

DOI:10.16515/j.cnki.32-1745/c.2019.03.002

雄安新区土地生态系统服务价值变化与敏感性分析

高 星^{1,2},高 宇¹,李 晏¹,申伟宁³,刘丹宁⁴

(1.河北经贸大学公共管理学院,河北 石家庄 050061;2.河北省经济社会发展地理信息大数据平台,河北 石家庄 050061
3.河北经贸大学战略发展研究室,河北 石家庄 050061;4.河北省第三测绘院,河北 石家庄 050061)

摘 要:选取雄安新区 1986 年、1996 年、2006 年、2016 年四期的遥感影像数据及统计年鉴数据,利用 RS 和 GIS 技术,分析 30 年间雄安新区的土地利用变化,同时估算其生态系统服务价值,并对生态系统敏感性进行分析。研究表明:雄安新区土地利用类型面积变化明显,建设用地、林地和水域面积增加,耕地面积减少;雄安新区生态系统服务价值总体呈下降趋势;雄安新区生态系统服务价值对于生态系统服务价值系数缺乏弹性。评估研究雄安新区生态系统服务价值,对于加快雄安新区生态建设、优化土地利用结构具有指导意义。

关键词:土地利用变化;生态系统服务价值;生态系统敏感性;雄安新区

中图分类号:F301.2;X87 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-131X(2019)03-0006-05

Analysis on the Change and the Sensitivity of Land Ecosystem Service Value in Xiongan New Area

GAO Xing^{1,2}, GAO Yu¹, LI Yan¹, SHEN Wei-ning¹, LIU Dan-ning³

(1. Hebei University of Economics and Business, Shijiazhuang 050061, China;
2. Hebei Province Economic and Social Development Geographic Information Big Data Platform, Shijiazhuang 050061, China;
3. The Third Surveying and Mapping Institute of Hebei Province, Shijiazhuang 050061, China)

Abstract: This paper selected the remote sensing image data and statistical yearbook data of the year of 1986, 1996, 2006 and 2016 in Xiongan New Area, and used RS and GIS technology to analyze the land use change of Xiongan New Area in the past 30 years, estimate the value of ecosystem services and analyze the ecosystem sensitivity. The results showed that: The area of land use type in Xiongan New Area has changed significantly, and the area of construction land, forest land and water area has increased, while the area of cultivated land has decreased; The value of ecosystem services in Xiongan New Area has wholly shown a downward trend; The value of ecosystem services in Xiongan New Area is inelastic to the value coefficient of ecosystem services. Therefore, the evaluation on the value of ecosystem services in Xiongan New Area is of guiding significance for accelerating the ecological construction of Xiongan New Area and optimizing the land use structure.

Key words: land use change; ecosystem service value; ecosystem sensitivity; Xiongan New Area

2017 年,国家决定设立雄安新区。随着雄安新区的设立,人口的增长和建设用地的扩张对土地的

收稿日期:2019-06-10

基金项目:河北省社会科学基金项目(HB17GL050)

作者简介:高星(1980-),男,河北石家庄人,副教授,博士,主要从事土地利用与评价、土地整治研究。

需求变得迫切,对生态环境的负面影响也变大,因此,亟需对该区域的生态系统服务价值进行研究,提高生态建设和经济发展的协同程度,更好地为新区建设目标服务。

Costanza 认为,生态系统服务由气体调节等 17 项功能构成,并提出计算方法^[1];谢高地制定了中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表^[2]。不同的土地利用类型会对生态系统服务产生不同程度的影响,土地利用数据一般采用动态模型计算^[3],生态服务价值对生态服务价值系数的依赖程度则用敏感性指数来衡量^[4]。国内学者从生态承载力、地表覆盖变化等角度对雄安新区进行了研究^[5-6],但较少从土地利用类型变化角度对雄安新区的生态服务价值进行研究。

本文以雄安新区为研究区,利用遥感和地理信息技术,采用动态指标和敏感性系数方法,结合社会建设以及经济发展等相关资料,探究雄安新区土地利用类型的变化趋势,并对土地利用的动态变化进行分析,在此基础上深入探究土地利用类型变化所导致的区域生态系统服务价值的变化,并通过敏感性指数分析生态系统服务价值对价值系数的依赖程度,以期对雄安新区生态环境质量提升和土地优化利用提供理论依据与参考。

一、研究区概况

雄安新区包括雄县、容城县、安新县 3 个县及周边部分区域,土地规划总面积 177 000 hm²,2016 年新区人口达 112.7 万人,GDP 为 215 亿元,土地利用现状为耕地 97 421.39 hm²、林地 4 443.81 hm²、建设用地 33 271.96 hm²、湿地 18 722.04 hm²、水域 3 284 hm²、其他土地 19 856.8 hm²。

二、数据来源与研究方法

(一)数据来源与处理

研究采用的基础数据为雄县、容城县、安新县 1986 年、1996 年、2006 年、2016 年四期遥感数据,空间分辨率为 30 m×30 m,图像来源于地理空间数据云平台。其中,1986 年、1996 年、2006 年的土地利用数据由 Landsat4-5 TM 卫星影像目视解译获取,2016 年土地利用数据由 Landsat8 OLI/TIRS 卫星影

像目视解译获取。基于本次研究需要,将研究区土地利用类型分为耕地、建设用地、林地、水域、湿地 5 种,利用 ENVI 5.3 软件对影像数据进行样本选择、小斑块去除、分类统计、分类结果转换为矢量文件等一系列遥感图像的处理。为保证图像解译精度,本研究随机选点 200 个,将目视判别和高分辨率影像相结合以确定所选样点在不同研究时点的真实地类。1986 年、1996 年、2006 年、2016 年用地类型解译的总体分类精度分别为 84.5%、85.2%、84.1%、84.6%,Kappa 系数分别是 82.2%、83.3%、83.6%、84.2%,解译结果符合研究要求。人口和国民经济数据来源于《保定经济统计年鉴 2017》。

(二)研究方法

1. 土地利用动态模型。本研究采取土地利用类型动态模型分析研究区土地利用类型变化速度,公式为

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

式中, K 表示研究时段中某种土地利用类型的年变化率, U_a 、 U_b 分别表示研究初期和研究末期某种用地类型的面积, T 表示研究时段。

2. 生态系统服务价值评价方法。本研究借鉴谢高地的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表,将生态系统划分成气体调节等 9 类,各类土地生态服务价值当量因子按以下原则操作:耕地对应农田、林地对应森林、水域对应水体、湿地对应湿地的价值量,按 Costanza 等学者的方法,不估算建设用地生态系统服务功能的经济价值,因此本研究分类中的建设用地生态系统服务价值为 0。本文结合研究区实际状况对各土地利用类型单位面积生态系统服务功能的经济价值量进行修订。

本文采取 Costanza 等提出的估算研究区生态系统服务价值变化的计算方法,公式为

$$ESV = \sum_{k=1}^n A_k \times V_k \quad (2)$$

式中, ESV 表示生态系统服务总价值, A_k 表示第 k 种土地利用类型的面积, V_k 表示第 k 种土地类型的生态价值系数,即各生态系统单位面积生态服务价值量。

3. 生态系统敏感性分析。生态系统价值敏感性指数(CS)是指由 V 的变化引起 ESV 的变化^[7],是将 ESV 对生态价值单价变化的响应作为度量 ESV 对生态价值系数敏感程度的体现,公式为

$$CS = \frac{(ESV_j - ESV_i) / ESV_i}{(V_{jk} - V_{ik}) / V_{ik}} \quad (3)$$

式中, CS 表示敏感性指数, ESV_i 、 ESV_j 分别表示初始生态系统服务总价值和调整后的生态系统服务总价值, V_{ik} 表示第 K 种土地利用类型的初始价值系数, V_{jk} 表示第 K 种土地利用类型调整后的价值系数。当 $CS < 1$ 时, 表示 ESV 对 V_k 缺乏弹性; 当 $CS > 1$ 时, 表示 ESV 对 V_k 敏感且富有弹性。 CS 值越大, 表示 V_k 的准确性对估算 ESV 越关键。

三、结果与分析

(一) 土地利用动态变化分析

利用 1986 年、1996 年、2006 年和 2016 年的卫星影像目视解译可获取雄安新区四个时间点的土地利用面积数据(表 1)。

表 1 雄安新区土地利用面积数据

用地类型	1986 年		1996 年		2006 年		2016 年	
	面积/hm ²	占比/%	面积/hm ²	占比/%	面积/hm ²	占比/%	面积/hm ²	占比/%
耕地	124 511.54	79.23	110 713.77	70.45	118 554.46	75.44	97 421.39	62.00
建设用地	10 209.05	6.50	20 973.52	13.35	19 576.00	12.46	33 271.96	21.17
林地	2 354.73	1.50	1 753.95	1.12	1 324.23	0.84	4 443.81	2.83
湿地	20 034.45	12.75	20 215.38	12.86	16 507.39	10.51	18 722.04	11.91
水域	33.44	0.02	3 486.58	2.22	1 181.12	0.75	3 284.00	2.09
合计	157 143.20	100.00	157 143.20	100.00	157 143.20	100.00	157 143.20	100.00

依据表 1, 通过公式(1)计算 1986—1996 年、1996—2006 年、2006—2016 年各类土地利用变化情况(表 2)。

表 2 雄安新区三个时段土地利用变化情况

用地类型	%			合计
	1986—1996 年	1996—2006 年	2006—2016 年	
耕地	-1.108 2	0.708 2	-1.782 6	-2.182 5
建设用地	10.544 1	-0.666 3	6.996 3	16.874 0
林地	-2.551 4	-2.450 0	23.557 7	18.556 3
湿地	0.090 3	-1.834 2	1.341 6	-0.402 3
水域	1 032.637 6	-6.612 4	17.804 1	1 043.829 3

从表 1 可以看出, 雄安新区最主要用地类型为耕地, 占全区总面积的 50% 以上; 30 年间, 雄安新区水域面积的变化最为明显, 共增加了 3 250.56hm²。从表 2 可知, 30 年间雄安新区建设用地、林地和水域面积的动态度为正数, 分别为 16.874 0%、18.556 3% 和 1 043.829 3%, 表明这三种用地类型的面积总体呈上升趋势, 其中, 水域面积的变化幅度最大; 耕地和湿地面积的动态度为负数, 分别为 -2.182 5% 和 -0.402 3%, 即耕地和湿地面积在研究时段内总体呈减少趋势。在 1986—2016 年这 30 年间, 建设用地、湿地和水域面积都经历了先增加后减少再增加的变化趋势, 其中水域面积增速最快, 耕地面积减少量最多, 湿地面积在 1986—1996 年和 2006—2016 年这两个时段处于上升趋势, 但湿地

面积增长量却不及其缩减量。

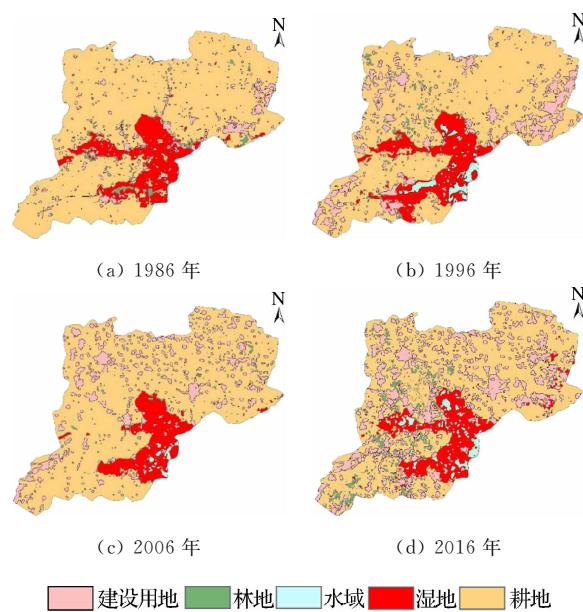


图 1 1986—2016 年雄安新区土地利用类型分布及其变化

(二) 生态系统服务价值变化分析

根据谢高地 2007 年修订的中国生态系统单位面积生态服务价值表^[2] 和我国不同省份农田生态系统生物量因子表^[8] 计算雄安新区生态系统单位面积生态服务价值(表 3)。

依据表 3 和表 1, 利用公式(2)计算可得雄安新区 1986—2016 年各地类生态系统价值(表 4)。由表 4 可知, 雄安新区的生态系统服务总价值随时间推移总体呈下降趋势, 由 1986 年的 98 426.36 万元下降至 2016 年的 94 773.81 万元, 净减少 3 652.55 万元。

表3 雄安新区生态系统单位面积生态服务价值

功能	元/(hm ² ·a)						
	林地	草地	耕地	湿地	水域	荒漠	建设用地
食物生产	151.16	196.97	458.08	164.91	242.78	9.16	0
原材料生产	1 365.09	164.91	178.65	109.94	160.33	18.32	0
气体调节	1 978.91	687.12	329.82	1 103.98	233.62	27.49	0
气候调节	1 864.40	714.61	444.34	6 207.02	943.65	59.55	0
水文调节	1 873.56	696.28	352.73	6 156.62	8 598.20	32.07	0
废物处理	787.90	604.67	636.74	6 596.38	6 802.52	119.11	0
保持土壤	1 841.49	1 026.10	673.38	911.58	187.81	77.88	0
维持生物多样性	2 065.95	856.62	467.24	1 690.32	1 571.22	183.23	0
提供美学景观	952.81	398.53	77.88	2 148.41	2 033.88	109.94	0
合计	1 2881.26	5 345.82	3 618.86	25 089.15	20 774.02	636.74	0

表4 雄安新区各地类生态系统服务价值

用地类型	1986年		1996年		2006年		2016年	
	服务价值/万元	占比/%	服务价值/万元	占比/%	服务价值/万元	占比/%	服务价值/万元	占比/%
耕地	45 058.96	45.78	40 065.74	39.95	42 903.18	48.49	35 255.42	37.20
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
林地	3 033.19	3.08	2 259.31	2.25	1 705.78	1.93	5 724.19	6.04
湿地	50 264.74	51.07	50 718.68	50.57	41 415.65	46.81	46 972.01	49.56
水域	69.47	0.07	7 243.03	7.23	2 453.66	2.77	6 822.19	7.20
合计	98 426.36	100.00	100 286.76	100.00	88 478.26	100.00	94 773.81	100.00

1. 生态系统服务价值的变化受区域土地利用结构的影响。雄安新区耕地和湿地面积的萎缩是造成该区域生态系统服务价值减少的主要因素,耕地面积的缩减使得耕地的生态系统服务价值共损失了9 803.54万元,湿地面积的缩减给湿地的生态服务价值造成了3 292.73万元的损失;而随着水域的极速扩张和林地的增加,二者的生态系统服务价值分别提高了6 752.72万元和2 691.00万元,在一定程度上弥补了耕地和湿地面积减少带来的生态系统服务价值的损失,但是这无法扭转总体发展趋势。结合表1和图1可以看出,30年间雄安新区建设用地扩张了3倍多,由于占用了湿地和大量耕地,导致生态系统服务总价值大幅降低。

2. 土地利用类型单位面积的生态系统服务价值会影响区域生态系统服务总价值。从表3可知,单位面积生态服务价值当量依次为湿地>水域>林地>耕地>建设用地。从表1和表4可知:2016年湿地和耕地的生态系统服务价值之和占全区的86.76%,其中,湿地单位面积生态服务价值最高,虽然面积仅占11.91%,贡献度却高达49.56%;耕地的单位面积生态服务价值虽然较低,但雄安新区耕地面积占土地总面积一半以上,所以耕地的贡献度也达到37.20%。纵观雄安新区土地利用结构

的变化,建设用地不断增加,湿地和耕地却在减少,而这两者的生态系统服务价值是雄安新区最主要的组成部分,因此未来要着重保护湿地与耕地。

(三)生态系统敏感性分析

本研究通过分别上调和下调各种土地利用类型50%的生态价值系数,以公式(3)来计算生态系统价值敏感性指数,进而分析生态系统服务总价值对生态价值系数的敏感程度(表5)。

由表5可知,雄安新区所有用地类型的敏感性指数均小于1,即ESV对于 V_k 缺乏弹性。通过横向对比发现:1986年的生态系统敏感性指数依次为湿地>耕地>林地>水域>建设用地;1996年、2016年生态系统敏感性指数依次为湿地>耕地>水域>林地>建设用地;2006年的生态系统敏感性指数依次为耕地>湿地>水域>林地>建设用地。在四个阶段中,湿地的敏感性指数都很突出,即当湿地的生态价值系数增加1%,便会引起生态系统服务价值明显变化,这主要是因为湿地单位面积生态服务价值当量较高;林地和水域的敏感性指数过小,说明即使林地或水域的生态价值系数增加1%,其对雄安新区生态系统服务总价值的影响亦相当有限。将1986年与2016年同一用地类型

的敏感性指数进行纵向对比发现,湿地和耕地的敏感性指数呈下降态势,湿地的敏感性指数由1986年的0.5107下降至2016年的0.4956,耕地的敏感性指数由1986年的0.4578下降至2016年的0.3720,这说明湿地和耕地对于雄安新区生态系统服务总价值的影响在减小;林地和水域的敏感性指数呈上升趋势,表明林地和水域的生态系统服务价值对雄安新区生态系统服务总价值的影响在加强,但水域和林地的敏感性指数依然偏低,2016年水域和林地的敏感性指数分别为0.0720和0.0604,其对整个区域生态系统服务价值的贡献度有限。

表5 生态系统敏感性指数

用地类型	1986年	1996年	2006年	2016年
耕地 V+50%	0.4578	0.3995	0.4849	0.3720
耕地 V-50%	0.4578	0.3995	0.4849	0.3720
建设用地 V+50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
建设用地 V-50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
林地 V+50%	0.0308	0.0225	0.0193	0.0604
林地 V-50%	0.0308	0.0225	0.0193	0.0604
湿地 V+50%	0.5107	0.5057	0.4681	0.4956
湿地 V-50%	0.5107	0.5057	0.4681	0.4956
水域 V+50%	0.0007	0.0722	0.0277	0.0720
水域 V-50%	0.0007	0.0722	0.0277	0.0720

四、结论与建议

(一) 结论

1. 在研究时段内,雄安新区土地利用结构发生了显著变化,主要表现为各用地类型的面积变化。具体表现为:耕地面积大量减少,建设用地处于扩张期,大面积耕地和部分湿地转化为建设用地;水域面积扩张明显;林地面积在1986—2006年间有不同程度的下降,但在2006—2016年间快速扩张。

2. 土地利用结构的变化导致雄安新区生态系统服务总价值在30年间减少了3652.55万元,主要应归咎于建设用地扩张导致的耕地和湿地面积的减少。

3. 由于湿地有着较高的单位面积生态服务价值,因此湿地对雄安新区生态系统服务总价值的影响最明显;耕地因面积的减少和自身较低的单位面积生态服务价值量,对雄安新区生态系统服务总价值的影响呈下降趋势;水域和林地对雄安新区生态系统服务总价值的影响力在上升,但这一影响力仍有限,还有很大提升空间,因此,在未来区域生态规划中要重视这两种用地类型的规划。本研究所做

的生态系统敏感性研究,得到的除建设用地以外的其他用地类型生态敏感性指数均分布在0.0001~0.5107,所选价值系数比较合理。

(二) 建议

1. 深入贯彻落实生态文明建设理念。提升城镇生态系统服务价值的关键在于加强城镇内部绿地建设。园林绿地不仅会提升居民的生活满足感,其自身的生态功能也会对整个雄安新区的生态系统服务总价值做出正向贡献,同时也会对建设用地占用耕地造成的生态效益损失做出一定的补偿。

2. 加大对生态用地和耕地的保护力度。湿地、水域、林地等生态用地的单位面积生态服务价值量高,能以较小的面积创造出高价值的生态效应,但由于大面积耕地具有较高的生态效应,因此应在建设中保有一定量的耕地,并将其纳入保护范围,以提升耕地的生态价值。

3. 建立生态绩效评估机制。将生态效益纳入企业和部门的综合考评体系。对生态建设做出贡献的企业给予嘉奖,对生态环境产生破坏的企业给予一定惩处,促使其重视生态保护。

参考文献:

- [1] Costanza R, Arge R, Groot R, et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital[J]. Nature, 1997(386): 253-260
- [2] 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(5): 911-919
- [3] 王佼佼,胡业翠,吕小龙,等. 基于土地利用变化的北京市生态系统服务价值研究[J]. 中国农学通报, 2012(32): 229-236
- [4] 严恩萍,林辉,王广兴,等. 1990—2011年三峡库区生态系统服务价值演变及驱动力[J]. 生态学报, 2014(20): 5962-5973
- [5] 王树强,徐娜. 雄安新区生态环境承载力综合评价[J]. 经济与管理研究, 2017(11): 31-38
- [6] 徐涵秋,施婷婷,王美雅,等. 雄安新区地表覆盖变化及其新区规划的生态响应预测[J]. 生态学报, 2017(19): 6289-6301
- [7] 刘祗坤,吴全,苏根成. 土地利用类型变化与生态系统服务价值分析——以赤峰市农牧交错带为例[J]. 中国农业资源与区划, 2015(3): 56-61
- [8] 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(3): 10-13

(责任编辑:李海霞)