

DOI: 10.20103/j.stxb.202311152487

赵洋, 杨理, 韩枫. 草场破碎化对畜牧业效率的影响——基于鄂尔多斯市两个旗的调研. 生态学报, 2024, 44(22): 10083-10095.

Zhao Y, Yang L, Han F. Impact of grassland fragmentation on livestock efficiency: Based on the research of two counties, Erdos, the Inner Mongolia. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(22): 10083-10095.

草场破碎化对畜牧业效率的影响 ——基于鄂尔多斯市两个旗的调研

赵 洋¹, 杨 理^{1,2}, 韩 枫^{3,*}

1 内蒙古大学经济管理学院, 呼和浩特 010021

2 蒙古高原生态学与资源利用教育部重点实验室, 呼和浩特 010021

3 国家林业和草原局发展研究中心, 北京 100714

摘要:自 20 世纪 80 年代开始, 草场破碎化在北方牧区日益严重, 成为承包经营制度改革后草原的重要特征。研究草场破碎化对牧民的实际影响, 尤其是草场破碎化对牧户畜牧业生产经营的影响, 可以为牧区后续土地政策的完善提供理论支持, 并为牧区实现可持续发展提供更多依据。研究以半干旱牧区鄂托克旗与乌审旗为例, 利用 153 个牧户的微观调查数据实证分析了草场破碎化对畜牧业效率的影响与作用机制。利用 DEA-BCC 模型和熵权 TOPSIS 法测算样本区域 153 户调研牧户的畜牧业效率和草场破碎化程度; 将畜牧业效率分解为技术效率与规模效率, 并采用 Tobit 模型检验草场破碎化程度与畜牧业效率的关系; 将饲草料支出作为中介变量, 通过中介效应模型评估草场破碎化对畜牧业效率的影响机制, 并对该机制的异质性以及结论的稳健性进行检验。研究结果表明: (1) 畜牧业效率受到草场破碎化程度的影响存在差异, 随着草场破碎化程度的提高牧户的技术效率显著降低, 而对于规模效率影响并不明显。 (2) 草场破碎化程度的提高会刺激牧户饲草料支出增加, 进而降低畜牧业效率, 该传导机制同样只对技术效率具有显著的负向影响。 (3) 利用 NDVI 数据进行异质性分析发现, 草场破碎化对畜牧业效率的影响机制呈现出明显的异质性: 植被覆盖率不同影响也不同, 草场破碎化对于高植被覆盖率地区的畜牧业效率的负面影响更明显。所以, 建议应重视草原生态保护, 通过倡导牧民间集体行动、开展联户经营和推动牧民自治合作实现草场重新整合, 从而缓解草场破碎化的影响。

关键词:草场破碎化; 畜牧业效率; 饲草料支出; DEA-BCC 模型; 熵权 TOPSIS

Impact of grassland fragmentation on livestock efficiency: Based on the research of two counties, Erdos, the Inner Mongolia

ZHAO Yang¹, YANG Li^{1,2}, HAN Feng^{3,*}

1 School of Economics and Management, Inner Mongolia University, Hohhot 010021, China

2 Laboratory of Ecology and Resource Use of the Mongolian Plateau, Hohhot 010021, China

3 Development Research Center of the National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100714, China

Abstract: Since the 1980s, grassland fragmentation has become increasingly serious in pastoral areas of north China, and has become a crucial feature of grasslands after the grassland contract management system reform. Therefore, this study focusses on the practical effect of grassland fragmentation on herders in pastoral areas, particularly the impact of grassland fragmentation on the livestock production and management of herding households, which not only could provide theoretical support for the better improvement of subsequent land policies, but also provide more basis so as to achieve sustainable development in pastoral areas. In view of this, this paper takes the semi-arid pastoral areas of Otog Banner and Wushen

基金项目:国家自然科学基金青年项目(72104063); 内蒙古社科联重点项目: 内蒙古草原牧区“三权分置”改革研究(2017NDA029)

收稿日期:2023-11-15; **网络出版日期:**2024-08-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: pilgrimfeng@163.com

Banner as an example, and empirically measures the impact of livestock efficiency and its mechanism by using the micro-survey data from 153 herding households. Firstly, the Data Envelopment Analysis-BCC (DEA-BCC) model and entropy weight-TOPSIS method were used to measure the livestock efficiency and grassland fragmentation degree of herding households. Secondly, the livestock efficiency was decomposed into technical efficiency and scale efficiency, and then the Tobit model was used to estimate the relationship between grassland fragmentation degree and efficiency of livestock. Finally, the forage expenses was used as a mediator variable to evaluate a mechanism about the impact of grassland fragmentation on livestock efficiency, then we analyzed the heterogeneity of mechanism and tested the robustness of the conclusions. The results showed that: (1) The grassland fragmentation degree had different impacts on the livestock efficiency, indicating that the technical efficiency fail to significantly improve when the degree of grassland fragmentation increase, but the impact on the scale efficiency is not significant. (2) The increase in grassland fragmentation degree could stimulate the soar of forage expenses of herding households, and then reduce the efficiency of livestock. Similarly, this conduction mechanism only has a significant impact on technical efficiency. (3) Using normalized difference vegetation index (NDVI) data for heterogeneity analysis, this study found that the impact of grassland fragmentation on livestock efficiency showed obvious heterogeneity. Specifically, the impact mechanism varied with different vegetation coverage, and the negative impact of grassland fragmentation on livestock efficiency was more obvious in research areas where has higher vegetation coverage. In conclusion, this study suggests that grassland ecological protection should be paid attention to. At the same time, pasture reintegration should be achieved to mitigate the impact of pasture fragmentation by advocating collective action among herders, conducting joint household management and promoting herders' self-governance and co-operation.

Key Words: grassland fragmentation; livestock efficiency; forage expenses; DEA-BCC model; entropy weight-TOPSIS

土地细碎化是指农户所拥有的土地大小不等且空间分割,其中每一块都被作为独立的生产单位^[1],是欠发达农业系统的重要特征^[2],并已经成为影响农业生产的重要因素之一^[3]。2023 年中央一号文件明确提出以“小田变大田”和“一户一田”为目标的土地合并政策,同年 8 月农业农村部颁布《农业农村部关于稳妥开展解决承包地细碎化试点工作的指导意见》提出将“一户一块田”作为解决土地细碎化的主要政策措施之一。可见土地细碎化问题已引起社会的广泛关注。

草原依照地类划分,按照农用地管理,无论天然草地还是人工草地都具备了生产功能。伴随代际传承和气候变化等因素,碎片化现象逐渐严重。草原破碎化不仅指草原被分割成空间上孤立的碎片和草场连通性的破碎,还包括草原生态系统可持续性的中断与生态景观的破碎等内涵^[4]。本研究主要关注草原以家庭为单位的经营小型化和草原景观的碎片化,统称该现象为草场破碎化。草场破碎化起源于内蒙古 20 世纪 80 年代首先开始的草地承包制改革,随后八大牧区省份都推广了类似农地家庭承包经营的草地承包制度。在“地块均分、好坏搭配”和按家庭规模分配的原则下^[5],牧民获得牧业剩余索取权^[6]的同时也造成草场破碎化日益严重。

草场破碎化改变了传统牧业系统中“逐水草而居”的游牧方式,不仅对畜牧业生产带来负面影响,也在大的时空尺度上对草原生态造成负外部性^[7],使牧户陷入“过度放牧-草地退化-陷入贫困-过度放牧”的恶性循环^[8]。首先,从对畜牧业生产的影响来看,草原承包到户及牧户分家导致草原面积细分,单个牧户的草原承包面积偏小,草场面积短缺成为畜牧业经营的关键短板,降低了放牧系统的效率^[8-10]。草场破碎化导致地块分散且划分破碎,牧户难以规划合理的放牧路径,从而增加管理难度,“面条型”地块致使牲畜活动范围狭窄,“蹄灾”和超载现象比较常见^[11-14],激化草畜矛盾。牧民定居与围栏到户固化了牧户小规模、细碎化经营格局^[15],对畜牧业至关重要的移动性被降低,小范围内的高强度连续放牧会降低草场利用效率和畜牧业生产效率^[16];其次,从成本收益的角度来看,草场破碎化实质上增加了牧户放牧生产成本^[17],引发资本、劳动时间、草场面积等要素的错配与损耗^[16-18]。当前牧区收入结构仍过度依赖畜牧业,只能靠购买饲草来应对不断增加的人口和牲畜压力,随着天然牧草不断减产和买草成本逐年上升,牧户会选择粗放生产来覆盖成本维持生

计^[7],因此牧户的畜牧业效率往往不是有效的^[19];最后,从草原生态影响来看,草牧场走向碎片化,景观的异质性逐渐减弱,动植物丰度减少,植被多样性受到威胁^[20—22],破碎化难以有效阻止草地退化,反而会导致加剧生态失衡,天然草原陷入不可持续的发展困境^[23]。

已有研究结果显示,草场破碎化会影响畜牧业生产,降低畜牧业效率。例如刘博等发现破碎化草场导致锡林郭勒盟牧户的畜牧业效率偏低,未达到最优效率水平^[24];赵青利用典型草原的调研数据实证分析发现草场碎片化的加剧会阻碍生产效率的提高^[25]。然而,当前研究尚未揭示草场破碎化影响畜牧业效率的作用机制。因此,本文以鄂托克旗和乌审旗为研究区域,基于微观调研数据,运用 Tobit 模型分析草场破碎化对畜牧业效率的影响,并在此基础上将饲草料支出作为中介变量研究草场破碎化对畜牧业效率的约束机制,以期畜牧业高质量发展、实现北方半干旱草原可持续发展提供理论支持,并为化解牧区草场破碎化问题提供更多依据。

1 研究区域概况

本文的研究区域位于鄂尔多斯市鄂托克旗和乌审旗(图 1),属于中国牧区县,畜牧业是当地的支柱产业。鄂托克旗和乌审旗地处生态系统脆弱的农牧交错带,是中国干旱半干旱区的典型代表^[26—27]。两地主要以温带荒漠草原为主,紧邻毛乌素沙地,沙质草地分布广泛且水资源匮乏。鄂托克旗草地面积达 197.5 万 hm^2 ,全年干旱少雨,无霜期短,年降水量为 250mm,年蒸发量 3000mm,降水主要集中在 7—9 月,为典型的温带大陆性气候^[28]。乌审旗现有草场面积 70.6 万 hm^2 ,气候特征以典型温带大陆气候为主,年均降水量为 331.5mm,年蒸发量 2800mm^[29]。利用 NDVI 数据得到的 2021 年两旗草地植被覆盖情况如图 2 所示。遥感数据来自于美国航空航天局 2021 年 MODIS MOD13A3 数据集,空间分辨率为 1km,并采用最大值合成法合并逐月数据得到。利用 ArcGIS 10.8 多值提取至点工具提取嘎查村委会所在地的 NDVI 点位数据作为代表来反映该嘎查的整体 NDVI 状况。图 2 中,鄂托克旗和乌审旗的 NDVI 整体水平偏低,均处于 0.2—0.4,NDVI 的空间分布呈现出“东高西低”的特征。

鄂托克旗与乌审旗天然草原质量一般,多为砂质土壤。为公平划分承包草场,鄂托克旗和乌审旗基层政府在草原承包初期采用了“补齐面积”的灵活做法。以乌审旗为例,对草场质量差且面积小的牧户,会补充更多的沙地和耕地用以作草料地或放牧;若家庭耕地较少也会增加沙地予以补充。长此以往,草地与沙地、耕地、林地均出现不同程度的交错融合。研究区域经过两轮草地承包与代际传承,牧民人均草场面积偏少且承包草场地块较多,因此破碎化的影响更加典型与普遍。鄂托克旗陶利嘎查现有地块 187 块,户均拥有草场 333 hm^2 ;鄂托克旗哈达图嘎查地块为 189 块,户均拥有草场 98 hm^2 ,远低于荒漠草原地区牧户畜牧业效率最优目标下应投入草场规模 851 hm^2 的标准^[30]。可见,更应关注草场破碎化对该区域生产、生态的影响。

2 指标构建与研究方法

2.1 数据来源

本研究的微观数据来自于课题组 2022 年 7 月在鄂尔多斯市鄂托克旗和乌审旗开展的实地调研。调研采用分层抽样和随机抽样,对调研点随机抽取 3—4 个典型苏木,每个苏木抽取 3—4 个嘎查,对每个嘎查 10—15 名牧民进行半结构化访谈。内容主要包括牧户个人与家庭信息、牲畜养殖情况和生产经营及草场情况等内容,共收集 209 份调查问卷。宏观数据中 NDVI 数据来自于 MODIS MOD13A3 数据集,降水量数据来自于中

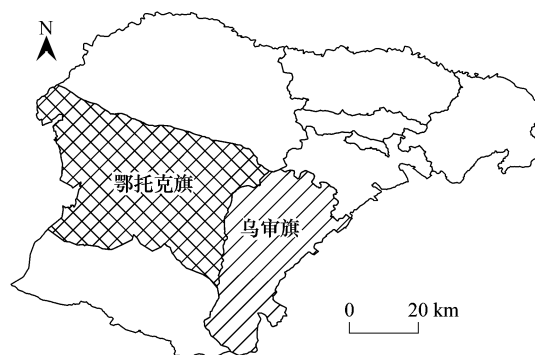


图 1 鄂托克旗和乌审旗区位示意图

Fig.1 Location of Otog Banner & Wushen Banner

国气象数据网的逐月数据。

2.2 变量选取、测度与统计性描述

本文选取畜牧业效率作为被解释变量,并利用数据包络分析(Data Envelopment Analysis,简称 DEA)进行测算并将其分解为技术效率与规模效率;草场破碎化程度作为核心解释变量,通过熵权 TOPSIS 法进行测度;选取饲草料支出作为中介变量;控制变量的选取参考已有研究^[31—32],从牧户家庭社会特征、草场生产生态禀赋特征等维度入手。因研究需要,若生产投入、畜牧业等关键数据缺失将会造成效率无法计算,因此共剔除关键数据缺失的牧户 54 份和信息严重缺失的问卷 2 份,最后总计获得适用于本研究的有效问卷 153 份。

2.2.1 被解释变量

畜牧业效率是本文关注的被解释变量。在测算牧户畜牧业效率时,采用 Leibenstein(1966)关于效率的界定,其认为效率可视为在一定投入约束下,生产单位的实际产出与要素最优化配置可能达到的最大产出比例。本文采用 DEA 测算畜牧业效率,该方法通过线性规划方法构建观测数据集的生产前沿面,进而计算出生产单元相对于该前沿面的比例即效率。DEA 作为一种非参数方法,对效率进行评价时既避免了设定生产函数带来的偏误,也减少了对数据进行标准化时带来的信息损失,能够更可靠地测算样本牧户的技术效率。由于现实牧业生产经营中,牧户难以实现最优规模,因此采用 BCC 模型,该模型可以排除规模对综合效率的影响并将综合效率分解为技术效率与规模效率。其中,技术效率是指由牧户的管理模式和技术等因素影响的生产效率,规模效率是由规模因素影响的生产效率,该值越接近 1,表明现有规模越接近最优规模^[33—34]。考虑到牧户生产过程中产出的外生性,故本文选择投入导向型 DEA。

BCC 模型采用规模报酬可变的假定如下:

$$\begin{cases} \min \theta \\ s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ik} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j \geq y_k \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda \geq 0 \\ i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

其中, $x_i(i=1,2,\cdots,n)$ 表示牧户的 n 种投入; y 代表牧户的产出; λ_i 为 DMU 的线性组合系数; x_{ik} 和 y_{ik} 分别表示 DMU _{i} 的投入和产出向量;模型的最优解 θ^* 代表 DMU _{i} 的效率值。在参考相关学者做法的基础上^[35—36]结合研究区域实际出发,本文选取畜牧业产值作为产出变量;上年度牲畜存栏量、土地面积、劳动力人数和资本支出作为投入变量,具体情况见表 1。

表 1 DEA 投入产出指标
Table 1 DEA input-output indicators

变量 Variable	变量名 Variable name	说明 Explanation	均值 Mean	标准差 Std.
产出变量 Output variable	畜牧业产值	用于出售的当年畜产品的总产值(千元)	151.22	131.99
投入变量 Input variable	上年末牲畜存栏量	2020 年末存栏牲畜总量(羊单位)	279.21	187.10
	土地面积	2021 年放牧场与耕地面积之和(hm ²)	175.16	117.95
	劳动力人数	2021 年牧户家庭劳动力人数(人)	2.16	0.78
	资本支出	2021 年畜牧业生产现金与固定资产投入(千元)	124.30	134.79

牲畜存栏数的折算标准为:1 只羊=1 只山羊=1 个羊单位,1 头牛=5 个羊单位,1 匹马=6 个羊单位,1 单位幼畜=0.5 单位对应成年牲畜;
DEA: 数据包络分析 Data Envelopment Analysis

利用 DEAP 2.1 软件测算的技术效率和规模效率均值如表 2 所示。从整体来看,技术效率均值和规模效率均值分别为 0.661 和 0.591,这表明牧户畜牧业效率处于无效率阶段,即牧户当前在配置生产要素、经营管理模式和养殖技术等方面并不合理,未能使产出达到最优水平。分旗县来看,鄂托克旗的技术效率均值为 0.597,规模效率均值为 0.569;乌审旗的技术效率均值为 0.736,规模效率均值为 0.617,可以认为旗县间效率差异不大。

表 2 畜牧业效率的测算结果
Table2 Measured results of livestock efficiency

区域 Area	技术效率 Technical efficiency	规模效率 Scale efficiency
整体区域 Total area	0.661	0.591
鄂托克旗 Otog Banner	0.597	0.569
乌审旗 Wushen Banner	0.736	0.617

2.2.2 解释变量

解释变量为草场破碎化程度。草场作为一种土地资源,其碎片化程度不易测量,目前学界对于土地碎片化的测度方法存在差异,考虑到破碎化程度难以靠单一指标衡量,本文借鉴文高辉等和冷仙等^[37-38]的做法,利用熵权 TOPSIS 法测算草场破碎化程度,该法保证了衡量指标的客观性与综合性。具体计算方式如下:

首先,利用极差法对数据进行标准化处理:

$$\text{正向指标: } x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (2)$$

$$\text{负向指标: } x'_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (3)$$

式中, x_{ij} 表示第 i 个牧户第 j 个指标的实际值。

其次,计算第 i 年第 j 项指标所占的比重 P :

$$P_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{\alpha} \sum_i x'_{ij}} \quad (4)$$

计算第 j 项指标的信息熵:

$$e_j = -k \sum_i P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad (5)$$

式中, $k = \frac{1}{\ln(mn)}$, 且 $k > 0$, 使得 $e_j \geq 0$;

再次,计算第 j 项指标信息熵的冗余度:

$$d_j = 1 - e_j \quad (6)$$

计算第 j 项指标的权重:

$$\omega_j = \frac{d_j}{\sum_j d_j} \quad (7)$$

式中, w_j 表示第 j 个指标的权重。

利用式(7)得到的权重计算加权矩阵:

$$X_{ij} = x'_{ij} \times \omega_j \quad (8)$$

进一步地,根据加权矩阵 X_{ij} 来确定最优、最劣理想解:

$$\begin{cases} Z_j^{*+} = \max_{n,p} (Z_1^{*+}, Z_2^{*+}, \dots, Z_p^{*+}) \\ Z_j^{*-} = \min_{n,p} (Z_1^{*-}, Z_2^{*-}, \dots, Z_p^{*-}) \end{cases} \quad (9)$$

计算最优、最劣距离,及计算评价目标 i 的指标 j 到正理想解和负理想解的距离。通过欧氏距离进行计算,得到正理想解距离 D_i^+ 和负理想解距离 D_i^- :

$$D_i^+ = \sqrt{\sum (Z_{ij} - Z_j^{*+})^2} \tag{10}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum (Z_{ij} - Z_j^{*-})^2} \tag{11}$$

最后,通过最优、最劣距离构造相对接近度,得到草场破碎化程度 C_i :

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \tag{12}$$

式中, $1 \geq C_i \geq 0$, C_i 越大,表明第 i 个牧户的草场破碎化程度越高。 $C_i = 1$ 时,表明第 i 个牧户草场破碎化程度最高; $C_i = 0$ 时,表明第 i 个牧户草场破碎化程度最低。草场破碎化程度指标越大,说明牧户经营草场破碎化问题越严重。本文测算采用的主要衡量指标包括:地块平均面积、地块数和地块到住宅的平均距离。具体测算指标及结果均值如表 3 所示。

表 3 草场破碎化指标
Table 3 Grassland fragmentation indicators

变量 Variable	变量名 Variable name	说明 Explanation	均值 Mean	标准差 Std.
正向指标 Positive indicator	地块数	牧户草场不相邻地块数量/个	2.45	1.53
负向指标 Negative indicator	地块平均面积	地块面积之和/地块数量/hm ²	107.51	109.85
	地块到住宅的平均距离	地块到住宅距离之和/地块数量/km	1.82	6.37
测算结果 Result	草场破碎化程度	熵权 TOPSIS 法计算的破碎化程度	0.20	0.14

从结果来看,研究区域整体草场破碎化程度处于中低水平。尽管调研旗县草场破碎化程度的均值较低,分别为 0.244(鄂托克旗)和 0.153(乌审旗),但仍存在部分牧户草场破碎化程度高达 0.952。

2.2.3 中介变量

饲草料支出。半干旱牧区天然草原生产力低下,加上破碎化引起的过牧和草场退化,天然草场总产量进一步下降,牧草供应不足,购买和储存饲草料成为大多数牧民家庭采取的主要适应性策略^[39-40]。同时,草场破碎化程度越高,牧户越倾向于通过人工饲草料、草场改良等方式生产经营^[41]。因此,购买饲草料将导致牧户经营成本增加,逐渐成为畜牧业生产中的主要支出,降低了畜牧业效率^[42]。基于上述考虑,本文选择 2021 年牧户购入的饲草料资金总和作为中介变量,反映牧户补饲投入的强度。

2.2.4 控制变量

本文从牧户家庭社会特征、草场生产生态禀赋特征等维度选择控制变量。其中,牧户家庭社会特征包括牧户年龄、受教育程度、健康水平、公路可及性、水源可及性和是否在政府任职,反映了牧业从业者的人力资本水平以及其经济社会资本强度。草场生产生态禀赋特征主要包括牧户是否进行流转、是否有打草场、NDVI 和降水量反映牧户草场生产生态情况,具体变量设定见表 4。

2.3 模型设定

由于利用 DEA 测度的畜牧业效率是值域在[0,1]的连续变量,其取值符合双侧截堵数据特征,若采用传统最小二乘法进行估计可能会造成参数估计出现偏误,因此本文构建 Tobit 模型识别草场破碎化对于畜牧业效率的影响效应。

模型具体表示如下:

$$E_i = c C_i + \beta X_i + \mu_i \tag{13}$$

式中, E_i 为牧户 i 的技术效率或规模效率, C_i 为牧户 i 的草场破碎化程度, X_i 是影响畜牧业效率的外生变量矩阵,其中包括牧户草场禀赋因素、家庭及经济社会特征、牧户经营特征等, c 为草场破碎化对畜牧业效率的影

响效应, β 为外生变量的待估参数矩阵, μ_i 为随机扰动项。

表 4 变量选取与描述性统计

Table 4 Selection of variable and descriptive statistic

变量 Variable	变量名称 Variable name	变量说明 Explanation	均值 Mean	标准差 Std.
被解释变量 Dependent variable	技术效率 CTE	DEA 测算的技术效率	0.69	0.21
	规模效率 SCA	DEA 测算的规模效率	0.59	0.28
解释变量 Independent variable	草场破碎化程度 C	熵权-TOPSIS 测算的草场破碎化程度	0.20	0.14
中介变量 Mediator variable	饲草料支出 M	2021 年饲草料支出(千元)	70.69	113.76
控制变量 Control variable	牧户年龄 Age	户主年龄(岁)	54.32	9.18
	健康程度 Heal	牧户的健康认知, 1=非常不好 2=不好 3=一般 4=较好 5=非常好	4.04	0.72
	受教育程度 Edu	1=0 年 2=小学 2 年 3=小学 3—5 年 4=小学毕业 5=初中 6=高中(职高) 7=大学	4.65	1.68
	政府任职 Gov	牧户是否为公务员或在政府单位工作, 0=否 1=是	0.10	0.31
	水源可及性 Lnwater	住宅距离水源的距离取对数/km	0.39	1.68
	公路可及性 Lnroad	住宅距离公路的距离取对数/km	2.22	2.88
	打草场 Feed	牧户家中是否有打草场, 0=否, 1=是	0.13	0.34
	流转情况 Trans	牧户是否参与流转, 0=否, 1=是	0.16	0.36
	植被归一化指数 NDVI	牧户所在嘎查村政府的 NDVI 数据	0.40	0.15
	降水量 Rain	牧户所在嘎查的年降水量/mm	25.53	5.64

进一步地,为了识别饲草料支出通过草场破碎化对于牧业效率的影响路径,建立中介效应模型,模型的具体形式为:

$$M_i = a C_i + \varphi X_i + \mu_{2i} \quad (14)$$

$$E_i = c' C_i + b M_i + \beta' X_i + \mu_{3i} \quad (15)$$

式中, M_i 表示中介变量,即饲草料支出, a 、 b 、 c' 分别为草场破碎化对于中介变量的传导效应,中介变量对于生产效率的影响效应以及草场破碎化对于牧户牧业效率的直接影响效应。 φ 和 β' 为控制变量的待估系数, μ_{2i} 和 μ_{3i} 为模型的随机扰动项。当 a 、 b 同时显著时,可认为中介效应成立;若 a 或 b 其中有一个不显著时,为保证检验的准确性应采用 Bootstrap 方法进行检验^[32,43]。

3 结果与分析

3.1 草场破碎化对畜牧业效率的影响

草场破碎化因物理上对草地的分割,直接限制了牧户的放牧规模,降低了牧户配置草场资源的能力,导致其技术效率难以提升。式(13)的估计结果如表 5 所示。列(1)—列(3)逐步加入草场破碎化程度、家庭社会特征和其他控制变量,结果表明:在不纳入控制变量时,草场破碎化程度的估计系数为-0.245 ($P<0.1$);加入控制变量后,估计系数有所上升,分别为-0.280 ($P<0.1$) 和-0.327 ($P<0.1$),这说明无论是否考虑牧户的家庭社会特征和草场生产生态禀赋特征,草场破碎化程度与牧户技术效率的变化存在反向变动特征。生态交互规模(Scale of Ecological Interactions)理论指出草地破碎化会影响地块规模,削弱牧户管理水平和配置资源能力。不同草场地块上资源分布不均的异质性因破碎化而凸显,有些地块资源可能过剩,有些则相对不足^[23,31]。因此,草场破碎化一方面会使牧户陷入草地资源利用不充分的困境;另一方面还会造成草场管理困难且成本高昂,从而导致技术效率处于无效状态。

类似地,列(4)—(6)为草场破碎化程度对牧户规模效率的影响,结果表明:不论是否控制环境因素,草场

破碎化程度对于牧户规模效率的影响效应均不显著,这说明现阶段牧区草场破碎化问题不同于农区和林区^[44-45],并非是制约牧户达到最优生产规模的主要因素。

表 5 草场破碎化对畜牧业效率的影响效应
Table 5 Impact of grassland fragmentation to livestock efficiency

变量名称 Variable name	技术效率 Technical efficiency(CTE)			规模效率 Scale efficiency(SCA)		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
草场破碎化程度 Grassland fragmentation degree (C)	-0.2453 *	-0.280 *	-0.325 **	-0.079	-0.069	-0.041
	(0.147)	(0.148)	(0.156)	(0.175)	(0.179)	(0.185)
牧户年龄 Age of herder (Age)		-0.004	-0.004		-0.001	-0.001
		(0.003)	(0.003)		(0.003)	(0.004)
健康程度 Health level (Heal)		0.001	0.009		0.043	0.037
		(0.031)	(0.035)		(0.034)	(0.034)
受教育程度 Educational level (Edu)		-0.013	-0.011		0.009	0.005
		(0.013)	(0.013)		(0.015)	(0.015)
政府任职 Government working (Gov)		-0.063	-0.063		-0.013	-0.004
		(0.068)	(0.067)		(0.072)	(0.072)
水源可及性 Water accessibility (Lnwater)		0.051	0.046		-0.054	-0.057
		(0.068)	(0.069)		(0.041)	(0.039)
公路可及性 Highway accessibility (Lnroad)		0.027	0.024		0.011	0.005
		(0.032)	(0.031)		(0.035)	(0.034)
打草场 Pasture (Feed)			0.005			0.089
			(0.054)			(0.076)
流转情况 Tenure situation (Trans)			-0.062			0.077
			(0.056)			(0.064)
植被归一化指数 NDVI			0.102			-0.151
			(0.160)			(0.162)
降水量 Precipitation (Rain)			-0.010			-0.002
			(0.009)			(0.010)
常数项 Constant (cons)	0.673 ***	0.915 ***	1.040 ***	0.595 ***	0.429	0.5720
	(0.046)	(0.263)	(0.297)	(0.053)	(0.311)	(0.362)
N	153	153	153	153	153	153
地区效应 Region effect	控制	控制	控制	控制	控制	控制
PseudoR ²	0.155	0.195	0.214	0.019	0.058	0.099
F	8.96	3.04	2.34	0.84	0.78	0.93
Prob>F	0.001	0.004	0.009	0.432	0.624	0.518

***、**、* 分别表示在 0.01、0.05、0.1 水平上显著;各变量括号中的数值为标准差;列(1)表示草场破碎化程度对技术效率的影响,列(2)在列(1)的基础上增加了家庭社会特征,列(3)在列(2)的基础上增加了地理气候特征;列(4)一(6)同理,表示草场破碎化程度对规模效率的影响;NDVI:植被归一化指数 Normalized difference vegetation index

3.2 草场破碎化对畜牧业效率影响的机制分析

3.2.1 机制检验

草场破碎化会引起半干旱牧区牧草产量下降,因此,牧户对购买饲草料的需求愈来愈强烈^[46],而外购饲草这一行为又将造成资金错配和无效投入,约束畜牧业效率提升。因此,本文构建了以饲草料支出为中介变量的中介效应模型来检验草场破碎化影响畜牧业效率的机制。如表 6 所示,列(1)一(2)报告了草场破碎化程度对牧户技术效率和饲草料支出的影响,列(3)报告草场破碎化程度通过饲草料支出影响牧户技术效率的间接影响。结果表明:由列(1)一(2)可见,草场破碎化程度对牧户技术效率和饲草料支出的估计系数分别为-0.327 和 136.472($P<0.1$ 和 $P<0.01$)。列(3)报告了同时考虑草场破碎化程度和饲草料支出对牧户技术效率影响的回归结果。具体来看,草场破碎化程度和饲草料支出对技术效率的估计系数为-0.277 和-0.001($P<0.1$ 和 $P<0.05$),这意味着饲草料支出是草场破碎化阻碍技术效率提高的作用中介。类似地,草场破碎化程度对牧户规模效率的影响机制如列(4)一(6)所示,结果表明:尽管草场破碎化程度增加了牧户的饲草料支出,

然而没有影响牧户规模效率产生显著变化。因此,可以认为草场破碎化通过饲草料支出影响畜牧业效率的机制部分成立,其影响集中于技术效率,而对规模效率影响并不明显。

表 6 草场破碎化、饲草料支出与畜牧业效率

Table 6 Grassland fragmentation, forage expenditure and livestock efficiency

变量名称 Variable name	技术效率 Technical efficiency (CTE) (1)	饲草料支出 Forage expenses (M) (2)	技术效率 Technical efficiency (CTE) (3)	规模效率 Scale efficiency (SCA) (4)	饲草料支出 Forage expenses (M) (5)	规模效率 Scale efficiency (SCA) (6)
草场破碎化程度 Grassland fragmentation degree (C)	-0.325 ** (0.156)	134.019 ** (52.396)	-0.277 * (0.159)	-0.041 (0.185)	134.019 ** (52.396)	0.005 (0.189)
饲草料支出 Forage expenses (M)			-0.001 *** (0.000)			-0.001 * (0.001)
牧户年龄 Age of herder (Age)	-0.004 (0.003)	-2.665 * (1.398)	-0.005 (0.003)	-0.001 (0.004)	-2.665 * (1.398)	-0.002 (0.003)
健康程度 Health level (Heal)	0.009 (0.035)	3.924 (10.201)	0.010 (0.034)	0.037 (0.034)	3.924 (10.201)	0.038 (0.032)
受教育程度 Educational level (Edu)	-0.011 (0.013)	-3.229 (3.860)	-0.013 (0.013)	0.005 (0.0147)	-3.229 (3.860)	0.004 (0.014)
政府任职 Government working (Gov)	-0.063 (0.067)	-42.792 ** (19.803)	-0.078 (0.067)	-0.004 (0.072)	-42.792 ** (19.803)	-0.019 (0.072)
水源可及性 Water accessibility (Lnwater)	0.046 (0.069)	-8.349 (14.985)	0.042 (0.071)	-0.057 (0.039)	-8.349 (14.985)	-0.059 (0.039)
公路可及性 Highway accessibility (Lnroad)	0.024 (0.031)	1.704 (11.571)	0.024 (0.031)	0.005 (0.034)	1.704 (11.571)	0.005 (0.034)
打草场 Pasture (Feed)	0.005 (0.054)	13.585 (17.057)	0.009 (0.054)	0.089 (0.076)	13.585 (17.057)	0.093 (0.076)
流转情况 Tenure situation (Trans)	-0.062 (0.056)	27.299 (20.224)	-0.051 (0.055)	0.077 (0.064)	27.297 (20.224)	0.086 (0.065)
植被归一化指数 NDVI	0.102 (0.160)	-84.661 (77.578)	0.070 (0.161)	-0.151 (0.162)	-84.661 (77.578)	-0.180 (0.163)
降水量 Precipitation (Rain)	-0.010 (0.009)	-1.730 (3.091)	-0.010 (0.009)	-0.002 (0.010)	-1.730 (3.091)	-0.002 (0.010)
常数项 Constant (cons)	1.040 *** (0.297)	277.251 * (147.305)	1.140 *** (0.300)	0.572 (0.362)	277.251 * (147.305)	0.666 * (0.364)
N	153	153	153	153	153	153
地区效应 Region effect	控制	控制	控制	控制	控制	控制
Pseudo R ²	0.214		0.241	0.099		0.123
R ²		0.200			0.200	
F	2.34	3.24	2.89	0.93	3.24	1.03
Prob>F	0.009	0.000	0.001	0.518	0.000	0.430

***、**、* 分别表示在 0.01、0.05、0.1 水平上显著;各变量括号中的数值为标准差;列(1)表示草场破碎化程度对技术效率的影响,列(2)表示草场破碎化程度对饲草料支出的影响,列(3)表示草场破碎化程度影响技术效率的中介效应;列(4)—(6)同理,表示草场破碎化程度对规模效率的影响

3.2.2 不同植被分布下草场破碎化的异质性分析

结合研究区域草场破碎化与 NDVI 的分布特征(图 2),本文通过对比各嘎查内样本牧户草场破碎化程度的均值与各嘎查村委会所在地的 NDVI 数据发现,NDVI 与草场破碎化程度存在空间异质性。从 NDVI 来看,乌审旗高于鄂托克旗,总体植被覆盖率较好;从草场破碎化程度来看,乌审旗低于鄂托克旗,说明鄂托克旗牧户利用的草场更为细碎。在明确草场破碎化程度会显著地限制牧户技术效率提升的基础上,选取技术效率作为畜牧业效率的代理变量,进一步考察不同 NDVI 下草场破碎化程度影响机制的异质性。随着草地退化日益严重,草原生态环境遭到破坏,草地可持续发展受到严重影响,因此草地质量以及天然草场生产力是制约畜牧

业高质量发展的重要限制条件。牧户决定是否流转草地、是否扩大牲畜规模,和是否外购饲草等行为也会受到草地质量的影响^[43],从而表现为草场破碎化程度对畜牧业效率的异质影响。因此本文通过不同 NDVI 数据分组,比较在不同组别下草场破碎化对畜牧业效率的异质性效果。

根据 2021 年研究区域 NDVI 是否小于其均值,将牧户划分为“高 NDVI”和“低 NDVI”后进行估计,结果如表 7 列(1)—(3)和列(4)—(6)所示,结果显示:不论 NDVI 如何,草场破碎化程度对畜牧业效率的影响机制均成立,且其对低 NDVI 地区牧户的影响程度小于高 NDVI 地区的牧户。可能的原因是半干旱草原湿润系数低,草群所能提供的营养成分少,天然草场较低的生产力以及脆弱的草场质量成为制约效率提高的主要因素,因此在低 NDVI 草地的草场破碎化对畜牧业效率的边际影响不明显;相反,当草场的 NDVI 较高时,草场破碎化引起的管理难度增加、生产要素间不匹配、无效要素投入等问题逐渐显露,明显制约畜牧业效率提升。

可见,草场破碎化对畜牧业效率的影响在 NDVI 不同的情况下存在差异,植被高覆盖率的区域更应关注草场破碎化的负面影响,而植被覆盖率低的草场则应做好草原生态保护措施,防止草地进一步退化,从而保证牧区可持续、牧业高质量发展。

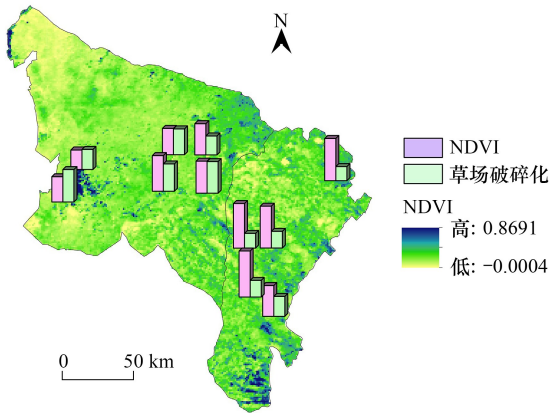


图 2 2021 年研究区域 NDVI 与草地破碎化程度
Fig. 2 NDVI and grassland fragmentation degree of research region, 2021

表 7 不同 NDVI 的异质性分析
Table 7 Heterogeneity analysis of different NDVI

变量名称 Variable name	高 NDVI High NDVI			低 NDVI Low NDVI		
	技术效率 Technical efficiency	饲草料支出 Forage expenses	技术效率 Technical efficiency	技术效率 Technical efficiency	饲草料支出 Forage expenses	技术效率 Technical efficiency
	(CTE)	(M)	(CTE)	(CTE)	(M)	(CTE)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
草场破碎化程度 Grassland fragmentation degree (C)	-0.472 ** (0.219)	140.617 * (74.877)	-0.545 (0.397)	-0.101 (0.247)	178.562 ** (83.462)	-0.016 (0.244)
饲草料支出 Forage expenses (M)			-0.001 ** (0.000)			-0.001 ** (0.000)
控制变量 Control variable	是	是	是	是	是	是
常数项 Constant (cons)	1.035 * (0.620)	280.207 (238.026)	1.413 *** (0.426)	0.933 ** (0.397)	414.880 (247.610)	1.126 ** (0.480)
N	92	92	92	61	61	61
地区效应 Region effect	控制	控制	控制	控制	控制	控制
Pseudo R ²	0.317		0.538	0.272		0.344
R ²		0.189			0.276	
F	2.21	3.26	4.09	0.67	2.54	2.26
Prob>F	0.019	0.001	0.000	0.782	0.011	0.020

***、**、* 分别表示在 0.01、0.05、0.1 水平上显著;各变量括号中的数值为标准差列(1)表示草场破碎化程度对高 NDVI 牧户技术效率的影响,列(2)表示草场破碎化程度对对高 NDVI 牧户饲草料支出的影响,列(3)表示草场破碎化程度影响高 NDVI 牧户技术效率的中介效应;列(4)—(6)同理,表示低 NDVI 牧户受草场破碎化程度的影响

3.2.3 稳健性检验

为保证结果稳健性,以技术效率作为畜牧业效率的代理变量,改变核心解释变量测度指标进行稳健性检验。由于不同类型草地在不同季节,草地的土壤养分与产草量不同^[49],因此本文利用温带草原不同季节放牧

草地的利用率对牧户每个地块面积进行折算(温带草原的草地利用率具体折算比例为:暖季利用:45%—50%;春秋季利用:30%—35%;冷季利用:55%—65%;全年利用:45%—50%,本文采用比例中高值进行折算),折算得到地块实际使用面积,之后将地块实际使用面积总和与地块数的比值替换地块平均面积,重新计算得到实际草场破碎化程度(C_{use})。稳健性检验结果如表8所示,列(1)—(3)为草场实际利用面积下的破碎化程度对畜牧业效率的影响机制,本文发现在调整核心解释变量的测度指标后,研究结论并未发生根本性变化。

表8 草场实际利用面积下的破碎化程度、饲草料支出和畜牧业效率
Table 8 Fragmentation degree in real using grassland, forage expenditure and livestock efficiency

变量名称 Variable name	技术效率 Technical efficiency (CTE) (1)	饲草料支出 Forage expenses (M) (2)	技术效率 Technical efficiency (CTE) (3)
实际草场破碎化程度 Actual grassland fragmentation degree (C)	-0.346 ** (0.152)	124.739 ** (51.389)	-0.302 * (0.155)
饲草料支出 Forage expenses (M)			-0.001 ** (0.000)
控制变量 Control variable	是	是	是
常数项 Constant (cons)	1.045 *** (0.294)	285.241 * (148.996)	1.147 *** (0.298)
N	153	153	153
地区效应 Region effect	控制	控制	控制
Pseudo R ²	0.221		0.247
R ²		0.198	
F	2.42	3.22	2.97
Prob>F	0.007	0.000	0.001

***、**、* 分别表示在 0.01、0.05、0.1 水平上显著;各变量括号中的数值为标准差;列(1)表示实际草场破碎化程度对技术效率的影响,列(2)表示实际草场破碎化程度对饲草料支出的影响,列(3)表示实际草场破碎化程度影响技术效率的中介效应

综上所述,稳健性检验证明了本文结论的可靠性。一方面,草场破碎化程度越高其限制牧户畜牧业效率提升的作用越明显;另一方面,饲草料支出对畜牧业效率有显著影响,放大了草场破碎化对畜牧业效率的约束作用。

4 讨论与结论

4.1 讨论

较高的草场破碎化是草原畜牧业效率提高的制约因素,也是草原家庭承包经营制带来的制度成本。然而,如何完善制度、解决草场破碎化问题却不能盲目采取措施,需要采取多项措施统筹推进因地制宜分类实施^[48]。当前,农区试点实施“一户一田”措施,通过“农田合并”整合零散土地,实现“小块并大块、多块并一块”目标,通过土地互换和并地等方式提高农业生产效率。然而,“一户一田”措施需要因地制宜,确保总收益大于总成本,否则难以改善破碎化问题^[49]。本文研究发现草场破碎化对规模效率的影响并不显著,这表明如果简单地将草场整合,并不一定能促进草原畜牧业发展,若盲目地在牧区照搬农区的“一户一田”等土地整合模式,不是提升草原畜牧业效率的有效手段。

本文建议鼓励牧民自发合作,以联户、联营为主要形式建立起集体行动组织,按照一定的次序和要求进行划区轮牧,合理利用草地^[50—52]。同时,应清晰界定草地资源使用者的身份,构建协商长效机制,明确成本分摊规则,完善监督惩罚制度,保证有威望领导对集体行动的引导^[53—54],建立牧区新型合作组织改善畜牧业管理模式,提高技术利用水平,从而摆脱当前的“破碎化困境”。

同时,因为草场破碎化会增加牧户对饲草料的需求,所以本文建议应重视荒漠化草原生态恢复与草地退

化问题,在当前干旱背景下如何保证天然草地生产与保障饲草料有效供给是实现牧区畜牧业可持续发展的关键。当前既要进一步深化草畜平衡、休牧等草原生态保护补奖政策在牧区落实,推进牧区可持续发展;也要保证饲草料市场供给充足与价格稳定,在干旱年份对牧户进行饲草料补贴,降低牧民生产成本,提高畜牧业效率,为实现畜牧业高质量发展夯实基础。

4.2 结论

本文基于半干旱牧区第一手调研数据,利用 Tobit 模型与中介效应模型分析了鄂托克旗和乌审旗草场破碎化对畜牧业效率的影响,并检验了其影响机制,主要研究结论如下:

(1) 草场破碎化程度对牧户技术效率有显著的负向影响,而对牧户规模效率没有显著的影响。这体现出草场破碎化对效率的影响不同于农地碎片化和林地碎片化,具有其特殊性。

(2) 草场破碎化程度提高导致牧户增加饲草料支出,降低了畜牧业效率。该影响机制对技术效率有显著负向影响,但对规模效率没有显著影响。异质性分析结果表明,草场破碎化通过饲草料支出影响畜牧业效率,但是这种影响存在异质性,其中草场植被覆盖率高地区的畜牧业效率受影响更大。

参考文献 (References):

- [1] McPherson M F. Land Fragmentation: A Selected Literature Review. Development Discussion Paper, 1982, 141: 79-85.
- [2] Blarel B, Hazell P, Place F, Quiggin J. The economics of farm fragmentation: evidence from Ghana and Rwanda. The World Bank Economic Review, 1992, 6(2): 233-254.
- [3] 王媛媛, 刘颖, 蒯昊, 周晓时. 土地细碎化、耕地地力对粮食生产效率的影响——基于江汉平原 354 个水稻种植户的研究. 资源科学, 2017, 39(8): 1488-1496.
- [4] Hobbs N. T, Kathleen A G, Chris J S, Jill M L, Andrew J A, Randall B B, Robin S R, Philip K T. Fragmentation of rangelands: Implications for humans, animals, and landscapes, Global Environmental Change, 2008, 18(4): 776-785.
- [5] Tan S H, Heerink N, Qu F T. Land fragmentation and its driving forces in China. Land Use Policy, 2006, 23(3): 272-285.
- [6] 杨理. 中国草原治理的困境:从“公地的悲剧”到“围栏的陷阱”. 中国软科学, 2010, 25(1): 10-17.
- [7] 李文军, 陈建伟. 破碎化草场重新整合的路径. 人与生物圈, 2021, 23(1): 40-42.
- [8] 谭仲春, 谭淑豪. 草地流转与牧户效率:“能人”效应还是“资源平衡”效应?. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(3): 76-85.
- [9] Tracy B, Robert B, Emma D, Thia H, Paul K. The Effect of Land Fragmentation on the Technical Inefficiency of Dairy Farms. Journal of Agricultural Economics, 2021, 72(2): 486-499.
- [10] Gao L P, Henry W K, Zhang Y Q, Qiao G H. The effects of a subsidy for grassland protection on livestock numbers, grazing intensity, and herders' income in inner Mongolia. Land Use Policy, 2016, 54(5): 302-312.
- [11] Tan S H, Zhang R X, Tan Z C. Grassland rental markets and herder technical efficiency: ability effect or resource equilibration effect?. Land Use Policy, 2018, 77(8): 135-142.
- [12] 刘红霞. 从“草畜承包”看牧民碎片化生产与封禁式生态保护——内蒙古特村的实地研究. 社会学评论, 2016, 4(5): 45-54.
- [13] 恩和. 内蒙古过度放牧发生原因及生态危机研究. 生态经济, 2009, 25(6): 113-115, 122.
- [14] 杜富林, 田洁, 包慧敏. 草地保护利用制度的调查研究——基于西乌珠穆沁旗的调查. 乡镇经济, 2008, 24(7): 29-33.
- [15] Sallu S M, Twyman C, Thomas D S G. The Multidimensional Nature of Biodiversity and Social Dynamics and Implications for Contemporary Rural Livelihoods in Remote Kalahari Settlements. Botswana. African Journal of Ecology, 2009, 47(1): 110-118.
- [16] 王晓毅. 从承包到“再集中”——中国北方草原环境保护政策分析. 中国农村观察, 2009, 30(3): 36-46, 95.
- [17] 励汀郁, 谭淑豪. 制度变迁背景下牧户的生计脆弱性——基于“脆弱性—恢复力”分析框架. 中国农村观察, 2018, 39(3): 19-34.
- [18] 蔡虹, 李文军. 不同产权制度下青藏高原地区草地资源使用的效率与公平性分析. 自然资源学报, 2016, 31(8): 1302-1309.
- [19] 王晓毅. 制度变迁背景下的草原干旱——牧民定居、草原碎片与牧区市场化的影响. 中国农业大学学报: 社会科学版, 2013, 30(1): 18-30.
- [20] 鞠馨, 哈洁, 王冰莹, 陈晨, 李治国, 韩国栋. 荒漠草原不同家庭牧场生产效率评价研究——以四子王旗为例. 草地学报, 2022, 30(5): 1263-1272.
- [21] 孙学力. 围栏、草原荒漠化与放牧制度的关系. 西南林学院学报, 2008, 28(4): 108-111.
- [22] Yan Y Z, Scott J, Liu Q F, Zhang Q. Effects of fragmentation on grassland plant diversity depend on the habitat specialization of species. Biological Conservation, 2022, 275(11): 109773.

- [23] 谭淑豪. 牧业制度变迁对草地退化的影响及其路径. 农业经济问题, 2020, 41(2): 115-125.
- [24] 刘博, 励汀郁, 谭淑豪, 赵青. 现行草地产权制度下牧户的技术效率分析. 干旱区资源与环境, 2018, 32(9): 42-48.
- [25] 赵青. 典型牧区牧户的技术效率及其影响因素分析[D]. 北京:中国人民大学, 2015.
- [26] 宋孝玉, 刘雨, 覃琳, 刘晓迪, 王陇. 内蒙古鄂托克旗天然草地植被生态需水量研究. 农业工程学报, 2021, 37(3): 107-115.
- [27] 张雨, 杨光, 韩雪莹, 刘峰, 白翠霞. 乌审旗土地利用时空动态演变分析. 西北林学院学报, 2022, 37(3): 171-179.
- [28] 高凌智, 李彬, 史海滨, 戚迎龙, 徐昭, 刘美含, 贾琼. 鄂尔多斯高原西部降水量变化特征分析——以鄂托克旗为例. 甘肃农业大学学报, 2020, 55(6): 150-159.
- [29] 永海, 文明, 铁木尔巴格那. 荒漠地区实施草原生态补奖政策存在的问题及对策研究——以乌审旗为例. 内蒙古科技与经济, 2022, 41(2): 10-11, 70.
- [30] 王慧, 杜富林. 草地类型异质性视角下牧户经营规模决策的比较研究. 草地学报, 2023, 31(10): 3123-3135.
- [31] Chu L Q, Hou M Y, Jiang Z D. How does the fragmentation of pasture affect grassland ecology? Evidence from typical pastoral areas in China. Ecological Indicators, 2022, 136(3): 108701.
- [32] 史雨星. 牧户草场转入及其对牧业经营可持续性的影响研究[D]. 杨陵:西北农林科技大学, 2023.
- [33] 马如意, 乔光华. 基于 DEA 模型的农业上市公司经营效率实证分析. 内蒙古科技与经济, 2020, 39(15): 47-50.
- [34] 武丽雯, 李平, 钱政成, 金嘉伟, 智荣. 基于 DEA-Tobit 模型的牧户畜牧业生产效率及影响因素分析——以锡林郭勒盟为例. 中国草地学报, 2021, 43(5): 97-105.
- [35] Kawasaki K. The Impact of Land Fragmentation on Rice Production Cost and Input Use. The Japanese Journal of Rural Economics, 2011, 13(1): 1-14.
- [36] Feng X L, Ma W L, Liu M Y, Qiu H G. Impact of grassland transfer on technical efficiency of livestock production in Northern China. Applied Economics, 2021, 54: 1-17.
- [37] 文高辉, 杨钢桥, 汪文雄, 赵微. 基于农户视角的耕地破碎化程度评价——以湖北省“江夏区—咸安区—通山县”为例. 地理科学进展, 2016, 35(9): 1129-1143.
- [38] 冷仙, 曾源, 周键, 杨飞龄, 武瑞东. 基于熵权 TOPSIS 法的西南自然保护区景观保护成效评价. 生态学报, 2023, 43(3): 1040-1053.
- [39] Zhao Z, Wang G, Chen J, Wang J Y, Zhang Y. Assessment of climate change adaptation measures on the income of herders in a pastoral region. Journal of Cleaner Production, 2019, 208(3): 728-735.
- [40] Zhou L, Du F. Research on priorities in climate change adaptation for grassland husbandry. Pratacultural Science, 2014, 31(5): 982-992.
- [41] 褚力其, 张志涛, 姜志德. 草场破碎化如何影响牧户实现草畜平衡——以内蒙古与青海典型牧区为例. 农业技术经济, 2022, 41(8): 83-96.
- [42] 杨婷婷, 丁路明, 齐小晶, Jean F T, Gaelle B, Doryane B, 龙瑞军. 不同草地所有权下家庭牧场生产效率比较分析. 生态学报, 2016, 36(5): 1360-1368.
- [43] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析:方法和模型发展. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- [44] 朱明月, 李海央. 土地流转影响农业规模经营效率的传导路径检验. 农村经济, 2021, 41(5): 64-72.
- [45] 孙莹. 林地细碎化对林地经营效率的影响研究[D]. 广州:华南农业大学, 2023.
- [46] 董海宾, 刘思博, 蒋奇申, 白海花, 尹燕亭, 侯向阳. 外购干草对牧民载畜行为的影响研究. 草地学报, 1-10[2024-01-26].
- [47] 昂伦, 张卫青, 赛西雅拉图, 李晓佳. 季节性轮牧对阿巴嘎旗典型草原土壤养分的影响. 干旱区资源与环境, 2017, 31(7): 79-84.
- [48] 杨红香, 邹晓蔓, 张成鹏. 我国农地细碎化问题研究评述. 青岛农业大学学报:社会科学版, 2022, 34(2): 26-29, 34.
- [49] 张成鹏, 邹晓蔓, 康威, 郭沛. “一户一田”地块整合模式:形成机理、经验做法和实施成效. 世界农业, 2023, 45(3): 97-107.
- [50] Cao J J, Holden N M, Adamowski J F, Deo R C, Xu X Y. Can individual land ownership reduce grassland degradation and favor socioeconomic sustainability on the Qinghai-Tibetan Plateau?. Environmental Science & Policy, 2018, 89(11): 92-197.
- [51] Li W J, Saleem H. A, Zhang Q. Property rights and grassland degradation: A study of the Xilingol Pasture, Inner Mongolia, China. Journal of Environmental Management, 2007, 85(2): 461-470.
- [52] Li W J, Lynn H. China's Grassland Contract Policy and Its Impacts on Herder Ability to Benefit in Inner Mongolia: Tragic Feedbacks. Ecology and Society, 2011, 16(2): 1-2.
- [53] Zhang R X, Tan S H, David H, Dai W Z. Multi-household grassland management pattern promotes ecological efficiency of livestock production. Ecological Economics, 2020, 171(5): 106618.
- [54] 谭淑豪, 杜辉, 戴微著, 王硕. 以集体行动促牧区草地资源走出治理困境. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(2): 176-187.