

# 新一轮退耕还林还草工程对土地利用效率的影响

## ——基于黄河流域的实证研究

薛建春

(内蒙古科技大学 经济与管理学院, 内蒙古 包头 014010)

**摘要:** [目的] 分析新一轮退耕还林还草工程实施对黄河流域土地利用效率的影响机制与政策效果, 为深刻理解土地利用效率与持续推进退耕还林还草工程提供理论参考。[方法] 以黄河流域新一轮退耕还林还草工程政策实施作为自然实验, 采用包含非期望产出指标的 Super-Window-DEA 模型测度土地利用效率, 采用双重差分模型与中介效应模型分析政策效果与传导途径。[结果] ①2009—2020年黄河流域69个城市的土地利用效率略有下降, 上游(0.546 5)和下游(0.419 9)的土地利用效率高于中游(0.279 5); ②新一轮退耕还林还草工程显著抑制了土地利用效率的提高, 且政策的负向影响存在异质性, 同时, 经济发展和人口密度也分别促进和抑制土地利用效率; ③耕地所占比例与财政支出是新一轮退耕还林还草工程影响土地利用效率的中介变量, 且耕地比例是部分中介。[结论] 建议在肥力较差、劳动力投入匮乏的土地上推进退耕还林还草工程, 鼓励黄河流域各城市开展未利用土地的开荒复绿工作, 后续退耕还林还草工程实施过程中根据流域之间土地利用的不同功能开展黄河流域上中下游之间、流域内城市之间的生态补偿, 并充分借助信贷资金, 引入生态产业化发展, 推动绿色产业升级, 探索退耕还林还草工程生态补偿的新模式。

**关键词:** 土地利用效率; 退耕还林还草工程; 双重差分法; 黄河流域

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2023)06-0155-10

中图分类号: F293.2

**文献参数:** 薛建春. 新一轮退耕还林还草工程对土地利用效率的影响[J]. 水土保持通报, 2023, 43(6): 155-164. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2023.06.020; Xue Jianchun. Impacts of a new round of returning farmland to forests and grasslands project on land use efficiency [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2023, 43(6): 155-164.

## Impacts of a New Round of Returning Farmland to Forests and Grasslands Project on Land Use Efficiency —Empirical Study in Yellow River Basin

Xue Jianchun

(College of Economics and Management, Inner Mongolia  
University of Science and Technology, Baotou, Inner Mongolia 014010, China)

**Abstract:** [Objective] The impacts mechanism and policy effectiveness of the implementation of a new round of the returning farmland to forests and grasslands project on land use efficiency in the Yellow River basin were analyzed in order to provide a theoretical reference for understanding land use efficiency and promoting a new round of the returning farmland to forests and grasslands project. [Methods] The implementation of a new round of the returning farmland to forests and grasslands project in the Yellow River basin was used as a natural experiment. Land use efficiency was measured by the Super-Window-DEA model including unexpected output indicators. The double difference model and the mediation effect model were used to analyze the policy effectiveness and transmission pathways. [Results] ① Land use efficiency of 69 cities in the Yellow River basin slightly decreased from 2009 to 2020. Land use efficiencies for the upstream (0.546 5) and downstream (0.419 9) regions were higher than for the midstream region (0.279 5). ② The new round of the returning farmland to forests and grasslands project significantly suppressed the increase in land use

收稿日期: 2023-06-18

修回日期: 2023-10-16

资助项目: 国家自然科学基金项目“低碳约束下黄河流域城市土地利用效率研究: 测度、驱动机理与提升路径”(42061051); 教育部春晖计划项目(HZKY20220422); 内蒙古自然科学基金项目(2022LHMS07003)

第一作者: 薛建春(1978—), 女(汉族), 内蒙古自治区呼和浩特市人, 教授, 博士, 主要从事土地资源经济与利用管理研究。Email: xuejc19@163.com.

efficiency, and the negative effects of policies were heterogeneous. Meanwhile economic development increased land use efficiency and population density decreased land use efficiency. ③ The proportion of arable land and fiscal expenditures were mediating variables for the impact of the new round of the returning farmland to forests and grasslands project on land use efficiency. Moreover, the proportion of farm land was a partial mediator. [Conclusion] The results of this study suggested increasing the implementation of returning farmland to forests and grasslands project on land with poor fertility and scarce labor input, encouraging cities in the Yellow River basin to open up wasteland and implement green policies for unused land. Additionally ecological compensation between the upper, middle, and lower reaches of the Yellow River basin and cities within the basin should be carried out. Full use should be made of credit funds to lead into ecological industrialization development. Upgrading of green industries should be promoted and efforts should be encouraged to develop a new model of ecological compensation for the project of returning farmland to forests and grasslands.

**Keywords:** land use efficiency; returning farmland to forests and grasslands project; double difference model; Yellow River basin

退耕还林还草工程是中国实施西部开发与可持续发展战略的一项重大举措。新中国成立初期,因粮食问题制约,中国曾一度毁林垦荒、开发坡耕地种植,但伴随着土地沙漠化、水土流失等生态代价也接踵而至。1999年,党中央、国务院从中华民族长远发展和国家生态安全角度出发作出重大决策,在全国范围内实施以粮食换生态的退耕还林还草工程。从发展历程看,1999年开始实施第一批退耕还林还草工程,主要针对 $25^\circ$ 以上的陡坡耕地、破坏生态环境开垦、围垦土地等,涉及25个省(区、市)和新疆生产建设兵团的287个地市(含地级单位)2422个县(含县级单位),15a时间共实施退耕还林还草 $9.27 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,宜林荒山荒地造林 $1.75 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ,封山育林 $3.07 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,造林总面积 $2.98 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 。2014年开始实施新一轮退耕还林还草工程,多个中央文件和《政府工作报告》都要求巩固退耕还林还草成果,并扩大退耕还林还草规模,加快实施进度,主要针对陡坡耕地、严重沙化耕地和严重污染耕地。截至2020年已对具有条件的 $2.83 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 坡耕地与严重沙化耕地实施了退耕还林还草。一方面,新一轮退耕还林还草工程通过改变土地利用类型增加了生态覆被面积,另一方面新一轮退耕还林还草工程更体现了不同地理、气候和立地条件下,宜乔则乔、宜林则林、宜草则草的思想。从经济效益角度,工程实施降低了土地的经济收益,但是从生态效益角度,工程实施提高了土地利用的生态收益。为了更充分验证新一轮退耕还林还草工程实施与区域土地利用之间的关联性,新一轮退耕还林还草工程实施对土地利用效率体现促进还是抑制作用?不同类型、不同流域城市的工程实施效果是否存在异质?这一系列的问题需要客观的量化研究和科学评估。客观公正地评估新一轮退耕还林还草工程政策

实施效果,有利于总结工程经验和巩固工程成果,为深刻理解土地利用效率与2020年后持续推进退耕还林还草工程提供可借鉴的理论参考。

## 1 影响机制与文献综述

### 1.1 新一轮退耕还林还草工程与土地利用效率影响机制

波特假说认为,严格而灵活的环境规制可以提高生产率,新一轮退耕还林还草工程可以视为一项政策性很强的生态环境规制,由于其直接作用于区域土地,影响区域生态效益与经济效益,因而对土地利用结构、土地利用效率产生直接影响效应。基于此,本文认为新一轮退耕还林还草政策可以影响区域土地利用效率,具体分析为:①实施新一轮退耕还林还草工程可以优化土地资源配置进而影响土地利用效率,新一轮退耕还林还草工程主要实施地在中国的西部,西部土地资源虽然总量较东部地区更大,但是土地资源相对贫瘠,水土流失、土地荒漠化导致地区生态环境恶劣,土地生物产出、经济产出薄弱,土地利用效率较低。改善土地退化特征、开展土地适宜性利用可以有效促进当地社会经济发展。土地利用结构(耕地比例)可能是新一轮退耕还林还草工程影响土地利用效率的中介变量。②实施新一轮退耕还林还草工程可以通过土地利用的规模效应影响区域生态环境效益,通过技术效应提高土地经济效益,进而改变土地利用效率。在技术水平不变的情况下,建设用地规模越大对生态破坏的可能性也越大,已有研究<sup>[1]</sup>表明黄河流域城市土地利用纯技术效率略高于规模效率,利用技术创新可以更快促进土地利用效率提升。③新一轮退耕还林还草工程优化农民收入结构,促进农村劳动力转移,改变土地利用的劳动力投入与经济产出,进

而影响土地利用效率。退耕还林还草工程投资通过生态补偿与减少种粮的生产性支出增加退耕农户收入,但是可能因此降低区域经济增长,进而辐射土地利用效率。2000 年退耕投资对农村居民人均收入贡献率约 13.12%,农业劳动力转移速度 2.44%。退耕还林还草工程将农村劳动力从坡耕农业生产中解脱出来从事非农生产经营活动,劳动生产率相对提高。④新一轮退耕还林还草工程依赖财政支出实现,而较高的财政支出需要较高的财政税收,所以,财政结构也可能是新一轮退耕还林还草工程影响土地利用效率的中介变量。

## 1.2 退耕还林还草工程相关研究

现有研究多将退耕还林还草工程与农户生产效率、土地生产率、农民收入结合,研究发现,退耕还林还草对经济、社会和环境都产生了深远影响,其中退耕还林规模显著提高了农户农业生产效率<sup>[2]</sup>,同时还使地区农业生产效率的收敛性发生变化<sup>[3]</sup>。新一轮退耕还林还草工程促进了退耕农户对剩余耕地的利用水平,缓解了因退耕导致的粮食减产压力<sup>[4]</sup>,新一轮退耕还林还草工程也促进了农户收入增长,而且还加快了农户生计转型的进程<sup>[5]</sup>,小规模退耕农户的农业全要素生产率的增长主要来自于农业技术效率改善,大规模退耕农户的农业全要素生产率增长主要来自于农业技术进步<sup>[6]</sup>。放松退耕地间种约束具有一定的合理性<sup>[7]</sup>,可以有效促进农民经济收入,实现持续动态减贫<sup>[8-9]</sup>。此外,对退耕还林还草政策的影响研究还体现在微观层面的政策合理性与环境价值评价等,实施退耕还林还草政策可以致使区域土地利用发生剧烈变化,并明显改善土地生产力,若配合相邻土地流转与集中政策,更可以促进退耕还林还草工程的可持续性<sup>[10]</sup>;具体到研究区域,河北省 10 个地级城市的退耕还林还草工程资源配置不合理,仅廊坊市的生态效率有效<sup>[11]</sup>。延安在实施退耕还林还草后土地利用均匀性降低,土地利用丰富度减小<sup>[12]</sup>。内蒙古自治区太仆寺旗实施退耕还林还草政策导致区域土地利用剧烈变化,且综合效益与生态效益变化趋势一致<sup>[13]</sup>。也有学者<sup>[14]</sup>从多主体互动均衡视角观察,发现乡镇政策绩效随时间推移不断弱化,后期私利逻辑弊病的败露及退耕还林政策与其他农业政策的叠加比较,导致农民产生相对剥夺感,导致政策不能实现良好持久的绩效。这些研究为退耕还林还草工程影响土地利用、经济发展等提供了理论依据,也为本文探寻新一轮退耕还林还草工程实施对土地利用效率的政策影响提供了依据。综上所述,现有研究存在以下不足:①现有退耕还林还草政策的绩效评估主

要是基于农户或者牧民的微观数据,缺乏对大尺度区域范围的政策绩效评估,②现有退耕还林还草政策研究缺乏利用计量模型评估政策对土地利用效率的影响效应。

基于此,本文以黄河流域 69 个城市为研究对象,利用双重差分模型与中介效应模型检验新一轮退耕还林还草政策对土地利用效率的影响效应。相较于现有研究成果,本文的贡献主要体现在以下两个方面:①首次从黄河流域视角将新一轮退耕还林还草工程实施与土地利用效率建立联系,并利用双重差分方法识别工程实施的政策效应;②深入讨论工程实施的影响效应,理解政策效应发生区域异质性的原因,探讨在流域内部建立补偿机制的依据,为进一步完善流域内部实施退耕还林还草工程提供政策建议,有效促进黄河流域内部各地区实施退耕还林还草工程的积极性。

## 2 研究方法

### 2.1 政策识别

本研究以 2009—2020 年黄河流域 69 个城市为研究样本,由于新一轮退耕还林还草政策实施主要面向陡坡耕地较多的山西、湖北、湖南、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西和甘肃省区内县市以及三峡库区、丹江口库区及上游地区县市,通过对比,确定黄河流域内 32 个城市实施了新一轮退耕还林还草工程。使用双重差分法估计新一轮退耕还林还草工程实施对土地利用效率的影响,当控制其他因素不变的条件下,双重差分法可以检验处理组工程实施前后土地利用效率是否存在显著差异,模型形式设定为:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 DID_{it} + \beta_2 control_{it} + \delta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: $Y_{it}$ 为因变量,表示黄河流域土地利用效率的对数值; $DID_{it}$ 为核心解释变量, $DID_{it} = treatment_t \times time_t$ , $treatment_t = 1$ 代表所在城市实施新一轮退耕还林还草工程,是本文的处理组, $treatment_t = 0$ 表示该城市未实施新一轮退耕还林还草工程。由于新一轮退耕还林还草工程是 2014 年提出,各地具体开始实施时间也基本自 2014 年开始,因此,选择  $year \geq 2014$  时, $time = 1$ ,否则为 0;下标  $i$  和  $t$  分别表示黄河流域内的城市和年份; $control_{it}$ 表示影响土地利用效率的个体城市  $i$  和时间  $t$  的控制变量; $\delta_i$ 表示城市固定效应,控制了影响土地利用效率不随时间变动的个体因素; $\gamma_t$ 表示时间效应,控制了随时间变化土地利用效率的时间因素; $\varepsilon_{it}$ 表示误差项,估计系数  $\beta_1$  是体现政策净效应的系数,若  $\beta_1$  为正则政策促进土地利用效率,反之亦反。

借鉴张国建<sup>[15]</sup>探究政策效果是否对不同地理位置的城市或者不同类型城市存在差异性,本文设置虚拟变量  $did\_n$ ,其中  $n$  分别取 1,2,3,4;  $did\_n \neq 0$  分别表示 2014 年后新一轮退耕还林还草工程实施城市处于黄河流域干流和上游,属于资源型城市,属于成熟类型资源城市,否则设置为 0。这里处于黄河流域干流的城市一共有 29 个;将黄河流域划分为上、中、下游 3 个流域,其中上游包含青海、宁夏、甘肃省区的 25 个城市,中游包含内蒙古、陕西、山西省区的 26 个城市,下游包含河南、山东省的 18 个城市。这里的资源型城市划分标准依据发改委《资源型城市可持续发展规划(2013—2020 年)》,将黄河流域资源型城市划分为成熟型、成长型、再生型和衰退型 4 类。黄河流域共有资源型城市 35 个,其中成熟型 16 个,成长型城市 9 个,再生型城市 4 个,衰退型城市 6 个。  $DID_{ijt} = treatment_t \times near_j \times time_t$ ,模型设定形式为:

$$lneff_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{ijt} + \alpha_2 control_{it} + \delta_i + \gamma_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

其中,处理组是实施新一轮退耕还林还草工程的城市,控制组是原先控制组中去除了处于支流(或者中下游)且实施了新一轮退耕还林还草工程的城市,或者是原先控制组中去除了属于资源型(或者成熟型资源)城市且实施了新一轮退耕还林还草工程的城市。估计系数  $\alpha_1$  为正,说明生态政策对不同地理位置的城市或者不同类型城市存在异质性。

在稳健性检验的时候,根据倾向匹配得分(PSM)的思想,通过寻找与处理组相似的控制组,降低由于样本选择带来的偏误引发的负面影响,增强政策评估的合理性。首先,利用控制变量预测每个城市设定为实施新一轮退耕还林还草工程的概率,采用近邻匹配、半径匹配、核匹配三种方法对实施新一轮退

$$s.t. \begin{cases} x_{ij} = \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- & (i=1,2 \dots m) \\ y_{rj}^g = \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_r^{g+} & (r=1,2 \dots q_1) \\ y_{rj}^b = \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_r^{b+} & (r=1,2 \dots q_2) \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, S_j^- \geq 0, S_r^{g+}, S_r^{b+} \geq 0 & (j=1,2 \dots n) \end{cases} \quad (4)$$

式中:  $\rho_j$  为  $j$  城市的土地利用效率值,测度过程包含  $m$  种投入和  $q$  种产出;  $S_i^-$  表示过度投入;  $S_r^{g+}, S_r^{b+}$  表示产出不足。

本文的因变量选取各城市的土地利用效率对数值进行分析。

(2) 核心解释变量。新一轮退耕还林还草实施区交互项  $DID_{it} = treatment \times time$ ,2014 年 9 月 25 日发改西部[2014]2155 号文下发了新一轮退耕还林还草总体规模与任务安排,各地纷纷开始实施,因此

耕还林还草工程的城市匹配对照组,使得处理组与对照组在实施新一轮退耕还林还草工程前尽可能没有显著差异,以减少处理组在设立时由于自选择偏误发生的内生性问题。然后再利用 DID 方法识别新一轮退耕还林还草工程实施对土地利用效率的影响效应。

土地利用效率是土地资源分配与利用过程中投入成本产生的效益,本研究中的投入主要考虑土地面积、投资额、从业人数的投入,产出效益主要考虑建设用地的二三产业经济产出与研究区域内的土地利用碳排放量。前者作为期望产出、后者作为非期望产出。研究目的是分析新一轮退耕还林还草工程实施以来的土地生态效益是否有效冲抵建设用地扩张引发的生态脆弱性。或者说环境规制产生的碳汇效应是否高于因此而降低的经济效应,即是否促进城市土地利用效率提升。

## 2.2 变量选取

(1) 因变量。黄河流域不同城市的土地利用效率借助 MaxDEA 软件采用包含非期望产出的 Super-SBM-DEA 模型测度。这种数据包络方法不需要给出具体的生产函数形式,模型设置窗口宽度 12,窗口偏移量 0,投入指标选取建设用地面积、地均固定资产投资额、第二三产业从业人数,产出指标分为期望产出指标地均二三产业产值、非期望产出指标土地利用碳排放量。这里所有数据按照行政区划设定的城市边界统计数据。由于使用超效率模型,效率结果还可以具体区分有效决策单元的效率大小,模型规划形式为:

$$\min_s \rho_j = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (S_j^- / x_{ij})}{1 + \frac{1}{q} [\sum_{r=1}^q (S_r^{g+} / y_{rj}) + \sum_{r=1}^q (S_r^{b+} / y_{rj})]} \quad (3)$$

选定 2014 年及以后年度,时间虚拟变量  $time$  设置为 1,2009—2013 年均设置为 0,  $treatment$  是政策组别的虚拟变量。

(3) 控制变量。土地利用效率受多种因素影响,除了退耕还林还草工程的实施,还有经济发展、人口增长、城镇化水平、政府干预程度等。本文选取人均 GDP 代表经济发展,人口密度代表人口压力的影响,非农人口数量与总人口数量比值表示城镇化水平,财政支出占总 GDP 比重表示政府干预程度,所有控制

变量均取对数值代入模型。

(4) 中介变量。选择耕地比例、财政支出和科技进步 3 个指标作为新一轮退耕还林还草工程实施影响土地利用效率的中介变量,验证是否存在中介效应。其中耕地比例采用耕地与城市行政区划面积的比值计算。

(5) 其他变量。 $did\_1$  表示工程实施处理变量与城市所处干流或支流的交互项, $did\_2$  表示工程实施处理变量与城市所处上、中、下游的交互项, $did\_3$  表示工程实施处理变量与城市是否资源型城市的交互项, $did\_4$  表示工程实施处理变量与资源城市类型的交互项。

### 2.3 数据来源与描述性统计

数据来源主要是两类:①土地利用效率测度所需宏观经济数据与城市其他控制变量,主要来源于黄河流域历年《城市统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》,

为了消除通货膨胀的影响,选用 GDP 指数以 2009 年为基期对资金数据进行平减;②新一轮退耕还林还草工程实施的政策数据,依据发改西部〔2014〕1772 号《关于印发新一轮退耕还林还草总体方案的通知》以及各城市政府网站的工程县级行政区确定实施城市,69 个黄河流域城市中 32 个城市参与了新一轮退耕还林还草工程。

表 1 为新一轮退耕还林还草政策节点前后实施区与非实施区的基本特征。由表 1 可以看出,非实施城市的土地利用效率普遍高于实施城市,非实施城市的城镇化水平、人均 GDP、人口密度也普遍高于实施区,这主要是因为,新一轮退耕还林还草工程主要在 25°以上坡度的区域以及三峡库区、丹江口库区等水源涵养区实施,这些地区不包含地理条件相对较好的省会城市和经济发展较好的平原城市,所以经济发展水平与人口密度等均较低。

表 1 新一轮退耕还林还草政策前后实施区与非实施区描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of implementation area and non implementation area before and after new round of returning farmland to forests and grasslands policy

指标	政策实施前			政策实施后			二阶差分
	实施区	非实施区	一阶差分	实施区	非实施区	一阶差分	
城市土地利用效率	0.369 5	0.437 0	-0.067 5	0.379 5	0.451 1	-0.071 6	-0.004 1
城镇化水平/%	31.72	35.38	-3.66	33.78	37.31	-3.53	0.13
人均 GDP/(万元/人)	3.06	3.36	-0.30	4.40	4.87	-0.47	-0.17
政府干预程度/%	13.32	10.73	2.59	7.48	7.71	-0.23	2.36
人口密度/(人·km <sup>-2</sup> )	191.49	388.31	-196.82	196.09	393.59	-197.50	-0.68

### 2.4 平行趋势检验

本文借鉴 Jacobson 提出的时间分析法对新一轮退耕还林还草政策进行实证检验,将核心解释变量替换为新一轮退耕还林还草政策实施前与实施后若干年的哑变量,构建以下方程模型:

$$\ln \text{eff}_{it} = \beta_0 + \prod_{s \geq -8}^3 \beta_s D_s + \beta_2 \text{control}_{it} + \delta_i + \gamma_t + \epsilon_{it} \quad (5)$$

式中: $D_s$  为政策实施推行当年年份的哑变量, $s$  取负值表示城市推行新一轮退耕还林还草工程前  $s$  年,正数表示城市推行新一轮退耕还林还草工程后  $s$  年。以政策实施前 5 a 设定为基准组; $\beta_s$  表示一系列估计值。

### 2.5 中介效应机制检验

为了进一步验证工程实施与土地利用效率之间的传导机制或者是中间机制如何运行? 增设如下假设:①新一轮退耕还林还草工程通过耕地比例或财政支出发生传导作用抑制土地利用效率,考虑退耕还林还草工程直接改变土地利用结构,影响土地的经济产出与生态产出,减少土地利用效率的投入、增加非期望产出发生抑制作用;②新一轮退耕还林还草工程通过技术进步影响土地利用效率,考虑科技进步是推动社会、经济发展的主要方式,进而也会影响土地利

用效率的期望产出达到效果。利用中介效应检验方法,在政策识别的基础上构建中间效应检验模型为:

$$\ln \text{eff}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{DID}_{it} + \alpha_2 \text{control}_{it} + \delta_i + \gamma_t + \epsilon_{it} \quad (6)$$

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{DID}_{it} + \beta_2 \text{control}_{it} + \delta_i + \gamma_t + \epsilon_{it} \quad (7)$$

$$\ln \text{eff}_{it} = \varphi_0 + \varphi_1 \text{DID}_{it} + \varphi_2 M_{it} + \varphi_3 \text{control}_{it} + \delta_i + \gamma_t + \epsilon_{it} \quad (8)$$

式中: $M_{it}$  为中介变量,分别表示耕地比例(farm)、财政支出(lnfiscal)和科技进步(lntech),工程实施的总效应为  $\alpha_1$ ,直接效应为  $\varphi_1$ ,中间变量  $M_{it}$  的间接效应为  $\beta_1 \varphi_2$ ,前面的分析中,退耕还林还草工程实施对土地利用效率显著抑制,即  $\alpha_1$  显著为负。如果此次回归结果中  $\varphi_1$  与  $\varphi_2$  均显著,说明中介效应显著,若  $|\varphi_1| < |\alpha_1|$ ,说明  $M_{it}$  是部分中介变量;如果  $\varphi_1$  不显著,同时  $\beta_1 \varphi_2$  显著,则  $M_{it}$  是完全中介变量;如果  $\beta_1$  或  $\varphi_1$  其中之一不显著,需要借助 bootstrap 检验判定是否存在中介效应。

## 3 实证结果分析

### 3.1 黄河流域土地利用效率空间分布

分析黄河流域 69 个城市各年的平均土地利用效

率值(图 1),可以发现研究时期内呈现先下降后上升的趋势,2020 年的平均值较 2009 年仅下降 0.023 6。具体到城市,2009 年与 2020 年不同城市土地利用效率的空间演化显示,济源市的土地利用效率值增长最多,玉树藏族自治州的土地利用效率下降最多。观察不同流域,无论是研究初期还是研究末期,上游(0.546 5)和下游(0.419 9)的土地利用效率均值高于中游(0.279 5),这与中游的气候、土壤环境直接相关。另一个原因是中游地区以资源型城市为主,伴随资源的开发利用与城市工业化建设的快速发展,土地碳排放增多,城市土地利用效率并没有得到有效提升。

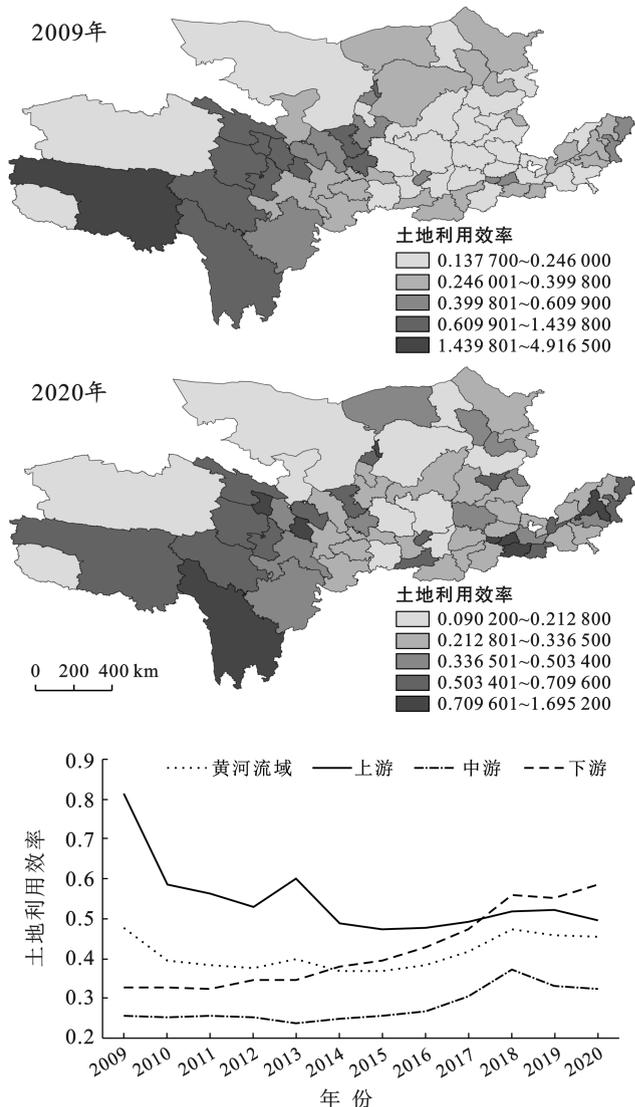


图 1 黄河流域土地利用效率空间演化与时序变化

Fig.1 Spatial evolution and temporal changes of land use efficiency in Yellow River basin

### 3.2 基准回归结果

利用双向固定效应 DID 模型识别新一轮退耕还林还草政策对城市土地利用效率的影响,基准回归结果详见表 2。表 2 中第 1 列为未加入控制变量的回归

结果,政策虚拟变量(did)的估计系数在 5%水平显著为负,第 2—4 列是逐步引入控制变量的估计结果,政策虚拟变量的估计系数依旧显著为负,其中第 2 列只控制时期效应,第 3 列是控制了时期效应,个体效应控制到省级效应,第 4 列是控制了时期效应,个体效应控制到市级效应。可以发现,4 个回归结果都显示,新一轮退耕还林还草工程显著抑制了土地利用效率,在市级层面的抑制作用相对较强,但对省级城市土地利用效率的抑制作用较弱。

继续分析黄河流域内城市 2009 年和 2020 年的土地利用转型情况(表 3),可以发现研究时期内主要的土地转出类型是草地、耕地和未利用地,其中草地转出面积约 47 363.04 km<sup>2</sup>,变化比率为 52.03%,而主要转入土地类型是林地和草地。研究时期内耕地、林地、建设用地面积分别增加 1 418.00,23 278.65 和 1 617.31 km<sup>2</sup>,而草地、未利用土地面积分别减少了 17 874.49 和 8 843.98 km<sup>2</sup>。研究时期内黄河流域各城市正积极招商引资开展城镇化建设与工业化建设,促进建设用地增加,同时,新一轮退耕还林还草工程实施也积极促进了林业用地与草地增加,土地利用结构变化显著。分析各控制变量,人口密度显著抑制黄河流域城市土地利用效率的提升,人口越密集的城市其土地利用效率值越低。在模型(3)和(4)中,政府干预程度也促进土地利用效率,即财政支出占 GDP 比例越高其土地利用效率也越高。

### 3.3 异质性与溢出效应分析

由于土地要素结构、经济基础等因素的差异导致在不同城市中新一轮退耕还林还草工程实施存在差异,因此需要对上述的基准回归结果进行异质性分析。本文主要从 4 个角度开展:①工程实施城市流经黄河干流或者支流;②工程实施城市所处黄河流域的上、中、下游;③工程实施城市是否是资源型城市;④实施区资源型城市发展类型。

模型验证时,将流域变量、城市类型变量分别与新一轮退耕还林还草工程处理变量的交叉项加入回归模型中,同时控制各自变量本身。结果如表 4 所示。表中第 1 列的回归结果显示,处于黄河流域干流的新一轮退耕还林还草工程实施城市与支流城市相比,干流城市的工程实施政策对土地利用效率影响虽然显著但负效应被削弱了(-1.48%),可能的原因是处于干流的城市在实施退耕还林还草工程时,水源相对充沛,林草碳汇效应发挥较好导致土地利用的负向效应减弱。第 2 列结果显示与上游城市相比较,处于中下游流域实施退耕还林还草城市的土地利用效率的负向效应也被削弱,削弱的负向作用约-22.90%。

第 3 列结果显示与非资源城市相比较,资源型城市实施新一轮退耕还林还草工程对土地利用效率的负向作用也表现出抑制,抑制作用被减弱了(-4.94%)。第 4 列结果显示与成熟型资源城市比较,成长型、再

生型、衰退型资源城市的新一轮退耕还林还草工程对土地利用效率的负向效应也被削弱(-10.06%)。表明新一轮退耕还林还草工程对土地利用效率的抑制作用因地理位置和城市类型不同而存在差异。

表 2 城市土地利用效率基准回归结果  
Table 2 Benchmark regression result of urban land use efficiency

变量	土地利用效率			
	1	2	3	4
did	-0.218 0*** (0.053 0)	-0.257 7*** (0.054 0)	-0.222 8** (0.086 0)	-0.090 7** (0.031 5)
lnurban		0.173 0*** (0.056 9)	0.170 9(0.123 4)	0.044 1(0.061 7)
lnpgdp		0.202 1*** (0.043 3)	0.114 1** (0.201 1)	0.161 1*** (0.051 4)
lnfina		0.090 7(0.067 9)	0.145 6** (0.066 6)	0.216 0*** (0.050 2)
lndensity		-0.052 9*** (0.014 5)	-0.117 3*** (0.051 6)	-0.037 9(0.050 6)
_cons	-1.045 4*** (0.081 6)	-1.487 4*** (0.239 9)	-2.551 7*** (0.657 4)	-1.484 9*** (0.296 4)
省级效应	否	否	否	是
市级个体效应	否	否	是	否
时间效应	是	是	是	是
R <sup>2</sup>	0.043 1	0.098 0	0.423 3	0.895 3
N	828	828	828	828

注:括号内数据是标准误;\*,\*\*,\*\*\*分别表示10%,5%,1%显著性水平。下同。

表 3 黄河流域土地利用转型矩阵  
Table 3 Matrix of land use transformation in Yellow River basin

项目	2020 年					
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
2009年 耕地	243 228.60	8 349.49	8 150.30	2.60	1 128.24	46.57
林地	2 435.10	183 075.74	5 289.76	0.00	104.97	14.90
草地	16 640.21	22 189.64	1 079 063.94	110.86	376.37	8 045.96
水域	0.00	0.00	112.33	12 129.30	0.19	539.69
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	22 111.74	0.00
未利用地	19.89	584.25	15 936.16	943.27	7.54	509 221.79

表 4 城市土地利用效率异质性与溢出效应分析  
Table 4 Analysis of heterogeneity and overflow effect of urban land use efficiency

变量	土地利用效率			
	1	2	3	4
did	-0.144 6*** (0.035 4)	-0.440 2*** (0.056 2)	-0.144 4*** (0.036 0)	-0.146 3*** (0.034 2)
did_1	0.129 8*** (0.044 5)			
did_2		0.211 2*** (0.026 3)		
did_3			0.095 0** (0.040 6)	
did_4				0.045 7*** (0.017 3)
lnurban	-0.063 5(0.059 8)	-0.064 0(0.055 0)	-0.0269 (0.062 4)	-0.028 6(0.062 8)
lnpgdp	0.172 8*** (0.052 4)	0.177 9*** (0.054 0)	0.179 8*** (0.052 0)	0.182 4*** (0.052 4)
lnfina	0.213 6*** (0.050 1)	0.185 7*** (0.054 8)	0.216 2*** (0.050 6)	0.218 7*** (0.050 4)
lndensity	-0.041 4(0.049 0)	-0.020 3(0.054 5)	-0.041 5(0.048 8)	-0.043 3(0.049 0)
个体效应	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是
_cons	-1.403 8*** (0.285 5)	-1.425 8*** (0.288 5)	-1.539 7*** (0.291 2)	-1.534 6*** (0.293 1)
R <sup>2</sup>	0.896 6	0.901 8	0.896 0	0.896 5
N	828	828	828	828

注:每一列中由于控制了个体效应导致哑变量的效果被吸收了,因此没有汇报估计结果。

### 3.4 平行趋势检验与动态分析

双重差分模型使用的前提是处理组与对照组满

足平行趋势假设,即在没有实施新一轮退耕还林还草工程前,处理组与对照组的发展趋势一致。图 2 为新

一轮退耕还林还草工程实施前的平行趋势事前检验和残差均值平行趋势检验。可以发现,估计结果验证

了平行趋势假设,而且表明政策效果在发生之后呈现逐渐上扬态势。

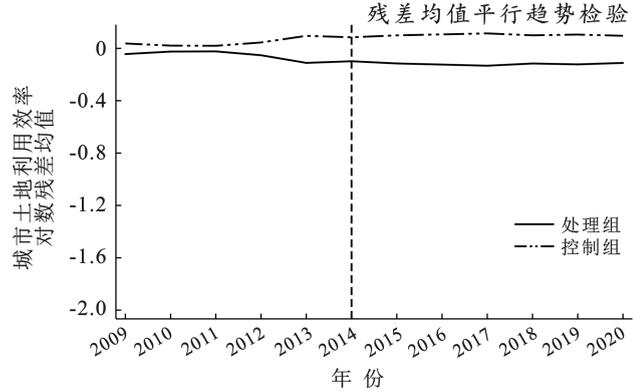
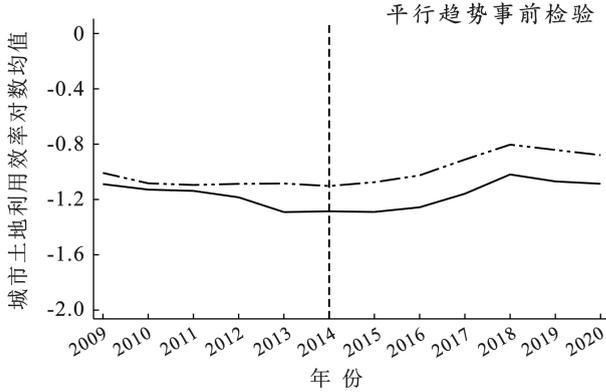


图 2 实施区与非实施城市的土地利用效率对数平均值变化

Fig.2 Changes in logarithmic mean of land use efficiency between implementation and non implementation cities

图 3 为土地利用效率的系数估计动态影响情况。可以发现,新一轮退耕还林还草工程实施前系数估计值都显示为正值,工程实施后系数估计值显著为负,估计结果再次验证了平行趋势假设,而且工程实施 3 a 以后系数估计值才显示上扬趋势,推测新一轮退耕还林还草工程实施后 5 a 之内依旧不能显性促进城市土地利用效率,但更长时间序列内可能会呈现促进城市土地利用效率的增长效应,但目前受数据的约束暂时无法得到验证。

土地利用效率依旧显示抑制作用,且不同匹配方法的估计系数、符号和显著性水平与基准回归结果基本一致。

3.5 其他稳健性检验

为了确保基础回归结果的稳健性,本文利用倾向匹配得分方法解决观测变量的偏差问题,再用双重差分方法消除时间变化对观测变量的影响,PSM-DID 方法的稳健性检验结果如表 5 所示。由表 5 可见,无论哪种匹配的估计结果,新一轮退耕还林还草工程对

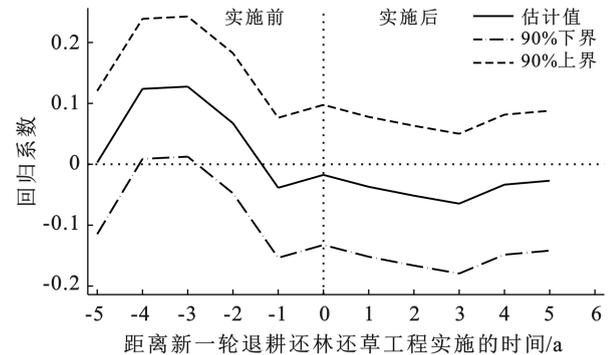


图 3 新一轮退耕还林还草工程实施对土地利用效率的动态影响  
Fig.3 Dynamic impact of new round of farmland to forests and grasslands project on land use efficiency

表 5 新一轮退耕还林还草工程对土地利用效率抑制作用的稳健性检验

Table 5 Robust test of new round of returning farmland to forests and grasslands project on land use efficiency

变 量	城市土地利用效率			
	半径匹配	核匹配	近邻匹配	FE
did	-0.108 6*** (0.028 8)	-0.105 8*** (0.028 7)	-0.090 7*** (0.029 2)	-0.150 5*** (0.007 6)
lnurban	-0.025 3(0.056 7)	-0.025 6(0.056 3)	-0.044 1(0.057 4)	0.129 9** (0.053 6)
lnpgdp	0.143 4*** (0.047 0)	0.146 2*** (0.047 0)	0.161 1*** (0.047 9)	-0.187 2*** (0.033 6)
lnfina	0.156 4*** (0.026 4)	0.165 4*** (0.025 8)	0.216 0*** (0.024 7)	0.134 9*** (0.079 0)
lndensity	-0.002 1(0.063 4)	-0.007 9(0.063 3)	-0.037 9(0.064 4)	-0.024 1(0.011 3)
_cons	-1.558 6*** (0.362 8)	-1.550 2*** (0.361 7)	-1.484 9*** (0.368 9)	-1.109 4*** (0.132 0)
L.lneffc				0.287 9*** (0.029 9)
个体效应	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是
R <sup>2</sup>	0.896 4	0.897 3	0.895 3	0.146 9
N	824	828	828	828

注:匹配半径为 0.5。

因此新一轮退耕还林还草工程的实施对土地利用效率的抑制作用是稳健的。考虑土地利用效率可

能存在滞后影响效果,为了降低内生性问题,利用双重差分方法加入土地利用效率滞后一期观察新一轮

退耕还林还草城市实施工程对土地利用效率的影响(表 5)。可以发现,滞后一期的土地利用效率对当期土地利用效率确实存在正向效应,同时政策变量的负向影响依旧显著,进一步验证新一轮退耕还林还草工程的实施对土地利用效率的抑制作用是稳健的。

### 3.6 影响机制检验结果分析

利用中介效应检验新一轮退耕还林还草工程对城市土地利用效率的影响机制(表 6)。前面分析新一轮退耕还林还草工程对城市土地利用效率显著抑

制[表 2 结果也是模型(6)的回归结果];表 6 的第 1—3 列显示模型(8)的回归结果,加入中介变量耕地比例、财政支出与科技进步后,系数  $\varphi_1$  较表 2 中的政策影响系数有所缩小但均显著为负,两个中介变量耕地比例和科技进步分别在 1% 水平显著抑制,5% 水平显著促进城市土地利用效率,但财政支出对城市土地利用效率的促进作用却不显著。表 6 的第 4—6 列显示模型(7)的回归结果,政策变量对耕地比例和财政支出两个中介变量分别存在显著正向和负向影响。

表 6 土地利用效率的中介效应检验  
Table 6 Mediation effect test of land use efficiency

变量	城市土地利用效率			中介变量		
	1 lneffc	2 lneffc	3 lneffc	4 耕地比例(farm)	5 财政支出(lnfiscal)	6 科技进步(lntech)
did	-0.081 7*** (0.031 2)	-0.089 4*** (0.031 2)	-0.089 5*** (0.031 4)	0.542 6** (0.236 2)	-0.039 2* (0.018 9)	-0.030 7(0.055 7)
farm	-0.016 6*** (0.005 2)					
lnfiscal		0.034 5(0.073 3)				
lntech			0.040 8** (0.020 0)			
lnurban	-0.048 1(0.059 4)	-0.044 6(0.061 6)	-0.041 0(0.062 6)	0.241 9(0.391 7)	0.014 1(0.035 2)	-0.075 7(0.102 4)
lnpgdp	0.124 8** (0.049 9)	0.153 0*** (0.051 4)	0.150 4*** (0.049 8)	-2.185 6*** (0.549 8)	0.236 8*** (0.072 9)	0.262 3** (0.127 3)
lnfina	0.202 6*** (0.050 9)	0.211 2*** (0.049 0)	0.211 7*** (0.050 3)	-0.804 8*** (0.193 0)	0.138 6*** (0.051 7)	0.105 1(0.079 4)
lndensity	-0.035 0(0.048 6)	-0.032 3(0.049 8)	-0.036 0(0.050 6)	-0.172 2(0.260 8)	-0.162 8* (0.096 7)	-0.046 6(0.067 2)
_cons	-0.959 7*** (0.315 0)	-1.646 6*** (0.442 0)	-1.847 8*** (0.342 6)	31.563 1*** (1.880 7)	4.682 2*** (0.479 9)	8.884 3*** (0.478 7)
R <sup>2</sup>	0.897 6	0.895 4	0.896 1	0.991 1	0.966 2	0.901 6
N	828	828	828	828	828	828

由于  $\alpha_1, \beta_2$  和  $\varphi_1, \varphi_2$  都显著,说明耕地比例对土地利用效率存在中介效应,且是部分中介,但是财政支出变量的  $\varphi_2$  不显著,科技进步变量的  $\beta_1$  系数不显著,因此进一步借助 bootstrap 方法检验是否存在中介效应,检验结果显示财政支出是土地利用效率的完全中介,但科技进步对土地利用效率不存在中介效应,继续构造 Sobel 统计量检验中介变量的系数,计算  $\beta_1$  与  $\varphi_2$  的标准误  $S_{\beta_1 \varphi_2}$  与  $Z$  统计量  $Z_{\beta_1 \varphi_2}$ ,计算公式分别为:

$$S_{\beta_1 \varphi_2} = \sqrt{\beta_1^2 S_{\varphi_2}^2 + \varphi_2^2 S_{\beta_1}^2} \quad (9)$$

$$Z_{\beta_1 \varphi_2} = \beta_1 \varphi_2 / S_{\beta_1 \varphi_2} \quad (10)$$

式中:  $S_{\varphi_2}^2, S_{\beta_1}^2$  分别表示系数  $\varphi_2, \beta_1$  的标准误。计算结果显示,耕地比例和财政支出两个中介变量对应的  $Z$  统计量通过了 5% 显著性检验,说明耕地比例和财政支出都是退耕还林还草工程影响土地利用效率的中介变量,且耕地比例、财政支出的中介效应分别占总效应的比重为 9.38% 和 65.78%。耕地比例是新一轮退耕还林还草政策对土地利用效率影响的中介变量,主要是因为政策实施过程影响了耕地、林地、草地面积的变动,进而减少了土地的经济产出,同时土地结构变动也影响了土地碳排放进而影响土地利用效率;此外,新一轮退耕还林还草工程还增加了财政支

出,而财政支出可以作为固定资产投资增加土地利用效率的投入从而显著促进当地的土地利用效率,形成中介效应。再者,新一轮退耕还林还草工程对本地的科技进步没有显著影响,说明黄河流域实施退耕还林还草工程未使用或者未带动科技进步,区域内新一轮退耕还林还草工程并没有通过科技进步影响土地利用效率。总而言之,黄河流域新一轮退耕还林还草工程实施拉低了流域内的土地利用效率,并借助减少耕地比例降低了经济收益抑制土地利用效率。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

退耕还林还草工程是一项世界上投资最大,政策性最强,涉及面最广,群众参与程度最高的生态工程,也是绿水青山就是金山银山理念的生动实践。黄河流域因为毁林毁草开荒、坡地耕种等影响,再加本身的地理气候与自然环境,成为世界上水土流失、土地退化最严重的地区之一。本文以 2014 年新一轮退耕还林还草工程在黄河流域城市实施这一事件为自然实验,采用双重差分法、中介效应检验识别该工程对地区土地利用效率的影响效应。研究结果发现:①新一轮退耕还林还草工程的实施显著抑制了土地利用

效率,实施区较未实施区土地利用效率降低了 22.54%,而且结论通过了稳健性检验。同时,经济发展(人均 GDP)和财政干预程度显著促进土地利用效率,人口密度显著抑制土地利用效率。②新一轮退耕还林还草工程对土地利用效率的抑制作用存在区域差异性,处于黄河流域支流的城市,其土地利用效率的抑制作用相对较强,资源型城市的抑制作用也被削弱。而且由于经济基础、要素禀赋等因素的差异,上游城市的政策变量对土地利用效率的负向影响作用相对较弱,成长型、再生型和衰退型城市的政策变量对土地利用效率的负向影响作用相对较强。③耕地比例和财政支出是新一轮退耕还林还草工程影响土地利用效率的中介变量,但科技进步不是其影响的中介变量。

## 4.2 讨论

基于以上研究结论以及黄河流域土地利用目前的发展现状,本文针对整个流域内城市生态工程提出以下几点讨论与建议:①新一轮退耕还林还草工程的实施扩大了黄河流域内林地和草地面积,也开发了部分未利用土地,但是并未能有效冲抵建设用地扩张引发的生态脆弱性,导致抑制土地利用效率。一方面由于土地利用效率测度时,经济效益是主要产出。尽管文中土地利用效率测算考虑了非期望产出土地利用碳排放影响,但是目前新增林地的碳汇效果并不能显著中和城市扩张引发的碳源量。另一方面新一轮退耕还林还草工程依赖财政支出开展实施补偿,城市经济收益降低无法促进土地利用效率提升。建议在黄河流域进行土地利用效率分析时,要注重土地环境价值的多样性。例如土质改善、水土流失、滑坡的治理等,不要过多地专注于土地利用经济产出。同时,保证退耕还林还草工程边实施边巩固,提高造林质量与成效,避免已经退耕的生态林草地由于管护不力,发生树木、草场死亡,甚至退化为荒地,失去生态效益产出,降低了流域的土地利用碳排放量加深其抑制作用。②由于新一轮退耕还林还草工程政策效果的差异性,以及黄河流域上中下游对土地开发利用功能的差异性(上游以水源涵养为主,中游以水土保持和污染治理为主,下游以生态保护为主),建议加强中下游地区与成长型、再生型与衰退型资源城市退耕还林还草工程实施的范围,增加肥力较差土地、劳动力投入匮乏土地的工程实施。同时,鼓励黄河流域各城市开展未利用土地的开荒复绿,切实增大土地碳汇面积提升土地利用效率;③充分利用财政支出的中介作用,探索退耕还林还草工程实施的补偿新模式,借助信贷资金,通过创新农村融资的方式,引入退耕还林还草生态产业化发展,推动生态产业经济效益。④科技进步

是推动生产力与社会进步的最有效手段,鼓励黄河流域各城市积极推进科技进步,依靠技术降低土地利用碳排放强度(单位 GDP 的土地碳排放量),扭转对区域土地利用效率的负向影响。

## [参 考 文 献]

- [1] 薛建春,张安录.土地利用效率分解、演化与收敛分析:基于黄河流域 69 个城市的实证[J].技术经济与管理研究,2022(1):122-128.
- [2] 刘燕,支玲,薛国祥,阮萍.西部退耕还林农户农业生产效率持续变化及影响因素分析:以云南省鹤庆县为例[J].林业经济,2019,41(10):78-88.
- [3] 郭小年,阮萍.西部退耕区农户农业生产效率评价及收敛性分析:以贵州省织金县为例[J].财经科学,2014(1):114-124.
- [4] 黄杰龙,邓桢柱,王立群.新一轮退耕还林对贫困山区农地生产力的影响研究[J].林业经济问题,2021,41(4):378-386.
- [5] 高清,靳乐山.新一轮退耕还林对农户收入影响的机理研究:基于赣南、鄂北农户调查的实证分析[J].中国土地科学,2021,35(5):57-66.
- [6] 李桦,姚顺波,郭亚军.不同退耕规模农户农业全要素生产率增长的实证分析:基于黄土高原农户调查数据[J].中国农村经济,2011(10):36-43,51.
- [7] 黄杰龙,王立群.放松退耕地间种约束的政策合理性与有效性检验:基于贵州省新一轮退耕还林的农户调查[J].资源科学,2021,43(9):1863-1875.
- [8] 王庶,岳希明.退耕还林、非农就业与农民增收:基于 21 省面板数据的双重差分分析[J].经济研究,2017,52(4):106-119.
- [9] 谢晨,张坤,王佳男,聂杨.退耕还林动态减贫:收入贫困和多维贫困的共同分析[J].中国农村经济,2021(5):18-37.
- [10] 韩洪云,喻永红.退耕还林的土地生产力改善效果:重庆万州的实证解释[J].资源科学,2014,36(2):389-396.
- [11] 王洁,杨江澜,谷建才,等.河北省退耕还林工程生态效率评价研究[J].林业经济,2016,38(9):84-88.
- [12] 韩磊,朱会利,刘钊.延安市退耕还林前后土地利用动态变化分析[J].西北师范大学学报(自然科学版),2017,53(5):101-108.
- [13] 田晓宇,徐霞,江红蕾,等.退耕还林(草)政策下土地利用结构优化研究:以内蒙古太仆寺旗为例[J].中国人口·资源与环境,2018,28(S2):25-30.
- [14] 李晓丹,李蓉蓉.政策绩效是如何弱化的:多主体互动均衡下的乡镇政策执行研究:以 X 村的退耕还林政策为例[J].天津行政学院学报,2021,23(6):21-32.
- [15] 张国建,佟孟华,李慧,等.扶贫改革试验区的经济增长效应及政策有效性评估[J].中国工业经济,2019(8):136-154.