

周长威,冉晓旭,曾召英,等. 贵安新区建设用地区域变化及对生态服务价值的影响[J]. 湖南科技大学学报(自然科学版), 2020, 35(3):110-117. doi:10.13582/j.cnki.1672-9102.2020.03.016

Zhou C W, Ran X Y, Zeng Z Y, et al. Spatial and Temporal Changes of Construction Land and Its Impact on Ecological Service Value in Gui'an New Area [J]. Journal of Hunan University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2020, 35(3): 110-117. doi:10.13582/j.cnki.1672-9102.2020.03.016

## 贵安新区建设用地区域变化及 对生态服务价值的影响

周长威,冉晓旭,曾召英,严令斌,喻理飞\*,吴超,洪俊超

(贵州大学 生命科学院,贵州 贵阳 550025)

**摘要:**为探究贵安国家级新区设立以来土地利用变化及其生态服务效应,基于 2006,2010 和 2016 年的 3 期遥感影像,利用遥感及地理信息系统技术分析了 10 a 土地利用分类、土地利用转移、建设用地梯度变化、生态服务价值估算及空间格局。结果表明:(1)2006 年~2010 年,贵安新区建设用地增加 32.50%,水域减少 34.67%,而 2010 年~2016 年建设用地增加了 144.60%,耕地迅速减少 71.95%。(2)2006 年~2010 年,建设用地面积随着坡度的梯度增加呈现先增加后降低再增加的趋势。建设用地随着海拔、道路和城乡梯度的增加表现为先降低后增加再降低的趋势;2010 年~2016 年,坡度和道路的梯度增加建设用地面积呈降低趋势。随着海拔梯度增大,建设用地面积先增加后降低。随着城乡梯度的增加,建设用地面积呈现先降低后增加再降低的趋势。(3)总生态服务价值在 2006 年~2010 和 2010 年~2016 年间分别减少 31.25%, 26.61%。(4)2006 年~2016 年的 Moran I 指数下降,生态服务价值空间聚集程度降低,空间自相关性逐渐减弱,“冷点”区主要集中在快速发展的建设用地周围,“热点”区主要集中在林地和水域。

**关键词:**生态服务;建设用地;时空变化;空间自相关;冷热点;贵安新区

中图分类号:X826

文献标志码:A

文章编号:1672-9102(2020)03-0110-08

## Spatial and Temporal Changes of Construction Land and Its Impact on Ecological Service Value in Gui'an New Area

Zhou Changwei, Ran Xiaoxu, Zeng Zhaoying, Yan Lingbin, Yu Lifei, Wu Chao, Hong Junchao

(School of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** In order to explore the land use change and its ecological service effect since the establishment of Gui'an National New Area, based on three remote sensing images in 2006, 2010 and 2016, the land use classification, land use transfer, gradient change of construction land, estimation of ecological service value and spatial pattern in the past 10 years were analyzed by using remote sensing and geographic information system technology. The results show that: (1) From 2006 to 2010, construction land increase by 32.50%, water area decrease by 34.67%, while from 2010 to 2016, construction land increase by 144.60% and cultivated land decrease by 71.95%. (2) From 2006 to 2010, the area of construction land increase first, then decrease and

收稿日期:2018-11-09

基金项目:贵州省生物学一流学科建设项目资助(GNYL[2017]009);贵州省科技计划项目资助(黔科合平台人才[2017]5788-30号);贵州省科技计划项目资助(黔科合平台人才[2018]5781号);大学生创新创业训练计划项目(贵大(国)创学 2019(037));“SRT 计划”项目(贵大 SRT 字(2018)197 号)

\* 通信作者, E-mail: gdyulifei@163.com

then increase with the gradient increasing. With the increase of elevation, road and urban-rural gradient, the construction land tends to decrease first, then increase and then decrease. From 2010 to 2016, the construction land area tends to decrease with the increase of slope and road gradient. With the increase of altitude gradient, the area of construction land first increases and then decreases. With the increase of urban-rural gradient, the area of construction land first decreases, then increases and then decreases. (3) The total value of ecological services decrease by 31.25% and 26.61% in 2006-2010 and 2010-2016, respectively. (4) From 2006 to 2016, the Moran I index decline, the spatial aggregation degree of ecological service value decrease, and the spatial autocorrelation gradually weaken. The "cold spot" area mainly concentrate around the rapidly developing construction land, and the "hot spot" area mainly concentrate in forest land and water area.

**Keywords:** eco-services; construction land; temporal and spatial variation; spatial autocorrelation; cold hot spots; Gui'an New Area

我国城市化进程的快速扩张给社会的生态文明建设带来强大的冲击<sup>[1]</sup>.而生态系统服务价值作为衡量区域生态环境质量的重要指标,已成为社会各界关注的热点<sup>[2]</sup>.

影响城市生态系统服务的因素主要有(1)土地利用变化:土地生态服务是代表区域可持续发展水平的一项综合性指标<sup>[3]</sup>.而土地利用变化用来衡量全球环境变化,影响着生态服务,关系着人类的未来<sup>[4]</sup>.其中,土地利用/覆盖变化是人类活动对环境影响最直接的表现,它改变了地表覆盖类型,从而影响生态系统的结构、过程、功能<sup>[5]</sup>.而国内外学者针对全球或区域、流域以及城市等不同尺度,森林、湿地、河流以及农田等不同类型的生态系统服务价值展开了广泛而深入的研究.(2)梯度变化:梯度分析最早应用于植被分布规律的分析,指出“城市-乡村”梯度与“城市-郊区”梯度相似,可沿着城市化的梯度的截面上采样<sup>[6]</sup>.国外学者在“城市-乡村”梯度上对生态系统服务价值进行了一些实证研究,比如对英国 Greater Manchester 地区对 9 种生态系统服务进行采样,并按照不透水层的比例分为城市、近郊、远郊、乡村 4 层梯度<sup>[7]</sup>;对德国统一以来东德 Leipzig-Halle 地区生态系统服务供需关系的时空变化进行研究,并指出人口是生态系统服务需求变化最重要的驱动力<sup>[8]</sup>.坡度和高程是土地资源固有的重要指标,对土地利用有直接作用.高程和坡向决定了区域局部的土壤保持和水源涵养能力,影响着人类利用土地的难易程度,所以地形基本上决定了该地区土地利用的方向和方式,导致区域的生态系统服务价值受到影响<sup>[9]</sup>.(3)空间格局变化:多数生态系统服务价值的时空分异特征分析基于地统计方法,如胡和兵等计算了流域内部的全局和局部自相关系数,选择在不同方向上的生态系统服务价值的空间异质性分析,以及对饶力河流域在 60 a 生态价值质心的定位与转移研究对中国 1990 年~2010 年的 ESV 空间变化进行了热点和冷点分析<sup>[10]</sup>.

2014 年 1 月 6 日,国务院正式发布《关于同意设立贵州贵安新区的批复》,贵州贵安新区跃升为国家级新区,定位为经济繁荣、社会文明、环境优美的西部地区重要经济增长极、内陆开放型经济新高地和生态文明示范区,带动周边地区共同发展.贵安新区要在生态文明建设、文化旅游业发展、体制政策、城市风貌上求特色<sup>[11]</sup>.

对贵安新区的研究主要有城市新区生态旅游融合发展研究<sup>[12]</sup>;基于空间分析技术的生态红线规定的研究<sup>[13]</sup>;贵安新区发展大数据产业的竞争力分析<sup>[14]</sup>;贵安新区相关研究较少,而贵安新区正处在快速发展的过程中,会对周围的环境产生一系列的影响,提出相应的解决方法缓解这种矛盾,使贵安新区实现可持续发展.国内对于生态系统服务功能的评价大多限于自然生态系统,对城市生态系统服务功能的价值评估较少,缺乏喀斯特地域生态系统服务功能的实证研究,所以本文选择对贵安新区进行研究.贵安新区是我国第 8 个国家级新区,黔中经济区核心带,对贵安新区的研究可以为我国国家级新区在快速发展过程中合理使用土地资源提供理论参考依据;对贵安新区土地可持续利用和生态环境保护具有重要意义.

## 1 研究方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于贵州高原中部、贵州省贵阳市和安顺市结合部,规划范围涉及贵阳市花溪区、和安顺市的平坝区、西秀区,共 2 市 4 县(市、区)20 个乡镇,规划控制面积 1 795 km<sup>2</sup>,现状人口为 73 万人.气候属于亚

热带湿润温和型气候,年平均气温接近 15℃,气候宜人,森林覆盖率达 42%.

1.2 数据来源及处理

遥感数据源为 Landsat 4-5 卫星 2006 年、2010 年 TM 图像与 Landsat 8 OLI\_TIRS 卫星 2016 年 TM 图像,日期分别为 2006 年 3 月 2 日、2010 年 2 月 9 日和 2016 年 2 月 10 日.利用监督分类提取研究区土地利用信息,研究区土地覆盖分类的总体精度和 Kappa 系数分别为 91.5%和 0.8.得到贵安新区 3 期林地、草地、耕地、水域和建设用地 5 种土地类型面积(见表 1 和图 1).

表 1 贵安新区 2006 年~2016 年各土地利用类型面积  $\text{km}^2$

年份	林地	草地	耕地	水域	建设用地
2006	292.16	771.48	619.18	67.45	145.74
2010	324.48	725.93	608.49	44.06	193.06
2016	359.45	841.46	170.66	52.28	472.21

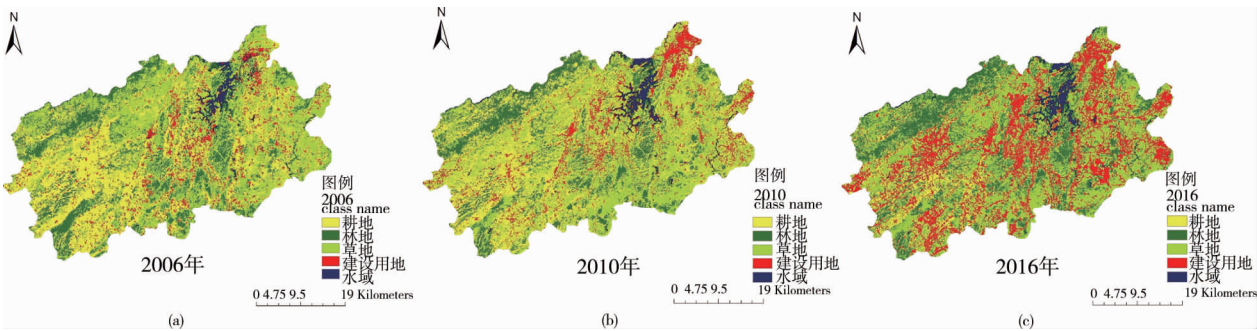


图 1 贵安新区 2006 年~2016 年土地利用状况

1.3 生态系统服务价值评估方法

基于 Costanza 等<sup>[15]</sup>的 ESV 系数法以及谢高地等<sup>[16]</sup>建立的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值(ESV)表,得到贵安新区单位面积 ESV 表(见表 2).

不同土地利用类型单位面积的生态系统服务价值依次为水域>林地>草地>耕地>建设用地;根据 Costanza 等<sup>[17-18]</sup>提出的估计研究区生态系统服务价值变化的估算公式,计算贵安新区生态系统服务价值的变化,计算公式如式(1).

$$ESV = \sum_{i=1}^n M_i \times A_i. \tag{1}$$

式中:ESV 为生态服务总价值,元; $i$  为土地利用类型的数目; $M_i$  为第  $i$  种土地利用类型面积; $A_i$  为研究区域第  $i$  种土地利用类型单位面积的生态功能总服务价值系数,元/ $\text{hm}^2$ .

表 2 单位面积 ESV 值  $\text{元}/\text{hm}^2$

生态服务功能	耕地	林地	草地	水域	建设用地
食物生产	1307.14	130.71	382.14	130.71	0.00
原材料	130.71	3 398.57	65.36	13.07	0.00
气体调节	653.57	4 575.00	1 045.71	0.00	0.00
气候调节	1 163.36	3 529.09	1 176.43	601.29	0.00
水源涵养	784.29	4 182.86	1 045.71	26 639.57	0.00
废物处理	2 143.71	1 712.36	1 712.36	23 763.86	0.00
土壤形成与保护	1 908.43	5 097.86	2 548.93	13.07	0.00
生物多样性保护	928.07	4 261.29	1 424.79	3 254.79	0.00
娱乐文化	13.07	1 673.14	52.29	5 673.00	0.00
总计	9 032.35	28 561.08	9 463.72	60 089.36	0.00

1.4 空间自相关分析

利用空间自相关分析揭示某区域生态服务价值的空间异质性,考虑与其相关的“热点”区和“冷点”

区<sup>[19]</sup>,衡量空间变量的分布是否具有聚集性,采用 Moran's I 指数<sup>[20]</sup>来作为指标,包括全局和局部 2 种度量指标.

1.5 梯度分析

分析不同梯度变化<sup>[21]</sup>对建设用地的影响,利用 ArcGIS 软件对海拔和坡度进行重分类,按照自然断点法分为 6 级.而城乡影响范围和道路影响范围结合实际情况人工划分为 6 级.将海拔、坡度、城乡影响范围和道路影响范围划分等级记为 I,II,III,IV,V 和 VI(见表 3).

表 3 不同梯度变化划分标准

梯度	坡度/(°)	海拔/m	道路影响范围/m	城乡影响范围/m
I	<1.46	<1 222	<500	<1000
II	1.46~2.91	1 222~1 273	500~1 000	1 000~2 000
III	2.91~4.85	1 273~1 323	1 000~1 500	2 000~3 000
IV	4.85~7.36	1 323~1 382	1 500~2 000	3 000~4 000
V	7.36~10.83	1 382~1 449	2 000~3 000	4 000~8 000
VI	10.83~20.62	1 449~1 617	>3 000	>8 000

2 结果与分析

2.1 贵安新区土地利用类型面积变化

如表 4 所示,贵安新区土地利用类型面积变化明显,2006 年~2010 年建设用地由 2006 年 14 573.69 hm<sup>2</sup> 增加到 2016 年的 19 305.76 hm<sup>2</sup>,增加了 32.47%;草地减少了 4 553.73 hm<sup>2</sup>;水域由 6 745.52 hm<sup>2</sup> 减少到 4 406.40 hm<sup>2</sup>,减少了 34.67%;耕地变化较小,减少了 1.73%,其主要原因是这段时期贵安新区建设发展缓慢.

而 2006 年~2010 年建设用地由 2010 年的 19 305.76 hm<sup>2</sup> 迅速增加到 2016 年的 47 221.34 hm<sup>2</sup>,增加了 144.60%,耕地由 2010 年的 60 849.42 hm<sup>2</sup> 快速下降到 2016 年的 17 065.52 hm<sup>2</sup>,减少了 71.95%,这是该时期贵安新区大规模建设,大量企业园区入驻以及道路、住宅区等人工设施增加的反映.

表 4 2006 年~2016 年贵安新区土地类型面积变化

土地类型	面积/hm <sup>2</sup>			变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%	变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%
	2006 年	2010 年	2016 年	2006~2010 年		2010~2016 年	
耕地	61 918.29	60 849.42	17 065.52	1 068.87	1.73	43 783.90	71.95
	32.66%	32.09%	9.00%				
林地	29 216.09	32 448.34	35 944.81	3 232.25	11.06	3 496.47	10.78
	15.41%	17.11%	18.96%				
草地	77 148.30	72 592.57	84 145.54	4 555.73	15.59	11 552.97	15.91
	40.69%	38.29%	44.37%				
建设用地	14 573.69	19 305.76	47 221.34	4 732.07	32.47	27 915.58	144.6
水域	67 44.52	4 406.4	5 227.83	2 338.12	34.67	821.43	18.64
	3.56%	2.32%	2.76%				

2.2 其他土地类型转移为建设用地

利用 ArcGIS 软件得出 2006 年~2010 年和 2010 年~2016 年其他土地类型转移为建设用地的矩阵及图像(见表 5 和图 2).2006 年~2010 年间耕地转移了 6 660.00 hm<sup>2</sup> 为建设用地,其次是草地 6 051.67 hm<sup>2</sup>;水域则相对较小,仅 1 257.07 hm<sup>2</sup>;而林地最少,只转移了 125.56 hm<sup>2</sup>.2010 年~2016 年间草地转移为建设用地面积为 20 340.10 hm<sup>2</sup>,耕地转换了 14 021.35 hm<sup>2</sup>;而林地和水域转移面积较少,分别为 493.35 hm<sup>2</sup> 和 26.21 hm<sup>2</sup>.以上特征与贵安新区快速建设时期相吻合.

表 5 2006 年~2016 年转移为建设用地面积 hm<sup>2</sup>

	转为建设用地	
	2006 年~2010 年	2010 年~2016 年
耕地	6 660.00	14 021.35
林地	125.56	493.35
草地	6 051.67	20 340.10
水域	1 257.07	26.21
总计	14 094.30	34 881.01

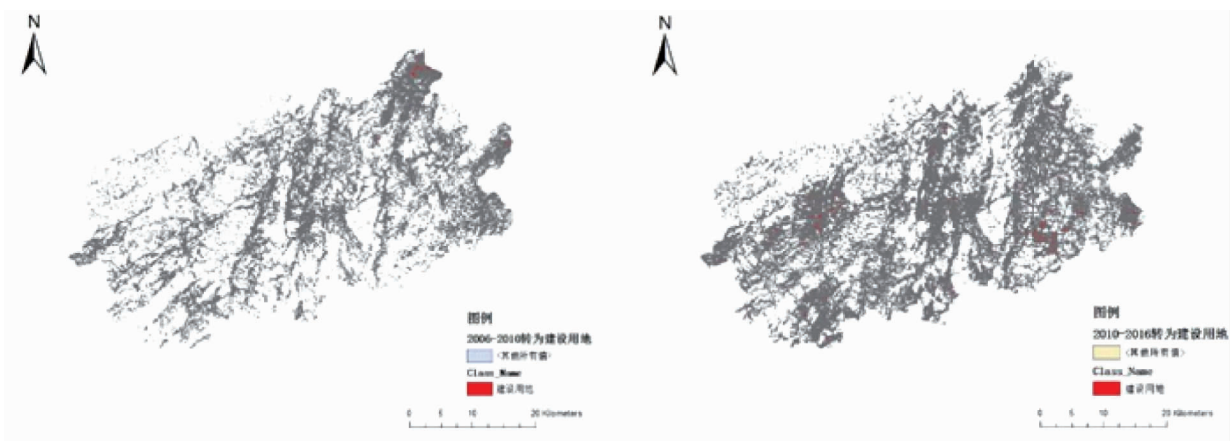


图2 其他土地类型转为建设用地

2.3 建设用地梯度变化

1)2006年,随着坡度和道路范围的增大,建设用地面积呈递减的趋势.而海拔的范围扩大,建设用地面积先增加后降低.随着城乡范围距离的增加,建设用地面积先降低后增加.2010年建设用地面积在各梯度的变化分布特点与2006年大致相同(如图3所示).

2006年~2010年,建设用地面积随着坡度梯度增加呈现先增加后降低再增加的趋势.随着海拔、道路和城乡梯度的增加表现为先降低后增加再降低的趋势.其中,坡度和海拔在I和II梯度带建设用地增加面积较大.道路在I梯度建设用地增加面积比较突出,城乡在I和IV梯度建设用地面积增加比较明显.其中,城乡VI梯度建设用地面积降低严重(见表6).

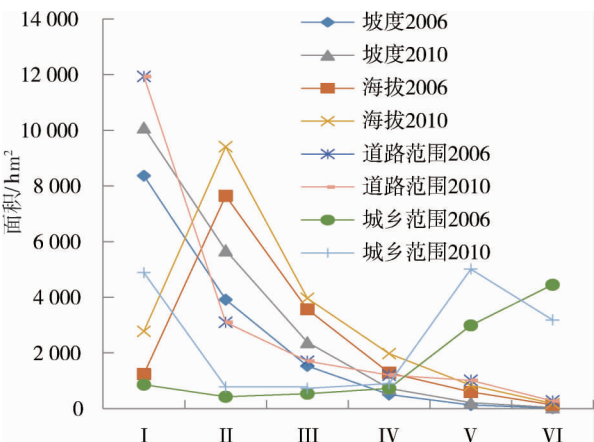


图3 2006年~2010年不同梯度建设用地分布特点

表6 2006年~2010年不同梯度建设用地变化特点

梯度	坡度		海拔		道路范围		城乡范围	
	变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%	变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%	变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%	变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%
I	1 725.11	20.62	1 563.75	23.88	4 381.99	58.01	4 021.27	467.02
II	1 771.82	45.27	1 763.30	23.06	528.91	20.57	354.01	83.08
III	851.37	55.58	396.16	11.10	-66.44	-3.75	193.33	36.11
IV	220.68	43.78	690.63	53.72	119.54	11.03	176.33	24.36
V	81.03	62.17	239.46	39.95	-55.90	-5.22	2 021.05	67.59
VI	23.57	137.11	50.73	38.37	-126.60	-31.49	-1 263.30	-28.39

2)2010年,随着坡度和道路梯度的增加,建设用地面积呈递降低的趋势.而海拔随着梯度范围的扩大,建设用地面积先增加后降低.随着城乡梯度的增加,建设用地面积先降低后增加再降低.此外,与2016年相比,城乡随着梯度的增加,建设用地面积先降低后增加再降低,其他梯度上的分布特点变化不大(如图4所示).

在2010年~2016年,坡度梯度的增加,建设用地面积先降低后增加再降低的趋势.海拔随着梯度增大,建设用地面积先增加后降低.随着道路范围的增加,建设用地面积增加.随着城乡梯度的增加,建设用地面积呈现先增加后

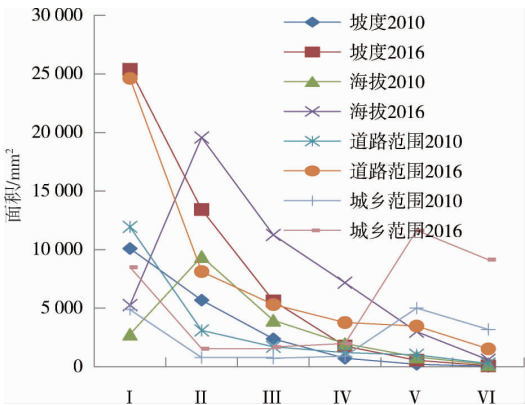


图4 2010年~2016年不同梯度建设用地分布特点

降低再增加的趋势.其中,坡度和道路在 I 和 II 梯度带建设用地增加面积较大.海拔在 II 和 III 梯度建设用地增加面积比较突出,城乡在 V 和 VI 梯度建设用地面积增加比较明显(见表 7).

表 7 2010 年~2016 年不同梯度建设用地变化特点

梯度	坡度		海拔		道路范围		城乡范围	
	变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%	变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%	变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%	变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%
I	15 301.37	151.60	2 486.87	89.54	12 692.15	106.34	3 619.48	74.13
II	7 736.48	136.06	10 161.79	108.00	5 026.93	162.17	766.91	98.31
III	3 247.95	136.29	7 291.88	183.93	3 605.58	211.59	954.80	131.03
IV	1 031.67	142.36	5 199.51	263.11	2 572.25	213.84	1 085.44	120.55
V	341.12	161.39	2 154.59	256.83	2 457.28	241.91	6 622.89	132.16
VI	43.79	107.43	405.41	221.61	1 253.16	455.07	5 957.67	186.99

2.4 贵安新区生态系统服务价值估算

根据式(1),计算出 2006 年~2010 年间贵安新区生态服务总价值.由表 8 可知,贵安新区的生态服务价值主要土地类型为林地和草地,其次是耕地和水域.在这 4 年间,总生态服务价值减少了 10 095.35 万元,变化率为-31.25%,减少了 ESV 的三分之一.从各个土地类型来看,总生态服务价值主要受土地利用变化影响.贵安新区的生态服务价值主要土地类型为林地和草地,其次是耕地和水域.在 2010 年~2016 年,总生态服务价值减少了 13 961.1 万元,变化率为-26.61%,减少了约四分之一的 ESV.总生态服务价值主要与土地利用变化有关.在 2010 年~2016 年间,草地增加的 ESV 为 10 933.84 万元,其次是林地增加的 ESV 为 9 986.3 万元.因为耕地面积减少了-43 783.9 hm<sup>2</sup>,由于其减少的面积很高,使 ESV 损失了 39 547.16 万元.

表 8 2006 年~2010 年不同类型生态系统服务价值估算

土地类型	生态服务价值/万元			变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%	变化量/hm <sup>2</sup>	变化率/%
	2006 年	2010 年	2016 年	2006 年~2010 年		2010 年~2016 年	
耕地	52 926.77	54 961.33	15 414.17	-965.44	-1.73	-39 547.20	-71.95
	22.18%	22.64%	-6.73%				
林地	83 444.31	92 675.96	102 662.30	9 231.65	11.06	9 986.30	10.78
	33.39%	38.17%	-44.81%				
草地	73 010.99	68 699.04	79 632.98	-4 311.95	-5.91	10 933.84	15.92
	29.21%	28.29%	-34.76%				
建设用地	0	0	0	0	0	0	0
	0%	0%	0%				
水域	40 527.39	26 477.78	31 413.70	-14 049.60	-34.67	4 935.92	18.64
	16.22%	10.90%	-13.71%				
总计	249 909.50	242 814.10	229 123.10	-10 095.40	-31.25	-13 961.10	-26.61
	100%	100%	100%				

2.5 生态服务价值空间格局

2.5.1 全局空间自相关分析

通过 ArcGIS10.0 软件空间统计工具分析模式中的空间自相关,选取生态服务价值系数,得到贵安新区 2006 年~2016 年的 Moran I 指数(如图 5).结果表明:贵安新区的生态服务价值 Moran I 指数都为正值( $Z>0$ ),2006 年~2016 年的 Moran I 指数分别为 0.27,0.17 和 0.12,呈现为下降的趋势;说明研究时段内生态服务价值的空间聚集程度降低,其空间自相关性逐渐减弱.

2.5.2 局部空间自相关分析

利用聚类分布制图中的热点分析获得 2006 年~2016 年热点图(见图 6);分析模式中的高/低聚类,得到 2006 年~2016 年间的高/低聚类图(见图 7).“冷点”区主要集中在快速发展的建设用地周围,其 ESV 值较低;生态服务价值“热点”区主要集中在林地和水域,因为其 ESV 值较高.从图 7 可以看出,2006 年~2016 年,中西部和东北部的 Low-Low 扩展相对较快,主要集中在建设用地周围;High-High 集中于林地和水域;



Low-High 和 High-Low 的范围很小且变化不大.

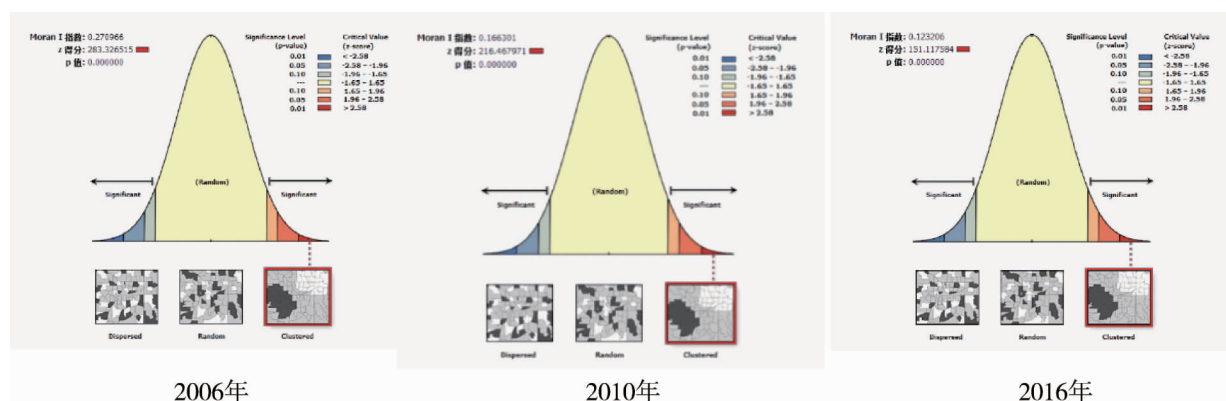


图5 2006年~2016年贵安新区生态服务价值空间自相关图

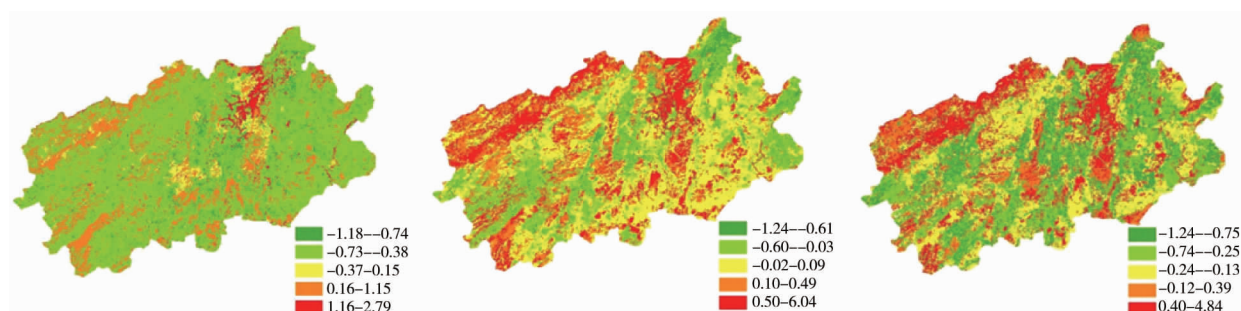


图6 2006年~2016年贵安新区热点

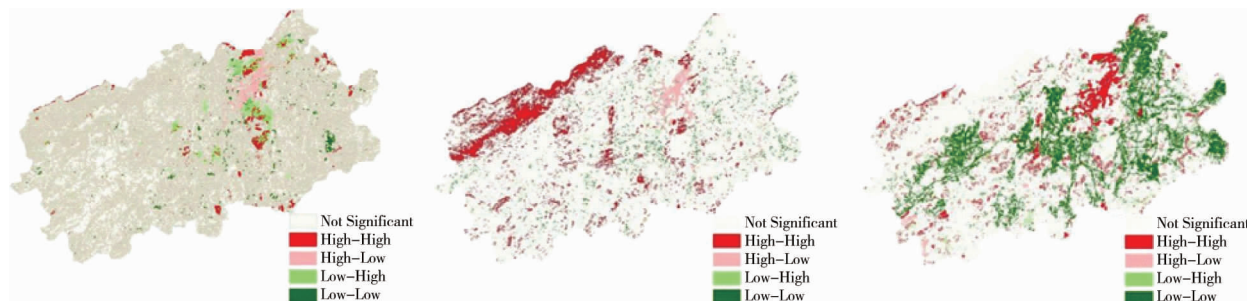


图7 2006年~2016年贵安新区高低聚类

### 3 结论

1) 贵安新区的土地类型面积一直在变化,主要表现为建设用地的快速扩张,自然生态及农业用地的快速减少,贵安新区是国家在贵州地区重点建设的国家级新区,它引入的二、三产业等建设项目加快了贵阳及安顺地区经济发展以及城镇化的规模和速度,新区的建设促进了当地人口及建设用地的需求,由此极大地促进了建筑用地的增加,且在新区大规模建设时期增加速度更快.在社会经济需求影响下,很少有建筑用地转为其他地类.

2) 地形、交通和与城镇的距离是影响贵安新区建设用地扩张及生态服务功能下降的重要影响因素.贵安新区处在黔中丘陵区,建设用地多分布在起伏较小的中等坡度和高程的坝地.建筑用地主要向城市提供就业、居住、交通服务,多分布交通便利的公路附近.原有的城镇对新增建设用地的影响多体现在中等距离,这主要受经济成本效益的影响.

3) 土地利用变化对生态服务价值具有重要的影响.低生态服务价值的城镇建设迅速增加导致贵安新区的总生态服务价值一直在下降,在新区建设快速时期损失最明显.由于建筑用地生态服务价值最低,较草地和耕地大,耕地和草地转向园地使得ESV增加.

4) 贵安新区的生态服务价值空间聚集性在逐渐减弱;生态服务价值“冷点”区主要集中在建设用地周围,“热点”区主要集中在林地和水域。

#### 参考文献:

- [1] 吴松,安裕伦,马良瑞.城市化背景下喀斯特流域生态服务价值时空分异特征——以贵阳市南明河流域为例[J].长江流域资源与环境,2015,24(9):1591-1598.
- [2] 姚小微,曾杰,李旺君.武汉城市圈城镇化与土地生态系统服务价值空间相关特征[J].农业工程学报,2015,31(9):249-256.
- [3] 胡和兵,刘红玉,郝敬锋,等.城市化对流域生态系统服务价值空间异质性的影响——以南京市九乡河流域为例[J].自然资源学报,2011,26(10):1715-1728.
- [4] 魏媛,吴长勇.贵阳市土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J].贵州农业科学,2015,43(2):185-188.
- [5] 李晓伟,侯西勇,邸向红,等.从生态系统服务角度探究土地利用变化引起的生态失衡——以莱州湾海岸带为例[J].地理科学,2016,36(8):1197-1204.
- [6] McDonnell M J, Pickett S T A, Medley K. Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient[J]. Urban Ecosystems, 1997, 1(1): 21-36.
- [7] Radford K G, James P. Changes in the value of ecosystem services along a rural-urban gradient: a case study of Greater Manchester, UK[J]. Landscape and Urban Planning, 2013, 109(1): 117-127.
- [8] Kroll F, Müller F, Fohrer N. Rural-urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics[J]. Land Use Policy, 2012, 29(3): 521-535.
- [9] 赵艳霞,武爱彬,刘欣,等.浅山丘陵区土地利用地形梯度特征与生态服务价值相应[J].水土保持研究,2014,21(3):141-145.
- [10] Li G D, Fang C L, Wang S J. Exploring spatiotemporal changes in ecosystem-service values and hot spots in China[J]. Science of the Total Environment, 2016, 545/546: 609-620.
- [11] 孙晓蓉.最年轻国家级新区崛起黔中[N].贵州日报,2014-01-13(001).
- [12] 雷蓉,郑小云,胡北明.城市新区生态文化旅游融合发展研究——以贵安新区为例[J].生态经济,2015,31(11):118-121.
- [13] 王洪波.基于空间分析技术的生态红线划定——以贵安新区为例[J].贵州科学,2016,34(4):31-35.
- [14] 张团聚.贵安新区发展大数据产业的竞争力分析[J].区域经济,2016(6):42-43.
- [15] COSTANAZA R, D'ARGE R, GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [16] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等.一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J].自然资源学报,2008,23(5):911-919.
- [17] Costanza R, Arge R, G-root, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Natural, 1997, 38(6): 253-260.
- [18] 王秀丽,吴克宁,吕巧灵,等.郑州市郊区生态服务功能价值变化研究[J].中国农学通报,2007,23(3):398-401.
- [19] 谢花林,刘黎明,李波,等.土地利用变化的多尺度空间自相关分析——以内蒙古翁牛特旗为例[J].地理学报,2006,61(4):389-400.
- [20] Li Y F, Zhu X D, Sun X, et al. Landscape effects of environmental impact on bay-area wetlands under rapid urban expansion and development policy: a case study of Lianyungang, China[J]. Landscape and Urban Planning, 2010, 94 (3/4): 218-227.
- [21] 韩会庆,罗绪强,蔡广鹏.山地城市园地时空变化及对生态服务价值的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2016,41(1):103-108.