

欢迎按以下格式引用:刘玉成,张茜.长江经济带农业生产效率测算及时空演变研究[J].长江大学学报(社会科学版),2023,46(6):86-94

# 长江经济带农业生产效率测算及时空演变研究

刘玉成<sup>1,2</sup> 张茜<sup>1,3</sup>

(1.长江大学 经济与管理学院,湖北 荆州 434023;2.长江大学 长江经济带发展研究院,湖北 荆州 434023;

3.荆州职业技术学院 经济管理学院,湖北 荆州 434023)

**摘要:**为探究长江经济带农业生产效率情况,基于2010~2021年长江经济带省域数据,利用三阶段DEA模型和Malmquist指数,从静态和动态角度对长江经济带农业生产效率进行测算,并从时空视角分析长江经济带各地区农业生产效率的演变特征,结果显示:在排除外部环境和随机因素的影响后,长江经济带农业生产综合效率有所下降;从静态角度来看,11省(市)农业生产效率的时间变化和空间差异较大;从动态角度来看,农业全要素生产率总体呈上升态势,其中技术进步的贡献最大,而技术效率的拉动作用还需进一步提升。长江经济带在空间上的农业生产效率前沿面逐渐由中下游地区向上游地区转移,总体呈现“上游地区>中游地区>下游地区”的发展格局。

**关键词:**长江经济带;农业生产效率;空间演变;三阶段DEA;Malmquist指数

**分类号:**F327 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-1395(2023)06-0086-09

## 一、引言

农业是国民经济的基础,党和政府历来高度重视“三农”问题,2022年中央一号文件指出“确保农业稳定增产,农民稳步增收、农村稳定安宁”,2023年中央一号文件进一步强调“守好‘三农’基本盘至关重要、不容有失”。当前我国脱贫攻坚战已取得全面胜利,然而农村地区发展不平衡不充分的问题仍然突出。长江经济带作为我国重要的粮食主产区和农业经济发展的主战场,仍存在农业资源利用不合理、农业生产现代化水平不足、人均耕地面积匮乏等问题。如何提升其农业综合生产能力将直接关系到我国的农业经济健康发展。提升农业综合生产能力的关键是提升农业生产效率,因此,如何促进资源充分有效利用、加快农业生产方式转型升级、提升耕地

增产潜力,是我国三农领域值得研究的重要问题,关系着我国全面小康社会的建设和“两个一百年奋斗目标”的实现。

已有文献大多利用DEA模型研究农业生产效率问题。Farrell(1957)最早使用线性规划方法测算英国农业生产效率的前沿面,被认为是DEA方法的基本思想起源<sup>[1]</sup>。我国学者主要采用DEA模型以及扩展的DEA模型对农业生产效率进行测算,例如,戚焦耳等(2015)运用DEA-Tobit模型,分析江苏省农地流转对农业生产效率的影响,认为农地流转可以有效促进农业生产效率提升<sup>[2]</sup>;魏修建等(2015)认为发展农业生产性服务业有助于提升农业生产效率<sup>[3]</sup>;苏昕等(2017)认为农业合作经营能促进农业生产效率的提升<sup>[4]</sup>;侯琳等(2019)使用超效率DEA模型和Malmquist指数分析我国农业生产效

收稿日期:2023-07-07

基金项目:湖北省教育厅哲学社会科学一般项目“区域协同视角下长江经济带人才共享的福利效应与协调机制研究”(20Y033);长江大学社会科学基金项目“科技资源共享促进长江经济带高质量发展的路径与政策研究”(2021csz01)

第一作者简介:刘玉成(1970-),男,湖北荆门人,教授,博士,主要从事劳动经济与产业经济研究。

通信作者:张茜(1987-),女,湖北钟祥人,讲师,主要从事农业经济管理研究,E-mail:253169733@qq.com。

率,认为东部地区农业生产效率最高,中西部地区低于全国平均水平<sup>[5]</sup>;李江等(2021)运用 DEA-Tobit 两阶段模型测算了我国省级地区的农业生产效率,认为全国平均生产效率呈现上升趋势,但是区域差距明显<sup>[6]</sup>。由于传统的 DEA 模型难以排除外部环境的影响,为使测算结果更加准确,Fried 等(2002)对传统的 DEA 模型进行改进,提出了三阶段 DEA 模型<sup>[7]</sup>。我国学者采用三阶段 DEA 模型作了较多测算研究,例如,郭军华等(2010)在对我国农业生产效率进行测度研究的基础上,识别了影响农业生产效率的有利因素和不利因素<sup>[8]</sup>;刘子飞等(2015)通过测算,认为有机化可以提高农业生产效率尤其是纯技术效率<sup>[9]</sup>;杨彩艳等(2018)测算了我国四个省域农业社会化服务对农业生产效率的影响,认为金融服务、农技服务、机械服务对农业生产效率的影响为正向,基础设施对农业生产效率的影响为负向<sup>[10]</sup>;彭有为等(2022)测算了中国高技术产业全要素生产率,认为综合效率和规模效率被高估,纯技术效率被低估<sup>[11]</sup>。

通过对已有文献进行分析,可以发现:(1)从研究对象来看,现有文献大多局限于对全国或者省域的分析,从区域层面进行研究的相对较少。(2)从研究方法来看,现有文献大多使用静态研究方法,对剔除环境变量影响后的效率值同时进行静态和动态研究的文献相对较少。(3)从研究视角来看,现有文献更加关注对农业生产效率产生直接影响的因素,但外生环境变量对农业生产效率的间接影响作用不可忽视。(4)从研究内容来看,现有文献的大多是对效率测度和影响因素的分析,对区域差异和时空演变的分析相对较少。基于此,本文在现有文献的基础上,以长江经济带为研究对象,运用三阶段 DEA 模型与 Malmquist 指数,在剔除环境变量和随机因素的基础上,对 2010~2021 年长江经济带 11 省(市)的农业生产效率进行测度和时空演变分析,以期为提高长江经济带农业生产效率提供切实有效的建议。

## 二、研究方法 with 数据来源

### (一)模型介绍

#### 1.三阶段 DEA 模型

DEA 即数据包络分析法,通常用于评估多投入多产出的多个目标决策单元(DMU)之间的效率和相对有效性。Fried(2002)在传统 DEA 模型的基础上,进一步提出了可以剔除环境因素和随机扰动影响的三阶段 DEA 模型<sup>[7]</sup>。三阶段 DEA 因其客观

性及准确性特点,被广泛应用于经济金融效率分析领域,其具体步骤如下。

第一阶段,DEA 分析。利用规模报酬可变的 BCC 模型计算长江经济带各省域的农业生产效率。在假设规模报酬可变的前提下,DEA 模型分为投入导向和产出导向 2 种类型,该研究使用基于投入角度的 BCC 模型进行研究,BCC 模型的公式如下:

$$\begin{aligned} & \min\{\theta - \epsilon(e^T S^- + e^T S^+)\} \\ & s. t. \begin{cases} \sum X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, S^-, S^+ \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

其中, $j = 1, 2, \dots, n$  表示决策单元, $X, Y$  分别表示决策单元的投入变量和产出变量。

第二阶段,SFA 回归。将第一阶段得出的各投入指标的松弛变量作为被解释变量,各环境指标作为解释变量,借助 SFA 方法进行回归。对初始效率值进行 SFA 回归的目的在于剔除环境变量和随机因素的影响,使每个决策单元处于相同的外部环境中进行比较。

第三阶段,DEA 分析。用第二阶段得出的剔除环境因素影响后的投入产出值代替原始投入值,再次使用第一阶段方法测算最终效率,得出剔除了环境因素和随机因素影响后的真实效率值,能够更加准确地客观地反映各决策单元的效率情况。

#### 2.Malmquist 指数

Malmquist 指数建立在距离函数之上,用于测量全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)的变化,是一种基于 DEA 模型的动态分析方法。当 Malmquist 指数 $>1$ 时,全要素生产率呈增长趋势;Malmquist 指数 $<1$ 时,全要素生产率为下降趋势。其中,Malmquist 指数=技术进步 $\times$ 技术效率=技术进步 $\times$ 纯技术效率 $\times$ 规模效率。

### (二)变量选取与相关性分析

#### 1.变量介绍

本研究选取农林牧渔总产值(亿元)作为产出指标,选取农作物总播种面积(千公顷)作为土地投入要素变量,农用机械总动力(万千瓦)、农用化肥施用量(折纯量)(万吨)、有效灌溉面积(千公顷)作为技术投入要素变量。环境变量是指虽然不能对产出指标产生直接影响,但是可以间接影响产出指标的外部环境因素。因此,选取农林水事务的财政支出(亿元)作为政策环境变量,农村居民人均可支配收入(元/人)作为社会环境变量,第二产业占生产总值的

比值(%)作为经济环境变量。由于各地区第一产业劳动力中兼业行为对劳动力指标数据影响较大,为避免兼业行为导致测算结果的不准确性,本研究没有选择第一产业劳动力作为投入指标。本研究的时

间范围为 2010~2021 年,数据来源于历年《中国农村统计年鉴》、《中国农业年鉴》和长江经济带 11 省(市)统计年鉴。各变量的描述性统计情况见表 1。

表 1 变量定义及统计描述

| 变量类型 | 名称          | 符号   | 单位  | 均值       | 最大值      | 最小值     | 标准差     |
|------|-------------|------|-----|----------|----------|---------|---------|
| 产出变量 | 农林牧渔总产值     | TOV  | 亿元  | 3834.56  | 9383.32  | 268.60  | 2051.28 |
|      | 农作物总播种面积    | TSA  | 千公顷 | 6150.29  | 7309.60  | 401.20  | 2874.41 |
| 投入变量 | 农用机械总动力     | TPAM | 万千瓦 | 3502.41  | 6924.31  | 104.10  | 1867.12 |
|      | 农用化肥施用量     | AACF | 万吨  | 190.50   | 284.73   | 11.80   | 109.22  |
|      | 有效灌溉面积      | EIA  | 千公顷 | 2229.80  | 4608.80  | 201.00  | 1289.20 |
|      | 农林水事务财政支出   | GE   | 亿元  | 628.15   | 1330.10  | 151.93  | 276.27  |
| 环境变量 | 农村居民人均可支配收入 | PCDI | 元/人 | 15047.52 | 78027.00 | 3471.90 | 6650.74 |
|      | 第二产业占生产总值比值 | RCI  | %   | 43.64    | 44.51    | 26.49   | 7.82    |

(2)变量相关性检验

为检验各投入产出变量之间是否符合“同向性”原则,对变量进行 Pearson 相关性检验,得到各投入和产出变量之间的相关系数,结果见表 2。由表 2 可知,长江经济带各投入和产出变量之间的 Pearson 相关系数分别为 0.788、0.778、0.757、0.804,且都在 1% 概率水平下显著,因此变量选取合理。

表 2 2010~2021 年长江经济带农业投入与产出变量的 Pearson 相关系数

| 投入变量 | 产出变量:TOV     |       |
|------|--------------|-------|
|      | Pearson 相关系数 | P 值   |
| TSA  | 0.791***     | 0.000 |
| TPAM | 0.801***     | 0.000 |
| AACF | 0.772***     | 0.000 |
| EIA  | 0.825***     | 0.000 |

注:\*\*\*表示在 1% 概率水平下显著。

三、长江经济带农业生产效率测算及分析

(一)第一阶段 DEA 分析结果

在不考虑环境因素和随机影响的情况下,本文使用 Deap 2.1 软件对上述投入产出指标分别进行测算,得出长江经济带 11 个省(市)2010~2021 年的农业生产效率测算结果,见表 3。对表 3 的结果分析如下:

1.总体分析

2010~2021 年平均农业生产效率值均在 0.8 以上,说明在不考虑环境因素和随机影响的情况下,长江经济带农业生产效率整体态势良好,处于较为前

沿的水平。

2.分年度分析

长江经济带平均农业生产效率值可以分为三个时间段。2010~2015 年农业生产效率均值由 0.818 稳步上升至 0.882;2016~2018 年由 0.881 下降至 0.840;而在 2019~2021 年期间,农业生产效率均值则由 0.841 缓慢回升至 0.867。长江经济带平均农业生产效率整体变化趋势呈现“上升→下降→上升”的“N”字型。

3.分省份分析

浙江和上海一直处于效率水平的最前沿位置;四川和重庆虽未达到最优效率水平,但也处于较为前沿位置;湖北、江苏近几年虽然略有下降,但在 11 省(市)中仍处于相对较高水平;贵州、云南、江西一直稳步提升,贵州和云南近几年更是达到最优效率值,可见发展势头较好;湖南效率水平不高,近几年呈现下降趋势;安徽在 11 省(市)中一直处于最低效率水平。

(二)第二阶段 SFA 回归结果分析

为使长江经济带 11 个省(市)处于相同的环境水平下进行比较,本文在第二阶段运用 SFA 模型进行回归,剔除环境和随机因素对测算结果的影响。将第一阶段得到的各投入指标的松弛变量作为因变量,将环境变量作为自变量,分别建立相似 SFA 回归模型,运用 Front4.1 软件进行调整,回归结果见表 4。

由表 4 结果可得,4 个相似 SFA 回归模型的 Gamma 值均接近 1,表示环境变量对生产效率的影响较大,LR 单边似然值均通过了 5% 的检验,说明本研究选用 SFA 回归模型较为合理。环境变量与

各松弛变量之间的回归统计量大多能在 5% 显著性水平上显著,表明环境变量可以显著影响各松弛变

量。对各变量的影响分析如下:

表 3 第一阶段 2010~2021 年长江经济带农业生产效率

| 地区 | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 均值    |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 安徽 | 0.542 | 0.547 | 0.476 | 0.475 | 0.484 | 0.501 | 0.470 | 0.468 | 0.452 | 0.432 | 0.446 | 0.451 | 0.479 |
| 江西 | 0.692 | 0.673 | 0.615 | 0.676 | 0.691 | 0.735 | 0.768 | 0.751 | 0.709 | 0.718 | 0.730 | 0.739 | 0.708 |
| 湖南 | 0.845 | 0.889 | 0.793 | 0.809 | 0.806 | 0.825 | 0.815 | 0.686 | 0.672 | 0.660 | 0.738 | 0.756 | 0.775 |
| 云南 | 0.744 | 0.716 | 0.773 | 0.800 | 0.846 | 0.857 | 0.804 | 0.795 | 0.869 | 0.919 | 1.000 | 1.000 | 0.844 |
| 江苏 | 0.775 | 0.786 | 0.853 | 0.865 | 0.849 | 0.895 | 0.905 | 0.881 | 0.826 | 0.797 | 0.766 | 0.783 | 0.832 |
| 贵州 | 0.574 | 0.532 | 0.715 | 0.763 | 0.814 | 0.943 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.862 |
| 湖北 | 0.887 | 0.919 | 0.840 | 0.887 | 0.911 | 0.943 | 0.933 | 0.897 | 0.878 | 0.854 | 0.808 | 0.823 | 0.882 |
| 重庆 | 0.934 | 0.941 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.946 | 0.882 | 0.928 | 1.000 | 1.000 | 0.969 |
| 四川 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.951 | 0.947 | 0.991 | 0.987 | 0.990 |
| 浙江 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 上海 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 均值 | 0.818 | 0.818 | 0.824 | 0.843 | 0.855 | 0.882 | 0.881 | 0.857 | 0.840 | 0.841 | 0.862 | 0.867 | 0.849 |

表 4 第二阶段长江经济带农业生产效率 SFA 回归调整结果

|                    | 松弛变量        |             |           |           |           |
|--------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
|                    | TSA         | TPAM        | AACF      | EIA       |           |
| 环境变量               | GE          | -0.807**    | -0.738**  | -0.010    | -0.233**  |
|                    | PCDI        | -0.056**    | -0.042*   | -0.002    | -0.011**  |
|                    | RCI         | -60.812***  | -21.287** | -0.901*   | -6.648*** |
| 常数项                | 3947.109*** | 1824.091*** | 41.012    | 407.231** |           |
| Sigma <sup>2</sup> | 3.761E***   | 2.504E***   | 0.067***  | 0.820E*** |           |
| gamma              | 0.910**     | 0.952**     | 0.961**   | 0.977**   |           |
| 对数似然值              | -959.245    | -901.141    | -530.190  | -770.412  |           |
| LR                 | 151.847**   | 211.390**   | 234.601** | 341.233** |           |

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%、1% 概率水平下显著;E 表示 10<sup>6</sup>。下同。

### 1. 农林水事务财政支出

该变量对农作物总播种面积、农用机械总动力、有效灌溉面积等 3 个松弛变量的影响均在 5% 的显著性水平上通过检验,而对农用化肥施用量松弛变量不显著,且对各松弛变量的系数值均为负值。说明随着政府对农业领域的财政投入增加,机械、灌溉等方面均会得到改善,进而对农业生产效率产生正面影响。这一结论与预期相符,可能的原因是,财政投入的增加可以促进农村基础设施建设、农业产业结构优化升级和农民专业素质水平提升。

### 2. 农村居民人均可支配收入

该变量对农作物总播种面积、有效灌溉面积松弛变量的影响显著,在 5% 的显著性水平下通过检验,对农用机械总动力松弛变量的影响仅在 10% 的显著性水平下通过检验,对农用化肥施用量松弛变量不显著,且对各松弛变量的系数值均为负值。说明随着农民人均可支配收入的提高,土地、机械、灌

溉等方面均得到改善,进而对农业生产效率产生正面影响。这一结论与预期相符,可能的原因是,农民对各项投入要素的利用率较高,且收入的提高提升了农民参与第一产业生产活动的积极性。

### 3. 第二产业占生产总值比值

该变量对农作物总播种面积、农用机械总动力、农用化肥施用量松弛变量的影响显著,均在 5% 以上的显著性水平下通过检验,而对有效灌溉面积松弛变量的影响却并不显著,且对各松弛变量的系数值均为负值。说明随着工业化水平的提高,土地、机械、化肥等方面均得到改进,进而对农业生产效率产生正面影响。这一结论与预期相符,可能的原因是,工业的发展可以为第一产业提供更先进的生产技术和资金要素,同时还可以促进土地产出率、机械自动化率、化肥利用率的提升。

由以上分析可得,外生环境变量对长江经济带农业生产效率的影响不可忽视,有必要在第三阶段

运用调整后的投入产出数据,从而得到更为准确的长江经济带各省(市)效率值。

(三)第三阶段调整后的 DEA 结果分析

运用调整后的投入产出数据,重复第一阶段过程。使用 Deap2.1 软件进行 DEA 分析,得到调整后

的长江经济带各地区农业生产效率值,具体结果见表 5。

对比表 3 和表 5 可以发现,剔除环境变量影响前后长江经济带各地区农业生产效率值差别较大,具体分析如下:

表 5 第三阶段调整后的长江经济带各地区农业生产效率值

| 地区 | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 均值    |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 上海 | 0.524 | 0.500 | 0.473 | 0.453 | 0.462 | 0.417 | 0.359 | 0.328 | 0.283 | 0.249 | 0.227 | 0.224 | 0.375 |
| 安徽 | 0.659 | 0.658 | 0.621 | 0.617 | 0.627 | 0.645 | 0.624 | 0.611 | 0.633 | 0.654 | 0.679 | 0.691 | 0.643 |
| 江西 | 0.744 | 0.708 | 0.667 | 0.774 | 0.793 | 0.794 | 0.766 | 0.757 | 0.780 | 0.786 | 0.760 | 0.772 | 0.758 |
| 云南 | 0.764 | 0.739 | 0.794 | 0.823 | 0.880 | 0.894 | 0.840 | 0.856 | 0.907 | 0.921 | 0.974 | 0.980 | 0.864 |
| 贵州 | 0.658 | 0.610 | 0.730 | 0.762 | 0.806 | 0.899 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.872 |
| 重庆 | 0.793 | 0.796 | 0.855 | 0.851 | 0.906 | 0.923 | 0.904 | 0.852 | 0.819 | 0.860 | 0.922 | 0.907 | 0.866 |
| 湖南 | 0.932 | 0.954 | 0.912 | 0.921 | 0.899 | 0.924 | 0.924 | 0.803 | 0.825 | 0.839 | 0.914 | 0.911 | 0.897 |
| 湖北 | 0.943 | 0.975 | 0.944 | 0.979 | 1.000 | 1.000 | 0.991 | 0.970 | 0.991 | 0.999 | 0.965 | 0.971 | 0.977 |
| 江苏 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 浙江 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 四川 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 均值 | 0.820 | 0.813 | 0.818 | 0.835 | 0.852 | 0.863 | 0.855 | 0.834 | 0.840 | 0.846 | 0.858 | 0.860 | 0.841 |

1. 总体分析

对比表 3 和表 5,2010~2021 年间长江经济带农业生产效率均值由调整前的 0.849 降为调整后的 0.841,说明在考虑环境因素和随机影响后,整体效率水平虽然依旧处于较为前沿水平,但仍略有下降。此外,经过调整后效率均值位于前沿位置的省份由 2 个增长为 3 个,说明在整体效率水平下降的情况下,部分省份仍有上升。

2. 分年份分析

2010~2015 年间,长江经济带农业生产效率均值由 0.820 波动上升至 0.863,2015~2021 年由 0.863 波动下降至 0.860,整体波动程度较调整前更加平稳。

3. 分省份分析

(1)浙江省在调整前后均处于效率水平的前沿面,江苏省和四川省调整后处于效率水平的前沿面,湖北省在调整后处于较前沿水平。原因可能在于,这些省份较高的经济发展水平可以为农业高新技术的推广提供良好的外部环境,优越的地理位置又能为农民提供高产出率的优质耕地和充足的灌溉水源,在资源丰富的同时对资源的利用率较高,资源分配较为合理。此外,人口大省所带来的劳动力优势同样不可忽略。(2)湖南省、贵州省、云南省、江西省调整后效率水平均有所提高,说明在不受环境因素影响的情况下,这四省的农业生产效率出现不同程

度的提升。原因可能在于党和政府对这些省份惠农补贴力度较大,且这些省份在结合自身优美生态环境、大力发展以生态农业和旅游农业为主的新型农业的同时,加快农村产业结构转型,不断提升农产品附加值和经济效益。(3)上海市与重庆市在调整后的效率水平相较调整前下降,其中上海市下降幅度较大且呈现逐年降低趋势,重庆市下降幅度较小。原因可能在于这两市城镇化水平较高导致耕地资源短缺和大量劳动力转移,加之二三产业未对第一产业提供应有的反哺作用,由此导致农业生产效率的降低。(4)安徽省在调整前后均处于长江经济带 11 省(市)中的较低效率水平,虽然剔除环境变量后的效率值略有提高,但与其他省份相比仍存在较大提升空间。原因可能在于安徽省农业现代化水平较低、技术型人才缺乏、基础设施建设不完善、自然灾害频发、人均耕地面积较少等。

(四)Malmquist 指数分析

前文根据三阶段 DEA 模型对长江经济带农业生产效率的测算是一种静态的分析方式,为从动态角度对其进行更为全面的分析,下文将利用 DEAP2.1 软件对 2010~2021 年长江经济带 11 个地区经调整后的投入值和原始产出值进行 Malmquist 指数分析,分年份全要素生产率及其分解值见表 6,分地区全要素生产率及其分解值见表 7。

表 6 长江经济带农业生产效率 Malmquist 指数及其分解(分年份)

| 年份        | 技术效率  | 技术进步  | 纯技术效率 | 规模效率  | 全要素生产率 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 2010~2011 | 0.987 | 1.100 | 0.995 | 0.991 | 1.086  |
| 2011~2012 | 1.007 | 1.184 | 1.000 | 1.006 | 1.192  |
| 2012~2013 | 1.020 | 1.062 | 1.036 | 0.985 | 1.083  |
| 2013~2014 | 1.022 | 1.038 | 1.006 | 1.016 | 1.061  |
| 2014~2015 | 1.009 | 1.017 | 1.012 | 0.997 | 1.026  |
| 2015~2016 | 0.981 | 1.087 | 0.990 | 0.991 | 1.067  |
| 2016~2017 | 0.971 | 1.070 | 0.982 | 0.988 | 1.039  |
| 2017~2018 | 0.999 | 1.027 | 1.016 | 0.983 | 1.026  |
| 2018~2019 | 1.000 | 1.022 | 1.007 | 0.994 | 1.022  |
| 2019~2020 | 1.008 | 1.088 | 1.004 | 1.004 | 1.097  |
| 2020~2021 | 1.009 | 1.086 | 1.003 | 1.006 | 1.102  |
| 均值        | 1.001 | 1.071 | 1.005 | 0.996 | 1.073  |

表 7 长江经济带农业生产效率 Malmquist 指数及其分解(分地区)

| 地区   | 技术效率  | 技术进步  | 纯技术效率 | 规模效率  | 全要素生产率 |
|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 上海   | 0.920 | 1.100 | 1.000 | 0.920 | 1.011  |
| 江苏   | 1.000 | 1.053 | 1.000 | 1.000 | 1.053  |
| 湖南   | 0.998 | 1.058 | 0.994 | 1.004 | 1.056  |
| 四川   | 1.000 | 1.059 | 1.000 | 1.000 | 1.059  |
| 湖北   | 1.002 | 1.060 | 1.001 | 1.001 | 1.063  |
| 安徽   | 1.003 | 1.061 | 1.003 | 1.000 | 1.064  |
| 浙江   | 1.000 | 1.065 | 1.000 | 1.000 | 1.065  |
| 江西   | 1.002 | 1.070 | 1.015 | 0.987 | 1.072  |
| 云南   | 1.025 | 1.061 | 1.017 | 1.007 | 1.087  |
| 重庆   | 1.015 | 1.077 | 1.002 | 1.013 | 1.093  |
| 贵州   | 1.043 | 1.089 | 1.019 | 1.024 | 1.136  |
| 上游地区 | 1.021 | 1.072 | 1.010 | 1.011 | 1.094  |
| 中游地区 | 1.001 | 1.063 | 1.003 | 0.997 | 1.064  |
| 下游地区 | 0.981 | 1.070 | 1.001 | 0.980 | 1.048  |
| 均值   | 1.000 | 1.068 | 1.005 | 0.996 | 1.069  |

### 1. 总体分析

由表 6 结果可知,2010~2021 年长江经济带农业全要素生产率均大于 1,均值为 1.073,说明综合考虑土地、资本、技术等要素之后的生产率水平为上升趋势,总体上升 7.3%。其中技术效率和技术进步均呈上升趋势,但技术进步对全要素生产率的提升贡献更大,说明农民在农业生产过程中更关注农业高新技术与农用机械的更新换代,对效率提升方面重视程度稍有不足。将技术效率进一步分解可知,纯技术效率拉动了技术效率的提升,而规模效率则对技术效率增长具有负面影响。分年度来看,2011~2012 年全要素生产率增长最快,为 19.2%,2018~2019 年增长最慢,为 2.2%。研究期内技术进步指数均促进了农业全要素生产率的增长,而技术效率指数在 2010~

2011 年和 2015~2018 年抑制了全要素生产率指数的提高。

### 2. 分省份分析

由表 7 结果可知,研究期内长江经济带 11 省(市)全要素生产率均处于上升趋势,但相互之间存在明显差异,贵州省增长率最高,为 13.6%,上海市最低,为 1.1%。从分解结果来看,贵州省技术效率与技术进步发展较为均衡,两者协同拉动全要素生产率的提升,上海市技术进步发展较快,技术效率还存在较大提升空间。原因可能在于,国家近年来较为重视对贵州省的农业资金投入,贵州省在农用机械和科技水平不断提升的同时也注重对效率的提升,而上海市经济较发达的同时技术水平较高,但由于城镇化水平较高导致人地关系紧张的同时对技术的利用率不足。

### 3.分区域分析

由表7结果可知,研究期内长江经济带上游、中游、下游三个区域的农业全要素生产率均值分别提升9.4%、6.4%、4.8%,上游地区>中游地区>下游地区。上游和中游地区全要素生产率提升更多来源于技术进步,而技术效率对下游地区全要素生产率提升具有负面影响,其中规模效率的负面影响较纯技术效率更大。在上游地区中,四川全要素生产率增长率未达到平均水平,在中游地区中湖北和湖南未达到平均水平,而下游地区所有地区均未达到平

均水平。总体来说,长江经济带上游、中游、下游三个区域技术进步水平较高,应更为关注对各区域技术效率特别是规模效率的提升,通过促进农业集约化、规模化发展进一步促进全要素生产率增长率的提升。

## 四、长江经济带农业生产效率时空演变分析

### (一)时间演变分析

对长江经济带第三阶段的效率水平分上游、中游、下游三个区域作时间演变趋势图,如图1所示。

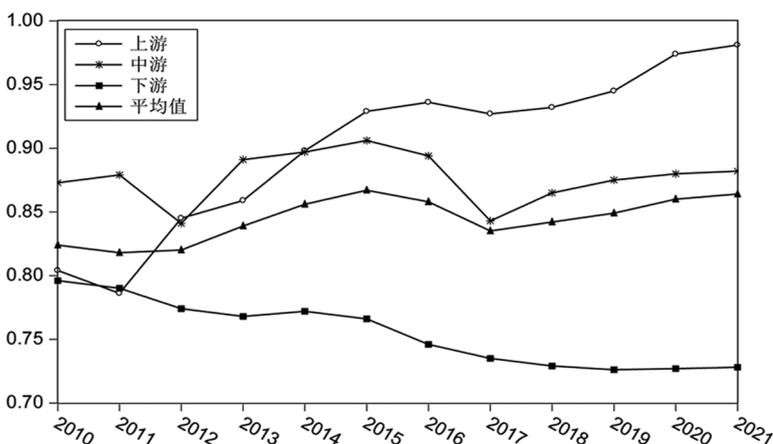


图1 长江经济带各区域农业生产效率值变化趋势

由图1可得,2010~2021年长江经济带农业生产效率均值在0.824至0.864之间波动,2015年为研究期内效率均值的最高值,达到0.867,整体呈波动上升趋势。上游地区效率值波动幅度最大,呈现逐年上升趋势,下游地区效率值波动幅度次之,呈现逐年下跌趋势,中游地区效率值波动幅度较为平缓。上游和中游地区的波动趋势与整体效率均值的变化趋势较为一致,且效率水平大于长江经济带平均水平;下游的波动趋势与整体相反,效率水平小于总体平均水平。2010年的效率值排序是中游地区>上游地区>下游地区,2014年上游地区反超中游地区,2021年效率值排序是上游地区>中游地区>下游地区。从中可以看出长江经济带农业生产效率值的区域性时间特征差异较大,随时间变化较明显。说明农业生产效率与各地区的地理位置、自然资源、经济水平、农业生产方式和农业经营状况等息息相关。

变特征分析如下:

#### 1.分省份分析

观察图2可知,2010年四川、江苏、浙江的农业生产效率属于最优水平,湖北和湖南属于较优水平,属于中等水平的是云南、重庆、江西,而安徽、贵州、上海处于下等水平。2021年贵州也进入最优水平行列,云南上升为次优水平,湖南降为中等水平,江西降为下等水平,其他省份的效率水平没有明显变化。2010年中游区域中湖北和湖南两省属于较优效率水平,下游区域中江苏和浙江两省属于最优效率水平,而上游区域仅有四川省属于最优效率水平。2021年上游区域有四川、贵州、云南三省属于较优以上水平,下游区域中江苏和浙江两省属于最优效率水平,而中游区域仅有湖北省属于较优效率水平。

#### 2.分区域分析

2010年效率前沿水平集中在中游和下游区域,2021年效率前沿水平集中在上游和下游区域。上游地区在受到四川省正向空间外溢效应影响的同时,大力发展特色农业,在提升农产品附加值的基础上进一步促进农旅产业融合,此外,较高的农业科技投入与规模经营水平对生产效率的正向作用也不可

### (二)空间演变分析

利用 Arcgis 10.5 软件对长江经济带各省域 2010 和 2021 年第三阶段的农业生产效率作空间分布图,并使用自然断点法对效率值分类,见图 2。

根据图 2,对长江经济带农业生产效率空间演

忽视。中游地区的湖南省和江西省农业规模化集约化程度不足,农业基础设施建设不完善,小农经济与现代农业的衔接还不够。下游江浙地区在拥有优质耕地资源和气候环境的同时,既有较高的经济水平

为农业技术发展提供稳定的外部支撑,又有发达的工业反哺农业。总体而言,长江经济带上游区域农业生产效率水平提升较大,中游区域效率水平下降,下游区域保持不变。

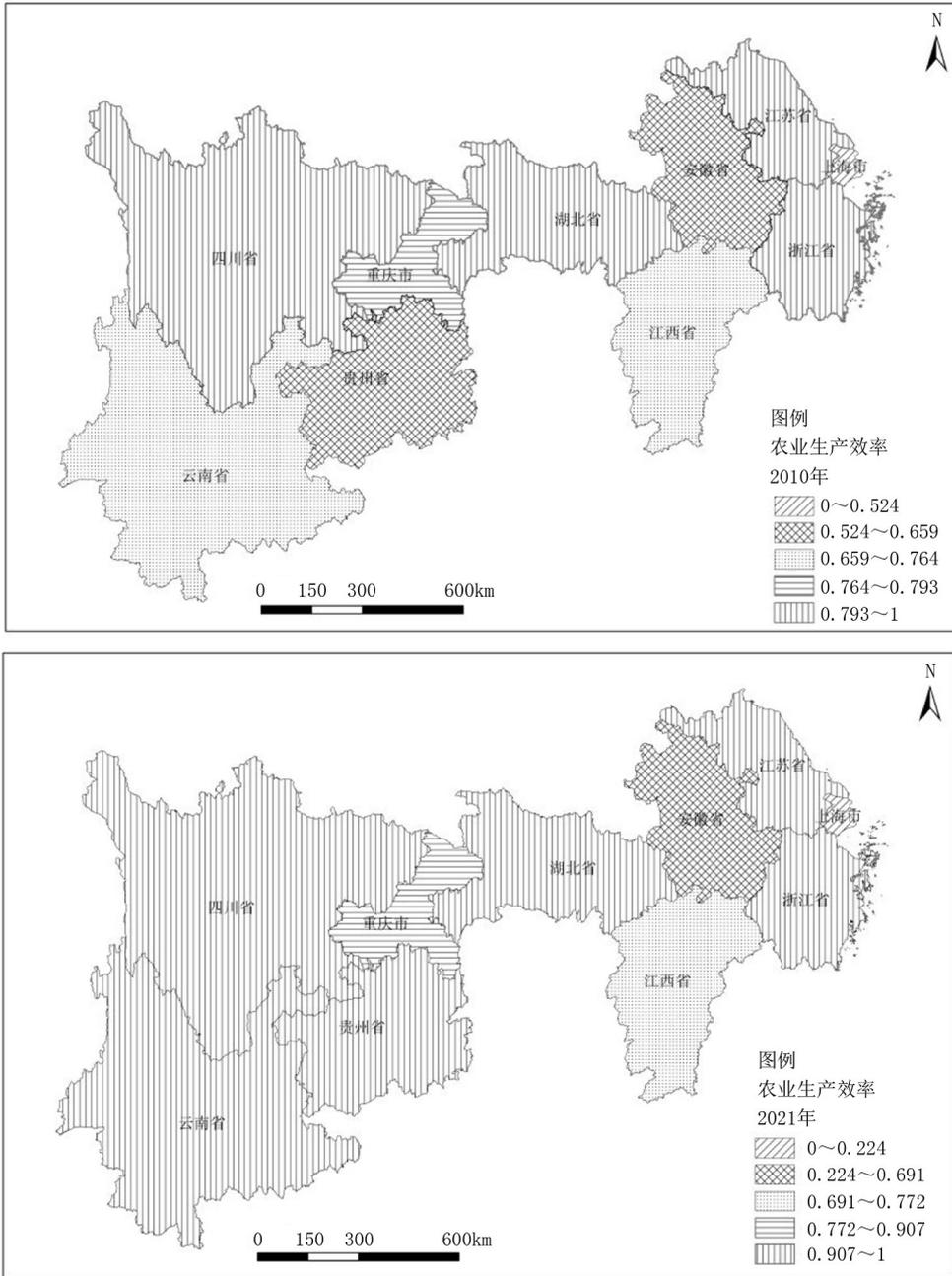


图 2 长江经济带农业生产效率空间演变

### 五、结论与建议

本文基于 2010~2021 年长江经济带省域数据,利用三阶段 DEA 模型和 Malmquist 指数,从静态和动态角度对长江经济带农业生产效率进行测算,

并从时空视角分析长江经济带各地区农业生产效率的演变特征。论文的结论如下:

第一,长江经济带农业生产效率受外环境变量影响较大,且外部环境对农业生产效率具有正面影响。农业财政投入、农民收入水平和当地工业化

水平对农业生产效率均具有积极的促进作用。

第二,长江经济带农业生产效率水平较高,总体呈现逐年上升趋势。浙江省、江苏省、四川省和湖北省剔除环境变量调整后处于前沿水平,湖南省、贵州省、云南省、江西省均有所上升,上海市、重庆市下降,安徽省始终较低。

第三,长江经济带农业全要素生产率不断增长,平均提升6.9%,2011~2012年增长最快,2018~2019年增长最慢。区域内11省(市)全要素生产率均处于上升趋势,但相互之间存在明显差异,其中贵州省最高,上海市最低。总体来看,研究期内技术进步发展态势良好,而技术效率特别是规模效率下降较为明显。

第四,长江经济带农业生产效率区域差异较大,随时间变化明显,效率前沿面逐渐由中、下游地区向上游地区转移。此外,长江经济带农业全要素生产率发展不平衡,中、下游地区技术效率水平还需进一步提升。

为提高长江经济带农业生产效率,本文基于以上结论提出如下政策建议:

第一,优化农用财政投入力度。首先,要使财政投入进一步向农村基础设施建设倾斜,水利、电力、道路、农田建设等是农业发展的基石。其次,建立农用财政资金监管部门,加大对农用财政资金的监管力度,做到支农补贴不冒领、不挪用,真正落实财政资金对农业的帮扶作用。此外,增加惠农补贴的投入力度,通过提升农民的收入和改善生产生活环境,保护和促进农民从事农业生产的积极性。

第二,加强农业技术的创新和推广。首先,加大对新型农业技术的宣传力度,通过对示范基地进行宣传、对新型技术使用者发放补贴等方式,提高农户的认可度和积极性。其次,对不同农户的诉求,有针对性地研发农业高新技术,将科技成果转化为可以切实提升农业生产效率的新技术。此外,农业机械化有利于缓解第一产业劳动力流失和农村空心化问题,提升投入要素利用率和土地产出率,进而促进生产效率的提升。

第三,促进农业规模化、集约化发展。首先,建立健全完善的土地流转管理制度和完备的土地流转市场监管机制,为土地使用权的流转提供保障。其次,加大对劳动、土地、资金、技术等要素的投入并进

行组织化管理,提高集约化利用水平。此外,通过建立农业社会化服务体系和农业经营合作社等方式,促进农业现代化的发展。

第四,促进各区域差异化发展,因地制宜制定发展战略。上游地区可以在依靠当地优越自然环境的基础上,进一步促进农旅产业融合,在旅游业带动农业发展的同时,通过建立特色农产品品牌来提高农产品附加值。中游地区可以加大农业基础设施建设,在农业技术升级的同时优化资源配置,通过良种培育、使用新型化肥等方式提升单位土地产出率。下游地区可以发挥经济优势进一步加强农业技术创新,在促进工业对第一产业反哺的同时,通过推进土地集约化利用来缓解因城镇化水平较高带来的人地关系紧张问题。此外,还可以通过培育新型职业农民等方式提高劳动力素质。

#### 参考文献:

- [1] Farrell M. J. The Measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society(Series A), 1957(3).
- [2] 戚焦耳, 郭贯成, 陈永生. 农地流转对农业生产效率的影响研究——基于 DEA-Tobit 模型的分析[J]. 资源科学, 2015(9).
- [3] 魏修建, 李思霖. 我国生产性服务业与农业生产效率提升的关系研究——基于 DEA 和面板数据的实证分析[J]. 经济经纬, 2015(3).
- [4] 苏昕, 刘昊龙. 农村劳动力转移背景下农业合作经营对农业生产效率的影响[J]. 中国农村经济, 2017(5).
- [5] 侯琳, 冯继红. 基于超效率 DEA 和 Malmquist 指数的中国农业生产效率分析[J]. 河南农业大学学报, 2019(2).
- [6] 李江, 毛瑞男. 农村劳动人口转移对农业生产效率与经营效率的影响——基于省级面板数据的 DEA-Tobit 两阶段法的分析[J]. 人口学刊, 2021(3).
- [7] Fried H. O., Lovell C. A. K., Schmidt S. S., et al. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis[J]. Journal of Productivity Analysis, 2002(1).
- [8] 郭军华, 倪明, 李帮义. 基于三阶段 DEA 模型的农业生产效率研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2010(12).
- [9] 刘子飞, 王昌海. 有机农业生产效率的三阶段 DEA 分析——以陕西洋县为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2015(7).
- [10] 杨彩艳, 齐振宏, 黄炜虹, 等. 农业社会化服务有利于农业生产效率的提高吗? ——基于三阶段 DEA 模型的实证分析[J]. 中国农业大学学报, 2018(11).
- [11] 彭有为, 梁雪梅, 尚东星. 基于三阶段 DEA 与 Malmquist 指数分解的中国高技术产业全要素生产率研究[J]. 科技管理研究, 2022(15).

责任编辑 刘春丽 E-mail: 157476703@qq.com