

喀什市生态系统服务价值对土地利用变化的响应及预测

李钊^{1,2}, 安放舟^{1,2}, 张永福^{1,2}, 张景路^{1,2}

(1. 新疆大学 资源与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830046; 2. 新疆大学 绿洲生态教育部重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要: [目的] 通过研究喀什市土地利用变化对生态系统服务价值的影响, 为土地科学利用管理决策提供参考。[方法] 参考 Costanza(1997)和谢高地(2008)等人的研究成果, 结合喀什市的实际情况, 采用生态系统服务价值计算公式和敏感度分析, 通过研究喀什市 1997—2010 年生态系统服务价值对土地利用变化的响应, 并针对喀什市土地利用总体规划(2010—2020 年)中土地利用类型的变化, 对生态系统服务价值进行预测分析。[结果] 按规划发展, 1997—2020 年, 喀什市土地利用结构变化较大。土地利用程度呈加大趋势, 生态系统服务总价值则逐年减少, 其中耕地、水域的生态服务价值持续下降。敏感性指数分析表明, 喀什市生态系统服务价值对生态服务价值系数是缺乏弹性的, 研究结果可信。[结论] 在喀什市土地利用总体规划实施过程中, 应注重提升土地节约和集约利用水平, 优化土地利用结构, 保持生态系统的平衡和稳定。

关键词: 土地利用变化; 生态系统服务价值; 喀什市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)05-0274-05

中图分类号: K903, F301.24

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.05.051

Prediction of Ecosystem Services Value and Its Response to Land Use Change in Kashi City

LI Zhao^{1,2}, AN Fangzhou^{1,2}, ZHANG Yongfu^{1,2}, ZHANG Jinglu^{1,2}

(1. School of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046, China;

2. Key Laboratory of Oasis Ecology Ministry of Education, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046, China)

Abstract: [Objective] The aim of this study is to investigate the influences of land use change on ecosystem services value in Kashi City in order to provide scientific foundation for land use management. [Methods] We analyzed the effects of land use change on ecosystem services from 1997 to 2010 in Kashi City. The evaluation formula and sensitivity analysis was used, based on the ecosystem services value evaluation results obtained from previous studies. Ecosystem services value was predicted according to the change of land use type in the integrated land use planning in Kashi City(2010—2020). [Results] The land use structure in Kashi City changed greatly from 1997 to 2020 by planning. The land use degree showed a trend of increase, while the total ecosystem services value was decreasing year by year. Particularly, the service value of cultivated land and waters was decreasing continuously. The sensitivity index showed that ecosystem services value was inelasticity and the result was reliable. [Conclusion] In practical implementation process of land use planning in Kashi City, more attention need to be paid on intensive land use and land use structure optimization, to maintain the balance and stability of the ecosystem.

Keywords: land use change; ecosystem services value; Kashi City

生态系统是在生物与环境相互影响、相互制约情况下, 不断演变且在一定时期内处于相对稳定动态平

衡状态的开放系统。生态系统服务主要包括生态系统向经济社会系统输入有用物质和能量, 接受和转化

收稿日期: 2014-07-05

修回日期: 2014-08-21

资助项目: 国家自然科学基金资助项目“南疆铁路沿线地区城镇化与城镇生态环境可持续发展模式研究”(40861006)

第一作者: 李钊(1990—), 女(汉族), 山东省德州市人, 硕士研究生, 研究方向为国土资源信息技术。E-mail: lizhao.1990.love@163.com。

通信作者: 安放舟(1957—), 男(汉族), 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市人, 硕士, 硕士生导师, 主要从事国土资源评价方向的研究。E-mail: 1551057456@qq.com。

来自人类社会的废弃物,以及直接向人类社会成员提供自然资源的服务^[1]。土地利用方式的改变通过区域生态进程和服务间相互作用^[2],影响着物质循环、能量流动等生态过程,也会引起整个生态系统的结构和功能变化^[3],从而改变生态系统服务价值,对维持生态系统服务功能有决定性作用。

喀什地区戈壁广布,植被稀疏,生态环境脆弱,自然生态系统对人类干扰和气候变化的承受力相对较小,多数县市生态系统自我修复能力差^[4]。喀什作为中国内陆第一个经济特区,随着资源和能源的开发以及工业的发展,对自然资源的需求增大,土地利用的变化严重影响了区域生态系统服务功能,使得风沙灾害频繁,给喀什市绿洲内外的生态环境带来不利影响。本文在分析喀什市土地利用变化的基础上,对土地利用变化引起的生态系统服务价值变化进行分析,并根据土地利用总体规划预测喀什市生态系统服务价值的变化趋势,为喀什市土地利用结构的调整和规范以及生态系统各种服务功能的提高提供科学依据。

1 研究对象和方法

1.1 研究区概况

喀什市位于新疆维吾尔自治区西南部,帕米尔高原和塔里木盆地交接处,北纬 39°23′50″—39°37′30″,东经 75°48′50″—76°18′30″,是中国最西端典型的绿洲城市。全市土地总面积 55 010.90 hm²,东西宽 45 km,南北长 25 km,境内地势平坦,克孜勒河穿流而过,土地肥沃,绿洲农业发达,物产丰富,并衍生出了较大规模的食品和特色农副产品加工业。喀什市有明显的地缘优势,既是中西交通枢纽和商品集散地,也是南疆西部地区的中心城市,区位独特,民俗浓郁,贸易发达。

1.2 研究方法

1.2.1 土地利用程度综合指数 土地利用程度可以反映自然环境与人类活动对土地利用情况的综合影响作用^[5]。主要的土地利用程度指标有土地利用度、土地农业利用率、土地建设用地利用率等,参照刘纪远等^[6]提出的土地利用程度综合指数的分析方法,按土地利用程度分级标准,把土地利用的程度分为若干级,其中其他用地分级指数为 1,林地、草地、水域分级指数为 2,园地、耕地分级指数为 3,城乡建设用地分级指数为 4,并根据分级指数量化土地利用程度,计算土地利用程度综合指数公式如下:

$$D = \sum_{i=1}^4 A_i \times C_i \quad (1)$$

式中: D ——研究区的土地利用程度综合指数;

A_i ——第 i 种土地利用类型的程度分级指数;
 C_i ——第 i 种土地利用类型面积占研究区土地总面积的比例。

1.2.2 土地利用变化动态度 土地利用动态度是分析土地利用动态变化过程的一个重要指标,反映的是某一地区某一时间某一土地利用类型面积发生变化的一种量度^[7]。单一土地利用动态度为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: U_a, U_b ——研究期开始和结束时某一土地利用类型的数量; T ——研究时段长。下同。

综合土地利用动态度为:

$$LC = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (3)$$

式中: LU_i ——监测开始时第 i 类土地利用类型面积; ΔLU_{i-j} ——监测时段内第 i 类土地利用类型转化为其他土地利用类型面积总和。当 T 的时段设定为年时, LC 的值为土地利用类型年变化率。

1.2.3 生态系统服务价值估算 根据 Costanza 等^[8]和谢高地等^[9]人提出的生态系统服务价值评价方法和中国生态系统服务价值当量因子表,结合喀什地区的地理特征和自然环境,对喀什市生态系统单位面积服务价值采用不同土地利用类型的生态服务价值系数,估算喀什市生态系统服务价值,分析其变化情况。计算公式如下:

$$ESV = \sum A_i \times VC_i \quad (4)$$

式中: ESV ——研究区生态系统服务价值; A_i ——研究区土地利用类型 i 的面积; VC_i ——土地利用类型 i 的生态服务功能价值系数,即单位面积土地利用类型的生态系统服务价值。

参照王海星等^[10-11]的研究方法,对当量因子进行修正,由研究期间喀什地区当量因子价格和当量因子表计算出喀什市不同土地利用类型的生态系统服务价值系数,耕地、园地、林地、草地、水域、城乡建设用地、未利用地单位面积生态系统服务价值分别为 10 358.73, 23 615.27, 36 871.82, 15 302.07, 59 464.33, 0 和 1 822.61 元/(a·hm²)。计算过程中,耕地、林地、草地、水域和未利用地分别对应农田、森林、草地、湖泊和荒漠生态服务价值系数,园地取农田和森林生态系统服务价值的平均,而城乡建设用地不计算其生态系统服务价值。考虑到 1997—2020 年货币值的时间变化会影响到不同年份生态系统服务价值的评估,根据生态系统服务价值的计算特点,对不同年份的服务价值进行转换和折算。为便于量化,以 1997 年为货

币基准年,近似处理其他年份生态服务价值,将各年的生态服务价值折算成 1997 年可比价。折算公式为:

$$ESV_n = ESV_{1997} \times (\text{第 } n \text{ 年的 } ESV / 10000) \quad (5)$$

式中: ESV_n ——第 n 年的生态系统服务价值。

1.2.4 敏感性分析 考虑到随着时间的变化,生态系统服务价值对生态服务功能价值系数依赖性的不确定,将各土地利用类型的生态服务价值系数分别在上述基础上调整 50%,计算价值系数的敏感性指数,对估算的生态系统服务价值进行分析。计算公式为:

$$CS = \left| \frac{(ESV_j - ESV_i) / ESV_i}{(VC_{jk} - VC_{ik}) / VC_{ik}} \right| \quad (6)$$

式中: CS ——敏感度; ESV ——生态服务价值总量; VC ——生态系统服务价值系数; i 和 j ——调整前和调整后的; k ——土地利用类型。结果 $CS > 1$ 表示 ESV 相对 VC 富有弹性; $CS < 1$ 表示 ESV 缺乏弹性; CS 值越大,表示生态系统服务价值系数的准确性越关键^[12]。

2 喀什市土地利用变化

2.1 土地利用程度变化

选取喀什市 1997, 2000, 2004 以及 2010 年土地利用年末变更数据,计算土地利用程度综合指数,研究喀什市土地利用的广度和深度,并根据喀什市土地利用总体规划(2010—2020 年)中 2015 及 2020 年各土地利用类型的规划数据,预测喀什市土地利用程度的变化(图 1)。从图 1 可以看出,喀什市土地利用程度从 1997—2004 年逐年上升,土地利用程度指数由 2.66 增加到 2.75,一方面城乡建设用地扩张占用耕

地,另一方面,土地开发、植树造林等项目的进行,使得未利用地转化为园地和林地;2010 年,土地利用程度大幅减小,主要是由于为构建新行政区划管理体制,2004 年之后,分别将疏附县的色满乡、荒地乡等 4 个乡镇陆续划归喀什市管辖,划拨的乡镇中城乡建设用地所占比例相对较小,未利用地及牧草地分布广泛,从而影响了土地利用程度综合指数。在喀什市土地利用总体规划中,喀什市土地利用程度呈现出逐年增大的趋势,主要是由于新农村建设和富民安居工程建设,对居民点用地进行了优化,且 2011 年,国家设立喀什经济开发区,自治区确定了以喀什市城区为核心,以喀什经济开发区、疏勒城区和疏附城区为 3 大增长极,构筑“一核三极、一廊三带”的空间发展框架,使得喀什市建设用地需求呈刚性扩张趋势。

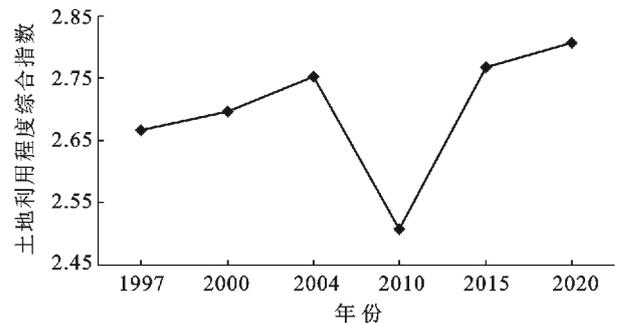


图 1 1997—2020 年喀什市土地利用程度变化

2.2 土地利用变化分析

由于自 2004 年以来喀什市行政区划发生变化,土地总面积有所增加,因此土地利用动态度研究中采用各土地利用类型占土地总面积比例进行计算。各土地利用类型面积比例变化如表 1 所示。

表 1 喀什市土地利用类型面积比例

年份	土地利用类型面积比例/%						
	耕地	园地	林地	草地	城乡建设用地	水域	其他用地
1997	39.89	3.33	3.50	1.98	22.94	5.89	22.47
2000	38.01	3.28	3.15	1.99	25.36	5.88	22.33
2004	36.52	3.57	3.60	1.99	27.84	5.88	20.60
2010	28.42	2.64	2.64	8.47	23.92	5.79	28.12
2015	26.20	3.34	2.90	0.11	37.03	3.59	26.83
2020	26.20	4.12	2.98	0.11	37.77	3.59	25.23

由表 1 可以看出,喀什市土地利用类型变化幅度大,速度快,不仅与喀什市行政区划发生变化有关,城市自身社会经济发展也有一定影响。分析得出,喀什市综合土地利用度年变化率 1997—2010 年为 1.01%,规划 2010—2020 年间为 1.57%,土地利用变

化速度持续加快。其中,1997—2010 年,草地、其他用地面积大幅度上升,土地利用动态度分别为 25.12%和 1.93%,而耕地、园地及林地面积虽有增加,但所占土地总面积比例有所下降,土地利用动态度分别为 2.21%,1.59%和 1.88%,城乡建设用地和

水域面积比例变化很小;规划中2010—2020年,城乡建设用地、园地、林地面积比例增加较大,土地利用动态度分别为5.79%,5.60%和1.27%,草地、水域面积比例有所减少,土地利用动态度分别为9.87%和3.80%,其他土地利用类型面积比例变化不大。

3 生态系统服务价值变化

3.1 生态系统服务价值动态变化

考虑到喀什市土地利用总面积在研究年份发生变化,生态系统服务价值估算时同样采用各土地利用类型所占土地总面积比例进行计算,并将各年的生态服务价值折算成可比价,得到喀什市不同时期土地利用类型的生态系统服务价值的差异如表2所示。

由表2可知,1997—2010年,喀什市土地生态系统服务总价值呈现出平缓下降且下降幅度逐渐增加的趋势,水域面积虽然仅占土地总面积的5.8%左

右,但水域的生态服务贡献值最大(占32.62%以上),其次是耕地(占30.79%以上),两者占生态系统服务总价值的63.41%以上,这是由于喀什市存在较大比例的裸岩石砾地等生态系统服务价值系数较低的未利用地。而耕地、水域的生态服务价值持续下降,园地、林地的生态服务价值也出现波动下降,一是由于城乡建设用地占用,使得耕地、园地、林地面积减少,再者喀什市行政区划调整,未利用地和草地面积的增加,对生态系统服务价值的估算产生一定影响;2010—2020年土地利用总体规划中,喀什市生态系统服务价值下降后趋于平稳状态,主要原因是城乡建设用地的大量增加,占用草地、耕地和未利用地,以及水域面积的急剧下降,均在一定程度上影响生态系统服务总价值的评估,直至城乡建设用地的增加达到控制指标,农用地结构调整中园地、林地面积持续增加,生态系统服务价值出现平缓上升至稳定状态。

表2 喀什市生态系统服务价值变化

土地利用类型	1997年		2000年		2004年		2010年		2015年		2020年	
	ESV/ (元·a ⁻¹)	比例/ %										
耕地	4 132.40	39.65	4 128.07	39.30	3 983.16	37.74	3 143.87	30.79	2 714.20	36.10	2 713.94	35.21
园地	785.97	7.54	769.96	7.33	907.58	8.60	727.08	7.12	838.82	11.16	983.91	12.76
林地	1 290.27	12.38	1 338.79	12.75	1 427.48	13.52	1 075.73	10.53	1 117.65	14.87	1 198.53	15.54
草地	303.86	2.92	407.77	3.88	407.77	3.86	1 296.07	12.71	67.35	0.90	67.35	0.87
水域	3 499.51	33.58	3 443.04	32.78	3 443.55	32.62	3 441.57	33.71	2 240.80	29.81	2 236.70	29.01
未利用地	409.54	3.93	416.50	3.96	385.41	3.66	524.75	5.14	539.06	7.16	509.83	6.61
总值	10 421.55	100.00	10 504.13	100.00	10 554.95	100.00	10 209.07	100.00	7 517.88	100.00	7 710.26	100.00

3.2 生态系统服务价值敏感性

根据喀什市实际情况,将各土地利用类型的生态服务价值系数分别上下调整50%,计算出喀什市1997,2000,2004,2010,2015和2020年各土地利用类型的生态服务价值敏感性指数。1997—2010年,喀什市耕地、园地、林地敏感性指数呈下降趋势,表示对喀什市生态服务价值产生缩小的作用;草地、水域、未利用地敏感性指数呈上升趋势,对喀什市生态服务价值产生放大作用。在规划中,2010—2020年,预计喀什市耕地、园地、林地敏感性指数呈上升趋势,表示对生态服务价值产生放大作用;而草地、水域、未利用地敏感性指数呈下降趋势,对喀什市生态服务价值产生缩小的作用。喀什市各土地利用类型的生态系统服务价值敏感性指数都小于1,说明喀什市ESV对生态系统服务价值系数缺乏弹性,研究结果可信。

4 结论

(1) 按照喀什市土地利用总体规划(2010—2020

年)发展,1997—2020年,喀什市土地利用结构变化较大,其中,城乡建设用地占土地总面积比例上升14.83%,耕地下降13.69%。由于草原生态系统脆弱而不稳定,自我调节能力差,极易遭受破坏,至2020年,草地面积比例将缩减为0.11%,且喀什地区的河流主要靠冰雪融水补给,均为季节性河流,流程短,水量小,随着雪线上升,河水流量逐年递减。但总体上,喀什市土地利用程度表现出加大趋势。

(2) 通过对生态系统服务价值进行研究,表明喀什市生态系统服务总价值随土地利用变化呈逐渐减少趋势。由于自然环境恶劣,草木生长极为不易,喀什市大部分地区植物稀疏,种类少,生物量低,食物链简单,植被呈现荒漠、荒漠草原景观,随着农业经济的发展,土地开荒面积逐年增加,很多开荒土地因土壤肥力差,水资源缺少又弃荒,造成边开发边弃耕现象时有发生,使一些地方生态环境进一步恶化。

(3) 在喀什市土地利用总体规划(2010—2020年)实施中,为经济持续高速发展,社会和谐稳定发展

用地提供合理依据和保障之余,应更加注重保护生态环境,形成良好的土地利用景观风貌和多样化绿色生态空间。在保障新农村建设和重点项目与重大工程用地基础上,促进农用地布局的调整优化,将土地资源更好地规划和配置,对新开垦的土地,严格按照农田林网化标准完善防护林建设,提高农区林地面积,增加抗御自然灾害的能力,改善喀什市生态环境,构建人与自然和谐的“绿洲田园城市”。

[参 考 文 献]

- [1] Wang Rusong, Li Feng, Hu Dan, et al. Understanding eco-complexity: Social-economic-natural complex ecosystem approach[J]. *Ecological Complexity*, 2010, 8(1): 15-29.
- [2] 刘金勇,孔繁花,尹海伟,等. 济南市土地利用变化及其对生态系统服务价值的影响[J]. *应用生态学报*, 2013, 24(5): 1231-1236.
- [3] Li Feng, Wang Rusong, Paulussen J, et al. Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: A case study in Beijing, China[J]. *Landscapes and Urban Planning*, 2005, 72(4): 325-336.
- [4] 左尔丁·库尔班. 喀什地区生态环境建设中存在的问题与建议[J]. *干旱环境监测*, 2006, 20(1): 44-46.
- [5] 岳书平,张树文,闫业超. 东北样带土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. *地理学报*, 2007, 62(8): 879-886.
- [6] 刘纪远,张增祥,庄大方,等. 20世纪90年代中国土地利用变化的遥感时空信息研究[M]. 北京:科学出版社, 2005.
- [7] 段祖亮,张小雷,雷军,等. 新疆建设用地变化及驱动力研究[J]. *水土保持学报*, 2009, 23(1): 193-201.
- [8] Costanza R, d'Arge R, Groot de R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [9] 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.
- [10] 王海星,张克斌,王黎黎,等. 宁夏盐池县不同土地利用类型的生态服务价值预测[J]. *水土保持通报*, 2013, 33(3): 246-251.
- [11] 黄凤,乔旭宁,唐宏. 近20 a渭干河流域土地利用与生态系统服务价值时空变化[J]. *干旱地区农业研究*, 2013, 31(2): 214-224.
- [12] 白泽龙,包安明,常存,等. 土地利用变化对艾比湖流域生态系统服务价值的影响[J]. *水土保持通报*, 2013, 33(1): 167-177.
- [4] 何春阳,史培军,陈晋,等. 北京地区土地利用/覆盖变化研究[J]. *地理研究*, 2001, 20(6): 679-687.
- [5] 李月臣,刘春霞. 1987—2006年北方13省土地利用/覆盖变化驱动力分析[J]. *干旱区地理*, 2009, 32(1): 37-46.
- [6] 鲍文东. 基于GIS的土地利用动态变化研究[D]. 山东青岛:山东科技大学, 2007.
- [7] 常胜. TM遥感影像彩色合成最佳波段组合研究:以恩施市土地利用遥感图制作为例[J]. *湖北民族学院学报:自然科学版*, 2010, 28(2): 230-235.
- [8] Thomas L, Ralph W K. Remote Sensing and Image Interpretation[M]. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2002: 576-586.
- [9] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社, 2003.
- [10] 克兢. 灰度和彩色图像对比度增强的PDE方法研究[D]. 西安:西北大学, 2008.
- [11] Janssen M R, Brooner W. Accuracy assessment of satellite derived land-cover data: A review[J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1994, 60(4): 419-426.
- [12] 李茜. 区域土地生态环境安全评价及生态重建研究:以宁夏回族自治区为例[D]. 西安:陕西师范大学, 2007.
- [13] 唐宏,乔旭宁,杨德刚,等. 土地利用变化时空特征与区域发展关系研究:以渭干河流域为例[J]. *干旱地区农业研究*, 2012, 30(3): 205-213.
- [14] 贺秋华. 江苏滨海土地利用/覆盖变化及其生态环境效应研究[D]. 南京:南京师范大学, 2011.
- [15] 娄和震,杨胜天,周秋文,等. 延河流域2000—2010年土地利用/覆盖变化及驱动力分析[J]. *干旱区资源与环境*, 2014, 28(4): 15-21.

(上接第 273 页)