

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2023.05.045.

王佳轩, 贾佳, 翟雅琳, 等. 黑土区土地综合整治路径研究:“三生”识别、监测与调控[J]. 水土保持研究, 2023, 30(5): 342-350.

WANG Jiaxuan, JIA Jia, ZHAI Yalin, et al. Study on the Path of Comprehensive Land Consolidation in Black Soil Region: Identification of Ecology-Production-Living, Monitoring and Regulation [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023, 30(5): 342-350.

黑土区土地综合整治路径研究: “三生”识别、监测与调控

王佳轩^{1,2}, 贾佳^{1,2}, 翟雅琳^{1,2}, 张林萱^{1,2}, 姚允龙¹, 王蕾^{1,2}

(1.东北林业大学, 哈尔滨 150040; 2.黑龙江省寒区园林植物种质资源开发与景观生态修复重点实验室, 哈尔滨 150040)

摘要:[目的]识别黑土区土地利用空间布局,掌握其时空演变规律,发现黑土时序演变过程中的潜在问题,探寻黑土区土地综合整治路径。[方法]基于黑龙江省典型黑土区宾县2000年与2020年Landsat系列ETM/TM/OIL遥感解译数据,对宾县进行“三生”识别。借助土地利用转移矩阵与景观格局指数等研究方法,掌握黑土区“三生空间”时空演变特征与功能变化趋势,完善黑土区土地综合整治路径。[结果]2000—2020年宾县黑土区“三生空间”面积存在不同幅度的动态变化,但仍以生产空间为主导,面积占比分别为90.86%与89.54%;宾县黑土区“三生”功能发生转变,生产功能向生活功能与生态功能转向明显,生活功能与生态功能转变基本保持平衡;随着城镇化加强,土地侵占问题增多,以生活空间为主的不同空间景观破碎度均在不断增加,景观复杂度提高。[结论]黑土区以生产空间为主导,不同空间与功能相互转移,黑土土地整治应充分把握土地利用、功能需求和服务供给三者之间的耦合协调关系,实现政策全面化、规划多样化与技术综合化的黑土区土地综合调控。

关键词:黑土; 土地利用; 土地整治; 三生空间; 景观格局

中图分类号:F301.2;S155.2⁺7

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2023)05-0342-09

Study on the Path of Comprehensive Land Consolidation in Black Soil Region: Identification of Ecology-Production-Living, Monitoring and Regulation

WANG Jiaxuan^{1,2}, JIA Jia^{1,2}, ZHAI Yalin^{1,2}, ZHANG Linxuan^{1,2}, YAO Yunlong¹, WANG Lei^{1,2}

(1.Northeast Forestry University, Harbin 150040, China; 2.Key Lab for Garden Plant Germplasm

Development & Landscape Eco-restoration in Cold Regions of Heilongjiang Province, Harbin 1500400, China)

Abstract:[Objective] The aims of this study are to identify the spatial layout of land use in the black soil area, grasp its spatial and temporal evolution patterns, discover potential problems in the temporal evolution of black soil, and explore the path of comprehensive land remediation in the black soil area. [Methods] Based on the 2000 and 2020 Landsat series ETM/TM/OIL remote sensing interpretation data of Bin County, a typical black soil area in Heilongjiang Province, the ecology-production-living of Bin County were identified. The methods of land use transfer matrix and landscape pattern index were employed to grasp the spatial and temporal evolution characteristics and functional trends of the ecology-production-living space in the black soil area, and improve the path of comprehensive land remediation in the black soil area. [Results] From 2000 to 2020, there were dynamic changes of different magnitudes in the area of ecological-production-living spaces in the black soil area of Bin County, but the area was still dominated by production space, accounting for 90.86% and 89.54% of the area, respectively. The ecology-production-living function had changed, the

收稿日期:2022-06-24

修回日期:2022-08-29

资助项目:黑龙江省哲学社会科学研究规划项目(21GLB061);黑龙江省科协科技创新智库研究项目;国家自然科学基金面上项目(42171246);黑龙江省重点研发计划项目(GZ20210193)

第一作者:王佳轩(1998—),女,湖北黄冈人,硕士生,研究方向为景观规划与生态修复。E-mail:wjx0717@nefu.edu.cn

通信作者:王蕾(1983—),女,黑龙江哈尔滨人,博士,教授,博士生导师,研究方向为景观规划与生态修复。E-mail:wanglei@nefu.edu.cn

<http://stbcj.paperonice.org>

production function had turned to the life function and the ecological function obviously, and the life function and the ecological function had kept a balance. With the strengthening of urbanization, the land encroachment problem was increasing, and the landscape fragmentation degree of different spaces, mainly living space, was constantly increasing, and the landscape complexity was increasing. [Conclusion] The black soil area was dominated by production space, and different spaces and functions were transferred to each other. Black soil land remediation should fully grasp the coupled and coordinated relationship between land use, functional demand and service supply, and realize comprehensive land regulation in the black soil area based on policy comprehensiveness, planning diversification and technology synthesis.

Keywords: black soil; land use; land consolidation; ecology-production-living spaces; landscape pattern

黑土是我国重要的国土资源,土壤肥力较高,土质良好,适宜农业生产。东北黑土区作为世界四大黑土区之一,是我国重要的粮食生产基地^[1-2]。但随着经济发展,城市化与工业化进程加快,长期高强度开发带来的土地侵占与掠夺式经营,东北黑土退化严重,生态承载力与资源利用率出现严重失衡,严重威胁着国家粮食安全与黑土资源的可持续利用^[3],黑土地整治成为亟待解决的问题。研究学者从微观、中观以及宏观等不同层面对黑土整治展开研究。部分学者通过研究黑土土壤有机质流动以及理化性质等微观层面的问题,掌握黑土变化的影响因素^[4-5];或者从黑土流失与土壤侵蚀等中观问题入手,了解黑土退化主要成因与变化规律^[6-8];但较少从黑土空间格局动态演变的宏观层面对黑土进行治理,黑土宏观层面土地综合整治研究有待加强,土地利用空间管控优化的理论与实践等内容仍有待补充。

“三生”识别与监测是基于“三生空间”理论通过定量实践与定性分析针对国土空间可持续发展过程中面临的问题进行及时反馈与有效管控。目前国内在“三生空间”识别与监测研究中主要是围绕“三生空间”概念框架提出与优化^[9-10]、分类方法与识别^[11-13]以及对“三生空间”进行评价与管控。其中评价与优化领域又会进一步细化,包括基于三生功能分析进行“三生”空间的布局优化与重构^[14];识别并监测区域“三生空间”格局与功能演变特征并探究其影响因素^[15-18]。研究对象大多为行政尺度或生态流域,针对县域尺度或乡村土地相关研究较少,更缺少将“三生”识别与监测方法与黑土地利用保护管理结合,最终落实黑土地整治调控的实践研究,黑土区“三生空间”识别与监测相关研究仍需进一步挖掘。

为此,明确黑土区土地整治需求与基本任务,构建黑土区土地综合整治框架,研究黑土区功能格局变化与景观格局演变,揭示黑土区土地利用与空间格局的变化规律,以期在黑土区土地调控提供参考。本研究以黑龙江省黑土水土流失治理重点县——宾县为例,采用

2000 年与 2020 年土地遥感影像,构建黑土区“三生空间”用地分类体系,定量分析其时空演变规律,同时对功能格局与景观格局进行研究,了解其发展特征与趋势。从土地利用监测与管理视角对黑土地利用进行分区调控,优化黑土区空间结构,为东北黑土区土地退化修复与空间格局优化提供科学依据,从而推动东北黑土资源可持续利用,促进乡村振兴^[19]。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

宾县位于黑龙江省南部(图 1),总面积 3 843 km²,地理坐标为 126°55'41"—128°19'17"E,45°30'37"—46°01'20"N。地势南高北低,主要地形为漫川、漫岗和台地低丘。年平均气温 4.4℃,年均降水量 570 mm,属中温带大陆性季风气候区。宾县常住人口约 44 万人,地区生产总值达 178.9 亿元,以种植业为第一产业,总产值达到 90.6 亿元,土壤以黑土和黑黄土为主,是典型东北黑土农耕地区。随着社会发展与生产需求提高,农业强度急剧增加,土壤侵蚀增强,耕地出现退化,乡村空间格局稳定性遭到破坏,宾县成为黑龙江省黑土区水土流失治理重点县之一。同时宾县作为典型的承载生产、生活以及生态建设等人类活动的人地复合型县域空间布局,具有动态,复杂与多维变换等特点^[20-21]。

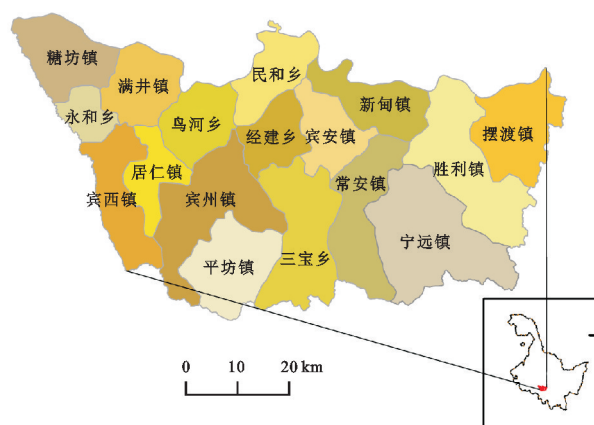


图 1 宾县研究区区位图

1.2 数据来源与处理

宾县土地数据主要来自地理空间数据云上的 2000 年与 2020 年的 Landsat 系列 ETM/TM/OIL 遥感影像数据,空间分辨率为 30 m。通过 ENVI 5.3 中辐射定标、大气校正与裁剪等步骤进行监督分类并修正处理后得到土地利用分类数据,为本研究提供数据支持。

2 研究思路与方法

2.1 土地整治理论框架构建

以“三生空间”理念作为黑土区土地整治框架的核心理论,同时融入山水林田湖草生命共同体理念、城乡协调发展理念以及国土空间规划理念,多理念耦合协同构建黑土区土地整治框架(见图 2),并从“识别—监测—重构”出发,构成黑土区土地整治新格局。从黑土区土地利用的空间响应与“三生协同”的需求驱动入手,对黑土区土地“三生”空间格局以及“三生”

功能服务之间的传递进行精准识别与反馈,系统分析“三生空间”土地流转与功能变化以及景观格局特性,辨析生产—生活—生态空间之间的开发利用与生态供需之间的耦合协同关系,掌握黑土区土地利用现状特征与存在的问题,明确黑土区土地整治目标与任务,从“三生”布局、“三生”功能以及“三生”格局多方位对黑土区土地进行综合整治。

2.2 黑土区“三生空间”分类识别

根据土地利用的不同功能对黑土区空间格局进行综合性划分,包括“生产空间”“生活空间”“生态空间”^[18,22],结合宾县黑土区当地自然与社会环境现状,在探究“生产—生活—生态”三生空间理论内涵的基础上,充分辨析黑土区土地利用类型和土地利用功能之间的相互关系(表 1),本研究主要以国家第三次《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)标准为土地利用“三生”分类依据。

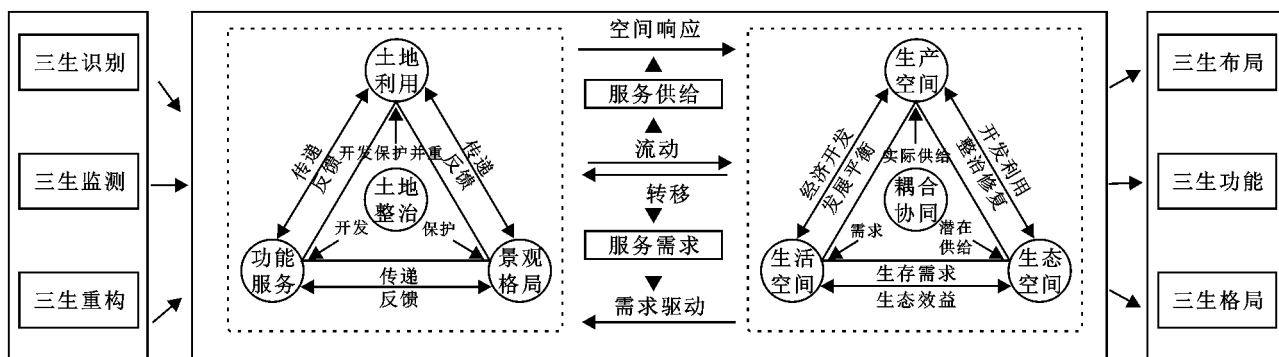


图 2 黑土区土地整治理论框架

2.3 土地利用转移矩阵

在对黑土区土地进行“三生”分类的基础上,利用土地利用转移矩阵能将黑土区 20 年间土地利用时序演变特征以不同空间转移的形式进行表达,其数学公式为:

$$S_{ij} = \begin{pmatrix} s_{11} & \cdots & s_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{n1} & \cdots & s_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

式中: S_{ij} 表示由空间*i*转换成*j*的面积;*i,j*分别表示转移前后的空间类型;*n*表示空间类型数。

2.4 土地利用动态度

通过土地利用动态度模型反映黑土区各类空间相互转化的动态信息^[23-24],分析黑土区三生空间不同利用类型在 2000—2020 年动态变化幅度以及演变特征,其数学表达式为:

$$K_i = \frac{s_{(i,t1)} - s_{(i,t2)}}{s_{(i,t1)}} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: K_i 表示时间范围内某类土地的动态度; $S_{(i,t1)}$,

$S_{(i,t2)}$ 表示时间起始和时间终止某地类的面积; T 表示研究时间长度。

2.5 景观格局指数

景观格局指数能够高度反映土地利用的结构组成以及演变态势,为从宏观角度对黑土土地利用时空动态演变进行把控,需要从面积、形态、连通性以及破碎度等多方面选取类型水平与景观水平两个级别的景观格局指数,对黑土区土地利用格局进行表征。利用 FRAG-STATS 4.2 软件在类型水平选取斑块密度(PD)、边缘密度(ED)、聚合度(AI)、斑块类型面积(CA)、斑块所占景观面积比例(PLAND)、斑块数目(NP)、最大斑块指数(LPI);景观水平选择景观形状指数(LSI)、蔓延度指数(CONTAG)、香农多样性指数(SHDI)、香农均匀度指数(SHEI)、聚合度(AI)、散布与并列指数(IJI)等在“三生空间”分类基础上从类型与景观水平 2 个层次对景观指数进行计算^[25],分析宾县黑土区 2000—2020 年土地利用格局时序变化及演变规律^[26]。所选景观指数的生态学意义和计算公式见表 2。

表 1 宾县“三生空间”用地分类体系

一级类			二级类	三级类
生产空间	农业生产空间	地表耕作层种植为主		水田
				旱地
				林地
生活空间	农业建设空间	对地表耕作层造成破坏的用地空间		其他建设用地
			城镇生活空间	城镇用地
			农村生活空间	农村居民点
生态空间	控制生态空间	以生态功能为主且仅在一定条件下允许人类适度利用的用地空间		水库坑塘
				自然水域
			保全生态空间	草地
				未利用地

表 2 景观格局指数及其生态学意义

景观格局指数		生态学意义	单位
斑块密度(PD)		单位面积上的斑块数,能够表征景观格局的集聚度/破碎化程度	块/100 hm ²
边缘密度(ED)		单位面积上的斑块间边缘长度,值越大,斑块越破碎	m/hm ²
景观形状指数(LSI)		景观斑块要素的形状,反映斑块形状复杂程度	—
聚合度(AI)		每种景观类型斑块间的连通性。取值越小,景观越离散	%
斑块类型面积(CA)		某类型所有斑块面积之和,计算其他指标的基础	hm ²
斑块所占景观面积比例(PLAND)		某一斑块类型占整个景观的面积的比例,能确定景观中优势景观元素	%
斑块数目(NP)		斑块的个数,与景观破碎度呈正相关	块
最大斑块指数(LPI)		能确定景观中的优势斑块类型	%
蔓延度指(CONTAG)		描述斑块类型的团聚程度或延展趋势,与破碎度成反比	%
香农多样性指(SHDI)		反映景观异质性,景观中各斑块类型空间非均衡分布情况	—

3 结果与分析

3.1 黑土区土地利用要素识别

从宾县“三生空间”空间布局与演变特征可以看出(图 3),宾县三生空间中生产空间面积最大,2000 年生产空间平均占据宾县国土空间面积的 90.86%,其中农业生产空间占据主要地位。2020 年生产空间面积呈逐年缩小趋势,平均每年以 2.59 km² 的速度下降,但仍是三生空间中面积最大的空间,占国土面积的 89.54%,其中农业建设空间面积增多。生活空

间则呈现城镇聚集式与农户散点式分布,城镇生活空间主要集中在宾县主要集镇,是宾县的人口密度较大区域,也是宾县社会经济发展中心区域,由于宾县第一产业以种植业为主,农用地面积较大,从事农业生产人口较多,因此农村生活空间在生活空间中占比较大,且分布较分散。同时,随着城市化进程加快,生活空间面积增大,从 2000 年占全县域国土面积的 2.34%到 2020 年的 3.36%。宾县生态空间位于县域四周,大部分位于东南部与松花江沿岸,且 20 年间变化浮动较小,整体生态空间保持较稳定。

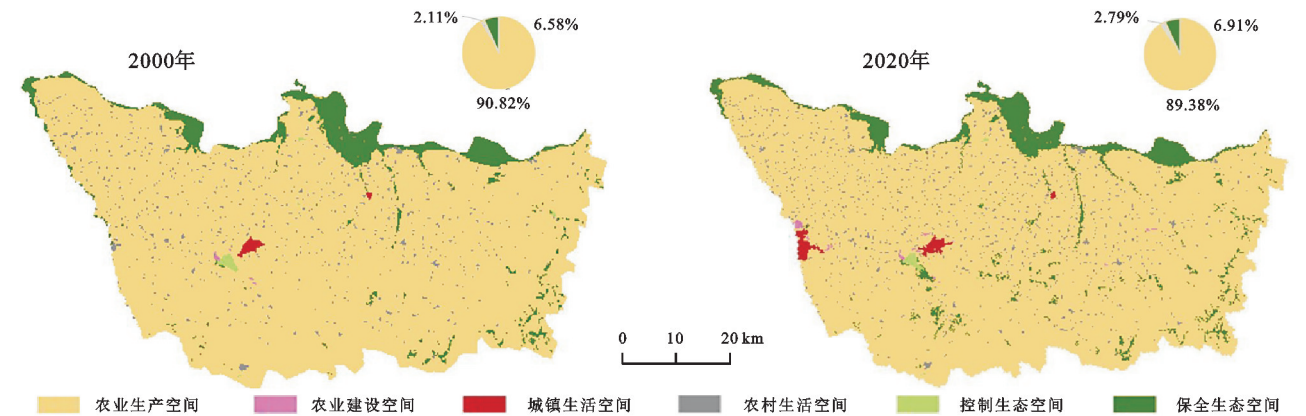


图 3 2000—2020 年宾县“三生空间”格局

3.2 黑土区土地利用功能流动

3.2.1 黑土区“三生空间”转移速率分析 对比分析

2000 年与 2020 年宾县三生空间面积变化占比以及变化动态度(表 3),宾县农业生产空间面积占比从

90.82%减少为 89.38%，下降了 1.45 个百分点，动态度为 -0.07%，农业生产空间面积减少相对较多，但总体变化较平稳。农业建设空间面积 20 年间增加了 0.12 个百分点，动态度高达 13.28%。生活空间总体面积扩大，其中快速城市化带来城镇空间剧增，从 0.23%增长至 0.57%，动态度为 7.43%，仅次于农业建设空间。农村生活空间面积占比上升 0.68 个百分点，动态度为 1.62%。控制生

态空间面积占比下降 0.02%，动态度为 -0.37%，保全生态空间占比上升至 6.91%，动态度为 0.25%，生态空间面积整体略微增多，但整体变化幅度不大。总体来看，生产空间在宾县仍占据主要地位，20 年间宾县仍以农业生产为主，随着乡村振兴政策的提出，农业建设空间变化增幅最大，城镇空间与农村空间面积也同速率增长，实现城乡统筹协调发展。

表 3 2000—2020 年宾县“三生空间”面积占比

一级分类	二级分类	面积占比/%		变化占比/%	动态度/%
		2000 年	2020 年	2000—2020 年	2000—2020 年
生产空间	农业生产空间	90.82	89.38	-1.45	-0.07
	农业建设空间	0.04	0.16	0.12	13.28
生活空间	城镇生活空间	0.23	0.57	0.34	7.43
	农村生活空间	2.11	2.79	0.68	1.62
生态空间	控制生态空间	0.21	0.19	-0.02	-0.37
	保全生态空间	6.58	6.91	0.32	0.25

3.2.2 黑土区“三生空间”转型方向分析 土地利用转移矩阵能全面反映两个时期不同土地利用结构之间的相互转换过程^[27]，将 2000 年与 2020 年宾县黑土区三生空间土地利用分类图在 ArcGIS 10.6 中进行叠加，得到宾县“三生空间”土地利用转移矩阵与 2000—2020 年土地利用净转移面积(表 4，表 5)。

农业生产空间净转入与转出面积分别为 89.27 km²，143.27 km²，其中转化为农业生产空间的主要是农村生活空间和保全生态空间，分别占转入总面积 42.37%和 54.82%，同时农业生产空间也向农村生活空间与保全生态空间转出，转入与转出比例基本持平，存在个别土地利用分类流转差异与空间分布上的动态变化。说明当地农业生产与经济生活发展基本能保持稳定，生态保护相关政策初见成效。农业建设空间转入与转出面积分别为 5.02 km²、0.66 km²，主要转入的有农业生产空间、农村生活空间、控制生态空间，说明农业建设空间面积扩大，黑土区的农业生产经营方式与规模随着农业技术发展有所增加。

城镇生活空间转入与转出 13.76 km²，0.91 km²，农村生活空间转入与转出 67.01 km²，40.78 km²，其中农业生产空间转入城镇生活空间的面积最多，说明 2000—2020 年间，宾县城镇化速度加快，城镇人口增多，不断侵占周边生产空间与部分生态空间，对黑土的生产与生态功能造成一定的影响。农村生活空间主要是与农业生产空间之间的相互转换，人口压力以及生产需求导致部分黑土耕地转变为居住空间。生活空间总体来看，存在生活空间增加对周边农业生产空间进行归并的现象，人口增加带来的城镇扩张对周边环境带来一定程度的影响。

控制生态空间转入与转出 1.08 km²、1.66 km²；保全生态空间转入与转出 61.99 km²、50.84 km²，总体来看，控制生态空间减少，但保全生态空间增加，其中农业生产空间转入保全生态空间比例所占最多，占总转入面积的 97.36%。说明退耕还林政策取得相关成效，控制生态空间有所减少实际反映人工与人为因素影响减少，整体生态功能可以得到一定程度的提升。

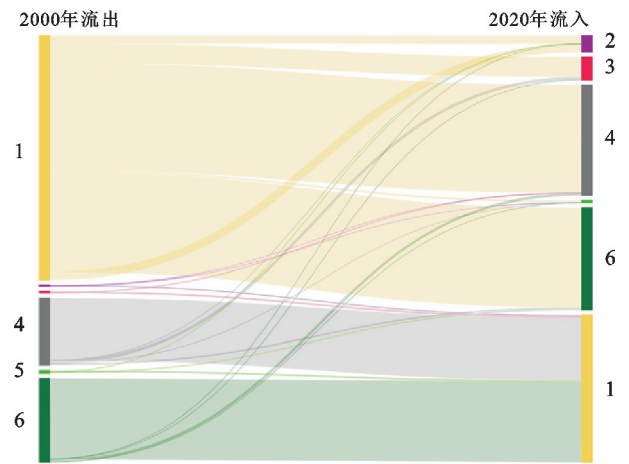
表 4 2000—2020 年宾县“三生空间”土地利用变化转移矩阵

三生空间	农业生产空间	农业建设空间	城镇生活空间	农村生活空间	控制生态空间	保全生态空间
农业生产空间	—	4.82	11.65	65.46	0.99	60.35
农业建设空间	0.61	—	0.00	0.01	0.05	0.00
城镇生活空间	0.90	0.00	—	0.01	0.00	0.00
农村生活空间	37.82	0.08	1.84	—	0.01	1.04
控制生态空间	1.00	0.06	0.00	0.00	—	0.60
保全生态空间	48.94	0.08	0.27	1.53	0.03	—

表 5 2000—2020 年宾县“三生空间”土地利用净转移面积

用地类型	农业生产空间	农业建设空间	城镇生活空间	农村生活空间	控制生态空间	保全生态空间
2000—2020	净转入	89.27	5.02	13.76	67.01	1.08
	净转出	143.27	0.66	0.91	40.78	1.66
	未变化	3330.58	1.03	7.92	39.98	6.28

宾县“三生空间”不同空间类型之间发生的净转入面积由大到小为农业生产空间(89.27 km²)、农村生活空间(67.01 km²)、保全生态空间(61.99 km²)、城镇生活空间(13.76 km²)、农业建设空间(5.02 km²)和控制生态空间(1.08 km²);净转出由大到小为农业生产空间(143.27 km²)、保全生态空间(50.84 km²)、农村生活空间(40.78 km²)、控制生态空间(1.66 km²)、城镇生活空间(0.91 km²)以及农村建设空间(0.66 km²)。结合 2000—2020 年土地利用转移矩阵与土地利用桑基图(图 4)来看,生产空间整体面积下降,农业生产空间受人口压力与生态政策影响主要转为农村与城镇生活空间以及保全生态空间;生活空间面积增长,城镇生活空间与农村生活空间均出现不同程度侵占周边其他用地的情况。生态空间整体面积上升,人为干预的减少降低了控制生态空间的面积,政策参与和生态自我修复的共同影响下,保全生态空间面积上升。整体上,农业生产空间、控制生态空间面积减少;农业建设空间、城镇生活空间、农村生活空间、保全生态空间面积增加;农业生产空间、农村生活空间与保全生态空间三者之间存在不同程度的相互转移过程,农业生产空间向农村生活空间与保全生态空间流出面积较多,其他空间类型间的面积转移基本保持平衡,大部分仅呈现空间布局上的变化。



注:1 为农业生产空间;2 为农业建设空间;3 为城镇生活空间;4 为农村生活空间;5 为控制生态空间;6 为保全生态空间。

图 4 2000—2020 年宾县“三生空间”土地利用转移桑基图

3.2.3 黑土区土地利用功能时序演变特征分析 借助 ArcGIS 10.6 的空间分析功能,分析宾县“三生空间”功能格局转变趋势,将 2000 年与 2020 年的“三生空间”二级分类下各个空间功能转变类型用不同的色块进行表达(图 5)。

由图可以看出,宾县“三生空间”功能格局转变较明显的区域主要分布在宾西镇、新甸镇、其次为宾州镇、平坊镇与三宝乡,宁远、摆渡、塘坊等县域周边乡

镇也存在部分的功能格局转变,这些乡镇是宾县社会经济发展较快的地区。主要是生产功能转向生活功能与生态功能的转移,乡镇的农业生产用地如耕地、林地等均转化为居民生活空间,其中宾西镇与宾州镇出现较大程度的生活功能的注入,以耕地、林地等农业生产空间的转入为主,少量农村生活空间转变为城镇生活空间,这些乡镇人口数较其他乡镇多,且宾西镇为宾县政府单位所在地,人口密集,经济较为发达,说明社会经济发展人口增多,城镇化加剧导致了“三生空间”功能格局发生较明显转变,城镇化的提高,一定程度上导致局部区域生产生态功能减弱,生活功能增强。宁远、摆渡镇等则是部分生产用地转化为自然生态用地,整体上生产功能向生态功能转移,可能是退耕还林还草等生态环境保护政策取得成效,一定程度促进宾县“三生空间”功能转变且生态功能在缓慢却不断提升,说明在国家与地方政府黑土保护政策支持与助力下,宾县全社会的生态保护意识不断增强。

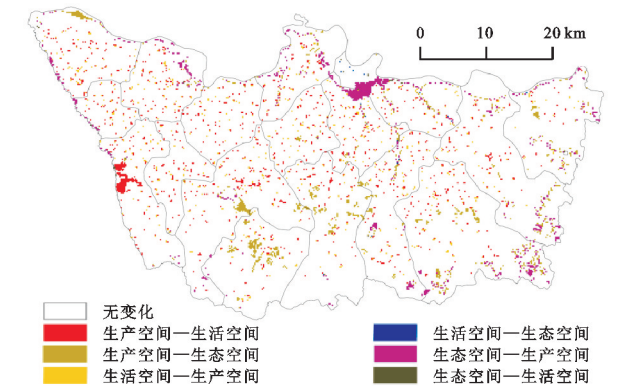


图 5 2000—2020 年宾县“三生空间”功能转变特征

3.3 黑土区土地利用景观响应

3.3.1 斑块水平景观格局指数演化 由表 6 可知生产空间、生活空间、生态空间的 PD,ED,NP 均呈上升趋势,表明宾县 2000—2020 年景观破碎程度加剧。农业生产空间面积减少,导致其 PLAND 与 LPI 指数均下跌,整体景观优势有所下降,但 LPI 高达 89.34%,仍旧以绝对优势影响着宾县黑土区的景观格局的重构;农业建设空间其余各项指标均有不同程度增加,表明虽然农业建设空间面积增加,占比增强,但仍存在破碎化问题;城镇生活空间与农村生活空间 20 年间发生方向一致且较轻微的动态演变,其中农村生活空间 NP 增加显著,表明其斑块数量增加明显,斑块间破碎化程度提高,可能与宾县农村居民居点较为分散有关。城镇化的加剧,让城镇生活空间面积增加,景观优势性增强,优势斑块竞争力提升,因此城镇空间的 CA,PLAND,LPI 均有不同幅度的增长。控制生态空间 CA 下降,保全生态空间 CA 增加,表明生态空间逐渐自然生态占据主导地位,但同时保全生态空间 NP 上升 LPI 下

降。表明保全生态空间仍向着破碎化发展。

3.3.2 景观类型水平景观格局指数演化 由表7可知,2000—2020年,宾县黑土区“三生空间”景观类型层面的CONTAG与AI呈缓慢下降趋势,表明20年间宾县“三生空间”聚合度减弱,蔓延度降低,景观整体连通性下降,破碎程度缓慢提高。LSI上升幅度较大,表明宾县“三生空间”景观形状复杂程度增加,且

SHDI,SHEI均小幅度缓慢增加,表明宾县“三生空间”景观类型的内部结构发生变化,景观要素更为复杂,且逐渐呈均衡化趋势分布,IJI上升,优势斑块被散布化,不同景观组成出现混合分布,景观类型逐渐复杂发展,与当地人类活动导致的包括土地用地类型改变、土地生态产生脆弱性等有关,部分景观整体性与生态环境稳定性遭到一定程度影响。

表6 2000—2020年宾县“三生空间”斑块类型景观格局指数变化

景观指数	年份	农业生产空间	农业建设空间	城镇生活空间	农村生活空间	控制生态空间	保全生态空间
PD	2000	0.0018	0.0016	0.0005	0.1838	0.0016	0.0469
	2020	0.0031	0.0047	0.0008	0.2882	0.0021	0.0583
ED	2000	5.2140	0.0360	0.0612	2.5779	0.0719	1.6516
	2020	6.3516	0.1264	0.1599	3.7669	0.0802	2.4673
AI	2000	97.2771	65.3846	97.8831	30.1173	87.2727	82.1235
	2020	95.7816	58.4906	86.4385	22.6596	83.0709	76.138
CA	2000	348441.72	169.28	883.43	8104.28	793.5	25254.46
	2020	343262.81	618.93	2195.35	10722.83	735.31	26524.06
PLAND	2000	90.8236	0.0441	0.2303	2.1124	0.2068	6.5827
	2020	89.3776	0.1612	0.5716	2.792	0.1915	6.9062
NP	2000	7	6	2	705	6	180
	2020	12	18	3	1107	8	224
LPI	2000	90.796	0.0221	0.2027	0.0414	0.1682	2.8239
	2020	89.3376	0.0523	0.303	0.0496	0.1529	2.1405

表7 2000—2020年宾县“三生空间”景观类型景观格局指数变化

年份	LSI	CONTAG	SHDI	SHEI	AI	IJI
2000	8.58	84.42	0.38	0.21	94.81	34.53
2020	12.13	80.90	0.44	0.24	92.25	36.38

4 讨论

4.1 黑土区土地利用整治思路

基于黑土区土地整治理论框架与宾县实例论证,以黑土区土地利用为核心,围绕“空间—功能—服务”的关系,构成“要素识别—功能流动—景观响应”黑土区土地整治新思路(图6)。对黑土区土地利用进行三生要素识别,通过土地利用空间分布,把握黑土区土地功能的基本性、多重性与复合性。利用土地利用转移矩阵与动态度模型分析黑土区土地利用间的功能流动与能量传递。通过计算景观格局指数,分析黑土区不同土地利用模式下的景观响应,总结黑土区土地利用的破碎性、多样性、复杂性以及主导性等特征,结合黑土区“人—地—业”之间的服务供给需求,从土地利用生态重构与三生演变功能重组两方面进行黑土区土地生态整治。

4.2 黑土区土地利用整治路径

4.2.1 建立城乡协同节地策略,落实黑土占补平衡

随着城镇化的推进以及对城镇周边土地开发强度进一步增大,同时农村居民点增多且较分散,生活空

间面积得到一定的提升,导致生产与生态空间被挤压,黑土面积较少,土地功能退化。因此为减轻城镇急剧扩张与农户违法违规占用耕地建房带来的土地数量下降等黑土生态安全问题,在发展中需要严格把控用地规划,注重传统城镇节地的同时加强农村宅基地与建设用地的集约建设,建立城乡协同的土地节约用地政策,避免无序扩张带来的三生用地冲突。从以纵向土地管控为主转向纵横协调管理,建立黑土区土地利用的微—中—宏占补平衡政策并完善土地资源保护可持续开发机制。

4.2.2 加强黑土空间多功能规划配置,保障黑土功能流转

20年间宾县生产空间面积减少,生态空间面积增加,但整体破碎化程度加剧,连通性降低,无序扩张与过度景观工程,破坏土地原有优势功能,导致黑土空间格局细碎化,耕地“非粮化”风险提升。因此需要对黑土区土地利用功能进行合理规划与布局,考虑区域条件差异与黑土生产与发展潜力,对黑土利用与保护重点区域进行精准识别,因地制宜对黑土“三生”布局进行重构,保证黑土“三生”功能之间的有效流转,基于“三生空间”理论落实“两藏”战略^[28-29]。

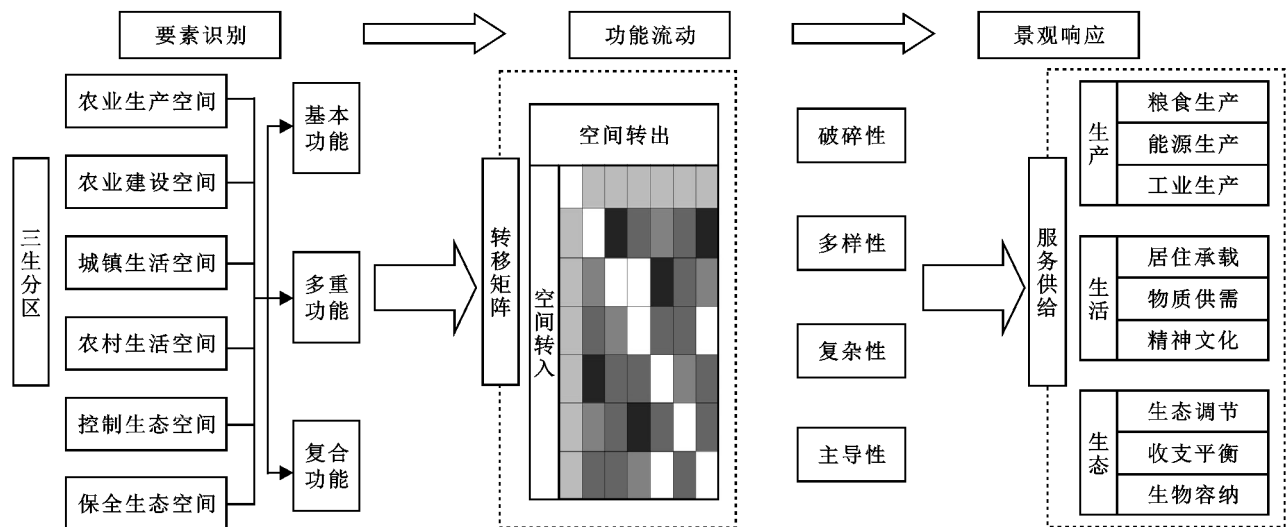


图 6 黑土区土地利用整治思路框架

4.2.3 健全黑土动态监管机制,推进黑土治理数字化改革 黑土保护与管理研究目前仍多针对微观与中观层面,对整体动态格局监测仍有待加强,多级协调的动态监管网络有待完善。可借助遥感与 GIS 等智能识别工具开展动态监测与数字化表达,搭建黑土数字化监管平台。推进黑土土地空间格局与土地功能动态精准管理。

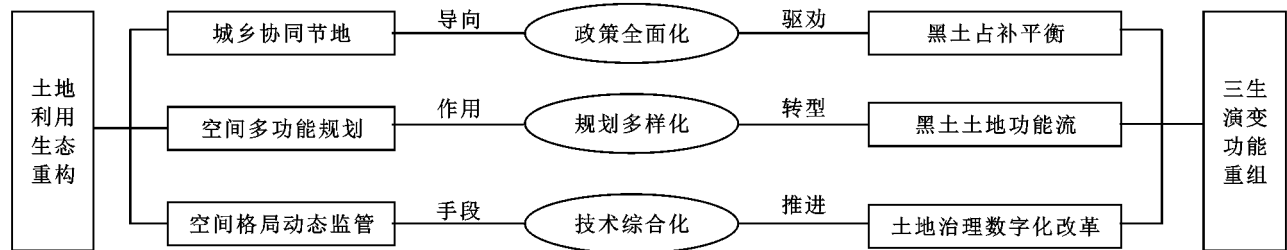


图 7 黑土土地利用整治路径框架

本研究充分把握黑土区土地利用、功能需求和服务供给三者之间的耦合协调关系,明确黑土区土地存在问题与治理方向,宾县黑土区土地空间分布和功能演变与有关研究成果的变化趋势大致相同^[30]。同时相较于现有的多集中于市域与生态流域的“三生”研究^[31-32],本研究以“三生空间”理论为指导,驻足于典型黑土区的县域“三生空间”的监测与优化,从土地利用管理视角建立概念框架并有针对性对黑土区分区调控与空间重构提出生态管理策略。相较于单一的黑土区土地质量监测^[33],本研究将黑土土地整治与“三生”协调目标融合,构建黑土区土地整治理论框架(图 7),通过“识别—监测—重构”实现黑土区县域“三生空间”时序演变监测与评价,进而提出黑土区土地整治针对性管控策略与管理意见。

5 结论

(1) 2000—2020 年,宾县黑土土地利用“三生”布局中生产空间面积最大,占据研究区面积约 90%。生活空间中城镇生活空间聚集而农村生活空间则呈散点式分布,且随着城镇化加快,面积整体呈上升趋势。生态空间分布于宾县东南部与松花江沿岸,2000—2020 年空间

面积浮动较小,整体空间结构较稳定。

(2) 2000—2020 年,宾县黑土区土地利用之间存在空间与功能流转现象。其中农业生产空间主要转向农村生活空间与保全生态空间。城镇生活空间少部分流向农业生产空间,农村生活空间分别向农业生产空间与城镇生活空间发生流转。控制生态空间与保全生态空间主要分别转向生活空间与农业生产空间。农业建设空间、城镇生活空间、农村生活空间、保全生态空间面积增加,而农业生产空间、控制生态空间面积减少。

(3) 2000—2020 年,宾县黑土景观格局发生不同层次的变化。生产空间、生活空间与生态空间的景观破碎度均在不断增加,由于宾县农民呈散点式居住,所以农村生活空间破碎度较高。生态空间中,自然生态环境逐渐占据主导地位,但破碎化问题仍不容忽视。同时宾县黑土景观类型逐渐复杂,不同景观类型呈现出均匀分布趋势。

(4) 黑土土地整治需要落实政策全面化、规划多样化以及技术综合化三个方面的内容,从加强黑土土地利用空间与功能协同管制入手,保障黑土生产、生活、生态多重功能可持续性,将生态保护与土地治理有机结合,强化治理力度。同时健全黑土土地利用科

学监测机制,推进科技化数字管控进程,加强精准治理,提高黑土地利用管理的效率。

参考文献:

- [1] 敖曼,张旭东,关义新.东北黑土保护性耕作技术的研究与实践[J].中国科学院院刊,2021,36(10):1203-1215.
- [2] 韩晓增,邹文秀.东北黑土地保护利用研究足迹与科技研发展望[J].土壤学报,2021,58(6):1341-1358.
- [3] 韩晓增,邹文秀.我国东北黑土地保护与肥力提升的成效与建议[J].中国科学院院刊,2018,33(2):206-212.
- [4] 肖艳,辛洪波,王斌,等.基于小波变换和连续投影算法的黑土有机质含量高光谱估测[J].国土资源遥感,2021,33(2):33-39.
- [5] Wang Z, Sun J, Jiang Q, et al. Spatial distribution characteristics and influencing factors of organic matter in black soil region of the Songnen Plain[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2019,50(10):54-62.
- [6] Fan H, Cai Q, Chen G, et al. Comparative study of the soil erosion and control in the three major black soil regions in the world[J]. Journal of Natural Resources, 2005,20(3):387-393.
- [7] 张光辉,杨扬,刘瑛娜,等.东北黑土区土壤侵蚀研究进展与展望[J].水土保持学报,2022,36(2):1-12.
- [8] Wang B W, Zhao X L, Wang X, et al. Spatial and temporal variability of soil erosion in the black soil region of Northeast China from 2000 to 2015[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2020,192(6):32415432. DOI: 10.1007/s10661-020-08298-y.
- [9] 邹利林,李裕瑞,刘彦随,等.基于要素视角的耕地“三生”功能理论建构与实证研究[J].地理研究,2021,40(3):839-855.
- [10] 马世发,黄宏源,蔡玉梅,等.基于三生功能优化的国土空间综合分区理论框架[J].中国国土资源经济,2014,27(11):31-34.
- [11] 邹利林,王建英,胡学东.中国县级“三生用地”分类体系的理论构建与实证分析[J].中国土地科学,2018,32(4):59-66.
- [12] 李欣,殷如梦,王丹,等.“三生”用地功能分类体系构建与实证分析:以江苏省扬中市为例[J].南京师大学报:自然科学版,2021,44(2):55-61.
- [13] 程婷,赵荣,梁勇.国土“三生空间”分类及其功能评价[J].遥感信息,2018,33(2):114-121.
- [14] 杨春梅,徐小峰,张豪,等.基于三生空间功能的上海市农村居民点特征演变及优化研究[J].长江流域资源与环境,2021,30(10):2392-2404.
- [15] 赵瑞,刘学敏.京津冀都市圈“三生”空间时空格局演变及其驱动力研究[J].生态经济,2021,37(4):201-208.
- [16] 陈钱钱,舒晓波,曾凡彬.江西省三生空间结构时空格局的多尺度分析[J].水土保持研究,2020,27(4):385-391.
- [17] Lin S, Lu R, Liu S, et al. Land use pattern and multifunctional evolution in the border areas in the Guangxi Zhuang Autonomous Region based on production-living-ecosystem space[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2021,37(5):265-274.
- [18] 焦庚英,杨效忠,黄志强,等.县域“三生空间”格局与功能演变特征及可能影响因素分析:以江西婺源县为例[J].自然资源学报,2021,36(5):1252-1267.
- [19] 畅田颖,张仲伍,乔旭宁,等.黄河流域2000—2020年“三生”空间土地利用转型及其生态环境效应[J].水土保持通报,2021,41(4):268-275.
- [20] 张衍毓,陈美景.国土空间系统认知与规划改革构想[J].中国土地科学,2016,30(2):11-21.
- [21] 隋虹均,宋戈,张红梅.松嫩平原北部粮食主产区克山县三生空间识别[J].农业工程学报,2020,36(19):264-271,323.
- [22] 江曼琦,刘勇.“三生”空间内涵与空间范围的辨析[J].城市发展研究,2020,27(4):43-48,61.
- [23] Cerrillo R M N, Rodriguez G P, Rumbao I C, et al. Modeling major rural land-use changes using the GIS-based cellular automata metronamica model: The case of Andalusia (Southern Spain)[J]. Isprs International Journal of Geo-Information, 2020,9(7):458.
- [24] 李潇,杨加猛,陈禹衡,等.基于土地利用变化的江苏盐城湿地自然保护区生境质量评估[J].南京林业大学学报:自然科学版,2022,46(5):169-176.
- [25] 宋爽,石梦溪,胡珊珊,等.东北地区城市蓝绿空间演化及驱动机制研究:以哈尔滨中心城区为例[J].南京林业大学学报:自然科学,2022(4):221-229.
- [26] 高彬斌,李琛,吴映梅,等.川滇生态屏障区景观生态风险评价及影响因素[J].应用生态学报,2021,32(5):1603-1613.
- [27] 王超,常勇,侯西勇,等.基于土地利用格局变化的胶东半岛生境质量时空演变特征研究[J].地球信息科学学报,2021,23(10):1809-1822.
- [28] 沈仁芳,王超,孙波.“藏粮于地、藏粮于技”战略实施中的土壤科学与技术问题[J].中国科学院院刊,2018,33(2):135-144.
- [29] 梁鑫源,金晓斌,韩博,等.藏粮于地背景下国家耕地战略储备制度演进[J].资源科学,2022,44(1):181-196.
- [30] 宁静,石东伟,周思宇,等.宾县生态系统服务时空格局及权衡协同关系[J].水土保持研究,2022,29(5):293-300.
- [31] 赵寿露,李石华,许新惠,等.耦合 MOP-FLUS 模型的滇中城市群“三生”空间格局优化[J].水土保持研究,2022,29(4):322-328.
- [32] 周昱辰,尹丹,黄庆旭,等.基于生态系统服务参与式制图的“三生”空间优化建议:以白洋淀流域为例[J].自然资源学报,2022,37(8):1988-2003.
- [33] 姚东恒,裴久渤,汪景宽.东北典型黑土区耕地质量时空变化研究[J].中国生态农业学报(中英文),2020,28(1):104-114.