

陕西省土地利用转型时空演变及其生态环境效应分析

孙善良, 张小平

(西北师范大学 地理与环境科学学院, 兰州 730070)

摘要:为了探索在社会经济快速发展背景下陕西省土地利用结构和功能及其生态环境效应的时空变化。基于 2000 年、2010 年和 2018 年的 3 期土地利用遥感监测数据,以“生产—生态—生活”为主导功能分类,通过土地利用转移矩阵、生态环境质量指数、土地利用转型生态贡献率等方法,定量分析了土地利用结构的时空演变及其生态环境效应。结果表明:(1) 陕西省土地利用类型分布差异较大,生产、生活用地主要分布在关中平原,生态用地主要分布陕北高原和陕南山地;其中生态用地面积最大且呈扩张趋势,生产用地面积居中且持续下降,生活用地面积最小但扩张趋势明显。(2) 土地利用类型转移变化主要表现为牧草、林地生态用地和城乡生活用地对农业生产用地的挤占;(3) 生态环境质量指数小幅上升,空间上呈南部高、中部低、北部较高的格局;(4) 林地、牧草生态用地和农业生产用地三者之间的相互转化是影响生态环境质量变化的主要因素。生产用地向生态用地的转化改善了生态环境质量。

关键词:土地利用转型;三生空间;生态环境效应;陕西省

中图分类号:F301.2; X171

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2021)06-0356-08

Analysis on the Spatiotemporal Evolution of Land Use Transformation and Its Ecological Environment Effect in Shaanxi Province

SUN Shanliang, ZHANG Xiaoping

(College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: In order to explore the temporal and spatial changes of land use structure and function and its ecological environment effects in Shaanxi Province under the background of rapid social and economic development, according to land use classification based on leading function of production, ecology and living, we took Shaanxi Province as the case and made use of land use change/cover data in 2000, 2010 and 2018 respectively by remote sensing interpretation obtained from Landsat TM. And then we quantitatively analyzed the characteristics of land functional structural and spatial transformation as well as its eco-environmental impacts. The methods discussed in the article included land use transfer matrix, index of regional eco-environmental quality and ecological contribution ratio of different kinds of land changes. The results showed that: (1) the distribution of land use types in Shaanxi Province was quite different; the production and living land mainly distributed in the Guanzhong Plain, and the ecological land mainly distributed in the northern Shaanxi plateau and the mountainous region of southern Shaanxi; among them, the ecological land area was the largest and tended to expand, while the production land area was of medium and continued to decline, the living land area was the smallest but tended to expand obviously; (2) the transfer of land use types was mainly manifested in the occupation of agricultural production land by grassland, ecological forestland and urban and rural living land; (3) the eco-environmental quality index rose slightly, and it showed a pattern of highest level in the south, low level in the middle, and higher level in the north; (4) the mutual transformation among agricultural production land, forestland and ecological grassland was the main factor affecting the change of ecological environment quality. The conversion of production land to ecological land has improved the quality of the ecological environment.

收稿日期:2020-12-21

修回日期:2021-01-04

第一作者:孙善良(1996—),男,河南安阳人,硕士研究生,研究方向为区域环境与生态产业。E-mail:381149833@qq.com

通信作者:张小平(1967—),女,甘肃会宁人,硕士,教授,主要从事区域环境与生态产业研究。E-mail:zxp296@163.com

Keywords: ecological-production-living spaces; land use transformation; eco-environmental effects; Shaanxi Province

土地是人类生产和生活活动的基本要素和载体,土地利用在社会经济发展中具有基础性、支撑性、支配性的作用^[1]。随着社会生产力的发展,土地利用功能呈现多样化发展,从而引发土地利用功能的转型。而土地利用转型可以改变土地覆被状况并影响许多生态过程^[2],引起区域大气^[3]、水文^[4]、土壤^[5]等状况的改变以及景观格局的变化^[6],进而影响区域生态系统的服务功能和生态环境质量^[7]。长期以来,受传统的重生产、轻生活、重建设、轻生态的发展理念影响,我国国土空间开发秩序混乱,不合理的开发利用活动大量挤占和破坏生态空间,以牺牲生态环境换取经济增长,导致人居环境恶化,生态系统功能退化等问题突出。因此,土地利用转型对生态环境的影响也逐渐成为学者研究的热点问题^[8]。

党的十八大报告明确提出,要大力推进生态文明建设,通过优化国土空间开发格局控制开发强度,调整空间结构,促进“生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀”,这一举措标志着我国国土空间开发格局由生产空间为主导转向生产、生活、生态空间相协调的“三生空间”模式^[9-10]。目前关于土地利用转型的研究主要涉及土地利用转型的理论与假说、城乡发展的关系和土地利用的隐性形态、生态弹性度以及土地利用转型的生态效应及社会效应等^[11-15]方面。而基于“三生空间”的土地利用转型研究可以弥补现有研究对土地利用生态功能层面的欠缺,促进“三生空间”的合理布局及生产、生活、生态之间的协调发展^[7,16-17]。为此,我国学者进行了有益的探索。杨清可等^[7]基于“三生空间”分析了长江三角洲核心区的土地利用转型与生态环境效应;苑韶峰等^[18]从“三生空间”角度出发,对长江经济带的土地利用转型及其生态环境效应进行定量研究;吕立刚等^[19]基于“三生”土地利用主导功能,分析了江苏省的土地利用转型及其生态环境响应;张蕾等^[20]分析了辽宁省营口市“三生空间”土地利用转型的生态系统服务价值;胡峰等^[21]基于“三生空间”分析了黔中喀斯特地区的土地利用转型及其生态环境效应。由此可见,目前的相关研究主要集中在东部发达地区,较少关注经济欠发达且生态环境敏感脆弱的西北地区。由于自然条件和区位差异的影响,其土地利用方式、转型机制及其生态环境影响不同于东部发达地区,因此本研究可以弥补其不足。

陕西省位于我国西北地区,地理坐标为北纬 31°

42′—39°35′,东经 105°29′—111°15′,纵跨黄河、长江两大流域,地势呈南北高、中间低的特点,地貌类型多样,有高原、山地、平原和盆地等。按地貌结构形态从北到南可将其分为三大自然区,分别是陕北高原(榆林市、延安市)、关中平原(西安市、铜川市、宝鸡市、咸阳市、渭南市)和陕南山地(汉中市、安康市、商洛市)。近年来随着国家“西部大开发”战略的实施以及“一带一路”倡议的引导下,社会经济快速发展。2018 年 GDP 达到 24 438.32 亿元,城市化率为 58.13%,是西北地区经济发展水平最高、土地开发强度最大、城市化水平较高的地区。由于处于“一带一路”的重要节点和向西开放的前沿位置,肩负着国家生态安全屏障的重要使命,在生态文明建设方面具有重要的战略意义。但随着社会经济的发展以及城镇化、工业化的快速推进,土地利用变化较大,生态环境问题突出。一方面生态建设与社会经济发展之间的用地矛盾突出,另一方面区域生态环境脆弱,不合理的土地利用方式更加剧了土地退化,严重威胁全省的生态环境安全。因此,本文以陕西省为例,定量分析陕西省 18 a 间“三生空间”的土地利用结构与生态环境质量的时空演变特征,以期为陕西省土地资源的合理开发与生态环境保护提供借鉴。

1 数据来源和研究方法

1.1 数据来源及处理

陕西省 2000 年、2010 年、2018 年 3 期土地利用数据来自于中国科学院资源环境科学数据中心的遥感监测数据。该数据以美国陆地卫星 Landsat 遥感影像数据作为主信息源并通过人工目视解译获取^[22]。其原始数据包括 6 个一级土地利用类型(耕地、林地、草地、水域、建设用地及未利用地)和 25 个二级土地利用类型。本文的关键是通过原始数据的整合构建以“生产、生活、生态”为主导功能的土地利用分类体系。但由于同一用地类型可能兼具多重功能,基于土地利用功能视角进行土地分类具有一定难度^[7]。然而土地虽然具有多重功能,但基于行为主体的主观用地意图,总有其主导功能。因此,根据土地利用功能相关文献^[23-25],通过整合原始数据中各用地类型,将土地利用类型按其所满足人类需求的不同方面划分为具有生产、生态和生活功能的“三生”土地利用分类体系,包括 3 个一级土地利用类型(生产、生活和生态用地)和 8 个二级土地利用类型(表 1)。

表 1 “三生”土地利用主导功能分类及其生态环境质量指数

“三生”土地利用主导功能分类		原始数据中土地利用	生态环境
一级地类	二级地类	分类系统的二级地类	质量指数
生产用地	农业生产用地	水田、旱地	0.256
	工矿生产用地	工交建设用地	0.150
	林地生态用地	有林地、灌木林地、疏林地、其他林地	0.712
生态用地	牧草生态用地	高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地	0.475
	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	0.554
	其他生态用地	沙地、戈壁、盐碱地、沼泽地、裸土地、裸岩石砾地	0.015
生活用地	城镇生活用地	城镇用地	0.200
	农村生活用地	农村居民点用地	0.200

1.2 研究方法

1.2.1 土地利用功能转型 土地利用功能转型通过土地利用转移矩阵模型来具体分析。土地利用转移矩阵来源于系统分析中对系统状态与状态转移的定量描述^[26]。利用 ArcGIS 对任意两期土地利用数据进行空间叠加,获取各研究时段土地利用类型转移矩阵,作为结构分析与变化方向分析的基础,可更好地表征土地利用的结构特征与用地功能类型变化。其表达式为:

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

(1)

式中: S 为面积; n 为土地利用类型数量; i,j 分别为研究初期与末期的土地利用类型。

1.2.2 生态环境效应 土地利用功能转型的生态环境效应分析通过区域生态环境质量指数和土地利用功能转型生态贡献率进行表征。

(1) 生态环境质量指数。土地利用类型通常按照一定的生态环境视角来划分,土地利用类型的不同导致其生态环境质量具有明显差异^[18]。区域生态环境质量指数可以综合考虑研究区域内不同土地利用类型的生态环境状况和面积占比,定量分析某一区域内的生态环境质量。本文参考李晓文^[27]、罗刚^[28]等的研究成果中二级地类生态环境质量值,结合陕西省“三生”用地特征,利用面积加权法,对“三生”用地分类系统的二级地类进行生态环境质量赋值(表 1),以此来核算各类用地不同时期的生态环境质量。其表达式如下:

$$EV_t=\sum_{i=1}^n\frac{A_{ki}}{A_k}R_i$$

(2)

式中: EV_t 为研究区第 t 时期生态环境质量指数; A_{ki} 为研究区域内第 t 时期第 i 种土地利用类型的面积; A_k 为区域总面积; R_i 为第 i 种土地利用类型的生态环境指数; n 为土地利用类型数量。

(2) 土地利用功能转型生态贡献率。土地利用

功能转型生态贡献率是指某一种土地利用主导功能变化所导致的区域生态质量的变化,可表征土地利用主导功能之间的相互转换对区域生态环境质量的影响,有利于探讨区域生态环境变化的主导因素^[29],其表达式为:

$$LEI=\frac{(LE_1-LE_0)LA}{TA}$$

(3)

式中: LEI 为某一土地利用变化类型生态贡献率; LE_0,LE_1 分别为某一土地利用变化类型在变化初期和变化末期的生态环境质量指数; LA 为该变化用地的面积; TA 为区域总面积。

2 结果与分析

2.1 土地利用时空变化及转型分析

2.1.1 土地利用时空变化特征 通过对比分析陕西省 2000 年、2010 年和 2018 年 3 期土地利用类型的面积及变化(图 1—2)可以发现,生态用地面积最大(平均占比达 64.47%),但变化幅度最小,2000—2018 年共计增加 2 824.1 km²,增幅仅为 2.16%。其中林地、牧草生态用地面积呈上升趋势,分别增加了 1 405.0,2 073.6 km²,而其他生态用地和水域生态用地面积持续下降,分别减少了 549.7,104.8 km²。生产用地面积次之(平均占比为 34.09%),且呈下降趋势,18 a 来共计减少了 4 155.4 km²,降幅为 5.77%。其中农业生产用地下降趋势明显,共计减少 5 249.2 km²,降幅为 7.30%,而工矿生产用地显著增加,共计增加了 1 093.8 km²,增幅高达 827.97%。生活用地面积最小(平均占比仅为 1.44%),但变化最为明显,18 a 来共计增加了 1 331.3 km²,增幅高达 55.15%,其中城镇及农村生活用地都呈持续上升趋势,分别增加了 903.6,427.7 km²,上升幅度分别为 177.10%,22.47%,城镇生活用地增幅较大。表明随着陕西省城镇化的快速推进和城乡居民生活水平的提高,建设用地增长迅速,生活用地需求增加,土地利用供需矛盾进一步加剧。

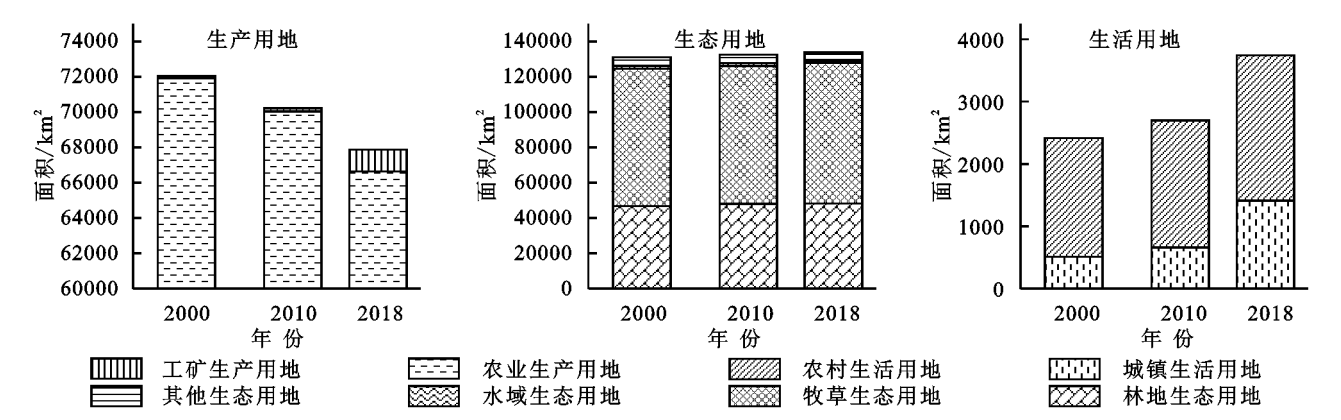


图 1 2000—2018 年三生用地面积变化

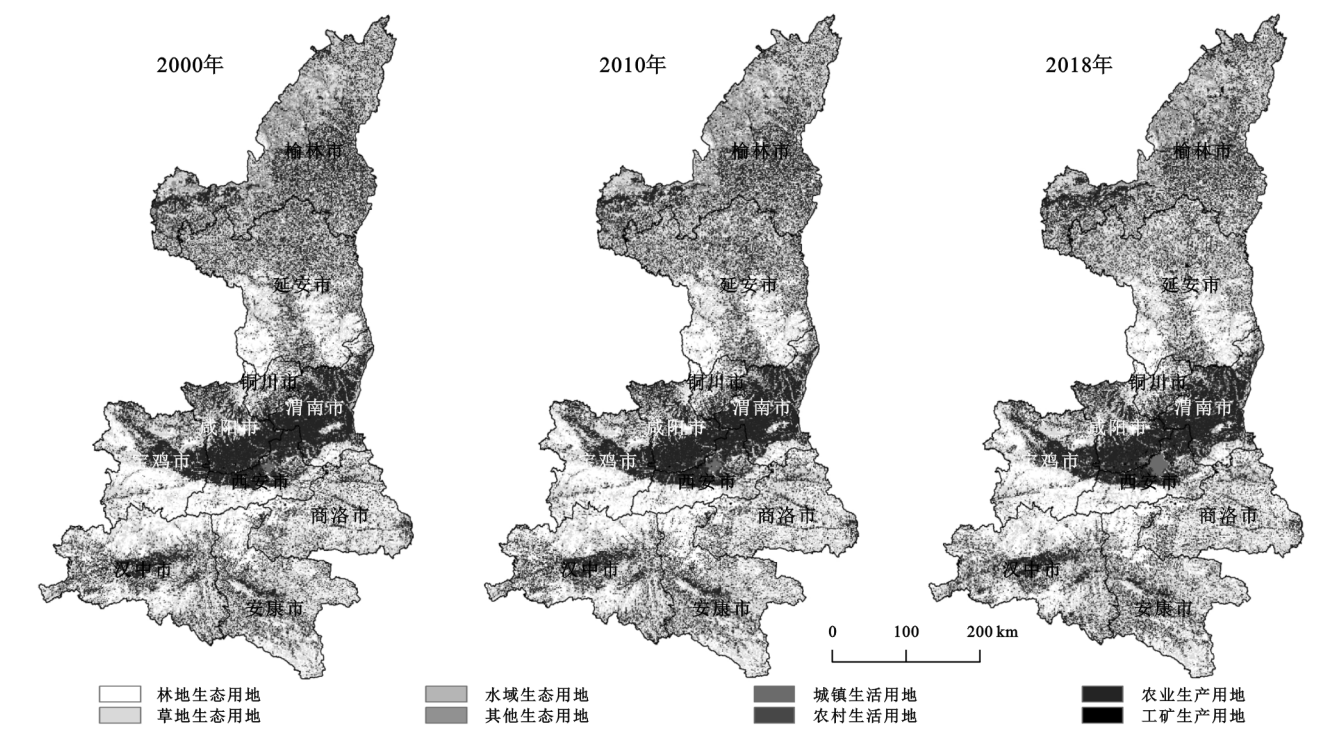


图 2 2000—2018 年陕西省三生用地分布

从陕西省三生用地分布图(图 2)可以看出,生态用地分布最为广泛,主要分布在陕南山地和陕北高原;其次为生产用地,主要分布在关中平原、陕北高原中部;生活用地占地面积最小,主要分布在关中平原。按照二级地类来看,牧草生态用地、林地生态用地和农业生产用地分布较为广泛。其中牧草生态用地主要分布在陕北高原和陕南山地南部,林地生态用地则集中分布在陕西省中南部的秦岭和陕北高原南部地区,农业生产用地主要分布在自然条件较好的陕北长城沿线风沙滩区、渭北台塬区、渭河平原区以及汉中、安康盆地和平坝区;工矿生产用地占地面积较小,集中分布在西安市和陕北高原的能源化工基地;城镇生活用地主要以西安市为中心分布,而农村生活用地的分布受自然条件和社会经济发展的影响则与农业生产用地具有空间的趋同性;其他生态用地主要分布在榆林市西北部,因毗邻毛乌素沙地,土

地利用类型主要为沙地;水域生态用地面积最小,主要为河流,如黄河、渭河、汉江等。就其变化而言,随着退耕还林还草政策的落实以及城乡社会经济的发展,导致工矿生产用地和城镇生活用地急剧扩张,农业生产用地则大幅度缩减。工矿生产用地的扩张主要体现在以西安为核心的大中城市基础建设用地的扩大以及陕北高原能源化工基地的扩展,城镇生活用地的扩张主要以关中城市群和其他大中城市为中心的蔓延扩张,而农业生产用地的缩减主要发生在关中城市群、榆林市和延安、汉中、安康 3 市区及周边部分县域内城镇发展及产业园区发展对耕地的占用。虽然为了控制耕地面积的减少,陕西省也相应落实了耕地保护和占补平衡制度,并通过推进农用地、农村建设用地、宜耕后备土地资源的整理以及土地复垦等措施来增加农业生产用地,但明显不抵其他用地对农业生产用地的挤占。

2.1.2 土地利用转型分析 为了更直观地表示研究期间陕西省各土地利用功能类型之间的转换情况,本研究利用 ArcGIS 10.6 分别对 2000—2010 年、2010—2018 年的土地利用数据进行叠加处理得到两

个时期的土地利用转移矩阵(表 2—3)。通过对比两期土地利用转移矩阵发现,最突出的表现是农业生产用地向其他土地利用类型的转移,且主要转向牧草生态用地、林地生态用地和城乡生活用地。

表 2 2000—2010 年陕西省土地利用转移矩阵 km²

年份	土地利用类型	2010 年							
		林地生态	牧草生态	水域生态	其他生态	城镇生活	农村生活	农业生产	工矿生产
		用地	用地	用地	用地	用地	用地	用地	用地
2000 年	林地生态用地	46 585.9	110.6	5.6	10.0	16.6	2.6	39.7	0.6
	牧草生态用地	594.9	76 620.9	23.8	60.5	6.4	5.0	417.2	16.1
	水域生态用地	7.1	12.2	1 514.6	1.9	1.4	2.1	59.6	0.1
	其他生态用地	7.1	168.3	4.0	4 642.3	0.0	0.4	37.3	6.0
	城镇生活用地	0.1	0.8	0.0	0.0	501.7	1.0	6.6	0.0
	农村生活用地	0.5	0.4	0.2	0.0	30.2	1 851.9	20.4	0.0
	农业生产用地	830.9	1 191.9	104.5	9.6	103.0	173.5	69 459.5	22.8
	工矿生产用地	0.0	1.4	0.4	0.0	1.7	0.0	0.8	127.7

表 3 2010—2018 年陕西省土地利用转移矩阵 km²

年份	土地利用类型	2018 年							
		林地生态	牧草生态	水域生态	其他生态	城镇生活	农村生活	农业生产	工矿生产
		用地	用地	用地	用地	用地	用地	用地	用地
2010 年	林地生态用地	31 060.2	11 180.5	85.7	137.2	55.4	95.7	5 346.3	65.3
	牧草生态用地	11 235.1	45 212.5	308.2	1 032.8	84.0	252.8	19 535.5	445.6
	水域生态用地	76.9	386.3	538.5	45.0	37.9	28.2	523.0	17.3
	其他生态用地	110.0	1 151.2	31.0	2 789.2	20.2	8.1	447.5	167.1
	城镇生活用地	13.7	21.1	0.0	0.0	542.5	5.8	77.9	0.0
	农村生活用地	73.0	202.6	15.8	0.0	100.9	218.4	1 397.2	28.6
	农业生产用地	5 601.3	21 638.9	510.3	311.4	542.6	1 722.3	39 281.0	433.3
	工矿生产用地	6.5	25.2	4.6	0.0	30.3	0.0	38.1	68.7

2000—2010 年土地利用类型之间的转移相对较小,主要表现为农业生产用地转向牧草生态用地和林地生态用地,转移面积分别为 1 191.9,830.9 km²,说明退耕还林还草政策在陕西省的实施成效显著。同时随着城镇化的推进以及城乡居民生活水平的提高,城乡生活用地对农业生产用地的侵占问题比较突出,分别有 103.0,173.5 km²的农业生产用地转化为城镇生活用地和农村生活用地,还有 104.5 km²的农业生产用地转化为水域生态用地。也有其他土地利用类型向农业生产用地的转化,但除了牧草生态用地转移面积(417.2 km²)较大外,其余都不明显。其他土地利用类型间的转化不明显。表明这一时期陕西省其他土地利用类型对农业生产用地的蚕食比较严重,耕地保护面临很大的压力。

2010—2018 年土地利用类型之间的转移相对较大。除了农业生产用地与其他土地利用类型之间的相互转移外,其他土地利用类型之间的转移也较明显。农业生产用地的转化方向与 2000—2010 年基本一致,主要转化为牧草生态用地和林地生态用地,转移面积分别为

21 638.9,5 601.3 km²,其次转化为城镇生活用地、农村生活用地、水域生态用地和工矿生产用地,分别转移了 542.6,1 722.3,510.3,433.3 km²。同时,牧草生态用地、林地生态用地、农村生活用地和水域生态用地向农业生产用地的转化也在不断增长,转移面积分别为 19 535.5,5 346.3,1 397.2,523.0 km²;牧草生态用地除了与农业生产用地之间的相互转化较大外,与林地生态用地和其他生态用地之间的转移也较明显。有 11 235.1,1 032.8 km²的牧草生态用地分别转化为林地生态用地和其他生态用地,同时也有 11 180.5 km²的林地生态用地和 1 151.2 km²的其他生态用地转化为牧草生态用地。此外,城镇生活用地和农村生活用地也在不断增加,除了农业生产用地的大量转移外,城镇生活用地的增加主要来自农村生活用地的转化,转移面积为 100.9 km²,而农村生活用地的增加主要源于牧草生态用地转化的转化,转移面积为 252.8 km²。从这一时期土地利用类型间的转移可以看出,陕西省退耕还林还草的力度进一步加大,城乡生活用地和城镇建设用地急剧增加,对农业生产用地的侵占更加突出,

农业生产用地面积大幅减少。虽然农业生产用地与其他用地之间存在着相互转化,但其他用地对农业生产用地的侵占量明显高于向其的转化量。

2.2 土地利用转型的生态环境效应

2.2.1 生态环境质量时空变化 陕西省的生态环境质量指数呈持续上升态势,由 2000 年的 0.437 6 上升到 2018 年的 0.442 0,增幅仅为 1.0%,表明其生态环境质量得到一定程度的改善,但总体较为稳定。就其生态环境质量阶段性变化而言,2000—2010 年,由于大量农业生产用地转化为林地和牧草生态用地,陕西省的生态环境质量指数由 0.437 6 上升到 0.440 9,增幅为 0.8%。整体生态环境质量有所改善;2010—2018 年,陕西省的生态环境质量指数由 0.440 9 上升到 0.442 0,增幅仅为 0.2%。由于林地和牧草生态用地增加带来的区域生态环境质量上升的面积大于城乡生活用地和工矿生产用地面积增加带来的生态环境质量下降的区域,导致生态环境质量略有改善。

以陕西 107 个县级行政单位作为评价单元,根据式(2)分别求得各评价单元 2000 年、2010 年以及 2018 年生态环境质量指数(图 3),并利用自然断点法将其分为低质量区(<0.308 8)、较低质量区(0.308 9~0.376 5)、中质量区(0.376 6~0.445 7)、较高质量区(0.445 8~0.512 3)、高质量区(>0.512 4)5 级。受土地利用类型分布的影响,陕西省生态环境质量区域

差异显著,其空间分布体现出与土地利用类型总体类似的区域分异特征(图 2—3),总体呈现南部高,中间低,北部较高的空间格局。林地、牧草生态用地分布广泛的地区生态环境质量明显高于其他土地利用类型分布地区。陕南山地土地利用类型主要为林地、牧草生态用地,森林覆盖率高;且受地形地貌的影响,限制了城镇聚集和工矿业发展,使其生态环境质量最高,除汉中市和安康市中部为生产生活用地,生态环境质量相对较差外,其余大部分区域属于高质量区和较高质量区;但近年来由于生活用地以及工矿生产用地面积大幅增加,导致低质量区面积有所上升,汉中市汉台区生态环境质量有所下降。陕北高原除延安市南部位于子午岭和黄龙山地区,生态环境质量较高外,大部分地区属于中质量区和低质量区,生态环境质量总体处于中等水平;近年来,为了构建“两屏三带”为主体的生态安全格局,陕西省实施了“双退”政策,陕北地区较高质量和高质量区面积迅速扩张,榆林市和延安市生态环境质量明显改善,其中志丹县、宜川县、延长县、吴堡县、子洲县等生态环境质量有所上升。关中平原地势平坦,农业生产条件较好,工业化、城镇化水平高,是全省经济社会集中发展地区,土地利用主要为生产、生活用地,大部分地区生态环境质量较低,且受城镇化的影响其低质量区呈扩张趋势,如西安市临潼区、灞桥区。

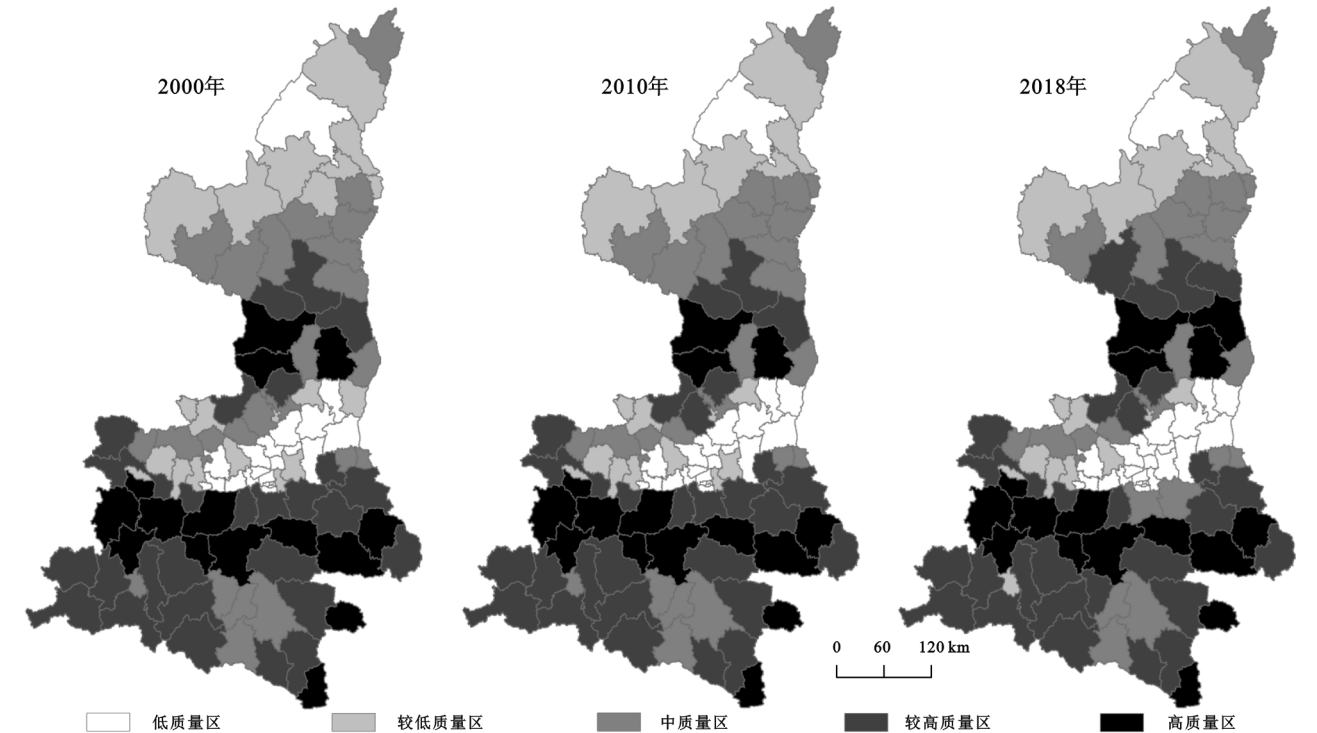


图 3 陕西省各县(区、县级市)生态环境质量指数

2.2.2 土地利用功能转型生态贡献率 区域生态环境质量通常具有改善和恶化两种变化趋势,在某程

度上,这两种相反的变化会在一定区域内相互抵消,从而使区域内的生态环境质量保持相对稳定^[7]。但

是生态环境质量指数的稳定并不意味着区域内的生态环境没有发生改变。为了分析区域内生态环境质量变化的主要因素,通过公式(3)计算出陕西省主要功能地类转型及其贡献率(表 4)。

表 4 2000—2018 年陕西省主要功能地类转型的生态贡献率

生态环境效应	2000—2010 年		贡献比重/%	2010—2018 年		贡献比重/%
	主要土地利用变化类型	生态贡献率		主要土地利用变化类型	生态贡献率	
正效应	农业生产用地—林地生态用地	0.00184	41.52	农业生产用地—牧草生态用地	0.02310	42.63
	农业生产用地—牧草生态用地	0.00127	28.61	牧草生态用地—林地生态用地	0.01298	23.95
	牧草生态用地—林地生态用地	0.00069	15.45	农业生产用地—林地生态用地	0.01245	22.9
	其他生态用地—牧草生态用地	0.00038	8.49	其他生态用地—牧草生态用地	0.00258	4.76
	农业生产用地—水域生态用地	0.00015	3.41	农业生产用地—水域生态用地	0.00074	1.37
	总计	0.02221	97.48	总计	0.27091	95.69
负效应	牧草生态用地—农业生产用地	−0.00044	39.51	牧草生态用地—农业生产用地	−0.02085	39.64
	牧草生态用地—其他生态用地	−0.00014	12.03	林地生态用地—牧草生态用地	−0.01292	24.55
	林地生态用地—牧草生态用地	−0.00013	11.33	林地生态用地—农业生产用地	−0.01188	22.59
	林地生态用地—农业生产用地	−0.00009	7.84	牧草生态用地—其他生态用地	−0.00232	4.40
	水域生态用地—农业生产用地	−0.00009	7.69	水域生态用地—农业生产用地	−0.00076	1.44
	农业生产用地—农村生活用地	−0.00005	4.20	牧草生态用地—工矿生产用地	−0.00071	1.34
	总计	−0.00675	82.60	总计	−0.31561	93.97

由表 4 可知,2000—2010 年,陕西省土地利用转型导致生态环境质量改善的主要因素是退耕还林还草带来的农业生产用地向林地、牧草生态用地的转化,共占生态贡献率的 70.13%,其中农业生产用地向林地生态用地的转化是生态环境质量改善的主导因素,占生态贡献率的 41.52%;而牧草生态用地转为农业生产用地则是导致生态环境质量下降的最主要因素,占生态环境负效应的 39.51%。2010—2018 年,土地利用转型导致生态环境质量改善的主要因素是也是退耕还林还草带来的农业生产用地向林地、牧草生态用地的转化,共占生态贡献率的 65.61%,但其生态环境质量改善的主导因素转变为农业生产用地向牧草生态用地的转化,占生态贡献率的 42.63%;土地利用转型导致生态环境质量恶化的主要因素分别是牧草生态用地转为农业生产用地以及林地生态用地转为牧草生态用地和农业生产用地,分别占生态环境负效应的 39.64%,24.55%,22.59%。由此可见,农业生产用地、林地生态用地以及牧草生态用地三者之间的相互转化是影响生态环境质量变化的主要因素。其中,农业生产用地转化为林地、牧草用地以及牧草用地转化为林地是生态环境质量改善的主要因素,而牧草用地和林地转向农业生产用地是导致生态环境质量下降的主要因素。

3 讨论与结论

3.1 讨论

陕西省土地利用的主要特征是生产用地向生态和生活用地的转化,标志着其国土空间开发格局由生产空间为主导转向生产、生活、生态三位一体的“三生

空间”模式,但距离“生产发展、生活富裕、生态良好”的生态文明发展目标还有一定的差距。目前土地利用转型面临耕地保护的巨大压力,局部地区尤其是以西安市为核心的关中平原城市群地区生态环境质量较低且呈下降态势。2018 年陕西省的城市化水平为 58.13%,人均 GDP 为 63 477 元,与东部发达地区相比,还有很大的上升空间。今后随着社会经济的发展、城镇化的不断推进,土地利用变化程度加剧,城镇建设用地和城乡生活用地将继续扩张,各类用地之间的矛盾更加突出,生态环境状况更加严峻。为此,陕西省在社会经济发展和生态文明建设中,应根据各地区自然条件、主体功能定位以及生态环境容量等实际情况进行土地调控,明确土地利用方向。通过合理调整农业用地结构,优化城乡建设用地布局,强化生态用地保护,优化“三生空间”用地布局,推动形成生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀的国土空间开发格局。具体而言,关中地区应加强耕地与基本农田保护力度,积极挖潜存量建设用地,通过城镇低效用地再开发、城镇工矿废弃地复垦、秦岭北麓等地移民(脱贫)搬迁等措施,推动城乡建设用地优化配置,提高节约集约用地水平,使关中平原成为绿色发展型生态文明示范区;陕北地区应在保障国家能源化工基地建设用地、产业园区配套用地需求的基础上,进一步优化城镇工矿用地布局,推动产业集聚发展的同时,保护基础性生态用地,通过对沙地、边沟等的治理,使陕北黄土高原地区成为生态治理型文明示范区;陕南地区应以生态环境保护和建设为重点,加强主要水源地、自然保护区等生态环境安全控制区保护力度,继续推动 25°以上坡耕地有序退耕还

林还草,充分利用生态移民(脱贫)搬迁支持政策,加强生态环境整治,改善农村生态生活条件,使陕南地区成为生态保护型文明示范区。

3.2 结论

(1) 陕西省土地利用类型分布差异较大,生产、生活用地主要分布在关中平原,生态用地主要分布陕北高原和陕南山地。其中生态用地面积最大且呈扩张趋势,2000—2018年共计增加 $2\,824.1\text{ km}^2$,增幅为 2.16% ;生产用地面积居中且持续下降,18 a来共计减少了 $4\,155.4\text{ km}^2$,降幅为 5.77% ;生活用地面积最小但扩张趋势明显,18 a来共计增加了 $1\,331.3\text{ km}^2$,增幅高达 55.15% 。

(2) 从各类土地利用功能的转移来看,2010—2018年相较于2000—2010年土地利用类型之间的转移相对较大,但两个时期变化趋势基本一致,按照二级地类来看,主要表现为牧草和林地生态用地以及城乡生活用地对农业生产用地的挤占。

(3) 尽管陕西省同时存在着生态改善和退化的两种趋势,但其总体上生态环境质量指数小幅上升,生态环境质量有所改善,土地利用转型对区域生态环境质量的影响总体而言不显著,且体现出与土地利用类型总体类似的区域分异特征,林地、牧草生态用地分布广泛的地区生态环境质量明显高于其他土地利用类型分布地区。

(4) 农业生产用地、林地生态用地以及牧草生态用地三者之间的相互转化是影响生态环境质量变化的主要因素,农业生产用地转化为林地、牧草生态用地以及牧草生态用地转化为林地生态用地是生态环境质量改善的主要因素,而导致生态环境质量下降的主要因素是牧草、林地生态用地转向农业生产用地。

本文基于土地利用遥感数据,从“三生空间”角度出发,分析了陕西省土地利用转型引起的生态环境效应变化,但由于研究区域面积较大且高分辨率的影像难以获取,所采用数据分辨率为 $1\text{ km}\times 1\text{ km}$ 。生态环境质量的变化因素仅对土地利用变化进行了定量分析,社会、经济、政策等因素未做定量分析。后期的研究中应根据陕西省的实际情况及复杂性,选择更高精度的遥感影像数据,优化影响因素分析模型,全面分析引起生态环境质量的变化因素,更好地为陕西省土地利用规划和生态环境建设提供参考和借鉴。

参考文献:

[1] 张占录,赵茜宇.土地利用的八维空间解析[J].人文地理,2018,33(6):9-17.
[2] Turner M G. Landscape ecology: the effect of pattern on process[J]. Annual Review of Ecology & Systemat-

ics,1989,20(1):171-197.

- [3] Avila F B, Pitman A J, Donat M G, et al. Climate model simulated changes in temperature extremes due to land cover change[J]. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 2012,117(D4).DOI: 10.1029/2011JD016382.
[4] 陈莹,许有鹏,尹义星.基于土地利用/覆被情景分析的长期水文效应研究:以西苕河流域为例[J].自然资源学报,2009,24(2):351-359.
[5] 周涛,史培军.土地利用变化对中国土壤碳储量变化的间接影响[J].地球科学进展,2006,21(2):138-143.
[6] 刘世梁,安南南,尹艺洁,等.广西滨海区域景观格局分析及土地利用变化预测[J].生态学报,2017,37(18):5915-5923.
[7] 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.
[8] 傅伯杰,张立伟.土地利用变化与生态系统服务:概念、方法与进展[J].地理科学进展,2014,33(4):441-446.
[9] 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.
[10] 吴艳娟,杨艳昭,杨玲,等.基于“三生空间”的城市国土空间开发建设适宜性评价:以宁波市为例[J].资源科学,2016,38(11):2072-2081.
[11] 李秀彬.农地利用变化假说与相关的环境效应命题[J].地球科学进展,2008,23(11):1124-1129.
[12] 郭素君,张培刚.从观澜看深圳市特区外土地利用转型的必然性[J].规划师,2008,22(8):72-77.
[13] 程建,程久苗.中国省际土地利用隐性形态时空格局、驱动力与转型模式[J].中国土地科学,2017,31(12):60-68,97.
[14] 廖柳文,秦建新,刘永强,等.基于土地利用转型的湖南省生态弹性研究[J].经济地理,2015,35(9):16-23.
[15] Liu Y, Long H, Li T, 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.
[16] 陈婧,史培军.土地利用功能分类探讨[J].北京师范大学学报:自然科学版,2005,41(5):536-540.
[17] Tuan Y F. Geography, phenomenology and the study of human nature[J]. Canadian Geographer, 2008,15(3):181-192.
[18] 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.
[19] 吕立刚,周生路,周兵兵,等.区域发展过程中土地利用转型及其生态环境响应研究:以江苏省为例[J].地理科学,2013,33(12):1442-1449.
[20] 张蕾,刘格格,魏俊青,等.“三生用地”转型的生态系统服务价值效应:以营口市为例[J].生态学杂志,2019,38(3):838-846.