

# 咸阳市土地利用与生态系统服务价值时空变化研究

张 晶, 曹明明

(西北大学 环境科学系, 陕西 西安 710127)

**摘 要:** 分析了咸阳市 1997—2005 年土地利用数量、结构变化的情况,在此基础上运用国内外学者生态价值估算的方法与模式,结合研究区的实际情况对估算方法进行了修正,并对所研究时段内各年度的生态系统服务价值(ESV)以及各种土地类型的生态系统服务价值比例进行了估算。(1)研究期内,研究区耕地减少最多,林地增加最多,其中,泾阳县、武功县、三原县、礼泉县是咸阳市林地变化的热点区域。(2)研究期内,咸阳市的 ESV 增加了 44 774.15 万元,年增加率为 0.72%,其中渭城区、礼泉县、永寿县、彬县、长武县是咸阳市 ESV 变化的热点区域。(3)研究期内,耕地的 ESV 所占比例减少最多,林地的 ESV 所占比例增加最多。渭城区、秦都区、彬县和渭城区分别是咸阳市耕地、园地、林地和水域 ESV 所占比例变化最大的地区,各区县的牧草地和未利用地的 ESV 所占比例变化不明显。

**关键词:** 土地利用变化; 生态系统服务价值; 时空变化; 咸阳市

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008)02—0184—04

中图分类号: X171.1

## Spatial-temporal Variation of Land Use and Ecosystem Service Value in Xianyang City

ZHANG Jing, CAO Ming-ming

(Department of Environmental Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

**Abstract:** Changes of land use quantities and structures in Xianyang City during the years from 1997 to 2005 are analyzed. The parameters are revised using the methods and modes of ecological value estimation in view of the actual conditions of the research area. Meanwhile, during the research period, ecosystem service value (ESV) of each year and ratio of ESV for various land use types are estimated. The results during the research period are concluded as follows. Firstly, the area of decreased cultivated land is the most and the area of increased woodland is the most, which are distributed mainly in Jingyang, Wugong, Sanyuan, and Liquan counties. Secondly, the ESV of Xianyang City increases 44 774.15 yuan and the annual increasing ratio is 0.72 percent. Changes of ESV in Xianyang City are concentrated in Weicheng District and Liquan, Yongshou, Binxian, and Changwu counties. Thirdly, the ESV proportion for cultivated land decreases least and the ESV proportion for woodland increases most. The most change of the ESV proportion for cultivated land and water area occurs concentrately in Weicheng District, the most change of the ESV proportion for garden occurs concentrated in Qindu District, and the remarkable change of the ESV proportion for woodland occurs in Binxian County. The ESV proportion of grassland and unutilized land in each district and county does not change obviously.

**Keywords:** land use; ecosystem service value; spatial-temporal variation; Xianyang City

土地利用变化的研究已成为地理学综合研究的前沿课题,它的变化能引起许多自然现象和生态过程的变化,研究土地利用变化及其生态环境效应,对于了解区域生态环境变化具有重要意义<sup>[1]</sup>。生态系统

服务是指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。国内外许多学者对生态系统服务价值(Ecosystem Services Value, ESV)进行了广泛的理论探讨和案例研究<sup>[2-12]</sup>。

收稿日期:2007-09-11

修回日期:2007-10-19

资助项目:国家自然科学基金资助项目(40604005)

作者简介:张晶(1983—),女(汉族),江苏省常州市人,硕士研究生,主要从事生态环境评价研究。E-mail:zhangjing\_728@163.com。

土地利用变化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着重要的作用<sup>[12]</sup>。同时,土地利用变化驱动下的生态系统服务价值变化,也是土地利用变化的生态环境效应的一个重要量化指标。因此,研究土地利用变化背景下区域生态系统服务价值变化具有重要意义,国内外许多学者分别对其进行了理论探讨和实证分析<sup>[10-12]</sup>,但对土地利用变化如何影响生态系统服务价值的空间变化以及各种土地类型的生态系统服务价值所占比例变化的研究较少。本文在研究咸阳市土地利用变化的基础上,通过评价土地利用变化引起的生态系统服务价值以及各种土地类型的生态系统服务价值比例的时空变化来反映其环境效应,为咸阳市土地资源可持续利用和生态环境保护提供决策支持。

## 1 研究区域和研究方法

### 1.1 研究区域

咸阳市地处东经 107°39'—109°10',北纬 34°12'—35°32' 之间,总土地面积 10 196.35 km<sup>2</sup>。境内南部属于关中平原,气候温和,四季分明,北部属黄土高原沟壑区,气候冷凉,春冬略长,农、林、牧兼有。咸阳市属黄河流域渭河水系,境内有 8 条河流,较大的有渭河和泾河。随着国民经济和社会的高速发展,咸阳市已成为纺织、机械、电子、化工、医药保健品为主导产业的现代化工业城市,同时又是全省粮、棉、油、菜、烟、果等农副产品生产基地。

### 1.2 研究方法

1.2.1 土地利用数据来源以及土地利用变化动态指标 咸阳市土地利用数据均来自陕西省土地管理局提供的 1997—2005 年这 8 a 间的咸阳市土地利用现状数据集。考虑到咸阳市统计资料详细程度,笔者主要从宏观上把握各土地利用变化情况。根据土地资

源的利用方式将土地利用类型划分为:耕地、园地、林地、牧草地、居住矿用地、交通用地、水域和未利用地。根据以上分类,引入土地利用相对变化率指标(A),来描述咸阳市土地利用变化的空间差异,计算公式为

$$A = \left( \frac{B_b}{B_a} \right) / \left( \frac{C_b}{C_a} \right)$$

式中: B<sub>a</sub>, B<sub>b</sub> ——分别代表某区域某一特定土地利用类型研究期初及研究期末面积; C<sub>a</sub>, C<sub>b</sub> ——分别代表整个研究区某一特地土地利用类型研究期初及研究期末面积。

1.2.2 生态系统服务价值评价方法 谢高地等在 Costanza 等提出的评价模型的基础上,对国内 200 多位生态学学者进行问卷调查,得出了“中国生态系统生态服务价值当量因子表”<sup>[7-9]</sup>。该表定义 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,其它生态系统生态服务价值当量因子是指生态系统产生该生态服务相对于农田食物生产服务的贡献大小。

本文采用了该当量因子表,针对该研究区的具体情况对单位面积每年农田自然粮食产量的经济价值作了如下修改:以咸阳市 1997—2005 年平均粮食产量 3 995.56 kg/hm<sup>2</sup> 为该区基准单产,粮食单价按 2005 年陕西省的报价 1.47 元/kg,考虑到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>[8]</sup>,得出咸阳市农田自然粮食产量的经济价值为 839.07 元/(hm<sup>2</sup>·a)。据此可测算出各土地利用类型的生态价值系数 V<sub>c</sub>,即单位面积生态系统服务价值单位面积年度生态系统服务功能经济价值量。对居民地工矿用地及交通用地按照 Costanza 等学者的方法,不估算其生态系统服务功能经济价值(见表 1)<sup>[4]</sup>。

表 1 咸阳市各类土地价值当量及单位面积年度生态服务价值

土地利用类型	耕地	园地	林地	草地	水域	未利用土地
价值当量	6.91	13.45	19.66	7.24	46.10	0.42
生态价值系数 V <sub>c</sub> (元·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	5 797.97	11 285.49	16 496.12	6 074.87	38 681.13	352.41

对于研究区的生态系统服务价值变化情况的分析,本文拟应用 Costanza 等人的估算方法,计算公式为

$$ESV = \sum A_k \times V_{c_k}$$

式中: ESV ——生态系统服务价值(元); A<sub>k</sub> ——研究区域 k 种土地利用类型的面积(hm<sup>2</sup>); V<sub>c<sub>k</sub></sub> ——k

种土地的生态价值系数,即单位面积生态系统服务价值[元/(hm<sup>2</sup>·a)]。

本文引入生态系统服务总价值相对变化率 V<sub>v</sub> 来衡量生态系统服务的空间差异,计算公式为

$$V_v = \left( \frac{B_{vb}}{B_{va}} \right) / \left( \frac{C_{vb}}{C_{va}} \right)$$

式中:  $B_{va}, B_{vb}$  ——分别代表某区域生态系统服务研究期初及研究期末的总价值;  $C_{vb}, C_{va}$  ——分别代表整个研究区生态系统服务研究期初及研究期末的总价值。

## 2 土地利用时空变化分析

### 2.1 土地利用的时间变化

1997—2005 年咸阳市土地利用数量变化的总体趋势是:耕地、居住及工矿用地、水域及未利用土地持续减少,减少最多的是耕地和未利用土地。其中耕地从 1997 年的 419 212.93  $\text{hm}^2$  减少到 2005 年的 385 522.89  $\text{hm}^2$ ,7 a 共减少了 33 690.05  $\text{hm}^2$ ,未利用土地从 1997 年的 150 342.95  $\text{hm}^2$  减少到 2005 年的 122 514.54  $\text{hm}^2$ ,共减少了 27 828.41  $\text{hm}^2$ ,居住和工矿用地和水域减少较小;园地、林地、牧草地、交通

用地都呈持续增加的趋势,面积增加最多的是林地,从 1997 年的 17 180.95  $\text{hm}^2$  增加到 2004 年的 206 755.56  $\text{hm}^2$ ,7 a 间共增加了 34 944.61  $\text{hm}^2$ ,其次是园地、牧草地和交通用地,它们分别增加了 7 692.83,1 047.10  $\text{hm}^2$  和 416.19  $\text{hm}^2$ 。

咸阳市土地利用结构总体变化不大,耕地所占比例最大,其次是林地、未利用土地、园地和居住工矿用地,水域、牧草地和交通用地所占比例较小;1997—2005 年这 8 a 间,园地、林地、牧草地、交通用地、水域所占比例上升,升幅最大得是林地,上升了 3.82%,其次是园地,上升了 1.00%,牧草地、交通用地、水域上升幅度很小;耕地、居住工矿用地、未利用土地所占比例都有下降,降幅最大的是耕地,下降了 2.48%,其次是未利用土地,下降了 2.45%,咸阳市 1997—2005 土地利用数量及结构变化(见表 2)。

表 2 咸阳市 1997—2005 土地利用数量及结构变化

土地类型	土地面积/ $\text{hm}^2$				各类土地面积比例/ %			
	1997	2001	2005	增量	1997	2001	2005	变化
耕地	419 212.93	407 028.32	385 522.89	- 33 690.05	40.74	39.92	38.25	- 2.48
园地	115 245.73	118 544.48	122 938.57	7 692.83	11.20	11.63	12.20	1.00
林地	171 810.95	179 835.38	206 755.56	34 944.61	16.70	17.64	20.52	3.82
牧草地	22 286.53	22 782.94	23 333.63	1 047.10	2.17	2.23	2.32	0.15
居住及工矿地	104 963.18	102 364.40	101 331.43	- 3 631.75	10.20	10.04	10.05	- 0.15
交通用地	18 281.65	18 430.57	18 912.86	631.21	1.78	1.81	1.88	0.10
水域	26 901.71	26 195.57	26 468.78	- 432.93	2.61	2.57	2.63	0.01
未利用地	150 342.95	144 453.45	122 514.54	- 27 828.41	14.61	14.17	12.16	- 2.45

### 2.2 土地利用空间变化

根据咸阳市各县区土地数据,计算了 1997—2005 年咸阳市土地相对变化率。如果某区域某土地利用类型的相对变化率  $A > 1$ ,表示该区域这种土地利用类型的变幅大于全区域该类土地的变化,即为土地变化的热点地区。咸阳市林地相对变化率最大的是泾阳、武功、三原、礼泉的林地面积,分别为 418.81%,233.54%,198.25%和 171.11%,其余各区县的林地相对变化率都在 1 左右浮动。大部分区县耕地的相对变化率都在 1 左右浮动,其中,彬县、长武县的变化率比较低;园地上,大部分区县的相对变化率也都在 1 左右浮动,其中,渭城区、长武县的相对变化率较高,是咸阳市园地变化的热点区域;秦都区、渭城区、兴平市、淳化县以及武功县几乎没有牧草地,礼泉县的牧草地相对变化率为 179.30%,是咸阳市牧草地变化的热点区域,其余各区县均与全市变化水平相当;各区县的居住和工矿用地、水域以及交通用地与全市的变化率基本保持一致,其中秦都区、渭城

区分别为咸阳市交通用地、水域土地变化的相对热点区;淳化县是咸阳市未利用地变化的热点区域,而兴平市、武功县以及彬县未利用土地的变化率远远低于全市变化水平(见表 3)。

## 3 生态系统服务价值估算及分析

### 3.1 生态系统服务总价值变化

3.1.1 生态系统服务价值时间变化 1997—2005 年咸阳市生态系统服务价值量变化的总体趋势是上升的。咸阳市生态系统服务价值从 1997 年的 779 436.22 万元增加到 2005 年的 824 210.37 万元,8 a 间增加了 44 774.15 万元,年增加率为 0.72%。园地、林地以及草地的生态系统服务价值量都有所增加,其中,林地增加最多,8 a 间共增加了 57 645.04 万元,年增加率为 2.54%;耕地、水域以及未利用地的生态系统服务价值量都有所减少,其中,耕地减少的最多,共减少了 19 533.40 万元,年减少率为 1.00%,未利用地的年减少率最高,为 2.31%(见表 4)。

表3 1997—2005年咸阳市土地利用相对变化率

%

县区	耕地	园地	林地	牧草地	居住工矿用地	交通用地	水域	未利用土地
秦都区	95.37	129.40	110.06	0.00	109.69	128.46	85.78	77.50
渭城区	96.20	169.65	50.09	0.00	105.43	114.24	124.16	80.53
兴平市	107.89	93.26	87.26	0.00	101.11	95.73	96.76	26.85
三原县	105.23	96.63	198.25	29.39	97.77	96.48	99.99	101.42
泾阳县	105.48	83.21	418.81	95.68	101.22	99.21	98.31	112.69
乾县	106.22	92.70	141.91	103.42	102.25	98.73	99.09	106.32
礼泉县	98.07	92.66	171.11	179.30	96.68	98.87	98.64	105.11
永寿县	96.99	93.30	115.59	95.88	95.51	96.88	99.69	104.79
彬县	87.25	126.12	123.97	92.61	99.27	99.93	100.89	76.71
长武县	70.70	150.69	91.49	114.39	98.96	96.55	101.11	106.69
旬邑县	98.49	96.18	87.88	96.71	99.06	96.40	111.11	95.61
淳化县	103.70	90.55	93.97	136.92	93.92	95.73	99.69	120.63
武功县	106.87	88.32	233.54	0.00	101.88	95.71	98.09	63.87

表4 咸阳市生态系统服务价值及其变化

10<sup>4</sup>元

土地类型	耕地	园地	林地	草地	水域	未利用地	合计
1997	243 058.56	130 060.47	283 421.33	13 538.77	104 058.86	5 298.23	779 436.22
2001	235 993.95	133 783.27	296 658.53	13 840.33	101 327.43	5 090.68	786 694.19
2005	223 525.16	138 742.21	341 066.37	14 174.87	102 384.22	4 317.53	824 210.37
变化量	- 19 533.40	8 681.74	57 645.04	636.10	- 1 674.63	- 980.70	44 774.15
年变化率/%	- 1.00	0.83	2.54	0.59	- 0.20	- 2.31	0.72

3.1.2 空间差异 从表5可以看出,1997—2001年,彬县的ESV相对变化率最大,为107.43%,其余各区县的ESV相对变化率都在1上下的3%内浮动;2001—2005年,渭城区、永寿县、彬县的ESV变化幅度比较大,相对变化率分别为105.15%、108.61%、105.33%,秦都区和兴平市的ESV变化幅度比较小,其余各区县的变化幅度都和咸阳市相当;1997—2005年,渭城区、礼泉县、永寿县、彬县、长武县的总ESV变化幅度大于咸阳市,其中,永寿县和彬县最大,ESV相对变化率分别为108.01%和113.15%,其它县区ESV的变化幅度均小于咸阳市,其中,秦都区、兴平市、武功县最小,它们的ESV相对变化率分别为90.75%、93.79%和94.67%。

### 3.2 各土地类型生态系统服务价值比例时空变化

3.2.1 各种土地类型的生态系统服务价值比例时间变化 1997—2005年这8年间,咸阳市耕地、牧草地、水域以及未利用地的ESV所占比例都有所减少,其中减少最多的是耕地,减少了4.06%;其它各类土地的ESV所占比例都有所增加,增加最多的是林地,增加了5.02%。从图1可以看出,耕地所占总面积比例近40%,其生态价值所占比例却不足30%;未利用

土地面积比例近15%,而其生态价值比例却不足1%;牧草地所占的总面积比例和价值比例相当;园地、林地以30%左右的总土地面积承担了55%左右的生态价值;水域的面积比例不足3%,但是其生态价值比例却达到了近15%<sup>[13]</sup>。

表5 咸阳市生态系统服务总价值相对变化

研究时段	1997—2001	2001—2005	1997—2005
秦都区	97.65	92.93	90.75
渭城区	97.33	105.15	102.35
兴平市	99.02	94.72	93.79
三原县	99.57	99.47	99.04
泾阳县	98.47	98.52	97.01
乾县	101.10	96.41	97.48
礼泉县	100.12	101.22	101.34
永寿县	99.45	108.61	108.01
彬县	107.43	105.33	113.15
长武县	99.50	102.31	101.80
旬邑县	100.92	97.73	98.63
淳化县	99.22	98.42	97.65
武功县	98.52	96.09	94.67

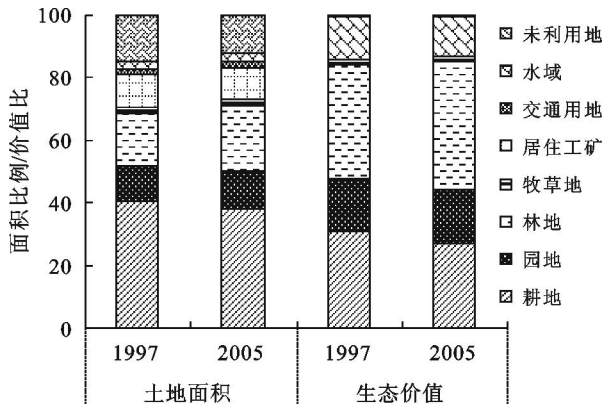


图 1 咸阳市各种土地类型所占的面积比例和价值比

结合表 1,表 2,表 4,这 8 a 间耕地和未利用土地面积分别减少了 33 690.05 hm<sup>2</sup> 和 27 828.41 hm<sup>2</sup>,但由于生态价值系数较小[分别为 5 797.97 元/(hm<sup>2</sup>·a)和 352.41 元/(hm<sup>2</sup>·a)],减少的生态价值仅为 19 533.40 万元和 980.70 万元;园地和林地面积分别增加了 7 692.83 hm<sup>2</sup> 和 34 944.61 hm<sup>2</sup>,由于生态价值系数比较高[分别为 11 285.49 元/(hm<sup>2</sup>·a)和 16 496.12 元/(hm<sup>2</sup>·a)],生态价值量分别增加了 8 681.74 万元和 57 645.04 万元。可见,虽然耕地和

未利用土地面积显著减少,但是其生态价值系数较小,所以,生态系数较大、土地面积增加较多的园地和林地使研究区域的生态系统服务价值整体上升。

3.2.2 空间变化 从表 6 可以看出,除兴平市之外,咸阳市各县区耕地 ESV 所占比例都有所减少,其中减少最多的是渭城区和彬县,分别减少了 9.90%和 8.97%;秦都区、长武县和渭城区园地的 ESV 所占比例增加相对较多,分别增加了 7.26%,6.39%和 4.96%,礼泉县园地的 ESV 所占比例减少 3.31%,其余各区县园地的 ESV 所占比例变化都比较小;除渭城区外的其余县区林地的 ESV 所占比例都有所增加,增加最多的是彬县、永寿县和礼泉县,分别增加了 10.29%,9.75%和 9.20%;渭城区和旬邑县水域的 ESV 所占比例有所增加,其中渭城区增加较多,增加了 5.27%,其余各区县都有所减少,其中秦都区和彬县减少最多,分别减少了 4.05%和 2.31%;各区县牧草地和未利用地的 ESV 所占比例变化都在 1%以内,变化不大。

由于咸阳市各区县各类土地数量基数存在较大差异,所以各类土地类型所占 ESV 变化显著区域和土地数量变化热点区域并不完全吻合。

表 6 咸阳市各区县各种土地类型所占服务价值比例变化

土地类型	耕地	园地	林地	牧草地	水域	未利用地
秦都区	- 3.35	7.26	0.15	0.00	- 4.05	- 0.01
渭城区	- 9.90	4.96	- 0.30	0.00	5.27	- 0.03
兴平市	0.65	0.03	0.09	0.00	- 0.74	- 0.03
三原县	- 4.14	- 0.14	5.40	- 0.08	- 0.93	- 0.11
泾阳县	- 2.41	- 1.93	5.44	- 0.11	- 0.95	- 0.05
乾县	- 1.90	- 1.33	3.80	0.01	- 0.50	- 0.08
礼泉县	- 4.84	- 3.21	9.20	0.10	- 1.10	- 0.15
永寿县	- 6.44	- 2.12	9.75	- 0.42	- 0.45	- 0.32
彬县	- 8.97	1.75	10.29	- 0.12	- 2.31	- 0.63
长武县	- 6.80	6.39	1.23	0.25	- 0.95	- 0.11
旬邑县	- 1.07	- 0.08	1.24	- 0.10	0.12	- 0.11
淳化县	- 1.77	- 1.89	3.52	0.35	- 0.15	- 0.06
武功县	- 0.50	- 0.19	1.26	0.00	- 0.52	- 0.05

## 4 结论

(1) 本文根据 1997—2005 年咸阳市土地利用数据,分析了咸阳市土地利用变化情况,对谢高地等总结的中国生态系统服务价值当量因子表进行修正,得出了咸阳市各类土地单位面积年度生态系统服务价值表,估算了土地利用变化所引起的咸阳市总生态系

统服务价值的变化,并分析了各类土地生态系统服务价值所占比例的时空变化状况。

(2) 研究区在 1997—2005 年之间林地增加最多,耕地和未利用土地减少最多,耕地减少林地增多是近些年来咸阳市大力实施退耕还林还草政策的必然结果,同时,城市经济快速发展对土地的需求使得未利用土地减少。退耕还林还草政策的实施使得泾

阳县、武功县、三原县、礼泉县成为咸阳市林地变化的热点区域。

(3) 土地利用的变化使研究区的生态系统服务价值 8 a 间增加了 44 774. 15 万元, 年增加率为 0. 72 %。这主要是生态价值系数较高的林地面积显著增多的结果。这说明 1997—2005 年间土地利用结构调整方向总体是正确的, 土地利用变化生态效益明显。这 8 a 间, 渭城区、礼泉县、永寿县、彬县、长武县的总 ESV 变化幅度大于咸阳市。

(4) 1997—2005 年, 咸阳市各种土地类型的生态系统服务价值比例变化不大, 其中, 耕地、牧草地、水域以及未利用地的 ESV 所占比例都有所减少, 耕地减少最多; 其它各类土地的 ESV 所占比例都有所增加, 林地增加最多的; 除兴平市之外, 咸阳市各县区耕地 ESV 所占比例都有所减少; 秦都区、长武县和渭城区园地的 ESV 所占比例增加相对较多, 礼泉县园地的 ESV 所占比例减少相对较多, 其余各区县园地的 ESV 所占比例变化都比较小; 除渭城区外的其余县区林地的 ESV 所占比例都有所增加; 渭城区和旬邑县水域的 ESV 所占比例有所增加, 其它各区县都有所减少; 各区县牧草地和未利用地的 ESV 所占比例变化都在 1 % 以内, 变化不大。

(5) 本文采用的生态系统服务价值系数是为一个大的生物群落系列赋予的一套系数, 但是每一个大的生态系统都包含几种相关的生态系统, 因此, 对于二级类型甚至更低层次生态系统价值系数的细划工作需要进一步研究。生态系统服务价值可以看成是人们需求的一种“预期价值”, 其价值会随着需求的变化而变化, 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。

本文只在研究咸阳市 ESV 时空变化的基础上分析了各种土地类型生态系统服务价值结构的时空变

化, 但是对各种土地类型 ESV 占总 ESV 的合理比例为多少时, 才有助于整个生态系统结构的平衡问题缺乏研究。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 傅伯杰. 黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J]. 地理学报, 1999, 54(3): 241—246.
- [2] Costanza R, Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387: 253—260.
- [3] Opschoor J B. The value of ecosystem services: whose values? [J]. Ecol Econ, 1998, 25: 41—43.
- [4] Costanza R. The value of ecosystem services [J]. Ecol Econ, 1998, 25: 1—2.
- [5] Howarth R B, Farber S. Accounting for the value of ecosystem services [J]. Ecol Econ, 2002, 41: 421—429.
- [6] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评估 [J]. 应用生态学报, 1999, 10(5): 607—613.
- [7] 谢高地, 张亿锂, 鲁春霞, 等. 中国自然草地生态系统服务价值 [J]. 自然资源学报, 2001, 16(1): 47—53.
- [8] 肖玉, 谢高地, 安凯. 莽措湖流域生态系统服务功能经济价值变化研究 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 676—680.
- [9] 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.
- [10] 许英勤, 吴世新, 刘朝霞, 等. 塔里木河下游垦区绿洲生态系统服务的价值 [J]. 干旱区地理, 2003, 26(3): 208—216.
- [11] 莫宏伟, 任志远, 谢红霞. 榆阳土地利用和生态效应变化分析 [J]. 陕西师范大学学报, 2005, 3(1): 110—114.
- [12] 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.
- [13] 闵捷, 高魏, 李晓云, 等. 武汉市土地利用与生态系统服务价值的时空变化分析 [J]. 水土保持学报, 2006, 8(4): 170—174.