

乡村振兴背景下农地利用效率

王检萍¹, 余敦¹, 孙聪康², 郑媛媛¹, 张田¹

(1.江西农业大学 国土资源与环境学院, 南昌 330045;

2.江西省南昌市自然资源和规划局经济技术开发区分局, 南昌 330045)

摘 要:如何使有限的农用地资源投入获得最大的“三生”产出是乡村振兴战略背景下人们关注的重点之一。以乡镇为研究单元,采用非期望产出的超效率 SBM 模型对研究区农地利用效率时空特征进行研究,Tobit 模型对其原因进行了探讨。结果表明:进贤县总体农地利用效率属于中高水平,非期望产出的效率值(EE 效率)总体低于不包含非期望产出的效率(TE 效率)。进贤县农地利用效率空间变化较大,大致由中北部向南部逐渐减弱,并表现出地理分布集聚的现象。2011—2017 年农地利用效率的重心一直位于民和镇北部,变化较小。人为因素比自然因素更大程度地影响进贤县的农地利用效率。研究结果可为乡镇农地利用效率提升、乡村振兴提供借鉴。

关键词:农地利用效率;非期望产出的超效率 SBM 模型;Tobit 模型;进贤县

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2021)01-0337-08

Utilization Efficiency of Agricultural Land Under the Background of Rural Revitalization

WANG Jianping¹, YU Dun¹, SUN Congkang², ZHENG Yuanyuan¹, ZHANG Tian¹

(1.School of Land, Resources and Environment, Jiangxi Agricultural University,

Nanchang, Jiangxi 330045, China; 2.Economic and Technological Development Branch of

Natural Resources and Planning Bureau of Nanchang City, Jiangxi Province, Nanchang 330045, China)

Abstract:How to make the limited input of agricultural land resources get the maximum output of production-living-ecological is one of the focuses under the background of rural revitalization strategy. In this study, township was selected as the research unit, the super efficiency SBM model of unexpected output was used to study the spatial and temporal characteristics of agricultural land use efficiency in the study area, and Tobit model was applied to explore the reasons. The results show that the overall land use efficiency of Jinxian County is at the middle or high level, and the efficiency value of the unexpected output (EE efficiency) is lower than that of the unexpected output (TE efficiency). The spatial variation of agricultural land use efficiency in Jinxian County is large, which is gradually weakened from the north to the south, and shows the phenomenon of geographical distribution and agglomeration. From 2011 to 2017, the focus of agricultural land use efficiency had been on the north of minhe Town with little change. Compared with natural factors, human factors have a greater impact on the efficiency of farmland use in Jinxian County. These results can be used for reference to improve the efficiency of rural land use and rural revitalization.

Keywords:agricultural land use efficiency; super-efficient SBM model of unexpected output; Tobit model; Jinxian County

农用地指直接用于农业生产的土地,是农业生产最基本的生产资料,是农民收入的重要来源^[1]。但随着

我国工业化与城镇化的快速推进,城乡建设用地规模不断扩大,农用地被大量占用,不仅严重影响我国

收稿日期:2020-01-02

修回日期:2020-01-17

资助项目:国家自然科学基金“鄱阳湖生态经济区土地生态系统健康演变机理、预警与调控研究”(41561107);江西省高校人文社会科学研究项目“乡村振兴背景下江西省农地利用效率时空动态、影响因素及调控研究”(GL19128)

第一作者:王检萍(1992—),女,江西南昌人,硕士研究生,助理实验员,研究方向为土地资源管理与利用。E-mail:1092641816@qq.com

通信作者:余敦(1975—),男,江西南昌人,博士研究生,教授,研究方向为土地资源管理与利用。E-mail:jxauyud@163.com

的粮食安全,也阻碍乡村振兴的发展。如何提高农地利用效率,尽快实现乡村振兴是大家共同关注的问题。国家也高度重视如何促进乡村振兴发展这一问题。2017 年,十九大报告首度提出实施乡村振兴战略,提出“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的总要求;2018 年中央一号文件进一步细化了乡村振兴的总体要求、内涵、目标与任务,再一次重申要把“三农问题”作为全党工作的重中之重;《国家乡村振兴战略规划(2018—2022 年)》提出需要夯实农业生产能力基础,它包括农地本身质量提升、技术投入增加、劳动技能提升等,这也是促进农地利用效率的措施。农地利用效率的提升才能促进农村产业兴旺,进而能促进乡村振兴。基于此,科学评判农地利用效率,探寻影响农业发展的影响因素,对于实现乡村振兴具有理论意义与实践意义。

目前国内外学者对于农地利用效率研究主要聚焦于测算指标的选取、测算方法、研究尺度等 3 个方面。首先,关于测算指标的选取。目前绝大部分学者的做法是从投入产出角度选取相对应的指标^[2-4],如以农业机械总动力、化肥施用量、农村人口数作为投入指标(如周圣杰^[5]、方琳^[6]、经阳^[7])。但是根据这些指标的定义,存在与研究目标范围不一致的情况。比如运用农业机械总动力、农用地化肥施用量等衡量广义农用地活动的指标测算耕地利用效率这一狭义农用地,存在明显的范围不一致情况。本研究尝试从乡村振兴战略总要求及投入产出两方面结合选取评价指标,充分考虑计算口径与范围问题,可以一定程度上避免这个问题。测算方法方面,DEA 模型被普遍选择。由 DEA 模型原型由来^[8]可知,DEA 模型属于非参数估计方法^[9],它可以衡量多投入多产出的全要素生产效率,但是兼顾环境要素这一产出的文献并不丰富。本文运用数据包络分析中的非期望产出超效率 SBM 模型,能够对研究区进行较全面的分析。研究尺度方面,现有研究多聚焦于国家^[10]、省市^[7,11],或者较大区域,对县域乃至乡(镇)研究极少。本文以进贤县 21 个乡(镇)及红壤所及省五里垦殖场为研究单元,可丰富农地利用效率对乡(镇)的研究。

进贤县是江西省的粮食生产大县,也是我国重要的商品粮生产基地。2017 年,进贤县耕地总面积为 80 333 hm²,占南昌市耕地总面积(34.01 万 hm²)的 23.61%;粮食单产 6 766 kg/hm²,低于南昌市粮食单产量 7 012 kg/hm²,农地利用效率水平偏低。

综上所述,现有研究中存在采用测算效率模型未充分考虑非期望产出、投入指标涉及含义对应等问题。另外,对农地利用效率研究多集中在某个省市,对县域乃

至乡(镇)的研究鲜少。本研究旨在基于乡村振兴战略背景,构建乡村振兴与投入产出相结合的评价体系,利用非期望产出的超效率 SBM 模型与 Tobit 回归分析探讨进贤县 21 个乡(镇)、红壤所及省五里垦殖场农用地效率时空变化与背后原因,既可为进贤县可持续发展和实施乡村振兴战略提供决策数据支撑,也可为其他地区提高农地利用效率提供经验借鉴。

1 研究区域

进贤县位于江西省中部,鄱阳湖南岸,为南昌市管辖,地理坐标为 28°09′41″—28°46′13″N,116°01′41″—116°33′38″E。进贤县国土总面积为 197 100 hm²,2005 年起管辖 21 个乡(镇)与 1 个场。进贤县属典型的亚热带气候,并有军山湖、青岚湖等湖泊,灌溉条件较好。进贤县主要种植水稻及油料作物,是鄱阳湖流域具有代表性的水稻种植区域,也是全国粮食生产先进县。进贤县积极响应乡村振兴,号召“走绿色生态路,打乡村振兴牌”,推广水稻、红薯高产措施,重视农业面源污染治理,以期从产业、人才、文化等全方面实现乡村振兴。

2 研究方法数据来源

2.1 农地利用效率评价模型

DEA 模型^[12]有分别适用于不同问题的具体模型。传统 DEA 模型都是基于最小投入最大产出这样的基本假设,但在实际农业生产中,农药、化肥及塑料薄膜的使用不仅带来农业产值的增加,也带来废气、白色污染等“非期望产出”,不考虑这一部分环境的负外部效应将使农地利用效率评价结果不可信。包含非期望产出的超效率 SBM 模型是在传统 DEA 模型的基础上构建的加入非期望产出且为非径向非角度的模型^[10]。该模型克服了传统模型径向角度的缺点,它允许有效决策单元的效率值≥1,这样解决了有效决策单元间的排序及差别问题,使得评价结果更加全面与真实。包含非期望产出的超效率 SBM 模型表示如下:

$$\begin{aligned} \min p &= \frac{1 - \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{S_1 + S_2} \left(\sum_{r=1}^{S_1} \frac{y_r^g}{y_{ro}^g} + \sum_{r=1}^{S_2} \frac{y_r^b}{y_{ro}^b} \right)} \quad (1) \\ \text{s.t. } x &\geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j \quad i=1, \dots, m \\ y^g &\leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j^g \quad i=1, \dots, s_1 \\ y^b &\leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j^b \quad i=1, \dots, s_2 \\ \lambda_j &> 0 \quad j=1, \dots, n, j \neq 0 \\ x &\geq x_0 \quad 0=1, \dots, m \end{aligned}$$

$$y^g \leq y_0^g \qquad g=1,\cdots,s_1$$
$$y^b \leq y_0^b \qquad g=1,\cdots,s_2$$

式中： n 为研究单元的个数； m 为研究单元的投入数量； x 表示投入指标； y^g 与 y^b 分别表示期望产出、非期望产出，向量 S 为松弛量； λ 为常数。

2.2 重心转移

假设研究区由若干个次级小区组成，次级小区 i 的重心坐标为 (x_i, y_i) ， G_i 为该研究小区的某类属性值（在本文为农地利用效率值），则该区域的相应重心坐标公式为：

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n G_i x_i}{\sum_{i=1}^n G_i} \qquad Y = \frac{\sum_{i=1}^n G_i y_i}{\sum_{i=1}^n G_i} \qquad (2)$$

式中：区域重心坐标 (x_i, y_i) 由 ArcGIS 计算得到。

2.3 农地利用效率影响因素分析模型

了解农地利用效率的影响因素及影响程度有利于更有针对性提出进贤县农地利用效率提升、乡村振兴发展的对策，本研究做回归分析探索影响因素及程度。由于农地利用效率是一个大于 0 的受限因变量，而普通最小二乘法使用时的假设因变量概率分布接近于正态分布，因此其做出的回归分析结果会有所偏差。根据前人研究可知，Tobit 模型做效率影响分析能取得较好效果，故本文选用面板 Tobit 模型对进贤县农地利用效率影响因素进行分析。Tobit 模型表示如下：

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 \cdots + B_n X_n + u \qquad (3)$$

式中： Y 为农地利用效率值； u 为随机扰动项； B_n 为各解释变量的系数； X_n 为各解释变量的值； B_0 为常数项^[13]。

2.4 指标选取与界定

2.4.1 农地利用效率评价指标 农地利用效率实际反映农用地的投入与产出，因此本文的农地利用效率评价指标在参考国内外学者研究^[9,14-15]的基础上，结合乡

村振兴战略的总要求及投入产出两方面共同构建。

乡村振兴战略总要求角度：乡村振兴离不开产业振兴，而农业是农村的基础性产业，选定农用地面积、农业从业人数及农业机械总动力 3 个指标表征促使产业兴旺的投入指标。本研究选择“农用地面积”而非“农作物播种面积”，主要考虑不同农作物播种面积不能直接求和，还涉及复种、投入次数等同一周期内权重指标难以确定问题。生态宜居是关键，它不仅是生态建设文明的重要内容，也是乡村能否全面振兴的重点。生态宜居主要测度生态环境是否适合居住，本文则考虑进贤县农用地的使用对环境的影响，因此选定净碳排放量、农用地化肥施用量及地膜覆盖总量 3 个指标。生活富裕是乡村振兴的根本，乡村振兴战略实施的重要意义之一就是提高农民生活水平。农地利用中，生活富裕主要考虑农用地给农民带来的产值。考虑到农林牧渔总产值是通过货币价值来表征农业生产投入所得到的所有产值，在一定时期内农业生产的总体水平与农民的生活富裕状况是可以通过该数据体现出来的，最终选定生活富裕指标为农林牧渔总产值及粮食产量。

投入产出角度：考虑到进贤县农地利用实际的投入，最终选定农用地面积、农用化肥施用量、农业从业人数及农业机械总动力 4 个指标分别表示土地、资金、劳动力及技术的投入。期望产出指标指人们方面，与生活富裕方面一致，为人们所期望得到的，故将农林牧渔总产值及粮食产量两个指标定为期望产出指标。非期望产出指标方面，生产活动目前还不能实现 0 排放，农地利用过程中还是会产生一些不受欢迎的副产品，它们对环境会造成一定的影响，是人们的非期望得到的产出。其中，净碳排放量与地膜覆盖总量就是这样的副产品。

整合上述两个角度的指标，最终形成见表 1。

表 1 SBM 模型指标体系

SBM 模型		指标	指标性质	单位	数据来源
投入产出角度	乡村振兴角度				
投入方面	产业兴旺	农用地面积	正向指标	hm ²	解译数据：耕地、林地、草地
		从事农业人员	正向指标	人	进贤县统计年鉴
		农业机械总动力	正向指标	kW	进贤县统计年鉴
期望产出	生态宜居	农用地化肥施用量	正向指标	t	进贤县统计年鉴
	生活富裕	农林牧渔业总产值	正向指标	万元	进贤县统计年鉴
		粮食产量	正向指标	t	进贤县统计年鉴
非期望产出	生态宜居	净碳排放量	负向指标	t	解译数据、统计年鉴
		农用塑料薄膜使用量	负向指标	t	进贤县统计年鉴

注：净碳排放计算方法参考 2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》及梅昀等人研究^[16-18]。

2.4.2 农地利用效率影响因素指标 为了探究进贤县农地利用效率变化的内在原因，找出影响农地利用

效率的因素,需要从不同角度选取能够影响生产的可控因素,并且这些因素有别于非期望产出的超效率 SBM 模型中的评价指标。研究土地经济学相关理论及已有文献材料^[14,19-22],农地利用效率的主要影响因素包括环境、经济、劳动力 3 个方面。本文选用单位面积净碳排放量 X_1 ,有效灌溉面积 X_2 ,单位面积工业总产值 X_3 ,单位面积农业机械动力 X_4 及农户的平均播种面积 X_5 代表影响农地利用效率的环境因素。

3 结果与分析

基于进贤县 2011—2017 年的面板数据,以 DEA-SOLVER 5.0 软件为依托,采用 Super-SBM-GRS(非导向一般规模报酬情况)模型计算研究区域的农地利用效率。为了研究非期望产出对效率值的影响,研究使用仅考虑期望产出的 SBM 模型及包含非期望产出的超效率 SBM 模型分别对进贤县的农地利用效率进行了测算,具体结果见表 2。

3.1 进贤县农地利用效率时序变化与分析

从表 2 可看出,EE 效率(含非期望产出)由 2011 年的 1.790 3 上升至 2017 年的 1.791 2,上升较为缓慢,并在 2013 年及 2014 年间略有所下降,但总体上农地利用效率呈现上升趋势。另外,从表中可以发现 EE 效率比 TE 效率(不含非期望产出)总体要低,且 EE 效率与 TE 效率的差值逐年增长,在 2011 年两者差值 0.358 6 年、2017 年两者差值达到 0.400 1。这说明现实农业生产中,无法避免非期望产出,且非期望产出对农地利用效率有越来越大的影响。因此,仅涵盖期望产出来评判农地利用效率是不合实际的。具体分析各个乡(镇),农地利用效率表现出多样性的时序变化特征:

(1) 进贤县各个乡(镇)、红壤所及省五里垦殖场的农地利用效率总体呈现上升趋势。民和镇、罗溪镇、钟陵乡、白圩乡及长山晏乡 5 个乡(镇)由低效率逐步上升至中高效率水平。另外 2014 年是进贤县农地利用效率的转折点,发现 2013 至 2014 年有明显下降趋势,2014 年后总体又上升至今。调研得知,2013 年、2014 年进贤县多个乡(镇)进行了土地整治,土地整治期间对农地生产产生一定程度影响,整治主要包括平整土地、灌溉排水及道路工程等,规模及技术效率都有所上升。因此,2014 年后进贤县各个乡(镇)的 EE 效率可看到明显提升。

(2) 不期望产出对农地利用效率影响逐渐增大。比如效率水平一直处于高位的省五里垦殖场,2011 年考虑非期望产出的 EE 效率为 1.952 5,不考虑非期望产出的 TE 效率为 2.311 1,相差 0.358 6;2013 年 EE 效率

1.450 9,TE 效率为 1.818 8,两者相差 0.367 9;2017 年其 EE 效率为 2.318 4,TE 效率为 2.718 4,相差 0.4。总体看出包含非期望产出的效率与不包含非期望产出的效率差值逐渐增大,非期望产出即一些对环境、社会或者经济有消极作用的一些不被期待的产出对农地利用效率的影响逐渐增大,后期进贤县须对相关产出做更多处理。

3.2 进贤县农地利用效率空间分异分析

为揭示进贤县各个乡镇 2011—2017 年农地利用效率变化规律,借助 ArcGIS 工具,将进贤县 21 个乡(镇)、红壤所及省五里垦殖场等 23 个决策单元的农地利用效率与进贤县乡(镇)地图进行空间关联,建立进贤县农地效率空间属性数据库。同时,依据前文时序分析,选取 2011 年、2013 年、2015 年及 2017 年 4 个年份的截面数据进行可视化表达,见图 1。另外,参考其他学者的研究^[23-24],结合进贤县农地利用效率的总体情况,将农地利用效率值分为 4 类:低效率区($\min \leq e < 0.6$)、中低效率区($0.6 \leq e < 1$)、中高效率区($1 \leq e < 1.2$)及高效率区($1.2 \leq e \leq \max$)。从县域的空间分布上分析,进贤县各个乡(镇)在 2011—2017 年变化趋势大致相同,呈现效率从低至高的上升趋势,且具有以下特征:

(1) 中高效率区及以上的乡(镇)占据大部分,中北部与西南部效率值差异明显。民国初,进贤县设五区 26 乡,其中五区包括民和镇、罗溪镇、池溪镇、三阳集乡及梅庄镇,五区是重点发展对象,农业、经济等得到迅速发展。建国后,中北部多个乡(镇)一直作为重点粮食发展地区,农地利用效率受历史影响较为深重。

(2) 效率高值明显集中在军山湖周边乡(镇),主要包括池溪乡、下埠集乡、三阳集乡、梅庄镇等。这种分布与军山湖周边地形息息相关,池溪乡、下埠集乡等乡(镇)均地势平坦、地块面积较大。另外,可能与政策有关。2011—2017 年,进贤县军山湖周边 8 个乡(镇)50 个村土地整治过。

(3) 低效率区主要处于西南部,包括温圳镇、泉岭乡、架桥镇及张公镇等,这几年 EE 效率平均值仅 0.413 3。首先跟地形有关,南部多丘陵山区,地块破碎,不利于规模生产,农地难以实现全机械化操作,多靠人工种植,并且由于现在耕种利润相比较外出务工成本更大,收益更低,好多农民抛荒,农地闲置率增加。其次跟经济发展相关,温圳镇拥有新型工业园区,张公镇有高桥工业园区,工业园区吸纳大量农业人员转为工人,农民无心从事农业生产,这些乡(镇)多由 50 岁以上人员从事农业生产,多为了自给自足口粮,农地利用效率较为低下。

表 2 进贤县 2011—2017 年 EE 效率与 TE 效率

名称	2011 年		2013 年		2015 年		2017 年	
	EE 效率	TE 效率	EE 效率	TE 效率	EE 效率	TE 效率	EE 效率	TE 效率
进贤县	1.7903	2.1489	1.7886	2.1565	1.7915	2.1504	1.7912	2.1912
民和镇	0.4972	0.8559	0.9587	1.3266	1.0123	1.3713	1.0052	1.4052
李渡镇	1.0115	1.3701	1.0128	1.3807	1.0925	1.4515	1.0307	1.4307
温圳镇	0.0083	0.3669	0.0590	0.4269	0.1596	0.5186	0.2385	0.6385
文港镇	1.0194	1.3780	1.0211	1.3890	1.0176	1.3766	1.0841	1.4841
梅庄镇	1.4100	1.7686	1.4784	1.8463	1.5999	1.9588	1.6078	2.0078
张公镇	0.5779	0.9365	0.4079	0.7757	0.5060	0.8649	0.4887	0.8887
罗溪镇	0.6049	0.9635	0.3911	0.7590	1.0221	1.3810	1.0539	1.4539
架桥镇	0.2351	0.5937	0.1747	0.5426	0.2967	0.6556	0.3063	0.7063
前坊镇	1.1229	1.4816	1.1843	1.5522	1.1502	1.5091	1.2347	1.6347
三里乡	0.6061	0.9648	0.8965	1.2644	0.6852	1.0442	0.6632	1.0632
二塘乡	1.0877	1.4464	1.1608	1.5287	1.2491	1.6081	1.2990	1.6990
钟陵乡	0.7311	1.0898	1.0004	1.3683	1.0093	1.3682	1.0221	1.4221
池溪乡	1.2682	1.6268	1.1259	1.4938	1.2272	1.5861	1.1746	1.5746
南台乡	1.1190	1.4776	1.2849	1.6528	1.3053	1.6643	1.2096	1.6096
三阳集	1.0431	1.4017	1.1119	1.4798	1.0279	1.3868	1.0803	1.4803
七里乡	1.0481	1.4067	1.0278	1.3957	1.0742	1.4331	1.0739	1.4739
下埠集	1.0932	1.4519	1.0947	1.4626	1.0656	1.4246	1.0651	1.4651
御前乡	1.0542	1.4129	1.1119	1.4798	1.1211	1.4800	1.0291	1.4291
白圩乡	0.5593	0.9179	0.5440	0.9119	0.6546	1.0135	1.0004	1.4004
长山晏	0.4191	0.7778	0.4773	0.8452	1.0242	1.3832	1.0091	1.4091
泉岭乡	0.5042	0.8628	0.6432	1.0111	0.5862	0.9451	0.6256	1.0256
红壤所	1.0310	1.3896	1.8163	2.1842	1.5401	1.8991	1.6615	2.0615
五里垦殖场	1.9525	2.3111	1.4509	1.8188	1.4083	1.7672	2.3184	2.7184

注：TE 效率不包含非期望产出；EE 效率包含非期望产出。

3.3 进贤县农地利用效率重心转移分析

本文对效率重心的定义是进贤县县域内使各个乡(镇)的农地利用效值在各个方向上保持平衡的点,研究效率重心及变化轨迹图有利于直观了解进贤县近几年农地利用效率水平在进贤县内的平衡点及发展方向,从全县域上把握农地利用效率的空间变化^[23]。

进贤县农地利用重心一直落于民和镇北部,重心分布在 29°25′20″—29°24′50″N 和 116°17′10″—116°17′50″E。根据重心的发展轨迹,大致可以分为两个阶段。一是 2011—2013 年,重心东北移动阶段。该阶段效率重心先向东北移动部分,后又向西北移动部分,但总体向东北移动。这一时期处于进贤县的“十二五”规划期间,政府对环军山湖进行 2.13 万 hm²水产养殖,开展环湖休闲旅游和发展沿湖有机农业产业,对下埠集乡赤路岗村进行高标准农田建设改造,改良土壤,兴建机耕路等。这些让东北部农用地有了更好的发展条件,农地利用效率也有所提高。二是 2013—2017 年,重心西南方向移动阶段。效率重心向西移动 0.083 个经度,移动距离 8 466 m。其中 2015—2016 年向西移动 0.055 个经度,移动距离 5 610 m,是研究

阶段内效率重心移动速度最快、移动距离最远的一年。这一时期横跨“十二五”规划与“十三五”规划,进贤县政府给予了西南地区更多关注,比如选定了 732 个自然村开展社会主义新农村建设,集中打造了文港镇、三里乡、李渡镇、温圳镇、白圩乡共 5 个特色小镇;比如罗溪镇的圩除险加固工程。故在这一阶段,进贤县重心向西南移动是符合现实情况的。

3.4 农地利用效率影响因素分析

首先,数据的多重共线性检验是进行有效回归分析的前提^[25-26],故本研究借助 SPSS 20.0 对不同年份的方差膨胀因子进行测算,检验影响因子间的多重共线性,具体结果见表 3。

表 3 数据共线性检验

变量	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
VIF	1.072	1.019	1.827	1.852	1.051

从表 3 可看出 5 个变量的 VIF 值均小于 10,表明变量间不存在明显的多重共线性关系,可以进行 Tobit 回归分析。运用 Eviews8.0 软件选择 Tobit 模型,其分析结果见表 4。



图 1 进贤县农地利用效率类型空间分布及演化

表 4 Tobit 回归分析结果

解释变量	指标	系数	标准误差	T 值	p 值
X_1	单位面积净碳排放量	-0.038675	0.029496	1.311209	0.1898
X_2	有效灌溉面积	0.021119	0.750665	0.827424	0.408
X_3	单位面积工业总产值	-0.500218	6.47E-05	-3.373594	0.0007
X_4	单位面积农业机械动力	0.091949	0.002232	1.87352	0.0524
X_5	农户的平均播种面积	0.146159	0.053598	2.726934	0.0064

根据表 4, 可发现 X_4 通过 $\alpha=0.1$ 的显著性检验, X_3 、 X_5 通过 $\alpha=0.05$ 的显著性检验。单位面积净碳排放量未能通过显著性检验, 说明碳排放量目前对进贤县农地利用效率影响不显著。这其中的可能原因是进贤县

自然生态环境较好,绿化覆盖率达到 45.26%以上,碳汇能力好,总体进贤县单位面积净碳排放量从 2011 年的 0.41 t/hm²到 2017 年的 0.40 t/hm²。有效灌溉面积对进贤县农地利用效率呈现不显著影响,这与进贤县实际情况有关。进贤县县域内不仅流经的有抚河与信河,还有军山湖、青岚湖等大小湖泊,水面面积占进贤县总面积的 1/3,有先天的灌溉优势,不存在灌溉条件需要大的改善。单位面积工业产值对农地利用效率有显著的阻碍作用。一般来说,某个乡(镇)的工业产值效益好,出于最小投入最大产出原则,农户选择进入工厂务工概率更大,农用地则交给家里老人或者亲戚朋友,在劳动力较为缺乏且劳动力不是专业种植大户的情况下,农地粗放使用代替了精耕细作,农地利用效率下降情理之中。单位面积农业机械动力通过了 $\alpha=0.1$ 的显著性检验。从农业现代化角度来看,农业机械化水平越高,农地的产出水平越高^[21]。根据进贤县的实际情况发现也符合这一规律,进贤县南部比北部更高,北部濒临湖滨,地块平整,面积较大,耕地种植条件好,机械化水平高。农民的平均播种面积系数为正,并通过了 5% 的显著性检验。农民平均播种面积越多,规模效益越好,农地利用效率越高。

4 讨论与结论

4.1 讨论

相比较其他研究以国家、省或市为研究单元^[19,22,27],本研究以进贤县乡(镇)为单位,在研究对象上更加细化,研究方法、指标选取、研究结果及可改进之处如下:

研究方法上,DEA 模型进行效率分析已经较为普遍^[9-10]。本文加入非期望产出这一要素,选用非期望产出的超效率 SBM 模型能弥补现有研究缺乏环境要素这一不足。指标选取上,国内外学者普遍从效率的本质构建利用效率指标体系^[7-8]。本文尝试从乡村振兴战略的总要求及投入产出方面两个角度综合构建进贤县农地利用效率评价指标体系,为构建农地利用效率评价指标体系提供新思路。具体指标选取上,本文充分界定评价主体为广义农用地,选取含义为广义农用地利用活动的评价指标,在原有文献上优化了指标选择。研究结果上,本文研究结果与同类研究^[28-29]较为吻合,与进贤县实际发展情况比较一致,结果比较合理。

同时,本研究尝试基于乡村振兴战略的总要求及效率的本质投入产出两方面相结合进行构建农地利用效

率评价的指标体系,由于缺乏前人研究参考及自身水平有限,有些指标的合理性还有待进一步商榷。此外,农地利用是一个长时间的过程,而本研究由于乡镇数据的难以获取性仅研究了 2011—2017 年,短时间无法特别准确得到趋势,研究更长时段的农地利用效率显得更为重要,在未来的研究中有待进一步完善。

4.2 结论

2011—2017 年进贤县农用地利用效率呈上升趋势,总体水平较好。另外,包含非期望产出的效率值(EE 效率)总体都低于不包含非期望产出的效率(TE 效率),说明进贤县各个乡(镇)的农地利用发展中付出了一定的环境代价,也从侧面反映评价农地利用效率有必要考虑非期望产出。通过 SBM 模型计算与 ArcGIS 空间显示可知 2011—2017 年进贤县农地利用效率空间格局发生明显变化,高效率乡镇集中在军山湖周边。重心分析可知进贤县在研究序列内农业发展重心总体由中部向东北再向西南方向转移,但一直以民和镇为核心。根据 Tobit 模型分析结果可知农地利用效率的变化特征受人为因素与自然因素共同影响,但人为活动可以引导农用地效率的进一步发挥与发展方向。未来,进贤县在乡村振兴道路上需注重技术、人力与自然资源的协调与优化,科学提高农地利用效率。

参考文献:

- [1] Liu Y, Li Y. Revitalize the world's countryside[J]. Nature News, 2017, 548(7667): 275.
- [2] 张荣天.长江三角洲农用地效率评价及类型分区[J].农业现代化研究, 2014, 35(6): 769-774.
- [3] 黄和平,彭小琳.脱钩视角下城市土地利用效率变化与提升策略:以南昌市为例[J].资源科学, 2016, 38(3): 493-500.
- [4] 李方方,王瑗玲,刘凤荣,等.基于主成分分析法和层次分析法的宁阳县农地效益评价及方法比较[J].山东农业大学学报:自然科学版, 2015, 46(1): 69-73.
- [5] 周圣杰.基于 DEA-Malmquist 模型的江汉平原农业生产效率时空分析[D].武汉:华中师范大学, 2018.
- [6] 方琳,吴凤平,王新华,等.基于共同前沿 SBM 模型的农业用水效率测度及改善潜力[J].长江流域资源与环境, 2018, 27(10): 2293-2304.
- [7] 经阳,叶长盛.基于 DEA 的江西省耕地利用效率及影响因素分析[J].水土保持研究, 2015, 22(1): 257-261.
- [8] Farrell M. The measure of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3): 253-281.
- [9] 高梦雅,方世明,许基伟.基于 DEA 模型的武汉郊区农

- 用地利用效率评价[J].湖北农业科学,2017,56(12):2377-2381.
- [10] 赵茜宇,张占录.中国县级农地利用效率的变化特征及原因解析[J].中国人口·资源与环境,2019,29(4):77-86.
- [11] 金贵,邓祥征,赵晓东,等.2005—2014 年长江经济带城市土地利用效率时空格局特征[J].地理学报,2018,73(7):1242-1252.
- [12] 成刚.数据包络分析方法与 max DEA 软件[M].北京:知识产权出版社,2014.
- [13] 陈荣.城市土地利用效率论[J].城市规划汇刊,1995(4):28-33.
- [14] 李在军,管卫华,臧磊.山东省耕地生产效率及影响因素分析[J].世界地理研究,2013,22(2):167-175.
- [15] 吴贤良,刘雨婧,熊鹰,等.湖南省城市土地利用全要素生产率时空演变及影响因素[J].经济地理,2017,37(9):95-101.
- [16] 方精云,郭兆迪,朴世龙,等.1981—2000 年中国陆地植被碳汇的估算[J].中国科学(D 辑:地球科学),2007,37(6):804-812.
- [17] 李小康,王晓鸣,华虹.土地利用结构变化对碳排放的影响关系及机理研究[J].生态经济,2018,34(1):14-19.
- [18] 李克让.土地利用变化和温室气体净排放与陆地生态系统碳循环[M].武汉:气象出版社,2002.
- [19] 余宁.基于 DEA 的重庆市土地利用效率评价研究[D].重庆:重庆师范大学,2017.
- [20] 杨宣.基于 DEA 方法的湖北省农地利用效率研究[D].武汉:华中师范大学,2011.
- [21] 高晓辉.基于 DEA 方法的农地利用效率差异研究[D].武汉:华中农业大学,2010.
- [22] 高旭.太行山贫困区农地利用效率测度与影响因素分析[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2017.
- [23] 税丽.长江经济带城市土地利用效率时空差异及影响因素研究[D].成都:四川师范大学,2018.
- [24] 李明艳.劳动力转移对区域农地利用效率的影响_基于省级面板数据的计量分析[J].中国土地科学,2011,25(1):62-69.
- [25] 卢新海,匡兵,李菁.碳排放约束下耕地利用效率的区域差异及其影响因素[J].自然资源学报,2018,33(4):657-668.
- [26] 王良健,李辉.中国耕地利用效率及其影响因素的区域差异:基于 281 个市的面板数据与随机前沿生产函数方法[J].地理研究,2014,33(11):1995-2004.
- [27] 王鹏瑞.山西省 11 地级城市农地流转效率差异研究[D].太原:山西财经大学,2018.
- [28] 李娜,谢德体,王三.重庆市土地利用结构效率的空间差异与影响因素探析[J].土壤,2018,50(4):803-811.
- [29] 王良健,李辉,石川.中国城市土地利用效率及其溢出效应与影响因素[J].地理学报,2015,70(11):1788-1799.

~~~~~

(上接第 336 页)

- [20] 张强,龙民慧,宋运贤,等.不同氮形态对濒危药用植物三叶青叶片光合,能量分配和抗氧化酶活性的影响[J].生态学杂志,2018,37(3):877-883.
- [21] 付忠,谢世清,徐文果,等.不同光照强度下谢君魔芋的光合作用及能量分配特征[J].应用生态学报,2016,27(4):1177-1188.
- [22] 朱丽,黄刚,唐立松,等.梭梭根系的水分再分配特征对其生理和形态的影响[J].干旱区研究,2017,34(3):638-647.
- [23] 代永欣,王林,王延书,等.摘叶造成的碳限制对刺槐碳素分配和水力学特性的影响[J].植物科学学报,2017,35(5):750-758.
- [24] 朱启林,向蕊,汤利,等.间作对氮调控玉米光合速率和光合氮利用效率的影响[J].植物生态学报,2018,42(6):672-680.
- [25] 葛体达,王东东,祝贞科,等.碳同位素示踪技术及其在陆地生态系统碳循环研究中的应用与展望[J].植物生态学报:生态技术与方法专辑,2020,44, DOI: 10.17521/cjpe, 2019.0208.