

DOI: 10.13733/j.jcam.issn.2095-5553.2024.04.038

余艳锋, 王长松, 付江凡. 基于 DEA-Malmquist 指数的江西省农业机械化供给效率研究[J]. 中国农机化学报, 2024, 45(4): 266-274

Yu Yanfeng, Wang Changsong, Fu Jiangfan. Research on the supply efficiency of agricultural mechanization in Jiangxi Province based on DEA model and Malmquist index [J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2024, 45(4): 266-274

基于 DEA-Malmquist 指数的江西省农业机械化 供给效率研究*

余艳锋, 王长松, 付江凡

(江西省农业科学院农业经济与信息研究所, 南昌市, 330200)

摘要:为探究江西农业机械化发展水平,挖掘影响江西农业机械化发展的主要因素,寻求优化江西农业机械化发展路径。以江西省 11 个地市为研究对象,运用 DEA-Malmquist 生产率指数模型,研究江西省农业机械化供给效率动态变化规律。DEA-BBC 分析结果表明,江西 11 个地市农业机械化综合技术效率处于上升态势,投入产出效率逐步改善,但整体未达到 DEA 有效,仍存在上升空间。Malmquist 指数分析结果表明,江西省农业机械化 *TFP* 呈现阶段性波动上升特征,存在明显的区域性差距,规模效率在推进农业机械化进程中发挥重要作用,而技术创新和技术推广则成为影响农业机械化发展的关键因素。因此,既要从规模效率角度大力推进农业机械化规模发展,也要从政策支撑角度加快新农机、新技术的推广应用,更要从技术进步角度提高农业机械化技术水平,以优化提高江西省农业机械化供给效率。

关键词:江西省;农业机械化;供给效率;DEA 模型;Malmquist 指数

中图分类号:F323.3 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5553 (2024) 04-0266-09

Research on the supply efficiency of agricultural mechanization in Jiangxi Province based on DEA model and Malmquist index

Yu Yanfeng, Wang Changsong, Fu Jiangfan

(Institute of Agricultural Economics & Information, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang, 330200, China)

Abstract: In order to explore the development level of agricultural mechanization in Jiangxi, dig the main factors affecting the development of agricultural mechanization in Jiangxi, and seek to optimize the development path of agricultural mechanization in Jiangxi. Taking 11 cities in Jiangxi Province as research units, the dynamic change rule of the agricultural mechanization supply efficiency of Jiangxi Province is studied by using DEA model and Malmquist index. The analysis results of DEA-BBC show that the comprehensive technical efficiency of agricultural mechanization in 11 cities of Jiangxi Province is on the rise, and the input-output efficiency is gradually improved, but the overall efficiency is not as effective as DEA, so there is still room for improvement. The analysis results of Malmquist index show that the *TFP* of agricultural mechanization in Jiangxi province presents the characteristics of periodic fluctuation and rise, and there are obvious regional disparities, and scale efficiency plays an important role in promoting the the process of agricultural mechanization, technological innovation and popularization are the key factors affecting the development of agricultural mechanization. Therefore, it is necessary not only to promote the development of agricultural mechanization from the angle of scale efficiency, but also to accelerate the popularization and application of new agricultural machinery and new technology from the angle of policy support, and to raise the level of agricultural mechanization technology from the angle of technological progress, so as to optimize and improve the supply efficiency of agricultural mechanization in Jiangxi Province.

Keywords: Jiangxi Province; agricultural mechanization; supply efficiency; DEA model; Malmquist index

收稿日期:2022 年 8 月 30 日 修回日期:2023 年 1 月 29 日

* 基金项目:国家自然科学基金(地区)科学基金项目(72163015);国家重点研发计划子课题(2022YFD1600604-03);江西省现代农业产业技术体系项目(JXARS-08)

第一作者:余艳锋,女,1978 年生,江西吉安人,硕士,副研究员;研究方向为农业经济和农村管理。E-mail: fionayu6@126.com.

通讯作者:付江凡,男,1957 年生,江西赣州人,研究员;研究方向为管理学。E-mail: fujiangfan@163.com

0 引言

农业机械化是转变农业发展方式的重要基础,是解决“谁来种地、怎么种地”的关键,也是实现农业高质量发展、推动农业农村现代化、实施乡村振兴战略的重要支撑。《国务院关于加强推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见》(国发〔2018〕42号)和《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》对我国农业机械化和农机装备发展目标提出了具体要求。江西作为农业大省,在农机购置补贴和《江西省人民政府关于加快推进农业机械化升级和农机装备产业振兴的实施意见》(赣府发〔2019〕9号)共同推动下,江西农业机械化获得快速发展,农业生产进入了机械化主导新阶段。“十三五”期间,江西省共实施农机购置补贴资金30.78亿元、补贴机具34.32万台(套);2021年全省新建水稻机械化育秧中心163个、全程机械化综合农事服务中心38个^[1];到2021年底,江西省农业机械总动力 2.694×10^7 kW^[2],主要农作物和水稻耕种收综合机械化水平分别超过76%和82%,设施种植机械化水平24.9%(全国平均水平40%左右)、规模养殖机械化水平37.62%(全国平均水平34%左右);全省农机服务组织达1.2万个,其中农机专业合作社1264个、农机户达103.43万个、农机作业服务专业户达35.55万个。这些数据充分体现出党和国家对农业机械化发展的诸多支持,也彰显出江西农业机械化和农机装备产业转型升级步伐不断加快。

然而新发展阶段,江西农业机械化和农机装备产业发展不平衡不充分的问题比较突出,农机装备结构不合理,新型农机具和大动力农机装备明显不足;果菜茶等优势特色产业全面机械化水平不高;农机装备制造企业“散、小、弱”,龙头企业带动产业集聚效应薄弱;农机“行路难、看病难、住房难”问题仍存在^[3];农业机械化科技创新能力不足,农机人才队伍建设亟待加强;农业机械化投入不足,农机装备有效供给有待进一步提升等等问题制约着江西农业机械化供给效率提升。

在此背景下,科学测算江西省农业机械化供给效率、挖掘影响江西农业机械化供给效率差异的影响因素、寻求优化江西农业机械化发展路径,对推动江西农业高质量发展、助力江西现代农业强省目标的实现具有重要意义。

1 文献综述

当前,农业机械化推动农业发展与产业升级已在学术界形成共识,形成诸多有关农业机械化的研究成果,主要集中在以下3个方面。

1.1 供给效率测度方面

目前常采用C-D生产函数模型、超效率SBM模型、Tobit模型等相关模型,利用熵权法、DEA方法、模糊DEMATEL-ISM法、Malmquist生产率指数法等有关测度方法对农业供给效率进行测算。刘开华等^[4]以2001—2017年为研究时段,采用C-D生产函数模型对农业供给效率进行动态分析,采用熵权法构建农业发展潜力指数评价模型,并根据各地区农业发展潜力指数构建农业发展潜力竞争模型。邱淑等^[5]采用DEA方法测算我国农机社会化服务效率,并运用Tobit模型分析其影响因素。许波等^[6]采用超效率SBM模型和Malmquist指数法分析2010—2020年湖南省14个市州农业生产效率的时空变化特征,并运用多元线性回归模型分析影响农业生产效率的因素。金龙新等^[7]以湖南省14个地州市为研究单元,运用Malmquist生产率指数,研究2011—2015年湖南省农业机械化供给效率动态变化规律。陈昭玖等^[8]以1999—2013年我国12个粳稻主产区省际面板数据,采用DEA分析法测算与分解各地区粳稻TFP及其分解项。张宗毅等^[9]利用DEA-Malmquist指数模型分析了2008—2015年全国30个省市自治区农业机械化全要素生产率变化及趋势。

1.2 影响供给效率的因素方面

大多学者基于定量分析结果认为生产要素、自然环境、社会经济发展水平和补贴政策对农业机械化供给效率影响较大,且农业机械化可优化农业结构、有效促进农业生产。李卫^[10]借助基尼系数法对农业机械化不平衡性问题进行定量研究,认为经济发展水平、研发推广政策、自然地理条件、种植制度和土地经营规模对区域农机装备水平产生影响。田晓晖等^[11]利用多时点双重差分模型识别农机购置补贴政策对地区农业机械化水平的影响,认为农机购置补贴政策显著提高地区农业机械化水平,也间接影响生态环境。匡远配等^[12]结合蔡昉对中国经济发展阶段的划分方法,认为农村资本要素不足,农业机械化发展缓慢。黎星池等^[13]等运用空间Durbin模型定量分析农业机械化发展对种植结构的溢出效应,认为农业机械化推动农业分工深化和种植结构调整。蔡荣等^[14]利用固定效应SFA模型和反事实分析法,认为农业机械化对小麦生产化肥投入效率具有显著正向影响。吕雍琪等^[15]运用变系数固定效应模型,采用柯布一道格拉斯生产函数分析农业机械化对各省种植业产出贡献率,认为农业机械化促进种植业的发展,在中国大部分省份的农业生产中发挥着较大的作用。

1.3 提升供给效率的对策建议方面

多数学者认为农业机械化能有效促进农业现代化。姚春生^[16]指出通过建立质量提升机制,强化事中事后监管等措施,扩大农业机械化优质增量供给,实现农业机械化宏微观质量的“双提高”。许欣等^[17]认为农机购置补贴政策为我国农业机械化和工农协调发展提供强大动力,未来应有针对性地调整、优化农机购置补贴政策,同时积极引导、推动农机工业转型升级、技术创新突破。陈旭等^[18]认为,我国要想进一步提升农业机械化水平应注重从加大资金投入、建立完善安全机制、构建市场化主导的农机社会服务体系等多方面入手。

综上所述,国内学术界有关农业机械化效率的研究成果比较丰富,为本研究奠定了重要基础。但多数研究基于传统 DEA 模型评价决策单元效率,无法动态反映效率变化水平;且基于江西视角的农业机械化供给效率评估研究甚少,尤其是近年来,江西各地不断优化农机购置补贴政策,完善农机应用环境,以提升各地区农业机械化水平,亟需采用基于多投入多产出的传统 DEA 评价模型,以静态反映各地区在某一时间段农业机械化供给效率的横向变化情况,并结合 Malmquist 指数,以动态反映各地区在多个时期内农业机械化供给效率的纵向变化情况,使得研究结论更科学、准确。因此本文借鉴已有的研究成果,构建江西省农业机械化供给效率评价指标体系,运用 DEA-Malmquist 指数对江西省农业机械化供给效率进行系统科学地测量,在掌握江西农业机械化供给效率整体水平基础上,对江西 11 个地市农业机械化供给效率进行空间差异分析,找出影响农业机械化供给效率的决定性因素,为推动江西农业机械化进程和现代农业高质量发展提供理论借鉴及实践支撑。

2 研究区概况与数据来源

2.1 研究区概况

江西地处中国东南部,长江中下游南岸,地形地貌以山地、丘陵为主,山地丘陵占全省总面积的 78%,岗地、平原、水面占 22%,除北部较为平坦外,东西南部三面环山,中部丘陵起伏^[19]。此外,据国家统计局江西调查总队数据显示,2021 年末全省乡村常住人口 1 741.01 万人,比 2020 年减少 46.79 万人,占全省常住人口的 38.5%,乡村空心化现象加剧;2019 年全省全年农民外出从业人员 908.6 万人,比上年增长 1.5%,农村劳动力持续外流。作为农业大省,尤其是肩负粮食安全重任的粮食主产区,显著的山地丘陵地貌特征制约了农业机械化的应用,而城镇化进程的加快加速了乡村空心化、老龄化,使得乡村产业发展迫切

需要农业机械化,尤其是适合山地丘陵农机助力。

2.2 研究方法

2.2.1 数据包络分析法(DEA)

DEA 由美国著名运筹学家 Charnes 采用线性规划理论评价决策单元之间相对有效性的一种模型方法。DEA 把受评估单位或组织称为决策单元(DMU),通过选取 DMU 的多项投入产出数据,利用线性规划,以最优投入产出作为有效生产前沿面,构建数据包络曲线,并根据 DMU 与有效生产前沿面的相对距离偏离程度来确定每个 DMU 是否 DEA 有效。传统的 DEA 模型基于规模报酬不变和可变情形,可分为 CCR 模型和 BBC 模型,其中 CCR 模型基于固定规模报酬情形下,用于衡量总效率;BBC 模型则是基于可变规模报酬情形下,用于衡量纯技术和规模效率。由于农业机械化发展的要素投入多来自政府、企业等主体,这些投入要素可控、可调节,但农业机械化产出水平则无法控制或干预,其规模收益往往可变。因此,本研究选取可变规模报酬 BBC 模型用于评价江西农业机械化供给效率,综合技术效率取值范围为 0~1,若综合效率值越接近 1 则表示 DEA 越有效。BBC 模型如式(1)所示。

$$\left\{ \begin{array}{l} \min [\theta - \epsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^t s_r^+)] \\ \text{s. t. } \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{ik} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rk} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, j=1, 2, \dots, n \end{array} \right. \end{array} \right. \quad (1)$$

式中: ϵ ——非阿基米德无穷小,通常取 $\epsilon=10^{-6}$;

θ ——效率评价价值;

λ_j ——决策变量;

x_{ij} ——第 j 个决策单元的第 i 个投入量;

y_{rj} ——第 j 个决策单元的第 r 个产出值;

s_i^- ——投入松弛变量;

s_r^+ ——产出松弛变量。

当 $\theta=1$,且 $s_i^- = s_r^+ = 0$ 时,表示决策单元 DEA 有效;当 $\theta=1$,且 $s_i^- \neq s_r^+ \neq 0$ 时,表示决策单元弱 DEA 有效;当 $\theta < 1$,表示决策单元非 DEA 有效。

2.2.2 Malmquist

DEA-BBC 模型主要针对横截面数据展开统一时间节点生产效率对比的静态分析,而 Malmquist 指数则是对横截面数据展开动态分析。相较于 DEA 模型

而言,Malmquist 指数作为一种测算多投入、多产出生产效率的非参数效率评价法,能动态反应决策单元在多个时期内全要素生产率(*TFP*)的纵向变化情况,将生产效率分解为技术变化(技术进步指数 *Techch*)和效率变化(技术效率指数 *Effch*),其中技术效率指数可分解为纯技术效率指数(*Pech*)和规模效率指数(*Sech*)的乘积^[20],并解释效率变化的动态特征,有效弥补 DEA 模型静态分析的不足。因此选用

DEA-Malmquist 指数模型,测算决策单元在不同时期的生产效率的动静态变化情况更具科学性、全面性。假设 t 和 $t+1$ 时期的输出函数分别为 D^t 和 D^{t+1} ,投入产出量分别为 (X^t, Y^t) 和 (X^{t+1}, Y^{t+1}) ^[21],则 t 到 $t+1$ 时期的 Malmquist 指数公式可表示为式(2)。

$$TFP = Techch \times Effch = Techch \times (Pech \times Sech)$$

(2)

Malmquist 指数模型为

$$\begin{aligned} M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \\ &= \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \times \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1}/VRS)}{D^t(x^t, y^t/VRS)} \times \frac{S^t(x^t, y^t)}{S^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \end{aligned}$$

(3)

据式(2)对式(3)分解,可对投入产出效率指数表述为

$$Techch = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

(4)

$$Pech = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1}/VRS)}{D^t(x^t, y^t/VRS)}$$

(5)

$$Sech = \frac{S^t(x^t, y^t)}{S^t(x^{t+1}, y^{t+1})}$$

(6)

式中: x^t —— t 时期的投入向量;
 x^{t+1} —— $t+1$ 时期的投入向量;
 y^t —— t 时期的产出向量;
 y^{t+1} —— $t+1$ 时期的产出向量;
 D^t 、 S^t —— t 时期基于规模报酬可变的距离函数;
 D^{t+1} 、 S^{t+1} —— $t+1$ 时期基于规模报酬可变的距离函数;
 VRS ——规模报酬可变函数。

当 $M < 1$,表明 t 到 $t+1$ 时期的 *TFP* 处于降低状态;当 $M = 1$,表明 t 到 $t+1$ 时期的 *TFP* 不变;当 $M > 1$,表明 t 到 $t+1$ 时期的 *TFP* 处于增长状态。具体分解,当 $Techch < 1$ 时,表明从 t 到 $t+1$ 时期,DMU 生产技术边界向内推移,技术衰退;当 $Techch = 1$ 时,表明从 t 到 $t+1$ 时期,DMU 生产技术边界不变,技术不变;当 $Techch > 1$ 时,表明从 t 到 $t+1$ 时期,DMU 生产技术边界向前推移,技术得到创新或进步。当 $Effch < 1$ 时,DMU 与生产前沿面的距离变远,技术效率降低;当 $Effch = 1$ 时,DMU 与生产前沿面的距离未改变,技术效率不变;当 $Effch > 1$ 时,DMU 与生产前沿面的距离拉近,技术效率得到提高。再对 *Effch* 分解,当 $Pech > 1$ 表示纯技术效率相对提升,

反之相反;当 $Sech > 1$ 表示靠近最优规模,反之相反。

2.3 指标选取与数据来源

农业机械化供给效率是对农机供给侧结构性改革成效和农机利用程度的反映,表现为农业机械化供给过程中各项投入与产出之间的关系,体现了农业机械的资源配置状况,是度量在一定要素投入条件下,农机获得的实际产出与最大产出之间的比率。因此,反映江西农业机械化供给效率的指标选取要立足江西农机供给状况,遵循科学准确、简明实用和兼顾数据可得性、有效性原则。故此,本文选取的江西农业机械化供给效率投入产出指标如表 1 所示。

表 1 江西农业机械化供给效率评价指标体系
Tab. 1 Agricultural mechanization efficiency evaluation system in Jiangxi Province

一级指标	二级指标	指标说明	指标单位	指标代码
投入指标	地方财政投入	地方财政农林水事务支出	万元	X ₁
		地方固定资产投资	万元	X ₂
	农机装备动力投入	农业机械总动力	kW	X ₃
	农机作业投入	机耕面积	hm ²	X ₄
产出指标	农业增产	粮食单产	kg/hm ²	Y ₁
	农业增效	农林牧渔总产值	万元	Y ₂
	农民增收	农村人均可支配收入	元	Y ₃

其中,反映农机投入状况可表现在三个方面:地方财政投入(地方财政农林水事务支出、地方固定资产投资)、农机装备动力投入(农业机械总动力)、农机作业投入(机耕面积)。反映农机产出状况可表现在三个方面:农业增产(粮食单产,鉴于江西属于粮食主产区,粮食种植面积占主要农作物面积的 66%以上,粮食是江

西第一大种植业,具有代表性)、农业增效(农林牧渔总产值,按当年价计算)、农民增收(农村居民人均可支配收入)。所有指标均为正向指标。数据来源于《江西统计年鉴》《江西 11 个地市统计年鉴》《江西 11 个地市国民经济和社会发展统计公报》、江西省农业农村厅等统计部门数据。同时,对原始指标数据做标准化处理,以消除不同评价指标之间的量纲影响,为后续效率测算提供更加可靠的保障。

3 江西省农业机械化供给效率的实证分析

采用 DEA-BCC 模型和 Malmquist 模型,运行 Deap2.1 软件,以江西省 11 个地市 2013 年、2018 年为截面数据进行 DEA-BCC 静态分析,以 2013—2018 年的 6 年数据为序列进行 Malmquist 动态分析。

3.1 DEA-BCC 模型的静态截面数据评价

运用 DEAP2.1 软件,基于 BCC 模型评价 2013 年和 2018 年江西省 11 个地市农业机械化供给效率,结果见表 2。总的来看,江西农业机械化供给效率呈上升态势,发展趋势良好。

表 2 2013 年和 2018 年江西省 11 个
地市农业机械化供给效率值

Tab. 2 Agriculture mechanization efficiency of 11
prefecture-level cities in Jiangxi Province in 2013 and 2018

地区	年份	综合效率	纯技术效率	规模效率
南昌	2013	0.608	0.916	0.664
	2018	1	1	1
九江	2013	0.582	0.69	0.844
	2018	0.976	0.976	1
宜春	2013	0.955	1	0.955
	2018	1	1	1
赣州	2013	1	1	1
	2018	1	1	1
吉安	2013	0.835	0.842	0.992
	2018	0.871	0.878	0.992
鹰潭	2013	1	1	1
	2018	1	1	1
新余	2013	1	1	1
	2018	1	1	1
抚州	2013	1	1	1
	2018	1	1	1
萍乡	2013	1	1	1
	2018	1	1	1
上饶	2013	0.927	0.927	1
	2018	1	1	1
景德镇	2013	1	1	1
	2018	1	1	1

3.1.1 综合技术效率分析

综合技术效率值越接近 1,表明投入产出效率越

好。从表 2 可以看出,2013 年江西 11 个地市农机供给综合技术效率平均值为 0.901,2018 年上升到 0.986,增幅达到 9.49%,但整体并未达到 DEA 有效,仍存在上升空间。

2013 年江西 11 个地市农业机械化供给综合技术效率生产前沿的地市有 6 个,占比 54.55%;2018 年上升为 9 个,占比 81.82%,这 9 个(南昌、宜春、赣州、鹰潭、新余、抚州、萍乡、上饶、景德镇)地市农业机械化供给效率均表现为有效,说明这 9 个地市农机供给的投资结构实现最优配置,投入产出组合达到最优效果,农业机械化供给效率较好。而九江、吉安地区则处于 DEA 弱有效,尚未达到生产前沿面,主因在于纯技术效率和规模效率不高,因此两地区要适度调整投资结构,改善资金使用,以提升综合技术效率。

3.1.2 纯技术效率分析

纯技术效率是综合技术效率的分解指标之一,其数值越接近于 1,表明该区域的农机供给技术和管理水平较高。从表 2 可以看出,2013 年江西 11 个地市农业机械化供给纯技术效率为 0.943,2018 年该值上升到 0.987,增幅达到 4.63%,但整体仍未达到 DEA 有效,反映出农机供给的管理和技术能力还有进步空间。

2013 年江西农业机械化供给纯技术效率有效的地市有 7 个,占比 63.64%;2018 年上升为 9 个,占比 81.82%,表明这 9 个(南昌、宜春、赣州、鹰潭、新余、抚州、萍乡、上饶、景德镇)地市农业机械化供给的技术与管理水平在省内排位靠前。此外,通过对比纯技术效率指数和规模效率指数发现,九江、吉安两地市的纯技术效率值低于规模效率值,表明限制这 2 个地市农机供给效率的主因是纯技术效率偏低,在农机供给过程中应加强技术和管理经验的更新提升。

3.1.3 规模效率分析

规模效率也是综合技术效率的分解指标之一,其数值越接近于 1,表明该区域在相同的技术与管理水平下的投入规模越接近最佳规模。从表 2 可以看出,2013 年江西 11 个地市农业机械化供给规模效率为 0.950,2018 年上升到 0.999,增速达到 5.15%,但仍未达到最优规模。

2013 年农业机械化供给规模效率有效的地市有 7 个,占比 63.64%;2018 年上升为 10 个,占比 90.91%。表明这 10 个(南昌、九江、宜春、赣州、鹰潭、新余、抚州、萍乡、上饶、景德镇)地市的农业机械化供给规模效率均已达到最优,农机供给投入始终处于最佳规模。仅有吉安市农机供给规模未达到有效,其规模收益处于递增状态,表明只要吉安市适度增加规模投入,可以实现最佳规模。

3.2 Malmquist 指数的动态序列数据评价

采用 DEAP2.1 软件对 2013—2018 年江西省 11 个地市农业机械化供给投入产出数据运算,从年度、区域角度考察江西省农业机械化供给全要素生产率及其构成的动态变化特征。

3.2.1 全要素生产率阶段性分析

1) 从全省层面看,2013—2018 年期间,江西省农业机械化供给全要素生产率指数平均值小于 1,除 2016—2017 年全要素生产指数出现下滑外,整体呈现波动上升态势,说明江西省农业机械化供给总体效率有所提升但仍未得到充分发挥,发展空间较大。2013—2018 年江西省 11 个地市农业机械化供给 Malmquist 指数分解指标如表 3 所示。从分解指标来看,技术效率年均增长 4.7%,年均波动幅度相对较小;技术进步率年均下降 9.6%,年均波动幅度相对较大。同时结合表 2 可知:全要素生产率与技术进步率呈同方向变动,表明江西省农业机械化供给全要素生产率增长动力主要来自技术进步,即江西农业机械化供给效率的提升属于技术进步型。

表 3 江西省农业机械化供给 Malmquist 指数分解指标
Tab. 3 Malmquist index of agricultural mechanization in Jiangxi Province

年份	技术效率	技术进步率	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
2013—2014	1.009	0.679	1.006	1.003	0.685
2014—2015	1.088	1.101	0.998	1.09	1.198
2015—2016	1	1.21	1.007	0.993	1.211
2016—2017	1.128	0.595	1.035	1.09	0.671
2017—2018	1.012	0.936	1.011	1.001	0.947
均值	1.047	0.904	1.012	1.035	0.947

2) 技术效率指数 2013—2018 年的年均值大于 1,年均增长率达 4.7%,表明江西省农业机械化供给的技术效率总体上处于稳中向上状态,农机设备更新、农机技术创新处在较高水平,正向提升了农业机械化供给全要素生产率。从分解指标来看,纯技术效率指数为 1.012,年均增长 1.2%,年均波动幅度相对较小;规模效率指数为 1.035,年均增长 3.5%,年均波动幅度相对较大;可见,规模效率年均增幅快于纯技术效率年均增幅,表明规模效率是影响技术效率的主因素,在推动农业机械化进程中发挥了较好的作用。同时结合表 2 可知:技术效率与规模效率基本呈同方向变动,表明规模效率在推动农业机械化进程中发挥了重要作用,这主要得益于扶持江西省农业机械化发展的政策、资本、人力、制度的多维发力。

3) 技术进步率指数的年际波动较为明显。2013—

2018 年技术进步率指数年均下降 9.6%。其中,2014—2016 年的技术进步率指数均大于 1,表明在这两年间江西对农业机械化供给的技术利用和技术创新的重视程度较高;2015—2016 年的技术进步指数高达 1.21,表明该年农业机械化供给得到了技术上的强大支持。究其原因,与 2014 年《江西省人民政府关于加快推进农业机械化和农机工业发展的实施意见》(赣府发[2014]22 号)有紧密联系,文件提出全面提升农业生产装备水平,振兴农机工业,并从财税金融等角度提出了政策支撑措施,大力促进了江西省农业机械化发展。

3.2.2 全要素生产率区域性分析

江西 11 个地市农业机械化供给全要素生产率 Malmquist 指数分解指标如表 4 所示。

1) 从区域尺度看全要素生产率指数变动,2013—2018 年,赣东北地区农业机械化供给全要素生产率指数大于 1,年均增长率 10.7%,增长率明显,主因在于技术进步率和规模效率的提升,说明近年来,赣东北地区科技创新力度不断提升,科技成果推广应用速度不断加快,农机装备研发和农机推广体系比较完善,农机推广应用规模和农机装备产业科技创新能力均处在全省前列,有力拉动了区域和全省农业机械化综合效率提升。其他区域农业机械化综合效率未呈现明显增长,全要素生产率指数均小于 1,说明这些区域的农机技术创新尚未能适应现代农业发展需要,且这些区域受制于明显的山地丘陵地势地貌影响,以中小型农机具为主,大型农机具使用受限,未能有效发挥农机规模优势和技术优势。

11 个地市中,鹰潭市全要素生产率指数最高(1.423),主因源自技术进步;新余市全要素生产率指数最低(0.303),主因在于技术进步指数偏低,制约了当地农业机械化水平提升,表明新余市应出台鼓励地方性农机研发激励政策,加大农机研发投入,有效提高新余市农机供给的技术效率。

2) 从技术效率指数变动情况来看,2013—2018 年,赣东北地区技术效率年均增长 5.6%,赣中年均增长 0.5%,赣西年均增长 0.3%,赣南保持稳定,可见赣东北区域农业机械化供给过程中的各项生产要素配置比较合理,对农机技术推广和农机装备应用更加成熟,有效提高了区域农业机械化供给效率。

从纯技术效率指数变动情况来看,赣东北地区纯技术效率变化率均值为 1.023,年均增长 2.3%,增幅最大;赣中地区纯技术效率变化率均值为 1.005,年均增长 0.5%;赣西和赣南地区纯技术效率变化率均值为 1,其纯技术效率没有发生变化。从地市内部来看,南昌、九江、吉安、上饶的纯技术效率均大于 1,宜春、新余、萍乡、鹰潭、景德镇、抚州、赣州的纯技术效率等

于 1,说明江西 11 个地市都能较好的开展农机管理、运营和农机示范推广。

从规模效率指数变动情况来看,赣东北地区规模效率变化率均值为 1.032,年均增长 3.2%,增幅最大;赣西地区规模效率变化率均值为 1.003,年均增长 0.3%,增幅变动小;赣中、赣南地区规模效率变化率均值为 1,保持稳定。从地市内部看,赣州、鹰潭、新余、抚州、吉安、萍乡、上饶、景德镇的规模效率等于 1,南昌、九江和宜春的规模效率均大于 1,说明江西 11 个地市农业机械化供给呈现规模报酬递增阶段,均能合理配置农机资源,通过提升规模效率有效实现农机供给综合效率的提高。

3) 从技术进步率指数变动情况来看,江西省各地市间农机供给的技术进步率指数存在较大差异,赣东

北地区技术进步率为 1.049、年均增长 4.9%;赣南地区为 0.994,年均下降 0.6%;赣中地区为 0.872,年均下降 12.8%;赣西地区为 0.681,年均下降 31.9%,降幅最大。说明赣东北地区更广泛采用了农机新机具、新技术。从地市内部看,技术进步率指数最高的地市为地处赣北的鹰潭(1.423),技术进步率指数最低的地市为地处赣西的新余(0.303),究其原因,鹰潭市农业机械化供给技术进步的主要推动力源于中央、省市区各级政府对农业机械化发展,尤其是智能农机装备产业园发展的鼓励性政策支持和项目扶持,而新余市农机供给技术进步的主要制约力源自当地农机发展软环境有待优化。由此可见,技术进步是影响江西农业机械化供给全要素生产率的关键因素,各地市应加强对农业机械化供给技术进步的重视。

表 4 江西 11 个地市农业机械化供给 Malmquist 指数分解指标
Tab. 4 Malmquist index of agricultural mechanization of 11 prefecture-level cities in Jiangxi Province

区域	地市	技术效率 TE	技术进步率 TP	纯技术效率 PTE	规模效率 SE	全要素生产率 TFP
赣东北	景德镇	1.000	0.888	1.000	1.000	0.888
	九江	1.116	0.904	1.077	1.036	1.008
	上饶	1.021	1.083	1.021	1.000	1.106
	鹰潭	1.000	1.423	1.000	1.000	1.423
	南昌	1.143	0.945	1.018	1.123	1.081
	均值	1.056	1.049	1.023	1.032	1.107
赣西	萍乡	1.000	0.840	1.000	1.000	0.840
	新余	1.000	0.303	1.000	1.000	0.303
	宜春	1.010	0.899	1.000	1.010	0.909
	均值	1.003	0.681	1.000	1.003	0.683
赣中	抚州	1.000	0.858	1.000	1.000	0.858
	吉安	1.011	0.885	1.011	1.000	0.895
	均值	1.005	0.872	1.005	1.000	0.876
赣南	赣州	1.000	0.994	1.000	1.000	0.994
	均值	1.000	0.994	1.000	1.000	0.994

4 结论与建议

4.1 结论

本研究采用 DEA-Malmquist 指数分析了江西省 2013—2018 年 11 个地市的农业机械化供给效率变化及其分布特征。

1) 农机供给效率整体发展趋势向好,但仍存在上升空间。2013—2018 年,从静态角度看,江西省整体农业机械化供给效率较高,多个地市达到了 DEA 有效前沿面,农业机械化发展态势良好;从动态角度看,江西省农业机械化供给总体效率呈现波动上升态势,农业机械化供给全要素生产率指数从 2013—2014 年的 0.685,上升到 2017—2018 年的 0.947,农业机械化发展的政策环境不断完善,但尚未达到有效状态,仍存在

改进空间。

2) 不同区域间农业机械化供给效率差距明显。从地域空间来看,受地形地势、要素禀赋、地区经济、政府农机投入等因素影响,2013—2018 年,江西省 11 个地市农业机械化全要素生产率存在明显的地域差异,赣东北地处长三角经济圈,区域经济相对发达,对农业建设资金投入较大,农业基础设施建设较完善,加之地势较平坦,平原面积占比较大,具备大范围示范推广应用农机具的现实条件,使得赣东北地区农业机械化供给全要素生产率增长水平较高,农业机械化配置总体良好;而赣西、赣中、赣南地区经济相对落后,山地丘陵地貌明显,农田多呈现阶梯式,田块小且不集中连片,高标准建设推进难度高,农机具应用存在较多制约条件,其农业机械化供给全要素生产率增长水平相对较低,地区间

农业机械化配置效率差距较大,甚至出现了负增长。

3) 技术进步是助推农业机械化发展的关键因素。从指数结构分析来看,2013—2018年,江西省11个地市中,有7个地市农业机械化供给全要素生产率指数值均小于1,主因在于技术进步率指数均小于1,表明在加快推进江西省农业机械化进程中,尽管规模效率发挥了重要作用,但技术进步效率指数对全要素生产率的增长起着决定性作用,技术进步和技术推广是江西省农业机械化的关键因素,应注重提升对农业机械化发展的重视程度和技术支持。

4.2 建议

随着信息化、智能化技术的广泛应用以及《乡村振兴战略规划》中提出到2035年我国将实现农业全程全面机械化的要求,农业机械化发展需求愈发紧迫。要提升江西省农业机械化供给效率,更好地实现江西农业机械化高质量发展,结合实证研究结论,提出以下建议。

1) 提高农机装备规模效率。深入实施农机装备产业振兴行动,依据现有农机装备产业发展基础,继续推动具备农机装备产业优势的区市县新建或利用有条件的工业园区创建农机智能装备产业园,在全省打造2~3个特色鲜明的“专、精、特、新”农机装备产业集群,以农机智能装备产业园建设带动产业集群。

2) 提升农机装备创新研发能力。围绕具有江西独特技术优势、并能形成全产业链的果菜茶、稻油生产全程机械化和设施种植、畜牧水产养殖机械化方向进行关键核心技术攻关,搭建上下游企业与科研机构“产学研推用”深度融合的多层次农业机械化科技创新平台、创新联盟^[22],联合研发适宜丘陵山区作业的智能、绿色、高效、低耗农机产品,带动相关零部件配套产业集群式发展。

3) 加快农机示范推广力度。一是加快宜机化基础设施改造,以高标准农田改造提升项目重点推进机耕道标准化建设、良地改造和果园宜机化改造,提高农机作业便捷性。二是加快农机配套设施建设,积极引导社会资本参与晒场、烘干、农机场库棚等配套设施建设,提高农机使用效能。三是提高农业机械化技术与设备示范推广能力,通过召开农机展示活动,示范推广适用性强的农机新技术、新成果、新机具、新经验,增强广大农户应用新机具、新技术的主动性。

4) 实施区域间差异化扶持和补助相结合政策。一是优化购机补贴目录、补贴额。缩减保有量过大、低效高耗的机具补贴额,将畜禽水产养殖类农机纳入补贴范围,稳定提高适用于重点作物、关键环节和丘陵山区的智能高效绿色环保农机具补贴标准、补贴名目;推动农机新产品购置补贴和植保无人机补贴试点突破;

缩短补贴审核程序和资金兑付时间。二是鼓励市县出台地方农业机械化发展专项资金,按照农机单机补贴标准进行累加补贴。针对江西各区域地理地势自然资源条件和农业产业发展特色,赣南地区重点扶持果菜茶全程农机设备,赣东北地区重点扶持大中型、种养收一体化农机设备,赣中地区重点扶持信息化智能化农机设备,赣西地区重点扶持清洁化生产农机设备。

参 考 文 献

- [1] 李耀文. 扛起粮食主产区的责任与担当[N]. 江西日报, 2022-04-18.
- [2] 李冬明, 李耀文. 打造农机大省江西如何扬优成势[N]. 江西日报, 2022-03-03.
- [3] 刘开顺. 解决农机“三难”是一项刻不容缓的工作[J]. 农机质量与监督, 2017(5): 31-33.
- [4] 刘开华, 李彬, 王凤羽. 基于生产要素视角的重庆市农业供给效率与发展潜力分析[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(5): 178-186.
Liu Kaihua, Li Bin, Wang Fengyu. Analysis of agricultural supply efficiency and development potential in Chongqing from the perspective of production factor [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2021, 42(5): 178-186.
- [5] 邱淑, 杨丽. 我国农机社会化服务供给效率及其影响因素——基于 DEA-Tobit 两步法分析[J]. 中国农机化学报, 2021, 42(7): 209-214, 236.
Qiu Xu, Yang Li. Supply efficiency and influencing factors of agricultural machinery socialized service in China: Based on the two-step method of DEA-Tobit [J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2021, 42(7): 209-214, 236.
- [6] 许波, 卢召艳, 杨胜苏, 等. 湖南省农业生产效率演变与影响因素[J]. 经济地理, 2022, 42(3): 141-149.
Xu Bo, Lu Zhaoyan, Yang Shengsu, et al. Spatio-temporal evolution pattern and influencing factors of agricultural production efficiency in Hunan Province [J]. Economic Geography, 2022, 42(3): 141-149.
- [7] 金龙新, 刘英. 湖南农业机械化供给效率探析[J]. 湖南农业科学, 2018(1): 100-103.
Jin Longxin, Liu Ying. Analysis on the supply efficiency of agricultural mechanization in Hunan [J]. Hunan Agricultural Sciences, 2018(1): 100-103.
- [8] 陈昭玖, 胡雯. 要素供给与中国梗稻生产效率增长: 技术推动抑或效率驱动——基于 DEA-Tobit 模型[J]. 农业经济与管理, 2016, 40(6): 35-42.
Chen Zhaojiu, Hu Wen. Factor supply and growth of Chinese japonica rice production efficiency: Technology driven or efficiency driven-based on DEA-Tobit model [J]. Agricultural Economics and Management, 2016, 40(6): 35-42.
- [9] 张宗毅, 王许沁, 葛继红. 中国农机化效率: 区域差异及购置补贴影响效应——基于省域视角和 DEA-Tobit 模型的

- 分析[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2019, 20(3): 1—8.
- Zhang Zongyi, Wang Xuqin, Ge Jihong. Chinese agricultural mechanization efficiency: Analyses on regional differences and the impact effect of purchase subsidy based on DEA-Tobit model of provincial panel data [J]. Journal of Hunan Agricultural University (Social Sciences), 2019, 20(3): 1—8.
- [10] 李卫. 区域格局划分与农业机械化发展不平衡定量研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- Li Wei. Research on regional landscape division and imbalance of agricultural mechanization development in China [D]. Yangling: Northwest A & F University, 2014.
- [11] 田晓晖, 李薇, 李戎. 农业机械化的环境效应——来自农机购置补贴政策的证据[J]. 中国农村经济, 2021(9): 95—109.
- Tian Xiaohui, Li Wei, Li Rong. The environmental effects of agricultural mechanization: Evidence from agricultural machinery purchase subsidy policy [J]. Chinese Rural Economy, 2021(9): 95—109.
- [12] 匡远配, 彭鼎. 要素结构配置的阶段变化与农业机械化发展探讨[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2021, 22(4): 24—31.
- Kuang Yuanpei, Peng Ding. The periodic changes of factor structure configuration and the evolution of agricultural mechanization [J]. Journal of Hunan Agricultural University (Social Sciences), 2021, 22(4): 24—31.
- [13] 黎星池, 朱满德. 农业机械化对种植结构“趋粮化”的空间溢出效应分析[J]. 农业现代化研究, 2021, 42(4): 684—693.
- Li Xingchi, Zhu Mande. Analysis on the spatial spillover effect of agricultural mechanization on the “tendency to grain production” in planting structure [J]. Research of Agricultural Modernization, 2021, 42(4): 684—693.
- [14] 蔡荣, 陈佩. 农业机械化有助于化肥投入效率提升吗?——以小麦为例[J]. 中国农业大学学报, 2021, 26(8): 265—274.
- Cai Rong, Chen Pei. Does agricultural machinery service improve fertilizer input efficiency: Take wheat as an example [J]. Journal of China Agricultural University, 2021, 26(8): 265—274.
- [15] 吕雍琪, 张宗毅, 张萌. 农业机械化对中国种植业贡献率研究[J]. 农业现代化研究, 2021, 42(4): 675—683.
- Lü Yongqi, Zhang Zongyi, Zhang Meng. The contribution rate of agricultural mechanization to China's crop industry [J]. Research of Agricultural Modernization, 2021, 42(4): 675—683.
- [16] 姚春生. 供给侧结构性改革背景下农业机械化质量提升对策研究[J]. 中国农机化学报, 2019, 40(1): 1—4.
- Yao Chunsheng. Research of improving China's agricultural mechanization quality in the context of supply-side structural reform [J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2019, 40(1): 1—4.
- [17] 许欣, 朱琰洁, 刘洁, 等. 农机补贴政策的实证检验[J]. 河南农业大学学报, 2022, 56(1): 153—165.
- Xu Xin, Zhu Yanjie, Liu Jie, et al. Empirical test on agricultural machinery subsidy policy [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2022, 56(1): 153—165.
- [18] 陈旭, 杨印生. 日本农业机械化发展对中国的启示[J]. 中国农机化学报, 2019, 40(4): 202—209.
- Chen Xu, Yang Yinsheng. Enlightenment of Japanese agricultural mechanization development to China [J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2019, 40(4): 202—209.
- [19] 陈万睿, 陈婧. 江西省休闲体育旅游资源分布及特征分析[J]. 当代体育科技, 2022, 12(2): 97—100.
- Chen Wanrui, Chen Jing. Analysis on the distribution and characteristics of leisure sports tourism resources in Jiangxi Province [J]. Contemporary Sports Technology, 2022, 12(2): 97—100.
- [20] 冯朝睿, 尹俊越. 基于 DEA 模型和 Malmquist 指数的我国电商扶贫效率研究[J]. 兰州学刊, 2021(11): 134—148.
- Feng Zhaorui, Yin Junyue. Research on poverty alleviation efficiency of E-commerce in China based on DEA model and Malmquist index [J]. Lanzhou Academic Journal, 2021(11): 134—148.
- [21] 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, 53(2): 316—324.
- Hou Lin, Feng Jihong. Analysis of Chinese agricultural production efficiency based on super-efficiency DEA and Malmquist index [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2019, 53(2): 316—324.
- [22] 曹志阳. 新时期推进农机产业高质量发展的思考[J]. 江苏农机化, 2021(5): 28—31.