经历了“较强竞争力”到“一般竞争力”再到“很弱竞争力”的滑坡, 粮食进口不断扩大, 贸易格局开始扭转^[1]。农产品的国际竞争优势通常可归结为三点:

较低的生产成本、质量或产品差异以及供应的稳定性^[2]。近年来, 伴随着城镇化、工业化进程的加快, 中国农村劳动力非农转移的速度和规模持续升级, 农业生产劳动力成本快速上升, 粮食等基础农产品生产面临的要素禀赋结构和相对价格双重变化直接影响中国农产品国际竞争力^[3]。要素禀赋结构的变化表现为农村剩余劳动力老龄化和女性化特征日益凸显, 相对价格变化则表现为劳动力要素与资本要素(机械等)间价格比的攀升。根据“拉坦速水”假说, 要素相对价格的变化会诱致不同要素间的相互替代, 具体到农业生产则集中表现为农业

收稿日期: 2018-12-11

基金项目: 国家粮食行业公益性科研专项项目(201513004)

作者简介: 刘婷(1991—), 女, 江苏镇江人, 博士研究生, 主要研究方向为现代粮食流通产业发展及政策。

机械投入的增加。实际上,在诸多政策支持和鼓励下,中国农业机械服务取得了较大的进步和发展。截止 2016 年底,中国农业机械总动力近 10 亿千瓦,大中型拖拉机 645 万余台,小型拖拉机 1671 万余台,各类机械分别为 1978 年的 11.57 倍和 12.17 倍。2016 年稻谷机耕、机种(包括机播、机插和机浅栽)机收的面积分别达到 29813.9 千公顷、13414.4 千公顷和 26289.5 千公顷,分别占当年水稻种植面积的 98.7%、44.4%和 87.1%^②。理论上讲,劳动力成本上升背景下,农业机械与劳动要素之间的替代能够有效降低农业生产成本。那么,劳动力结构的变化以及农业机械与人力之间的要素替代将如何影响稻谷生产成本效率呢?

成本效率是衡量农业生产成本高低的重要标准。实际生产因受外部条件制约,生产投入要素组合往往无法达到帕累托最优状态^[4],导致农业生产成本效率的损失,即实际生产成本偏离最小生产成本。探究成本效率的影响因素对于提高资源配置效率、降低生产成本具有重要经济意义。围绕粮食生产降本增效问题,国内外学者作了大量研究。Gautam、Thath 和 Sanusi 等^[5-7]分别测算了印度谷物、柬埔寨水稻、尼日利亚玉米的成本效率,并从农户个体特征、生产经营特征等方面对成本效率的影响因素进行了分析。杨浩然等^[8]通过数据包络方法分析了中国小麦主产省份成本效率,认为生产要素配置效率较低是导致小麦成本效率损失的主要原因;刘强等^[9-10]构建随机前沿成本函数模型测算了中国水稻种植成本效率,并分析了土地细碎化程度的负向影响以及生产性服务业的正向影响。

关于劳动力老龄化、女性化特征对农业生产的影响,已有研究基于不同的设定条件进行了多方面的探索。李旻、郭熙保、魏君英等^[11-13]研究认为,受人力资本和体力的约束,较高的农村老龄人口和女性人口劳动参与率会造成农业技术效率损失,降低农业生产效率,阻碍粮食增产,不利于农业生产发展;但胡雪枝、彭代彦等^[14-15]研究认为,集体决策、大田作物种植、丰富生产经验等因素可抵消该劳动力结构的负面影响。李俊鹏等^[16]从要素替代的角度研究得出,劳动力老龄化和女性化促进了农业生产机械化投入,对粮食生产具有显著的正向影响。吴丽丽、伍骏骞、陈苏等^[17-19]对要素之间的替

代弹性以及农业机械化对农业产出的贡献进行了细致测算。

虽然已有文献测算了不同区域不同时期的粮食生产成本效率,证实了粮食生产确实存在一定程度的成本效率损失,并从多个视角研究了成本效率的影响因素,但对于要素禀赋结构变化尤其是农业机械化、劳动力老龄化和女性化趋势对粮食生产成本效率的影响则鲜有涉及。劳动力要素禀赋结构变化是反映生产成本变化的关键指标,劳动力老龄化、女性化特征是否会加剧成本效率损失?农业机械投入与劳动力结构的交互作用对成本效率的贡献又如何?换句话说,农业机械的推广是否能够抵消劳动力结构变化对成本效率的不利影响?对此仍缺乏系统的研究和论证。且从已有文献来看,大多是以“粮食”这一整体为研究对象,未作细分,这样容易忽视不同粮食生产对劳动和机械需求的差异。水稻是中国三大主粮作物之一,全国约 60% 人口以稻米为主食^[20],一直是中国净出口粮食作物,其生产成本效率的提高对于重塑稻谷产业国际竞争优势具有重要现实意义。据此,本研究拟基于稻谷主产省份面板数据,构建超越对数随机前沿成本函数测算主产省稻谷生产成本效率值,检验劳动力老龄化、女性化对稻谷生产成本效率的影响,并考察农业机械化是否具有降本增效的经济效益。

二、理论分析与研究设计

1. 理论分析和研究假说

稻谷生产成本既体现在单位面积要素投入的数量和价格上,同时还与投入要素的配置结构息息相关。也就是说,在要素市场价格既定的情况下,生产者可以通过提高要素配置的合理性以及技术利用的有效性来降低成本,即实现稻谷生产成本效率的提升,使得相同产量情况下,稻谷生产成本的最小化。农业生产过程中,农户不仅是劳动力要素投入主体,还是生产要素配置“决策者”。相对于青壮年劳动力,老龄劳动力和女性劳动力通常在人力资本,尤其是体力方面落后于前者,会降低稻谷生产中的有效劳动供给。老龄人口和女性人口在信息采集、接受和利用,新技术的获取与应用等方面可能表现出低效率^[21]。身体素质、信息储备、发展潜力等方面的劣势使老龄人口和女性人口无法完

全掌握和熟练驾驭现代生产技术和生产设备^[22],在生产决策过程中较为保守落后,进而影响生产决策过程中要素的配置效率,最终造成稻谷生产成本效率的损失。

基于以上分析,笔者提出假说1:农村劳动力结构老龄化和女性化会加大稻谷生产成本效率损失。

劳动力成本上升背景下,农业机械化对稻谷生产成本效率的影响主要表现为通过劳动节约型生产技术的投入降低生产成本,减少劳动约束。农业机械化的实质在于物化劳动替代活劳动,小规模农户进行大田作物生产时倾向于在劳动强度较大环节实现机械化,季节性的、集中的农机跨区服务供给降低了农业生产对劳动者的体力要求,有利于缓解农村劳动人口老龄化和女性化对要素配置的负面影响。然而,值得注意的是,中国地形条件的差异以及经济社会发展水平的多层次性决定了中国不可能全方位地进行农业机械化,所以存在农业机械化发展不平衡的情况,只能分区域、分阶段地实行^[23]。因此,农业机械化的推广存在地区异质性,不可一概而论,这将导致农业机械投入对稻谷成本效率的影响表现出区域性差异。基于以上分析,笔者提出假说2:农业机械投入能降低稻谷生产成本效率损失,弱化劳动力结构变化的负面影响。假说3:农业机械化对成本效率的影响与地区资源禀赋相关,地形条件优越地区作用明显,地形条件复杂地区作用较弱。

2. 研究设计

成本函数就是要在给定投入要素价格的条件下与产出水平相适应的投入要素最佳配置。而成本效率则说明了生产投入要素配置的合理性问题。现有研究对于成本效率的测算主要有数据包络法(DEA)以及随机前沿方法(SFA)。DEA方法对于成本函数的具体形式不做限制,根据样本信息构造生产可能性集,继而通过线性规划方法求解成本效率,忽视了随机误差和数据的随机扰动,因此结果受统计误差影响较大。相比之下,SFA方法事先设定前沿生产技术的函数形式和随机扰动项的分布形式,这样能够更好地拟合经济环境中的不确定因素。考虑到稻谷生产受气候条件、自然灾害等外生随机因素的影响较大,因此参数法(SFA)比非参数法(DEA)更适用于主产省粮食生产效率问题

的研究。

参考 Battese 和 Coelli^[24]的研究,随机前沿成本模型的基本形式可设定为:

$$C_{it} = \beta_0 + f(X_{it}; \beta) + (v_{it} - u_{it})$$

$$i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

C_{it} 表示第*i*个样本在*t*时期的实际总成本; $f(X_{it}; \beta)$ 表示确定性前沿成本; X_{it} 表示第*i*个样本在*t*时期的投入生产要素价格与产出量的矩阵; β 表示待估参数向量; β_0 表示个体固定效应,假定所有样本个体固定效应都是一致的,并且包括在成本非效率之中。随机干扰项由 v_{it} 和 u_{it} 两部分组成,其中 v_{it} 是随机误差项,表示各种随机环境因素对前沿成本的影响,服从正态分布 $N(0, \sigma_v^2)$, u_{it} 为成本非效率项,用以衡量技术的非有效性,服从半正态分布 $N^+(0, \sigma_u^2)$, v_{it} 和 u_{it} 相互独立。此时,成本有效性方程定义为可以实现的最小成本与真实支出的比率(CE_{it}),即:

$$CE_{it} = E(u_{it} | (v_{it} - u_{it})) = E\left(\frac{c^f}{c^r}\right) = \exp(-u_{it}),$$

$$0 < CE_{it} < 1 \quad (2)$$

其中, c^f 为前沿成本, c^r 为实际成本, CE_{it} 越接近于1说明成本效率越高,越接近于0说明成本效率欠佳。

本研究依据 Battese 和 Coelli 建立随机成本边界模型,并在模型中引入时间因素*t*。为了尽可能降低模型设定误差,本研究选择相对灵活的超越对数形式的成本函数,则(1)式可以表示为:

$$\ln C_{it} = \beta_0 + 1/2\varphi_{qq}(\ln q_{it})^2 + \varphi_q \ln q_{it} + \sum_k \beta_k \ln p_{kit}$$

$$+ 1/2 \sum_k \sum_m \beta_{km} \ln p_{kit} \ln p_{mit} + \sum_k \beta_{kq} \ln p_{kit} \ln q_{it}$$

$$+ \theta_{it} t^2 + v_{it} - u_{it} \quad (3)$$

其中,前沿成本由单位面积产出水平*q*、要素价格 p_i 以及用时间*t*代表的外生技术进步共同决定。这里考虑设定一个包含劳动力、化肥、机械、种子四种生产要素的成本函数,因此投入要素价格 p_i 主要表现为劳动力价格 p_l 、化肥价格 p_h 、机械价格 p_j 以及种子价格 p_z 。 θ_t 和 θ_{it} 表示技术进步对所有个体的共同影响,体现技术外溢和技术扩散对前沿成本的共同作用;为了使成本函数具有良好的性质,(3)式还必须满足对称性、齐次性和规模收益不变的条件:

$$\beta_{km} = \beta_{mk}; \sum_k \beta_k = 1; \sum_m \beta_{mk} = 0; \sum_k \beta_{kq} = 0 \quad (4)$$

实际测算过程中,本研究使用两种投入要素的相对价格来替代单一要素价格,作此类处理一方面是为了满足(4)式的限制条件,避免协方差矩阵的齐次性,另一方面是考虑到样本观测值的限制,解释变量数量过多会降低参数估计效率。因此,本研究选择使用总成本、劳动力、机械、化肥与种子的相对价格形式作为变量进行回归分析。

进一步地,结合本研究理论假设构建稻谷生产成本非效率函数,具体如下:

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_m mec_{it} + \delta_o old_{it} + \delta_f female_{it} + \delta_{mo} mec_{it} \times old_{it} + \delta_{mf} mec_{it} \times female_{it} + \delta_r road_{it} + \delta_d dis_{it} + \delta_a area_{it} + \delta_g pGDP_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

(5)式中, u_i 表示生产单元*i*在时刻*t*的成本非效率项。 mec 、 old 、 $female$ 是主要解释变量,分别表示生产单元的农业机械化水平、老龄化和女性化程度,并用农业机械化水平与老龄化和女性化的交叉项 $mec \times old$ 、 $mec \times female$ 来检验农业机械对于劳动力结构变化的调节作用; $road$ 、 dis 、 $area$ 、 $pGDP$ 为控制变量,代表地区农业生产条件的公路基础设施建设水平和作物受灾情况,以及表征地区社会经济环境的作物播种面积与人均生产总值。 ε_{it} 服从在0处截断的半正态分布 $N^+(0, \sigma_u^2)$ 。

三、数据来源与实证结果分析

1. 数据来源及说明

根据样本数据的可获得性和统计口径的一致性,本研究选取2004—2016年中国22个稻谷生产省份的平衡面板数据作为观测样本。所用数据来源于2005—2017年《全国农产品成本收益资料汇编》《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《全国农业机械化统计年报》以及《中国人口与就业统计年鉴》,部分缺失数据由地方统计年鉴予以补充。主要变量说明如下:

本研究参考Napasintuwong和Emerson^[25]的做法,使用每亩劳动力费用与用工数量之比计算得到单位用工日劳动力成本来代理劳动力投入价格,并采用农村居民消费价格指数对其进行平减,用工数量包括雇工和自用工两部分。化肥投入价格采用每亩化肥费用与化肥折纯量之比计算得到,并使用化学肥料价格指数进行平减。由于《全国农产品成本

收益资料汇编》只提供每亩机械费用而未提供机械投入数量,因此本研究参考林善浪等^[26]的做法,采用机械农具价格指数作为机械投入价格数据的代理变量。种子投入价格使用每亩种子费用与种子用量之比计算得到,并使用种子价格指数进行平减。所涉及的价格指数均以2004年作为基期进行折算,需要说明的是,我国稻谷分为早籼稻、中籼稻、晚籼稻和粳稻四个品种,并且各省份种植品种不一,本研究以各品种成本份额作为权重,对各省份的稻谷作物亩均总成本、亩均产量以及各要素价格进行加权平均处理。

本研究选取农业机械总动力作为各省区农业机械化发展水平指标^[20-21],由于现有的相关年鉴中未单独统计用于稻谷生产的农机总动力值,因此本研究采用稻谷种植面积占农作物种植面积的比重对农业机械总动力进行折算,将其作为稻谷农业机械化水平的代理变量。

农村劳动力结构包括农村劳动力老龄化率(old)与农村劳动力女性化率($female$),农村劳动力老龄化率是指农村65岁及以上人口与15—64岁人口之比;农村劳动力女性化率是指农村15岁以上人口中女性性别比(男性=100)。

本研究从稻谷生产条件和社会经济环境两个方面设计控制变量。稻谷生产条件方面,本研究引入公路里程数($road$)和受灾面积(dis)两个变量控制稻谷生产基础设施水平和受灾情况,其中公路里程数用各省份等级公路与等外公路之和来表示;社会经济环境方面,本研究引入稻谷播种面积($area$)和人均GDP($pGDP$)两个变量控制地区稻谷生产水平和综合发展水平。

2. 成本效率测算结果

在SFA方法中,可以通过估计出的方差参数 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ 是否显著来推断无效率项对产出是否具有显著影响。若接受 γ 为零的假设,意味着不存在成本非效率项,成本偏差主要是由随机误差项决定的;反之, γ 值越趋近于1,则说明成本偏差主要是由成本无效率项决定的。需要注意的是,SFA方法并不要求前沿函数中的待估参数全部通过显著性检验,只要求其变差率 γ 为零的原假设必须被拒绝,只有满足这一条件,才能证明成本无效率项确实存在,前沿成本函数具备解释力。从整体估计

结果来看,模型拟合效果良好, γ 估计值为 0.8609,且在 10%显著性水平下通过卡方检验,表明随机误差项中约有 86.09%来自成本非效率,只有 13.91%来自统计误差等外部影响,说明稻谷实际生产成本对最优生产成本的偏离主要是由成本无效率造成的。

表 1 随机前沿成本函数估计结果

变量	系数	标准误
$\ln p_l$	1.727*	0.894
$\ln p_j$	-2.181	1.874
$\ln p_h$	-0.102	1.389
$(\ln p_l)^2$	0.062	0.047
$(\ln p_j)^2$	-0.009	0.123
$(\ln p_h)^2$	0.028	0.067
$\ln p_l \times \ln p_h$	-0.178**	0.073
$\ln p_l \times \ln p_j$	-0.006	0.112
$\ln p_h \times \ln p_j$	0.124	0.174
$\ln q$	-0.315	4.159
$(\ln q)^2$	-0.002	0.339
$\ln q \times \ln p_l$	-0.276**	0.126
$\ln q \times \ln p_h$	0.014	0.189
$\ln q \times \ln p_j$	0.334	0.258
t	0.019***	0.007
t^2	-0.001	0.001
常数项	8.252	13.315
σ^2	0.032	0.012
γ	0.861	0.054
Log likelihood	324.85	
Wald chi2	384.22	

受篇幅限制,本文仅出示各省部分年份稻谷生产成本效率损失值,结果如表 2 所示。如前文所提到,成本非效率反映了实际生产成本对最小成本的偏离,其取值为[0, 1],值越接近于 0,实际生产成本对前沿成本的偏离越小,成本越有效。从成本非效率的分布来看,全国平均值为 0.2725,说明我国稻谷生产成本存在 27.25%的非效率损失,各省份中仅黑龙江省和四川省的稻谷生产成本效率损失在 10%以下,大部分省份的成本非效率均值在 0.1 到 0.4 之间。江苏、安徽、湖北、湖南、江西等稻谷主产省份的成本效率损失明显低于云南、贵州等非产区,但仍存在 25%左右的效率损失。

另外,从各省稻谷成本非效率值的变化来看,虽说总体保持着稳定的效率水平,波动幅度较小,但仍以每年 0.5%左右的增速持续上涨。这与我国逐年增加的粮食生产成本相契合。2004 年以来,与我国稻谷产量持续上涨形成鲜明对比的是粮食生产成本效率的降低。政府不断强调粮食产量供给的同时却忽视了粮食生产成本效率的提高,一定程度上导致目前我国稻谷实际生产过程中存在资源浪费或资源利用率低等现象。因此,在现有给定的市场价格和技术条件下,提高成本效率能够有效减少稻谷的生产成本,进而提高我国稻谷国际竞争力。

表 2 稻谷主产省部分年份生产成本效率损失值

省份	2004 年	2008 年	2012 年	2016 年	省份	2004 年	2008 年	2012 年	2016 年
浙江	0.103	0.111	0.121	0.129	四川	0.022	0.024	0.025	0.028
江苏	0.249	0.25	0.291	0.314	贵州	0.515	0.556	0.601	0.651
安徽	0.251	0.271	0.292	0.316	云南	0.354	0.382	0.413	0.446
福建	0.386	0.417	0.451	0.487	陕西	0.304	0.328	0.355	0.383
江西	0.208	0.225	0.243	0.263	河北	0.472	0.511	0.551	0.595
湖北	0.181	0.195	0.211	0.228	内蒙古	0.278	0.301	0.325	0.351
湖南	0.118	0.128	0.138	0.149	辽宁	0.221	0.239	0.258	0.279
广东	0.296	0.319	0.345	0.373	吉林	0.233	0.252	0.273	0.294
广西	0.307	0.331	0.358	0.387	黑龙江	0.072	0.078	0.084	0.091
海南	0.235	0.254	0.274	0.297	山东	0.182	0.196	0.212	0.229
河南	0.111	0.119	0.128	0.139	宁夏	0.219	0.237	0.256	0.276

3. 成本效率损失模型估计结果

本研究通过设立不同模型分析要素禀赋结构变化对稻谷生产成本效率损失的影响。模型 1 至模型 3 只包括农机总动力及四项控制变量,目的是检验农业机械化发展水平对成本效率损失的影响,并且三个回归模型在样本省份选取问题上有所区别,

以便检验不同区域的节本效应差异。根据我国各区域地形地貌特征以及农业机械化水平差异,从 22 个样本省份中分别选取南方低缓丘陵区 and 西南丘陵山区范围内的 10 省以及东北平原、华北地区和长江下游地区范围内的 9 省进行回归,形成模型 1 与模型 2,而模型 3 则包括了本研究所有样本省份。

模型 4 和模型 5 引入劳动力结构变量：老龄化和女性化，以及两者与农业机械化的交互项，分别表示劳动力老龄化和女性化对成本效率损失的直接影响，以及农业机械化对劳动力结构的调节效应，模

型 6 则同时引入上述三组变量。根据 Hausman 检验结果，模型 1 与模型 2 采用固定效应模型，模型 3 至模型 6 采用随机效应模型。

表 3 稻谷生产成本非效率影响因素估计结果

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
农机总动力	0.048*** (0.013)	-0.046*** (0.016)	-0.011* (0.005)			-0.207* (0.107)
劳动力老龄化				0.055*** (0.011)		0.122*** (0.021)
劳动力女性化					0.034 (0.032)	0.206 (0.138)
农机总动力×老龄化				-0.007*** (0.002)		-0.018*** (0.003)
农机总动力×女性化					-0.002** (0.001)	-0.036 (0.023)
公路里程	-0.011** (0.043)	-0.044*** (0.009)	-0.007** (0.003)	-0.008** (0.003)	-0.008** (0.003)	-0.010*** (0.003)
受灾面积	0.008 (0.003)	0.004 (0.003)	0.0005 (0.001)	0.0006 (0.001)	0.0004 (0.001)	0.0002 (0.001)
稻谷播种面积	-0.092** (0.041)	-0.112*** (0.033)	-0.02* (0.011)	-0.014** (0.009)	-0.020* (0.011)	-0.032*** (0.011)
人均 GDP	0.004 (0.024)	0.025 (0.015)	0.058*** (0.003)	0.057*** (0.004)	0.058*** (0.004)	0.053*** (0.003)
常数项	0.555* (0.301)	0.3* (0.16)	0.449*** (0.011)	0.305*** (0.069)	0.293* (0.161)	-0.759 (0.628)
Wald chi2			1007.81	1104.59	1011.01	1196.10
F 值	21.94	41.07	—	—	—	—

注：***、**、*分别表示在 0.01、0.05、0.1 的水平上显著；括号内数字为标准误。

需要注意的是，在分析成本非效率模型时，成本非效率项中回归系数的符号与通常的含义不同，正号表示该变量值的提高会降低成本效率，负号则是有利于成本效率的改进。模型估计结果分析如下：

模型 1、模型 2、模型 3 的估计结果显示，农业机械化水平对稻谷生产成本效率损失的作用效果因地区而异。总体来看，农业机械作业能够有效改进稻谷生产成本效率损失(模型 3)。分地区来看，南方丘陵地区以及西南丘陵山区 10 省的农机总动力回归系数为正且显著，说明农业机械作业不仅没有降低该区域稻谷生产成本效率损失，反而具有强化作用(模型 1)。而东北、华北以及长江下游平原地区 9 省的农机总动力回归系数则显著为负，说明

该区域农业机械化的发展对于成本效率的提升具有重要贡献(模型 2)，分区域的回归结果与中国目前农机发展现状基本吻合。地区间回归结果的差异与各区域地形地貌条件密切相关，平原地区地块平整更适宜机械化种植，而丘陵山区耕地坡度大，机械作业不如人工作业细致，成为稻谷生产成本效率提升的瓶颈。这与郑旭媛^[23]的结论一致，可见目前稻谷机械化生产的提升空间主要集中在南方低缓丘陵区以及西南丘陵山区各省。

模型 4 和模型 5 中分别引入劳动力结构变量及其与农机总动力的交互项。结果显示，农村劳动力人口老龄化对稻谷生产成本效率损失具有显著的正向作用，即老龄人口占比越高，则实际成本对最

小成本的偏离越严重,容易导致稻谷生产成本的上升,而劳动人口女性化的作用并不显著。通过农机总动力与劳动力结构交叉项的估计结果可以判断,农业机械化的推广对于劳动力老龄化和女性化的负面影响均具有积极的调节效应,回归系数显著为负,与模型6的估计结果一致。

从控制变量的回归结果来看,基本与预期一致。稻谷生产条件方面,等级公路的系数显著为负,说明良好的基础设施建设改善了农业生产环境,促进成本效率提升。稻谷受灾情况的回归系数虽为正,但并不显著,这可能是因种植技术改进和稻谷品种优化,弱化了各种灾害对成本效率的负面影响。经济环境方面,稻谷播种面积系数显著为负,说明播种面积扩大带来的规模效应能够促进成本效率改善。人均GDP系数始终显著为正,这可能是由于发达地区更加注重第二三产业的发展,农业比重较低,加之生产要素价格相对较高,加剧了成本效率损失。

四、结论及其政策启示

上述研究利用2004—2016年中国22个稻谷主产省份面板数据,构建超越对数随机前沿成本函数测算主产省稻谷生产成本效率值,检验了劳动力结构变化和农业机械化对稻谷生产成本效率的影响,结果表明:主产省稻谷生产存在近27.2%的成本效率损失,说明当前稻谷生产成本效率具有提升空间;农村劳动力老龄化会降低稻谷生产成本效率,而女性化对于成本效率损失的影响并不显著;农业机械化的推广能够缓解劳动力结构变化对稻谷生产成本效率的不利影响,说明农业机械的投入具有降本增效的经济效益;农业机械作业对成本效率的改进效果存在地区间差异,南方低缓丘陵区 and 西南丘陵山区的农机作业会加剧成本效率损失。

以上研究结论对于应对劳动力结构变化,促进农业机械化,提高稻谷生产成本效率具有如下政策启示:首先,通过教育、技术培训、提供决策参考等形式提高粮食生产劳动力人力资本;其次,大力培育和发展农机社会化服务,提高农机服务获取的便捷性,缓解劳动力结构变化的负面效应;最后,

完善农机作业补贴投入机制,因地制宜地引导农业机械研发,促进农业机械由数量向质量转变,实现生产要素配置的经济效益和社会效益。

注释:

- ① 根据《2017年农民工监测调查报告》显示,2017年农民工总量达到2.86亿人,其中男性占比为65.6%,50岁以下农民工所占比重为78.7%。
- ② 数据来源:《全国农业机械化统计年报2017》。
- ③ 稻谷生产成本主要由物质、服务费用与人工成本组成,而物质、服务费用主要由种子费、化肥费以及机械作业费构成,据此,本研究结合已有研究和稻谷生产成本构成实际,选取劳动力、化肥、机械、种子四种主要生产要素对小麦生产成本效率进行测算。
- ④ 考虑到中国区域间地形差异会影响到农业机械作业效果,本研究将样本省份分为四个区域:南方低缓丘陵区包括湖北、湖南、江西、广西、广东、福建、浙江等7省;西南丘陵山区包括重庆、四川、云南、贵州等4省;东北地区包括黑龙江、吉林、辽宁等3省;华北地区包括河北、内蒙古2省;长江下游地区包括江苏、安徽2省。

参考文献:

- [1] 马翠萍.农产品入世“过渡期”结束后中国粮食贸易的演变[J].中国软科学,2017(9):18-29.
- [2] 乔娟,张宏升.论农业产业带建设与提升农产品竞争力[J].农业经济问题,2004(12):35-38.
- [3] 李谷成,郭伦,高雪.劳动力成本上升对我国农产品国际竞争力的影响[J].湖南农业大学学报(社会科学版),2018,19(5):1-10.
- [4] Farrell M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957 (120): 253-290.
- [5] Gautam M, Nagarajan H K, Pradhan K C. Technical, economic and allocative efficiency and its determinants of Indian agricultural farmers using ARIS/REDS panel data[R]. New Delhi: NCAER Working Papers on Decentralisation and Rural Governance in India, 2012.
- [6] Thath R. Factors affecting cost efficiency of Cambodian rice farming households[J]. Forum of International Development Studies, 2014, 45(2): 18-38.
- [7] Sanusi S M, Singh I. Empirical analysis of economies of scale and cost efficiency of small-scale maize production in Niger State, Nigeria[J]. Indian Journal of Economics and Development, 2016, 12(1): 55-64.
- [8] 杨浩然,刘悦.中国小麦和苹果生产的成本效率分析

- [J]. 农业经济问题, 2016, 37(1): 16-25, 110.
- [9] 刘强, 刘琦, 杨万江. 农户土地经营规模对我国水稻生产成本效率的影响分析[J]. 中国农业大学学报, 2017, 22(4): 153-161.
- [10] 刘强, 杨万江, 孟华兵. 农业生产性服务对我国粮食生产成本效率的影响分析——以水稻产业为例[J]. 农业现代化研究, 2017, 38(1): 8-14.
- [11] 李旻, 赵连阁. 农业劳动力“老龄化”现象及其对农业生产的影响——基于辽宁省的实证分析[J]. 农业经济问题, 2009, 30(10): 12-18, 110.
- [12] 郭熙保, 黄灿. 刘易斯模型、劳动力异质性与我国农村劳动力选择性转移[J]. 河南社会科学, 2010, 18(2): 64-68, 218.
- [13] 魏君英, 夏旺. 农村人口老龄化对我国粮食产量变化的影响——基于粮食主产区面板数据的实证分析[J]. 农业技术经济, 2018(12): 41-52.
- [14] 胡雪枝, 钟甫宁. 人口老龄化对种植业生产的影响——基于小麦和棉花作物分析[J]. 农业经济问题, 2013, 34(2): 36-43, 110.
- [15] 彭代彦, 吴翔. 中国农业技术效率与全要素生产率研究——基于农村劳动力结构变化的视角[J]. 经济学家, 2013(9): 68-76.
- [16] 李俊鹏, 冯中朝, 吴清华. 农业劳动力老龄化与中国粮食生产——基于劳动增强型生产函数分析[J]. 农业技术经济, 2018(8): 26-34.
- [17] 吴丽丽, 李谷成, 周晓时. 中国粮食生产要素之间的替代关系研究——基于劳动力成本上升的背景[J]. 中南财经政法大学学报, 2016(2): 140-148, 160.
- [18] 伍骏骞, 方师乐, 李谷成, 等. 中国农业机械化发展水平对粮食产量的空间溢出效应分析——基于跨区作业的视角[J]. 中国农村经济, 2017(6): 44-57.
- [19] 陈苏, 胡浩, 傅顺. 要素价格变化对农业技术进步及要素替代的影响——以玉米生产为例[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2018, 19(3): 24-31.
- [20] 程勇翔, 王秀珍, 郭建平, 等. 中国水稻生产的时空动态分析[J]. 中国农业科学, 2012, 45(17): 3473-3485.
- [21] Tauer L. Age and farmer productivity[J]. Applied Economic Perspectives and Policy, 1995(1): 63-69.
- [22] Song Y, Vernoooy R. Seeds of empowerment action research in the context of feminization of agricultural in Southwest China[J]. Gender, Technology and Development, 2010, 14(1): 25-44.
- [23] 郑旭媛, 徐志刚. 资源禀赋约束、要素替代与诱致性技术变迁——以中国粮食生产的机械化为例[J]. 经济学(季刊), 2017, 16(1): 45-66.
- [24] Battese G E, Coelli T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data[J]. Empirical Economics, 1995(20): 325-332.
- [25] Napasintuwong O, Emerson R D. Institutional and Socioeconomic Model of Farm Mechanization and Foreign Workers[C]. Rhode Island: American Agricultural Economics Association Annual Meeting, 2005.
- [26] 林善浪, 叶炜, 张丽华. 农村劳动力转移有利于农业机械化发展吗——基于改进的超越对数成本函数的分析[J]. 农业技术经济, 2017(7): 4-17.

责任编辑: 李东辉