

# 土地利用变化对昆山生态系统服务价值的影响

蔡邦成, 陆根法\*, 宋莉娟, 黄和平, 韩尚富, 陈克亮

(南京大学污染控制与资源化国家重点实验室, 南京大学环境学院, 南京 210093)

**摘要:**参照两种典型的生态系统服务价值系数,根据土地利用变化对比研究了长江三角洲经济快速发展区域昆山的生态系统服务价值变化。结果表明:(1)昆山的生态系统服务价值在 1994~2001 年呈下降趋势,按两种系数计算分别下降了 1.22 亿元和 0.71 亿元,相对下降比例分别为 4.93% 和 4.12%;(2)昆山的生态系统服务价值在评价年份内随时间的变化趋势可分别用线性函数  $Y_1 = -121.25X_1 + 17342$  ( $R^2 = 0.907$ ) 和  $Y_2 = -199.62X_2 + 25088$  ( $R^2 = 0.906$ ) 较好的表示;(3)昆山的生态系统服务价值按两种系数的评价结果均分别与 GDP、人口总量和人均 GDP 指标有较好的线性负相关关系,其中与人均 GDP 的相关度最高;(4)根据生态系统服务价值与人均 GDP 之间的线性相关关系式预测表明昆山的生态系统服务价值在未来 10a 内还将进一步下降,需要采取积极的生态保护措施。采用不同价值系数评价的昆山生态服务价值变化特征相似,但是绝对值相差巨大,由此对生态价值静态评价进行了反思,研究生态系统服务价值变化及其变化的驱动机制更有意义。

**关键词:**土地利用;生态系统服务;价值变化;昆山;长江三角洲

文章编号:1000-0933(2006)09-3005-06 中图分类号:Q146 文献标识码:A

## Variation of ecosystem services' value of Kunshan based on the land use change

CAI Bang-Cheng, LU Gen-Fa\*, SONG Li-Juan, HUANG He-Ping, HAN Shang-Fu, CHEN Ke-Liang (State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, School of the Environment, Nanjing University, Nanjing 210093, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(9): 3005 ~ 3010.

**Abstract:** The value measuring ecosystem services -- scientific basis for protection and restoration of regional eco-environment, is directly related to the structure and composition of ecosystems. At broader spatial scales, land use plays an important role in determining ecosystem properties and dynamics. Previous studies have focused more on static assessment of ecosystem services' value but less on its dynamic properties and the underline mechanisms. This paper explored the quantitative measurements of ecosystem service in a fast growing area in the Yangtze River Delta (Kunshan) and examined the changes of these measures with the cover changes between 1994 and 2001. The results showed that: (1) the value of ecosystem services decreased 122 million RMB (4.93%) and 72 million RMB (4.12%) respectively when assessed by the two different indices. (2) The linear changes of ecosystem services' value of the two indices could be modeled with equations  $Y_1 = -199.62X_1 + 25088$  ( $R^2 = 0.906$ ) and  $Y_2 = -121.25X_2 + 17342$  ( $R^2 = 0.907$ ). (3) The ecosystem services' value in this fast growing area in the Yangtze River Delta was negatively and linearly correlated with GDP, population, and GDP per capita, with GDP per capita as the most important predictor. (4) The ecosystem services' value predicted would continue decreasing in the future 10 years, and effective actions are needed to maintain ecosystem services of the region. Finally, it concluded in this study that future studies should pay more attentions on dynamic valuation of ecosystem services' value and the mechanisms controlling the changes of ecosystem services in

基金项目: 国家科技部 863 重大科技专项资助项目 (2002AA6012-7)

收稿日期: 2005-07-22; 修订日期: 2006-01-20

作者简介: 蔡邦成 (1978~), 男, 湖北襄樊人, 博士生, 主要从事可持续发展, 环境规划与管理研究。E-mail: cbc8216@sina.com

\*通讯作者 Corresponding author. E-mail: lugf@nju.edu.cn

Foundation item: The project was supported by Ministry of Science and Technology 863 Key Program, China (No. 2002AA6012-7)

Received date: 2005-07-22; Accepted date: 2006-01-20

Biography: CAI Bang-Cheng, Ph.D. candidate, mainly engaged in sustainable development, environmental planning and management. E-mail: cbc8216@sina.com

order to provide useful guidelines for ecology protection and sustainable development.

**Key words:** land use; ecosystem services; value variation; Kunshan; Yangtze River Delta

土地利用是人与自然交叉最为密切的环节,土地利用/覆盖的变化必然影响生态系统的结构和功能<sup>[1]</sup>,研究土地利用/覆盖变化情况下区域生态系统服务价值的变化具有重要意义<sup>[2]</sup>。已有的生态系统服务价值的研究,多是对生态系统服务价值的静态评价<sup>[3-7]</sup>,对于生态系统服务价值的变化,尤其对不同地域土地利用改变所导致的生态服务价值变化的研究很少<sup>[8]</sup>。根据土地利用变化评价区域生态服务价值变化的研究在最近开始得到开展<sup>[2,8-12]</sup>,但针对生态服务价值变化特征和趋势及影响因子的定量研究在国内较少。

昆山市地处长江三角洲,总面积约 921 km<sup>2</sup>。自改革开放特别是 20 世纪 90 年代以来,昆山处于快速发展时期,是一个典型的县市级尺度研究热点区域。本文根据土地利用情况,研究了处于快速发展期间的昆山的生态系统服务价值变化特征和变化趋势,定量分析了变化的影响因子,根据评价结果对生态服务价值静态评价进行了反思。

## 1 研究方法

### 1.1 土地利用/覆盖数据的来源

土地利用基础数据来源于区域遥感资料分析和土地利用详查资料。参照国家通用的土地分类系统及实际情况,将昆山的土地分为 6 种类型:(1)耕地;(2)林地;(3)园地;(4)水域;(5)建设用地;(6)其它未利用地。

### 1.2 生态系统服务功能价值评价方法

1997 年, Costanza 等人<sup>[13]</sup>的研究成果使生态系统价值评估的原理和方法从科学意义上得以明确<sup>[14]</sup>,被认为是近年生态学界最有影响力的科研成果<sup>[15]</sup>, Costanza 等提供的价值系数在生态系统服务价值评价中得到了广泛引用。最近国内学者谢高地等<sup>[16]</sup>在 Costanza 等提出的评价模型基础上,对国内生态学学者进行问卷调查,得出了“中国陆地生态系统服务价值当量因子表”<sup>[16]</sup>,该表定义 1hm<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贡献的大小,并确定 1 个生态服务价值当量因子的经济价值量等于全国平均粮食单产市场价值的 1/7,以此可将权重因子表转换成生态系统服务单价表。根据谢高地等的方法,依照公式(1)<sup>[9]</sup>可计算出昆山单位面积农田生态系统提供食物生产服务功能的经济价值,比照“中国陆地生态系统服务价值当量因子表”<sup>[16]</sup>可得出昆山不同生态系统单位面积的生态服务价值系数,结果见表 1。

$$E_a = 1/7 \sum_{i=1}^n \frac{m_i p_i q_i}{M} \quad i = (1, \dots, n) \quad (1)$$

式中,  $E_a$  为单位农田生态系统提供食物生产服务功能的经济价值 (yuan · hm<sup>-2</sup>) ;  $i$  为作物种类, 昆山的主要粮食作物为水稻, 小麦, 油菜;  $p_i$  为  $i$  种粮食作物全国平均价格 (yuan t<sup>-1</sup>) ;  $q_i$  为  $i$  种粮食作物单产 (yuan · t<sup>-1</sup>) ;  $m_i$  为  $i$  种粮食作物面积 (hm<sup>2</sup>) ;  $M$  为粮食作物总面积。

本文以 Costanza 等的价值系数和据谢高地等的方法得到的价值系数为基础(表 1), 对比研究昆山生态系统服务价值, 计算公式为:

$$ESV = \sum A_k C_k \quad (2)$$

式中,  $ESV$  为生态系统服务价值;  $A_k$  为土地利用类型  $k$  的分布面积,  $C_k$  为该类型土地单位面积的生态系统服务价值系数。为得到不同土地利用类型的生态系统服务价值系数, 将昆山的土地利用类型与表 1 划分的生态系统进行对照, 见表 2。

### 1.3 生态系统服务价值与 GDP、人口和人均 GDP 关系分析

生态系统服务价值的变化受自然和人为多种因素的影响。昆山是一个人类活动作用强烈的区域, 在较短研究时段内, 人类活动是该区域生态系统服务价值变化的主要原因。目前对生态服务价值的影响因素基本是定性分析, 本文选取 GDP、人口总量和人均 GDP 3 个指标, 利用 SPSS 软件分析昆山生态系统服务价值与它们

的相关性,尝试从定量的角度评价生态系统服务价值与经济社会发展等影响因子的关系。

表 1 生态系统服务价值系数 (yuan hm<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>)

Table 1 Coefficients of ecosystem services ' value (yuan hm <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup> )						
	森林 Forest	草地 Grass land	农田 Cropland	湿地 Wetland	水体 Water	城市 City
总计 Total <sup>(1)</sup>	16658	2025	764	162514	7033	0
总计 Total <sup>(2)</sup>	19613	6498	6203	56290	41264	377

(1) 据 Constanza 等得到的价值系数,折算成人民币表示 Coefficient based on Constanza *et al*, measured by RMB; (2) 据谢高地等得到的价值系数 Based on Xie Gao *et al*

表 2 与土地利用类型相对应的生态系统类型及其生态价值系数 (yuan hm<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>)

Table 2 Biome equivalents for the land-use categories and coefficients of ecosystem services ' value (yuan hm <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup> )						
土地利用类型 Land cover types	耕地 Cropland	林地 Forest	园地 Garden plot	水域 Water	建设用地 Construction land	未利用地 Unused land
对应的生态系统 Corresponding ecosystem	农田 Cropland	森林 Forest	农田 Cropland	水体和湿地 Water & wetland	荒漠 Desert	荒漠 Desert
生态价值系数 <sup>(1)</sup> Coefficients of ESV	764	16658	764	84773	0	0
生态价值系数 <sup>(2)</sup> Coefficients of ESV	6203	19613	6203	48777	377	377

(1) 据 Constanza 等得到的价值系数 Coefficient based on Constanza *et al*, measured by RMB; (2) 据谢高地等得到的价值系数 Coefficient based on Xie Gao *et al*

## 2 结果与分析

### 2.1 生态系统服务价值的变化

根据式(1)计算的昆山各年度生态系统服务价值见表 3。从表 3 可见,昆山生态系统服务价值在 1994~2001 年内呈下降趋势,按两种系数计算分别下降了 1.22 亿元和 0.71 亿元,下降比例分别为 4.93% 和 4.12%;按照两种价值系数评价的昆山 1994~2001 年的生态系统服务价值随时间变化的情况可以分别用线性方程  $Y_1 = -121.25 X_1 + 17342$  ( $R^2 = 0.907$ ,  $Y_1$  为生态系统服务价值,  $X_1$  为时间序数) 和线性方程  $Y_2 = -199.62 X_2 + 25088$  ( $R^2 = 0.906$ ,  $Y_2$  为生态系统服务价值,  $X_2$  为时间序数) 较好的表示(图 1);按两种价值系数的评价结

表 3 昆山市 1994~2001 年生态系统服务功能价值 (10<sup>5</sup> 元)

Table 3 Ecosystem service 's value of Kunshan from 1991 to 2004 (10 <sup>5</sup> yuan)							
年份 Year	耕地 Cropland	林地 Forest	园地 Garden plot	水域 Water	建设用地 Construction land	未利用地 Un-used land	总和 Total
1994 <sup>(1)</sup>	373.05	57.14	5.80	24295.10	0	0	24731.08
1994 <sup>(2)</sup>	3028.61	67.27	47.11	13979.01	53.35	0.14	17175.48
1995 <sup>(1)</sup>	367.96	55.98	5.55	24234.06	0	0	24663.55
1995 <sup>(2)</sup>	2987.3	65.9	45.12	13943.88	56.24	0.14	17098.58
1996 <sup>(1)</sup>	365.12	55.98	5.29	24207.78	0	0	24634.16
1996 <sup>(2)</sup>	2964.29	65.9	42.95	13928.76	57.89	0.14	17059.92
1997 <sup>(1)</sup>	360.95	56.47	2.67	24160.31	0	0	24580.40
1997 <sup>(2)</sup>	2930.42	66.49	21.72	13901.45	61.68	0.14	16981.89
1998 <sup>(1)</sup>	358.29	67.29	2.67	23571.13	0	0	23999.94
1998 <sup>(2)</sup>	2908.83	79.24	21.66	13562.44	65.13	0.14	16637.44
1999 <sup>(1)</sup>	358.86	66.97	2.64	23278.67	0	0	23707.13
1999 <sup>(2)</sup>	2913.42	78.85	21.47	13394.16	66.17	0.13	16474.21
2000 <sup>(1)</sup>	350.16	66.97	2.59	23267.87	0	0	23687.59
2000 <sup>(2)</sup>	2842.84	78.85	21.04	13462.72	67.25	0.13	16472.81
2001 <sup>(1)</sup>	349.52	66.97	2.52	23093.96	0	0	23512.97
2001 <sup>(2)</sup>	2837.63	78.85	20.48	13460.50	70.15	0.13	16467.74

(1) 按 Constanza 等价值系数的值 Coefficient based on Constanza *et al*, measured by RMB; (2) 按谢高地等价值系数的值 Coefficient based on Xie Gao *et al*

果均表明水域的生态服务价值在昆山生态系统服务价值中所占比重最大,其次是耕地;林地、园地、建设用地及未利用地所占比例都比较低,均在 1% 以下。

从表 3 的结果也可明显看出根据这两种价值系数计算得到绝对值差异巨大。如根据两种系数计算所得的 2001 年昆山市生态服务功能价值分别为 23.51 亿元和 16.47 亿元,绝对值相差高达 29.95%; 昆山 1994~2001 年的生态系统服务价值按两种价值系数计算分别下降了 1.22 亿元和 0.71 亿元,绝对值相差达 41.80%。在没有考虑工矿用地和未利用地生态价值的情况下,参照 Constanza 等的价值系数所得到的相应年份的生态系统服务价值仍明显高于参照谢高地等方法的评价。其主要原因是根据 Constanza 等确定的水域价值系数 (84773 yuan·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>) 远高于根据谢高地等方法确定的值 (48777 yuan·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>), 尽管根据 Constanza 等确定的其它价值系数均低于根据谢高地等方法确定的价值系数,但由于水域的生态服务价值在昆山生态系统服务价值中占主体地位,其它几种生态类型的服务价值在总价值中所占的都比较低,从而导致最终参照 Constanza 等的价值系数评价生态系统服务价值高于参照谢高地等方法的评价。

2.2 生态系统服务功能价值与 GDP、人口和人均 GDP 的关系及变化趋势预测

昆山 1994~2001 年份的 GDP、人口总量和人均 GDP 见表 4。进行统计分析后发现,按两种价值系数评价得到的昆山的生态系统服务价值(用 E<sub>1</sub> 和 E<sub>2</sub> 表示)均分别与 GDP(用 G 表示)、人口(用 P 表示)及人均 GDP(用 G<sub>p</sub> 表示)之间有良好的线性负相关关系,并且与人均 GDP 的线性相关度 > 与 GDP 的相关度 > 与人口的相关度。E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub> 与 G、P 和 G<sub>p</sub> 间的线性回归方程及相关系数如式 (3)~(8):

$$E_1 = - 0.0096 G + 25605 \quad R^2 = 0.903 \quad (3)$$

$$E_2 = - 0.0057 G + 17638 \quad R^2 = 0.866 \quad (4)$$

$$E_1 = - 0.047 P + 52327 \quad R^2 = 0.880 \quad (5)$$

$$E_2 = - 0.028 P + 33271 \quad R^2 = 0.819 \quad (6)$$

$$E_1 = - 0.06 G_p + 25683 \quad R^2 = 0.905 \quad (7)$$

$$E_2 = - 0.036 G_p + 17687 \quad R^2 = 0.874 \quad (8)$$

研究年份内昆山的生态系统服务价值与所选的经济增长和人口因子间有较明显的线性负相关关系,表明区域经济和人口增长对生态环境具有明显的压力和负面作用,区域的发展在一定程度上是以牺牲生态系统服务功能为代价的。昆山经济快速发展和人口的增长导致城市化进程加快,1994 年昆山的城市化水平为 28.35%,到 2001 年已经提高为 49.92%。在快速城市化进程中,区域内各土地利用类型的面积发生改变,具有较低生态价值系数的建设用地的比例逐步提高,而具有较高生态价值系数的水域及农田的用地比例逐步下降,从而导致生态系统服务总价值的下降。

由于昆山生态服务价值的评价值与人均 GDP 的线性相关度最高,另一方面人均 GDP 指标综合考虑了

表 4 研究年份内昆山的 GDP、人口数量、人均 GDP

年份	GDP(元)	人口	人均 GDP(元)
Year	(10 <sup>5</sup> yuan)	Population	GDP per capita (yuan)
1994	83380	578269	14419
1995	99800	580504	17192
1996	114000	583364	19541
1997	130900	585155	22370
1998	150500	587509	25617
1999	171740	594592	28826
2000	200800	600279	33451
2001	230800	606936	38027

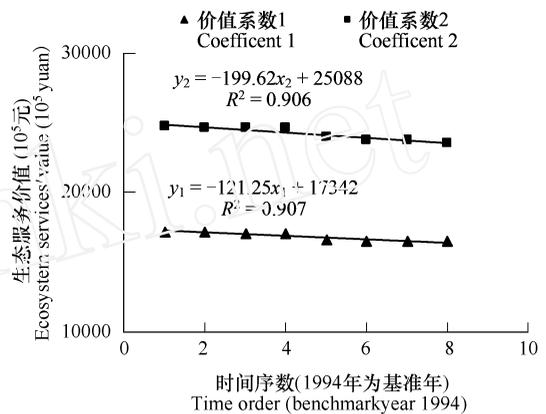


图 1 昆山生态系统服务价值变化

Fig. 1 Variation of ecosystem services' value of Kunshan

GDP和人口两个指标的内容,本文根据生态系统服务价值与人均GDP之间的关系式预测昆山市2005年、2010年和2015年的昆山生态系统服务价值。根据昆山市“率先建成高水平小康社会和率先基本实现现代化”的目标,昆山2005年、2010年和2015年的人均GDP发展目标值分别为8.5万元、12.5万元和17万元。假定区域的生态系统服务价值仍按1994~2001年的趋势变化,将人均GDP的目标值代入式(7)和式(8)预测2005年、2010年和2015年的生态系统服务价值。根据式(7)得到昆山2005年、2010年和2015年的生态系统服务价值分别为20.58、18.19和15.48亿元,对比1994年分别下降了16.78%、26.45%和37.40%;根据式(8)预测的结果分别为14.63、13.19和11.57亿元,对比1994年分别下降了14.84%、23.22%和32.65%。预测表明,如果不采取积极的措施,昆山的生态系统服务价值在未来10a内还将进一步下降。

### 3 小结与讨论

参照目前国内广泛运用的两种价值系数,根据土地利用的变化对昆山市1994~2001年生态系统服务价值评价表明该区域生态系统服务价值在研究年份内呈线性下降趋势;评价年份内的生态系统服务价值分别与GDP、人口及人均GDP指标有较好的线性负相关关系,其中与人均GDP指标的相关度相对最高;按照两种价值系数计算得到的昆山生态系统服务价值变化比例、变化特征和趋势相近,但是具体计算数值相差较大。

根据生态系统服务价值与人均GDP之间的线性关系式,预测表明昆山的生态系统服务价值在未来10a内还将进一步较大幅度下降,需要采取积极的生态保护措施。昆山在今后的发展过程中要尽量控制各种建设占地的速度和规模,提高用地效率;适度控制人口规模,进一步提高经济增长的质量;通过营造人工湿地、植树造林、退耕还湖还渔、保护水域等措施提高区域的生态服务功能,降低经济和人口增长对生态系统服务功能带来的负面影响。

目前Constanza等确定的生态服务价值系数及参照谢高地等方法确定的生态服务价值系数在国内生态服务价值评价中得到较广泛的引用,但是没有同时利用两种系数进行比较研究的例子。本文对比研究后表明选取不同的价值系数研究所得到的生态系统服务价值变化趋势相近,但是计算绝对值相差巨大,这可以引起我们对静态价值评估的思考:如果仅仅研究一个时间点上某区域的生态服务功能价值,由于按不同的标准的计算值相差较大,具体结果也可能在较大程度上失去了参考意义,即使不根据已有的价值系数计算,而是按照传统的价值评估方法如条件价值法、替代市场法等评价某一区域的生态系统服务价值,由于生态价值评价的不可控因素及存在的争议很多,不同的研究者往往也会得到数值相差较大的结论。

当前的自然与环境资源价值评价过于注重技术性问题,反而在基本问题上迷失了方向<sup>[17]</sup>。已往开展的生态系统服务价值评价比较注重静态价值的计算,对生态服务功能价值的相对变化特征及趋势研究较少,导致价值评价在较大程度上失去了应用和参考价值。开展生态系统服务价值的相对变化研究更具有现实意义,积极研究人类活动对不同地区土地利用的改变所导致的生态系统服务价值的变化可以为决策者的决策行为提供更有用的信息<sup>[8]</sup>,分析生态系统服务价值的变化特征和变化趋势,积极探索生态系统服务价值发生相对变化的驱动机制,为人类正确调控找准方向,从而促进区域的生态环境保护和可持续发展。

区域生态系统服务价值变化规律及发展趋势研究需要较长时间范围的数据分析,生态系统服务价值变化的驱动因子也是多方面的综合因素,本文研究主要提供一种思路。

### References:

- [1] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, *et al.* Land-use and land cover change, implementation strategy. In: IGBP Report No. 35/HDP Report No. 10. Stockholm: IGBP, 1999.
- [2] Wang Z M, Zhang B, Zhang S Q. Study on the effects of land use change on ecosystem services of Jilin province. *Journal of Nature Resource*, 2004, 19(1): 55~61.
- [3] Chen Z X, Zhang X S. The ecosystem value of China. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(1): 17~22.
- [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. *Ecological Economics*, 2000, 33: 103~117.

- [ 5 ] Ducas J, Knowler R, Brice W Macgregor, Michael J Bradford, *et al.* Valuing freshwater salmon habitat on the west coast of Canada. *Journal of Environmental Management*, 2003, 69:261 ~ 273.
- [ 6 ] Xin K, Xiao D N. Wetland ecosystem service valuation-a case research on Panjin area. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(8):1345 ~ 1349.
- [ 7 ] Yin B Y. Evaluation of Wetland ecosystem 's service 's of Poyang Lake. *Resource Science*, 2004, 26(5):61 ~ 68.
- [ 8 ] Xu Z Q, Li W H, *et al.* Research on changes in value of ecosystem services in Xilin river basin. *Journal of Nature Resource*, 2005, 20(1):99 ~ 104.
- [ 9 ] Xiao Y, Xie G D, An K. Economic Value of ecosystem services in Mangcuo Lake drainage basin. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(5):676 ~ 680.
- [ 10 ] Kreuter U P, Heather, H G, Marlock D M, *et al.* Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas. *Ecological Economics*, 2001, 39(3):333 ~ 346.
- [ 11 ] Wang Z M, Zhang S Q, Zhang B. Effects of land use change on value of ecosystem services of Sanjiang Plain. *China Environmental Science*, 2004, 24(1):125 ~ 128.
- [ 12 ] Li J P, Wang Z S Assessment of ecosystem services of Macao in 1983 ~ 2003. *Ecology and Environment*, 2004, 13(4):605 ~ 607.
- [ 13 ] Constanza R, *et al.* The value of the world 's ecosystem services and nature capital. *Nature*, 1997, 386:253 ~ 260.
- [ 14 ] Tian G, Cai B F. Evaluation of the ecosystem services of artificial landscapes in Beijing. *Environmental Science*, 2004, 25(5):5 ~ 9.
- [ 15 ] Zhang Z Q, Xu Z M, Chen G D. Valuation of ecosystem services and natural capital. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(11):1918 ~ 1926.
- [ 16 ] Xie G D, Lu C X, Leng Y F, *et al.* Ecological assets valuation of Tibetan Plateau. *Journal of Nature Resource*, 2003, 18(2):189 ~ 195.
- [ 17 ] Zhang Y Q, Li Y Q, Pan Y. Critique on non-market valuation of natural and environmental resources. *Journal of Nature Resource*, 2005, 20(3):453 ~ 460.

#### 参考文献:

- [ 2 ] 王宗明,张柏,张树清. 吉林省生态系统服务价值变化研究. *自然资源学报*,2004,19(1):55 ~ 61.
- [ 3 ] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值. *科学通报*,2000,45(1):17 ~ 22.
- [ 6 ] 辛琨,肖笃宁. 盘锦地区湿地生态系统服务功能价值估算. *生态学报*,2002,22(8):1345 ~ 1349.
- [ 7 ] 鄢帮有. 鄱阳湖湿地生态系统服务功能的价值评估. *资源科学*,2004,26(3):61 ~ 68.
- [ 8 ] 许中旗,李文华,等. 锡林河流域生态系统服务价值变化研究. *自然资源学报*,2005,20(1):99 ~ 104.
- [ 9 ] 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. *应用生态学报*,2003,14(5):676 ~ 680.
- [ 11 ] 王宗明,张柏,张树清. 土地利用变化对三江平原生态系统服务功能价值的影响. *中国环境科学*,2004,24(1):125 ~ 128.
- [ 12 ] 李金平,王志石. 1983 ~ 2003 年澳门生态系统服务价值的变化. *生态环境*,2004,13(4):605 ~ 607.
- [ 14 ] 田刚,蔡博峰. 北京地区人工景观生态服务价值估算. *环境科学*,2004,25(5):5 ~ 9.
- [ 15 ] 张志强,徐中民,程国栋. 生态系统服务与自然资本价值评估. *生态学报*,2001,21(11):1918 ~ 1926.
- [ 16 ] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等. 青藏高原生态资产的价值评估. *自然资源学报*,2003,18(2):189 ~ 195.
- [ 17 ] 张耀启,李一清,潘羿. 自然与环境资源价值评估的误区. *自然资源学报*,2005,20(3):453 ~ 460.