

# 延安市城郊农村土地利用变化对生态系统服务价值的影响

徐中春<sup>1,2,3</sup>, 谢永生<sup>2</sup>, 王恒俊<sup>2</sup>

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院 水利部  
水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 3. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

**摘 要:** 以典型黄土丘陵沟壑区——延安市赵庄村为例, 在分析 2000—2006 年间的土地利用变化的基础上, 依据谢高地等人生态服务价值系数对土地利用系统的生态系统服务价值进行了估算, 并对其进行了敏感性分析。结果表明, 6 a 间, 研究区土地利用变化主要表现为耕地减少和撂荒地等未利用土地增加。总生态服务价值减少了 32.92 万元, 变化率为 1.86%。未利用土地、居住及建设用地、林地、灌草地的生态服务价值增加; 耕地、果园、水域的生态服务价值减少。这 8 种服务功能类型呈减少趋势, 只有娱乐文化类型在增加。敏感性指数均小于 1, 所采用价值系数缺乏弹性, 估算价值可靠, 系数适合当地情况。根据研究区生态系统服务价值变化特点, 应进行针对性的土地利用结构调整。

**关键词:** 土地利用变化; 生态系统服务价值; 敏感性指数; 延安赵庄村

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2009)03—0050—06

中图分类号: F301.2, S157

## Effects of Landuse Change on Ecosystem Service Value in Suburban Countryside of Yan 'an City

XU Zhong-chun<sup>1,2,3</sup>, XIE Yong-sheng<sup>2</sup>, WANG Heng-jun<sup>2</sup>

(1. Institute of Geographical Science and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** Taking Zhaozhuang Village of Yan 'an City in the typical loess hilly and gully area as a study area, the landuse change from 2000 to 2006 was analyzed. According to coefficients of ecosystem service value (ESV) by Xie Gaodi et al., the ESV of landuse system was estimated and the coefficient of sensitivity was also analyzed. Results indicated that landuse of the study area changed to some extent during the past 6 years and decreased farmland and increased unused land were the main types. The total ESV decreased by 329 200 and its change rate was 1.86%. The ESVs of unused land, residential-constructed land, forest land, and shrubby grassland increased, while the ESVs of farmland, orchard, and water area decreased. Eight types of ecosystem service functions were decreased, while recreation and culture increased. The analysis of the coefficient of sensitivity indicates that the coefficient of ESV adopted is inelasticity, the result is reliable, and the ESV coefficients are suitable. Landuse structure should be pertinently adjusted according to changing characteristics of ESV.

**Keywords:** landuse change; ecosystem service value; the coefficient of sensitivity; Zhaozhuang Village of Yan 'an City

生态系统服务功能是指人类从生态系统中获得的效益, 包括供给功能、调节功能、文化功能以及支持功能<sup>[1]</sup>。生态系统服务功能是人类生存和发展的基础, 其变化通过影响人类的安全、维持高质量生活的基本物质需求、健康, 以及社会文化关系等而对人类

福利产生深远的影响。土地利用是人与自然交叉最为密切的环节。人类通过土地利用活动改变地表覆被状况, 引起生态系统结构和功能的改变, 从而引起生态系统服务价值的变化<sup>[2-3]</sup>。因此, 土地利用/覆被变化(land use and land cover change, LUCC)过程对

收稿日期: 2008-07-24

修回日期: 2008-10-29

资助项目: 国家科技计划项目(2006BAD09B10, 2006BAD15B10-13); 中国科学院知识创新项目(Kscx2-yw-r-46-04, Kscx-yw-09-07)

作者简介: 徐中春(1981—), 男(汉族), 山东省沂水县人, 博士, 从事土地利用、环境整治等方面研究。E-mail: xuzhongchun05@mails.gucas.ac.cn.

通信作者: 谢永生(1960—), 男(回族), 陕西省宝鸡市人, 研究员, 从事土地资源利用等方面研究。E-mail: yxsxie@ms.iswc.ac.cn.

维持生态系统服务功能起着决定性的作用,是人类活动影响区域生态系统功能以及生态环境质量的重要因素。研究LUCC对生态系统服务功能的影响及其价值变化情况具有重要的现实意义。

对生态系统服务价值(ecosystem services values,ESV)绝对值的估算意义不大,人们需要知道的是某项政策或人类活动发生变化时,区域生态系统服务功能将会发生怎样的变化。而只有这些研究才能为决策者的决策行为提供更为有用的信息。综观已往开展的生态系统服务价值研究,比较注重对生态系统服务价值的静态计算<sup>[4-6]</sup>,而对生态系统服务价值的变化,尤其是国家宏观政策对区域土地利用的改变所导致的生态系统服务价值变化的研究很少。

陕北黄土丘陵沟壑区生态环境十分脆弱,人类活动对环境的影响剧烈。为恢复林草植被,改善恶劣生态环境,国家实施了退耕还林(草)政策。随着该政策的实施,研究区生态环境整体状况趋于改善。本文研究了土地利用变化引起的生态系统服务价值的变化情况,以此定量评价区域生态系统的功能变化,判定退耕还林(草)政策的成效,从而为区域土地资源可持续利用,保障区域生态安全和经济社会可持续发展提供决策支持。

## 1 研究区概况

延安市宝塔区柳林镇赵庄村位于延安市南3 km处燕儿沟流域沟口,109°20'00"—109°35'00'E,36°28'00"—36°32'00"N,属黄土高原丘陵沟壑区第副区域郊农村。地形复杂,土地利用类型多样化,海拔986~1425 m,多年平均降水量为558.4 mm。处于暖温带半湿润气候向半干旱气候过渡带,年平均气温9.8℃。土壤以黄绵土为主,有机质含量0.961~1.88 g/kg。区内自然植被破坏殆尽,垦殖指数较高。现有植被由刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.)、山杨树(*Populus davidiana*)、榆树(*Ulmus pumila*)等乔木以及狼牙刺(*Sophora davidii*)、柠条(*Caragana korshinskii* Kom.)等灌木组成。

燕儿沟流域作为国家“九五”期间黄土丘陵区生态农业综合建设示范研究中尺度流域,是国家实施退耕还林(草)政策的主要区域之一。研究区位于燕儿沟流域沟口,为城郊结合区,是高效农副型生态农业建设模式试验示范区,也是土地利用类型变化较大的区域,其总土地面积为1716 hm<sup>2</sup>。现有人口464人,农户148户,劳动力278人。

## 2 研究方法

### 2.1 土地利用数据的获取

本文研究主要是以3S为主要技术支撑,同时结合参与式农村调查评估方法(participatory rural appraisal,PRA)和野外实地调查。

首先,利用航片解译和地面实地调查相结合的方法绘制土地利用现状图。即基于GPS现场定位,以绘制的土地利用状况底图为基础,结合彩色航片和地形图,先后两次对试区进行实地土地利用变更调查。后清绘成土地利用现状图,再进行计算机绘图,以便建立GIS支持的数据库。其次,采用参与式农村调查评估方法来调查收集试区社会经济数据资料。

### 2.2 生态系统服务价值评价方法

根据国家土地利用分类系统及研究区实际情况,将土地利用类型分为以下7种类型:(1)耕地;(2)果园;(3)林地;(4)灌草地;(5)居住及建设用地;(6)水域;(7)未利用地。

1997年,Costanza Robert等在《Nature》杂志上发表了“全球生态系统服务价值与自然资本”一文,提出了生态系统服务价值估算原理与方法<sup>[7]</sup>。我国的谢高地等人在对200位生态学者问卷调查的基础上,制定出了中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表。定义为1 hm<sup>2</sup>全国平均产量的农田每年自然粮食产量的经济价值为1,其它当量因子是指相对于农田食物生产服务的贡献大小。本文采用该当量因子表,但针对研究区的具体情况对单位面积农田每年自然粮食产量的经济价值作了如下修改:以赵庄村2003—2006年平均粮食产量3306 kg/hm<sup>2</sup>为基准单产<sup>[8]</sup>,粮食单价按2006年陕西省5种粮食作物平均出售价格1.66元/kg(陕西省物价局)计,根据在没有人力投入的自然生态系统提供的经济价值是现有单位面积农田提供的食物生产服务经济价值的1/7<sup>[4]</sup>,得出延安市赵庄村单位面积农田每年自然粮食产量的经济价值为784元/(hm<sup>2</sup>·a)。

依据以上方法,笔者制定出了延安城郊农村不同生态系统单位面积生态服务价值表(见表1),以此作为分析、研究区域生态系统服务价值变化的基础。

以表1为基础,进行赵庄村生态系统服务价值的计算,其公式为。

$$E_{sv} = A_k \times V_{ck} \quad (1)$$

$$E_{svf} = (A_k \times V_{ckf}) \quad (2)$$

式中: $E_{sv}$ ——生态系统服务价值(元/a); $A_k$ ——研究区第k种土地利用类型的分布面积(hm<sup>2</sup>); $V_{ck}$ ——第k种土地利用类型的单位面积生态系统服

务价值, [元/ (hm<sup>2</sup> · a)];  $E_{svf}$  ——生态系统单项服务功能价值 (元);  $V_{ckf}$  ——生态系统单项服务功能价值系数 [元/ (hm<sup>2</sup> · a)];  $k$  ——土地利用类型;  $f$  ——生态系统单项服务功能类型。

表 1 延安城郊农村不同生态系统单位面积生态服务价值

元/ (hm<sup>2</sup> · a)

服务功能类型	农田	森林	草地	湿地	水体	居住及建设用地	难利用土地
a 气体调节	392.00	2 744.00	627.20	1 411.20	0	0	0
b 气候调节	697.76	2 116.80	705.60	13 406.40	360.64	0	0
c 水源涵养	470.40	2 508.80	627.20	12 152.00	15 977.92	0	23.52
d 土壤形成与保护	1 144.64	3 057.60	1 528.80	1 340.64	7.84	0	15.68
e 废物处理	1 285.76	1 027.04	1 027.04	14 253.12	14 253.12	0	7.84
f 生物多样性保护	556.64	2 555.84	854.56	1 960.00	1 952.16	0	266.56
g 食物生产	784.00	78.40	235.20	235.20	78.40	0	7.84
h 原材料	78.40	2 038.40	39.20	54.88	7.84	0	0
i 娱乐文化	7.84	1 003.52	31.36	4 351.20	3 402.56	3 245.76	7.84
合计	5 417.44	17 130.40	5 676.16	49 164.64	36 040.48	3 245.76	329.28

### 2.3 敏感性分析方法

本文借用经济学中常用的弹性系数<sup>[9-11]</sup>来计算价值系数的敏感性指数 (coefficient of sensitivity, CS), 以确定  $E_{sv}$  随时间变化对  $V_c$  变化的依赖程度。

弹性系数是指因变量变化的百分比与自变量变化的百分比的比值。如果弹性系数  $> 1\%$ , 表明  $1\%$  的自变量变动引起因变量大于  $1\%$  的变动; 如果弹性系数  $< 1\%$ , 则  $1\%$  的自变量变动会引起因变量小于  $1\%$  的变动。本文将各类土地利用类型的价值系数分别调整  $50\%$ , 来衡量总生态系统服务价值的变化情况。

敏感性指数计算公式如下:

$$C_s = \left| \frac{(E_{svj} - E_{svi}) / E_{svi}}{(V_{ck} - V_{ck}) / V_{ck}} \right| \quad (3)$$

式中:  $E_{sv}$  ——估算的总生态系统服务价值;  $V_c$  ——生态价值系数,  $i$  和  $j$  代表初始总价值和生态价值系数调整以后的总价值,  $k$  代表土地利用类型。如果  $C_s > 1$ , 表明对于  $V_c$ , 估算的  $E_{sv}$  是富有弹性的; 如果  $C_s < 1$ ,  $E_{sv}$  被认为是缺乏弹性的, 比值越大, 表明生态价值系数的准确性越关键。

## 3 结果与分析

### 3.1 赵庄村土地利用变化分析

由表 2 可以看出, 6 a 间研究区土地利用发生了较大的变化, 以耕地、未利用土地等类型变化为主。其中, 耕地减少的最多, 高达  $84.26 \text{ hm}^2$ , 减少幅度达到  $4.91\%$ ; 其次为果园, 减少面积为  $34.88 \text{ hm}^2$ ; 水域的减少面积最小, 仅为  $0.33 \text{ hm}^2$ 。而未利用土地增幅最大, 达到了  $3.56\%$ , 净增面积  $61.08 \text{ hm}^2$ , 其它类

型依次为居住及建设用地、林地、灌草地。这表明, 延安赵庄村 2000—2006 年间土地利用变化集中表现在耕地向未利用土地、居住及建设用地、林地、灌草地等的转化。

表 2 2000, 2006 年各土地利用类型面积与比例

年份	结构	耕地	果园	林地	灌草地	建设用地	水域	未利用土地
2000	面积	188.6	153.6	567.4	713.2	43.1	26.9	23.2
	比例	11.0	9.0	33.1	41.6	2.5	1.6	1.4
2006	面积	104.4	118.7	578.6	720.7	82.8	26.6	84.3
	比例	6.1	6.9	33.7	42.0	4.8	1.6	4.9

注: 面积单位为  $\text{hm}^2$ , 比例单位为  $\%$ ; 包括居住用地。

### 3.2 赵庄村生态系统服务价值变化分析

在计算赵庄村生态服务价值时, 将 7 大类土地利用类型按以下原则处理。耕地对应农田; 果园取草地与森林的平均值; 林地对应森林; 灌草地对应草地; 水域对应水体; 居住及建设用地对应居住及建设用地; 未利用土地取草地的一半 (其中约  $6.67 \text{ hm}^2$  为难利用土地)。

3.2.1 生态系统服务价值变化总体特征 依据 (表 1—3), 利用公式 1 计算出赵庄村 2000 年和 2006 年的生态系统服务价值变化情况 (表 4)。

由表 4 可知, 在研究区各生态服务价值中, 林地、灌草地的生态价值所占比例一直最高, 这是由于研究期间两者变化面积较小且价值系数较高。

研究区 2000 年总生态系统服务价值为 1 769.98 万元, 2006 年为 1 737.06 万元, 6 a 间减少了 32.92

万元,变化率为 1.86%。生态服务价值总体变化不大,呈下降趋势。可以看出,在退耕政策、农村社会发展、城市扩张等三重压力下,尽管研究区生态环境整

体上有所改善,但生态系统服务价值仍然下降。这主要是 2000—2006 年间耕地向未利用土地、居住及建设用地转化,果园向灌草地转化等综合作用的结果。

表 3 延安赵庄村各种土地利用类型单位面积生态服务价值

元/(hm<sup>2</sup>·a)

土地利用类型	耕地	果园	林地	灌草地	居住及建设用地	水域	未利用土地
对应生态系统	农田	草地和森林	森林	草地	居住及建设用地	水体	草地
生态服务价值	5 417.44	11 403.28	17 130.40	5 676.16	3 245.76	36 040.48	2 838.08

表 4 延安赵庄村 2000—2006 年生态服务价值变化

土地利用类型	耕地	果园	林地	灌草地	居住及建设用地	水域	未利用土地	
2000 年	价值/10 <sup>4</sup> 元	102.19	175.10	971.96	404.85	13.99	96.98	4.91
	比例/%	5.77	9.89	54.91	22.87	0.79	5.48	0.28
2006 年	价值/10 <sup>4</sup> 元	56.55	135.32	991.20	409.09	26.87	95.80	22.24
	比例/%	3.26	7.79	57.06	23.55	1.55	5.52	1.28
<i>E<sub>sv</sub></i> 变化值		-45.64	-39.78	19.24	4.24	12.88	-1.18	17.33
变化率/%		-44.66	-22.72	1.98	1.05	92.07	-1.22	352.95
年变化率/%		-7.44	-3.79	0.33	0.17	15.34	-0.20	58.83

赵庄村的未利用土地、居住及建设用地、林地、灌草地的面积都呈增长趋势,服务价值也相应地增加,其年平均增长率依次为 58.83%,15.34%,0.33%,0.17%;耕地、果园、水域等面积不同程度地减少,服务价值也相应地减少,年均变化率大小依次为 7.44%,3.79%,0.20%。土地利用结构决定生态系统服务价值<sup>[12-14]</sup>。

本研究中生态价值系数较高的耕地大量向生态价值系数较低的未利用土地(包括退耕地、撂荒地等)、居住建设用地等地类转化;同时,尽管林地、灌草地价值系数较高,但变化面积较小,使得研究区总生态系统服务价值近年来有所减少。这也表明研究区应需要加大退耕还林(草)力度,增加林地、灌草地面积。同时,应严格执行耕地保护政策,严控耕地转为它用。

3.2.2 生态系统服务价值构成及变化 根据公式 2 计算 *E<sub>svf</sub>*,结果如图 1 所示。在 2000 年和 2006 年服务价值构成中,土壤形成与保护、水源涵养、生物多样性保护、气体调节、气候调节、废物处理等服务功能起着主导作用。

研究区土地利用变化所导致的生态系统单项服务功能价值变化趋势是:6 a 间,这 8 种服务功能类型在减少,只有娱乐文化类型在增加。从减少幅度来看,生物多样性保护、水源涵养、气体调节、原材料 4 种服务功能类型的减少幅度较小,分别是 1.85%,1.81%,1.59%,1.36%。其它 4 种服务功能类型的

减少幅度都超过了 2%。其中,食物生产减少幅度最大,达到了 15.89%;另外废物处理减少的最多,减少了 9.83 万元;其次是土壤形成与保护,减少了 8.39 万元。而娱乐文化增加的最多,达到了 12.14 万元。

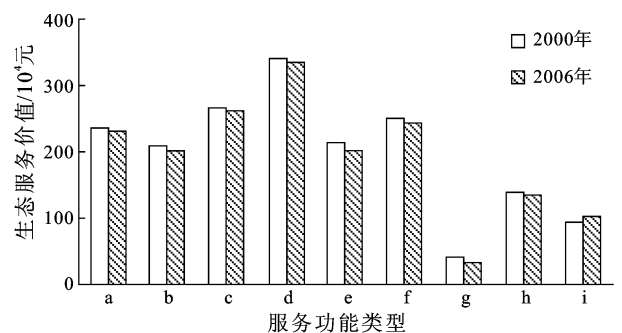


图 1 2000 和 2006 年研究区生态系统单项服务功能价值变化注:从 a 到 i 分别代表气体调节等 9 种服务功能类型,含义同表 1。

### 3.3 生态服务敏感性分析

依据敏感性指数计算公式 3,本文将各土地利用类型的生态价值系数分别上下调整 50%来计算研究区 *E<sub>sv</sub>* 变化及 *C<sub>s</sub>* 值(表 5),以此说明 *E<sub>sv</sub>* 对 *V<sub>c</sub>* 的敏感程度。从表 5 可以看出,不同土地利用类型之间价值系数的敏感性指数变动较大,但不同年份之间差别较小,且均小于 1。最低值为未利用土地 2000 年的 0.003,最高值为林地 2006 年的 0.571。这表明研究区生态系统服务价值对所采用的生态服务价值系数缺乏弹性,所估算的生态系统服务价值是可靠的,所采用的生态服务价值系数是适合当地情况的。

另外,当各土地利用类型的生态价值系数增减 50%时,研究区生态系统服务价值 6 a 间的变化率从 0.59% 增加到 3.31%,均与  $V_c$  调整前的

变化率 1.86% 相差不大。这表明本文所采用的生态价值系数没有影响生态系统服务价值随时间变化的真实性<sup>[14-15]</sup>。

表 5 研究区生态服务敏感性指数分析

10<sup>4</sup> 元

土地类型	服务价值系数	生态服务价值		2000—2006 年变化		价值系数调整的影响			
						2000 年		2006 年	
		2000 年	2006 年	变化量	变化百分数	%	$C_s$	%	$C_s$
耕地	$V_c + 50\%$	1 821.08	1 765.35	- 55.73	- 3.06	2.89	0.058	1.63	0.033
	$V_c - 50\%$	1 718.89	1 708.80	- 10.09	- 0.59	- 2.89	—	- 1.63	—
果园	$V_c + 50\%$	1 857.53	1 804.73	- 52.80	- 2.84	4.95	0.099	3.90	0.078
	$V_c - 50\%$	1 682.43	1 669.41	- 13.02	- 0.77	- 4.95	—	- 3.90	—
林地	$V_c + 50\%$	2 255.96	2 232.67	- 23.29	- 1.03	27.46	0.549	28.53	0.571
	$V_c - 50\%$	1 284.00	1 241.47	- 42.53	- 3.31	- 27.46	—	- 28.53	—
灌草地	$V_c + 50\%$	1 972.41	1 941.62	- 30.79	- 1.56	11.44	0.229	11.78	0.236
	$V_c - 50\%$	1 567.56	1 532.53	- 35.03	- 2.23	- 11.44	—	- 11.78	—
居住建设 用地	$V_c + 50\%$	1 776.98	1 750.51	- 26.47	- 1.49	0.40	0.008	0.77	0.015
	$V_c - 50\%$	1 762.99	1 723.64	- 39.35	- 2.23	- 0.40	—	- 0.77	—
水域	$V_c + 50\%$	1 818.47	1 784.97	- 33.50	- 1.84	2.74	0.055	2.76	0.055
	$V_c - 50\%$	1 721.49	1 689.17	- 32.32	- 1.87	- 2.74	—	- 2.76	—
未利用土地	$V_c + 50\%$	1 772.44	1 748.19	- 24.25	- 1.37	0.14	0.003	0.64	0.013
	$V_c - 50\%$	1 767.53	1 725.95	- 41.58	- 2.35	- 0.14	—	- 0.64	—

#### 4 土地利用结构调整

国家实施退耕还林(草)政策以来,研究区林草植被明显增加,生态环境整体状况趋于改善,但总生态系统服务价值呈下降趋势。为巩固退耕成果,保障区域生态安全,国务院实行了“完善退耕还林(草)政策,继续对退耕农户给与适当补助”的后续政策。土地利用结构调整应注意以下方面。

(1) 选择性保护耕地,严格控制未利用土地增加。离村较远的坡耕地因耕种不方便,经济效益较低,可进行选择性退耕,使其自然恢复为灌草地;而离村较近的农田应严格执行保护政策,严控转为它用。同时,这些耕作方便,土壤肥沃的农田可开发为大棚蔬菜等经济效益较高的特色农业。

(2) 加强果园、林草植被管护,增加林地、灌草地。研究区应加大退耕还林(草)力度,增加林地、灌草地面积。同时,增加人力、物力投入以保护果园,以提高其生态效益与经济效益。

(3) 实行“空心村”整治,严禁侵占基本农田。由于研究区人口数量的增加以及居住条件的改善,研究区一户多宅、建新不拆旧、住宅过剩等问题严重。因

此,针对上述问题,必须采取循序渐进的“空心村”整治工程。

上述具体措施对研究区总生态系统服务价值的提高有很大的促进作用。同时,对当地生态环境改善,农民持续增收和经济社会的稳定发展具有深远的影响。

#### 5 结论

(1) 6 a 间,研究区土地利用发生了较大变化,主要表现为耕地减少和撂荒地等未利用土地增加。变化方向表现为耕地向退耕地、撂荒地、居住及建设用地等转化。

(2) 研究期间,总生态服务价值呈下降趋势,减少了 32.92 万元,变化率为 1.86%。未利用土地、居住及建设用地、林地、灌草地的生态服务价值增加;而耕地、果园、水域的生态服务价值减少。土地利用变化所导致的 8 种服务功能类型呈减少趋势,只有娱乐文化在增加。其中,食物生产减少幅度最大。

(3) 敏感性分析表明, $C_s$  均小于 1。研究区生态系统服务价值对所采用的生态服务价值系数缺乏弹性,所估算的生态系统服务价值是可靠的,所采用的

生态服务价值系数是适合当地情况的。

(4) 针对研究期间生态系统服务价值下降的特点,应进行相应的土地利用结构调整。具体调整措施有:选择性保护耕地,严格控制未利用土地增加;加强果园、林草植被管护,增加林地、灌草地;实行“空心村”整治,严禁侵占基本农田等。

土地利用是人类生存与发展的必要活动。土地利用变化以及由此导致的地表覆被变化改变生态系统的结构与功能<sup>[16]</sup>,进而影响生态服务功能的构成与数量变化。

本文只是研究了因土地利用数量和结构变化而引起的区域生态系统服务价值变化,对土地利用变化引起的生态功能效应进行了初步探讨,但是土地利用的质量变化同样会引起生态系统服务价值的变化。同时,对生态系统所处的地理环境和社会经济条件的空间异质性缺乏考虑,这也是本文有待深入研究之处。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis[M]. Washington: Island Press, DC, 2005.
- [2] Turner B L, Skole D, Fischer G, et al. Land-use and land-cover change: science/research plan[R]. IGBP Report No. 7. Stockholm and Geneva, 1995.
- [3] Lambin E F, Bockstael N, et al. Land-Use and Land-Cover Change, Implementation Strategy [R]. IGBP Report No. 48/ IHDP Report No. 10.. Stockholm: IPGP, 1999.
- [4] 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, 2002, 18(2): 189-196.
- [5] 谢高地,鲁春霞,肖玉,等. 青藏高原高寒草地生态系统服务价值评估[J]. 山地学报, 2003, 21(1): 50-55.
- [6] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报, 2000, 45(1): 17-22.
- [7] Costanza 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.
- [8] 延安市统计局. 延安市 2006 年统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006.
- [9] Mankiw N. Gregory. 经济学原理[M]. 梁小民译. 北京: 北京大学出版社, 1999.
- [10] 王宗明,张柏,张树清. 吉林省生态系统服务价值变化研究[J]. 自然资源学报, 2004, 19(1): 55-61.
- [11] 岳书平,张树文,闫业超. 东北样带土地利用变化对生态服务价值的影响[J]. 地理学报, 2007, 62(8): 879-886.
- [12] 杨璐,胡振琪,李新举,等. 邹城市矿粮复合区土地利用变化及生态系统服务价值分析[J]. 农业工程学报, 2007, 23(12): 70-75.
- [13] 段瑞娟,郝晋珉,张洁瑕. 北京区位土地利用与生态服务价值变化研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(9): 21-28.
- [14] 周红艺,熊东红,杨忠. 元谋干热河谷土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(3): 135-138.
- [15] 王宗明,张柏,张树清. 吉林省生态系统服务价值变化研究[J]. 自然资源学报, 2004, 19(1): 55-61.
- [16] 高清竹,何立环,黄晓霞,等. 海河上游农牧交错地区生态系统服务价值的变化[J]. 自然资源学报, 2002, 17(6): 706-712.