

DOI: 10.20103/j.stxb.202210313097

陈美景,王庆日,白中科,谢立军,张冰松,郝森.黄河流域资源型城市土地利用转型及其对生态系统服务价值的影响.生态学报,2023,43(22): 9459-9470.

Chen M J, Wang Q R, Bai Z K, Xie L J, Zhang B S, Hao M. Land use transition of resource-based cities in the Yellow River Basin and its impact on ecosystem services. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(22): 9459-9470.

# 黄河流域资源型城市土地利用转型及其对生态系统服务价值的影响

陈美景<sup>1,2</sup>, 王庆日<sup>2</sup>, 白中科<sup>1,3,4,\*</sup>, 谢立军<sup>1</sup>, 张冰松<sup>2</sup>, 郝森<sup>2</sup>

1 中国地质大学(北京)土地科学技术学院,北京 100083

2 中国国土勘测规划院,北京 100035

3 自然资源部土地整治重点实验室,北京 100035

4 自然资源部矿区生态修复工程技术创新中心,北京 100083

**摘要:**分析快速城镇化背景下黄河流域资源型城市土地利用转型趋势,探讨该区域土地利用转型对生态系统服务价值的影响,为资源型城市实现绿色转型发展提供科学依据。运用 ArcGIS 空间分析方法探索研究区土地利用结构与时空转型格局,构建黄河流域资源型城市生态系统服务价值评估方法,分析不同类型和不同区域资源型城市生态系统服务价值变化情况,并进一步探究不同土地利用转型类型对生态系统服务价值的影响程度。研究表明:(1)20 年来,伴随着快速的城镇化过程,黄河流域资源型城市发生了明显的土地利用转型,草地、耕地和林地相互转换规模较大,建设用地不断扩张,耕地则持续减少;(2)2020 年,研究区生态系统服务价值总量为 1.222 万亿元,呈增长趋势,且形成“中部高—东西低”的空间格局;(3)各资源型城市生态系统服务价值量表现出北高南低、中高东低的空间格局,成熟型和再生型资源型城市以及中游地区资源型城市的单位面积生态系统服务价值较大;(4)草地、耕地和林地之间的相互转换是导致生态系统服务价值变化的主要转型类型。为提升黄河流域资源型城市生态系统服务价值,有效发挥生态系统功能,构建区域生态安全体系,首先,应严格落实国土空间用途管制制度,保持林地、草地和耕地的稳定性;其次,从严控制建设用地扩张趋势,减缓因建设占用耕地或生态用地导致生态系统服务价值损失;再次,稳步提高对未利用地的生态化利用效率;最后,积极探索提升资源型城市生态系统服务价值的差异化管理方案。

**关键词:**土地利用转型;生态系统服务价值;资源型城市;黄河流域

## Land use transition of resource-based cities in the Yellow River Basin and its impact on ecosystem services

CHEN Meijing<sup>1,2</sup>, WANG Qingri<sup>2</sup>, BAI Zhongke<sup>1,3,4,\*</sup>, XIE Lijun<sup>1</sup>, ZHANG Bingsong<sup>2</sup>, HAO Miao<sup>2</sup>

1 School of Land Science and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China

2 China Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100035, China

3 Key Laboratory of Land Consolidation and Rehabilitation, Ministry of Natural Resources, Beijing 100035, China

4 Technology Innovation Center of Ecological Restoration Engineering in Mining Area, Ministry of Natural Resources, Beijing 100083, China

**Abstract:** This paper analyzes the trend of land use transition of resource-based cities in the Yellow River Basin under the background of rapid urbanization, discusses the impact of land use transition on ecosystem service value in this region, and provides scientific basis for the realization of green transition and development of resource-based cities. The ArcGIS spatial analysis method is used to explore the transition of land use structure and spatio-temporal pattern, and the evaluation

基金项目:第三次全国国土调查项目(JCQQ221602-04)

收稿日期:2022-10-31; 采用日期:2023-03-15

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: baizk@cugb.edu.cn

method of the ecosystem service value of the resource-based cities in the Yellow River Basin is built to analyze the changes of the ecosystem service value of the resource-based cities in different types and regions. On this basis, the impact of different types of land use transition on the ecosystem service value is explored. The results show that: (1) in the past 20 years, along with the rapid urbanization process, the resource-based cities in the Yellow River Basin have undergone obvious land use transition. The scale of grassland, cultivated land, and woodland conversion were large, the construction land was expanding, and the cultivated land was decreasing; (2) In 2020, the total value of ecosystem services in the study area was 1.222 trillion yuan, showing an increasing trend, and forming a spatial pattern of high in the middle-low in the east and west; (3) In city level, the ecosystem service value of resource-based cities showed a spatial pattern of high in the north and low in the south, high in the middle and low in the east. The ecosystem service value per unit area of mature and regenerative resource-based cities and resource-based cities in the midstream area were relatively high; (4) The mutual transition among grassland, cultivated land, and woodland were the main transition types leading to the change of ecosystem service value. In order to enhance the ecosystem service value of resource-based cities in the Yellow River Basin, effectively play the role of the ecosystem, and build a regional ecological security system, first of all, the land space use control system should be implemented strictly, and the stability of forest land, grassland and cultivated land should be maintained; Secondly, the expansion trend of construction land should be strictly controlled, and the loss of ecosystem service value caused by the occupation of cultivated land or ecological land for construction should be slowed down; Thirdly, the ecological utilization efficiency of unused land should be steadily improved; Finally, the differentiated management scheme to enhance the ecosystem service value of resource-based cities should be actively explored.

**Key Words:** land use transition; ecosystem service value; resource based cities; Yellow River Basin

作为土地系统科学的重要内容,土地利用转型为土地利用与覆被变化(LUCC)综合研究提供了新的途径<sup>[1-2]</sup>,其核心目标为科学管理土地资源从而促进区域经济社会发展。土地利用转型基于人地关系地域理论,探讨区域内部各土地利用类型的形态格局由于结构矛盾引发的空间显性形态冲突和由于功能不匹配产生的内部隐性形态冲突,并通过政策措施和工程技术手段进行消除或缓解,从而使表征各部门发展的土地利用类型之间的形态格局达到协调状态,以满足土地系统对区域综合发展目标实现的支撑作用<sup>[3]</sup>。国内外学者围绕土地利用转型的概念内涵<sup>[1,3-4]</sup>及研究框架<sup>[2]</sup>、土地利用转型与土地资源管理<sup>[1]</sup>和乡村振兴<sup>[5-6]</sup>等宏观管理政策的关系、土地利用转型的生态环境效应及驱动机制<sup>[7-11]</sup>、宅基地<sup>[12]</sup>或耕地<sup>[13-14]</sup>等地类转型开展了丰富的理论与实践探索,但针对资源型城市土地利用转型的相关研究还较为匮乏。

资源型城市是一种特殊的城市类型,是因自然资源开采而兴起或发展壮大且资源性产业在工业中占有较大份额的城市<sup>[15]</sup>。资源型城市为我国经济和社会发展提供了大量的能源和原材料,有力地支撑了我国的城镇化和工业化进程,但随着对煤炭、油气等不可再生资源的持续开发利用,部分资源型城市的资源储量逐渐减少甚至枯竭,资源型城市所在区域生态环境遭受严重破坏,产生地表塌陷、土地污染等严重生态问题<sup>[16-20]</sup>,在可持续发展的压力下亟需探寻绿色转型之策。根据全国第七次人口普查数据,2000—2020年,我国常住人口城镇化率由36.09%增长至63.89%,在人口持续快速向城镇集中的过程中,作为经济社会活动的空间载体,土地利用形态格局必然发生强烈变化。由于资源禀赋、产业体系特点及空间利用强度差异等,在快速城镇化背景下,资源型城市土地利用及其演化特征与非资源型城市存在明显差异,具体表现为资源型城市生态空间被其他空间挤压的时段更长,而非资源型城市生产空间被挤压的时段更长,且资源型城市由于产业结构单一空间区域差异较小而非资源型城市空间差异较大<sup>[21]</sup>。目前学术界关于资源型城市的研究聚焦于城市产业结构转型<sup>[16-17]</sup>、高质量发展评价<sup>[22-25]</sup>等方面,关于资源型城市在快速城镇化背景下的土地利用转型研究尚不多见,已有研究侧重于微观视角,以特定资源型城市为对象<sup>[19,26]</sup>,缺乏立足于区域或流域视角,以自然地理格局为基础,分析土地利用转型特征及其生态环境影响。



www.resdc.cn), 该数据以 Landsat TM/ETM 遥感影像为主要数据源, 通过人工目视解译获取, 是目前我国精度最高的土地利用遥感监测数据产品<sup>[9]</sup>, 已经在国家土地资源调查、水文、生态研究中发挥着重要作用。本文所用土地利用数据的分辨率为 1 km×1 km, 共包含 2000 年、2005 年、2010 年、2015 年和 2020 年 5 个时期。经济社会数据来源于《中国统计年鉴》、《中国农产品价格调查年鉴》以及各资源型城市所在省、市统计年鉴。

## 2 研究方法

### 2.1 生态系统服务价值评估

依据单位面积价值当量因子的生态系统服务价值评估方法<sup>[27,38]</sup>, 结合统计年鉴资料, 获取黄河流域资源型城市三大作物(小麦、玉米和稻谷)播种面积、单产以及粮食价格数据, 2020 年黄河流域资源型城市所在省区作物单产为 3414.88 kg/hm<sup>2</sup>, 2020 年全国三种作物平均价格为 3.39 元/kg, 因此, 根据如下公式计算得出研究区域生态系统服务价值当量因子的经济价值量为 1653.78 元 hm<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>, 与 YIN D 等<sup>[10]</sup> 和杨东阳等<sup>[39]</sup> 计算的黄河流域生态系统服务价值当量因子结果均较为接近。

$$E = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^n \frac{m_i p_i q_i}{M} \quad (1)$$

式中,  $E$  为研究区生态系统服务价值当量因子的经济量;  $n$  为农作物种类, 本中文  $n=3$ ;  $p_i$  为农作物  $i$  在研究区的平均价格;  $q_i$  为研究区农作物  $i$  的平均单产;  $m_i$  为农作物  $i$  的播种面积;  $M$  为农作物总面积。

结合单位面积生态系统服务价值当量表<sup>[38]</sup>, 可以获取黄河流域资源型城市各类型用地生态系统服务价值系数(表 1)。依据研究区不同时期土地利用类型面积, 可以计算不同土地利用类型的生态系统服务价值量以及研究区生态系统服务价值总量。

表 1 黄河流域资源型城市各类型用地生态系统服务价值系数/(元 hm<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>)

Table 1 Ecosystem service value coefficient of various types of land use in resource based cities in the Yellow River Basin

一级服务 First level service	二级服务 Second level service	耕地 Cultivated land	林地 Woodland	草地 Grassland	水域 Water area	未利用地 Unused land
供给服务 Supply service	食物生产 原料生产	1653.780 644.974	545.747 4928.264	711.125 595.361	876.503 578.823	33.076 66.151
调节服务 Regulatory service	气体调节 气候调节 水文调节	1190.722 1604.167 1273.411	7144.330 6730.885 6763.960	2480.670 2579.897 2513.746	843.428 3406.787 31041.450	99.227 214.992 115.765
支撑服务 Supporting service	废物处理 土壤保持 多样性维护	2298.754 2431.057 1686.856	2844.502 6648.196 7458.548	2182.990 3704.467 3092.569	24558.630 678.050 5672.465	429.983 281.143 661.512
文化服务 Cultural service	美学景观	281.143	3439.862	1438.789	7342.783	396.907
单位面积总价值 Total value per unit area		13064.860	46504.290	19299.610	74998.920	2298.754

### 2.2 生态系统服务价值贡献率

借鉴土地利用变化生态贡献率计算方法<sup>[8,10,40]</sup>, 建立生态系统服务价值贡献率指标, 即每一种土地利用转型类型导致的生态系统服务价值变化在该时段总体生态系统服务价值变化中的比率:

$$R = \frac{(AESV_b - AESV_a)S}{\Delta ESV} \quad (2)$$

式中,  $R$  为生态系统服务价值贡献率;  $AESV_b$ 、 $AESV_a$  分别表示每一种土地利用类型转换在研究期末和期初对应的单位面积生态系统服务价值;  $S$  为该种土地利用类型转换的面积;  $\Delta ESV$  表示研究期间所有土地利用类型转变所导致的生态系统服务价值的总变化量。

### 3 黄河流域资源型城市土地利用转型特征

#### 3.1 土地利用结构转型

研究期间,黄河流域资源型城市土地利用结构变化明显,共有 22.491 万 km<sup>2</sup> 土地发生了类型转换(表 2),占研究区总面积的 36.71%。

表 2 2000—2020 年黄河流域资源型城市土地利用转移矩阵/km<sup>2</sup>

2000 年	2020 年						总转出 Total transfer out
	草地 Grassland	耕地 Cultivated land	建设用地 Construction land	林地 Woodland	水域 Water area	未利用地 Unused land	
草地 Grassland	147066	42660	4272	19484	2238	11778	80432
耕地 Cultivated land	44321	122712	15979	12475	3110	1892	77777
建设用地 Construction land	1330	9005	5689	389	547	179	11450
林地 Woodland	17893	10802	1085	59374	409	782	30971
水域 Water area	1691	2873	650	380	4312	616	6210
未利用地 Unused land	11790	3011	938	1148	1185	49414	18072
总转入 Total transfer in	77025	68351	22924	33876	7489	15247	224912
变化量 Variation	-3407	-9426	11474	2905	1279	-2825	

##### 3.1.1 建设用地持续扩张,耕地大幅减少

从转型规模来看,2000—2020 年,黄河流域资源型城市建设用地净增加 1.147 万 km<sup>2</sup>,在所有用地类型中变化量最大,表明资源型城市在发展过程中,建设用地扩张迅速,大规模占用其他用地,尤其是耕地。耕地面积大幅度减少,减少量在所有用地类型中最多。其他用地类型变化量相对较小。从转型方向上看,建设用地、林地与水域在各研究时段内持续增加,耕地持续减少,草地和未利用地总体上也呈减少趋势。

##### 3.1.2 草地、耕地和林地转换规模较大

研究期间,草地转换规模最大,总转入和总转出面积均达 8 万 km<sup>2</sup> 左右,主要转出类型为耕地,表明为保障粮食产量,研究区开垦了大量的草地用于农业种植;草地的主要转入类型同样为耕地,表明研究区为保障土地生态安全不断优化种植业布局,将不太适宜于耕作的农田逐步实施退耕还草。草地与林地的相互转换面积也较大。耕地转换规模仅次于草地,总转出和总转入规模均为 7 万 km<sup>2</sup> 左右,除主要与草地发生类型转换之外,还主要转出为林地,表明研究区近年来逐渐重视生态环境治理,实施了大规模的退耕还林工作,以保障区域生态系统功能。

#### 3.2 土地利用时空格局转型

黄河流域资源型城市土地利用以草地、耕地和林地为主(图 2),其中,草地主要分布于研究区北部和中部地区,林地主要分布于相对湿润的中东部和南部地区,耕地主要位于海拔相对较低的渭河和汾河流域以及华北平原地区,未利用地主要分布于降水量较少的西北和北部地区。

从研究区土地利用转型时空格局(图 3)来看,空间尺度上,耕地和草地的相互转换规模最大,主要位于研究区的中部和南部,其次为林地和草地转换,主要位于中部,建设占用耕地主要分布于东部和南部,而草地转化为未利用地主要位于西北地区。时间尺度上,近 5 年转型强度明显高于其他时段,表明近 5 年经济社会活动对土地利用形态的影响最为强烈。除此之外,2005—2010 年,陕西、河南和山东的资源型城市土地利用转型强度也较大。

### 4 黄河流域资源型城市土地利用转型对生态系统服务价值的影响

#### 4.1 生态系统服务价值结构及变化

黄河流域资源型城市生态系统服务价值总体呈增长趋势(表 3)。2020 年,该区域生态系统服务价值总

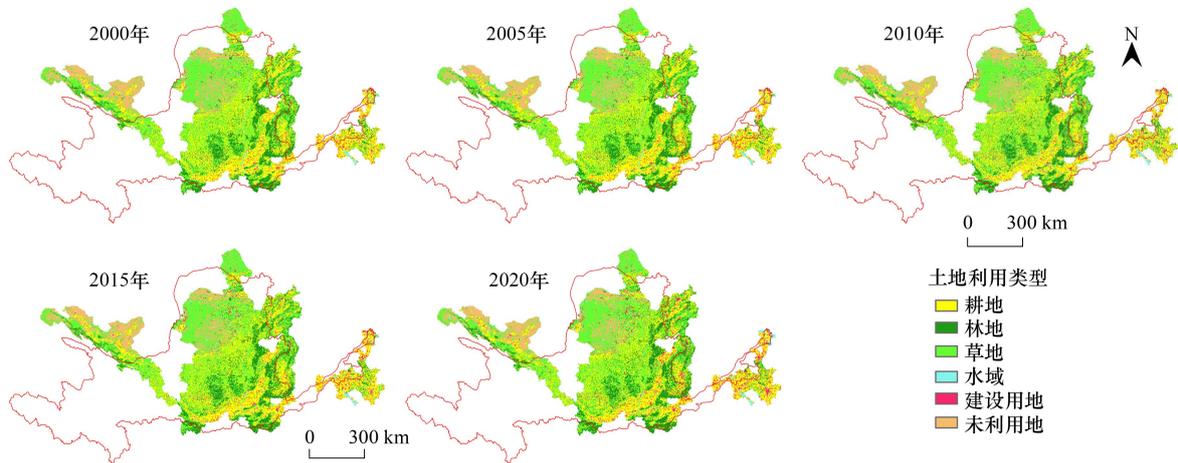


图 2 黄河流域资源型城市土地利用时空格局

Fig.2 Temporal and spatial pattern of land use in resource based cities in the Yellow River Basin

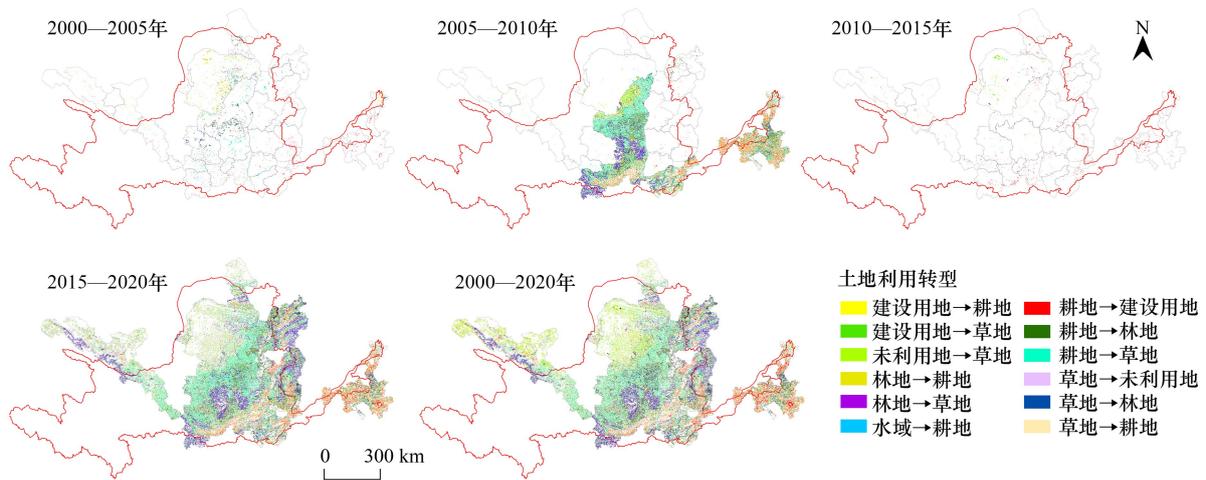


图 3 黄河流域资源型城市土地利用转型格局

Fig.3 Land use transition pattern of resource based cities in the Yellow River Basin

表 3 黄河流域资源型城市生态系统服务价值结构及变化/ $10^8$ 元

Table 3 Structure and change of ecosystem service value of resource-based cities in the Yellow River Basin

年份 Years	草地 Grassland	耕地 Cultivated land	林地 Woodland	水域 Water area	未利用地 Unused land	总计 Total
2000	4394.406	2620.994	4208.360	790.489	155.210	12169.458
2005	4355.517	2599.646	4295.741	810.888	155.637	12217.430
2010	4361.616	2587.666	4320.016	812.913	154.662	12236.874
2015	4348.705	2575.986	4323.411	826.788	151.394	12226.283
2020	4330.640	2498.968	4339.734	903.587	148.723	12221.652
2000—2005	-38.889	-21.348	87.382	20.400	0.428	47.972
2005—2010	6.099	-11.980	24.275	2.025	-0.975	19.444
2010—2015	-12.911	-11.680	3.395	13.875	-3.269	-10.591
2015—2020	-18.064	-77.017	16.323	76.799	-2.671	-4.631
2000—2020	-63.766	-122.026	131.375	113.098	-6.487	52.194

量为 1.222 万亿元,20 年共增长 52.194 亿元,表明研究区生态环境状况整体趋向变优,生态系统服务功能有所提升。其中,提升幅度最大的时段为 2000—2005 年,但近 10 年生态系统服务价值出现一定程度的减少,需采取适当措施遏制或扭转降低趋势。

不同类型土地生态系统服务价值变化差异较大,林地、水域生态系统服务价值增长较大,耕地、草地生态系统服务价值减少明显(图 4)。变化量最大的是林地,其次为耕地和水域。从增长率来看,变化最明显的为水域,其次为耕地和未利用地。

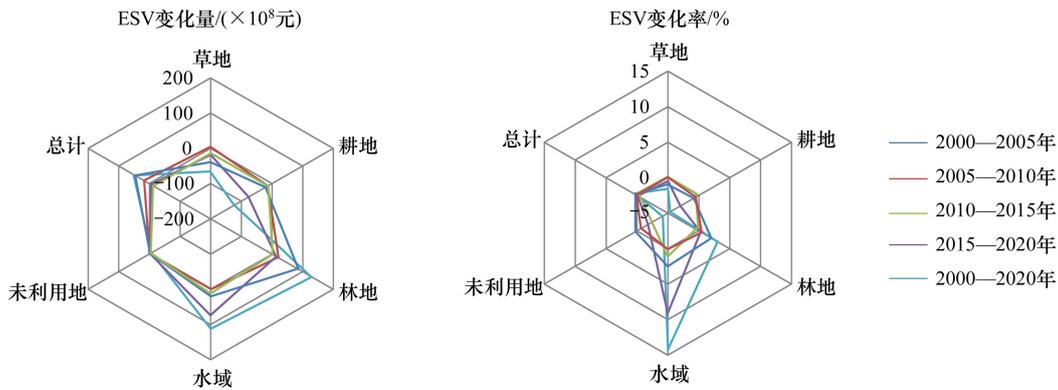


图 4 黄河流域资源型城市生态系统服务价值结构变化

Fig.4 Changes in ecosystem service value structure of resource-based cities in the Yellow River Basin

#### 4.2 生态系统服务价值时空格局及变化

采用自然断裂点法将黄河流域资源型城市生态系统服务价值分为低、中低、中、中高和高 5 个区域(图 5)。研究区生态系统服务价值空间分布总体表现为中部高、东西两侧较低的特征。2020 年,河南西部和山西南部生态系统服务价值增加明显,而西北区域的内蒙古鄂尔多斯市减少明显。进一步分析可知,由于退耕还林工程的大规模实施,2015—2020 年研究区林地明显扩张,而草地规模大幅度减少,使得林地生态系统服务价值超过了草地生态系统服务价值。

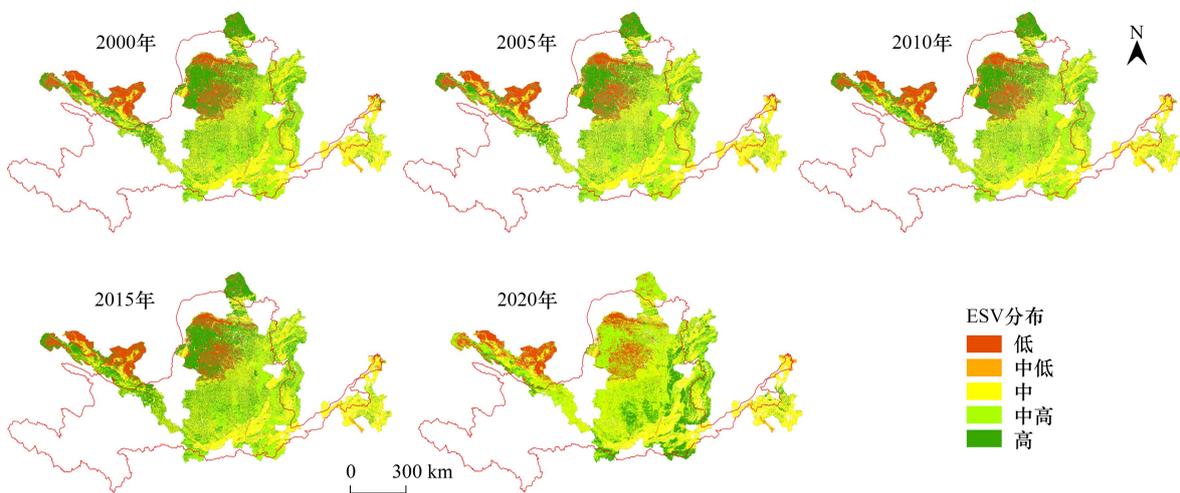


图 5 黄河流域资源型城市生态系统服务价值时空格局

Fig.5 Temporal and spatial pattern of ecosystem service value of resource-based cities in the Yellow River Basin

依据变化方向 and 变化程度,结合自然断裂点法,将黄河流域资源型城市生态系统服务价值变化空间格局

划分为显著增加、一般增加、基本不变、一般减少和显著减少 5 类区域<sup>[8,10-11,19]</sup>(图 6)。空间尺度上,西北和东部地区表现出显著减少和显著增加并存,中部地区主要为一般减少和一般增加,表明西北和东部地区因土地利用变化导致生态系统服务价值变化幅度较大,生态系统不稳定情况加剧,而中部地区变化程度相对缓和;时间尺度上,研究区生态系统服务价值在 2015—2020 年产生了较为强烈的变化,其余时段除陕西、河南和山东资源型城市在 2005—2010 年变化较大之外,其余地区各时段均相对稳定。

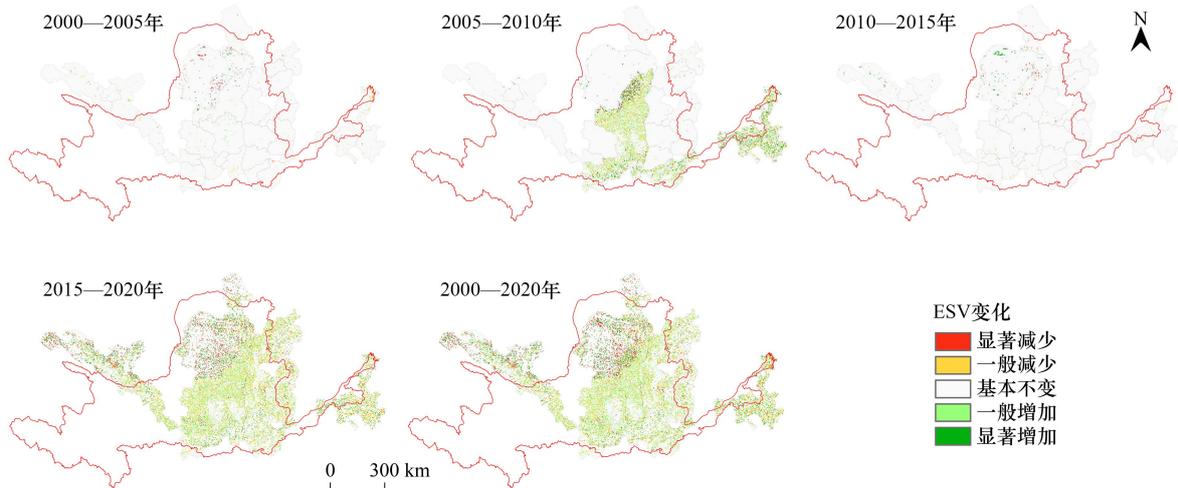


图 6 黄河流域资源型城市生态系统服务价值变化格局

Fig.6 Change pattern of ecosystem service value of resource-based cities in the Yellow River Basin

### 4.3 各资源型城市生态系统服务价值

生态系统服务价值受多种因素影响,由于各资源型城市所处地理区位、资源禀赋条件、经济社会发展程度、资源保障能力和可持续发展能力不同,因而不同区域和不同类型资源型城市生态系统服务价值存在明显差异。以自然断裂点法将各资源型城市生态系统服务价值划分为高、中高、中、中低和低 5 类(图 7)。可以看出,等级为高和较高的城市集中于研究区北部和中部,等级为低和中低的城市则主要分布在东部和南部。

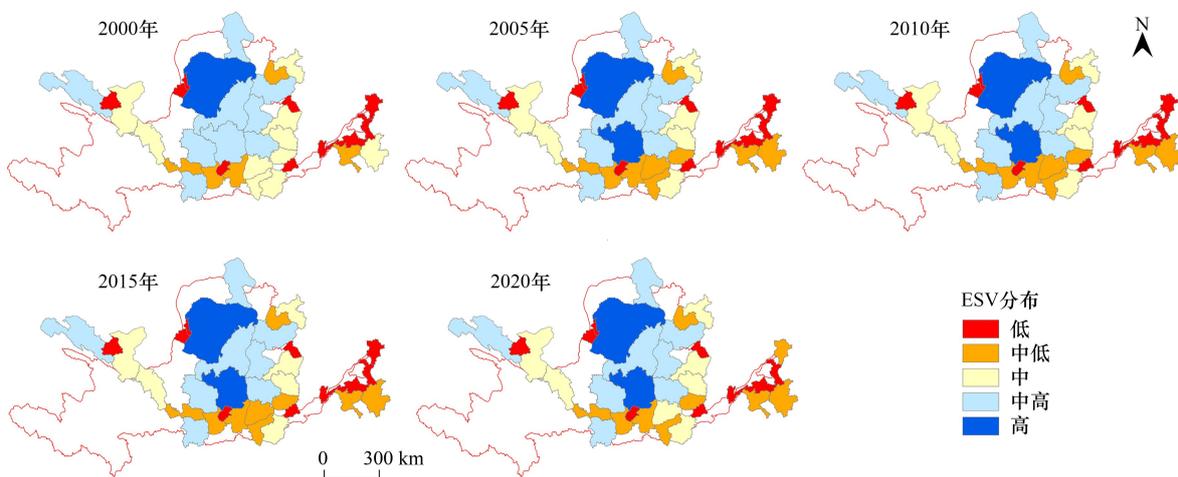


图 7 黄河流域各资源型城市生态系统服务价值时空格局

Fig.7 Temporal and spatial pattern of ecosystem service value of various resource-based cities in the Yellow River Basin

不同类型资源型城市单位面积生态系统服务价值表现为成熟型>再生型>成长型>衰退型(表 4)。表明成熟型和再生型城市生态系统本底条件较好,在资源型城市转型发展过程中实现了良好的保护和开发兼顾的

模式,而成长型和衰退型城市生态本底条件较差,或因矿产资源枯竭导致生态系统遭受破坏,亟需积极实现发展模式转型,培育生态产业,增强生态系统功能。

表 4 黄河流域资源型城市单位面积生态系统服务价值/( $10^4$ 元/ $\text{km}^2$ )

Table 4 Ecosystem service value per unit area of resource-based cities in the Yellow River Basin

年份 Years	不同类型资源型 城市单位面积 ESV ESV per unit area of different types of resource-based cities				不同区域资源型 城市单位面积 ESV ESV per unit area of resource-based cities in different regions			黄河流域资源型 城市单位面积 ESV ESV per unit area of resource-based cities in the Yellow River Basin
	成熟型 Mature type	成长型 Growth type	衰退型 Declination type	再生型 Regenerative type	上游地区 Upstream area	中游地区 Midstream area	下游地区 Downstream area	
2000	221.990	183.159	179.826	201.540	157.976	231.891	171.588	204.659
2005	222.055	185.014	180.061	202.305	157.958	232.694	171.906	205.191
2010	222.407	185.443	180.272	201.805	157.811	233.255	171.573	205.437
2015	222.061	185.013	180.845	201.522	158.662	232.728	171.127	205.239
2020	224.059	184.723	177.239	199.303	157.884	230.397	180.894	205.336

不同流域资源型城市单位面积生态系统服务价值差异显著,总体上为中游地区>下游地区>上游地区(表 4)。中游地区流域面积较大,境内有太行山及吕梁山等山脉分布,并发育有渭河、汾河等主要支流,林草资源丰富,因此生态系统服务价值较高。下游地区单位面积生态系统服务价值量普遍较小,一方面由于黄河下游流经地区河床高出两岸地面,流域面积狭小,另一方面下游地区经济发展较为迅速,土地开发建设强度大,较多的生态用地被占用。上游地区资源型城市多处于干旱风沙地区,生态本底条件较差,单位面积生态系统服务价值较小。

#### 4.4 土地利用转型的生态系统服务价值贡献率

林地、草地和耕地的相互转换是研究区生态系统服务价值变化的主导类型(表 5)。由于林地和草地特殊的自然属性,其对维持区域生态系统功能起到较大的正向作用,而耕地同样具备食物生产、调节气候、保持土壤等生态系统功能,因此研究区内规模较大的草地、林地和耕地之间的相互转换,极大地影响了生态系统服务价值变化,其贡献率之和占导致生态系统服务价值增加的 57.58%,占导致生态系统服务价值减少的 53.31%。因此,保持和提升研究区内林地、草地和耕地的规模和质量,可在很大程度上维持和改善该地区生态系统服务价值。

林地和草地的转入、未利用地的生态化开发利用是研究区生态系统服务价值增加的主要原因。黄河流域退耕还林工程的实施,尤其是在水土流失较为严重的黄土高原地区,1999—2015 年已累计退耕 235.801 万  $\text{hm}^2$ ,直接投资达 633.786 亿元<sup>[41]</sup>,明显改善了该区域生态系统条件。20 年来,黄河流域资源型城市因林地和草地转入导致的生态系统服务价值增加贡献率为 51.279,表明增加林地和草地的规模可以显著提高研究区的生态系统服务价值。此外,由于未利用地单位面积生态系统服务价值较小,对其进行生态化开垦利用,也可明显提高区域生态系统服务价值。林地和草地的转出、建设用地的持续扩张是生态系统服务价值降低的主要原因。随着我国城镇化进程的不断加剧,城镇周边农田被建设占用,而为了保障粮食安全,落实 18 亿亩耕地红线保护责任,需要从林地和草地以及未利用地等开垦新的耕地<sup>[42]</sup>。在持续推进“城镇化”和实现“粮食安全”目标的双重作用下,研究区生态空间被不断挤占,使得生态系统服务价值出现一定程度的下降。

## 5 讨论与结论

### 5.1 讨论

土地利用转型是协调土地利用类型代表的部门利益冲突的过程,在生态文明战略要求下,实现生态环境保护与经济社会协同发展是土地利用转型的重要目标<sup>[19]</sup>。根据土地利用转型规律,随着社会变革以及

人的需求层次的不断提升,在人地关系作用下,人们倾向于通过技术进步和效率提升优化生产活动空间,并不断改善生态空间的规模、结构和功能<sup>[8]</sup>。生态系统服务价值是衡量区域生态资源环境和生态发展状况的基础,可以有效反映生态系统服务对人类生存及社会经济可持续发展的重要程度<sup>[43]</sup>。黄河流域资源型城市土地利用转型特征表现出在快速的人口城镇化趋势下,建设用地急剧扩张引发的对耕地和林地、草地等生态用地的占用,以及在国家粮食安全战略导向下,各地为确保耕地规模而不断开垦林地和草地,在此双重作用下,生态用地面积骤减,从而深刻影响该区域土地所承载的生态系统功能,导致生态系统服务价值出现一定程度的损失。根据环境库兹涅茨曲线,人类对生态环境施加的压力呈倒 U 型趋势<sup>[11]</sup>,即人类对生态环境的影响程度日益加剧但并不会无节制,而是在到达一定水平后随着认知能力和管理水平的提升呈现缓和的趋势。20 年来,黄河流域资源型城市通过退耕还林还草、生态保护修复等项目的实施努力改善生态环境,使得单位面积生态系统服务价值较高的林地、水域持续增加,而单位面积价值较低的未利用地大规模减少,从而使得研究区生态系统服务价值总体上呈现增长趋势。

表 5 黄河流域资源型城市土地利用转型的生态系统服务价值贡献率

Table 5 Contribution rate of ecosystem service value in land use transformation of resource-based cities in the Yellow River Basin

导致 ESV 增加的土地利用转型类型 Types of land use transition leading to the increase of ESV			导致 ESV 减少的土地利用转型类型 Types of land use transition leading to the decrease of ESV		
土地利用转型类型 Types of land use transition	贡献率 Contribution rate	占比 Proportion/%	土地利用转型类型 Types of land use transition	贡献率 Contribution rate	占比 Proportion/%
草地-林地 Grassland-Woodland	17.900	24.94	林地-草地 Woodland-Grassland	-16.438	23.30
耕地-林地 Cultivated land-Woodland	14.087	19.63	林地-耕地 Woodland-Cultivated land	-12.198	17.29
耕地-草地 Cultivated land-Grassland	9.332	13.00	草地-耕地 Grassland-Cultivated land	-8.982	12.73
未利用地-草地 Unused land-Grassland	6.769	9.43	耕地-建设用地 Cultivated land-Construction land	-7.050	9.99
耕地-水域 Cultivated land-Water area	6.505	9.06	草地-未利用地 Grassland-Unused land	-6.762	9.58
草地-水域 Grassland-Water area	4.210	5.87	水域-耕地 Water area-Cultivated land	-6.009	8.52
建设用地-耕地 Construction land-Cultivated land	3.973	5.54	水域-草地 Water area-Grassland	-3.181	4.51
未利用地-水域 Unused land-Water area	2.909	4.05	草地-建设用地 Grassland-Construction land	-2.784	3.95
未利用地-林地 Unused land-Woodland	1.714	2.39	林地-建设用地 Woodland-Construction land	-1.704	2.42
建设用地-水域 Construction land-Water area	1.385	1.93	水域-建设用地 Water area-Construction land	-1.646	2.33
未利用地-耕地 Unused land-Cultivated land	1.095	1.53	水域-未利用地 Water area-Unused land	-1.512	2.14
建设用地-草地 Construction land-Grassland	0.867	1.21	林地-未利用地 Woodland-Unused land	-1.167	1.65
建设用地-林地 Construction land-Woodland	0.611	0.85	耕地-未利用地 Cultivated land-Unused land	-0.688	0.98
林地-水域 Woodland-Water area	0.394	0.55	水域-林地 Water area-Woodland	-0.366	0.52
建设用地-未利用地 Construction land-Unused land	0.014	0.02	未利用地-建设用地 Unused land-Construction land	-0.073	0.10
总计 Total	71.763	100.00	总计 Total	-70.560	100.00

本文借鉴谢高地的单位面积价值当量因子法<sup>[27]</sup>进行黄河流域资源型城市生态系统服务价值评估,与其他评估方法相比,该方法输入数据要求少,且容易获取,适用于各种尺度生态系统服务价值评估<sup>[44]</sup>,广泛应用

于土地利用转型的生态环境影响研究<sup>[10,20,39]</sup>。此外,本文在生态系统服务价值变化的经济—社会—自然复合作用<sup>[45]</sup>机制探讨方面尚存在不足,下一步应系统认识资源型城市土地利用转型及其生态环境影响的驱动机理,制定有效的调控手段引导土地利用转型方向,推动资源型城市实现国土空间绿色高质量发展。

## 5.2 结论

(1) 20年间,黄河流域资源型城市土地利用转型明显,近5年转型强度较大。其中,草地、耕地和林地相互转换规模较大,建设用地持续增加,耕地持续减少。

(2) 黄河流域资源型城市生态系统服务价值总体呈增长趋势,表现为“中部高—东西低”的空间格局。其中,西北和东部地区变化幅度较大,中部地区相对稳定。

(3) 不同类型、不同区域资源型城市的单位面积生态系统服务价值各不相同,成熟型、再生型以及中游地区资源型城市的单位面积生态系统服务价值较大。

(4) 草地、林地和耕地之间的相互转换是导致生态系统服务价值变化的主要转型类型。林地和草地的转入,以及对未利用地的生态化开发利用是生态系统服务价值增加的主要原因,而林地和草地的转出、建设用地的持续转入是生态系统服务价值降低的主要原因。

为提升黄河流域资源型城市生态系统服务价值,实现资源型城市绿色转型发展,本文提出如下建议:(1) 严格落实黄河流域资源型城市基本农田保护红线、生态红线以及城镇开发边界的空间管制作用,保持林地、草地和耕地的稳定性。(2) 从严控制建设用地规模扩张趋势,减缓因建设占用耕地或生态用地导致区域生态系统服务价值损失,并积极探索空废宅基地和工矿用地复垦为生态用地的政策措施。(3) 提高区域水土资源调配能力,加快对未利用地的生态化开发利用。(4) 研制资源型城市生态系统管理差异化方案,分析不同流域、不同类型资源型城市生态系统服务价值变化及驱动因素,因地制宜、分类施策,实施精细化管理。

## 参考文献(References):

- [1] 龙花楼. 论土地利用转型与土地资源管理. 地理研究, 2015, 34(9): 1607-1618.
- [2] 宋小青. 论土地利用转型的研究框架. 地理学报, 2017, 72(3): 471-487.
- [3] 龙花楼. 土地利用转型的解释. 中国土地科学, 2022, 36(4): 1-7.
- [4] Long H L, Zhang Y N, Ma L, Tu S S. Land use transitions: progress, challenges and prospects. Land, 2021, 10(9): 903.
- [5] 龙花楼, 屠爽爽. 土地利用转型与乡村振兴. 中国土地科学, 2018, 32(7): 1-6.
- [6] 龙花楼. 论土地利用转型与乡村转型发展. 地理科学进展, 2012, 31(2): 131-138.
- [7] 杨清可, 段学军, 王磊, 金志丰. 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. 地理科学, 2018, 38(1): 97-106.
- [8] 陈美景, 王庆日, 白中科, 史泽宇. 碳中和愿景下“三生空间”转型及其碳储量效应——以贵州省为例. 中国土地科学, 2021, 35(11): 101-111.
- [9] Yang Y Y, Bao W K, Li Y H, Wang Y S, Chen Z F. Land use transition and its eco-environmental effects in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration: a production-living-ecological perspective. Land, 2020, 9(9): 285.
- [10] Yin D Y, Li X S, Li G E, Zhang J, Yu H C. Spatio-temporal evolution of land use transition and its eco-environmental effects: a case study of the Yellow River Basin, China. Land, 2020, 9(12): 514.
- [11] Chen M J, Bai Z K, Wang Q, Shi Z Y. Habitat quality effect and driving mechanism of land use transitions: a case study of Henan water source area of the middle route of the south-to-north water transfer project. Land, 2021, 10(8): 796.
- [12] 龙花楼. 中国农村宅基地转型的理论与证实. 地理学报, 2006, 61(10): 1093-1100.
- [13] 宋小青, 李心怡. 区域耕地利用功能转型的理论与证实. 地理学报, 2019, 74(5): 992-1010.
- [14] 蒋梦凡, 李智国, 李杰, 刘新有. 耕地利用转型突变点检测及其时空特征——以昆明市东川区为例. 中国土地科学, 2022, 36(3): 86-95.
- [15] 国家计委宏观经济研究院课题组. 我国资源型城市的界定与分类. 宏观经济研究, 2002(11): 37-39, 59.
- [16] 张米尔, 武春友. 资源型城市产业转型障碍与对策研究. 经济理论与经济管理, 2001(2): 35-38.
- [17] 董锁成, 李泽红, 李斌, 薛梅. 中国资源型城市经济转型问题与战略探索. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(5): 12-17.
- [18] 孙威, 董冠鹏. 基于DEA模型的中国资源型城市效率及其变化. 地理研究, 2010, 29(12): 2155-2165.
- [19] 滕雅丽, 谢苗苗, 王回苗, 陈燕, 李峰. 资源型城市土地利用转型及其对生境质量的影响——以乌海市为例. 生态学报, 2022, 42(19):

- 7941-7951.
- [20] 苏宁, 丁国栋, 杜林芳, 杨光, 雷燕慧, 赵媛媛. 人类活动对资源型城市生态系统服务价值的影响——以鄂尔多斯为例. 生态学报, 2022, 42(16): 6543-6553.
- [21] 李江苏, 孙威, 余建辉. 黄河流域三生空间的演变与区域差异——基于资源型与非资源型城市的对比. 资源科学, 2020, 42(12): 2285-2299.
- [22] 李惠娟, 龙如银, 兰新萍. 资源型城市的生态效率评价. 资源科学, 2010, 32(7): 1296-1300.
- [23] 陈思含, 邵超峰, 高俊丽, 赵润, 杨岭. 基于可持续发展目标的资源型城市可持续发展评价技术及应用——以湖南省郴州市为例. 生态学报, 2022, 42(12): 4807-4822.
- [24] 孙天阳, 陆毅, 成丽红. 资源枯竭型城市扶持政策实施效果、长效机制与产业升级. 中国工业经济, 2020(7): 98-116.
- [25] 王树义, 郭少青. 资源枯竭型城市可持续发展对策研究. 中国软科学, 2012(1): 1-13.
- [26] 唐倩. 煤炭资源型城市土地利用变化及其生态脆弱性响应——以大同市为例[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2021:.
- [27] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 陈文辉, 李士美. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243-1254.
- [28] 刘耕源, 杨青, 黄俊勇. 黄河流域近十五年生态系统服务价值变化特征及影响因素研究. 中国环境管理, 2020, 12(3): 90-97.
- [29] 阎晓, 涂建军. 黄河流域资源型城市生态效率时空演变及驱动因素. 自然资源学报, 2021, 36(1): 223-239.
- [30] Chen M J, Bai Z K, Wang Q R, Shi Z Y, Meng P, Hao M. Green Land Use Efficiency and Influencing Factors of Resource-Based Cities in the Yellow River Basin under Carbon Emission Constraints. Buildings, 2022, 12(5): 551.
- [31] 曹云, 孙应龙, 陈紫璇, 延昊, 钱拴. 2000—2020 年黄河流域植被生态质量变化及其对极端气候的响应. 生态学报, 2022, 42(11): 4524-4535.
- [32] 沈问苍, 张建军, 王柯, 张守国, 雷昊仪, 宋远坤. 黄土高原区主导生态风险识别及分异性研究——以黄河流域中游为例. 生态学报, 2022, 42(18): 7417-7429.
- [33] 杨泽康, 田佳, 李万源, 苏文瑞, 郭睿妍, 刘文娟. 黄河流域生态环境质量时空格局与演变趋势. 生态学报, 2021, 41(19): 7627-7636.
- [34] 袁丽华, 蒋卫国, 申文明, 刘颖慧, 王文杰, 陶亮亮, 郑华, 刘孝富. 2000—2010 年黄河流域植被覆盖的时空变化. 生态学报, 2013, 33(24): 7798-7806.
- [35] 丁一, 郭青霞, 秦明星. 黄河流域资源型城市土地绿色利用效率时空演变及影响因素. 农业工程学报, 2021, 37(19): 250-259.
- [36] 王晓楠, 孙威. 黄河流域资源型城市转型效率及其影响因素. 地理科学进展, 2020, 39(10): 1643-1655.
- [37] 余建辉, 李佳沼, 张文忠. 中国资源型城市识别与综合类型划分. 地理学报, 2018, 73(4): 677-687.
- [38] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 肖玉, 陈操. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911-919.
- [39] 杨东阳, 张骞, 苗长虹, 高尚, 卢楠楠. 黄河流域省区生态系统服务价值时空演变研究. 黄河文明与可持续发展, 2021(1): 88-101.
- [40] 孔冬艳, 陈会广, 吴孔森. 中国“三生空间”演变特征、生态环境效应及其影响因素. 自然资源学报, 2021, 36(5): 1116-1135.
- [41] 贾磊. 黄土高原退耕还林生态效果及其驱动机制研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2022: 16.
- [42] 柯新利, 唐兰萍. 城市扩张与耕地保护耦合对陆地生态系统碳储量的影响——以湖北省为例. 生态学报, 2019, 39(2): 672-683.
- [43] 李丽. 干旱-半干旱地区生态系统服务价值评估方法与应用[D]. 北京: 中国科学院大学, 2017.
- [44] 郭朝琼, 徐昔保, 舒强. 生态系统服务供需评估方法研究进展. 生态学杂志, 2020, 39(6): 2086-2096.
- [45] 王如松, 欧阳志云. 社会-经济-自然复合生态系统与可持续发展. 中国科学院院刊, 2012, 27(3): 337-345, 403.