

# 韶山市土地利用变化对周围土地生态服务价值的影响

曹若兰, 莫宏伟

(湖南科技大学 地球科学与空间信息工程学院, 湖南 湘潭 411100)

**摘要:** [目的] 分析湖南省韶山市土地利用变化及生态服务价值变化, 探讨土地利用变化对周围土地生态服务价值的影响, 为土地利用变化与生态服务价值的相关研究以及生态服务价值评估体系的确定提供科学参考。[方法] 利用 1985 和 2020 年的两期遥感影像通过遥感解译提取土地利用数据, 基于生态服务的基本定义, 综合考虑土地利用变化和土地生态服务价值的关系。[结果] ①韶山市土地利用的转换主要发生在林地、耕地和草地之间, 林地的单一土地动态度最大, 约为 3%; ②1985—2020 年韶山市生态服务价值逐年增加, 由 12.66 亿元上升到 22.01 亿元, 其中林地对生态服务价值的贡献率最大, 约为 70%; ③研究期内, 韶山市土地利用变化对周围土地生态服务价值的遥相关增加值为 4.67 亿元。土地利用变化对周围土地生态服务价值的影响随距离增加而减小, 直到达到某一临界距离。不同地类转换其临界距离也各不相同。其中土地利用类型转换为水体时其临界距离最大, 约为 100 个斑块。[结论] 1985—2020 年韶山市土地利用变化对周围土地的生态服务价值产生了较大影响。今后在土地规划时应综合考虑土地利用变化对周围土地的影响。以期更好地实现经济与环境的协调发展。

**关键词:** 生态服务价值; 土地利用变化; 遥相关模型; 影响因素

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-288X(2022)02-0307-08

**中图分类号:** F301.2, X171.1

**文献参数:** 曹若兰, 莫宏伟. 韶山市土地利用变化对周围土地生态服务价值的影响[J]. 水土保持通报, 2022, 42(2): 307-314. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2022.02.041; Cao Ruolan, Mo Hongwei. Impacts of land use change on ecological service value of land surrounding Shaoshan City [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2022, 42(2): 307-314.

## Impacts of Land Use Change on Ecological Service Value of Land Surrounding Shaoshan City

Cao Ruolan, Mo Hongwei

(College of Resource Environment and Safety Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, Hunan 411100, China)

**Abstract:** [Objective] The change of land use and ecological service value in Shaoshan City, Hunan Province was analyzed to discuss the impacts of land use change on the surrounding land ecological service value, in order to provide a scientific reference for the related research of land use change and ecological service value, and to determine an ecological service value evaluation system. [Methods] Using remote sensing images in 1985 and 2020, land use data were extracted by remote sensing interpretation. Based on the basic definition of ecosystem service, land use change and the relationship between land ecosystem service value were comprehensively considered. A related concept was put forward and a remote correlation model was built. The surrounding land ecosystem service value following land use change was discussed. [Results] ① Land use conversion mainly occurred between forest land, cropland, and grassland, and the land dynamic attitude of forest land was the largest (about 3%). ② The value of ecosystem services in Shaoshan City increased year by year from 1.266 billion yuan in 1985 to 2.201 billion yuan in 2020, and the contribution rate of forest land to the ecosystem services value was 70%. ③ During the study period, the remote correlation added

收稿日期: 2021-10-11

修回日期: 2021-11-26

资助项目: 湖南省自然科学基金项目“湘江下游城乡交错带土地生态安全时空动态研究”(2018JJ2115)

第一作者: 曹若兰(1994—), 女(汉族), 安徽省阜阳市人, 硕士研究生, 研究方向为摄影测量与遥感。Email: 2318313757@qq.com。

通讯作者: 莫宏伟(1968—)男(汉族), 湖南省衡阳市人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事 GIS 与城乡国土资源评价方面的研究。Email: 1100028@hnust.edu.cn。

value of land use change to the surrounding land ecosystem service value was 467 million yuan. The impact of land use change on the value of surrounding land ecosystem services decreased with increasing distance, until a critical distance was reached, and the critical distance varied with different land types. When land use type was converted to water body, the critical distance was the largest, about 100 patches (land type conversion area). [Conclusion] In the future, the impact of land use change on surrounding land should be comprehensively considered in land planning so as to formulate reasonable land use policy, optimize land use structure, and realize the coordinated development of economy and environment in Shaoshan City.

**Keywords:** ecosystem service value; land use change; remote correlation model; impact factor

生态系统服务(ecological services)是人类能够从生态环境中得到的各种恩惠,包括有形物质产品和无形服务两方面,可分为供给服务、调节服务、支持服务和文化服务,而这些是人类生存和发展的必需品和生活质量的保证<sup>[1-3]</sup>。生态系统服务价值(ecological service values, ESV)评估是用货币的形式评估生态系统的功能,能直观反映生态系统服务效益的变化<sup>[4-5]</sup>。现在生态服务价值的研究已成为生态经济学和环境经济学的研究热点,并且国内外对生态服务价值评估的方法已逐步成型<sup>[6-7]</sup>。国内外学者已对城市<sup>[8]</sup>、森林<sup>[9]</sup>、草地<sup>[10]</sup>、流域<sup>[11]</sup>、湿地等<sup>[12]</sup>不同生态系统的生态服务价值进行了大量深入研究。土地利用/土地覆盖变化(LUCC)是人类社会经济活动行为与自然生态过程交互衔接的纽带,能够引起生态服务价值的改变<sup>[13-14]</sup>。土地利用与生态系统服务相互影响,相互制约。土地利用活动影响着各类生态系统类型、面积以及空间分布的变化,是生态系统服务功能变化的重要驱动力<sup>[13,15]</sup>。现有的土地利用变化与生态服务价值的相关研究多是对于土地利用变化下生态服务价值时空演变趋势的研究,主要分析土地利用由某一地类转换为另一地类时其本身变化带来的生态服务价值变化。而忽略了这一土地类型的变化对周围土地生态服务价值也存在着影响,不同的土地类型对周围土地生态服务价值影响是不同的,所以当土地类型发生变化时,会连带影响其周围土地的生态服务价值。本研究将土地类型转换对其周围土地生态服务价值产生影响的现象称为土地利用变化与生态服务价值的遥相关。分析这种遥相关,对研究土地利用变化与生态服务价值的关系、优化土地结构、制定生态补偿机制以及促进社会经济与生态环境的协调可持续发展等具有重要意义。为此,本文以湖南省韶山市为研究对象,通过遥感解译提取 1985 年及 2020 年韶山市土地利用数据。基于该数据研究土地利用变化对周围土地生态服务价值的影响,提出土地利用变化与生态服务价值的遥相关概念,构建土地利用变化与生态服务价值的遥相关计算模型,分析遥相关影响

因子,探讨土地利用变化对周围土地生态服务价值的影响,为土地利用变化与生态服务价值的相关研究提供依据,也为生态服务价值评估体系的确定提供参考。

## 1 研究区概况

韶山市位于湖南省湘潭市,距长沙市约 120 km。地理坐标为东经 112° 23' 52"—112° 38' 13",北纬 27°51'40"—28°1'53"。该市现辖 2 镇 2 乡(清溪镇、银田镇、韶山乡及杨林乡),总人口约 12 万,行政区域面积约 247 km<sup>2</sup>。该区属于湘中低山丘陵区,地势西高东低,地貌轮廓以韶峰山脉和韶河、石狮江两水为骨架,构成西部隆起,往东及东南倾斜的地势(图 1)。该区地处亚热带湿润气候区,四季分明,冬冷夏热、夏热期长,严寒期短,年均温 16.7 °C,年均降水 1 358 mm。在社会经济发展的过程中,韶山市立足于旅游发展,是国家 AAAAA 级旅游景区、全国爱国主义教育基地和中国优秀旅游城市。

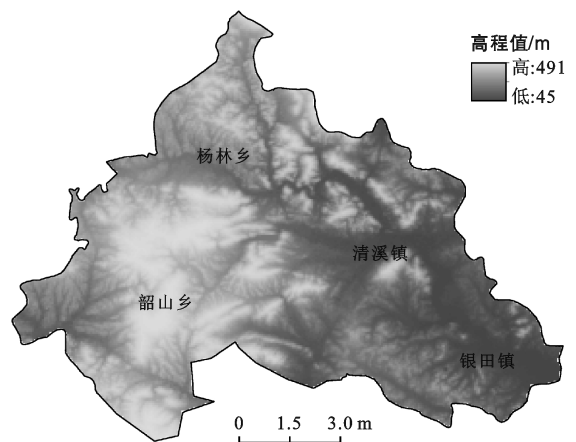


图 1 韶山市地形高程分布

## 2 数据处理与研究方法

### 2.1 数据获取与数据处理

选择韶山市 1985 和 2020 年遥感卫星数据(Google Earth 下载)为基础数据。运用 ENVI 5.2

和 ArcGIS 10.2 软件对研究区不同时期的遥感影像进行图像镶嵌、裁剪及几何校正等预处理,参照国家土地利用分类/土地覆盖研究系统及研究区的特点,将研究区土地利用类型划分为林地、耕地、草地、水体、建设用地和未利用地等 6 类<sup>[16]</sup>。在此基础上运用监督分类法对遥感影像进行判读解译,由此得到 1985 年和 2020 年的土地利用数据(附图 7)。粮食产量、粮食价格、旅人综合收入及旅游人次等数据主要来自源于 1985—2020 年《韶山市国民经济和社会发展统计公报》《湖南省统计年鉴》及《湘潭市统计年鉴》。

## 2.2 土地利用变化分析方法

(1) 土地利用转移矩阵:是马尔科夫模型在土地利用变化方面的应用,是分析研究区各土地利用类型间相互转换情况的一种比较好的方法。

(2) 土地利用动态度:主要反映某研究时间段内土地利用类型数量的变化情况<sup>[17]</sup>。单一土地动态度可表示研究区在一定时间段内某种土地类型的数量变化情况,不仅反映出其变化的剧烈程度,还反映了土地利用变化速度,其计算公式<sup>[18]</sup>为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $K$  为研究时间段内某一土地利用类型动态度; $U_a, U_b$  分别为研究时间段初期和末期该土地类型面积; $T$  为研究时段,设定为年。

## 2.3 生态服务价值测算方法

1997 年 Contanza 等<sup>[19]</sup>提出的生态服务价值评价体系是目前最为广泛的方法。而谢高地等<sup>[20]</sup>依据 Contanza 的评估方法,从我国实际情况出发,制定了

中国陆地生态服务价值当量因子表。并确定 1 个生态服务价值当量等于当年全国平均粮食单位面积市场价值的  $1/7$ <sup>[21]</sup>,计算公式为:

$$VC = \frac{1}{7} \times T_a \times T_b \quad (2)$$

式中:VC 表示单位当量因子的价值; $T_a, T_b$  分别表示为研究区平均粮食产量和平均粮食价格。

本文采用 2015 年最新改进的单位面积生态服务价值当量<sup>[22]</sup>,结合韶山市风景名胜区的实地情况,主要参考风景名胜区的旅游特性对中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表中的文化服务指标进行调整。对于建设用地的生态服务价值,许多学者都根据谢高地等的研究成果将建设用地的生态服务价值赋值为 0<sup>[23]</sup>,本文将采用这一赋值作为建设用地的值。由韶山市国民经济和社会发展统计公报及相关论文等资料可以得到研究时间段 1985—2020 年韶山市平均粮食产量  $6\ 210.9\ \text{kg}/\text{hm}^2$  和平均粮食价格 3.69 元/kg。由公式(2)计算出韶山市一个当量生态服务价值为 3 274 元/ $\text{hm}^2$ 。由此得到韶山市各土地利用类型的单位面积生态服务价值表(表 1)。

利用遥感解译提取韶山市的土地利用数据,参考 Costanza<sup>[19]</sup>的生态服务价值计算公式,结合韶山市实地情况修改后的谢高地等提出中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表,来计算韶山市不同地类的生态服务价值,其计算公式为:

$$ESV_i = \sum A_i \cdot VC_i \quad (3)$$

式中:ESV<sub>*i*</sub> 表示为 *i* 地类的生态服务价值; $A_i$  表示 *i* 地类的面积; $VC_i$  表示 *i* 类地类的单位面积生态服务价值。

表 1 韶山市生态系统单位面积生态服务功能

元/ $\text{hm}^2$

指标	单位面积生态服务价值					
	林地	草地	耕地	水体	建设用地	未利用地
食物生产	826.69	763.93	3 617.77	1 309.60	0.00	16.37
原料生产	1 899.92	1 124.07	802.13	376.51	0.00	49.11
水资源供给	982.20	622.06	-4 272.51	17 106.65	0.00	32.74
气体调节	6 245.16	3 950.63	2 913.86	1 555.15	0.00	212.81
气候调节	18 686.36	10 444.06	59 865.09	4 632.71	0.00	163.70
净化环境	5 475.77	3 448.61	441.99	9 347.27	0.00	671.17
水文调节	12 228.39	7 650.25	4 894.63	179 038.69	0.00	392.88
土壤保持	7 603.87	4 812.78	1 702.48	1 522.41	0.00	245.55
维持养分循环	581.14	371.05	507.47	114.59	0.00	16.37
生物多样性	6 924.51	4 376.25	556.58	4 190.72	0.00	229.18
美学景观	43 785.91	16 645.11	4 244.21	6 447.11	0.00	1 871.19
合计	105 238.92	54 208.80	16 930.96	225 641.41	0.00	3 901.07

## 2.4 土地利用变化与生态服务价值的遥相关测算方法

### 2.4.1 土地利用变化与生态服务价值的遥相关概念

所有土地利用类型都不是独立存在的,它们相互作用相互影响。土地类型发生变化,不仅影响了本身土地的生态服务价值,还对其周围土地的生态服务价值产生了影响。例如,某地类由水体转换为林地,对周围土地生态服务价值的影响由水体的影响转换为林地的影响,水体消失其周围耕地、草地等可能出现因干旱而导致减产、干枯等现象,进而影响土地的生态服务价值;林地出现固化土地,减少水土流失,与周围耕地、草地等构成新的气体及气候调节,进而影响其生态服务价值。土地利用通过地类的转换进而影响其周围土地生态服务价值,称这种关系为遥相关。基于此提出遥相关概念:即所有土地利用类型都不是独立存在的,它们相互影响相互作用,每一土地类型都对周围土地生态服务价值产生影响,而当土地利用类型发生转换时,其对周围土地生态服务价值的影响也发生变化,称这种现象为土地利用变化与生态服务价值的遥相关。

**2.4.2 遥相关计算模型构建** 基于生态服务的基本定义,综合考虑土地利用变化与土地生态服务价值变化的关系、土地利用类型转换情况及相隔距离等,构建土地利用变化与生态服务价值的遥相关计算模型:土地利用变化与生态服务价值的遥相关影响价值=影响因子×周围土地生态服务价值。

(1) 影响因子。遥相关的影响因子是反映土地利用变化对周围土地生态服务价值的影响程度,与土地利用的转换、面积及距离等有关。影响因子的计算主要依据转换前后的土地类型对其周围土地提供的生态服务价值当量及周围土地本身的生态服务价值当量。在谢高地等提出的生态服务中,主要由调节服务这一服务功能对外构成循环并产生影响,由此选取调节服务功能的价值当量作为各土地类型对周围土地提供的生态服务价值当量,以此为基础数据得到各个距离下的土地类型对周围土地提供的生态服务价值当量。由于土地类型面积的大小对周围土地的影响不同,所以选取间隔面积斑块个数为距离单位,计量单位为个,距离为间隔  $0, 1, 2, \dots, n$  个面积斑块。其中面积斑块是指  $i$  类土地利用类型转换为  $j$  类土地利用类型的转换面积,各地类转换的面积斑块各不相同。如某一水体转换为林地的面积大小为  $X \text{ m}^2$ , 则该地类转换的面积斑块大小为  $X \text{ m}^2$ , 其距离选取为间隔  $0, 1, 2, \dots, n$  个面积斑块(当距离单位由面积斑块个数转换成米时,一个面积斑块代表的距离大约为  $\sqrt{X} \text{ m}$ )。由此构建土地利用变化与生态服务价值的遥相关影响因子计算公式:

$$\mu = (\text{ESVE}_{j_n} - \text{ESVE}_{i_n}) \cdot \text{ESVE}^{-1} \quad (4)$$

式中: $\mu$  表示  $i$  类土地利用类型转换为  $j$  类土地利用类型在距离为  $n$  斑块(土地类型变化的面积斑块)下的影响因子;  $\text{ESVE}_{j_n}, \text{ESVE}_{i_n}$  分别为距离为  $n$  斑块下的转换后和转换前土地类型对其他土地提供的生态服务价值当量;  $\text{ESVE}$  表示为各土地利用类型的平均生态服务价值当量。

(2) 遥相关模型。遥相关模型主要阐述土地利用变化对周围土地生态服务价值的影响,由遥相关的影响因子和周围土地的生态服务价值构建其计算公式:

$$\text{RESV} = \sum(\mu \cdot \text{ESV}_n) \quad (5)$$

式中:RESV 表示土地利用变化对周围土地生态服务价值的遥相关影响值; $\mu$  表示  $i$  地类转换为  $j$  地类在距离为  $n$  个的土地利用变化对生态服务价值的影响因子;  $\text{ESV}_n$  表示在距离为  $n$  个面积斑块下的周围土地的平均生态服务价值,由  $i$  地类转换为  $j$  地类在距离为  $n$  个面积斑块下周围土地的面积和平均的生态服务价值当量(由表 1 得到),据生态服务价值计算公式(3)计算得到。

土地利用转换对本身土地生态服务价值的影响因子为 1,即  $\mu=1$ ,  $\text{ESV}_n$  由该土地面积和生态服务价值当量计算得到,此时得到的生态服务价值当量为该土地类型转换而带来的生态服务价值。而当将距离足够远时,土地利用转换对本身土地生态服务价值的影响因子为 0,即  $\mu=0$ ,土地利用转换对生态服务价值的影响为 0。由此可知该公式的设定基本符合要求。

## 3 结果与分析

### 3.1 土地利用变化分析

1985—2020 年韶山市土地利用发生了明显变化,通过表 2 对土地利用变化和转换趋势进行分析。从各地类的转换数量来看,林地主要转出为草地和耕地,其中大约有 4% 的林地转换为草地,3% 的林地转换为耕地,林地的转入来源以耕地为主。耕地和林地的转换幅度较大,在耕地的转出中有 48% 的都转出为林地,这主要由于研究区的退耕还林政策。草地占总面积的 29%,是韶山市风景区第二大土地利用类型,主要转换为林地和耕地,其转入来源主要以耕地为主,其中 30% 的耕地转入草地,还有未利用地,这说明韶山市的景区规划加大了对土地の利用。受韶山市风景名胜区地形地貌的影响,建设用地的面积所占比例较小,约为 3.6%,其转换的主要来源以耕地和草地为主。其他土地类型,如林地、水体等由于其开发难度和生态保护问题,转入建设用地的面积比较

少。从单一土地利用动态来看,由于时间跨度比较长,各地类的动态度差异不大。其中为正的有林地、草地和建设用地,研究期内其面积净增。增加幅度比较大的为林地,表明韶山市风景名胜区退耕还林和保护生态林业方面功效显著;其次为建设用地,表明韶

山市风景名胜区在城市扩张和景区建设等方面加大了对土地的利用。单一土地利用动态度为负的有耕地、水体和未利用地,各土地类型面积有不同程度的减少,其中减少幅度最大的为未利用地,主要由于城市建设的侵占。

表 2 韶山市 1985 和 2020 年土地利用变化及转移矩阵

项目	2020 年面积/hm <sup>2</sup>							土地利用动态度/%
	林地	草地	耕地	水体	建设用地	未利用地	合计	
1985 年面积/hm <sup>2</sup>								
林地	5 642.4	219.05	172.91	125.36	51.76	8.35	6 219.83	2.22
草地	1 206.95	3 313.36	902.11	1.58	211.65	93.14	5 728.79	0.86
耕地	3 327.87	3 133.91	3 570.32	4.68	367.02	116.34	10 520.14	-1.55
水体	229.68	16.06	19.21	256.64	2.04	2.13	525.76	-0.73
建设用地	201.02	184.82	45.44	3.58	208.37	11.49	654.72	1.04
未利用地	418.14	587.67	106.16	0	51.96	81.03	1 244.96	-2.14
合计	11 026.06	7 454.87	4 816.15	391.84	892.8	312.48	24 894.2	—

### 3.2 生态服务价值分析

根据生态服务价值计算公式(3),计算得到韶山市 1985 年、2020 年的生态服务价值(表 3)。由表 3 可知 1985—2020 年韶山市的生态服务价值是增加的,由 12.82 亿元上升到 17.11 亿元,35 a 里生态服务价值增长了 4.69 亿元。其中林地生态服务价值最高,随着研究期内韶山市退耕还林政策的实施,林地面积迅速增加,面积比例从 25% 上升到 45%,生态服务价值比例从 51% 上升到 68%;其次为草地,面积比例约为 25%,生态服务价值的比例在 23% 左右。林地和草地这两者对生态服务价值的贡献率超过了 80%,这主要是由于林地和草地在韶山市风景名胜区的生态系统中占有重要地位。而耕地的面积则随着

“退耕还林”措施的实施迅速减少,面积比例由 42% 下降到 20%,其生态服务价值也在急剧降低,比例从 14% 下降到 5%;同上,水体和未利用地比例就比较小。地类相互转换的过程,必然会改变土地原有的生态结构和功能,进而影响其生态服务价值。

通过附图 8 分析生态服务价值变化的空间分布,可以看出生态服务价值剧烈增加主要发生在城市东北方向和东南方向,这是由于退耕还林政策,林地和耕地进行了大量转换;生态服务价值急剧降低主要发生在城市中心和西南方向,这是由于城市建设和景区规划,建筑用地急剧增加。总体来说为了韶山市的可持续发展,应重点保护对生态服务价值贡献率较大的林地、草地和耕地等土地利用类型。

表 3 韶山市 1985—2020 年生态服务价值

土地利用类型及比例	土地类占地面积/hm <sup>2</sup>		生态系统服务价值/亿元		面积变化/hm <sup>2</sup>	价值变化/亿元
	1985 年	2020 年	1985 年	2020 年		
林地	6 219.83	11 026.06	6.54	11.60	4 806.23	5.06
比例/%	24.99	44.29	51.01	67.80	—	—
草地	5 728.79	7 454.87	3.11	4.04	1 726.08	0.93
比例/%	23.01	29.95	24.24	23.61	—	—
耕地	10 520.14	4 816.15	1.78	0.81	-5 703.99	-0.97
比例/%	42.26	19.35	13.88	4.73	—	—
水体	525.76	391.84	1.18	0.88	-133.92	-0.30
比例/%	2.11	1.57	9.20	5.14	—	—
未利用地	1 244.96	312.48	0.05	0.01	-932.48	-0.04
比例/%	5.00	1.26	0.39	0.06	—	—
合计	—	—	12.66	17.34	—	4.68

### 3.3 土地利用变化与生态服务价值的遥相关分析

3.3.1 遥相关影响因子分析 根据公式(4)计算各土

地类型转换的遥相关影响因子(表 4),由于数据较多选取关键数据(各地类转换的遥相关临界距离下的影



3.3.2 遥相关影响分析 通过遥相关计算模型(公式 5),得到韶山市土地利用变化对周围土地生态服务价值的遥相关影响价值表(表 5)。由于数据较多,本文选取遥相关影响价值较大的前 10 个数据列举。土地利用变化对周围土地生态服务价值的遥相关影响值

为 4.67 亿元,所以 1985—2020 年韶山市生态服务价值由 12.66 亿元最终上升到 22.01 亿元,总体增加了 9.35 亿元。其中土地类型转换为林地、草地和水体时,遥相关影响值为正,主要由于林地、草地和水体的调节服务功能对周围土地生态系统的贡献率较大。

表 5 韶山市土地利用变化与生态服务价值的遥相关影响值

10<sup>6</sup> 元

间隔距离	$x$ —林地	$x$ —草地	$x$ —耕地	$x$ —水体	$x$ —建设用地	$x$ —未利用地	合计
0	118.41	5.58	-5.91	5.32	-5.86	-1.90	115.64
1	78.94	3.72	-3.94	3.55	-3.91	-1.27	77.09
2	59.21	2.79	-2.95	2.66	-2.93	-0.95	57.83
3	47.36	2.23	-2.36	2.13	-2.34	-0.76	46.26
4	39.47	1.86	-1.97	1.77	-1.95	-0.63	38.55
5	33.83	1.59	-1.69	1.52	-1.67	-0.54	33.04
6	29.60	1.40	-1.38	1.33	-1.46	-0.47	28.92
7	26.31	1.24	-1.31	1.18	-1.30	-0.42	25.70
8	23.68	1.12	-1.28	1.06	-1.17	-0.38	23.13
9	21.53	1.01	-1.07	0.97	-1.06	-0.35	21.03
合计	478.34	22.54	-23.86	21.49	-23.65	-7.67	467.19

注: $x$  表示其他用地; $x$ —林、 $x$ —草地、 $x$ —耕地、 $x$ —水体、 $x$ —建设用地和  $x$ —未利用地分别表示其他用地转换为林地、草地、耕地、水体、建设用地及未利用地

土地类型转换为耕地、建设用地及未利用地时,遥相关影响值为负,主要由于耕地、建设用地及未利用地的调节服务功能对周围土地生态系统的贡献率较小。其中林地的遥相关影响值最大,为 4.78 亿元,主要是由于退耕还林政策,大量耕地转入林地,林地面积迅速增加,且对调节服务功能的贡献率较大;建设用地的遥相关影响值最小,为-0.24 亿元,主要由于建设用地面积变化比较小,对调节服务功能的贡献率也最小。各地类转换的交互影响,不仅影响其本身土地的生态服务价值,还影响其周围土地的生态服务价值,所以在规划土地利用结构时,应综合考虑各土地类型转换的交互影响,制定合理的土地利用政策,实现韶山市经济建设与生态环境的协调可持续发展。

## 4 结论

(1) 通过对土地利用分析,研究期内韶山市土地利用面积发生不同程度的变化,土地利用转换主要集中在林地、耕地和草地之间。林地和耕地的转换最为剧烈,林地面积急剧增加,耕地面积急剧降低。林地、草地和建设用地的土地动态度为正,耕地、水体和未利用地的土地动态度为负。说明韶山市风景名胜区在城市扩张和景区建设等方面加大了对土地的利用,应根据韶山市生态环境和社会需求合理制定土地利用政策,加强对土地利用的宏观管理,实现土地利用结构的优化。

(2) 通过对生态服务价值分析,1985—2020 年韶山市的生态服务价值由 12.66 亿元上升到 17.34 亿元,35 a 里生态服务价值增长了 4.68 亿元。林地的生态服务价值最大,约占总值的 68%,且随林地面积的扩张而增加。由于韶山市城市生态文明建设力度的加大和“退耕还林”政策的进一步实施,韶山市林地及草地用地面积不断增加,促使韶山市生态服务价值增加。表明林地是维持韶山市风景名胜区生态系统服务价值的关键所在,需加强森林资源管理,促进森林生态系统的生态效应的有效发挥,实现当地经济建设和生态环境的和谐发展。

(3) 土地利用变化与生态服务价值的遥相关分析,研究期内韶山市遥相关影响值为 4.67 亿元,所以韶山市生态服务价值由 12.66 亿元最终上升到 22.01 亿元,总体增加了 9.35 亿元。土地类型转换为林地、草地和水体时,遥相关影响值为正,转换为耕地、建设用地及未利用地时,遥相关影响值为负。地类转换的遥相关影响距离各不相同,水体的影响距离最大,其次为林地,而其余地类的影响距离基本持平。表明水体的对调节服务功能的贡献率最大,为了保证研究区生态循环的健康,应注重水资源管理。各土地类型相互作用相互影响,土地利用变化不仅影响其本身土地的生态服务价值,还影响其周围土地的生态服务价值。所以在规划土地结构时,应结合各地类转换的交互影响,合理调整土地资源,制定适宜的土地利

用政策,实现当地经济与环境的协调可持续发展。

对于土地利用转换对周围土地生态服务价值的影响本文只进行了初步的探讨,还有很多问题需要进一步的研究分析。例如,构建土地利用变化与生态服务价值的遥相关计算模型时,未考虑周围土地的具体利用类型、土地利用类型转换复杂的叠加状态及土地利用变化与生态服务价值的遥相关计算模型的具体验证等。

#### [参 考 文 献]

- [1] 欧阳志云,王如松,赵景柱.生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J].应用生态学报,1999,10(5):635-640.
- [2] 龙精华,张卫,付艳华,等.鹤岗矿区生态系统服务价值[J].生态学报,2021,41(5):1728-1737.
- [3] 张建,雷刚,漆良华,等.2003—2018年土地利用变化对丹江口市景观格局与生态服务价值的影响[J].生态学报,2021,41(4):1280-1290.
- [4] Xie Gaodi, Zhen Lin, Lu Chunxia, et al. Applying value transfer method for eco-service valuation in China [J]. Journal of Resources and Ecology, 2010,1(1):51-59.
- [5] 马文鼎,赵永敢,王淑娟.乾安县盐碱地改良项目的生态效益评估[J].贵州农业科学,2021,49(6):128-133.
- [6] 周小平,冯宇晴,罗维,等.两种生态系统服务价值评估方法比较研究:以四川省金堂县三星镇土地整治工程为例[J].生态学报,2020,40(5):1799-1809.
- [7] 黄傅强,王志远,刘慧,等.基于生态系统服务价值的城市增长边界划定研究:以衡阳市中心城区为例[J].生态与农村环境学报,2020,36(9):1115-1125.
- [8] 万雁华,周宏,柳丽杰,等.粤北生态特别保护区(韶关市范围)优势树种(组)生态系统服务功能价值评估[J].林业与环境科学,2020,36(6):96-102.
- [9] 茹克亚·萨吾提,阿斯娅·曼力克,李虎,等.乌鲁木齐山地草地生态系统服务价值变化评估:基于遥感与GIS[J].生态学报,2020,40(2):522-539.
- [10] 李英,王治良,罗金明,等.基于当量因子法的嫩江流域生态系统服务价值再评估[J].高师理科学刊,2020,40(2):56-62.
- [11] 杨钦智,官冬杰,刘欣雨,等.重庆湿地公园生态系统服务社会价值评估:以秀湖湿地公园为例[J].重庆第二师范学院学报,2020,33(5):20-23,127.
- [12] 陈兵飞,廖铁军,张莉坤.生态红线约束下万州区土地利用情景模拟及生态价值评估[J].水土保持研究,2020,27(5):349-357,364.
- [13] Mooney H A, Duraiappah A, Lariquaderie A. Evolution of natural and social science interactions in global change research programs [J]. Proceed Ings of the National Academy of Sciences, 2013,110(S1):3665-3672.
- [14] 魏慧,赵文武,张骁,等.基于土地利用变化的区域生态系统服务价值评价:以山东省德州市为例[J].生态学报,2017,37(11):3830-3839.
- [15] 房学宁,赵文武.生态系统服务研究进展:2013年第11届国际生态学大会(INTECOL Congress)会议述评[J].生态学报,2013,33(20):6736-6740.
- [16] 黄木易,岳文泽,方斌,等.1970—2015年大别山区生态服务价值尺度响应特征及地理探测机制[J].地理学报,2019,74(9):1904-1920.
- [17] 王莉,魏楚依,肖高磊,等.基于RS的杭州市生态系统服务价值对土地利用变化的响应[J].山西农业科学,2015,43(7):902-907.
- [18] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨[J].地理科学进展,1998,17(1):81-87.
- [19] Costanza R, De Groot, Farber S. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997,387(6630):253-260.
- [20] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J].自然资源学报,2003,18(2):189-196.
- [21] 谢高地,肖玉,甄霖,等.我国粮食生产的生态服务价值研究[J].中国生态农业学报,2005,13(3):10-13.
- [22] 谢高地,张彩霞,张雷明,等.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[J].自然资源学报,2015,30(8):1243-1254.
- [23] 黄傅强,许德莉,齐增湘,等.基于RS和GIS的中心城区土地利用变化及生态系统服务价值分析:以衡阳市为例[J].安徽农业科学,2019,47(19):43-47,72.