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

畅田颖[1], 张仲伍[1], 乔旭宁[2], 张玉芳[1]

(1.山西师范大学 地理科学学院 山西 临汾 041000; 2.河南理工大学, 土地经济与城乡发展研究中心, 河南 焦作 454000)

摘 要: [目的] 研究黄河流域生产—生活—生态空间(简称“三生”空间)土地利用转型的结构、空间特征及其生态环境效应,定量权衡土地资源开发与生态环境保护之间的关系,为黄河流域的生态保护和高质量发展提供决策支持。[方法] 以黄河流域为例,利用 ArcGIS 空间分析与制图技术、生态环境质量指数和土地利用转型对生态环境的贡献指数等模型方法。[结果] ①2000—2020 年黄河流域“三生”空间土地利用结构表现为生产用地面积减少,生态用地面积相对稳定,生活用地面积不断增加。②2000—2020 年黄河流域生态环境质量指数分别为 0.450 2,0.450 5 和 0.456 7,呈稳定上升趋势。③2000—2020 年黄河流域生态环境质量指数在空间分布上有明显的差异性,表现为由东南向北部递增。④2000—2020 年黄河流域牧草生态用地对流域生态环境质量贡献率最高。20 a 间黄河流域生态环境存在改善和恶化两种趋势,前者大于后者,流域生态环境不断改善。[结论] 城乡生活用地和工矿生产用地对农业生产用地的占用是黄河流域生态环境恶化的主要因素,应合理规划“三生”空间,优化国土资源空间配置,落实黄河流域生态保护和高质量发展国家重大战略。

关键词: “三生”空间; 土地利用转型; 生态环境效应; 黄河流域

文献标识码: A **文章编号**: 1000-288X(2021)04-0268-08 **中图分类号**: F301.24

文献参数: 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.DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2021.04.036; Chang Tianying, Zhang Zhongwu, Qiao Xuning. Land use transformation and its eco-environment effects of ecological-production-living spaces in Yellow River basin [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2021,41(4):268-275.

Land Use Transformation and Its Eco-environment Effects of Ecological-Production-Living Spaces in Yellow River Basin

Chang Tianying[1], Zhang Zhongwu[1], Qiao Xuning[2], Zhang Yufang[1]

(1.*School of Geographical Sciences, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi* 041000, *China*;
2.*He'nan University of Technology, Land Economy and Urban-Rural Development Research Center, Jiaozuo, He'nan* 454000, *China*)

Abstract: [Objective] The land use transformation structure, spatial characteristics and ecological environmental effects of the production-living-ecological space in the Yellow River basin were studied, in order to balance land resource development and ecological environmental protection, and provide decision-making for the ecological protection and high-quality development of the Yellow River basin. [Methods] Taking Yellow River basin as the study area, the land transformation was analyzed by using spatial analysis and mapping functions of ArcGIS platform, ecological environment quality index and the contribution index of land use transition to the ecological environment. [Results] ① From 2000 to 2020, the land use structure showed that production land area was decreasing, ecological land remains relatively stable and living land area was increasing. ② In 2000, 2010 and 2020, the eco-environmental quality index of the Yellow River basin was 0.450 2, 0.450 5 and 0.456 7 respectively and showed a stable upward trend. ③ There were obvious differences in

收稿日期:2021-04-12 **修回日期**:2021-05-08

资助项目:河南省高等学校哲学社会科学创新团队支持计划项目“区域高质量发展与生态文明”(2021-CXTD-08); 河南省高等学校重点科目项目(2021-21A570004; 21B610007); 河南省科技攻关项目(192102310041)

第一作者:畅田颖(1996—),女(汉族),山西省运城市人,硕士研究生,研究方向为区域发展。Email:1803743194@qq.com。

通讯作者:张仲伍(1969—),男(汉族),河南省安阳市人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事区域开发与城市规划研究。Email:zhangzhongwu69@163.com。

the spatial distribution of the ecological environment quality index from 2000 to 2020, and the overall trend was increasing from the southeast to the north. ④ From 2000 to 2020, forage ecological land contributed the most to the ecological environment quality of the Yellow River basin. In last two decades, there existed two trends of deterioration and improvement of ecological environment, and the latter was more than the former. Consequently, ecological environment of Yellow River basin had been improved. [Conclusion] The occupation of agricultural production land by urban and rural living land, and industrial and mining production land is the main factor that caused eco-environmental deterioration in the Yellow River basin. The decision makers should rationally plan the production-living-ecological spaces and optimize the spatial allocation of land resources, so as to promote the major national strategy for ecological protection and high-quality development in the Yellow River basin.

Keywords: ecological-production-living spaces; land use transformation; ecological environment effect; the Yellow River basin

改革开放以来,中国经济社会快速发展,城市化率由 1978 年的 18%上升至 2019 年的 60.6%。但仍然有许多城市主要依赖占用大量耕地、森林、牧草地和水域的方式提高城市化水平[1],这些不合理的土地利用造成了生物多样性降低[2]、土壤质量退化[3]、大气污染[4]、水环境恶化等[5]一系列生态和环境问题。在地区生态与经济转型发展过程中,分析土地利用变化对自然环境的影响是研究全球生态环境变化的重要内容,也是构建区域可持续发展的方向[6]。土地利用转型及其生态环境效应已经吸引了环境学、生态经济学以及地理学等学科的兴趣,成为国内外学者们研究的重点。在研究尺度上,大多集中于全球[7-8]、国家[9-10]、省市[11]和流域等[12]单个尺度的土地利用转型及其生态环境效应,对流域尺度和市域范围相结合的研究较少,流域作为复合系统,其生态环境更敏感[13],将其与市域叠加更能反映行政单元的生态环境质量。在研究对象上,主要集中于农业[14]、林业[15]、生活用地等[16]单一土地要素以及区域多地类转型变化[17-18]对生态环境的影响,其中区域多地类转型变化更能体现区域转型对生态环境的影响程度。在研究方法上,大多学者采用土地利用类型转移矩阵、土地利用动态度研究土地转型结构、数量占比等特性[19-20],采用数理统计法、综合评价法、空间计量法、耦合协调度模型等研究土地利用转型和生态环境的关系[21-23],这些方法为本文的研究提供了参考。党的十八大着眼于土地利用功能视角,提出要构建"生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀"的"三生"空间[24],指明土地的生产功能、生态功能和生活功能的协调发展是未来国土空间有序开发的目标。因此,基于"三生"空间将土地利用转型与国土空间开发相联系,是研究土地利用转型及其生态环境效应的重要视角。

黄河流域是中华民族的发源地,横贯我国东中西三大区域,其串联着中国 7 大城市群,包括山东半岛城市群、中原城市群、关中平原城市群、晋中城市群、呼包鄂榆城市群、宁夏回族自治区沿黄城市群和兰西城市群等人口密集、经济发达区,承载着我国社会经济和生态文明建设的重要任务。近几十年,黄河流域部分地区高速城镇化导致流域用水总量负荷过大,资源利用方式粗放,土地质量持续恶化,土地承载力处于超载或严重超载状态,严重制约了生态环境的良性发展[25],研究其土地利用变化及生态环境质量非常紧迫。因此,本文以黄河流域为研究对象,结合 GIS 空间分析技术,研究 2000—2020 年黄河流域"三生"空间土地利用转型的规律、空间结构特征与生态环境效应,定量权衡土地资源开发与生态环境保护之间的关系,为黄河流域的生态保护和高质量发展提供决策支持。

1　研究区概况、数据来源、研究方法

1.1　研究区概况

黄河流域位于东经 96°—119°,北纬 32°—42°,发源于中国青藏高原巴颜喀拉山脉北麓,流域幅员辽阔,包括青海省、四川省、甘肃省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区、陕西省、山西省、河南省、山东省 9 个省区,后于山东省东营市垦利县注入渤海。黄河流域跨越我国三大阶梯,形成干旱、半干旱、半湿润的气候,各区地貌、降水、蒸发等天然条件差异明显。参考相关研究对黄河流域研究范围的划定[26-27],本文以青海省、甘肃省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区(不包含蒙东地区)、山西省、陕西省、河南省、山东省 8 省 90 市为研究对象,研究黄河流域土地利用转型及其生态环境效应。

1.2　数据来源

黄河流域 2000,2010 和 2020 年的土地利用数据

来源于中国科学院资源环境科学数据中心(http://www.resdc.cn),该数据为基于 Landsat TM/ETM 遥感影像,通过人工目视解译生成,空间分辨率为 1 000 m×1 000 m。杨清可在研究长江三角洲核心区的土地利用转型时,基于"三生"空间和土地利用主导功能的思考,建立"三生"土地利用主导功能分类方案,包括 3 个一级用地类型和 8 个二级用地类型[6]。本文将依据杨清可建立的"三生"土地利用主导功能分类方案对土地利用类型基础数据进行重新划分;同时,参考冉端[28]、李晓文等[29]制定的地类生态环境质量指数值,对"三生"空间功能分类生态环境质量进行修正与赋值(表 1)。

表 1 黄河流域"三生"空间土地利用分类及其生态环境质量指数

"三生"空间(一级地类)	土地利用分类(二级地类)	基础数据土地利用分类(二级地类)	生态环境质量指数
生产用地	农业生产用地	水田、旱地	0.28
	工矿生产用地	工矿建设用地	0.15
生态用地	林地生态用地	有林地、灌木林地、疏林地、其他林地	0.86
	牧草生态用地	高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地	0.75
	水域生态用地	河渠、湖泊、水库和坑塘、冰川和永久积雪地、海涂、滩地	0.59
	其他生态用地	沙地、戈壁、盐碱地、沼泽地、裸土地、裸岩石砾地、裸岩石砾地	0.04
生活用地	城镇生活用地	城镇用地	0.20
	乡村生活用地	乡村用地	0.20

1.3 研究方法

1.3.1 *土地利用转型矩阵* 土地利用转型矩阵是将研究期初至期末各土地利用类型的转移面积以矩阵方式加以表示,它是土地利用变化方向和数量分析的基础,能够表现土地利用转型的具体变化[30]。计算公式为:

$$\boldsymbol{S}_{ij}=\begin{pmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & \cdots & S_{nn} \end{pmatrix} \tag{1}$$

式中:S 表示土地面积;n 表示用地类型数;i 表示研究期初的土地利用类型;j 表示研究期末的土地利用类型。

1.3.2 *生态环境质量指数测度* 生态环境质量指数是评估区域内生态环境质量状况的指数,通过对各土地利用类型面积比例计算得出,其与生态环境质量呈正相关。经典的生态环境质量模型考虑各用地类型的生态质量指数和面积比例[21-30],本文利用"三生"空间将各用地类型分类,借鉴经典生态环境质量模型定量测算黄河流域生态环境质量总体状况,并将黄河流域生态环境质量分类。计算公式为:

$$\mathrm{EV}_t=\sum_{i=1}^{n}\mathrm{LUA}_i\times\mathrm{EV}_i/\mathrm{TA} \tag{2}$$

式中:EV_t 为第 t 时期区域生态质量指数;LUA_i,EV_i 分别为第 t 时期区域的第 i 类土地利用类型面积及其生态环境质量指数;TA 为土地利用总面积。

1.3.3 *土地利用转型对生态环境的贡献指数* 土地利用转型对生态环境的贡献指数能定量表示某种土地利用类型的变化对生态环境的影响程度[31]。计算公式为:

$$\mathrm{LEI}=(\mathrm{LE}_{t+1}-\mathrm{LE}_t)\mathrm{LA}/\mathrm{TA} \tag{3}$$

式中:LEI 为土地利用转型对生态环境的贡献指数;LE_{t+1},LE_t 分别为研究末期和初期生态质量指数;LA 为发生变化的土地利用类型面积。

2 结果与分析

2.1 黄河流域土地利用基本情况

2000—2020 年黄河流域"三生"空间土地利用结构转型中,生产用地面积从 2000 年的 494 929.4 km^2 降至 2020 年的 481 793.6 km^2,减少了 13 135.8 km^2;生态用地面积基本稳定,数量约为 2 000 000 km^2;生活用地面积从 2 000 年的 41 994.1 km^2 增长至 2020 年的 59 691.7 km^2,其年均增长 1.9%。从黄河流域"三生"空间土地用地二级分类来看,牧草、其他生态用地和农业生产用地的分布最为广泛,牧草、其他生态用地主要分布在黄河流域内蒙古高原区和黄土高原区,主要包括内蒙古(不包含蒙东地区)大部分区域、山西省与河南省西部、陕西省中北部、甘肃省中东部、宁夏回族自治区南部以及青海省东部;农业生产用地则集中在黄淮海平原、汾渭平原、宁夏平原等地区,2020 年黄河流域牧草、其他生态用地和农业生产用地面积分别为 41.1%,27.1%和 18.5%;在快速城镇化过程中,黄河流域乡村生活用地呈增加趋势,凌乱分散在各省;2020 年黄河流域城镇生活用地面积为 19 708.6 km^2,是 2000 年的 2.5 倍,这是黄河流域近 20 a 经济的高速发展和城市迅速扩张的结果,也是农业生产用地与其他生态用地锐减的结果(表 2,图 1)。

表 2　2000－2020 年黄河流域各地类面积及其变化　　km^2

年 份	农业生产用地	工矿生产用地	林地生态用地	牧草生态用地	水域生态用地	其他生态用地	城镇生活用地	乡村生活用地
2000	491 017.0	3 912.4	204 273.0	1 030 340.0	47 871.7	719 981.0	7 739.4	34 254.7
2010	483 678.0	5 494.4	207 122.0	1 028 600.0	49 143.7	719 110.0	11 016.7	35 236.4
2020	470 403.0	11 390.6	209 086.0	1 043 760.0	57 276.8	689 754.0	19 708.6	39 983.1
2000—2010	－7 339.0	1 582.0	2 849.0	－1 740.0	1 272.0	－871.0	3 277.3	981.7
2010—2020	－13 275.0	5 896.3	1 964.0	15 160.0	8 133.1	－29 356.0	8 691.9	4 746.7
2000—2020	－20 614.0	7 478.2	4 813.0	13 420.0	9 405.1	－30 227.0	11 969.2	5 728.4

2000—2020 年黄河流域土地格局发生了显著变化,农业生产用地和其他生态用地面积大幅减少,分别减少了 20 614 和 30 227 km^2,牧草生态用地和城镇生活用地面积增长较快,分别增加了 13 420 和 11 969.2 km^2,其中城镇生活用地年均增幅达到 5%,说明伴随着黄河流域城市建设的逐步展开,黄河流域生活用地需求逐步增长,用地矛盾凸显,需合理开发其他生态用地等土地后备资源;水域生态用地和工矿生产用地随着区域经济政策、发展战略、交通便捷程度等的影响,各区域用地分布和变化程度各不相同(图 1)。

2.2　黄河流域土地利用转型分析

利用 ArcGIS 软件的空间分析功能对黄河流域四期土地利用现状图进行叠加,获得黄河流域土地利用转型矩阵(表 3),发现 2000—2010 年各用地变化率远低于 2010—2020 年,说明 2010 年后黄河流域土地转型规模空前巨大,人类影响活动愈演愈烈。

(1) 生产用地。2000—2020 年黄河流域农业生产用地呈持续减少状态,其主要向牧草生态用地和乡村生活用地转移,转移率分别为 16.2%和 5.7%,这与国家 2002 年发布的《关于进一步完善退耕还林还草政策措施的若干意见》及 2017 年十九大提出的"乡村振兴战略"政策密切相关。2000—2020 年黄河流域工矿生产用地呈增加状态,其中,2010—2020 年增长幅度最大,占总增加量的 78.8%,增加来源主要源于对农业生产用地和牧草生态用地的侵占,分别占总增加量的 35.9%和 29.8%。

(2) 生态用地。2000—2020 年黄河流域林地生态用地总体呈增加态势,主要增加来源为农业生产用地和牧草生态用地,其贡献率分别为 10.4%和 23.7%。2000—2020 年黄河流域牧草生态用地总体呈上升态势,增加了 13 420 km^2,主要增加来源为农业生产用地和其他生态用地。2000—2020 年黄河流域水域生态用地呈增加态势,2010—2020 年增长幅度大,占总增长面积的 86.5%,主要来源于牧草生态用地和其他生态用地。2000—2020 年黄河流域其他生态用地总体呈减少态势,主要转向牧草和水域生态用地。

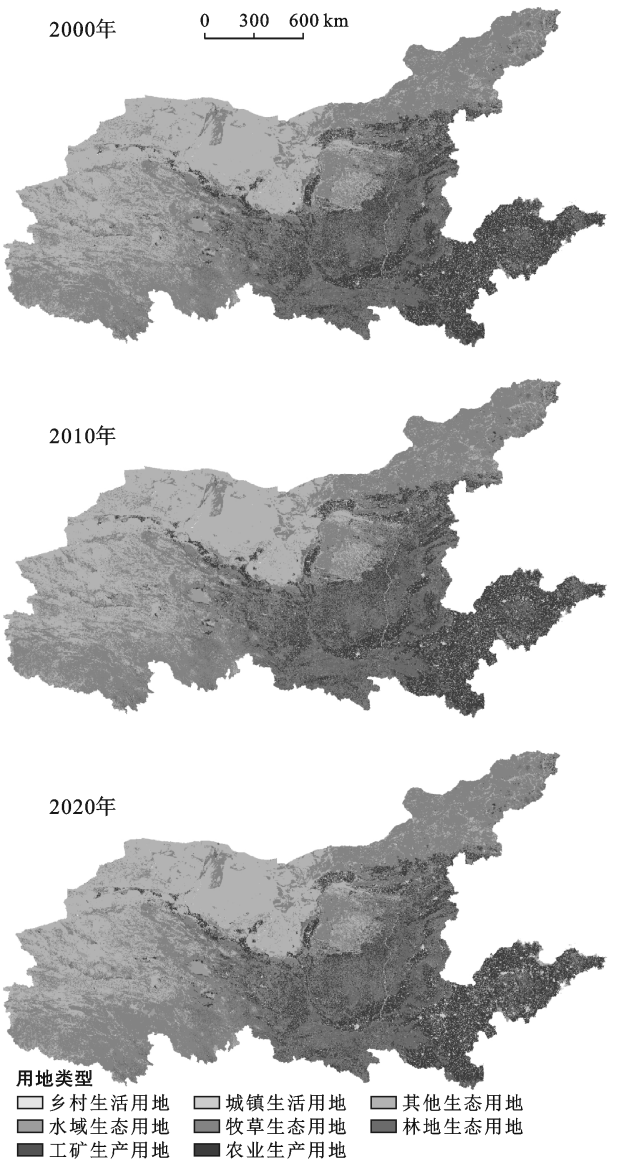


图 1　黄河流域 2000－2020 年"三生"土地利用状况

(3) 生活用地。2000—2020 年黄河流域城镇生活用地呈持续增加状态,其中 2010—2020 年增加幅度最大,占总增加量的 72.6%,主要来源于农业生产用地,对其增加的贡献率为 38%。2000—2020 年黄河流域乡村生活用地变化与城镇生活用地类似,尽管增加面积低于城镇生活用地,但也呈持续增加态势,主要来源于农业生产用地。

总体而言，黄河流域 2000—2020 年土地利用变化呈现农业生产用地和其他生态用地的逐渐减少和其余用地逐渐增加的特点。随着各项发展战略的推动，如西部大开发和黄河流域高质量发展等，目前黄河流域土地的主导转移方向逐渐以发展城镇和工矿业为主。

表 3 黄河流域 2000—2020 年土地利用变化转移矩阵 km²

土地利用类型		2020 年								变化率/%
		农业生产用地	工矿生产用地	林地生态用地	牧草生态用地	水域生态用地	其他生态用地	城镇生活用地	乡村生活用地	
2000 年	农业生产用地	336 632.0	4 240.7	21 658.6	79 439.3	7 431.4	3 355.8	9 785.6	28 138.1	31.40
	工矿生产用地	714.7	830.8	86.9	246.7	1 334.2	94.1	406.8	168.4	78.60
	林地生态用地	19 048.8	574.1	132 774.0	46 623.5	1 086.0	2 492.8	415.7	1 052.8	34.94
	牧草生态用地	77 690.2	3 593.3	49 487.9	808 102.3	10 263.2	75 922.5	852.2	3 884.6	21.53
	水域生态用地	5 808.3	235.0	872.1	7 972.8	26 961.6	4 960.2	320.3	658.1	43.58
	其他生态用地	6 211.6	1 497.9	3 264.0	97 636.0	9 314.9	601 073.0	179.4	534.7	16.48
	城镇生活用地	860.4	42.4	88.3	126.6	69.6	7.4	6 399.4	133.1	17.18
	乡村生活用地	23 018.1	343.1	614.5	2 724.3	593.4	298.0	1 291.2	5 334.7	84.41

2.3 黄河流域生态环境质量时空演变分析

根据公式(2)计算得出黄河流域 2000，2010 年和 2020 年的生态环境质量指数分别为 0.450 2，0.450 5 和 0.456 7，整体上黄河流域生态环境质量指数稳定，呈上升趋势。为进一步分析黄河流域生态环境质量，计算出黄河流域 90 个地级市 2000—2020 年的生态环境质量指数，并利用 ArcGIS 的自然断点法将黄河流域生态环境质量指数划分为 5 个等级：低质量区、较低质量区、中质量区、较高质量区和高质量区。各级生态环境质量指数有所差异(表 4)，2000—2020 年高质量区面积比重保持在 28.7%，成为黄河流域土地利用生态环境状况的主体；较高质量区面积急速增长，比重增加 8.7%，这与国家近年来极度重视黄河流域生态环境质量有关。中质量区和较低质量区面积减少，比重分别下降 7.7% 和 2.2%；低质量区面积稳定。

表 4 黄河流域生态环境质量等级面积及比重

类 型	2000 年		2010 年		2020 年	
	面积/km²	比重/%	面积/km²	比重/%	面积/km²	比重/%
低质量区	370 116.3	14.2	370 116.3	14.2	373 274.9	14.3
较低质量区	469 984.5	18.0	393 964.5	15.1	413 456.9	15.8
中质量区	729 319.7	27.9	549 604.2	21.0	526 953.1	20.2
较高质量区	294 268.9	11.3	550 004.4	21.0	550 004.4	21.0
高质量区	750 713.6	28.7	750 713.6	28.7	750 713.6	28.7

1990，2010 年和 2020 年 3 个时期黄河流域生态环境质量指数在空间分布上有明显的差异性，整体呈现由东南向北部递增趋势(图 2)。生态环境高质量区和较高质量区主要位于青海南部三江源草原草甸湿地生态屏障区、内蒙古的一系列草原区及农业区，其主要土地利用类型为生态用地，受地形地貌制约，生产用地和生活用地较少，受人类活动影响小，因此生态环境质量高。

生态环境中质量区和较低质量区主要分布于甘肃省和宁夏回族自治区大部分区域、山西省和陕西省北部等经济和工业较发达区域，但随着政策对生态环境的要求提升，例如 2010 年以前的退耕还林还草制度和 2010 年后的国家生态补偿制度以及生态保护和高质量发展战略，其比重有所下降。生态环境低质量区从 2000—2020 年增长 3 158.6 km²，主要分布在城市发展水平较高的区域，集中连片分布明显，如各省省会附近和以山东半岛城市群、中原城市群、关中平原城市群、晋中城市群、呼包鄂榆城市群、宁夏沿黄城市群、兰西城市群为主的黄河流域城市群，其主要土地利用类型为农业、工矿生产用地和城镇生活用地，这些用地挤压了绿色生态用地，密集的人口和仍以工业为先导的产业结构导致土地利用强度超过了生态利用承载力。

2.4 黄河流域土地利用转型对生态环境的贡献指数

在黄河流域 2000，2010 年和 2020 年 3 个时期土地利用类型生态环境质量指数中(表 5)，牧草生态用

地对黄河流域生态环境质量贡献率均为最高,占比67%左右,其次为林地生态用地和农业生产用地,林地生态用地对区域生态环境质量的贡献随时间推移而递增,农业生产用地则相反,其生态环境质量指数从2000年的0.054 1减小到2020年的0.051 8,贡献率从12.03%减小到11.35%。水域生态用地、城镇和乡村生活用地对区域生态环境质量的贡献较小,但呈现上升趋势。

表 5　黄河流域 2000—2020 年土地利用类型环境质量指数和贡献率

土地利用类型	2000 年		2010 年		2020 年	
	指数变化	贡献率/%	指数变化	贡献率/%	指数变化	贡献率/%
农业生产用地	0.054 1	12.03	0.053 3	11.84	0.051 8	11.35
工矿生产用地	0.000 2	0.05	0.000 3	0.07	0.000 7	0.15
林地生态用地	0.069 2	15.37	0.070 1	15.57	0.070 8	15.49
牧草生态用地	0.302 3	67.15	0.301 8	66.98	0.306 0	66.99
水域生态用地	0.011 1	2.47	0.011 4	2.53	0.013 3	2.91
其他生态用地	0.009 9	2.20	0.009 9	2.20	0.009 5	2.08
城镇生活用地	0.000 6	0.14	0.000 9	0.19	0.001 6	0.34
乡村生活用地	0.002 7	0.60	0.002 8	0.62	0.003 1	0.69
总 计	0.054 1	12.03	0.450 5	100.00	0.456 7	100.00

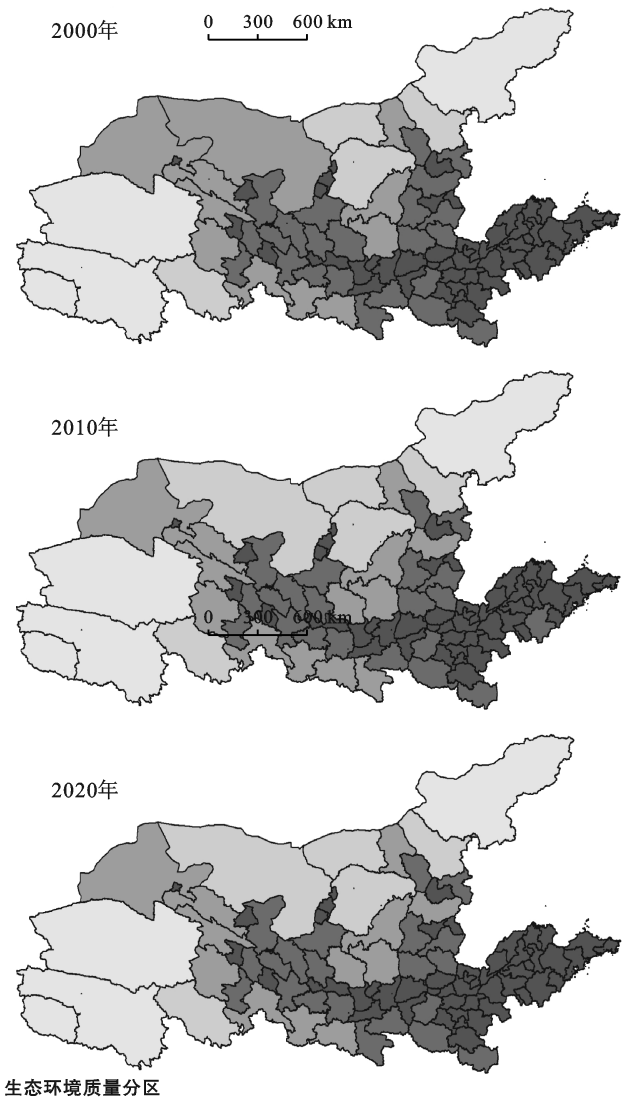


图 2　黄河流域生态环境质量空间分布

生态环境质量往往存在着改善和恶化两种相反的发展趋势,这两种趋势一定程度上会相互抵消,使生态环境质量总体上维持相对稳定,但生态环境质量指数的稳定并不代表生态环境未改变[32-33]。

据公式(3)计算得出影响黄河流域生态环境质量的主要用地变化类型及贡献率(表 6)。2000—2010年农业生产用地转型为林地和牧草生态用地,其他生态用地转型为农业生产用地、牧草生态用地,以及水域生态用地、林地生态用地转型为牧草生态用地是黄河流域生态环境质量改善的主要原因,这 6 种用地转型对黄河流域生态环境质量改善的贡献率达96.75%。牧草生态用地的减少,城镇和乡村生活用地对农业生产用地的占用则是黄河流域生态环境质量恶化的主要原因,前 6 种导致黄河流域生态环境质量恶化的用地转型贡献率达 90.4%。

2010—2020 年的用地转型导致生态环境质量改善的前 6 种用地转型类型贡献率上升为 97.69%,导致生态环境质量恶化的前 6 种用地转型类型贡献率上升为 90.99%,其中,随着时间的推移,其他生态用地转为牧草生态用地成为黄河流域环境质量改善的主导因素,贡献率占比排名第一。农业生产用地对牧草生产用地的占用对环境质量的负作用开始凸显,贡献率占比逐步提高,至 2020 年达到31.66%。总体而言,黄河流域 20 a 间生态环境存在改善和恶化两种趋势,恶化的趋势小于改善的趋势,但改善力度仍需加强。

表 6 黄河流域 2000—2020 年影响生态环境质量的主要土地利用转型类型及贡献率

模式	2000—2010 年			2010—2020 年		
	土地利用转型类型(X—Y)	贡献率	比重/%	土地利用转型类型(X—Y)	贡献率	比重/%
导致生态环境改善	1—4	0.000 493	44.09	6—4	0.011 228	43.91
	6—4	0.000 446	39.90	1—4	0.007 617	29.79
	3—4	0.000 061	5.48	3—4	0.004 413	17.26
	5—4	0.000 045	4.06	1—3	0.000 931	3.64
	6—1	0.000 023	2.10	5—4	0.000 456	1.78
	1—3	0.000 013	1.12	8—1	0.000 336	1.31
	总 计	0.001 083	96.75	总计	0.024 982	97.69
导致生态环境恶化	4—6	−0.000 537	38.32	4—6	−0.008 482	31.68
	4—1	−0.000 369	26.31	4—1	−0.007 526	31.66
	4—3	−0.000 178	12.71	4—3	−0.004 463	18.77
	4—5	−0.000 085	6.04	4—5	−0.001 111	4.67
	1—7	−0.000 054	3.83	1—8	−0.000 548	2.30
	4—2	−0.000 045	3.19	4—8	−0.000 452	1.90
	总 计	−0.001 268	90.4	总计	−0.022 582	90.99

注:X—Y 表示土地利用类型由 X 转型为 Y。数字 1—8 分别代表农业生产用地、工矿生产用地、林地生态用地、牧草生态用地、水域生态用地、其他生态用地、城镇生活用地和乡村生活用地。

3 讨论与结论

(1) 2000—2020 年黄河流域“三生”空间土地利用结构转型整体呈现生产用地面积减少,生态用地面积相对稳定,生活用地面积不断增加的格局。从二级地类角度分析,农业生产用地和其他生态用地面积大幅减少,牧草生态用地、工矿生产用地和城镇、乡村生活用地面积增长较快,其中城镇生活用地增幅最大,年均增长 5%。

(2) 2000—2020 年黄河流域生态环境质量指数分别为 0.450 2,0.450 5 和 0.456 7,整体上黄河流域生态环境质量指数稳定,呈上升趋势。2000—2020 年高质量区面积比重保持在 28.7%,构成了黄河流域土地利用环境状况的主体;较高质量区面积急速增长,比重增加 8.7%;中质量区和较低质量区面积减少,比重分别下降 7.7%和 2.2%;低质量区面积稳定。

(3) 2000—2020 年黄河流域生态环境质量指数在空间分布上有明显的差异性,整体呈现由东南向北部递增趋势。黄河流域生态环境高质量区和较高质量区主要位于青海南部三江源草原草甸湿地生态屏障区、内蒙古的一系列草原区及农业区;生态环境中质量区和较低质量区广泛分布于经济和工业较发达区域,但比重有所下降;生态环境低质量区范围相对稳定,主要分布在城市发展水平较高的区域,集中连片分布明显。

(4) 2000—2020 年黄河流域土地利用类型生态环境质量指数中,牧草生态用地对黄河流域生态环境质量贡献率最高,其次为林地生态用地和农业生产用地,水域生态用地、城镇和乡村生活用地对区域生态环境质量的贡献较小,但呈现上升趋势。黄河流域 20 a间生态环境存在改善和恶化两种趋势,恶化的趋势小于改善的趋势,农业生产用地和其他生态用地转为牧草生态用地是生态环境改善的主导因素,城镇和乡村生活用地对农业生产用地的占用是生态环境恶化的主导因素,农业生产用地对牧草生产用地的占用对环境质量的负作用开始凸显。

黄河流域是中华民族的“母亲河”,其生态环境安危事关国家盛衰和民族复兴,对于目前出现的城乡生活用地和工矿生产用地对农业生产用地的占用以及各市生态环境质量差异明显等问题,黄河流域应合理规划“三生”用地空间,并适当利用生态补偿机制引导退耕还林还草政策;各地级市也要依据自身的资源条件、产业发展水平、主体功能区定位等规划好对自身的土地利用方案,促进“三生”用地的合理布局,优化国土资源空间配置,落实黄河流域生态保护和高质量发展国家重大战略战略。

[参 考 文 献]

[1] 焦露,薛哲进,尹剑,等.“三生”空间视角下喀斯特地区土地利用转型的生态环境效应:以贵州省为例[J].生态经济,2020,36(4):206-212.

[2] Pimm S L, Raven P. Extinction by numbers [J]. Nature, 2000,403(6772):843-845.

[3] Nabiollahi K, Golmohamadi F, Taghizadeh-Mehrjardi R, et al. Assessing the effects of slope gradient and land use change on soil quality degradation through digital mapping of soil quality indices and soil loss rate [J].

Geoderma, 2018,318:16-28.

[4] Hankey S, Marshall J D. Land use regression models of on-road particulate air pollution(particle number, black carbon, PM2.5, particle size) using mobile monitoring [J]. Environmental Science & Technology, 2015, 49 (15):9194-9202.

[5] Huang Jinliang, Huang Yaling, Pontius R G, et al. Geographically weighted regression to measure spatial variations in correlations between water pollution versus land use in a coastal watershed [J]. Ocean & Coastal Management, 2015,103:14-24.

[6] 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.

[7] Lambin E F, Meyfroidt P. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change [J]. Land Use Policy, 2010,27(2):108-118.

[8] Liu Xiaoxuan, Yu Le, Si Yali, et al. Identifying patterns and hotspots of global land cover transitions using the ESA CCI land cover dataset [J]. Remote Sensing Letters, 2018,9(10):972-981.

[9] Long Hualou, Qu Yi, Tu Shuangshuang, et al. Development of land use transitions research in China [J]. Journal of Geographical Sciences, 2020,30(7):1195-1214.

[10] Cao Qian, Yu Deyong, Georgescu M, et al. Impacts of land use and land cover change on regional climate: A case study in the agro-pastoral transitional zone of China [J]. Environmental Research Letters, 2015,10(12): 124025.

[11] Yang Yuanyuan, Bao Wenkai, Li Yuheng, et al. Land use transition and its eco-environmental effects in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration: A production-living-ecological perspective [J]. Land, 2020,9(9):285.

[12] John J, Chithra N R, Thampi S G. Prediction of land use/cover change in the Bharathapuzha river basin, India using geospatial techniques [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2019,191(6):354.

[13] Bekele D, Alamirew T, Kebede A, et al. Land use and land cover dynamics in the Keleta watershed, Awash River basin, Ethiopia [J]. Environmental Hazards, 2019,18(3):246-265.

[14] Izquierdo A E, Grau H R. Agriculture adjustment, land-use transition and protected areas in Northwestern Argentina [J]. Journal of Environmental Management, 2009,90(2):858-865.

[15] Van Vliet N, Mertz O, Heinimann A, et al. Trends, drivers and impacts of changes in Swidden cultivation in tropical forest-agriculture frontiers: A global assessment [J]. Global Environmental Change, 2012,22(2):418-429.

[16] Qu Y, Jiang G-H, Li Z, et al. Understanding rural land use transition and regional consolidation implications in China [J]. Land Use Policy, 2019,82:742-753.

[17] Gaglio M, Aschonitis V G, Gissi E, et al. Land use change effects on ecosystem services of river deltas and coastal wetlands: Case study in Volano-Mesola-Goro in Po river delta(Italy) [J]. Wetlands Ecology and Management, 2017,25(1):67-86.

[18] Qu Yi, Long Hualou. The economic and environmental effects of land use transitions under rapid urbanization and the implications for land use management [J]. Habitat International, 2018,82:113-121.

[19] Liu Yongqing, Long Hualou, Li Tingting, et al. Land use transitions and their effects on water environment in Huang-Huai-Hai Plain, China [J]. Land Use Policy, 2015,47:293-301.

[20] 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):7113-7122.

[21] 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.

[22] 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.

[23] 阿依吐尔逊·沙木西,刘新平,祖丽菲娅·买买提,等.西部绿洲城市土地利用转型的生态环境效应:以乌鲁木齐市为例[J].农业资源与环境学报,2019,36(2):149-159.

[24] 刘继来,刘彦随,李裕瑞.中国"三生"空间分类评价与时空格局分析[J].地理学报,2017,72(7):1290-1304.

[25] 张文慧,吕晓,史洋洋,等.黄河流域土地利用转型图谱特征[J].中国土地科学,2020,34(8):80-88.

[26] 张佰发,苗长虹.黄河流域土地利用时空格局演变及驱动力[J].资源科学,2020,42(3):460-473.

[27] 耿凤娟,苗长虹,胡志强.黄河流域工业结构转型及其对空间集聚方式的响应[J].经济地理,2020,40(6):30-36.

[28] 冉端,李江风.长江经济带土地利用转型及生态环境效应[J].江苏农业科学,2020,48(2):256-263.

[29] 李晓文,方创琳,黄金川,等.西北干旱区城市土地利用变化及其区域生态环境效应:以甘肃河西地区为例[J].第四纪研究,2003(3):280-290,348-349.

[30] 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.

[31] 李旭亮,杨礼箫,田伟,等.中国北方农牧交错带土地利用/覆盖变化研究综述[J].应用生态学报,2018,29(10):3487-3495.

[32] 苑韶峰,唐奕钰,申屠楚宁.土地利用转型时空演变及其生态环境效应:基于长江经济带 127 个地级市的实证研究[J].经济地理,2019,39(9):174-181.

[33] 王威,胡业翠,张宇龙.三生空间结构认知与转化管控框架[J].中国土地科学,2020,34(12):25-33.