

## 三峡库区(重庆段)土地利用变化对生态系统服务价值的影响分析<sup>\*</sup>

姜永华<sup>1</sup>, 江 洪<sup>1,2</sup>, 曾 波<sup>2</sup>, 何丙辉<sup>2</sup>

(1. 南京大学 国际地球系统科学研究所, 南京 210093; 2. 西南大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715)

**摘 要:**在分析 1995 - 2000 年三峡库区(重庆段)土地利用变化的基础上, 计算了由此导致的生态系统服务价值变化。采用 Costanza 的生态系统服务价值计算公式和谢高地等人的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表进行计算, 结果发现: 1995 - 2000 年研究区林地、草地、水域和难利用地面积在减少, 其中草地减少最多, 其次为林地; 耕地和建设用地在增加, 且增加面积都较大; 生态系统服务价值(ESV)由 1995 年的 549.387 9 亿元减少到 2000 年的 546.706 5 亿元, 5 年减少了 2.681 4 亿元; 敏感性分析表明, ESV 对生态价值系数(VC)缺乏弹性, 研究结果可信。

**关键词:**三峡库区(重庆段); 土地利用; 生态系统服务价值; 敏感性指数

**中图分类号:** F301.24; X171

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2008)04-0234-04

## Effects of Land Use Change on the Ecosystem Services Value of Three Gorges Reservoir Area (the part of Chongqing)

J IANG Yong- Hua<sup>1</sup>, J IANG Hong<sup>1,2</sup>, ZEN G Bo<sup>2</sup>, HE Bing- Hui<sup>2</sup>

(1. International Institute for Earth System Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China; 2. Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region, Ministry of Education, Chongqing 400715, China)

**Abstract** Based on the analysis of the land-use change in Three Gorges Reservoir Area (Chongqing) from 1995 to 2000, the ecosystem services value is calculated. The purpose of this paper is to examine the effects on ecosystem services value(ESV) in 1995 and 2000 according to the concrete analysis of the land use of the Three Gorges Reservoir Area (the part of Chongqing). The methods are based on ESV computing formula and ESV coefficients. The result shows that from 1995 to 2000, the area of woodland, grassland, water area and unutilized land decreased, while farmland and built-up land increased, and the total value of ecosystem services declined from 54.387 9 billion yuan in 1995 to 54.670 65 billion yuan in 2000, with the net decline of 0.286 14 billion yuan in 5 years in the study area and the sensitivity analysis suggests that these estimates are relatively lacking in elasticity, so the result is credible.

**Key words:** Three Gorges Reservoir Area (part of Chongqing); land use; ecosystem services value(ESV); coefficient of sensitivity(CS)

土地利用/土地覆盖变化(LUCC)是人类社会经济活动的集中体现,直接反映了人类活动对区域生态系统的影响。作为全球环境变化研究的核心领域之一,LUCC通过改变生态系统的结构和功能,对生态系统维持其服务功能起决定性作用<sup>[1]</sup>。因此,研究LUCC对区域生态系统服务价值的影响具有重要意义<sup>[2-5]</sup>。本文所提到的生态系统服务是指1997年Costanza等人提出的通过生态系统的结构过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务<sup>[6]</sup>。但是已有的生态系统服务价值的研究在国内较少<sup>[7]</sup>。采用土地利用类型动态度、生态系统服务价值和敏感性指数等指标,在研究三峡库区(重庆段)土地是对生态系统服务价值的静态评价,对不同地域土地利用变化所导致的生态服务价值变化及其特征和趋势影响因子的定量利用变化(本文主要是时间变

化)的基础上,分析了其相应时段内生态系统服务价值的变化,以反映土地利用变化产生的生态效应,为该区土地资源可持续利用提供理论依据和数据支持。

2006年5月20日三峡大坝全线竣工。作为全世界最大的水利工程之一,三峡工程及其库区一直受世人关注,它是大规模改造自然环境的空前壮举,在给国家带来巨大的政治、经济和社会效益的同时,又将深刻影响三峡库区和长江流域的生态环境。因此,研究三峡库区的生态系统服务价值,评价库区的生态安全,做好生态建设,对于确保三峡库区乃至整个长江流域的可持续发展,都有重要意义。

### 1 研究区概况

三峡库区位于北纬 29°16' - 31°25', 东经 106°50' - 110°

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2008-01-14

基金项目: 科技部 973 项目(2002CB111504); 国家自然科学基金(40671132)

作者简介: 姜永华(1981-), 男, 山东烟台人, 硕士生, 主要从事遥感应用和景观生态方面的研究。E-mail: jiangyh163.com @163.com

通信作者: 江洪(1955-), 教授, 博导, 主要从事生态模拟、空间生态学方面的研究。E-mail: jianghong @nju.edu.cn

50,北依大巴山脉,南靠武陵山脉,东起湖北宜昌,西至重庆江津,共包括 26 个县(市、区)。库区属于亚热带季风气候,年降水量 1 000~1 800 mm,分布均匀。土地类型多样,丘陵、山地面积大,平地面积小,土地结构复杂、垂直差异明显。因其特定的地理条件,地震、滑坡、泥石流等灾害时有发生,水土流失严重,生态环境先天比较脆弱,加上近几年三峡水利工程的兴建和经济的发展,人类活动对库区土地利用类型变化的影响日益突出<sup>[8]</sup>。研究区域为三峡库区重庆段,包括巫山、巫溪、奉节、云阳、开县、万州、忠县、石柱、丰都、武隆、涪陵、长寿、渝北、巴南、江津和重庆主城 7 区等 22 个县(市、区),面积约 4.6 万 km<sup>2</sup>,人口约 1 700 万。

2 研究方法

2.1 数据来源与处理

用 Arcgis9.2 软件从 1995 年和 2000 年三峡库区(重庆段)的土地利用矢量图(1 000 000)中提取有关信息,将获取的 22 种二级土地利用类型,根据研究区实际并参照有关学者的分类方法<sup>[9-10]</sup>分为 6 种一级土地利用类型(见表 2),结合该区相应时段土地利用的详查数据,运用 Arcgis9.2,SPSS10.0 和 Excel2003 软件进行数据处理。

2.2 土地利用变化分析方法

2.2.1 研究区土地利用类型的划分

根据研究区的特点,参照现行的《全国土地分类》及有关学者的土地利用分类系统及处理方法<sup>[9-10]</sup>,将获取的 22 种二级土地利用类型划分为 6 种一级土地利用类型。这 6 种土地利用类型分别为:(1)林地。包括有林地、灌木林地、疏林地和其它林地;(2)草地。包括高覆盖度草地(覆盖度>50%的天然草地、改良草地和割草地)、中覆盖度草地(覆盖度在 20%~50%的天然草地和改良草地)、低覆盖度草地(覆盖度在 5%~20%的天然草地);(3)水域。包括河渠、湖泊、水库、坑塘、滩地等;(4)建筑用地。包括城镇用地、农村居民点用地及其它诸如工交建设用地等土地类型;(5)耕地(主要是农田)。包括旱地农田和水田,这里的旱地农田主要指山区旱地、丘陵旱地、平原区旱地和坡度>25°的坡地旱地,水田主要指山区水田、丘陵水田和平原区水田;(6)难利用地。本文主要指裸岩石砾地。

2.2.2 土地利用类型变化的研究方法

采用土地利用类型动态度来研究该区域的土地利用类型变化情况。土地利用类型动态度( $K$ )指的是某区域一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况。

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \tag{1}$$

式中: $U_a, U_b$ ——研究初期及研究末期某种土地利用类型的数量; $T$ ——研究时段,当  $T$  的单位为年时, $K$  值就是该研究区某种土地利用类型的年变化率。

2.3 生态系统服务价值评价方法

2.3.1 生态系统服务价值量的确定

1997 年 Costanza 等人在著名的《Nature》杂志上发表了“全球生态系统服务价值和自然资本”一文<sup>[6]</sup>,其研究成果使生态系统服务价值估算的原理及方法从科学意义上得以明

确<sup>[11]</sup>,被认为是近年生态学界最有影响力的科研成果<sup>[12]</sup>。但由于该项研究中某些数据存在较大偏差,引发了国内外学者的广泛讨论。谢高地等人<sup>[13]</sup>根据中国的实际情况,在全球生态系统服务功能评价模型<sup>[14]</sup>的基础上,借鉴 Constanza 等人的部分研究成果制定了中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表<sup>[13]</sup>。

结合三峡库区(重庆段)的实际情况,本文引用了表 2 有关数据,采用了 Costanza 的生态系统服务价值公式来计算该区的生态系统服务价值。研究区各地利用类型的生态服务价值如表 2。

$$ESV = (A_k \times VC_k) \tag{2}$$

式中: $ESV$ ——生态系统服务总价值(元); $A_k$ ——研究区  $k$  种土地利用类型的面积(hm<sup>2</sup>); $VC_k$ ——生态价值系数[元/(hm<sup>2</sup>·a)]。

2.3.2 敏感性分析方法

采用敏感性指数(Coefficient of Sensitivity,CS)来确定  $ESV$  随时间变化对  $VC$  变化的依赖程度。 $CS$  的含义是指  $VC$  变动 1%引起  $ESV$  的变化情况,如果  $CS > 1$ ,说明  $ESV$  对  $VC$  是富有弹性的;如果  $CS < 1$ ,则说明  $ESV$  对  $VC$  是缺乏弹性的,研究的结果是可信的<sup>[15]</sup>。

通过上下各调整 50%的  $VC$  来计算  $CS$ ,从而来说明  $ESV$  对  $VC$  的敏感程度。敏感性指数( $CS$ )计算如式(3):

$$CS = \left| \frac{(ESV_j - ESV_i) / ESV_i}{(VC_{jk} - VC_{ik}) / VC_{ik}} \right| \tag{3}$$

式中: $ESV, VC, k$  表示的含义与前面相同, $i$  和  $j$  分别代表初始价值和生态价值系数调整以后的价值。

3 结果与分析

3.1 土地利用动态变化分析

通过表 1 中所列数据可以看出:1995 - 2000 年三峡库区(重庆段)各土地类型变化的总体趋势是各类面积均发生了变化,有增有减,各类土地利用类型的动态度绝对数量均不低于 0.1%。其中,动态度绝对数量最大的是建筑用地,为 7.71%,最小的水域为 0.10%。面积增加的有耕地和建筑用地两类,面积减少的有林地、草地、水域和难利用地 4 类。其中,面积减少的土地利用类型中,减少的数量由大到小依次为草地、林地、水域和建设用地,2000 年较 1995 年分别减少了 19 242.7,14 777.7,349.3,35.2 hm<sup>2</sup>;面积增加的土地利用类型中,耕地增长了 25 066 hm<sup>2</sup>,面积变化最大,动态度为 0.24%,不很显著;建筑用地增加了 11 836.6 hm<sup>2</sup>,增加的幅度最大,为 38.53%,动态度为 7.71%,变化非常显著。土地利用类型的上述变化说明了相应时段内三峡库区(重庆段)的土地利用类型主要由林地和草地向耕地和建筑用地发展,这种变化,与该时段内该区人口的快速增长、城镇化快速发展及其它经济活动导致的用地相对紧张是一致的。

3.2 生态系统服务价值的评估结果及分析

参考中国不同陆地生态系统单位生态服务价值表和三峡库区土地有关数据,估算了三峡库区 1995 - 2000 年间生态系统服务价值( $ESV$ ) (单位面积生态服务价值分布如图 1)及其变化情况(见表 2)。在估算过程中,水域的单位面积

生态服务价值取水体和湿地的平均值。

从表 4 结果中可以看出,研究区 ESV1995 年为 549.387 9 亿元,2000 年为 546.706 5 亿元,5 年间 ESV 共损失了 2.681 4 亿元,平均每年损失约 0.54 亿元。5 年间,林地、草地、水域和难利用地的生态系统服务价值有所减少,而耕地和建筑用地有所增加。1995 年林地在土地利用类型中占总面积的 38.852 7%,但生态系统服务价值却占到了 63.248 0%,其生态系统服务价值明显。到 2000 年,林地的面积有所减少,生态系统服务价值随之减少。可以看出,虽然林地面积的变化率不大,但由于其单位面积生态服务价值较大,因而,其面积的减少是三峡库区生态系统服务价值减少的主要原因,其次是草地面积的减少,水域单位生态系统服务价值量虽然大,但由于面积变化很少,所以生态系统服务价值减少的不大,难利用地面积则由于单位生态系统服务价值量小,面积减少的绝对数量不大,因而,生态服务价值总量变化很小。耕地和建筑用地 5 a 来有所增加,生态系统服务价值也随之增大,

二者分别增加了 1.532 6 亿元和 0.044 0 亿元。耕地和林地生态系统服务价值的增加主要是以林地和草地的减少为代价的,尽管如此,二者增加的和 1.572 6 亿元仍小于林地一项减少的值 2.857 1 亿元。总之,虽然耕地和建筑用地的面积和各自的生态系统服务价值在增加,但是并不能弥补林地、草地、水域和难利用地,特别是林地和草地减少所造成的区域生态系统服务价值的减少。

表 1 1995 - 2000 年土地利用类型变化和动态度

土地利用类型	1995 年面积/hm <sup>2</sup>	2000 年面积/hm <sup>2</sup>	面积增减量/hm <sup>2</sup>	变化率/%	动态度/%
林地	1797233.0	1782455.3	- 14777.7	- 0.82	- 0.16
草地	676746.6	67503.9	- 19242.7	- 2.84	- 0.57
耕地	2051365.7	2076431.7	25066.0	1.22	0.24
水域	68653.5	68304.2	- 349.3	- 0.51	- 0.10
建筑用地	30723.1	42559.7	11836.6	38.53	7.71
难利用地	1039.0	1003.8	- 35.2	- 3.39	- 0.68

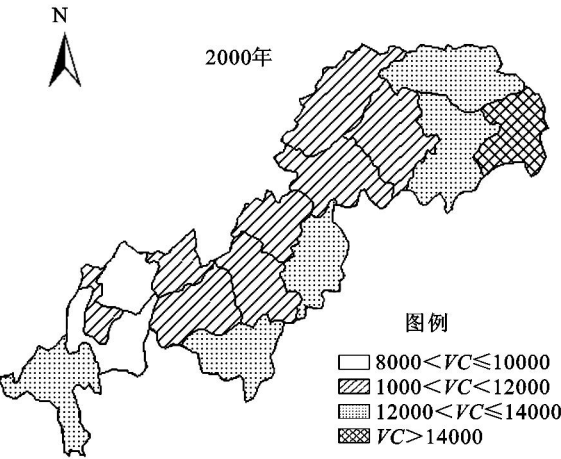
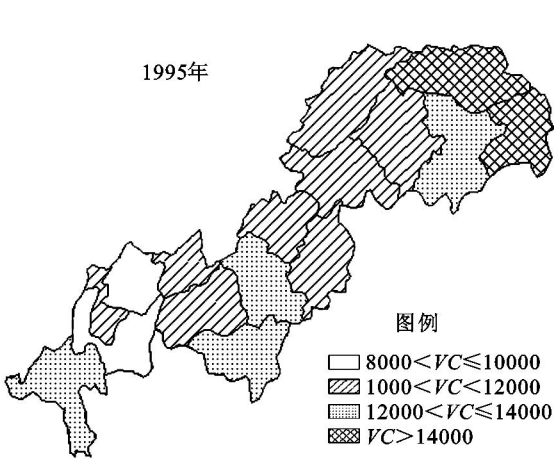


图 1 三峡库区单位面积生态服务价值分布图

表 2 各种土地利用类型的生态服务价值

土地利用类型	1995 年			2000 年		
	面积比例/%	生态价值/亿元	价值比例/%	面积比例/%	生态价值/亿元	价值比例/%
林地	38.8527	347.4770	63.2480	38.5124	344.6199	63.0356
草地	14.6300	43.3558	7.8917	14.2063	42.1230	7.7049
耕地	44.3466	125.4267	22.8303	44.8642	126.9593	23.2226
水域	1.4842	33.0105	6.0086	1.4758	32.8425	6.0073
建筑用地	0.6422	0.1141	0.0208	0.9196	0.1581	0.0289
难利用地	0.0225	0.0039	0.0007	0.0217	0.0037	0.00068
合计		549.3879			546.7065	

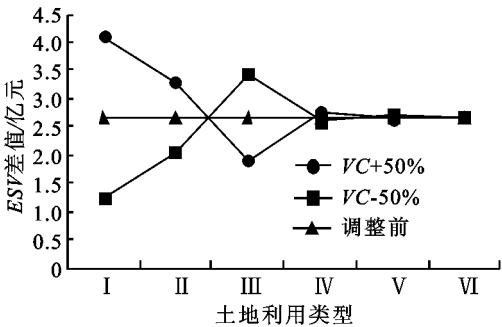
3.3 生态服务敏感性分析

将各种土地利用类型的生态服务价值系数分别上下调整 50%,计算出调整后的生态服务价值和各种土地利用类型的敏感性指数(表 3)。可以看出,三峡库区(重庆段)ESV 对 VC 的敏感性指数均小于 1,由高到低依次为林地、耕地、草地、水域、建筑用地、难利用地,其中最高值为 0.630 4 ~ 0.632 5(林地),即当林地的 VC 增加 1%时,ESV 增加 0.630 4% ~ 0.632 6%。这说明,三峡库区(重庆段)的 ESV

对 VC 缺乏弹性,研究结果是可信的。

调整系数前后,各类土地利用类型的 ESV 差值见图 2。由图 2 可以看出:系数作出调整后,1995 年和 2000 年生态系统服务价值变化很少的有水域、建筑用地和难利用地,变化较少的是耕地和草地,较大的是林地。说明该区域的水域、建筑用地和难利用地每年的生态服务价值系数已接近其对应土地利用类型的生态价值系数真实值;草地和耕地的生态服务价值系数较接近区域草地和耕地的生态价值系数真实值,但仍有一定差异,系数需要进一步调整,以更加接近真实值;林地的生态服务价值系数与该区域林地的生物量价值总和的生态价值系数真实值相比有差异,这说明林地的生态服务价值系数 19 334 元/(hm<sup>2</sup>·a)要高于该区域林地的生态价值系数真实值,需要作出调整,以接近真实值。若下调 33%,达到 12 954 元/(hm<sup>2</sup>·a),可以算出系数调整后,ESV 的差值分别为 2.695 8 亿元(VC + 50%)和 2.6670 亿元(VC - 50%),已经很接近调整前的 2.6814 亿元。这时,林地的生态服务价值系数(即下调后的 12 954 元/(hm<sup>2</sup>·a))已经接近区域林地的生物量价值总和的生态价值系数真实值<sup>[16]</sup>。

表 3 土地利用类型生态服务敏感性指数					
土地利 用类型	生态服务系数 /(元·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	生态服务价值/亿元		敏感性指数	
		1995 年	2000 年	1995 年	2000 年
林 地	VC+50 %	723.1265	719.0165	0.6325	0.6304
	VC-50 %	375.6495	374.3966		
草 地	VC+50 %	571.0659	567.7680	0.0789	0.0770
	VC-50 %	527.7101	525.6450		
耕 地	VC+50 %	612.1014	610.1862	0.2283	0.2322
	VC-50 %	486.6747	483.2269		
水 域	VC+50 %	565.8933	563.1278	0.0601	0.0601
	VC-50 %	532.8828	530.2853		
建筑用地	VC+50 %	549.4451	546.7856	0.0002	0.0003
	VC-50 %	549.3310	546.6275		
难利用地	VC+50 %	549.3890	546.7086	7.10E-06	6.77E-06
	VC-50 %	549.3861	546.7047		



- 分别代表林地,草地,耕地,水域,建筑用地和难利用地

图 2 系数调整前后 ESV 差值图

4 讨论与初步结论

(1)传统的土地利用变化分析一般以定性分析为主,定性结果的获得往往有其局限性和不直观性,因为定性指标受人为主观因素的干扰较大,而且各个区域的评价结果不宜做比较。获得定量的结果是比较理想的土地利用评价目标<sup>[17]</sup>,本文以生态系统服务价值为切入点,对研究区土地利用类型的变化及其造成的生态效应进行评估,其结果具有一定推广价值。

(2)三峡库区(重庆段)1995 - 2000 年之间土地利用结构由于三峡水利工程的建设、库区自身的建设、人口增长、库区移民以及宏观政策因素等的驱动下变化较大<sup>[18]</sup>。草地和林地减少较多,耕地和建筑用地增加,这正是人口增加和快速城市化等的必然结果。如不根据实际情况采取措施,土地利用变化所产生的生态环境效应会持续恶化,危及库区的生态环境安全。

(3)土地利用类型的变化使研究区  $ESV$  5 a 减少了 2.681 4 亿元,尽管总体变化不大,却折射出生态系统提供的某些单项服务功能在相对减弱。另外,敏感性指数分析表明,研究区  $ESV$  相对于生态价值系数  $VC$  来说,缺乏弹性,因而研究是可信的。

(4)对 1995 - 2000 年研究区因土地利用类型时间变化

而导致的  $ESV$  变化进行了初步探讨,由于数据不足,没有对  $ESV$  变化空间差异进行讨论。同时,  $ESV$  价值会随着需求的变化而变化<sup>[19]</sup>,其价值系数会因生态资源的短缺和人们需求的增加而增加,本文虽然没有做相应的探究,但这应该是值得考虑、需要引起重视的问题。

从本文研究结果可以看出,对土地利用类型变化进行生态系统服务价值评估的研究目的是为区域土地资源优化和合理利用提供切实可行的理论依据,从而对土地资源进行可持续利用<sup>[20]</sup>。只有将人类社会经济的发展和生态环境保护很好地整合起来,才能在今后的研究中为区域生态系统的安全发展提供可靠的保障。

参考文献:

[1] Turner B L ,Skole D ,Sanderson S ,et al. Land use and landcover change :science/ research plan[R]. IGBP Report No. 35/ HDP Report No. 7. Stockholm: IGBP , 1995.

[2] Wang Z M ,Zhang B ,Zhang S Q. Study on effects of land use change on ecosystem service values of Jilin Province[J]. Journal of Natual Resouces ,2004 ,19 (1) : 55-61.

[3] Lambin E F ,Baulies X ,Bockstael N ,et al. Land use and land cover change ,implementation strategy [ R ]. IGBP Report No. 35/ HDP Report No. 10. Stockholm: IGBP ,1999.

[4] Loomis J ,Kent P ,et al. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin :results from a contingent valuation survey [J]. Ecological Economics ,2000 ,33 :103-117.

[5] Ducan J K ,Brice W M ,Michael J B ,et al. Valuing fresh-water salmon habitat on the west Coast of Canada [J]. Journal of Environmental Management ,2003 ,69 :261-273.

[6] Constaza R ,et al. The value of the world's ecosystem services and nature capital [J]. Nature ,1997 ,386 :253-260.

[7] 蔡邦成 ,陆根法 ,宋莉娟. 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.

[8] 董杰 ,葛兆帅 ,唐继刚 ,等. 三峡库区生态环境与可持续发展对策研究 [J]. 生态学杂志 ,2005 ,24 (12) :1503-1506.

[9] 刘纪远 ,张增祥 ,庄大方 ,等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析 [J]. 地理研究 ,2003 ,22 (1) :1-12.

[10] 任美镔. 贵州遵义附近之土地利用 [C]// 任美镔地理论文集 ,北京 :商务印书馆 ,1991.

[11] 田刚 ,蔡博峰. 北京地区人工景观生态服务价值估算 [J]. 环境科学 ,2004 ,25 (5) :5-9.

(下转第 243 页)

高品质,在小杂粮优生区域发展适度规模的名、优、特小杂粮产业是发挥该区农业资源优势,促进农业产业化的重要途径。

(3)设施蔬菜产业。陕北长城沿线风沙区由于夏季气候温和、昼夜温差大、光照充足等特点,有利于茄果类、瓜果菜类、叶菜类等的无公害生产,产品外型鲜美,色泽亮丽,营养丰富。再采用现代工程技术措施为作物营造最适宜的生长发育环境,将沙漠化治理和发展经济结合起来,采用温室、塑料大棚等设施农业及其配套技术,改造生产条件,实现风沙区资源开发的集约性、高效性、持续性和经济、社会、生态效益兼优的无公害设施蔬菜产业的全面发展<sup>[8]</sup>。

(4)畜牧业。陕北长城沿线风沙区地处我国农牧交错区,畜牧业是农业和农村经济中一个重要的基础性产业,但也是一个亟待加速发展的短腿产业。陕北长城沿线风沙区畜牧业的发展要把生态环境建设与农业产业结构调整,畜牧业数量的增长与经济效益的提高结合起来,走可持续循环发展之路;必须将草地其它建设纳入农田种植模式,草种以紫花苜蓿、沙打旺、多年生黑麦草为主,为畜牧业的发展奠定坚实的物质基础;积极引进优良的产肉率高、繁殖性强的羊品种,改良本地的山羊品种,并推广先进的养殖模式,将畜牧业发展成为该区的后续产业,带动该区农村经济的发展。

4.2.4 实行保护性耕作

保护性耕作主要采用免耕、少耕、深松土壤、秸秆还田等方法,利用作物残渣和秸秆覆盖地面,用根茬固土,秸秆覆土,提高土壤的保土、保肥、保墒能力;达到减少风蚀,增加地表植被覆盖、保护生态环境、降低生产成本、增加农业作物产量、实施可持续农业发展的目的<sup>[9]</sup>。

5 结论与讨论

(1)陕北长城沿线风沙区是我国北方农牧交错带,与其它沙地相比,具有较好的气候资源、土壤资源、水资源和生物资源。但是由于全球环境恶化和气候干暖化,加之能源的不合理开发利用,使陕北长城沿线风沙区环境受到了严重的破坏和恶化。

(2)陕北长城沿线风沙区的农业生态系统是由农田、草地、林地共同组成的复合型生态系统。由于人类的活动影

响,这个生态系统的生产力不高,结构不合理,应及早改变这种状况。

(3)陕北长城沿线风沙区农业自然资源综合开发利用思路要把实现农业与农村以及农民发展紧密结合在一起,充分而有效的发挥各种要素的综合作用,也就是农业与农村的可持续发展。途径:一是种植本地特有农产品,开发野生植物资源;二是优化产业结构,恢复畜牧业的主产业地位;三是加大退耕还林还草力度,维持生态系统良性循环;四是改变传统农业用水方式,大力发展高效节水农业。

(4)近年来,陕北地区已成为我国的能源化工重地,这给陕北地区带来了经济发展机遇的同时,也对其环境造成很大的负面影响,如何在实践中协调好能源开发、经济发展与环境保护之间的矛盾,仍值得我们进一步去思考和研究。

参考文献:

[1] 谢扬. 新的粮食安全观[J]. 经济与管理研究, 2001(4): 8-11.

[2] 高小红, 王一谋, 王建华, 等. 陕北长城沿线地区 1986 - 2000 年沙漠化动态分析[M]. 中国沙漠, 2005(1): 63-67.

[3] 董翠云, 朱玉春. 陕北农业经济持续发展中存在的主要问题[J]. 生态经济, 2006(10): 315-318.

[4] 张勇. 从陕西省水资源状况谈节水灌溉的重要性及发展对策[J]. 地下水, 2002(1): 39-41.

[5] 骆世明. 农业生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 158-163.

[6] 李合生. 现代植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 137-140.

[7] 尚爱军, 白晓艳, 孙兆敏, 等. 陕北荒漠化地区农业资源优势与特色农业建设[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(3): 138-141.

[8] 王守陆, 赵淑华. 保护性耕作是农牧业生态建设的重要内容[J]. 农村牧区机化, 2001(4): 4-6.

[9] 冯佰利, 代惠萍, 柴岩, 等. 小杂粮保护性耕作技术探讨[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(1): 206-209.

(上接第 237 页)

[12] 张志强, 徐中民, 程国栋. 生态系统服务与自然资本价值评估[J]. 生态学报, 2001, 21(11): 1918-1926.

[13] 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, 2003, 18(2): 189-195.

[14] 周国逸. 生态系统水热原理及其应用[M]. 北京: 气象出版社, 1997.

[15] 吴后建, 王学雷, 宁龙梅, 等. 土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(2): 185-190.

[16] 王成, 魏朝富, 邵景安, 等. 区域生态服务价值对土地利用变化的响应[J]. 应用生态学报, 2006, 17(8): 1485-1489.

[17] 白晓飞, 陈焕伟, 彭晋福. 生态系统服务价值空间变化研究[J]. 中国土地科学, 2006, 20(6): 16-20.

[18] 余瑞林, 王新生, 张红. 三峡库区土地利用时空变化特征及其驱动力分析[J]. 湖北大学学报: 自然科学版, 2006, 28(4): 429-432.

[19] 喻建华, 高中贵, 张露, 等. 昆山市生态系统服务价值变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(2): 213-217.

[20] 朱新华, 贾燕, 侯湖平. 土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 生态环境与旅游开发, 2006, 23(2): 97-99.