

DOI:10.19322/j.cnki.issn.1006-4710.2022.03.005

生态脆弱区土地利用功能转型及其生态环境效应

——以东乡族自治县为例

胡荣明, 孙妍, 史晓亮, 姚晓宙

(西安科技大学 测绘科学与技术学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 为探究生态脆弱区土地利用功能转型对其生态环境产生的影响,应用土地利用功能转移矩阵、生态环境质量指数以及土地利用功能转型生态贡献率等方法构建生态脆弱区土地利用功能转型及其生态环境效应研究方法体系,以东乡族自治县为例,定量分析该地区土地利用功能转型及其生态环境效应。研究表明:①2008—2018年,东乡族自治县土地利用功能转型主要表现为农业生产用地与草地生态用地之间的动态转化;②2008—2018年,东乡族自治县生态环境质量指数呈稳定上升趋势,空间分布上表现为从西南部向东北部递增;③2008—2018年,东乡族自治县生态环境质量呈现改善大于恶化的趋势。草地生态用地向农业生产用地和其他生态用地转型是东乡族自治县生态环境质量恶化的主要原因,建议国土资源管理部门重视草地生态用地的保护,严禁占用草地生态用地发展农业,为东乡族自治县生态持续改善提供保障。

关键词: 三生空间; 土地主导功能分类; 生态环境效应; 生态脆弱区

中图分类号: X324

文献标志码: A

文章编号: 1006-4710(2022)03-0346-10

Transformation of land use function and its ecological environment effects in an ecologically fragile area: a case study of Dongxiang Autonomous County

HU Rongming, SUN Yan, SHI Xiaoliang, YAO Xiaozhou

(College of Geomatics, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: In order to explore the impact of land use function transformation on its ecological environment in ecologically fragile areas, the research method system for land use function transformation and its ecological environment effect in ecologically fragile areas was constructed by using the methods of land use function transformation matrix, ecological environment quality index and ecological contribution rate of land use transformation. Taking Dongxiang Autonomous County as an example, the land use function transformation and its ecological environment effect in this area were quantitatively analyzed. The results showed that: ①From 2008 to 2018, the transformation of land use function in Dongxiang Autonomous County was mainly manifested in the dynamic transformation between agricultural production land and grassland ecological land. ②From 2008 to 2018, the eco-environmental quality index for Dongxiang Autonomous County showed a stable upward trend, and the spatial distribution showed an increasing trend from southwest to northeast. ③From 2008 to 2018, the ecological environment quality of Dongxiang Autonomous County showed a trend of improvement rather than deterioration. The transformation of grassland ecological land to agricultural production land and other ecological land is the main reason for the deterioration of ecological environment quality in Dongxiang Autonomous County. It is sug-

收稿日期: 2021-12-21; 网络出版日期: 2022-03-31

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1294.N.20220330.1327.010.html>

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(52079103)

第一作者: 胡荣明,男,博士,教授,硕导,研究方向为生态环境监测与评估。E-mail: rmhu2007@163.com

通信作者: 孙妍,女,硕士生,研究方向为生态环境评价。E-mail: SunYan20152019@163.com

gested that the land and resources management department should pay attention to the protection of grassland ecological land and prohibit the occupation of grassland ecological land to develop agriculture, so as to provide guarantee for the sustainable improvement of ecology in Dongxiang Autonomous County.

Key words: ecological-production-living spaces; land dominant function classification; ecological environment effect; ecologically fragile area

随着我国国土资源的开发方式逐渐向生产空间、生态空间以及生活空间三者协调发展的方式转变,我国国土资源的开发模式也将以生产空间为主导的单一模式转向生产、生活、生态空间相协调的“三生空间”模式^[1]。基于“三生空间”的土地利用功能转型是有限的土地资源在各种主导功能之间进行转换的动态过程。在这个过程中,土地利用功能的转化会从正负两个方面影响区域生态环境的发展^[2]。对于生态环境脆弱地区来说,分析区域内土地利用功能转型及其生态环境效应,对该区域用地功能的合理配置以及生态文明建设具有指导意义^[3]。

由于土地利用转型会引起一系列的生态环境问题,土地利用转型对生态环境的影响成为近些年的研究热点之一。目前,国内外有关土地利用转型的研究主要集中在土地利用转型的理论基础和框架、时空特征、驱动因子等方面^[4-6],而土地利用功能转型及其生态环境效应方面的研究则相对较少;在研究尺度方面,大多数学者选择在省^[7-12]、市^[13-15]、海岸带^[16]以及流域^[17-20]等大尺度范围内进行研究,县级尺度的相关研究较少;研究方法上,大多以土地利用转移矩阵以及土地利用动态度^[17-18]对土地利用变化进行探讨,通过统计、建模^[21-24]对土地利用变化及其与生态环境之间的关系进行探究;研究区域主要集中在较为发达的城市^[21-22]、沿海地区^[23]以及地貌极具特色的地区^[24-27],对生态环境脆弱地区的关注较少。然而,对于生态脆弱区而言,经济发展驱动下的土地利用功能转型与生态环境之间的矛盾更为突出,本研究将以县级尺度对区域土地利用功能转型及其生态环境效应进行探究,以期对生态环境脆弱区的生态环境改善提供理论支持。

甘肃省临夏州东乡族自治县是我国典型的生态脆弱区之一,地处青藏高原和黄土高原的过渡地带。该地区自然环境恶劣,经济和社会发展均受制于其特殊的自然环境。本文基于“三生空间”分类理念,解译 2008 年、2013 年和 2018 年共三期遥感影像获取土地利用变化数据,使用土地利用功能转移矩阵、生态环境质量指数和土地利用功能转型生态贡献

率,定量分析东乡族自治县土地利用功能转型及其生态环境效应,以期为该地区的土地合理配置以及生态文明建设提供理论依据。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况

东乡族自治县位于甘肃省中部的西南面,临夏回族自治州的东面(103°10'E~103°44'E,35°30'N~35°56'N),如图 1 所示。整体地貌中间高四周低,高差较大。东乡族自治县属温带半干旱气候,年降雨量 200~500 mm,年蒸发量高达 1 387 mm,气候干燥。土壤土质贫瘠,抗旱性能弱,水土流失严重。县内地质灾害频发,属于典型的生态脆弱地区。

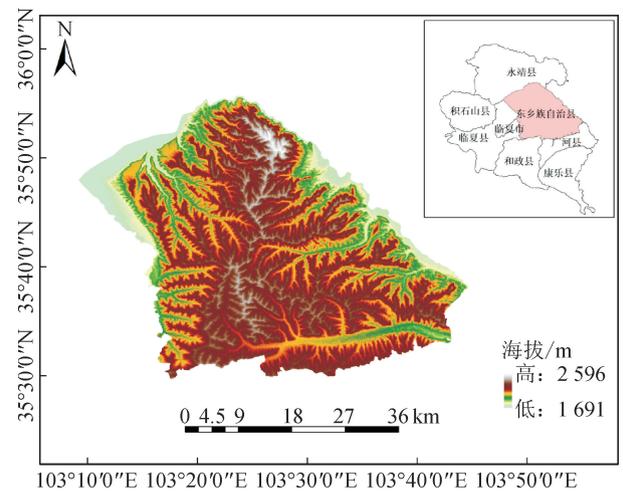


图 1 研究区位置

Fig. 1 Location of study area

1.2 数据来源与处理

东乡族自治县的土地利用数据通过解译 2008 年、2013 年和 2018 年 Landsat 系列遥感影像(Landsat 5 TM 和 Landsat 8 OLI)获得。3 期遥感影像均来源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>),分辨率为 30m。根据“三生空间”分类理念,参考《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)》,结合东乡族自治县的实际土地利用功能情况,将生产、生态、生活 3 个一级用地类型进一步细分,将整个研究区域划分为农业生产用

地、工矿生产用地、林地生态用地、草地生态用地、水域生态用地、其他生态用地和生活用地7个二级类。使用eCognition软件按照7个二级类对研究区进行分类,3期影像分类结果的精度均达到85.7%以上,精度可靠。同时,参考杨清可等^[22]学者关于土地利

用二级类生态环境质量指数的确定方法,使用面积加权法对东乡族自治县“三生空间”分类下的7个二级类的生态环境质量指数进行赋值,得到适用于东乡族自治县的生态环境质量指数,如表1所示。

表1 土地利用功能分类及其生态环境质量指数赋值

Tab.1 Land use types based on function and its ecological environment quality index assignment

“三生空间”土地主导功能分类		《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)》	生态环境质量指数赋值
一级地类	二级地类	二级地类	
生产用地	农业生产用地	水浇地、旱地、果园、其他园地、乡村道路用地、村庄内部道路用地、种植设施建设用地	0.300
	工矿生产用地	工业用地、采矿用地、物流仓储用地、铁路用地、公路用地、管道运输用地、城镇道路用地、交通场站用地	0.150
生态用地	林地生态用地	乔木林地、灌木林地、其他林地	0.550
	草地生态用地	天然牧草地、人工牧草地、其他草地	0.449
	水域生态用地	内陆滩涂、河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面、沟渠	0.550
	其他生态用地	裸土地、空闲地	0.050
生活用地	生活用地	城镇住宅用地、农村宅基地、机关团体用地、文化用地、教育用地、商业用地、其他商业服务业用地、干渠、水工设施用地、其他公用设施用地、文物古迹用地、监教场所用地、殡葬用地、公园绿地、广场用地	0.193

1.3 生态脆弱区土地利用功能转型及其生态环境效应研究理论与方法体系的构建

1.3.1 土地利用功能结构转型

应用土地利用转移矩阵对生态脆弱区土地利用功能转移情况进行分析,可以定量描述不同土地利用功能类型之间的转化情况,揭示不同土地利用类型间的转移速率。通过将任意两期土地利用数据进行空间叠加,得到土地利用变化转移面积并用矩阵方式描述,可以直观地表达出各土地利用功能类型之间的相互转化情况^[20]。具体表达式为:

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: S 为面积; i, j 分别为研究初期和末期的土地利用功能类型; n 为土地利用功能的类型数。

1.3.2 生态环境质量指数的构建

基于“三生空间”土地功能分类,根据不同土地利用功能的生态环境质量指数赋值及其对应的土地利用功能类型占研究单元面积的比例,用生态环境质量指数来定量表示东乡族自治县生态环境质量的总体状况。其计算公式为:

$$EV_i = \sum_{j=1}^n U_{ij} \times C_j / A_i \quad (2)$$

式中: EV_i 为第*i*个研究单元在*t*时期的生态环境质量指数; U_{ij} 为第*i*个研究单元内第*j*种地类的面积; C_j 为第*j*类土地利用功能的生态环境质量指数赋值; A_i 为第*i*个研究单元的面积。

1.3.3 生态环境质量空间插值

综合考虑采样区尺度与平均斑块尺度的大小关系以及采样工作量两方面因素^[16],本研究采用3 km×3 km大小的方形网格进行等间距采样,得到168个样区。计算单个样区范围内的生态环境质量指数,并将其赋值给样区中心点位置。采用克里金法对样本点的生态环境质量指数进行空间插值,得到整个研究区的生态环境质量空间分布情况。在自然间隔断点法的基础上,结合研究区实际情况进行小数取整等细微调整后,将研究区分成5个生态环境质量等级区:即低质量区($EV \leq 0.33$)、较低质量区($0.33 < EV \leq 0.36$)、中质量区($0.36 < EV \leq 0.39$)、较高质量区($0.39 < EV \leq 0.42$)和高质量区($EV > 0.42$)。

1.3.4 土地利用功能转型生态环境效应分析

区域土地利用功能转型生态贡献率能够描述土

地利用功能类型变化所导致的区域生态质量的变化情况^[12]。土地利用功能转型的生态贡献率能够分离出影响生态环境质量变化的地类转型,探究引起区域生态环境变化的主导因素。该指数量化了土地利用功能的转化对生态环境质量指数的影响^[20]。其计算公式为:

$$LEI = (C_a - C_b) \times LA / A \quad (3)$$

式中: LEI 为土地利用功能转型的生态贡献率; C_a 和 C_b 分别为某种土地利用功能转型过程中在研究期末和研究期初对应的土地利用功能类型生态环境质量指数赋值; LA 为该土地类型转移变化的面积; A 为研究区总面积。

2 结果分析

2.1 土地利用功能转型分析

2.1.1 土地利用基本情况

利用 ArcGIS 软件对 2008—2018 年东乡族自治县“三生空间”土地利用功能变化情况进行统计和地图绘制,得到 2008—2018 年东乡族自治县土地利

用功能类型面积及其变化如表 2 所示,土地利用功能类型分布如图 2 所示。从面积变化来看,生产用地总面积共下降 16.56 km²,年平均下降率为 0.26%,面积下降趋势较缓;生态用地总面积从 2008 年的 818.89 km²增加至 2018 年的 836.23 km²,呈现缓慢上升的趋势;生活用地总面积减少至 54.64 km²,与生态用地的变化趋势相反。总体来说,“三生空间”土地利用功能类型的总面积变化较为缓慢,整体表现为生态用地面积最大,生产用地面积略小于生态用地面积,生活用地面积最小。

从空间分布来看,农业生产用地面积略小于生态用地,主要分布于东乡县的中部和南部地区;工矿生产用地主要分布在东西两侧的县界以及东乡县中部的县城周围;林地生态用地面积相对较小,集中分布于东乡县的中部和南部地区;草地生态用地分布最为广泛,大面积覆盖整个县域;水域生态用地则集中分布在东乡县北部的刘家峡水库地区;生活用地较为松散的分布于东乡县的中部和中南部地区,与当地的民族聚居模式相吻合。

表 2 2008—2018 年东乡族自治县土地利用功能类型面积及其变化

Tab. 2 Area and changes of land use function types in Dongxiang Autonomous County from 2008 to 2018

年份及时段	面积及其变化/ km ²						
	农业生产用地	工矿生产用地	林地生态用地	草地生态用地	水域生态用地	其他生态用地	生活用地
2008	632.20	1.71	74.24	641.78	49.52	53.35	55.41
2013	617.18	5.29	92.31	642.27	51.23	44.69	55.25
2018	608.16	9.19	101.29	644.26	57.51	33.17	54.64
2008—2013	-15.02	3.58	18.07	0.49	1.71	-8.66	-0.16
2013—2018	-9.02	3.90	8.98	1.99	6.28	-11.52	-0.61

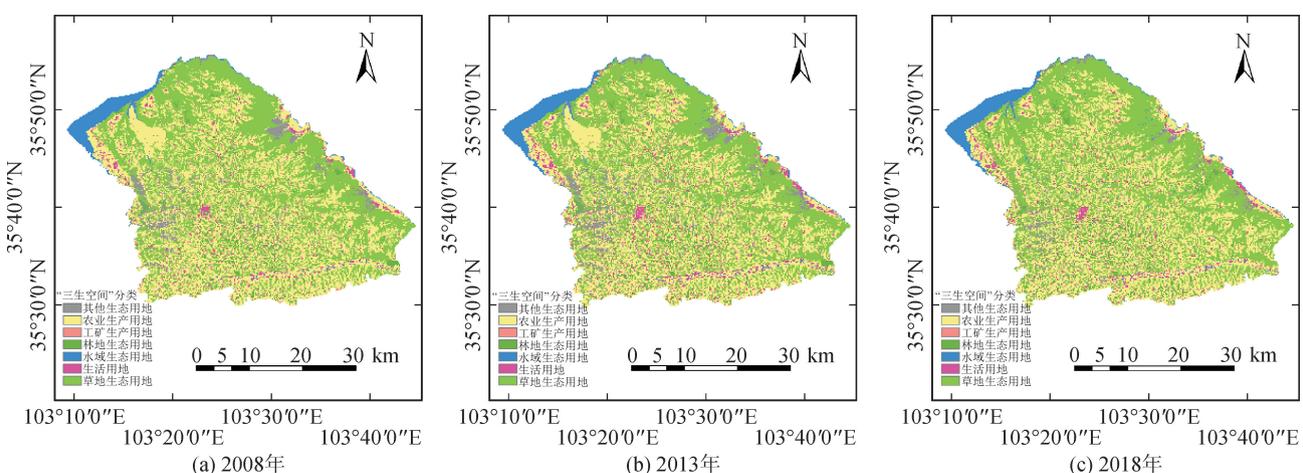


图 2 2008—2018 年东乡族自治县土地利用功能类型分布图

Fig. 2 Distribution of land use function types in Dongxiang Autonomous County from 2008 to 2018

2.1.2 土地利用功能结构转移

为深入探究土地利用主导功能的内部转化,利用 ArcGIS 对 3 期土地利用数据进行叠加分析,得到不同时期土地利用功能转移矩阵,如表 3~5 所示,明确了土地利用功能转移的方向和数量。从土地利用功能转型的方向来看,2008—2013 年土地利用功能转化的方向与 2013—2018 年相同。主要表现为农业生产用地和草地生态用地相互转移;林地生态用地主要向农业生产用地转移;水域生态用地主要向草地生态用地转移;其他生态用地主要向草地生态用地转移;生活用地主要向农业生产用地转移。从土地利用功能转型的数量来看,2008—2013 年,农业生产用地和草地生态用地的转移面积较大,分别为 107.64km² 和 101.02km²。其中,农业生产

用地主要转为草地生态用地,占农业生产用地转出总面积的 57.10%,农业生产用地转为林地生态用地的面积次之,占农业生产用地转出总面积的 23.10%;草地生态用地主要转为农业生产用地,占草地生态用地转出总面积的 56.60%。2013—2018 年,农业生产用地、林地生态用地、生活用地、草地生态用地以及水域生态用地向其他生态用地转移的面积明显减小,向工矿生产用地转移的面积增大。

总体来说,2008—2018 年东乡族自治县土地利用功能转型主要表现为农业生产用地与草地生态用地之间的动态相互转化,生产用地、生态用地以及生活用地三大土地利用功能用地在面积上保持动态稳定。

表 3 2008—2013 年东乡族自治县“三生空间”土地利用功能转移矩阵

Tab. 3 Land use function transfer matrix of “ecological-production-living” in Dongxiang Autonomous County from 2008 to 2013 单位:km²

2008 年	2013 年						生活用地
	农业生 产用地	工矿生 产用地	林地生 态用地	草地生 态用地	水域生 态用地	其它生 态用地	
农业生产用地	524.562	2.094	24.863	61.451	1.208	0.896	17.125
工矿生产用地	0.161	0.302	0.063	0.250	0.378	0.407	0.153
林地生态用地	15.617	0.360	37.376	12.319	2.898	2.302	3.369
草地生态用地	57.206	0.724	24.665	540.764	1.646	14.121	2.656
水域生态用地	1.132	0.046	0.346	1.677	43.769	1.095	1.454
其它生态用地	1.345	0.299	1.648	23.267	0.743	25.621	0.432
生活用地	17.153	1.470	3.349	2.543	0.583	0.247	30.066

表 4 2013—2018 年东乡族自治县“三生空间”土地利用功能转移矩阵

Tab. 4 Land use function transfer matrix of “ecological-production-living” in Dongxiang Autonomous County from 2013 to 2018 单位:km²

2013 年	2018 年						生活用地
	农业生 产用地	工矿生 产用地	林地生 态用地	草地生 态用地	水域生 态用地	其它生 态用地	
农业生产用地	508.800	3.556	24.148	61.205	1.779	0.766	16.925
工矿生产用地	0.738	0.945	0.675	0.646	0.370	0.983	0.937
林地生态用地	17.310	1.346	46.659	14.608	6.457	2.053	3.878
草地生态用地	59.579	0.568	24.947	540.770	2.399	10.702	3.306
水域生态用地	1.345	0.421	0.233	1.335	45.424	1.232	1.235
其它生态用地	1.124	0.412	1.602	23.461	0.458	16.651	0.981
生活用地	19.261	1.942	3.029	2.232	0.625	0.786	27.380

表5 2008—2018年东乡族自治县“三生空间”土地利用功能转移矩阵

Tab.5 Land use function transfer matrix of "ecological-production-living" in Dongxiang Autonomous County

from 2008 to 2018

单位:km²

2008年	2018年						
	农业生 产用地	工矿生 产用地	林地生 态用地	草地生 态用地	水域生 态用地	其它生 态用地	生活 用地
农业生产用地	527.863	4.004	22.629	55.449	3.094	0.786	18.375
工矿生产用地	0.263	0.412	0.062	0.210	0.479	0.129	0.159
林地生态用地	13.973	0.458	45.267	10.587	2.034	0.198	1.724
草地生态用地	49.061	1.991	28.158	546.684	4.136	9.561	2.191
水域生态用地	0.976	0.081	0.383	0.611	46.766	0.395	0.308
其它生态用地	2.091	0.128	1.379	27.344	0.368	21.865	0.180
生活用地	13.930	2.114	3.415	3.372	0.635	0.239	31.706

2.2 土地利用功能结构转型的生态环境效应

2.2.1 生态环境质量时间变化特征

根据生态环境质量分区的空间分布情况,统计得到东乡族自治县生态环境质量等级的面积及比重,如表6所示。从时间变化上来看,2008—2013年,较低质量区和中质量区是研究区内生态环境质量区的主体,但中质量区的面积比重有所下降,呈现

缩减趋势,较高质量区的面积比重上升,呈小幅扩张趋势;2013—2018年,低质量区和较低质量区的面积比重下降幅度较大,中质量区和较高质量区的面积比重上升幅度较大。总体来说,2008—2018年,东乡族自治县生态环境质量的时间变化表现为低质量区和较低质量区大幅度向中质量区和较高质量区转移,高质量区则相对稳定,整体生态环境质量呈现改善趋势。

表6 2008—2018年东乡族自治县生态环境质量等级的面积及比重

Tab.6 Area and proportion of ecological environment quality grades in Dongxiang Autonomous County from 2008 to 2018

年份	低质量区		较低质量区		中质量区		较高质量区		高质量区	
	面积/ km ²	比重/ %								
2008	143.776	9.468	434.567	28.616	588.963	38.783	239.312	15.759	111.975	7.374
2013	196.977	12.971	435.871	28.702	525.687	34.617	265.069	17.455	94.989	6.255
2018	48.105	3.168	378.049	24.895	661.694	43.573	302.059	19.891	128.686	8.474

2.2.2 生态环境质量空间变化特征

东乡族自治县生态环境质量的空间分布如图3所示。从空间变化来看,低质量区主要分布在研究区的西南部和东北部靠近县界的区域。2008—2013年,研究区东北部靠近县界区域低质量区面积出现小幅度扩张,主要是由于其他生态用地及生活用地对农业生产用地及草地生态用地的占用;2013—2018年,研究区西南部低质量区面积大幅度减小,主要原因是该地区的其他生态用地向林地生态用地以及农业生产用地等生态环境质量值较高的土地功能类型转移。较低质量区广泛分布于研究区的西部、南部以及西南部。2008—2013年,较低质量区小幅度向研究区中部扩张,主要的转入类型为中质

量区,这是由于人类占用土地,建筑生活场所所致;2013—2018年,较低质量区面积大幅度减小,主要的转出类型为中质量区,工矿生产用地、生活用地呈现出向草地生态用地和林地生态用地转化的趋势。中质量区由研究区中部向外扩展,是研究区内各时期的主要生态环境质量类型区。2008—2013年,中质量区面积呈现缩减趋势,缩减面积主要转化为较低质量区;2013—2018年,中质量区面积大幅度增加,工矿生产用地和生活用地向草地生态用地和林地生态用地转化。较高质量区主要分布在研究区的北部和西部。2008—2013年,较高质量区面积保持恒定,但从分布上看,研究区北部面积小幅扩张,研究区西部面积略有缩减,扩张的主要原因是农业生

产用地向林地生态用地和草地生态用地转移,而缩减则是因为少量草地生态用地和农业生产用地向工矿生产用地转移;2013—2018年,较高质量区呈现扩张趋势,扩张的主要原因是农业生产用地和工矿生产用地向林地生态用地和草地生态用地转移。高质量区主要分布在研究区西北部靠近县界的位置,

2008—2018年一直保持相对稳定的分布状态,这是由于水域生态用地向其他用地转化难度较大。整体来看,2008—2018年,东乡族自治县生态环境质量的空间变化表现为从西南部至东北部生态环境质量不断改善。

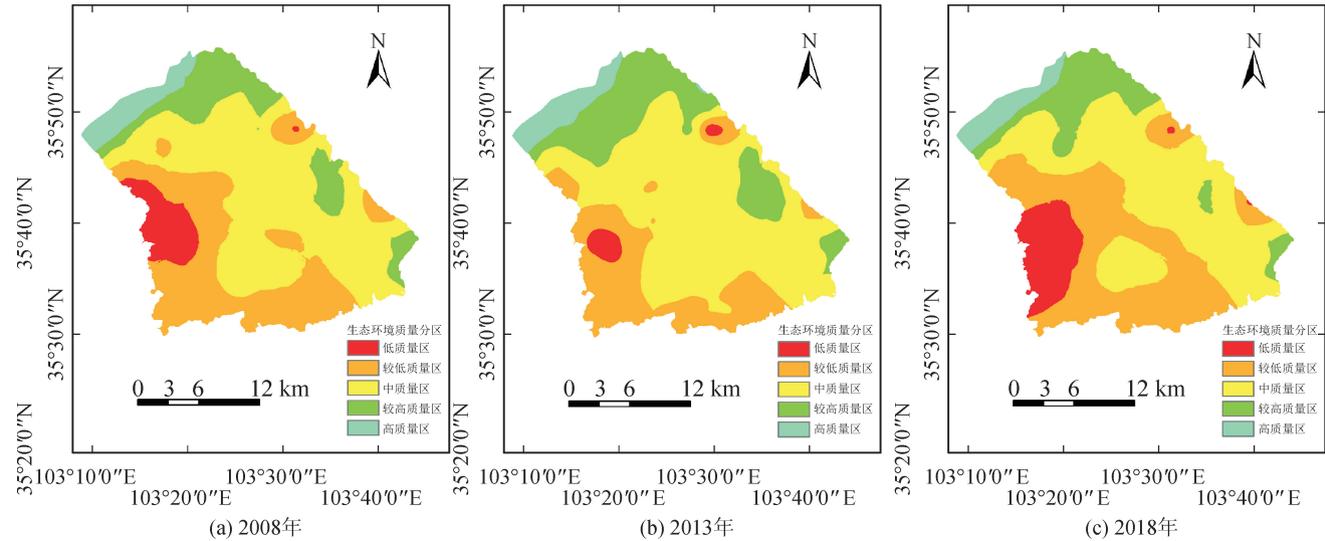


图3 2008—2018年东乡族自治县生态环境质量等级空间变化

Fig. 3 Spatial changes of ecological environment quality grades in Dongxiang Autonomous County from 2008 to 2018

2.2.3 生态贡献率

东乡族自治县各年份整体生态环境质量指数如表7所示。东乡族自治县整体的生态环境处于稳定改善的趋势,但生态环境的变化往往是生态环境改善和恶化共同作用的结果,单一的生态环境指数并不能说明生态环境内部的变化情况。本文通过对2008—2018年东乡族自治县“三生空间”主要功能地类转型及其贡献率进行计算,定量分析各土地利用功能转型对东乡族自治县生态环境的影响。

表7 各年份生态环境质量指数

Tab. 7 Ecological environment quality index in different years

年份	生态环境质量指数
2008	0.370 97
2013	0.375 39
2018	0.379 68

2008—2018年东乡族自治县主要土地利用功能转型及其贡献率如表8所示。可以看出,2008—2018年,农业生产用地和其他生态用地向草地生态用地转型是东乡族自治县生态环境改善的主导因素,占生态环境正效应贡献率的55.69%;农业生产用地向林地生态用地转型也对东乡族自治县的环境

改善起到重要作用,占生态环境正效应贡献率的16.43%。草地生态用地向农业生产用地和其他生态用地转型是东乡族自治县环境恶化的主导因素,占生态环境负效应贡献率的52.26%;林地生态用地向农业生产用地转型也导致了东乡族自治县生态环境的恶化,约占生态环境负效应贡献率的六分之一。

总体而言,2008—2018年间,东乡族自治县的生态环境质量呈现改善大于恶化的趋势。

3 结论与讨论

本文基于“三生空间”土地主导功能分类,利用遥感技术解译2008年、2013年和2018年3期遥感影像获取土地利用功能变化数据,通过计算土地利用功能转移矩阵、生态环境质量指数和土地利用功能转型生态贡献率,探究东乡族自治县土地利用功能以及生态环境质量的时空变化规律,并定量分析了东乡族自治县土地利用功能转型引起的生态环境效应。

1) 2008—2018年,东乡族自治县土地利用功能转型主要表现为农业生产用地与草地生态用地之间的动态相互转化,生产用地、生态用地以及生活用地三大土地利用功能用地在面积上保持动态稳定。

表8 2008—2018年东乡族自治县主要土地利用功能转型及其贡献率

Tab. 8 Transformation and contribution rate of major land use function types in Dongxiang Autonomous County from 2008 to 2018

生态环境效应	主要土地利用功能变化类型	转换面积/(km ²)	生态贡献率	占贡献率的百分比/%
生态环境正效应	农业生产用地—林地生态用地	22.629	0.003 75	16.43
	农业生产用地—草地生态用地	55.449	0.005 48	24.00
	农业生产用地—水域生态用地	3.094	0.000 51	2.25
	草地生态用地—林地生态用地	28.158	0.001 89	8.26
	草地生态用地—水域生态用地	4.136	0.000 28	1.21
	其它生态用地—农业生产用地	2.091	0.000 35	1.52
	其它生态用地—林地生态用地	1.379	0.000 46	2.00
	其它生态用地—草地生态用地	27.344	0.007 23	31.69
	生活用地—农业生产用地	13.930	0.000 99	4.33
	生活用地—林地生态用地	3.415	0.000 81	3.54
生活用地—草地生态用地	3.372	0.000 57	2.51	
小计			0.022 32	97.74
生态环境负效应	农业生产用地—工矿生产用地	4.004	0.000 40	2.82
	农业生产用地—其它生态用地	0.786	0.000 13	0.92
	农业生产用地—生活用地	18.375	0.001 30	9.24
	林地生态用地—农业生产用地	13.973	0.002 32	16.41
	林地生态用地—工矿生产用地	0.458	0.000 12	0.86
	林地生态用地—草地生态用地	10.587	0.000 71	5.02
	林地生态用地—生活用地	1.724	0.000 41	2.89
	草地生态用地—农业生产用地	49.061	0.004 85	34.34
	草地生态用地—工矿生产用地	1.991	0.000 39	2.80
	草地生态用地—其它生态用地	9.561	0.002 53	17.92
	草地生态用地—生活用地	2.191	0.000 37	2.64
	水域生态用地—农业生产用地	0.976	0.000 16	1.15
水域生态用地—其它生态用地	0.395	0.000 13	0.93	
小计			0.013 82	97.94

2) 2008—2018年,东乡族自治县生态环境质量的时间变化表现为低质量区和较低质量区大幅度向中质量区和较高质量区转移,高质量区面积及占比则相对稳定;空间变化表现为从西南部至东北部生态环境质量不断改善。

3) 东乡族自治县生态环境改善的主导因素是农业生产用地和其他生态用地向草地生态用地转型;东乡族自治县生态环境恶化的主导因素是草地生态用地向农业生产用地和其他生态用地转型。生态环境质量呈现改善大于恶化的趋势。

探究生态脆弱地区土地利用功能转型引起的生态环境变化,对该地区国土资源的合理配置具有重要意义。本文通过构建生态脆弱区土地利用功能转型及其生态环境效应研究方法体系,对东乡族自治县的土地利用功能转型及其生态环境效应进行探究,得出草地生态用地向农业生产用地和其他生态用地转型是东乡族自治县生态环境恶化的主导因素。通过查阅文献可知,草地生态用地转型与草地

生态用地的自然退化、区域气候变化以及人类活动干扰密切相关^[28-30]。结合本文研究结果,建议东乡族自治县在未来的发展规划中,重视草地生态用地的保护,严禁人们占用草地生态用地发展农业,为东乡族自治县生态持续改善提供保障。

本文在研究过程中仍然存在一些不足,例如因各土地利用功能之间存在重叠交叉的情况导致分类不够精确,其次,仅考虑了土地利用功能转移对当地生态环境造成的影响,但并未深入探讨其他相关因素对生态环境的影响。在今后的研究中,应进一步细化分类方案,合理划分土地利用功能,使研究结果更加可靠。同时,应全面考虑影响区域生态环境的因素,为生态脆弱地区生态环境改善提供理论支持。

参考文献:

- [1] 黄金川,林浩曦,漆潇潇. 面向国土空间优化的三生空间研究进展[J]. 地理科学进展,2017, 36(3):378-391.
HUANG Jinchuan, LIN Haoxi, QI Xiaoxiao. Research

- progress of ecological-production-living spaces for land spatial optimization [J]. *Progress in Geography*, 2017, 36(3): 378-391.
- [2] 高星,刘泽伟,李晨曦,等. 基于“三生空间”的雄安新区土地利用功能转型与生态环境效应研究[J]. *生态学报*, 2020, 40(20): 15-24.
GAO Xing, LIU Zewei, LI Chenxi, et al. Study on land use function transformation and ecological environment effect of Xiong'an New Area based on "ecological-production-living spaces" [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2020, 40(20): 15-24.
- [3] 吴文婕,石培基,胡巍. 基于土地利用/覆被变化的绿洲城市土地生态风险综合评价——以甘州区为例[J]. *干旱区研究*, 2012, 29(1): 122-128.
WU Wenjie, SHI Peiji, HU Wei. Comprehensive evaluation of land ecological risk of oasis city based on land use/cover change: a case study of Ganzhou District [J]. *Arid Zone Research*, 2012, 29(1): 122-128.
- [4] 李晓华,封建民,文琦. 陕西省土地利用与景观格局变化特征及驱动力分析[J]. *国土资源科技管理*, 2021, 38(1): 107-117.
LI Xiaohua, FENG Jianmin, WEN Qi. Characteristics and driving forces of land use and landscape pattern change in Shaanxi Province [J]. *Scientific and Technological Management of Land and Resources*, 2021, 38(1): 107-117.
- [5] 董海源. 2009—2018年西安市土地利用变化驱动力分析[J]. *安徽农业科学*, 2020, 48(24): 63-65.
DONG Haiyuan. Analysis on driving forces of land use change in Xi'an City from 2009 to 2018 [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2020, 48(24): 63-65.
- [6] 陈万旭,李江风,曾杰,等. 中国土地利用变化生态环境效应的空间分异性与形成机理[J]. *地理研究*, 2019, 38(9): 2173-2187.
CHEN Wanxu, LI Jiangfeng, ZENG Jie, et al. Spatial differentiation and formation mechanism of eco-environmental effects of land use change in China [J]. *Geographical Research*, 2019, 38(9): 2173-2187.
- [7] 龚亚男,韩书成,时晓标,等. 广东省“三生空间”用地转型的时空演变及其生态环境效应[J]. *水土保持研究*, 2020, 27(3): 203-209.
GONG Ya'nan, HAN Shucheng, SHI Xiaobiao, et al. Spatiotemporal evolution and eco-environmental effects of "ecological-production-living spaces" land use transformation in Guangdong Province [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2020, 27(3): 203-209.
- [8] 刘永强,廖柳文,龙花楼,等. 土地利用转型的生态系统服务价值效应分析——以湖南省为例[J]. *地理研究*, 2015, 34(4): 691-700.
LIU Yongqiang, LIAO Liuwen, LONG Hualou, et al. Analysis on ecosystem service value effect of land use transformation: a case study of Hunan Province [J]. *Geographical Research*, 2015, 34(4): 691-700.
- [9] WU Changyan, CHEN Bowen, HUANG Xianjin, et al. Effect of land-use change and optimization on the ecosystem service values of Jiangsu Province, China [J]. *Ecological Indicators*, 2020, 117: 106507.
- [10] DU Yan, QIN Weishan, SUN Jianfeng, et al. Spatial pattern and influencing factors of regional ecological civilization construction in China [J]. *Chinese Geographical Science*, 2020, 30(5): 776-790.
- [11] 赵先贵,赵晶,马彩虹,等. 基于足迹家族的甘肃省生态文明建设评价[J]. *干旱区研究*, 2016, 33(6): 1254-1261.
ZHAO Xiangui, ZHAO Jing, MA Caihong, et al. Evaluation of ecological civilization construction in Gansu Province based on footprint family [J]. *Arid Zone Research*, 2016, 33(6): 1254-1261.
- [12] 路昌,张傲. 东北地区土地利用转型及其生态环境效应[J]. *中国农业大学学报*, 2020, 25(4): 123-133.
LU Chang, ZHANG Ao. Land use transformation and its eco-environmental effects in Northeast China [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2020, 25(4): 123-133.
- [13] 王家慧,梁亮,黄婷,等. 徐州市区的土地利用变化及其生态环境效应[J]. *水土保持通报*, 2018, 38(6): 2, 113-120, 126.
WANG Jiahui, LIANG Liang, HUANG Ting, et al. Land use change and its eco-environmental effects in Xuzhou City [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2018, 38(6): 2, 113-120, 126.
- [14] 袁悦,井立蛟,杨鸿雁,等. 昌黎县土地利用转型对生态环境效应的影响[J]. *水土保持研究*, 2019, 26(2): 194-201.
YUAN Yue, JING Lijiao, YANG Hongyan, et al. The impact of land use transformation on the ecological environment in Changli County [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2019, 26(2): 194-201.
- [15] 陈会,李阳兵,盛佳利. 基于土地利用变化的贵州坝子土地利用功能演变研究[J]. *生态学报*, 2019, 39(24): 9325-9338.
CHEN Hui, LI Yangbing, SHENG Jiali. Study on the evolution of land use function in Bazi of Guizhou Province based on land use change [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(24): 9325-9338.
- [16] 王永洵,王亚飞,张静文,等. 海岸带土地利用转型及其生态环境效应——以福建海岸带为例[J]. *环境科学学报*, 2021, 41(10): 3927-3937.
WANG Yongxun, WANG Yafei, ZHANG Jingwen, et al. Coastal land use transition and its eco-environmental effects: taking Fujian coastal zone as an example [J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2021, 41(10): 3927-3937.
- [17] 肖建设,乔斌,陈国茜,等. 黄河源区玛多县土地利用和生态系统服务价值的演变[J]. *生态学报*, 2020, 40(2): 510-521.
XIAO Jianshe, QIAO bin, CHEN Guoxi, et al. Evo-

- lution of land use and ecosystem service value in Mado County, the source region of the Yellow River [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2020, 40(2): 510-521.
- [18] 罗刚,廖和平,李强,等. 基于“三生空间”的土地利用主导功能转型及其生态环境响应——以重庆市巴南区为例[J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2018, 40(4): 105-113.
- LUO Gang, LIAO Heping, LI Qiang, et al. Transformation of dominant functions of land use based on "Sansheng Space" and its ecological environmental response: a case study of Banan District, Chongqing City [J]. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 2018, 40(4): 105-113.
- [19] LIU Wei, ZHAN Jinyan, ZHAO Fen, et al. Impacts of urbanization-induced land-use changes on ecosystem services: a case study of the Pearl River Delta Metropolitan Region, China [J]. *Ecological Indicators*, 2019, 98: 228-238.
- [20] 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.
- CHANG Tianying, ZHANG Zhongwu, QIAO Xuning, et al. "Sansheng" spatial land use transformation and its ecological environment effects in the Yellow River Basin from 2000 to 2020 [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2021, 41(4): 268-275.
- [21] 何青泽,谢德体,王三,等. 重庆市北碚区土地利用转型及生态环境效应[J]. *水土保持研究*, 2019, 26(2): 290-296.
- HE Qingze, XIE Deti, WANG San, et al. Land use transformation and ecological environment effect in Beibei District of Chongqing [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2019, 26(2): 290-296.
- [22] 杨清可,段学军,王磊,等. 基于“三生空间”的土地利用转型与生态环境效应——以长江三角洲核心区为例[J]. *地理科学*, 2018, 38(1): 97-106.
- YANG Qingke, DUAN Xuejun, WANG Lei, et al. Land use transformation and eco-environmental effects based on "Sansheng space": a case study of the core area of the Yangtze River Delta [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(1): 97-106.
- [23] 陈宝强,杨永崇,杨梅焕. 沿海资源富集区“三生空间”演变与生态环境响应[J]. *科学技术与工程*, 2021, 21(12): 4838-4847.
- CHEN Baoqiang, YANG Yongchong, YANG Meihuan. Evolution of the "Three-Biospace" and ecological environment response in coastal resource-enriched areas [J]. *Science Technology and Engineering*, 2021, 21(12): 4838-4847.
- [24] 马彩虹,任志远. 陕西黄土高原台塬区土地利用的人地关系透视[J]. *干旱区研究*, 2015, 32(6): 197-203.
- MA Caihong, REN Zhiyuan. Perspective on human land relationship of land use in tableland area of Shaanxi Loess Plateau [J]. *Arid Zone Research*, 2015, 32(6): 197-203.
- [25] 刘纯军,周国富,黄启芬,等. 基于土地利用转型的喀斯特山区流域生态环境效应评价[J]. *生态科学*, 2021, 40(3): 102-111.
- LIU Chunjun, ZHOU Guofu, HUANG Qifen, et al. Evaluation of the ecological environment effects of karst mountainous basins based on land use transition [J]. *Ecological Science*, 2021, 40(3): 102-111.
- [26] 燕玲玲,巩杰,徐彩仙,等. 陇中黄土丘陵区土地利用变化的生态环境响应——以定西市安定区为例[J]. *兰州大学学报(自然科学版)*, 2020, 56(4): 427-434.
- YAN Lingling, GONG Jie, XU Caixian, et al. Eco environmental response of land use change in Loess Hilly Region of central Gansu Province: a case study of Anding District, Dingxi City [J]. *Journal of Lanzhou University (Natural Sciences)*, 2020, 56(4): 427-434.
- [27] 郭彦君,郭文炯. 晋西黄土丘陵区土地利用变化及生态效应分析[J]. *人民黄河*, 2021, 43(2): 106-111.
- GUO Yanjun, GUO Wenjiong. Analysis of land use change and ecological effect in Loess Hilly Region of Western Shanxi [J]. *Yellow River*, 2021, 43(2): 106-111.
- [28] 赵梦凡,周秉荣,赵彤梅,等. 青海省草地植被干旱评估及驱动力分析研究[J]. *草地学报*, 2021, 29(S1): 93-103.
- ZHAO Mengfan, ZHOU Bingrong, ZHAO Tongmei, et al. Drought assessment and driving force analysis of grassland vegetation in Qinghai Province [J]. *Acta Agrestia Sinica*, 2021, 29(S1): 93-103.
- [29] 李重阳,樊文涛,李国梅,等. 基于 NDVI 的 2000-2016 年青藏高原牧户草场覆盖度变化驱动力分析[J]. *草业学报*, 2019, 28(10): 25-32.
- LI Chongyang, FAN Wentao, LI Guomei, et al. Driving force analysis of grassland coverage change of herdsmen in Qinghai Tibet Plateau from 2000 to 2016 based on NDVI [J]. *Acta Agrestia Sinica*, 2019, 28(10): 25-32.
- [30] 韩砚君,牛建明,张庆,等. 锡林河流域近 30 年草原植被格局动态及驱动力分析[J]. *中国草地学报*, 2014, 36(2): 70-77.
- HAN Yanjun, NIU Jianming, ZHANG Qing, et al. Analysis of grassland vegetation pattern dynamics and driving forces in Xilin River Basin in recent 30 years [J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2014, 36(2): 70-77.