

凉州区生态系统服务价值的变化

王有霞,王 平,刘淑英

(甘肃农业大学资源与环境学院,甘肃 兰州 730070)

摘 要:采用 Constanza 等的估测方法,利用 1997~2006 年凉州区土地变化数据,估算了凉州区生态系统服务价值变化特征。结果表明:1997~2006 年间,凉州区生态系统服务价值总体呈上升趋势,土地利用变化保护了该区域生态系统的服务功能,使生态系统服务价值从 1997 年的 25.32 亿元增加到 2006 年的 25.73 亿元,增加 0.41 亿元,增幅 1.63%。说明 9 年间凉州区经济发展的同时生态环境也有所改善;生态系统服务价值与 GDP 比值逐年减小,说明凉州区生态环境建设速度小于经济建设速度,生态环境改善的力度还不够,仍需加大环境治理和生态保育的力度。在此基础上,提出了应加强凉州区水源涵养林区和天然草场的保护和建设,加强耕地的封育保护,合理控制城镇建设用地,进一步提高凉州区的生态系统服务功能的措施。

关键词:凉州区;生态系统服务价值

中图分类号: S162.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)05-0224-06

土地资源是人类赖以生存发展的根基,是一种稀缺的不可替代的自然资源,同时也是地球陆地生态系统的载体。土地利用与生态服务相互影响相互制约^[1]。人地关系的发展与土地利用方式的改变必然会引起自然生态系统服务价值的变化与损失^[2]。研究土地利用变化对区域生态系统服务价值的影响具有重要意义。

生态系统服务及其价值评估虽然存在诸多方面的争论,但其仍是目前生态研究的热点之一。全球或区域生态系统服务价值评估,以美国学者 Costanza 等采用生态系统服务价值系数,对全球生态系统服务价值进行的估算研究^[3]最具有代表性。Costanza 等在 Nature 上发表的“The value of the worlds' ecosystem services and natural capital”^[3],揭开了生态系统服务功能价值研究的序幕,标志着生态系统服务的价值评估研究成为生态学和生态经济研究的前沿。国内生态系统服务价值评估起步较晚,到 20 世纪 90 年代末国外有关生态系统服务的概念、生态效益的价值理论及评估方法开始引入我国^[1]。2002 年,谢高地等总结 Costanza 等的研究成果及不足,在对我国 200 位生态学者进行问卷调查的基础上,制定出中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值表^[4],并应用于我国区域生态资产价值的评估;随后又有很多学者应用 Costanza 等的估算方法或谢高地等的测评体系,对全国、黑河流域、海河上游农牧交错区、吉林省、三江平原以及科尔沁

沙地生态系统服务价值进行了评估^[5-10],欧阳志云等系统阐述了生态系统的概念、内涵及其价值评价方法,并以海南岛生态系统为例^[11],深入开展了生态系统服务价值的评价工作,后来又对中国陆地生态系统服务功能的价值进行了初步估算^[12];赵同谦等评估了我国森林、草地、地表水等生态系统类型服务功能的价值^[13,14]。这对生态服务功能价值评估,建立区域环境-经济核算体系,为可持续发展决策提供了定量依据。

凉州区位于石羊河流域的中部,是武威市政治、经济、文化中心,属资源性缺水区域。人口和经济的快速增长对生态环境的压力较大,虽经多年的治理和保护,生态环境总体恶化的势头有所遏制,但由于历史欠帐较多,治理措施相对滞后,生态建设形势仍比较严峻。这与地区的土地利用、土地覆盖以及生态环境质量的变化有关。凉州区是石羊河流域中游重要的水源涵养区,该地区的生态环境以及生态系统服务功能的变化对武威市和整个石羊河流域都将产生重大影响,其生态环境状况直接关系到武威市和整个石羊河流域的生态环境状况,尤其与该流域下游的生态安全关系更为密切。以凉州区为研究对象,对凉州区的土地利用变化与生态服务价值的变化的关系进行定量研究,可以有效地帮助人们了解生态系统为人类提供的各种产品和服务的价值,认识到保育生态系统的意义。在土地利用活动中,既保障各项建设必要的用地需求,又增加生态系统的

收稿日期:2011-01-12

作者简介:王有霞(1983—),女,甘肃白银人,硕士研究生,主要从事农业生态研究。E-mail:wangyouxia@st.gsau.edu.cn。

通讯作者:王 平(1966—),男,甘肃陇南人,教授,博导,主要从事农业资源与环境、植物营养学研究。E-mail:wangp@gsau.edu.cn。

服务价值,为区域生态系统和社会经济系统长期协调发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

凉州区位于河西走廊东端,祁连山北麓,处于石羊河流域中上游,位于东经 $101^{\circ}59'35'' \sim 103^{\circ}23'40''$,北纬 $37^{\circ}25'15'' \sim 38^{\circ}12'54''$ 。东与内蒙古自治区阿拉善左旗接壤,南靠天祝藏族自治县和古浪县,西邻肃南裕固族自治县,北与永昌县、民勤县相依。东西长 122 km,南北宽 90 km,总面积 5 081 km²。地势西南高东北低,属大陆性温带干旱气候,寒冷干燥,多风。冬季受西北冷高压的影响寒冷干燥,雨量稀少,夏季由于西太平洋副热带北抬和西伴印度洋暖湿西南气流的微输入,降水比较集中,但由于海拔高,日照长,太阳辐射强,年降雨量 127.3 mm,年蒸发量 2 033.1 mm,年平均气温 9.3℃,昼夜温差较大。全区地形有高差悬殊,山、川、河并俱的特征,受大陆气候垂直分异的影响,水、土、热、植被分布差异较大,自然环境复杂多样,适合农林牧副全面发展。

1.2 研究方法

1.2.1 土地利用变化 凉州区土地利用方式主要分以下几种:耕地、园地、林地、草地、水域及水利设施用地、交通运输用地、城镇村及工矿用地和其他土地。为了更好地说明土地利用类型的动态变化情况,选取单一土地利用类型动态度进行分析。单一土地利用类型动态表达的是某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况,其计算公式^[15]为:

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

式中, K 为研究时段内某一土地利用类型动态度; U_a 、 U_b 分别为研究期初及研究期末某一土地利用类型的数量; T 为研究期长。当 T 的时段设定为年时, K 为该研究某种土地利用类型的年变化率。

1.2.2 生态系统服务价值测算方法 生态系统服务价值计算公式估算方法^[3]为:

$$ESV = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^9 P_{ij} \times A_i \quad (2)$$

式中, ESV 为研究区生态系统服务总价值(元); P_{ij} 为单位面积上土地利用类型 i 的第 j 种生态服务价

值[元/(hm²·a)]; A_i 为研究区内土地利用类型 i 的分布面积(hm²)。

1.3 数据来源及分析方法

1.3.1 数据来源 根据《武威市土地利用总体规划》^①、《凉州区土地利用总体规划》^②、《凉州区土地利用基础图件及数据更新报告》^③和《凉州区土地利用现状变更表》^④得到土地利用类型数据。该数据为土地资源的二级分类(25类),应用时将其合并为8个类型:耕地、园地、林地、草地、水域及水利设施用地、交通运输用地、城镇村及工矿用地和其他土地。

1.3.2 数据计算与统计分析方法 数据采用 EXCEL 2003 软件进行计算和统计分析。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化分析

根据各类土地利用类型面积,结合公式(1)计算出凉州区土地利用变化情况(表1)。

由表1可知,1997~2006年间林地、园地和水域面积均增加,说明凉州区退耕还林、封山绿化取得了很好成效。耕地和草地呈负增长态势,而城镇村及工矿用地具有较高的面积增幅和土地利用动态度变化,反应了凉州区人口增长和社会经济快速发展对土地需求持续上升,从而使耕地和草地转变为建设用地以满足建设用地的需求。

2.2 生态系统服务价值变化分析

应用 Costanza 等的估测方法,结合谢高地等制定的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表(表2)和各土地利用类型面积变化表(表1),根据公式(2)估算出凉州区 1997~2006 年生态系统服务价值(表3、图1)。

图1可看出,1997~2006年凉州区生态系统服务价值总体上呈上升趋势,其中2001~2003年间的变化程度较大,这主要源于这一时期退耕还林、农业科技的推广以及环保资金的增加等一系列措施的实施使生态环境得到很大改善,保证了凉州区生态系统服务价值的保值与大幅度增值。其中各种土地类型生态价值的变化幅度与土地利用类型面积的变化幅度相同(表1、表4)。

2.3 生态系统服务价值与 GDP 关系的变化分析

1997~2006年间,凉州区 GDP 总量增长迅速,

① 武威市国土资源局.武威市土地利用总体规划(1997~2010年).武威:武威市国土资源局,1997.

② 武威市国土资源局凉州区分局.凉州区土地利用总体规划(1997~2010年).武威:武威市国土资源局凉州区分局,1997.

③ 武威市国土资源局凉州区分局.凉州区土地利用基础图件及数据更新报告.武威:武威市国土资源局凉州区分局,2007.

④ 武威市国土资源局凉州区分局.土地利用现状变更表(2002~2007年).武威:武威市国土资源局凉州区分局,2007.

从 1997 年的 28.01 亿元增长到 2006 年的 108.55 亿元,年均增长率为 31.95%。而凉州区生态系统服务价值从 1997 年的 25.32 亿元增长到 2006 年的 25.73 亿元,年均增长率仅 0.18%(表 4)。

表 1 1997~2006 年凉州区土地利用变化
Table 1 Changes in land use of Liangzhou District from 1997~2006

土地利用 类型 Land type	1997		2006		面积变化量 Change (hm ²)	变化率 Change rate (%)	年变化率 Annual change rate(%)
	面积(hm ²) Area	比例(%) Ratio	面积(hm ²) Area	比例(%) Ratio			
耕地 Plow	117674.37	24.15	116053.06	23.82	-1621.31	-1.38	-0.15
园地 Garden plot	7505.81	1.54	8242.79	1.69	736.98	9.82	1.09
林地 Forest	13681.98	2.81	15854.91	3.25	2172.93	15.88	1.76
草地 Meadow	99016.53	20.32	98072.92	20.13	-943.61	-0.95	-0.11
水域及水利设施用地 Riverain & facilitive	16836.19	1.16	16863.50	1.13	27.31	0.16	0.02
交通运输用地 Traffical land	5669.68	3.45	5519.40	3.46	-150.28	-2.65	-0.29
居民点及工矿用地 Resident & mineral land	207926.71	3.90	206499.43	4.15	1205.25	6.34	0.70
其他用地 Else land	18997.37	42.67	20202.63	42.38	-1427.27	-0.69	-0.08
合计 Total	487308.64	100.00	487308.64	100.00	0.00	0.00	0.00

表 2 中国不同陆地生态系统服务价值[元/(hm²·a)]
Table 2 Chinese ecosystem service value in different land ecosystem[Yuan/(hm²·a)]

项目 Items	耕地 Plow	园地 Orchard	林地 Forest	草地 Meadow	水域 Water	荒漠 Desert
气体调节 Air conditioning	442.4	3097	3097	707.9	0	0
气候调节 Climate conditioning	787.5	2389.1	2389.1	769.4	407	0
水源涵养 Water source conservation	530.9	2831.5	2831.5	707.9	18033.2	26.5
土壤形成与保护 Soil formation and protection	1291.9	3450.9	3450.9	1725.5	8.8	17.7
废物处理 Waste disposal	1451.2	1159.2	1159.2	1159.2	16086.6	8.8
生物多样性保护 Biodiversity protection	628.2	2884.6	2884.6	964.5	2203.3	300.8
食物生产 Food production	884.9	88.5	88.5	265.5	88.5	8.8
原材料 Raw material	88.5	2300.6	2300.6	44.2	8.8	0
娱乐文化 Recreation	8.8	1132.6	1132.6	35.4	3840.2	8.8

表 3 1997~2006 年凉州区土地利用生态服务价值
Table 3 The ecosystem service value of Liangzhou District from 1997~2006

年份 Year	耕地 Plow	园地 Garden plot	林地 Forest	草地 Meadow	水域及水利 设施用地 Riverain & facilitive	交通运输 用地 Traffical land	居民点及 工矿用地 Resident & mineral land	其他用 Else land	总价值 (亿元/a) Total (Billion yuan)
1997	7.19	1.45	2.65	6.32	6.85	0.02	0.07	0.77	25.32
1998	7.19	1.45	2.65	6.32	6.85	0.02	0.07	0.77	25.32
1999	7.21	1.45	2.64	6.30	6.85	0.02	0.07	0.77	25.31
2000	7.23	1.45	2.64	6.27	6.86	0.02	0.07	0.77	25.32
2001	7.23	1.45	2.64	6.26	6.86	0.02	0.07	0.77	25.30
2002	7.16	1.58	2.75	6.26	6.86	0.02	0.07	0.77	25.47
2003	7.09	1.58	3.05	6.26	6.86	0.02	0.07	0.77	25.70
2004	7.10	1.58	3.06	6.26	6.86	0.02	0.07	0.77	25.71
2005	7.10	1.58	3.06	6.26	6.86	0.02	0.07	0.77	25.71
2006	7.10	1.59	3.07	6.26	6.86	0.02	0.08	0.77	25.73
合计 Total	71.60	15.15	28.20	62.75	68.56	0.21	0.72	7.70	254.90

相对于 GDP 的快速增长,生态系统服务价值增长幅度较小。生态系统服务价值与 GDP 的比值总体上呈下降趋势(图 1),从 1997 年的 0.90 减少到 2006 年的 0.24。说明九年间凉州区的生态环境取得了较好成效,经济发展的同时生态环境也得到不断改善。但凉州区生态系统服务价值的提升与经济

增长不同步,前者慢于后者,说明生态环境改善的力度还不够,仍需加大环境治理和生态保育的力度。因此,要进一步加强凉州区水源涵养林区和天然草场的保护和建设,加强耕地的封育保护,合理控制城镇建设用地,尽可能提高凉州区的生态系统服务功能。

表 4 1997~2006 年凉州区生态系统服务价值的变化

Table 4 Change in ecosystem service value of Liangzhou District from 1997~2006

土地利用类型 Land type	1997		2006		生态系统服务价值变化量(亿元/a) Change	变化率(%) Change rate	年变化率(%) Annual change rate
	生态系统服务价值(亿元/a) Value	比例(%) Ratio	生态系统服务价值(亿元/a) Value	比例(%) Ratio			
耕地 Plow	7.19	28.42	7.10	27.58	-0.10	-1.38	-0.15
园地 Garden plot	1.45	5.73	1.59	6.19	0.14	9.82	1.09
林地 Forest	2.65	10.45	3.07	11.91	0.42	15.88	1.76
草地 Meadow	6.32	24.95	6.26	24.32	-0.06	-0.95	-0.11
水域及水利设施用地 Riverain & facilitive	6.85	27.05	6.86	26.66	0.01	0.16	0.02
交通运输用地 Traffical land	0.02	0.08	0.02	0.08	0.00	-2.65	-0.29
居民点及工矿用地 Resident & mineral land	0.07	0.28	0.08	0.29	0.00	6.34	0.70
其他用地 Else land	0.77	3.05	0.77	2.98	-0.01	-0.69	-0.08
合计 Total	25.32	100.00	25.73	100.00	0.41	1.63	0.18

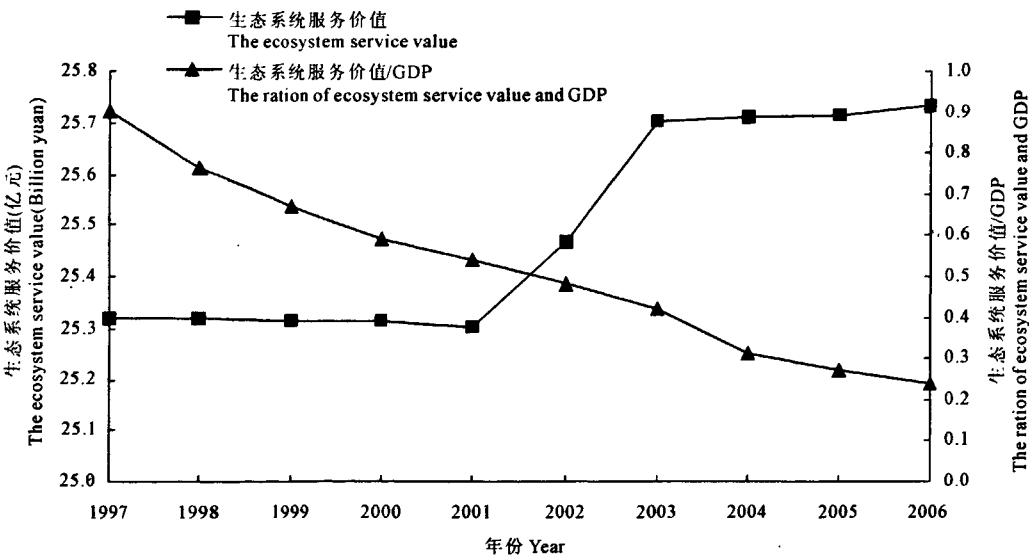


图 1 1997~2006 年凉州区生态系统服务价值及其与 GDP 的比值变化趋势

Fig.1 Trends of ESV and the ESV/GDP ratio variations of Liangzhou District during 1997~2006

2.4 不同土地利用类型的生态系统服务价值变化分析

图 2 对凉州区所有土地利用类型生态服务价值进行了分析,结果如下:总体上,耕地的生态服务功能的贡献率最大,其次为水域、草地和林地。1997 年耕地、水域、草地和林地的生态系统服务价值分别

占全区生态服务价值总量的 28.42%, 27.05%, 24.95% 和 10.45%; 到 2006 年分别占 27.58%, 26.66%, 24.32% 和 11.91%。这 4 种土地利用类型的生态系统服务价值占全区的比重由 1997 年的 90.87% 降低到 2006 年的 90.47%。从变化趋势来看,总体上,耕地和草地生态系统服务功能贡献率逐

年小幅度减小,而林地和园地的生态系统服务功能贡献率逐年大幅度增加,保证了凉州区生态系统服务总价值逐年递增。综上所述,一个地区的生态系统服务价值量与其土地利用变化密切相关,当土地利用类型改变时,生态系统服务价值量也会随之改变。

2.5 不同土地利用类型面积变化对生态系统服务价值变化的贡献分析

表 5 表明了凉州区 1997 ~ 2006 年不同土地利用类型面积变化、生态服务价值变化和生态价值系数之间的关系^[16]。可以看出,九年间凉州区交通用地和其他用地面积均有所减少,但生态价值系数很小,均为 0.04 万元/hm²,导致的生态价值损失量分别减少 5.58 万元和 53.01 万元;生态价值系数较大

的耕地和草地面积变化较大,导致的生态价值总损失量为 1 593.29 万元;而生态价值系数排列前三位的水域、林地和园地,面积增量大,使生态系统服务价值大幅度增加,分别达到 1 424.88 万元/hm²、4 201.14 万元/hm²和 111.10 万元/hm²,总增加量为 5 737.11 万元,远远大于耕地、草地等的损失量。凉州区耕地、草地等的减少,并没有影响凉州区生态系统服务总价值的持续增长。说明单位面积的水域对生态系统服务价值的贡献率最大,其次为草地和林地,但耕地和草地的贡献率也较大,不可忽视。因此,还需进一步加强水源涵养林、农田防护林及防风固沙林建设,使生态环境向更好的方向发展。同时合理控制建设用地规模,采用生态补偿机制,促进土地集约利用,保证耕地和草地面积的稳定。

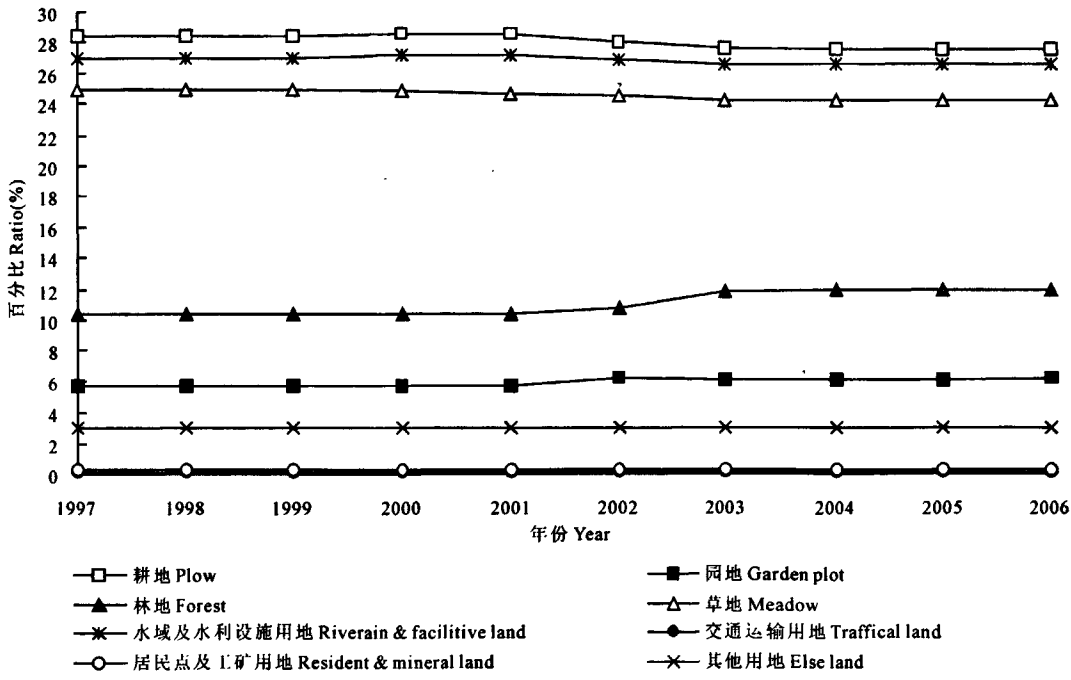


图 2 1997 ~ 2006 年凉州区不同土地利用类型的生态系统服务价值所占比重

Fig.2 The ratio of ecosystem service value in different land ecosystem of Liangzhou District during 1997 ~ 2006

表 5 不同陆地生态系统单位面积生态价值系数

Table 5 Ecosystem service value of unit area in different land ecosystem

土地利用类型 Land type	生态系统服务价值变化量(万元/a) Value change(10 ⁴ yuan/a)	面积变化量(hm ²) Area change	生态价值系数[万元/(hm ² ·a)] Value coefficient[10 ⁴ yuan/(hm ² ·a)]
耕地 Plow	- 991.32	- 1621.31	0.61
园地 Garden plot	1424.88	736.98	1.93
林地 Forest	4201.14	2172.93	1.93
草地 Meadow	- 601.97	- 943.61	0.64
水域及水利设施用地 Riverain & facilitive	111.10	27.31	4.07
交通运输用地 Traffical land	- 5.58	- 150.28	0.04
居民点及工矿用地 Resident & mineral land	44.76	1205.25	0.04
其他用地 Others	- 53.01	- 1427.27	0.04

3 结 论

1) 区域生态系统服务价值量与其土地利用变化密切相关,当土地利用类型改变时,生态系统服务价值量也会随之改变。在1997~2006年间,凉州区土地利用变化幅度比较大,变化总趋势是城镇扩展,耕地和草地面积减少,园地、林地和水域面积大幅度增加。同时,不同类型土地面积变化所引起的生态系统服务价值变化幅度各不相同,单位面积的水域对生态系统服务价值的贡献率最大,其次为园地和林地。林地和园地面积的大幅度增加,从而使凉州区生态系统服务价值总体呈上升趋势。

2) 生态系统服务价值与GDP比值逐年减小,说明生态环境建设速度远小于经济建设速度,生态环境改善的力度还不够,仍需进一步加大环境治理和生态保育的力度。伴随着经济快速发展,凉州区土地利用程度有所提高和土地利用效益也不断增加。同时,城镇村及工矿用地的增加使耕地和草地减少所引起生态价值降低是不容忽视的。因此,需进一步加强土地利用规划,合理控制建设用地规模,采用生态补偿机制,促进土地集约利用,促进凉州区生态环境效益的整体提升,以保证生态系统服务价值的持续增长,以实现凉州区生态环境与社会经济的可持续发展。

参 考 文 献:

[1] 王 璐,杨 洁,胡月明,等.广州市土地利用生态服务价值测算研究[J].水土保持通报,2009,29(4):229—234.

- [2] 李文华,张 彪,谢高地.中国生态系统服务研究的回顾与展望[J].自然资源学报,2009,24(1):1—9.
- [3] Costanza R, d'Arger R, Rudolf de Groot, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387:253—260.
- [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,2003,18(2):189—196.
- [5] Chen Zhongxin, Zhang Xinshi. Value of ecosystem SERV ICES in China[J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 45(10):870—875.
- [6] 张志强,徐中民,王 建,等.黑河流域生态系统服务的价值[J].冰川冻土,2001,23(4):360—367.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 王宗明,张树清,张 柏.土地利用变化对三江平原生态系统服务价值的影响[J].中国环境科学,2004,24(1):125—128.
- [10] 张 华,张爱平,杨 俊.科尔沁沙地生态系统服务价值变化研究[J].中国人口资源与环境,2007,17(3):60—65.
- [11] 欧阳志云,王效科,苗 鸿.中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J].生态学报,1999,19(5):607—613.
- [12] 赵同谦,欧阳志云,郑 华,等.中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J].自然资源学报,2004,19(4):480—491.
- [13] 赵同谦,欧阳志云,贾良清,等.中国草地生态系统服务功能间接价值评价[J].生态学报,2004,24(6):1101—1110.
- [14] 赵同谦,欧阳志云,王效科,等.中国陆地地表水生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J].自然资源学报,2003,18(4):443—452.
- [15] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨[J].地理科学进展,1999,18(1):81—87.
- [16] 赵 军,韦 莉,陈 娜.石羊河流域上游生态系统服务价值的变化研究[J].干旱区资源与环境,2010,24(1):36—40.

Dynamics of ecosystem service value in Liangzhou District

WANG You-xia, WANG Ping, LIU Shu-ying

(College of Resources and Environment, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: The dynamics of the ecosystem service value were evaluated by using the database of land use during 1997~2006 and Costanza estimation methods. The results indicated that the ecosystem service value has been risen due to the land use change in the past 9 years. The total ecosystem service value in the study area risen from 2.532 billion yuan to 2.573 billion yuan in period of 1997~2006. There was 1.63% net increase of 0.41 billion yuan. But the ratio of ecosystem service value and GDP decreased year after year, which indicates that the the growth rate of ecosystem service value is less than economic's, and the development of ecological environment is positive. However, the efforts of improving the ecological environment is not good enough, which need to be further strengthened. On the basis, we should strengthen the measure of protective and constructive water conservation forest area, natural pasture and arable land, reasonably control the expansion of urban construction land, as far as possibly enhance Liangzhou District ecosystem service function.

Keywords: Liangzhou District; ecosystem service value