

何如海, 石婉婉, 王 成, 等. 安徽省县域耕地利用效率及影响因素分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2024, 55(6): 769-778.

HE Ruhai, SHI Wanwan, WANG Cheng, et al. Analysis of the utilization efficiency of county arable land and influencing factors in anhui province[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2024, 55(6): 769-778.

安徽省县域耕地利用效率及影响因素分析

何如海, 石婉婉, 王 成, 徐楚涵, 芮 敏, 叶梦雅

(安徽农业大学 经济管理学院, 合肥 230000)

摘 要: 为提高安徽省总体耕地利用效率, 对安徽省 61 个县域耕地利用效率值及影响因素进行分析研究。通过数据包络分析模型(DEA)构建耕地利用效率评价指标, 测算 2000-2020 年安徽省 61 个县域的耕地利用效率水平, 利用空间统计模型分析安徽省 61 个县域耕地利用综合效率时空格局的变化特征, 通过 Tobit 回归模型探讨了安徽省县域耕地利用效率变化的主要影响因素。结果表明安徽省县域耕地利用效率值变化范围很小, 2000-2020 年安徽省耕地利用综合效率的平均值为 0.759, 耕地利用综合效率处于中等水平。从总体来说, 2000 年以来安徽省耕地利用效率在空间上分布格局相对稳定, 没有大范围的变化; 从局部来看, 安徽省县域耕地利用效率呈现显著的空间差异分布格局, 主要体现为冷热点存在集聚性的空间极化现象。通过 Tobit 模型分析得出, 乡村从业人员数和农村劳动力人均播种面积对安徽省县域耕地利用效率有显著的积极影响, 耕地复种指数和单位面积农业机械总动力对耕地利用效率有消极作用, 其中农村劳动力人均播种面积为主要影响因素。说明目前安徽省耕地利用效率处于中等水平, 且区域差异明显, 针对各区域进行探讨可有效提高安徽省耕地利用效率。

关键词: 耕地利用效率; 数据包络分析; Tobit; 影响因素

中图分类号: F301

文章编号: 1000-1700(2024)06-0769-10

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Utilization Efficiency of County Cultivated Land and Influencing Factors in Anhui Province

HE Ruhai, SHI Wanwan, WANG Cheng, XU Chuhan, RUI Min, YE Mengya

(School of Economics and Management, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: In order to improve the overall utilization efficiency of cultivated land in Anhui Province, the utilization efficiency and influencing factors of cultivated land in 61 counties of Anhui Province were analyzed. Based on the data envelopment analysis model (DEA), the evaluation index of cultivated land use efficiency was constructed, and the cultivated land use efficiency level of 61 counties in Anhui Province from 2000 to 2020 was calculated. The spatial statistical model was used to analyze the spatial and temporal pattern of cultivated land use efficiency in 61 counties in Anhui Province. The main influencing factors of cultivated land use efficiency change in Anhui Province were discussed using Tobit regression model. The results show that the change range of cultivated land use efficiency in Anhui Province is very small. The average value of cultivated land use efficiency in Anhui Province from 2000 to 2020 is 0.759, and the comprehensive efficiency of cultivated land use is at a medium level. In general, since 2000, the spatial distribution pattern of cultivated land use efficiency in Anhui Province has been relatively stable, with no large-scale changes; from a local point of view, the utilization efficiency of cultivated land in counties of Anhui Province shows a significant spatial

收稿日期: 2024-04-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(71873003, 32201346); 安徽省自然资源科技项目(2020-k-3)

第一作者: 何如海(1969-), 男, 博士, 副研究员, 从事区域经济发展与土地资源可持续利用研究, E-mail: ruhaihe@ahau.edu.cn

difference distribution pattern, which is mainly reflected in the spatial polarization of cold and hot spots. Through the Tobit model analysis, it is concluded that the number of rural employees and the per capita sown area of rural labor force have a significant positive impact on the utilization efficiency of cultivated land in counties of Anhui Province. The multiple cropping index of cultivated land and the total power of agricultural machinery per unit area have a negative effect on the utilization efficiency of cultivated land, and the per capita sown area of rural labor force is the main influencing factor. It shows that the utilization efficiency of cultivated land in Anhui Province is at a medium level, and the regional differences are obvious. The discussion of each region can effectively improve the utilization efficiency of cultivated land in Anhui Province.

Key words: cultivated land use efficiency; data envelopment analysis; Tobit; influencing factor

耕地是人类进行一切生产活动的前提,耕地的高效利用对国家的农业发展和粮食安全有重要影响^[1]。改革开放以来,建设用地需求不断增加,不少耕地用途被改变,耕地“非农化”现象突出。近年来,我国粮食进口量逐年增加,2023年进口粮食1.6亿t,对于中国这样的人口大国来说,增加粮食产量刻不容缓。因此,耕地利用效率的研究对推动耕地节约集约利用和加速农业发展具有重要意义。

目前,国内外很多学者基于耕地利用效率进行了诸多探索分析。在研究尺度上,大量研究从宏观尺度进行考察,吴昊玥等^[2]从全国层面研究耕地利用效率,朱梦凡等^[3]对粮食主产区13个省份的耕地利用效率进行研究,孙嘉阳等^[4-5]测算了山东省和甘肃省耕地利用效率,冀正欣等^[6]从市级层面研究南阳市耕地利用效率,朱向楠等^[7]研究甘肃省广河县村域耕地利用效益等;研究内容随社会经济发展变换,着重于测度耕地利用效率、时空格局、影响因素等,吴九兴等^[8-9]着重研究南京都市圈和洞庭湖平原耕地利用效率以及时空格局动态演变特征,桂政等^[10]在测算效率和研究区域差异的基础上,分析了影响效率的因素。在研究方法上,测算耕地利用效率值大多运用DEA模型^[11],使用ESDA^[12-13]和基尼系数分解模型^[14]研究效率值的区域差异和空间格局演变,分析影响因素方面,吴欣等^[15]运用空间杜宾模型,刘子旋等^[16-17]运用GTWR模型,经阳等^[18-19]采用Tobit模型。安徽省作为我国中部地区的一个重要农业大省,位列全国第五,高效利用耕地对安徽省乃至国家的重要性不言而喻。改革开放以来,政府出台了不少相关政策,采用占补平衡、耕地保护补偿激励、防止耕地向“非粮化”转变和遏制耕地“非农化”等方式,并取得相应成果。但人均耕地数量少,耕地后备资源匮乏,以及耕地利用效率不高等问题较为突出。但近年来安徽省经济快速发展、城镇化进程不断加速,城市建设用地规模逐渐增加,加之耕地利用的粗放化和一些耕地由于施肥不当造成耕地污染,耕层土壤被破坏,导致一部分耕地不能正常耕作。在这个研究背景下,需要加强对安徽省耕地利用效率变化的研究,以期为安徽省耕地高效利用和长期发展方面提供理论依据。

本研究通过数据包络分析模型(DEA)构建耕地利用效率评价指标,测算2000-2020年安徽省61个县域的耕地利用效率水平,利用ESDA对安徽省县域耕地利用综合效率进行空间特征的关联性分析,通过Tobit回归模型研究了引起安徽省耕地利用效率时间和空间上变化的主要影响因素,为安徽省耕地利用效率提高和现代农业可持续发展提供理论和实践参考。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本研究所需基础数据为2000,2005,2010,2015,2020年安徽省61个县域耕地面积、农业机械总动力、乡村从业人员数、农用塑料薄膜使用量、农药使用量和农用化肥施用量6项投入数据,粮食总产量、农业总产值、农民人均纯收入3项产出数据,以及有关影响因素计算的乡村从业人员数、单位耕地面积施肥量、单位面积农业机械总动力、农民人均可支配收入、农村劳动力人均播种面积、耕地复种指数等数据,来自于《中国农村统计年鉴》《安徽省统计年鉴》及各市级统计年鉴和市县《国民经济和社会发展统计公报》,数据均做标准化处理。

1.2 研究方法

1.2.1 耕地利用效率测算方法

1.2.1.1 指标选取 根据前人的研究内容和基础,区域耕地利用效率主要通过该区域土地上的投入与产出之比来衡量。因此,在耕地利用效率评价指标选取方面,一般运用数据包络分析方法进行分析

研究,指标选取要从投入和产出两个维度进行,并构建效率评价体系^[20]。借鉴相关学者研究,所选取的耕地投入指标:耕地面积反映土地投入,乡村从业人员数反映劳动力投入,农业机械总动力、农用化肥施用量、农药使用量反映资本投入,农用塑料薄膜使用量反映技术投入;所选取的耕地产出指标:粮食总产量反映社会效益产出,农业总产值、农民人均纯收入反映经济效益产出(表1)。

表1 耕地利用效率评价体系
Table 1 Cultivated land utilization efficiency evaluation system

变量类型 Variable type	变量名称 Variable name	备注 Remark
投入变量 Input variables	耕地面积 Cultivated land acreage	反映土地投入 Reflect land input
	乡村从业人员数 Number of rural employees	反映劳动力投入 Reflect labor input
	农业机械总动力 Total power of agricultural machinery	反映资本投入 Reflect capital investment
	农用化肥施用量 Application rate of agricultural fertilizers	反映资本投入 Reflect capital investment
	农药使用量 Pesticide application	反映资本投入 Reflect capital investment
	农用塑料薄膜使用量 Agricultural mulch usage	反映技术投入 Reflecting technology input
	产出变量 Output variables	粮食总产量 Total grain output
农业总产值 Total value of farm product		反映经济效益产出 Reflect economic benefit output
农民人均纯收入		反映经济效益产出
Rural per capita net income		Reflect economic benefit output

1.2.1.2 模型构建 数据包络分析(DEA),现拓展为在相对效率的基础上,并同时考虑多种类型投入和多种类型产出的情况下,来观察决策单元的相对有效性。把非参数的DMU投影到线性模型构建的决策单元的生产前沿面上,如果DMU位于生产前沿面上,代表DEA数据值是有效的^[20]。该模型包括最基本的产出视角的C²R和投入视角的BC²两个模型,本研究采用其中的BC²模型,该模型假设规模报酬可变,有效避免了规模报酬递增的影响,得到纯技术效率值,模型构建为:

$$\begin{cases} \min \alpha \\ \text{s.t. } \sum_{i=1}^n \lambda_i x_{im} + s^- = \alpha x_0 \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i y_{is} - s^+ = y_0 \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1, i = 1, 2, \dots, n \\ s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \\ m = 1, 2, \dots, M; s = 1, 2, \dots, S \end{cases} \quad (1)$$

式中:该模型做出假设,研究区内有n个目标单元,每个单元都有m种投入要素和s种产出要素; x_{im} 为i县的第m种投入值; y_{is} 为i县的第s种产出值; x_0 和 y_0 为各目标单元的投入和产出向量; s^+ 为剩余变量; s^- 为松弛变量; λ_i 为权重变量; α ($0 < \alpha \leq 1$)为决策单元的综合效率值, α 值越大,说明其有效性越高, α 取值1时表示产出最大,属于综合效率有效状态。

通过模型测算出的相关参数主要涉及耕地的综合效率(TE),代表在此时的技术水平下,耕地资源所能达到的最大产出值;纯技术效率(PTE)表示在农业生产过程中,投入的技术要素是否被合理安排和充分利用;规模效率(SE)反映单位耕地的资源投入增加所得到的最优产出增加值的比值。

1.2.2 耕地利用效率空间特征分析

1.2.2.1 全局空间自相关指数 常用来观察在特定研究区域内某种属性在空间上分布情况的全局空

间自相关的Moran's I 指数,可以检验效率值空间依赖程度的大小,以此来衡量其在空间上是否有集中趋势以及整体的空间分布模式^[21-22]。莫兰指数计算公式为:

$$I = \frac{\sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m w_{pq} (x_p - \bar{x})(x_q - \bar{x})}{\sum_{p=1}^m (x_p - \bar{x})^2 \sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m w_{pq}} \quad (2)$$

式中: m 代表研究区内研究单元的数量; x_p 为研究区域内 p 县的耕地利用效率值, x_q 为 q 县的耕地利用效率值; w_{pq} 为空间权重矩阵,具体来说是 p 县与 q 县的邻接矩阵; \bar{x} 为研究单元观测值 x_p 的均值。所得结果取值范围为 $[-1, 1]$,若所得 I 值大于零,则表示研究区内观测值呈空间正相关,在空间分布较为集聚;如果 I 值小于零,则代表研究区域内观测值呈现空间负相关,在空间内的分布较为分散,没有明显的集聚特征;若 I 值等于零,说明研究单元之间不存在空间相关的可能。

1.2.2.2 热点分析指数 在全局Moran's I 指数的基础上,通过热点分析指数 G_i^* ,该指数用于探究效率值在研究区内各研究单元之间的分布规律,得到效率值在局部空间的分异规律,并通过生成空间格局变化图,可以更加直观地展示自相关特征^[23-24],其公式为:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (3)$$

式中: n 为研究单元的总数量; x_j 为研究区内 j 县的效率值; w_{ij} 为研究区内 i 县与 j 县之间的邻接矩阵;统计结果所得到的结果分为两种,若 Z 得分 >0 ,说明 i 附近的高值紧密集聚,属于热点区;若 Z 得分 <0 ,表示 i 附近低值紧密集聚,属于冷点区。

1.2.3 耕地利用效率影响因素分析方法 以上只是从时间和空间两方面,针对内部的产出和投入分析了研究区的耕地利用效率,下面将在此基础上,详细探究对研究区耕地利用效率产生影响的外部因素。经数据包络分析的结果可知,计算出的效率值数据均处于 $[0, 1]$ 之间,若回归分析这一步采用最小二乘法,得到的结果会出现或大或小的误差,因此,为避免误差,采用Tobit回归模型,模型公式为:

$$\begin{cases} y_j^* = \alpha X_j + \gamma_j & \gamma_j \sim N(0, \sigma^2) \\ y_j = \begin{cases} y_j^* & y_j^* > 0 \\ 0 & y_j^* < 0 \end{cases} \end{cases} \quad (4)$$

式中: X_j 为解释变量,也叫自变量向量; y_j^* 为被解释变量; α 为参数向量; γ_j 为随机变量, $\gamma_j \sim N(0, \sigma^2)$, $j = 1, 2, 3, \dots, n$; y_j 为效率值因变量向量。

在评价耕地利用效率的影响因素时,要考虑到研究区的自然环境、社会经济条件、科技进步和生产条件等,基于数据的可获取性,结合已有的研究^[25],除去代表土地、劳动、资本3个方面的因素之外,另外再选取代表自然条件、农业生产条件、耕地资源禀赋和经济发展水平的指标作为解释变量。选取的主要影响因素:(1)乡村从业人数(X_1),代表了劳动力在农业生产中的投入对研究区耕地利用效率的影响;(2)单位面积施肥量(X_2),代表农业生产条件,反映研究区施肥量对耕地利用效率的影响;(3)单位面积农业机械总动力(X_3),代表农业生产条件,可以看做研究区对耕地的科技投入;(4)农民人均可支配收入(X_4),代表研究区农民收入水平的高低;(5)农村劳动力人均播种面积(X_5),代表耕地资源禀赋,值越大,农业经营规模越大;(6)耕地复种指数(X_6),代表耕地资源禀赋,反映农作物生长的自然条件。其公式为:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4 + \alpha_5 X_5 + \alpha_6 X_6 + \gamma \quad (5)$$

式中: Y_i 为综合技术效率值; γ 为随机扰动项; $\alpha_1 - \alpha_6$ 为各解释变量的系数; α_0 为常数项。

2 结果与分析

2.1 安徽省耕地利用效率测算结果

2.1.1 耕地利用效率总体分析 由表2可知,研究区内耕地利用效率值在整个研究期内变化范围很小,2000-2020年安徽省耕地利用综合效率的平均值为0.756,耕地利用综合效率处于中间水平。从表

格中的变化趋势来看,规模效率值较为稳定,变化很小,2000-2020年呈持续小幅度下降趋势,由0.955下降至0.911,平均值为0.934;纯技术效率值平均为0.812,相较于规模效率值,波动较大,呈先下降后上升,再下降再上升的小幅度波动趋势,纯技术效率值最低为2005年的0.788,最高为2020年0.837。从2000-2020年,综合效率与纯技术效率的数值比较接近,并且这些数据的变化重合度较高,趋势接近,表明研究区内的耕地利用效率主要为技术驱动模式。从整体来看,纯技术效率值都低于规模效率值,因此,对于研究区来说,纯技术效率的提高对于耕地利用效率的提升是关键所在。

表2 2000-2020年安徽省县域耕地利用效率均值

年份 Year	TE	PTE	SE
2000	0.771	0.810	0.955
2005	0.730	0.788	0.946
2010	0.774	0.823	0.932
2015	0.745	0.802	0.927
2020	0.763	0.837	0.911
平均值 Average value	0.756	0.812	0.934

2.1.2 耕地利用效率区域差异分析 由表3可知,肥东县、颍上县、寿县、天长市、定远县、全椒县、霍邱县、南陵县综合效率值、纯技术效率值以及规模效率值都在0.90以上,总体效率值在安徽省内居高,说明这些地区的耕地得到合理安排及使用,资源没有被浪费,并在现有生产条件下达到最高产出。而砀山县、歙县、宁国市三地综合效率值和纯技术效率值最低,但规模效率值高,表明这两个地区耕地利用效率低主要是因为纯技术效率的限制,这些地区应合理利用耕地资源,最大限度发挥耕地的效用。石台县、黟县综合效率与规模效率极低,纯技术效率值却不低,说明该地耕地资源利用率主要是受规模效率影响,整合资源配置,适当调整耕地投入的结构,增加耕地利用的规模效率值,以提高综合利用率。祁门县与旌德县纯技术效率值接近1,但其规模效率低,导致其综合效率偏低,此地可以适当增加劳动力和资本的投入,合理使用资源,增加耕地产出。绩溪县的耕地综合效率也略微受到规模效率值的影响。此外其他地区规模效率值均在0.90上下浮动,综合效率值偏低均受到纯技术效率值的影响。

由图1可知,就综合效率而言,2000,2005,2010,2015,2020年安徽省61个县各有6,1,7,5,9个地区的耕地利用综合效率为最大值1,也就是DEA最优值,对于总数来说,分别占比9.84%、1.64%、11.48%、8.20%和14.75%;不同地区上,肥东县、颍上县、天长市、来安县、全椒县、定远县、当涂县和怀宁县等地的耕地综合利用效率很高,而砀山县、固镇县、金寨县、宁国市、石台县、歙县和黟县等地的耕地综合利用效率,与其他地区相比处于较低水平。纯技术效率角度上,2000,2005,2010,2015,2020年安徽省耕地利用纯技术效率平均值分别为0.811,0.781,0.828,0.806,0.836,都比当年的综合效率平均值高,而且各年份有10,6,9,10,16个县域纯技术效率值为1,达到最优值,占总城市数量的16.39%、9.84%、14.75%、16.39%和26.23%;纯技术效率与综合效率的空间分布特征整体来看较为相同。最后,从规模效率的角度来看,2000,2005,2010,2015,2020年安徽省耕地利用规模效率平均值分别为0.954,0.945,0.936,0.928,0.911,远高于综合效率和纯技术效率,但整体呈小幅度下降趋势;在2000,2005,2010,2015,2020年,分别有6,1,7,5,9个地区的规模效率值为1,占研究区内总地区的9.84%、1.64%、11.48%、8.20%和14.75%;规模效率达到DEA最优值的个数与综合效率相同,区别为空间分布特征不同。

2.2 耕地利用效率空间格局演变特征

2.2.1 总体空间格局演化特征 由表4可知,2000,2005,2010,2015,2020年安徽省县域耕地利用综合效率值的Global Moran's I 指数均通过了1%水平的显著性检验,说明安徽省县域耕地利用效率呈现正向空间自相关性。2000-2020年的Global Moran's I 值从2000年的0.013 7增加到2020年的0.135 0,说明研究区综合效率值的空间自相关性有所加强,集聚态势更加明显。总体来说,莫兰指数值的波动范围很小,意为自从研究初期以来研究区耕地利用效率空间分布情况趋于平稳,没有发生剧烈的变化。从

表3 2000-2020年安徽省各县耕地TE、PTE、SE平均值

Table 3 Mean values of TE, PTE, and SE of cultivated land in counties of Anhui Province, 2000-2020											
地区 Area	TE	PTE	SE	地区 Area	TE	PTE	SE	地区 Area	TE	PTE	SE
巢湖市 Chaohu City	0.700	0.708	0.824	凤台县 Fengtai County	0.896	0.908	0.986	郎溪县 Langxi County	0.882	0.909	0.970
长丰县 Changfeng County	0.811	0.818	0.992	寿县 Shou County	0.903	0.950	0.947	泾县 Jing County	0.764	0.792	0.962
肥东县 Feidong County	0.913	0.938	0.973	天长市 Tianchang City	0.973	0.981	0.992	绩溪县 Jixi County	0.613	0.833	0.721
肥西县 Feixi County	0.759	0.770	0.986	明光市 Mingguang City	0.861	0.869	0.991	旌德县 Jingde County	0.803	0.968	0.827
庐江县 Lujiang County	0.831	0.891	0.933	来安县 Lai'an County	0.872	0.895	0.973	枞阳县 Zongyang County	0.842	0.857	0.983
濉溪县 Suixi County	0.814	0.823	0.989	全椒县 Quanjiao County	0.946	0.986	0.959	东至县 Dongzhi County	0.609	0.619	0.984
涡阳县 Guoyang County	0.830	0.859	0.967	定远县 Dingyuan County	0.956	0.960	0.996	石台县 Shitai County	0.395	0.992	0.398
蒙城县 Mengcheng County	0.810	0.831	0.975	凤阳县 Fengyang County	0.848	0.862	0.984	青阳县 Qingyang County	0.882	0.935	0.944
利辛县 Lixin County	0.867	0.891	0.975	霍邱县 Huoqiu County	0.919	0.921	0.996	桐城市 Tongcheng City	0.859	0.875	0.983
砀山县 Dangshan County	0.324	0.361	0.895	舒城县 Shucheng County	0.686	0.704	0.974	潜山市 Qianshan City	0.770	0.787	0.976
萧县 Xiao County	0.672	0.680	0.989	金寨县 Jinzhai County	0.591	0.680	0.870	怀宁县 Huaining County	0.858	0.884	0.971
灵璧县 Lingbi County	0.738	0.750	0.983	霍山县 Huoshan County	0.742	0.811	0.915	太湖县 Taihu County	0.775	0.789	0.980
泗县 Si County	0.769	0.779	0.988	当涂县 Dangtu County	0.862	0.870	0.991	宿松县 Susong County	0.725	0.731	0.990
怀远县 Huaiyuan County	0.752	0.761	0.988	含山县 Hanshan County	0.837	0.884	0.946	望江县 Wangjiang County	0.803	0.807	0.994
五河县 Wuhe County	0.771	0.781	0.986	和县 He County	0.700	0.711	0.985	岳西县 Yuexi County	0.677	0.752	0.897
固镇县 Guzhen County	0.585	0.608	0.962	无为市 Wuwei City	0.637	0.643	0.991	歙县 She County	0.342	0.408	0.836
界首市 Jieshou City	0.767	0.769	0.997	南陵县 Nanling County	0.938	0.939	0.999	休宁县 Xiuning County	0.596	0.677	0.871
临泉县 Linquan county	0.745	0.801	0.934	芜湖县 Wuhu County	0.771	0.825	0.939	黟县 Yi County	0.497	0.896	0.564
太和县 Taihe County	0.792	0.823	0.962	繁昌县 Fanchang County	0.796	0.823	0.969	祁门县 Qimen County	0.704	0.999	0.705
阜南县 Funan County	0.858	0.876	0.979	宁国市 Ningguo City	0.420	0.537	0.778				
颍上县 Yingshang County	0.902	0.912	0.990	广德市 Guangde City	0.605	0.648	0.928				

整体来说,2000年以来,研究区耕地利用效率的全局空间分异格局并不稳定。

2.2.2 局部空间格局演化特征 由图2可知,研究区县域耕地利用效率在分布结构上表现出明显的区域差异,也就是说有耕地利用效率值在相对较高或较低的情况下,在空间内存在较强的集中分布的情况,主要体现在冷热点高集聚的空间极化现象。(1)2000年安徽省县域耕地利用效率热点区大都聚集于安徽省中部地区的滁州市、合肥市、六安市和安庆市,冷点区则形成了两个低值集聚区域,分别位于安徽北部地区的宿州市和淮北市,以及安徽南部地区的宣城市、黄山市和池州市。(2)2010年安徽省县域耕地利用效率热点区主要集中在安徽省北部地区的阜阳市、亳州市和中部地区的六安市、合肥市和滁州市,还有少部分集中在安徽省南部地区的池州市、宣城市 and 芜湖市的交界处。冷点区集中在安徽省南部的池州市、黄山市和宣城市。(3)2020年安徽省县域耕地利用效率热点区大部分集中在安徽中部和北部的六安市、淮南市、阜阳市、淮北市、亳州市、蚌埠市、滁州市,另外还有少部分热点区位于安徽

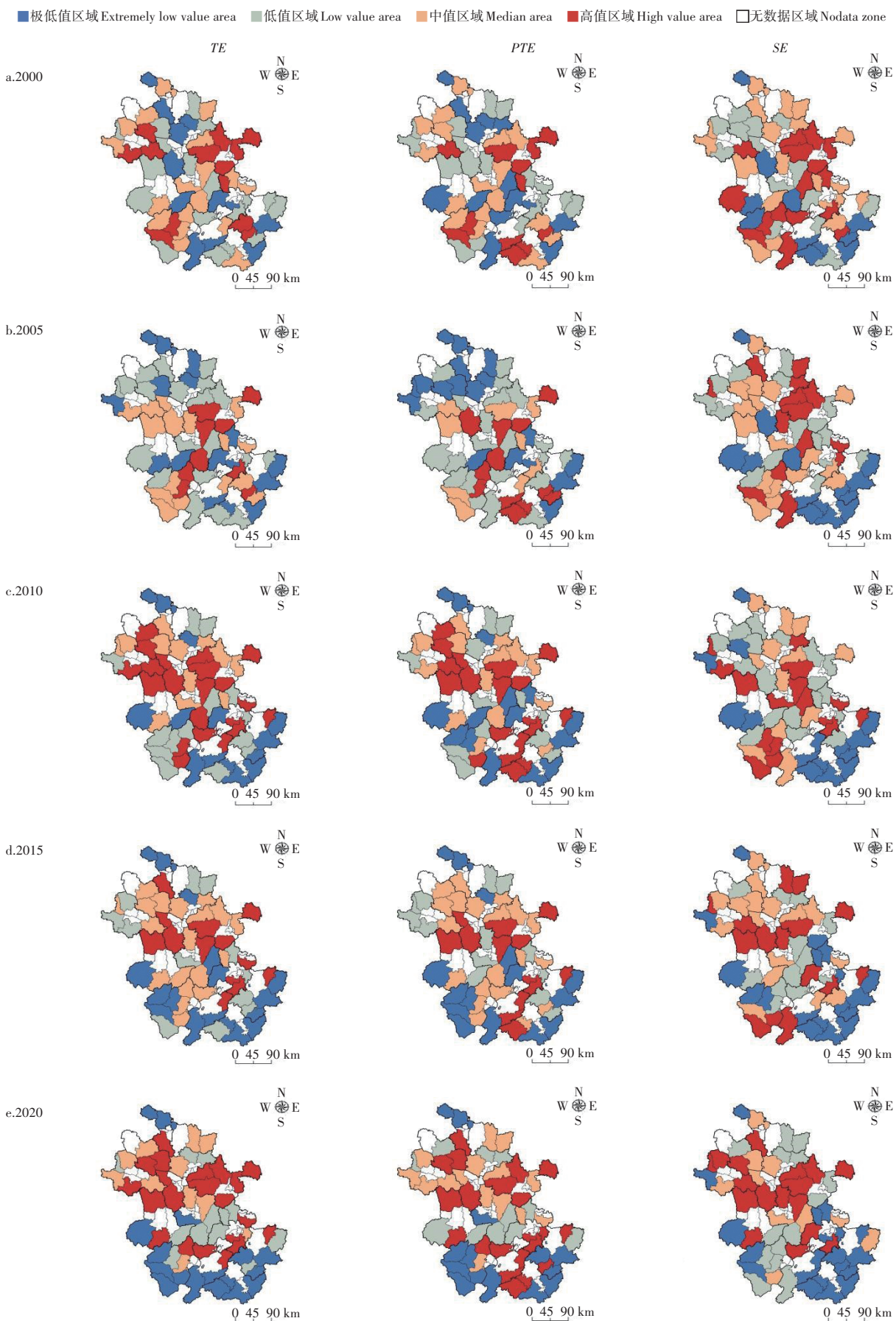


图1 2000-2020年安徽省各县耕地利用效率值分布

Figure 1 Distribution of cultivated land utilization efficiency values of counties in Anhui Province, 2000-2020

南部的安庆市、芜湖市和池州市。冷点区均匀分布在安徽省南部,黄山市、安庆市南部和宣城市南部。

表4 2000-2020年安徽省耕地利用效率全局Moran's I指数

Table 4 Global Moran's I index of cultivated land utilization efficiency in Anhui Province, 2000-2020

年份 Year	2000	2005	2010	2015	2020
Moran's I	0.013 7	0.014 4	0.065 8	0.072 8	0.135 0
z	1.189 3	1.802 0	4.761 2	5.163 2	8.735 9
p	0.034 3	0.071 5	0.000 0	0.000 0	0.000 0

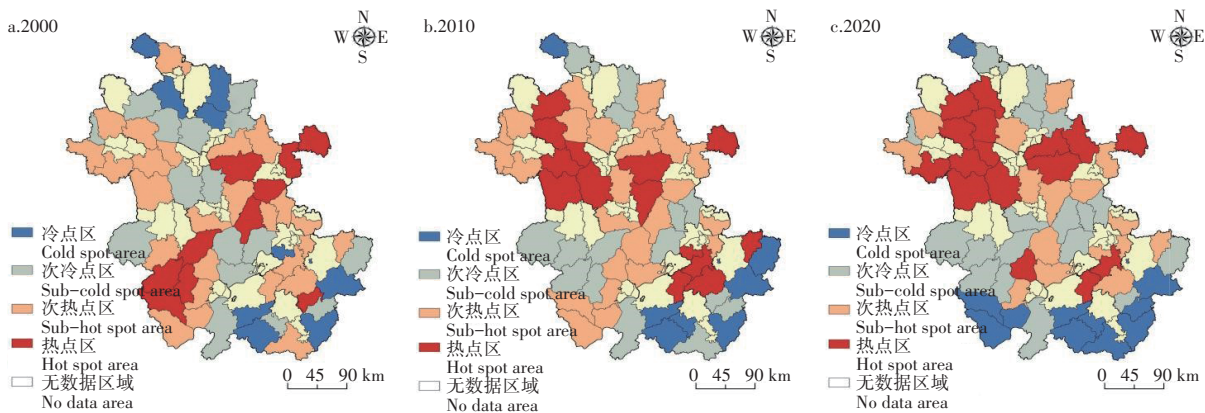


图2 2000-2020年安徽省耕地利用效率空间格局

Figure 2 Spatial pattern of cultivated land utilization efficiency in Anhui Province, 2000-2020

从整体来看,随着时间的推移,研究区耕地利用效率的热点区逐渐向北移动并集中,且热点区逐渐增加,次热点区由均匀分布变为集中在北部,具有辐射带动作用,冷点区则逐渐向南移动集中,次冷点区也逐渐向南移动并集中。由此可见,2000年以来,随着乡村振兴的发展和农业农村现代化的全面推进,安徽省北部地区在已有的农业基础上,持续发挥自身优势,逐渐提高耕地利用效率,而安徽省南部地区耕地利用效率在持续降低,仍需要调整农业结构,合理利用耕地。

2.3 耕地利用效率时空演变影响因素

为了详细分析研究区县域耕地利用效率的影响因素,本研究选取指标,运用Tobit模型对影响因素进行详细的分析,得到研究区耕地利用效率的影响因素的回归并求得系数,从各指标的角度出发对综合效率值的影响情况和力度进行有效说明。根据表5的回归结果可以看出,不同变量对耕地利用效率影响程度的大小排序为:农村劳动力人均播种面积>乡村从业人数>耕地复种指数>单位面积农业机械总动力;单位面积施肥量和农民人均可支配收入两个变量的显著性大于0.05。

表5 安徽省耕地利用效率回归结果

Table 5 Regression results of the utilization efficiency of cultivated land in Anhui Province

解释变量 Explanatory variables	系数 Coefficient	标准误差 Standard error	t	p
乡村从业人数 Number of rural employees	0.092 7	0.042 461	2.18	0.030
单位面积施肥量 Fertilizing amount of per unit area	-0.065 0	0.071 559	-0.91	0.364
单位面积农业机械总动力 Total power of agricultural machinery per unit area	-0.008 7	0.003 897	-2.22	0.027
农民人均可支配收入 Farmers' per capita disposable income	0.007 7	0.019 630	0.39	0.695
农村劳动力人均播种面积 Per capita sown area of rural labor force	0.724 3	0.096 629	7.50	0.000
耕地复种指数 Multiple cropping index	-0.063 1	0.021 982	-2.87	0.004
常数项 Constant term	0.709 8	0.072 337	9.81	0.000

乡村从业人员数的系数为0.093,对耕地利用效率的影响呈正相关关系,这表明在总播种面积不变的情况下,乡村从业人员数的增加,将提高耕地利用效率和农业生产效率,在另外几个变量不变动时,乡村从业人员数每提高1%,安徽省耕地利用效率将提高0.093%,且乡村从业人员数在5%的水平下显著影响安徽省县域耕地利用效率,积极号召农村居民参与农业生产活动,推动耕地更合理地利用,减少耕地的荒废,从而提高安徽省耕地利用效率。

单位面积农业机械总动力的系数为-0.009,说明该变量对安徽省耕地利用效率的影响呈负相关关系,根据边际报酬递减规律,在单位面积的耕地上投入的农业机械动力越多,耕地利用效率反而不会增加,在其他变量没有改变的时候,单位面积农业机械总动力每提高1%,安徽省耕地利用效率将降低0.009%,且单位面积农业机械总动力在5%的水平下显著影响安徽省县域耕地利用效率。因此,适当减少单位耕地投入的机械动力,会提高安徽省耕地利用效率。

农村劳均播种面积的系数为0.724,对研究区县域耕地利用效率呈正向相关的影响,劳均播种面积数值越小,说明人均播种面积不足,劳动力冗余,规模化经营水平越低。在其他条件不变的情况下,农村劳动力人均播种面积增加1%,安徽省耕地利用效率会增加0.724%,且农村劳动力人均播种面积在1%的水平下显著影响安徽省县域耕地利用效率。因此增加农村劳动力人均播种面积,对于耕地的有效利用有促进作用,提高经营规模效率,从而提高耕地整体利用效率。

耕地复种指数的系数为-0.063,说明耕地复种指数与安徽省县域耕地利用效率呈负相关关系,耕地复种指数代表了耕地被利用的程度,该指数高的时候,综合利用效率呈下降趋势,一定程度上说明局部追求种植作物的次数,会破坏土壤的肥力,从而导致耕地利用效率的下降,在其他变量没有改变的时候,耕地复种指数提高1%,安徽省县域耕地利用效率将降低0.063%,且耕地复种指数在5%的水平下显著影响安徽省县域耕地利用效率。

虽然单位面积施肥量和农民人均可支配收入的回归结果不显著,但是不代表这两个变量对安徽省耕地利用效率没有丝毫影响,合理施肥和调整农民人均可支配收入也会给安徽省耕地利用效率产生某些影响。

3 讨论与结论

本研究以县域为研究单元,通过数据包络分析法对耕地利用效率值进行计算分析,研究耕地利用综合效率在时间和空间上的格局分异情况,分析耕地利用效率空间差异形成的影响因素,对安徽省耕地利用效率进行了整体研究分析。从研究结果来看,安徽省县域耕地利用效率整体呈上升趋势,这与朱梦凡等^[3,17]的研究结果趋于一致,此外与经阳等^[18]的研究相比,通过对耕地利用效率影响因素的探究,发现农村劳动力人均播种面积、耕地复种指数和单位面积农业机械总动力对耕地利用效率有显著影响。

本研究结果表明,2000-2020年安徽省县域耕地利用综合技术效率总体呈现波动上升的趋势,综合技术效率和纯技术效率先下降后上升,规模效率则持续小幅下降,阶段性变化特征不明显。2000,2005,2010,2015,2020年综合技术效率达到DEA最优值的地区分别只占到安徽省县域总数的9.84%、1.64%、11.48%、8.20%和14.75%。研究区县域耕地利用效率全局自相关性先加强后减弱,总体分布格局不稳定。局部来看区域差异明显,综合来看安徽省县域耕地利用效率热点区和次热点区随着时间的推移在逐渐向安徽省北部移动并集中,而冷点区和次冷点区则与之相反,逐渐向南靠拢,极化现象明显。通过Tobit模型的测算结果可以发现,研究区耕地利用效率的各影响因素所产生的影响效果有很大差别,影响程度大小排序为:农村劳动力人均播种面积>乡村从业人员数>耕地复种指数>单位面积农业机械总动力,其中农村劳动力人均播种面积对安徽省县域耕地利用效率产生主要影响。

参考文献:

- [1] 吴冉,刘艳,孔涵,等.长江经济带耕地利用效率与生态系统服务耦合关系研究[J].长江流域资源与环境,2024,33(2):300-309.
- [2] 吴昊玥,黄瀚蛟,何艳秋,等.净碳排放约束下的中国耕地利用效率评价及空间关联研究[J].浙江农业学报,2019,31

- (9):1563-1574.
- [3] 朱梦凡,李敬锁.中国粮食主产区耕地利用效率区域差异及影响因素——基于179个地级市的实证研究[J].水土保持通报,2024,44(1):206-217.
- [4] 孙嘉阳,张惠中,张文信,等.山东省耕地利用效率时空差异及其影响因素分析[J].山东农业大学学报(自然科学版),2021,52(5):853-859.
- [5] 何亚妮,谢保鹏.甘肃省耕地利用效率及其影响因素分析[J].国土与自然资源研究,2021,(4):6-10.
- [6] 冀正欣,王秀丽,李玲,等.南阳盆地区耕地利用效率演变及其影响因素[J].自然资源学报,2021,36(3):688-701.
- [7] 朱向楠,刘淑英,王平.村域尺度耕地利用效益时空格局演化分析[J].水土保持通报,2018,38(4):337-344.
- [8] 吴九兴,章琦茜.南京都市圈耕地利用效率的时空格局及动态演进[J].河北农业科学,2023,27(5):88-94.
- [9] 刘蒙罢,胡贤辉,文高辉.环境约束下的洞庭湖平原耕地利用效率动态演变特征分析[J].中国农业资源与区划,2022,43(4):108-118.
- [10] 桂政,於冉,秦岩,等.长三角耕地利用效率及影响因素分析[J].四川农业大学学报,2021,39(6):843-849.
- [11] 姜月,翟有龙,李谦.四川省农业高质量发展与耕地利用效率时空耦合及机制[J].西南农业学报,2024,37(1):223-232.
- [12] 马林燕,张仁慧,潘子纯,等.中国省际耕地利用生态效率时空格局演变及影响因素分析——基于2000—2019年面板数据[J].中国土地科学,2022,36(3):74-85.
- [13] 赵倩石,潘佩佩,王晓旭,等.基于DEA-Malmquist指数的河北省耕地利用效率及其影响因素研究[J].干旱区研究,2021,38(4):1162-1171.
- [14] 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.
- [15] 吴欣,刘仕鑫,赵立燕,等.黄河流域耕地利用效率评估及其提升路径研究[J].农业现代化研究,2022,43(4):702-714.
- [16] 刘子旋,梁腾飞,梁栋栋,等.基于GTWR模型的安徽省耕地利用效率影响因素时空分析[J].湖北农业科学,2021,60(14):117-124,132.
- [17] 张立新,朱道林,谢保鹏,等.中国粮食主产区耕地利用效率时空格局演变及影响因素——基于180个地级市的实证研究[J].资源科学,2017,39(4):608-619.
- [18] 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.
- [19] 束晶晶,梁敬东,陶诗语.安徽省耕地利用效率测度及影响因素研究——基于超效率DEA-Malmquist-Tobit模型[J].长春理工大学学报(社会科学版),2022,35(5):111-115,129.
- [20] 刘传福,曹建民,卫冕,等.粮食产区耕地利用效率评价——基于吉林省39个县市的数据分析[J].农业经济,2023,(7):18-20.
- [21] 吴郁玲,张佩,李佳.长江经济带耕地利用效率时空演变特征及提升路径研究[J].农业现代化研究,2021,42(4):579-588.
- [22] 姜晗,杨皓然,吴群.东部沿海经济区耕地利用效率的时空格局分异及影响因素研究[J].农业现代化研究,2020,41(2):321-330.
- [23] 刘沙沙,蒲金芳,张蚌蚌,等.基于动态网络二阶段DEA模型的洞庭湖区耕地利用效率研究[J].中国农业大学学报,2022,27(12):257-269.
- [24] 范树平,岳娟,余波平,等.安徽省耕地资源经济价值核算及其时空异质特征——基于105个县面板数据的实证检验[J].沈阳农业大学学报,2024,55(1):103-114.
- [25] 臧俊梅,唐春云,王秋香,等.基于Super-SBM模型的广东省耕地利用效率空间非均衡性及影响因素研究[J].中国土地科学,2021,35(10):64-74.
- [26] 柳可,张安录.耕地利用效率研究进展——基于文献计量视角[J].资源科学,2023,45(3):494-511.
- [27] 刘传福,王云霞,曹建民.城镇化对粮食产区耕地利用效率的影响[J].农业现代化研究,2022,43(5):803-813.
- [28] 张晓瑞,周艳,邵薇,等.基于破碎度分析的耕地格局与空间分区研究——以安徽省灵璧县为例[J].沈阳农业大学学报,2023,54(6):748-758.

[责任编辑 亓国]