
绿色发展理念下湖南省农地利用结构 效率及其驱动机制研究

——基于 Super-SBM 的分析

赵京¹ 杨钢桥² 胡贤辉³ 文高辉³¹

(1. 中南林业科技大学 经济学院, 湖南 长沙 410004;

2. 华中农业大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430070;

3. 湖南师范大学 地理科学学院, 湖南 长沙 410081)

【摘要】从生态安全视角出发, 基于绿色发展理念, 运用 Super-SBM 构建了基于非期望产出的农地利用结构效率测度模型, 分析了湖南省及各市州农地利用结构效率的时空分异规律, 并运用面板回归方法研究了该省农地利用结构效率的驱动因素。结果表明: 湖南省农地利用结构效率呈稳中有升的整体发展趋势, 各市州农地利用结构效率空间分布呈现一定的圈层结构模式, 农地利用结构效率受到乡村从业人员、农业机械化水平、农村居民人均可支配收入、城镇化率和政府公共投入等因素的影响。

【关键词】绿色发展理念 土地利用结构 效率 农业 驱动力

【中图分类号】:F323. 211 **【文献标志码】**:A **【文章编号】**:1005-8141(2022)04-0407-06

0 引言

绿色发展是生态文明建设的必然要求, 十九大强调“必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念, 坚持节约资源和保护环境的基本国策”。土地是重要的自然资源, 资源的保护和合理利用关系到我国绿色发展的质量。“中央一号文件”连续 17 年聚焦“三农”问题, 如何有效配置资源特别是农业土地资源以提高农业生产效率, 是当前及未来很长一段时间亟待研究解决的重大课题。与此同时, 科学发展一直备受重视, 高质量发展、生态文明、转型发展等成为重要的研究热点。在经济社会快速发展的同时, 基于绿色发展理念, 研究农地利用效率特别是农地利用结构效率, 更加深刻理解农地结构变化的内在驱动力和外在推力, 协调农业与建设的冲突, 对统筹城乡发展, 保障国家粮食安全和农地资源可持续利用有重要意义。

¹**作者简介:**赵京(1983-), 女, 湖北省黄石人, 博士, 讲师, 硕士生导师, 研究方向为土地经济与管理。

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金项目(编号: 17YJC630225); 国家自然科学基金青年科学基金项目(编号: 41801190)

当前,学术界对农地利用效率关注较多,主要从区域中宏观尺度和农户微观尺度两个维度开展了较为详实的研究。在农地利用效率评价方面,主要运用非参数法(以DEA模型为代表)和参数法(以SFA模型为代表)等方法来测算农地利用效率值^[1,2]。在农地利用效率评价的基础上,不少学者进一步揭示了农地利用效率的影响因素。在区域中宏观尺度上,有学者分析了生产要素投入、农业经营规模和农村投资水平等因素对农地利用效率的影响^[3,4,5,6];在农户微观尺度上,不同学者基于不同的目的探讨了农地流转、农地整理、农户特征等因素对农地利用效率的影响,研究发现农村人均纯收入、老龄化、农户的补贴收入和农户兼业化程度等因素对农地利用效率有显著影响^[7,8]。除此之外,也有学者开展了土地利用结构效率的研究,研究尺度主要有全国层面、省级尺度和市级尺度。土地利用结构效率的空间分析是学术界关注的重点,有不少学者关注了土地利用结构效率的时空规律^[9,10,11],也有学者在此基础上重点探讨了碳排放对土地利用结构效率的影响^[9,12,13]。

农地是土地利用类型中最为重要的用地类型,学术界也最为关注,并对农地利用结构效率的评价及其影响因素开展了较多的研究。现有研究关注更多的是农地利用带来的经济价值(期望产出),对农地利用的非期望产出关注不足,忽视了农地利用产生的碳排放问题。将碳排放作为非期望产出指标纳入农地利用结构效率评价指标体系,可以更加全面地揭示区域农地利用结构效率状况。基于此,本文从生态安全视角出发,基于非期望产出视角构建农地利用结构效率评价指标体系,并以湖南省这一重要的粮食主产区为研究区域,分析湖南省农地利用结构效率时空规律,并揭示其驱动因素,以期为该省协调人地关系,切实农地利用结构效率,促进区域经济可持续发展提供参考。

1 研究区域概况与数据来源

1.1 研究区域概况

湖南地处 $108^{\circ} 47' - 114^{\circ} 15' E$ 、 $24^{\circ} 39' - 30^{\circ} 08' N$ 之间,位于长江中游,洞庭湖以南,是我国东南腹地,下辖13个地市州。截至2020年,湖南省总人口为6645.3万人,城镇化率为58.76%,地区生产总值为4.18万亿元。湖南省是我国重要的粮食主产区,稻谷产量多年为全国之冠,粮食产量全国排名第八位,农地资源类型有耕地、园地、林地和草地。湖南省作为长江经济带重要省份之一,根据长江经济带高质量发展的要求,坚持生态优先和绿色发展的战略定位,基于得天独厚的资源禀赋、粮食主产区的重要地位和经济发展与耕地保护协调发展的需求,选择湖南省作为研究区域有重要的现实意义。

1.2 数据来源

考虑到数据的连续性和可获取性,考虑选择第二次全国土地调查后,第三次全国国土调查前的2010—2017年作为研究时间段;研究数据主要来源于土地利用现状变更数据、2010—2017年湖南省各市州《国民经济和社会发展统计公报》和2011—2018年《湖南省统计年鉴》。

2 研究方法

2.1 Super-SBM 效率测度模型

Super-SBM模型结合了SBM模型和超效率DEA的优点。简单的SBM模型与传统DEA模型相比,增加了松弛改进部分,解决了DEA模型不能纳入非期望产出的问题^[14,15]。Super-SBM模型则在SBM模型的基础之上,使得效率值大于1,可以对多个有效决策单元的效率值进行比较和排序^[16,17]。Super-SBM模型如下:

$$\begin{aligned}
\min \rho = & \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x} / x_{i0}}{1 / (r_1 + r_2) \left(\sum_{j=1}^{r_1} \bar{y}^d / y_{q0}^d + \sum_{q=1}^{r_2} \bar{y}^u / y_{q0}^u \right)} \\
& \sum_{j=1, j \neq 0}^n x_j \lambda_j \leq \bar{x}; \sum_{j=1, j \neq 0}^n y_j \lambda_j \geq \bar{y}^d; \sum_{j=1, j \neq 0}^n y_j \lambda_j \leq \bar{y}^u \\
& \bar{x} \geq x_0; \bar{y}^d \leq y_0^d; \bar{y}^u \geq y_0^u \\
& \lambda_j \geq 0, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n, j \neq 0; \\
& s = 1, \dots, r_1; q = 1, \dots, r_2 \\
& \dots \dots \dots \quad (1)
\end{aligned}$$

式中: ρ 表示超效率值; m 表示投入; r_1 表示期望产出; r_2 表示非期望产出; n 表示城市个数; $x_{ij}, y_{sj} (y_{qj})$ 分别表示决策单元的第 i 种投入和第 $s (q)$ 种产出; λ 表示权重向量; $\bar{x}, \bar{y}^d, \bar{y}^u$ 表示投入和产出的松弛变量。

本文基于绿色发展理念对湖南省及各市州农地利用结构效率进行测度, 在农地利用产出方面, 将考虑期望产出和非期望产出。在测算 2010—2017 年全省农地利用结构效率时, 采用 Super-SBM 模型; 在测算 2010—2017 年各市州农地利用结构效率时, 数据为面板数据, 采用全局 Super-SBM 模型。

2.2 面板回归分析

由于本文研究时间段为 2010—2017 年, 研究区域涉及湖南省 14 个市州, 因此选用面板回归分析方法研究农地利用结构效率的驱动因素。面板回归模型如下:

$$y_{it} = \gamma_i + \beta x_{it} + u_{it} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

式中: y_{it} 表示农地利用结构效率; γ_i 表示固定或随机效应; β 表示回归系数; x_{it} 表示农地利用结构效率的驱动因素; i 和 t 分别表示地区和时间; u_{it} 表示随机扰动项。

3 湖南省农地利用结构效率分析

3.1 指标选取

本文基于绿色理念和农地利用的非期望产出视角, 从投入、期望产出和非期望产出 3 个方面构建农地利用结构效率。根据湖南省农地利用结构, 农地投入指标为耕地、园地、林地和草地面积, 突出农地利用结构与产出之间的对比关系。基于“加强能源资源节约和生态保护”的思想, 产出指标的选取需考虑农村发展的经济效益、社会效益和生态效益。农林牧渔业总产值体现了农业生产的经济效益; 粮食产量不仅表现了土地资源的产出能力, 也代表了粮食安全与稳定的社会效益^[9]。耕地是农地中主要的碳源, 对生态环境产生负担, 而林地、园地和草地以碳汇为主, 能够改善碳源带来的生态影响。为了突出耕地碳排放对生态环境的影响, 避免林地、园地和草地的碳汇作用掩盖耕地的碳源问题, 故选用耕地碳排放作为生态效率的衡量标准^[18]。根据学术界对碳排放的研究成果, 本文参考土地碳排放的经验数据, 选择耕地碳排放系数为 $0.422 \text{t} / (\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ^[18, 19]。3 个产出指标中, 农林牧渔业总产值和粮食产量为期望产出, 碳排放为非期望产出。

3.2 湖南省农地利用结构效率时间规律

鉴于 Super-SBM 模型可以较好地处理有非期望产出的效率测算, 本文运用 Super-SBM 模型测算了湖南省 2010—2017 年农地利用结构效率。2010—2017 年湖南省农地利用结构效率的发展趋势如图 1 所示。从图 1 可见, 2010—2017 年湖南省农地利用结构的综合效率呈现明显的上升趋势, 规模效率的变化趋势与综合效率相似, 纯技术效率的变化则相对平稳。总体上, 湖南省农地利用结构效率从 2010 年到 2017 年有所提升。将湖南省农地利用结构效率变化分为 3 个阶段: 2010—2012 年为第一阶段, 综合效率和纯技术效率水平较低, 而规模效率较高; 2012—2015 年为第二阶段, 综合效率、纯技术效率和规模效率产生波动, 而规模效率继续上升; 2015—2017 年为第三阶段, 综合效率、纯技术效率和规模效率趋同, 且变化较为稳定。

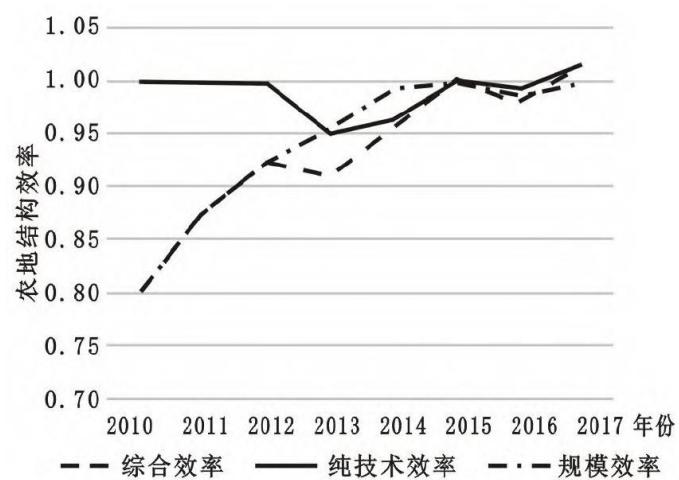


图 1 2010—2017 年湖南省农地利用结构效率趋势

3.3 湖南省农地利用结构效率空间规律

2017 年湖南省各市州农地利用结构效率空间分布状况如图 2 所示。采用 ArcGIS 软件, 基于自然断点法将农地利用结构效率值(综合效率、纯技术效率和规模效率)划分为 4 个等级。从图 2 可见, 2017 年湖南省的综合效率空间分布呈现一定的圈层结构模式, 农地利用结构效率以长沙市为中心, 按圈层逐级衰减。长沙市、湘潭市、岳阳市和益阳市的综合效率最高, 分别为 0.876375、0.865983、0.691827 和 0.862773; 紧邻的株洲市、衡阳市和常德市被划分到第二级别, 长株潭城市群的农地利用结构效率均处于第一级别和第二级别。湘西州相较而言, 郴州市农地利用结构效率处于全省较低水平, 分别为 0.244436 和 0.12428。湘西州以林地为主, 土地利用方式相对粗放。湖南省粮食产地主要分在“四阳一德”, 即益阳、岳阳、邵阳、衡阳和常德 5 市, 有环洞庭湖粮油主产区、长株潭粮油主产区和邵永衡丘陵盆地粮食基地, 土地集约利用程度更高。由此可见, 要充分挖掘农地利用结构效率水平较低地区的潜力, 走内涵挖潜道路, 深度提升农地利用的集约程度和效率。纯技术效率空间分布与综合效率有所不同。长沙市纯技术效率并不是湖南省最高, 而湘西州和郴州市的纯技术效率依然处在全省较低水平, 分别为 0.16459 和 0.255288。规模效率中, 怀化市和郴州市的效率值处于第一级别, 分别为 0.991262 和 0.957491, 这与综合效率及纯技术效率的排序相反, 说明怀化市与郴州市的规模效率较优, 纯技术效率水平低下拉低了其综合效率值。怀化市和郴州市矿产资源丰富, 郴州是全球有名的有色金属之乡, 产业结构重心偏向于矿产资源的开发利用。

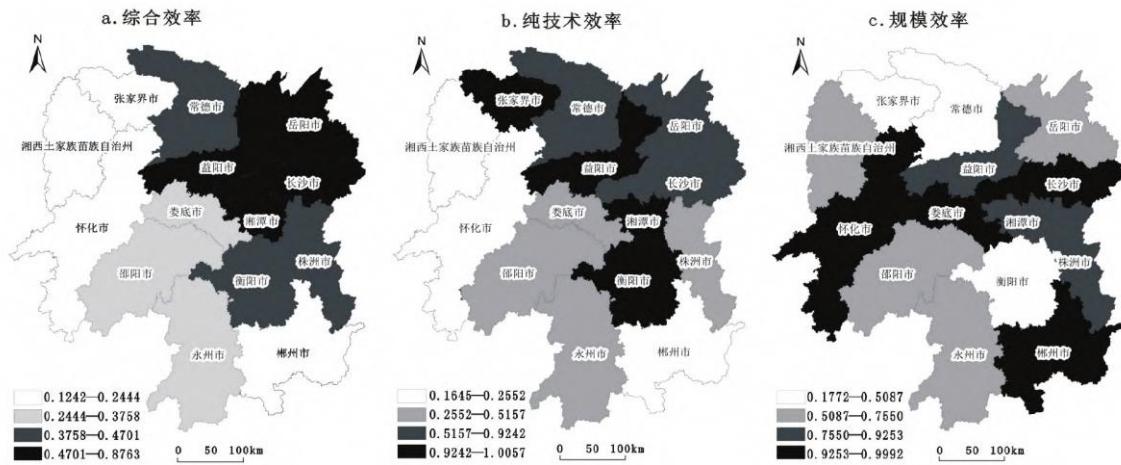


图 2 2017 年湖南省农地利用结构效率空间分布

湖南省 2010—2017 年间农地利用结构效率变化空间分布状况如图 3 所示。从图 3 可见，湖南省 2010—2017 年间农地利用结构综合效率均有所增加，大部分地区的农地利用结构效率变化幅度较为稳定，全省呈现出稳中有升的变化态势。其中，变化最大的区域是长沙市、岳阳市和益阳市，变化值分别为 0.113588、0.112851 和 0.242815。变化最小的区域为湘西州，变化值为 0.013184，其他城市的综合效率变化程度处于相同水平。在纯技术效率变化值中，变化最大的是益阳市、湘潭市和衡阳市。值得注意的是，张家界市的纯技术效率变化为负值。在纯技术效率变化值中，除了永州市规模效率有了较为明显的提升外，多个城市的规模效率变化为负，说明湖南省需要进一步实现规模化经营，调整农业产业结构，优化农地资源配置，从而促进农地利用效率的提升。

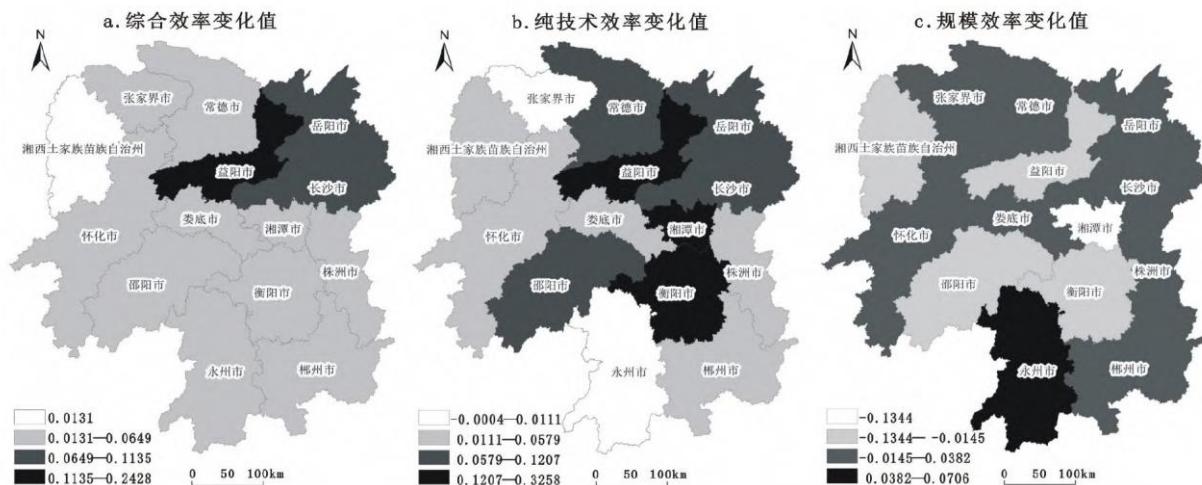


图 3 2010—2017 年湖南省农地利用结构效率变化空间分布

4 农地利用结构效率的驱动力分析

4.1 驱动因素的选取

参考相关文献^[9,12]，学者们共同选择的驱动因素包括经济发展水平、产业结构和土地城镇化率。由于本文研究农地利用结构效率，不同于土地利用结构效率，需突出农地利用特点，因此结合已有相关文献和湖南省农地利用结构效率的具体情况选择中的6个驱动因素。6个驱动因素除了经济发展水平、人口和城镇化率，还包括农业生产技术水平、农民收入水平和政府政策。

经济发展对资源的配置有重要影响，可能对资源配置效率有一定影响，地区生产总值是区域经济发展的直接表达；区域人口变化及劳动力市场对农地利用效率可能有间接作用，选用乡村从业人员反映人口和劳动力状况；农业生产技术对农业生产效率有一定影响，选用农业机械总动力表征农业机械化水平；农民的收入状况是“三农”问题的重点，农村居民人均可支配收入可以直观反映农民收入水平及消费能力；城镇化水平一定程度上会对产业结构产生影响，选用人口城镇化率表达城镇化水平；政府对农业的政策倾斜和支持力度也会对农业生产产生相应影响，根据数据的可获取性，选择农林水利事务公共财政支出表示政府公共投入情况。

4.2 驱动因素的面板回归分析

以2010—2017年湖南省各市州农地利用结构效率为因变量，驱动因素为自变量，构建面板回归模型。其中，模型结果Ⅰ是固定效应面板回归结果，模型结果Ⅱ是随机效应面板回归结果。由于豪斯曼检验P值大于0.05，可以考虑接受原假设，即可以用随机效应模型。随机效应模型通过了随机效应检验，模型运行结果较好。

由模型Ⅱ随机效应面板回归结果可知，乡村从业人员、农业机械化水平、农村居民人均可支配收入、城镇化率和政府公共投入均对农地利用结构效率有显著影响。其中，农业机械化水平、农村居民人均可支配收入和城镇化率对农地利用结构效率有正向影响，乡村从业人员和政府公共投入对农地利用结构效率有负向影响。经济发展水平并没有和预想的一样对农地利用结构效率产生直接影响，说明湖南省在2010—2017年间经济发展更偏重于城市建设，农业发展并没有起到带动全省经济发展的作用，城乡统筹发展还需进一步落实。

农业机械化水平代表的是农业生产的技术水平。回归结果表明，农业生产技术水平对湖南省农地利用结构效率存在显著的正向影响。因此，未来湖南省粮食主产区应进一步提高农业技术水平，培育更多新型适度规模经营主体，加大农业生产科学技术宣传与普及的力度，提高农地利用结构效率。城镇化水平在研究区段内对湖南省的农地利用结构效率有正向的影响，说明该省在城镇化建设的同时，较好地协调了城市发展和乡村建设的关系。政府公共投入对湖南省农地利用结构效率有负向作用，可能的原因是：虽然政府逐年加大对农村公共投入力度，但是政府公共投入的方式、结构和效率并不合理。这说明为提高农地利用结构效率，需要调整政府公共产品投入的具体模式，提高投入质量和效率。农村居民人均可支配收入对湖南省农地利用结构效率有一定正向作用，该研究结果与相关研究一致^[7]。因此，需要进一步实施乡村振兴，增加农民收入和提高农民福利水平，推动农业生产效率继续提高。乡村从业人员对农地利用结构效率有一定负向作用，这说明需要提高乡村从业人员的质量，而不是一味增加劳动力的数量。只有提高劳动力的教育程度，增强乡村从业人员的素质和技能，才能够进一步作用于农业生产效率的提升。

5 结论与讨论

本文基于绿色发展理念，构建了基于非期望产出的农地利用结构效率测度模型，分析了湖南省及各市州2010—2017年农地利用结构效率的时空分异规律，并进一步运用面板回归方法探讨了该省农地利用结构效率的驱动因素，得出主要结论，提出相应的对策建议：(1)绿色发展理念下，湖南省农地利用结构效率呈现稳中有升的整体发展趋势，2010—2017年农地利用结构综合效率、纯技术效率和规模效率均有所提升。(2)湖南省各市州2017年农地利用结构效率空间分布呈现一定的圈层结构模式，长株潭城市群农地利用结构效率为较高水平，湘西的农地利用结构效率为较低水平，说明农地利用结构效率与区域经济发展状况有一定关联。因此，湖南省在区域经济发展的同时应注重农地与建设用地的协调，合理优化土地资源配置，调节人地关系，促进土地城镇化和人口城镇化协调发展，特别是运用资源配置的集聚效应，以点带面地促进农地利用结构效率提升。(3)2010—2017年湖南省农地利用结构效率变化最大的市州是长沙市、岳阳市和益阳市，多个城市的规模效率变化为负，说明为保障国家粮食安全，

充分发挥粮食主产区的重要地位,湖南省需要进一步实现规模化经营,调整农业产业结构,优化土地资源配置,从而促进农地利用效率的提升。(4)湖南省农地利用结构效率受到乡村从业人员、农业机械化水平、农村居民人均可支配收入、城镇化率和政府公共投入等5个因素的影响。其中:农业机械化水平、农村居民人均可支配收入和城镇化率对农地利用结构效率有正向影响;乡村从业人员和政府公共投入对农地利用结构效率有负向影响。这说明可以从以上几个方面制定针对性的土地利用政策,以有效提高湖南省农地利用结构效率。例如,提高政府对农业发展的支持力度,完善政府公共产品供给的模式,提高政府投入效率,促进农民增收,提高农民素质和技能。

本文基于农地利用结构数据进行了农地利用结构效率的分析,研究过程突出了不同土地利用的结构关系,同时考虑了农地利用非期望产出,研究思路创新性地深入分析了农地利用结构变化、效率测度及驱动因素。鉴于县域投入产出数据有限,本文未对县域尺度的农地利用结构效率进行分析,因此微观尺度农地利用结构效率的研究将是下一步深入挖掘的方向。

参考文献:

- [1]肖国增,吴雪莲,费永俊.基于DEA模型的荆州市44个村农地利用效率评测[J].长江大学学报(自科版),2014,11(23):84-89.
- [2]邹倩.基于三阶段DEA模型的湖北省农地利用效率研究[D].合肥:安徽农业大学硕士学位论文,2019.
- [3]王丽英,雷鹏程,刘晏彤.要素投入、经营规模对农地利用效率的影响——基于四川省418户农户调查数据[J].农村经济,2017,(7):39-44.
- [4]王兆林,杨庆媛.西南地区农村投资水平和农地利用效率对农民农业收入影响分析——以重庆市为例[J].经济地理,2012,32(8):124-130.
- [5]马莹.流转农地与非流转农地利用效率对比评价——以西安市周边区县耕地为例[D].西安:西安建筑科技大学硕士学位论文,2011.
- [6]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.
- [7]高月.中国农地利用效率的测算及影响因素研究[D].武汉:中南财经政法大学硕士学位论文,2019.
- [8]高旭.太行山贫困区农地利用效率测度与影响因素分析[D].咸阳:西北农林科技大学硕士学位论文,2017.
- [9]杨奎,张宇,赵小风,等.乡村土地利用结构效率时空特征及影响因素[J].地理科学进展,2019,38(9):1393-1402.
- [10]王海涛,娄成武,崔伟.辽宁城市化进程中土地利用结构效率测评分析[J].经济地理,2013,33(4):132-138.
- [11]孙丽娜,宋戈,薛睿,等.黑龙江省土地利用动态变化及结构效率分析[J].水土保持通报,2012,32(4):255-260.
- [12]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.
- [13]朱巧娴,梅昀,陈银蓉,等.基于碳排放测算的湖北省土地利用结构效率的DEA模型分析与空间分异研究[J].经济地理,

2015, 35(12):176-184.

[14]Farrell M. The Measurement of Productive Efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3):253-290.

[15]Charnes A, Cooper W, Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6):429-444.

[16]曹旭东, 王建军, 陈晨晨. 基于 SBM-Tobit-GWR 模型的交通结构效率[J]. 西南交通大学学报, 2021, 56(3):594-601, 1-3.

[17]Tone K. A Slacks-based Measure of Super-efficiency in Data Envelopment Analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(1):32-41.

[18]孙赫, 梁红梅, 常学礼, 等. 中国土地利用碳排放及其空间关联[J]. 经济地理, 2015, 35(3):154-162.

[19]李波, 刘雪琪, 王昆. 中国农地利用结构变化的碳效应急时空演进趋势研究[J]. 中国土地科学, 2018, 32(3):43-51.