

铜川市土地利用变化对生态系统服务价值的影响分析

谭 君, 李世平

(西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:土地利用类型及其结构的变化引起各类生态系统服务功能价值发生相应变化,应用 Constanza 生态系统服务价值计算公式,采用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,分析了 2006—2011 年铜川市土地利用的时空变化以及由此导致的生态系统服务价值的时空变化,并运用灰色系统分析方法对各土地利用类型与生态系统服务价值量变化的相关性进行了定量研究。结果表明:研究期内,研究区耕地、林地和建设用地增加,林地增加最多,而草地和未利用地急剧减少;研究区内土地利用程度存在明显的空间差异,其中王益区土地利用程度最大,宜君县最小;生态系统服务价值总量以及各类生态系统服务类型的价值量均呈上升趋势;关联度计算表明,研究区建设用地和林地的生态系统服务价值对生态系统服务价值总量的影响最大。

关键词:土地利用变化;生态系统服务价值;灰色关联;铜川市

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)06-0131-06

Analysis on Impacts of Land Use Changes on Ecosystem Service Value in Tongchuan City

TAN Jun, LI Shi-ping

(School of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The changes in land use structure and type would impact the appropriate changes of ecosystem service value(ESV). Based on the Constanza's ecosystem service value theory and using the coefficients advanced by Xie Gao-di and co-works, who made a table listing the ESV of unit area in land ecosystem and providing the average unit price of ESV in China, the spatial-temporal changes of land use was analyzed and their effects on the spatial-temporal changes of ESV was examined. Also, gray Association was used to calculate the correlation between the land use type and ESV quantitatively. The following results and conclusions could be obtained. During the study period, the area of cultivated land, woodland and construction land increased, and woodland increased greatly; while grassland and unutilized land decreased sharply. There exist significant differences in land use extent. And the extent of Wangyi District was largest, while Yijun County was least. Gross ESV and the value of different kinds of ecosystem services increased. By calculating the relational degree, it indicated that ESV of construction land and woodland played the most important role in gross ESV.

Key words: land use changes; ecosystem service value; gray association; Tongchuan City

1997 年, Costanza^[1] 和 Daily^[2] 等提出“生态系统服务功能是指生态系统与生态过程中所形成的, 维持人类生存的自然环境及其效用”。它是通过生态系统的功能直接或者间接得到的产品和服务, 是由自然资本的能流、物流、信息流构成的生态系统服务和非自然资本结合在一起所产生的人类福利^[3]。作为全球环境变化研究的核心领域之一^[4], 土地利用的变化必

然引起各类生态系统类型、面积以及空间分布格局的变化, 进而影响生态系统所提供服务的种类和强度, 引起生态系统服务价值的变化^[5]。而且单纯地以经济利益为目的调整土地利用结构, 势必会导致自然生态系统面积减少, 系统生态服务减弱, 影响自然生态系统服务和社会经济系统可持续协调发展^[6-7]。因此, 研究土地利用变化情况下的区域生态系统服务价

收稿日期: 2012-05-24

修回日期: 2012-07-24

资助项目: 陕西省国土资源厅资助项目(14210323)

作者简介: 谭君(1987—), 女, 重庆市人, 硕士研究生, 研究方向: 资源经济与环境管理。E-mail: yanhuaanluo@qq.com

通信作者: 李世平(1963—), 男, 甘肃武威人, 教授, 博士生导师, 研究方向: 资源经济与环境管理。E-mail: lishiping68@126.com

值变化具有重要意义^[8]。目前,此类研究大多集中于时间序列上土地利用变化对生态系统服务总价值的影响,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及土地利用变化对生态系统服务总价值影响的定量研究较少。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

铜川市位于陕西省中部,黄土高原南缘,处于关中平原向陕北黄土高原的过渡地带,是关中经济带的重要组成部分。介于东经 $108^{\circ}34'$ — $109^{\circ}29'$ 、北纬 $34^{\circ}50'$ — $35^{\circ}34'$ 。交通便利,是通往人文初祖黄帝陵及革命圣地延安的必经之地,距西安市区 68 km、距西安咸阳国际机场 72 km,西安至黄陵高速公路穿境而过,咸铜、梅七两条支线铁路与陇海大动脉相连。2011 年铜川市总人口数为 86 万,其中非农业人口 45 万人,城镇人口占全市总人口的 53%,面积 3 882 km²。全市下辖宜君县、王益区、印台区、耀州区和省级经济技术开发区——铜川新区。

随着铜川市经济的快速发展和城市化水平的不断提高,城市建设用地占用了大量的耕地,土地利用和城市景观变化较大,引发了一系列的生态环境问题,导致土地生态系统的压力越来越大。

1.2 数据来源

本文所采用的基本数据均来自铜川市国土资源局 2006—2011 年土地利用详查及变更调查资料,其他统计数据来自铜川市统计局历年社会经济统计年鉴及公开出版物。根据研究需要以及实际情况,将铜川市的土地分为耕地、园地、林地、草地、水域、建设用地(包括居民点及工矿用地、交通运输用地)和未利用地 7 种类型。

1.3 研究方法

本文以铜川市及其所辖 3 区 1 县为研究对象,利用 2006—2011 年土地利用详查及变更资料,采用土地利用类型动态度、生态系统服务价值动态度以及灰色关联度指标计算分析其土地利用的时间变化和空间差异,生态系统服务价值的时间变化和空间差异,在此基础上协调区域土地利用、改善和提高生态系统服务功能。

1.3.1 土地利用变化分析 土地利用变化幅度反映了不同土地利用类型在总量上的变化,可以了解土地利用变化总的态势及土地利用结构的变化,其表达式为:

$$\Delta U = U_b - U_a \quad (1)$$

土地利用动态度可以定量描述区域土地利用变化的速度^[9],其表达式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: U_a, U_b ——研究期初和研究期末某一种土地利用类型的面积; T ——研究时段长,当 T 的时段设定为年时, K 值就代表该研究区某种土地利用类型的年变化率。

土地利用相对变化率^[10]是反映土地利用变化不同区域间差异的一种指标。其表达式为:

$$R = \left[\frac{K_b}{K_a} \right] / \left[\frac{C_b}{C_a} \right] \quad (3)$$

式中: K_a, K_b ——某区域某一特定土地类型研究期初和期末的面积; C_a, C_b ——整个研究区域某一特定土地利用类型研究期初和期末的面积。如果计算得出某区域某种土地利用类型的相对变化率 $R > 1$,则说明该区域该种土地利用类型变化较全区域大,为整个研究区土地利用变化的热点地区。

土地利用程度指数是衡量土地利用深度和广度的指标,可以定量地表达区域土地利用的综合水平以及变化趋势^[11]。土地利用程度指数的计算公式可以表示为^[12]:

$$L = \sum_i^n (A_i \times C_i) \times 100, \\ L \in (100, 400), i = 1, 2, 3, 4 \quad (4)$$

式中: L ——土地利用程度综合指数; A_i ——第 i 级土地利用程度分级指数; C_i ——第 i 级土地利用程度分级面积百分比; n ——土地利用程度分级数。按照庄大方和刘纪元^[12]的分级方法,可以将铜川市的土地分级情况表示为:未利用地为 1 级;林地、草地和水域为 2 级;耕地、园地为 3 级;建设用地为 4 级。

1.3.2 生态系统服务价值评估方法 2003 年,谢高地等^[13]根据中国实际情况,参考 Costanza 等^[1]的研究成果,制定了中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值表,根据此表以及段瑞娟等^[14]和冉圣宏等^[15]的研究成果得出铜川市各土地利用类型单位面积生态系统服务价值(表 1)。针对铜川市的具体情况,计算其生态系统服务价值的变化,估算公式为:

$$ESV = \sum A_k VC_k \quad ESV_f = \sum A_k VC_{kf} \quad (5)$$

式中: ESV ——生态系统服务价值; A_k ——研究区中第 k 类土地利用类型的面积(hm²); VC_k ——第 k 类土地利用类型单位面积的生态功能总服务价值系数[元/(hm²·a)]; ESV_f ——单项生态系统服务价值。

生态系统服务变差贡献率是指某一区域生态系统服务价值变化总量中各种土地利用类型生态服务价值变化所占的比例。以此可以测算出各种土地利用类型对生态系统服务价值变化的影响程度。其表达式为:

$$ESV_{cc} = \frac{ESV_{kb} - ESV_{ka}}{\sum_{k=1}^n (ESV_{kb} - ESV_{ka})} \quad (6)$$

$$R_v = [\frac{K_{vb}}{K_{va}}] / [\frac{C_{vb}}{C_{va}}] \quad (7)$$

式中: ESV_{cc} ——生态系统服务变差贡献率; ESV_{kb} , ESV_{ka} ——第 k 类土地利用类型在研究期初和期末的生态系统服务价值。生态系统服务总价值相对变化率^[16]是反映生态系统服务价值变化不同区域间差异的一种指标。其表达式为:

式中: K_{va} , K_{vb} ——某区域生态系统服务研究期初和期末的总价值; C_{va} , C_{vb} ——整个研究区域生态系统服务研究期初和期末的总价值。如果某区域生态系统服务总价值相对变化率 $R_v > 1$, 则表示该区域生态系统服务总价值变化较全区域大。

表 1 铜川市各土地利用类型单位面积生态服务价值 元/(hm²·a)

生态系统功能	耕地	园地	林地	草地	建设用地	水域	未利用地
气体调节	442.4	1265.5	1902.5	707.9		0	0
气候调节	787.5	1170.3	1592.8	796.4		407.0	0
水源涵养	530.9	41.5	1769.7	707.9	-6678.0	18033.2	26.5
土壤形成与保护	1291.9	1291.9	2588.2	1725.5		8.8	17.7
废物处理	1451.2	722.1	1159.2	1159.2	-2174.1	16086.6	8.8
生物多样性保护	628.2	16.6	1924.6	964.5		2203.3	30.8
食物生产	884.9	356.9	177.0	265.5		88.5	8.8
原材料	88.5	1145.4	1172.4	44.2		8.8	0
娱乐文化	8.8	547.8	584.0	35.4	165.2	3840.2	8.8
总计	6114.3	6558.0	12870.4	6406.5	-8686.9	46076.4	371.4

1.4 各土地利用类型的生态系统服务价值与生态系统服务价值总量的灰色关联分析

目前关于各土地利用类型与生态系统服务价值之间关系的研究多是定性的,而定量研究两者之间的关系更有助于确定土地利用变化和 ESV 变化的关系,更准确地指出土地利用类型如何影响 ESV。灰色系统理论是邓聚龙于 20 世纪 80 年代首创的一种系统科学理论,它弥补了采用数理统计方法作系统分析时导致的缺憾。其计算方法和步骤如下:

首先将原始数据无量纲化,将其变换为可比较的数列。可用均值变换或初值化变换,本文采用均值变换。然后根据计算关联系数 $\zeta_{0k}(t)$ 的公式计算各因子间的关联系数。

$$\zeta_{0k}(t) = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{\Delta_{0k}(t) + \rho \Delta_{\max}} \quad (t=1, 2, \dots, m) \quad (8)$$

式中: $\zeta_{0k}(t)$ ——因素 X_k 对 X_0 在 t 时刻的关联系数; 其中:

$$\Delta_{0k}(t) = |X_0(t) - X_k(t)|$$
$$\Delta_{\max} = \max_k \max_t \Delta_{0k}(t) \quad \Delta_{\min} = \min_k \min_t \Delta_{0k}(t)$$

ρ 为介于 $[0, 1]$ 区间上的灰数,本文取 $\rho = 0.5$ 。最后根据 ζ 可以求出各个时刻关联系数的平均值即关联度 γ_{0k} :

$$\gamma_{0k} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \zeta_{0k}(t) \quad (9)$$

式中: γ_{0k} ——比较数列 X_k 对参考数列 X_0 的关联度。若 X_k 与 X_0 的关联度最大,表示 X_k 是对 X_0 影响最大的因素。

2 土地利用时空变化分析

2.1 土地利用现状结构

2011 年末铜川市土地总面积为 388 481.2 hm², 其中:农用地 359 333.19 hm², 占土地总面积的 92.49%;建设用地 23 719.25 hm², 占土地总面积的 6.11%;未利用地 5 428.76 hm², 占土地总面积的 1.4%。农用地中耕地 98 495.73 hm², 占土地总面积的 25.35%;园地 20 001.4 hm², 占土地总面积的 5.15%;林地 202 772.46 hm², 占土地总面积的 52.19%;草地 35 280.28 hm², 占土地总面积的 9.07%;水域 2 847 hm², 占土地总面积的 0.73%;未利用地 5 428.76 hm², 占土地总面积的 1.40%。

2.2 土地利用类型的时间变化

研究区 5 a 年来土地利用/覆盖发生了较大的变化(表 2)。从土地利用的变化幅度来看,园地、草地、水域和未利用地均减少,其中草地面积减少最多,为 32 256.63 hm²;耕地、林地以及建设用地均增加,其中林地面积增加最多,达 23 349.42 hm²。从土地利用动态来看,耕地的增加速度最快,其次是林地,再次为建设用地,动态度分别为 3.81%, 2.60%, 2.13%;未利用地减少速度最快,达 10.43%,然后依次为草地、园地、水域。

根据表 2 和公式(4),计算出研究区 2006—2011 年的土地利用程度情况(表 3)。土地利用程度综合指数的取值区间为 100~400,如果所有土地利用类

型都是未利用土地,土地利用的开发价值是 100。通过表 3 数据可以发现,2006—2011 年各种土地利用类型的总体开发程度在 240 左右,说明研究区的土地利用程度相对较高。

表 2 2006—2011 年铜川市土地利用/覆盖变化

土地利用 类型	2006 年		2011 年		变化幅度 ΔU	动态度 K
	面积/hm ²	所占比例/%	面积/hm ²	所占比例/%		
耕地	82727.03	21.29	98495.73	25.35	15768.70	3.81
园地	23005.96	5.92	20001.40	5.15	-3004.56	-2.61
林地	179423.04	46.19	202772.46	52.19	23349.42	2.60
草地	67473.23	17.37	35216.60	9.07	-32256.63	-9.56
水域	3066.61	0.79	2847.00	0.73	-219.61	-1.43
建设用地	21437.16	5.52	23719.25	6.11	2282.09	2.13
未利用地	11348.17	2.92	5428.76	1.40	-5919.41	-10.43

表 3 铜川市 2006—2011 年土地利用程度指数

年份	耕地	园地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	总计
2006	63.87	17.76	92.38	34.74	1.58	22.08	2.92	235.33
2011	76.05	15.45	104.38	18.14	1.46	24.44	1.40	241.32

2.3 土地利用变化的空间差异

铜川市各区域土地利用相对变化情况见表 4。耕地变化的热点区域集中在王益区、印台区和宜君县,相对来说,耀州区耕地变化幅度较全区域小,原因可能是在铜川市多个耕地保护政策性文件的实施下,比值上占有最大数量耕地的耀州区受政策的阻力影响较大,耕地转化较慢^[17]。园地变化热点区域主要集中在王益区和耀州区,王益区和印台区林地的变化较大,草地变化的热点区域在耀州区和宜君县,水域的变化主要集中在王益区、耀州区和宜君县,建设用地变化的热点区域在耀州区和宜君县,王益区和耀州区的未利用地变化较大。

2006—2011 年,铜川市各区域耕地、园地、林地、草地、建设用地、未利用地均变化较大,原因在于农业内部结构调整和城市化的发展。利用土地利用程度变化模型计算分析了铜川市 3 区 1 县的土地利用程度情况(表 5),发现铜川市土地利用程度存在着明显的区域差异。2011 年铜川市的土地利用程度 $L=241.32$,其中最大的是王益区 $L=277.11$,最小的是宜君县 $L=231.14$ 。王益区土地利用程度变化较大,大于研究区总体水平,土地利用处于较快发展期;耀州区和印台区与研究区总体水平相当,宜君县的土地利用程度相对较小。

表 4 2006—2011 年铜川市土地利用相对变化率 %

地区	耕地	园地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
王益区	106.17*	112.67*	120.98*	38.38	147.65*	92.01	172.19*
耀州区	75.26	175.13*	98.11	134.41*	107.85*	109.06*	174.77*
印台区	136.72*	71.05	126.67*	39.14	67.76	86.54	60.73
宜君县	128.91*	49.36	94.13	100.31*	103.75*	100.31*	83.43

注: *表示 $R>1$ 。

表 5 2011 年铜川市各区域土地利用程度指数

地区	耕地	园地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	总计
王益区	103.23	38.28	60.56	7.92	1.30	63.84	1.98	277.11
耀州区	73.98	19.59	94.80	23.52	1.96	28.96	1.43	244.24
印台区	82.83	23.52	99.40	8.24	1.22	32.36	2.03	249.60
宜君县	72.75	5.40	121.16	17.44	1.06	12.28	1.05	231.14

3 生态系统服务价值变化

3.1 生态系统服务价值的时间变化

根据公式(5)和(6),对 2006—2011 年铜川市不同土地利用类型的生态服务功能价值总变化以及单项生态服务功能价值的变化进行了分析,结果分别见表 6 和表 7。如表 6 所示,2006—2011 年的 5 a 间,铜

川市总体生态服务功能价值增加了 4.12%,其中,林地的生态服务功能的贡献率最大,其生态服务价值占总价值的比例从 2006 年的 68.78%增加到 74.65%。而草地面积的急剧减少显著降低了其生态服务功能,对总体生态系统服务功能的增加具有负贡献。由此可知,区域的生态系统服务功能价值量与当地的土地利用变化的关系极为密切,会随着不同土地利用类型

的相互转化而发生变化。

铜川市生态系统单项服务功能价值 ESV_f 的变化(表 7)表明气体调节、气候调节、生物多样性保护和原材料等近 10 种生态系统服务类型均有不同程度的增加,其中原材料增幅最大,变化率达 9.68%,这主要是由原材料价值系数最高的林地面积增加而引起的。

表 6 铜川市 2006—2011 年生态系统服务价值变化

土地利用类型	2006 年 ESV 值/ 10^6 元	2011 年 ESV 值/ 10^6 元	价值变化/ 10^6 元	增长率/%	变差贡献率/%
耕地	505.28	602.23	96.41	19.06	69.64
园地	150.87	131.17	-19.70	-13.06	-14.23
林带	2309.25	2609.76	300.51	13.01	217.08
草地	432.27	225.62	-206.65	-47.81	-149.28
水域	141.30	131.18	-10.12	-7.16	-7.31
建设用地	-186.22	-206.65	-19.83	-10.65	-14.32
未利用地	4.21	2.02	-2.19	-52.02	-1.58
总计	3357.50	3495.93	138.43	4.12	100

表 7 2006—2011 年铜川市生态系统单项服务功能价值变化

生态系统 服务价值	2006 年		2011 年		2006—2011 年		排序
	$ESV_f/10^6$ 元	所占比例/%	$ESV_f/10^6$ 元	所占比例/%	$\Delta ESV_f/10^6$ 元	变化率/%	
气体调节	454.82	13.63	479.58	13.78	24.76	5.44	4
气候调节	432.85	12.97	453.17	13.03	20.32	4.69	6
水源涵养	322.59	9.66	329.98	9.48	7.39	2.29	8
土壤形成与保护	717.64	21.50	738.81	21.24	21.17	2.95	7
废物处理	425.68	12.75	427.53	12.29	1.85	0.40	9
生物多样性保护	469.86	14.08	492.88	14.16	23.02	4.90	5
食物生产	131.46	3.94	139.84	4.02	8.38	6.37	3
原材料	247.04	7.40	270.95	7.79	23.91	9.68	1
娱乐文化	135.92	4.07	146.40	4.21	10.48	7.71	2
总计	3337.86	100	3479.14	100	141.28	4.23	

3.2 生态系统服务价值的空间变化

表 8 表明,铜川市各区域的 ESV 值均在增加,其中,印台区增加最多,达到 6.568×10^7 元,变化率为 14.68%,并且王益区和印台区的总 ESV 的变化幅度大于铜川市。耀州区和宜君县虽然为土地利用变化的热点区域,但由于建设用地的价值系数为负值,而耀州区和宜君县所占有建设用地的数量又较其他两区大,此外,园地和耕地的价值系数也远远小于水域的生态价值系数,而耀州区和宜君县的水域变动很小,所以,耀州区和宜君县非 ESV 变化的热点区域。

表 8 2006—2011 年铜川市各区域生态系统服务价值变化

地区	$\Delta ESV/10^6$ 元	变化率/%	总价值相对变化率 R_v /%
王益区	8.09	9.37	105.04*
耀州区	22.79	1.67	97.65
印台区	65.68	14.68	110.13*
宜君县	41.92	2.87	98.80

注: * 表示 $R_v > 1$ 。

4 各土地利用类型生态服务价值与生态系统服务价值总量的灰色关联分析

结合对土地利用变化情况的分析可以发现,由于

生态系统服务价值系数的差异,土地利用变化对 ESV 的影响也存在相应的差异。各土地利用类型的变化与其对应的生态服务价值的变化趋势是一致的。为了明确土地利用变化与 ESV 变化之间的关系,本文用灰色关联模型对各土地利用类型生态服务价值与生态系统服务价值总量之间的关系进行了计算与分析。结果表明,各土地利用类型生态系统服务价值对于生态系统服务价值总量的关联度的排序为:建设用地>林地>耕地>园地>水域>草地>未利用地。这表明建设用地和林地的生态系统服务价值对铜川市生态系统服务价值总量的影响最大,关联度分别为 0.941 1 和 0.894 5,由于这 5 a 来铜川市的建设用地面积急剧上升,而建设用地对生态系统服务价值的影响是负面的,建设用地增加会对生态系统服务功能产生阻碍作用^[18],因此,伴随着铜川市建设用地面积的急剧增加,对生态系统服务价值的影响也逐渐增加;而林地是所有土地利用类型中面积比重最大的。未利用地的生态系统服务价值对于生态系统服务价值总量的关联度最低,为 0.447 8,主要是由于未利用地的面积和其单位面积的生态系统服务价值系数都较小,因此,在生态系统服务价值总量中所占比例较小。为了进一步提高整个铜川市生态系统服务价值,

应该增加林地、园地、草地、水域面积,严格控制建设用地面积。

5 结论与讨论

从时间变化上来看,铜川市在 2006—2011 年的 5 a 间,其土地利用结构发生了较大的变化:林地面积增加了 23 349.42 hm²,由于政府对“切实保护耕地、加强生态环境建设”政策的实施力度增强,耕地的面积也不断增加;草地和未利用地面积则分别减少了 32 256.63 hm² 和 5 919.41 hm²。土地利用结构变化引起了生态服务价值的变化,区域生态系统服务价值从 335 750 万元增加到 349 593 万元,其中,林地的贡献率最大,建设用地面积的增加以及草地面积的急剧减少都对区域生态系统服务价值产生了负面的影响。在对区域生态系统单项服务功能价值变化的分析中可知,铜川市近 10 种生态服务类型的经济价值量均有不同程度的增加,其中,原材料服务功能的价值比例上升最多。通过计算各土地利用类型生态系统服务价值对于生态系统服务价值总量的关联度得知,建设用地和林地的影响最为显著。为了进一步提高铜川市生态系统服务价值总量,需要限制建设用地面积的增长速度,切实保护林地、耕地、园地以及水域。

从空间差异上来看,王益区是耕地、园地、林地、水域和未利用地变化的热点区域,而耀州区和宜君县的建设用地变化较为明显,其变化幅度均较全区域大。王益区也是研究区土地利用程度最大的地区,但单位 ESV 却为各区域中最低,ESV 增加率居中间水平,在今后的发展中应该严格控制未利用地转为建设用地,保持耕地面积,增加林地、草地和水域的面积。印台区在各区域中土地变化率最低,且其 ESV 值相对于总 ESV 值变化率最高,即 ESV 增加率最高,说明从生态效益的角度看,该区的土地利用结构较为合理。

生态系统服务价值是一个可以用来衡量区域生态环境质量的综合指标,其大小取决于生态系统服务类型和其单位面积生态系统服务价值系数,而不同的研究区域鉴于其自身的自然条件等因素的影响,其单位面积的生态系统服务价值系数也不尽相同,本文采用的谢高地等人的研究成果,对于铜川市来讲,是存在一定误差的。此外,对生态系统服务价值的研究难于精确预算,若要较为准确计算生态系统服务价值,还需要运用经济学、生态学等相关学科知识进行更为深入的研究。

参考文献:

- [1] Constanza R, Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997(387): 253-260.
- [2] Daily G C, Alexander S, Ehrlich P R, et al. Ecosystem Service: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems[R]. 1997(3): 1-6.
- [3] 谢高地,鲁春霞,成升魁. 全球生态系统服务价值评估研究进展[J]. *资源科学*, 2001, 23(6): 5-9.
- [4] 彭文甫,周介铭,罗怀良,等. 城市土地利用变化对生态系统服务价值损益估算:以成都市为例[J]. *水土保持研究*, 2011, 18(4): 45-51.
- [5] 田春,李世平. 西部地区土地利用变化对生态系统服务价值的影响:以宝鸡市为例[J]. *武汉理工大学学报:社会科学版*, 2010, 23(3): 340-344.
- [6] 陈颖,石培基,潘竟虎,等. 高原生态城土地利用变化对生态系统服务价值的影响研究:以甘肃省民乐县为例[J]. *水土保持研究*, 2012, 19(2): 154-159.
- [7] 谢余初,巩杰,赵彩霞,等. 干旱区绿洲土地利用变化的生态系统服务价值响应:以甘肃省金塔县为例[J]. *水土保持研究*, 2012, 19(2): 165-170.
- [8] 王宗明,张柏,张树清,等. 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] 任志远,张艳芳. 土地利用变化与生态安全评价[M]. 北京:科学出版社, 2003.
- [10] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. *地理学报*, 2003, 58(5): 643-650.
- [11] 李君洁. 珠江三角洲土地利用变化及其对生态系统服务功能的影响研究[D]. 北京:首都师范大学, 2009.
- [12] 庄大方,刘纪元. 中国土地利用程度的区域分异模型研究[J]. *自然资源学报*, 1997, 12(2): 105-111.
- [13] 谢高地,鲁春霞,冷云法. 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.
- [14] 段瑞娟,郝晋珉,王静. 土地利用结构与生态系统服务功能价值变化研究[J]. *生态经济*, 2005(3): 60-64.
- [15] 冉圣宏,吕昌河,贾克敬,等. 基于生态服务价值的全国土地利用变化环境影响评价[J]. *环境科学*, 2006, 27(10): 2139-2144.
- [16] 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.
- [17] 林目轩,陈秧分,师迎春,等. 大城市内部建设用地扩张差异及其原因:以长沙市为例[J]. *经济地理*, 2006, 26(5): 836-841.
- [18] 王伟林,黄贤金,钟太洋. 区域土地利用变化的生态系统服务价值响应:以南京市为例[J]. *水土保持研究*, 2009, 16(1): 212-221.