

河北省黄骅市土地生态系统服务价值测算及动态变化研究

何玲¹, 贾启建², 郭云继³

(1. 河北农业大学 国土资源学院, 河北 保定 071000; 2. 河北农业大学 农村发展学院,
河北 保定 071000; 3. 河北农业大学 资源与环境科学学院, 河北 保定 071000)

摘 要:土地利用和生态系统服务价值变化对区域生态建设及可持续发展具有重要意义。以河北省黄骅市为研究区域,基于 ENVI 和 ArcGIS 软件平台,通过解译黄骅市 1990 年、2000 年、2010 年三期遥感影像图,分析了研究区土地类型及生态系统服务价值变化情况。结果表明:研究期间地类呈现“二增五减”的变化规律,园地、建设用地分别增加 1 268.95,4 873.54 hm²,耕地、草地、水域、盐碱地和未利用地均减少;土地生态系统服务价值构成中,耕地、水域和盐碱地 3 种土地生态类型贡献较大,土地生态系统总服务价值 20 a 间减少了 7 257.40 万元。黄骅市土地生态类型变化对生态系统产生负面影响,生态环境质量降低。

关键词:土地利用;生态服务价值;遥感;动态度模型;黄骅市

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2015)03-0236-05

Study on Estimation and Dynamic Changes of Land Ecosystem Service Values of Huanghua City, Hebei Province

HE Ling¹, JIA Qijian², GUO Yunji³

(1. College of Land Resources, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China;

2. College of Rural Development, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China;

3. College of Resources and Environment, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China)

Abstract: The change of land use and ecosystem service value on regional ecological construction and sustainable development is of great significance. This article interpreted remote sensing image of Huanghua City in 1990, 2000 and 1990 by ENVI and ArcGIS, and analyzed the changes of the land types and the values of ecosystem services in the research area. The results showed that during the study period land types presented rules of two types of increasing and five types of decreasing. Garden lands increased in 1 268.95 hm² and construction lands increased in 4 873.54 hm². Cultivated land, grassland, water area, saline and unused land reduced. Cultivated land, water area and saline land had important contribution to land ecosystem service values. However, total land ecosystem service value reduced by 72.574 million yuan. Land ecological type changes have the negative impact on the ecological system, and the ecological environmental quality is declining in Huanghua City.

Keywords: land use; ecosystem service value; remote sensing; dynamic model; Huanghua City

生态系统服务(ecosystem services)是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到生命支持产品和服务,生态系统服务及自然资源对于人类生存的价值是巨大的,是人类生存与现代文明的基础,没有生态系统服务功能的存在,将导致整个社会经济系统的崩溃^[1]。人类当前面临的多种生态问题的本质是由于生态系统服务功能受到破坏与退化的后果^[2]。

研究土地利用背景下的生态系统服务价值变化对促进区域生态建设、研究区域可持续发展具有重要意义^[3-6]。国内学者对土地利用引起的生态系统服务价值变化进行了许多定量研究,并取得了丰富的研究成果^[7-13]。但这些研究的时间尺度并不长,对县域尺度生态系统服务价值的研究相对薄弱^[3,14]。

河北省黄骅市位于环渤海经济圈中部,盐碱地面

积大、分布广,在国家政策调整、土地利用规划和人类活动等因素驱动下,盐碱地及耕地等地类面积减小,建设用地大量增加。土地利用类型的显著变化导致生态环境问题日益突出,生态恢复与环境保护任务艰巨。本文旨在通过定量探讨该地区土地利用和生态系统服务价值的变化情况,进一步认识该区土地利用变化与生态过程的相互关系,促进区域生态建设,为环渤海地区生态规划、生态环境改善、土地资源的合理利用提供科学依据。

1 研究区概况

黄骅位于河北省东南部,海河平原黑龙港流域最东端,位于 $38^{\circ}09'—38^{\circ}39'N$, $117^{\circ}05'—117^{\circ}49'E$,总面积 $2\,393.36\text{ km}^2$ 。黄骅市地处环渤海经济圈中部位置和环京津枢纽地带,北倚京津,南望齐鲁,东临渤海,西接沧州。黄骅市地貌类型为退海淤积和冲积平原类型,地势低洼平坦,从西南向东北缓缓倾斜,海拔高程为 $1\sim 7\text{ m}$ 。气候属暖温带半湿润季风气候,因濒临渤海湾略具海洋性气候特征,有“气候温和、光照充足、降雨集中、四季分明”的特点,年平均气温 13°C 左右,年蒸发量 $1\,500\sim 2\,000\text{ mm}$,降水量 $500\sim 600\text{ mm}$ 。境内河渠纵横,有 21 条天然河流与人工排水干渠总长 543.3 km ,分别汇集九处流入渤海。黄骅市土类分为潮土、盐土和沼泽土 3 个土类。全市土壤瘠薄,盐碱化程度严重, pH 值为 $7.5\sim 8.5$;土壤含盐量在 0.3% 以上,最高达 3.29% ;土壤有机质含量较低,平均为 9.5 g/kg ,肥力偏低。植物种类较少,大部分为草本植物,木本乔木和灌木植物较少。2010 年底,全市土地总面积 $2\,391.36\text{ km}^2$,总人口 45.8 万人,耕地面积 769 km^2 ,土地垦殖率为 22.49% 。

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源及处理

本研究选择遥感数据作为重要数据源。考虑到遥感卫星数据源的一致性,统一采用 Landsat 系列遥感数据。盐碱地含盐量春秋两季由于降水相对少,盐分随水分蒸发回到土壤表层;夏季气温高,降水多,雨水对土壤冲刷大,将盐分冲入土壤深处,地表植被茂盛;冬季降水少,蒸发弱,盐分相对稳定。故选择可以反映土壤信息较多的 4 月份遥感影像作为研究时段。

数据来自美国地质调查局网站和地理空间数据云,空间分辨率均为 30 m ,轨道号 122/33, Landsat5 TM 影像,成像时间 1990 年 4 月 5 日,云量为 0; Landsat7 ETM+ 影像,成像时间 2000 年 4 月 23 日,云量为 0, 2010 年 4 月 3 日,平均云量为 0。在 ENVI

4.8 软件支持下,依据 2009 年 $1:50\,000$ 土地利用现状图进行几何校正,后将影像进行 4,3,2 波段组合,按照黄骅市行政界线进行图像裁剪,进行几何精校正,依据 2010 年校正后影像对 1990 年和 2000 年影像进行几何校正,最后对图像进行增强处理。

2.2 研究方法

2.2.1 遥感图像分类方法 遥感图像分类是指根据遥感影像中的地物光谱特征、空间特征、时相特征等,对地物目标进行识别的过程^[15-17]。本文选择最大似然分类法对遥感影像图进行监督分类。以全国第二次土地调查分类系统和国家 30 m 土地覆盖数据集分类系统(MRLC)为依据^[18],把各地类进行整合划分后,形成黄骅市三期遥感影像分类体系,共分为 7 类:耕地、园地、草地、水域、建设用地、盐碱地和未利用地,并建立 7 类景观类型解译标志。对 2010 年解译结果进行精度验证,合格后对 1990 年、2000 年两期影像进行监督分类解译,提取土地景观类型;再进行碎斑斑合并等分类后处理,转为 Shp 格式,得到黄骅市土地利用类型图。

2.2.2 土地利用变化分析 动态度描述了区域一定时间内土地类型在面积数量上的变化情况,对描述区域土地变化的速度及预测未来土地利用变化趋势有极其重要的作用。为了更加直观地反映研究区不同地类变化程度,本文引入了单一动态度模型,用来描述某种地类在一定时间范围内的数量变化速度。单一土地利用动态度是用来表示研究区某一特定时间范围内某种土地利用类型的面积变化情况^[19-21]。动态度的大小表示该地类的稳定情况。具体计算公式为:

$$k = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{t_2 - t_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: U_a, U_b ——研究区内某种地类在研究期初和期末的数量(km^2); t_1, t_2 ——研究初期与末期的时间,二者之差以年为单位。在动态度模型的基础上,刘盛和等^[16]提出了转移速率和新增速率的算法,具体计算公式为:

$$\text{TRL}_i = \frac{\text{LA}(i, t_1) - \text{ULA}_i}{\text{LA}(i, t_1)} / (t_2 - t_1) \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{IRL}_i = \frac{\text{LA}(i, t_2) - \text{ULA}_i}{\text{LA}(i, t_1)} / (t_2 - t_1) \times 100\% \quad (3)$$

式中: TRL_i ——第 i 种地类在监测期 t_1 到 t_2 期间的转移速率; IRL_i ——第 i 种地类在监测期 t_1 到 t_2 期间的新增速率(km^2/a); $\text{LA}(i, t_1)$ ——监测初期第 i 种地类的面积; $\text{LA}(i, t_2)$ ——监测末期第 i 种地类的面积; ULA_i ——监测期间第 i 种地类未变化部分的面积(km^2)。

2.2.3 生态系统服务价值测算方法 根据河北省土地利用实际,引用谢高地等学者的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表^[22],并运用 Costanza^[1]等人的计算公式计算黄骅市各土地利用类型生态系统服务价值,其计算公式为:

$$ESV=\sum_{i=1}^7(A_i\times VC_i)$$
 (4)

式中:ESV——年生态系统服务总价值(元/a); A_i ——研究区第*i*种土地利用类型的分布面积(hm^2); VC_i ——第*i*种土地利用类型的生态系统服务价值当量 $[\text{元}/\text{hm}^2\cdot\text{a}]$ 。各生态类型的贡献率为:

$$ESVC_i=\frac{ESV_i}{ESV}$$
 (5)

式中:ESVC_{*i*}——第*i*种类型在生态系统服务价值中的贡献率;ESV_{*i*}——第*i*个土地生态类型的年生态服务价值。本研究中,耕地按农田计算,林地按森林计算,水域按河流和湖泊计算,园地取草地和林地生

态服务价值的均值计算,未利用地表形态及植被状况接近荒漠,故按荒漠计算,建设用地按荒漠生态服务价值计算^[23]。

3 结果与分析

3.1 土地类型解译结果

利用 ENVI 4.8 系统中混淆矩阵(Confusion Matrix)工具得出三期图像 Kappa 系数,分别为 0.81(1990 年)、0.84(2000 年)、0.86(2010 年),三期解译精度均达到 80%以上,基本满足要求,可以在 ArcGIS 中进行制图输出,获取三期遥感解译图像。黄骅市土地利用类型多样,结构也较复杂,20 a 来随着外界条件的影响发生了很大变化。通过对 1990 年、2000 年和 2010 年黄骅市遥感影像的解译及利用 GIS 的空间分析功能,得到了这三个时期土地利用现状结果,见表 1。

表 1 不同年份黄骅市土地利用类型面积变化

土地类型	1990 年		2000 年		2010 年	
	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%
耕地	78806.08	32.95	77893.51	32.57	76875.71	32.15
园地	4127.88	1.73	4465.14	1.87	5396.83	2.26
草地	3085.23	1.29	2872.7	1.20	2691.38	1.13
水域	65211.37	27.27	64897.55	27.14	64564.62	27.00
建设用地	47283.83	19.77	49927.42	20.88	52157.37	21.81
盐碱地	35675.28	14.92	34846.39	14.57	33715.33	14.10
未利用地	4946.51	2.07	4233.46	1.77	3734.93	1.56
合计	239136.18	100.00	239136.18	100.00	239136.18	100.00

根据表 1 数据,研究区土地利用类型均以耕地、建设用地、水域和盐碱地为主。研究期间地类呈现“二增五减”的变化规律。“二增”为城乡用地、园地增加,“五减”为耕地、草地、水域、盐碱地和未利用地减少。主要变化特征为:

(1) 建设用地和园地面积增长。1990—2010 年,建设用地面积为整个研究期间面积增加最快的地类,先由 1990 年的 47 283.83 hm^2 ,增加至 2000 年的 49 927.42 hm^2 ,为 1990—2000 年增加规模最大的地类,到 2010 年达到 52 157.37 hm^2 ,占土地利用类型总面积的百分比也由 19.77%上升到 21.81%。建设用地变化主要原因为人口增加、经济发展,以及随着城市化建设速度的加快和工业的快速发展,交通、居住用地的逐渐增加。1990 年园地面积为 4 127.88 hm^2 ,到 2000 年园地面积增加至 4 465.14 hm^2 ,增加了 337.26 hm^2 ,所占百分比从 1.73%上升到 1.87%,2010 年园地面积增加至 5 396.83 hm^2 ,比例也上升至 2.26%。这与近些年来,黄骅市大力发展枣树种

植有很大关系。

(2) 耕地面积大幅度持续减少。1990 年耕地面积为 78 806.08 hm^2 ,到 2000 年耕地面积减少至 77 893.51 hm^2 ,2010 年耕地面积减少至 76 875.71 hm^2 ,所占比例也由 1990 年的 32.95%下降到 2010 年的 32.15%。在研究期间耕地面积的持续减少主要因为农业结构的调整和建设用地的扩张。

(3) 草地、水域、盐碱地和未利用地面积均减少。1900—2010 年,草地面积由 3 085.23 hm^2 下降至 2 691.38 hm^2 ,共减少 393.85 hm^2 。所占比例由 1990 年的 1.29%下降到 2010 年的 1.13%。水域面积则从 1990 年的 65 211.37 hm^2 ,减少至 2000 年的 64 897.55 hm^2 ,到 2010 年水域面积为 64 564.62 hm^2 ,1990 年水域面积所占土地利用类型总面积的百分比为 27.27%,2000 年为 27.14%,到 2010 年下降至 27.00%。1990—2010 年期间,盐碱地从 35 675.28 hm^2 减少至 33 715.33 hm^2 ,比例从 14.92%变为 14.10%。未利

用地由 1990 年的 4 946.51 hm² 减少至 2010 年的 3 734.93 hm²,所占比例从 2.07%降至 1.56%。

3.2 土地利用变化分析

1990—2000 年各地类动态变化较为均匀,未利用地动态度相对较大,为-1.44%,说明该地区未利用地呈减少趋势,未利用地在逐渐被开发利用;其次为园地 0.82%;建设用地 0.56%,呈增加趋势,动态度相对较大,说明对建设用地需求在增加;草地-0.69%呈减少趋势;盐碱地呈减少趋势,动态度为-0.23%;耕地也呈减少趋势,动态度为-0.12%。水域动态度最小,仅为-0.05%,说明变化不明显。2000—2010 年,动态度最大的为园地 2.09%,呈现增加趋势;未利用地次之,为-1.18%;水域仍然是动态度最小的。2000—2010 年和 1990—2010 年动态度相比较园地、盐碱地有所增加,其中园地增加最多,由 0.82%增加到 1.54%;水域和耕地的动态度基本没有变化;而其他都在减少,减少最多的为草地,由-0.69%下降到-0.64%(图 1)。

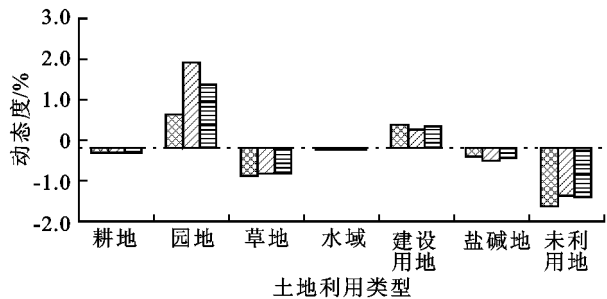


图 1 土地利用动态度变化

3.3 生态系统服务价值变化分析

(1) 由表 2 看出,土地生态系统服务价值构成中,耕地、水域和盐碱地 3 种土地生态类型的贡献较大。

(2) 1990—2000 年,10 a 间生态服务价值减少 3 573.79 万元,平均每年减少 357.38 万元,平均 1 hm² 土地生态服务价值年净减少量为 14.94 元。园地增加 442.74 万元,建设用地增加 100.15 万元,耕地、草地、水域、盐碱地和未利用地均减少,分别减少了 569.13,138.88,1 302.04,2 079.61,27.01 万元。

2000—2010 年,10 a 间生态服务价值减少 3 683.62 万元,平均每年减少 368.36 万元,平均 1 hm² 土地生态服务价值年净减少量为 15.40 元。园地增加最多为 1 223.09 万元。盐碱地减少最多为 2 837.73 万元。

1990—2010 年,黄骅市土地生态系统服务总价值(总 ESV)不断减少,总体上 20 a 间共减少 7 257.40 万元,平均每年减少量为 362.87 万元,平均 1 hm² 土地生态服务价值年净减少量为 15.18 元。1990—2010 年,园地和建设用地的生态服务价值是增加的,其中园地的生态服务价值增加最多,从 1990 年的 5 418.94 万元增加到 2010 年的 7 084.77 万元,共增加了 1 665.83 万元;耕地、草地、盐碱地、水域和未利用地的生态服务价值都是减少的,耕地的生态服务价值减少 1 203.89 万元、草地减少了 257.37 万元、水域共减少了 2 683.36 万元、盐碱地减少最多为 4 917.34 万元、未利用地减少最少为 45.90 万元。

表 2 1990—2010 年黄骅市生态系统服务价值

年份	项目	耕地	园地	草地	水域	建设用地	盐碱地	未利用地	合计
1990 年	服务价值/万元	49148.12	5418.94	2016.08	270561.52	1791.21	89506.21	187.39	418629.47
	贡献率/%	11.74	1.29	0.48	64.63	0.43	21.38	0.04	100.00
2000 年	服务价值/万元	48578.99	5861.68	1877.20	269259.48	1891.35	87426.60	160.38	415055.68
	贡献率/%	11.70	1.41	0.45	64.87	0.46	21.06	0.04	100.00
2010 年	服务价值/万元	47944.23	7084.77	1758.72	267878.16	1975.83	84588.87	141.49	411372.07
	贡献率/%	11.65	1.72	0.43	65.12	0.48	20.56	0.03	100.00
1990—2000 年	服务价值/万元	-569.13	442.74	-138.88	-1302.04	100.15	-2079.61	-27.01	-3573.79
	年均变化量/万元	-56.91	44.27	-13.89	-130.20	10.01	-207.96	-2.70	-357.38
	年均变化率/%	-0.12	0.82	-0.69	-0.05	0.56	-0.23	-1.44	-0.09
2000—2010 年	服务价值/万元	-634.76	1223.09	-118.49	-1381.32	84.47	-2837.73	-18.89	-3683.62
	年均变化量/万元	-63.48	122.31	-11.85	-138.13	8.44	-283.77	-1.89	-368.36
	年均变化率/%	-0.13	2.09	-0.63	-0.05	0.45	-0.32	-1.18	-0.09
1990—2010 年	服务价值/万元	-1203.89	1665.83	-257.37	-2683.36	184.62	-4917.34	-45.90	-7257.40
	年均变化量/万元	-120.39	166.58	-25.74	-268.34	18.46	-491.73	-4.59	-725.74
	年均变化率/%	-0.24	3.27	-1.28	-0.10	1.03	-0.55	-2.45	-0.17

4 结论

(1) 阐明了黄骅市 20 a 土地利用类型变化特征:通过对三期遥感影像解译的结果分析,1990—2010 年黄骅市土地生态系统类型变化明显。园地、建设用地分别增加 1 268.95,4 873.54 hm²,耕地、草地、水域、盐碱地和未利用地均减少。

(2) 测算了黄骅市 1990—2010 年土地生态系统服务价值,揭示了土地生态系统服务价值的变化规律:1990 年、2000 年和 2010 年黄骅市土地生态服务价值为 418 629.47 万元,415 055.68 万元,411 372.07 万元。1990—2010 年期间,园地和建设用地的生态服务价值增加,分别增加了 1 665.83,184.62 万元;耕地、草地、水域、盐碱地和未利用地的生态服务价值均减少。土地生态系统总服务价值共减少了 7 257.40 万元。黄骅市土地生态类型变化对生态系统产生负面影响,生态环境质量降低。

参考文献:

- [1] Costanza R, d'Arge R, deGroot R, et al. The value of the world's ecosystem services and nature [J]. *Nature*, 1997, 387: 253-260.
- [2] 傅伯杰,周国逸,白永飞,等. 中国主要陆地生态系统服务功能与生态安全 [J]. *地球科学进展*, 2009, 24(6): 571-576.
- [3] 欧阳志云,朱春全,杨广斌,等. 生态系统生产总值核算:概念、核算方法与案例研究 [J]. *生态学报*, 2013, 33(21): 6747-6761.
- [4] 白杨,郑华,庄长伟,等. 白洋淀流域生态系统服务评估及其调控 [J]. *生态学报*, 2013, 33(3): 711-717.
- [5] 张万萍,雒占福,孟越男,等. 资源型城市土地利用变化及生态环境效应研究:以白银市区为例 [J]. *水土保持研究*, 2013, 20(6): 251-255.
- [6] 李鑫,董斌,孙力,等. 基于 TM 像元的湿地土地利用生态风险评价研究 [J]. *水土保持研究*, 2014, 21(4): 114-119.
- [7] 李广,黄高宝,王琦,等. 陇东耕地净第一性生产力及生态服务价值的时空分异研究 [J]. *草业学报*, 2011, 20(6): 18-25.
- [8] 蔡邦成,陆根法,宋莉娟,等. 土地利用变化对昆山生态系统服务价值的影响 [J]. *生态学报*, 2006, 26(9): 3005-3010.
- [9] 姚成胜,朱鹤健,吕晞. 土地利用变化的社会经济驱动因子对福建生态系统服务价值的影响 [J]. *自然资源学报*, 2009, 24(2): 225-233.
- [10] Zhao B, Kreuter U, Li B, et al. An ecosystem service value assessment of land-use change on Chongming Island, China [J]. *Land Use Policy*, 2004, 21(2): 139-148.
- [11] 江小雷,岳静,张卫国,等. 生物多样性,生态系统功能与时空尺度 [J]. *草业学报*, 2010, 19(1): 219-225.
- [12] 尹剑慧,卢欣石. 草原生态服务价值核算体系构建研究 [J]. *草地学报*, 2009, 17(2): 174-180.
- [13] 马彩虹. 陕西黄土台塬区土地生态风险时空差异性评价 [J]. *水土保持研究*, 2014, 21(5): 216-220.
- [14] 布仁仓,常禹,胡远满,等. 基于 Kappa 系数的景观变化测度:以辽宁省中部城市群为例 [J]. *生态学报*, 2005, 25(4): 778-784.
- [15] 杨国清,刘耀林,吴志峰. 基于 CA-Markov 模型的土地利用格局变化研究 [J]. *武汉大学学报:信息科学版*, 2007, 32(5): 414-418.
- [16] 刘盛和,何书金. 土地利用动态变化的空间分析测算模型 [J]. *自然资源学报*, 2002, 17(5): 533-539.
- [17] 王爽,丁建丽,王璐,等. 基于遥感的艾比湖流域近 20a 生态服务价值对土地利用变化的响应 [J]. *水土保持研究*, 2014, 21(5): 144-149.
- [18] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T21010—2007 土地利用现状分类标准 [S]. <http://www.cnlandplanning.com/info/287-1.html>.
- [19] 喻锋,李晓兵,王宏,等. 皇甫川流域土地利用变化与生态安全评价 [J]. *地理学报*, 2006, 61(6): 645-653.
- [20] 王思远,刘纪远,张增祥,等. 中国土地利用时空特征分析 [J]. *地理学报*, 2001, 56(6): 631-639.
- [21] 樊玉山,刘纪远. 西藏自治区土地利用 [M]. 北京:科学出版社,1994.
- [22] 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): 912-919.
- [23] 马岩,陈利顶,虎陈霞. 黄土高原地区退耕还林工程的农户响应与影响因素:以甘肃定西大牛流域为例 [J]. *地理科学*, 2008, 28(1): 34-39.