

广州市土地利用生态服务价值测算研究

王璐^{1,2}, 杨洁¹, 胡月明¹, 李建华¹, 贾正雷¹

(1. 华南农业大学 信息学院, 广东 广州 510642; 2. 中国科学院 广州地球化学研究所, 广东 广州 510640)

摘要: 定量研究经济发达地区土地利用与生态服务价值的变化情况, 可为生态资源的合理定价与有效补偿, 促进自然生态系统与社会经济系统的协调发展提供科学依据。利用单一土地利用动态模型、土地利用程度综合指数和土地利用程度变化率分析了广州市土地利用的变化情况; 参考 Costanza 及谢高地等人的生态服务价值系数, 对广州市生态服务价值及其影响机制进行了定量研究; 并应用相关性分析和敏感性分析方法探讨了生态服务价值与主要社会经济因子的关系。研究结果表明, 广州市土地利用的生态系统服务价值总体呈逐年下降趋势, 其中林地、水域和园地等地类的生态服务价值所占比例较大, 土地利用结构和各类土地面积的变化直接影响到生态服务价值量的变化, 广州市生态服务价值与总人口、GDP 及城市化水平间均存在负相关关系, 说明该市社会经济的发展是以生态服务价值的损失为代价的, 生态系统服务价值的变化对人口、GDP 和城市化水平总体上缺乏弹性。相对而言, 对于人口的变动较为敏感, 其次是城市化水平, 对 GDP 变动的敏感性最弱。

关键词: 土地利用变化; 生态服务价值; 广州市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)04-0229-06

中图分类号: F301.2

Quantitatively Study on Landuse Ecosystem Service Value in Guangzhou City

WANG Lu^{1,2}, YANG Jie¹, HU Yue-ming¹, LI Jian-hua¹, JIA Zheng-lei¹

(1. College of Information, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China;

2. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China)

Abstract: Quantitatively study on land use change and ecosystem service value in fast developing areas will be a scientific basis for reasonable pricing, effective compensation of ecological resources, and coordinated development of natural ecosystem and socio-economic system. Analysis of the changes of land use in Guangzhou City adopted the single land use dynamic degree model, land use degree comprehensive index, and land use degree change rate. The coefficient of ecosystem service value proposed by Costanza and Xie Gaodi was used to Quantitatively study on land use ecosystem service value and its influence mechanism in Guangzhou City. The relationship between ecosystem service value and its major factors of social economy was explored by correlation analysis and sensitivity analysis. The results showed that total value of ecosystem service of land use in Guangzhou City decreases year by year, and ecosystem service values of forestland, water and garden land account for a higher percentage. The changes of land use structure and the area of different types of land cause a fluctuation in ecological service value. There is a negative correlation between ecosystem service value and population, GDP and urbanization degree, which indicates that the economy development is the cost of the loss of ecosystem service value. The change of ecosystem service value lacks elasticity with population, GDP and urbanization degree, comparatively speaking, it is sensitive with the population changes, then is urbanization degree, and with no sensitive with GDP.

Keywords: landuse change; ecosystem service values; Guangzhou City

收稿日期: 2009-04-13

修回日期: 2009-05-23

资助项目: 国家科技支撑计划项目“县市级土地监测数据库建设与维护关键技术研究”(2008BAJ11B04); 国家科技支撑计划项目“土地整理规划、设计技术研究”(2008BAB38B01)

作者简介: 王璐(1976—), 女(汉族), 河北省博野县人, 讲师, 博士研究生, 主要从事地理科学与地理信息系统应用研究。E-mail: selinapple@163.com。

通信作者: 胡月明(1964—), 男(汉族), 湖南省安化县人, 教授, 博士生导师, 主要从事地理信息系统应用研究。E-mail: ymhu@scau.edu.cn。

土地利用与生态服务是相互影响相互制约的^[1]。土地是陆地自然生态系统的载体,是人类赖以生存和发展的最基本的自然资源^[2]。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的生态服务价值的变化与损失^[3-6],尤其是在人地活动频繁、土地利用变化强烈的我国东部沿海地区,研究土地利用变化对生态服务价值的影响和调控手段,更具有理论和现实意义。

生态系统服务是国际生态系统可持续研究热点,产生于 20 世纪 70 年代^[7-9],它是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到生命支持产品和服务^[10],目前,生态服务价值的研究主要集中于生态系统过程、生态服务功能及其生态经济价值评价的技术与评估方法等多方面的综合研究,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^[11]。

国内的研究主要是将国外研究成果在我国进行推广与应用。如谢高地等^[12]根据 Costnaza 所提出的全球生态系统单位面积服务价值,对青藏高原高寒草地生态系统服务价值进行了评估研究。宗跃光^[13]实例分析了城市生态系统服务功能的价值结构,从人类不同土地利用方式产生的价值量的角度出发,并结合我国实际,把 Costnaza 等人单纯自然资本的测算推广到自然资本、经济资本和社会资本的综合测算,指出自然资本的增减应成为衡量一个城市或区域是否实现可持续发展的核心指标。陈仲新等^[14]按自然状况分类,把中国植被类型划分为 10 类陆地生态系统和 2 类海洋生态系统,参考 Costnaza 等人的方法和生态系统类型的单位价值对我国的生态系统效益价值进行了初步评价。总体上,我国生态系统服务价值的研究仍处于起步阶段,生态系统服务价值没有得到具有代表性的、公认的和统一的数据。

本研究以广州市为研究对象,对广州市的土地利用变化与生态服务价值的影响因素进行定量研究,为区域自然生态系统和社会经济系统长期协调发展提供理论依据。同时区域生态系统服务功能的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,打破传统的商品价值观念,为生态资源的合理定价与有效补偿提供科学依据。

1 研究区概况与资料来源

1.1 研究区概况

广州市位于广东省中南部,珠江三角洲腹地,濒临南海,东连惠州市博罗、龙门两县,西邻佛山市的三

水、南海和顺德市,北靠清远市市区、佛冈县和新丰县,南接东莞和中山市,隔海与香港、澳门相望。气候属亚热带典型的海洋性季风气候,北回归线穿越其北部,温暖多雨、光热充足、温差较小、夏季长、无霜期短,全年平均气温 20 ~ 22,平均相对湿度 77%,年降水量为 1 689.3 ~ 1 876.5 mm。地带性植被为亚热带季风常绿阔叶林,少天然林,山地丘陵的森林都是次生林和人工林。区域属我国南方丰水区,该区水资源较少,过境水资源相对丰富,全市水域面积 $7.44 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全市土地面积的 10%,主要河流有北江、东江北干流及增江、流溪河、白坭河、珠江广州河段、市桥水道、沙湾水道等,北江、东江流经广州市汇合珠江入海,本地平均水资源总量 $7.98 \times 10^9 \text{ m}^3$,其中地表水 $7.88 \times 10^9 \text{ m}^3$;地下水 $1.48 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。水资源丰富,储量约为 $1.06 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2$,人均 $1 139 \text{ m}^3$,是全国人均水资源占有量的 1/2。

1.2 资料来源

土地利用数据来自于广州市国土资源和房屋管理局 1998—2007 年土地利用变更数据;社会经济资料来自与《广州市统计年鉴(1998—2007 年)》。

2 研究方法

2.1 土地利用变化分析

2.1.1 单一土地利用动态度 单一土地利用类型动态度用来表征土地资源数量的变化情况。如公式(1)所示^[15]:

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

式中: K —— T 时段内某种土地利用类型变化的动态度; U ——某种土地利用类型的数量; T ——研究时段长度,当 T 设为年的时候, K 则为某种土地利用类型的年变化率。

2.1.2 土地利用程度 土地利用程度按照土地自然综合体在社会因素影响下的自然平衡状态分为若干等级,并赋予指数(表 2)。其中,土地利用程度综合指数为^[15]:

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n (A_i \times C_i) \quad (2)$$

式中: L ——某研究区域土地利用程度综合指数; A_i ——研究区域第 i 级土地利用程度分级指数; C_i ——研究区域内第 i 级土地利用类型面积百分比; n ——土地利用程度分级数。

土地利用程度变化模型^[15]如(3)式:

$$L_{b-a} = L_b - L_a = 100 \times \left[\sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ib}) - \sum_{i=1}^n (A_i - C_{ia}) \right] \quad (3)$$

式中: L_{b-a} ——土地利用程度综合指数的变化量;
 L_a, L_b ——分别为 a 时间和 b 时间的土地利用程度综合指数;
 A_i ——第 i 级的土地利用程度分级指数;
 C_{ia}, C_{ib} ——分别为区域在 a 时间和 b 时间时第 i 级土地利用程度面积百分比。

土地利用程度变化率的计算如(4)式:

$$R = L/100 \times \prod_{i=1}^n (A_i \times C_{ia}) \quad (4)$$

式中: R ——土地利用程度变化率; L ——土地利用程度指数变化量^[15], 当 $L > 0$, 或者 $R > 0$, 即表示该区域土地利用处于发展时期, 反之, 则说明该区域处于调整期或者衰退期。

土地利用程度的分级赋值表可参考刘纪远等在中国资源环境数据库数据库中提出的土地利用程度分级标准, 详见参考文献[16]。

2.2 土地利用的生态系统服务价值测算

Costanza 等人^[5]最早于 1997 年将生态学和经济学相结合提出了生态系统价值评估的原理与方法, 并提出了生态服务价值测算系数。针对 Costanza 等人制订的生态系统服务价值测算体系中的某些经济参数存在明显的误差, 如对耕地的估计偏低, 而对湿地、水域的估算则显得偏高等^[13]的不足, 谢高地等人^[7]在对全球生态系统服务功能评价模型研究的基础上, 结合我国的实际情况, 总结了气体调节、气候调节、水源涵养、土壤形成与保护、废物处理、生物多样性维持、食物生产、原材料生产、休闲娱乐等 9 项生态系统服务功能, 对我国 200 位生态学者进行问卷调查, 得到了“中国生态系统服务价值当量因子表”, 详见参考文献[12]。

2.3 敏感性分析

敏感性分析是指从定量分析的角度研究有关因素发生某种变化对某一个或一组关键指标影响程度的一种不确定分析技术。其实质是通过逐一改变相

关变量数值的方法来解释关键指标受这些因素变动影响大小的规律。敏感性系数 (sensitivity coefficient, SC) 是指因变量变化百分比与自变量变化百分比之间的比值; 如果 $SC_{ij} > 1$, 表明 ESV 相对于 IF 是富有敏感性的; 如果 $SC_{ij} < 1$, 表明 ESV 是缺乏敏感性的^[12]。生态系统服务价值敏感性计算公式为:

$$SC_{ij} = \left| \frac{(ESV_{i+1} - ESV_i) / ESV_i}{(IF_{(i+1)j} - IF_{ij}) / IF_{ij}} \right| = \left| \frac{ESV_i / ESV_i}{IF_{ij} / IF_{ij}} \right| \quad (5)$$

式中: SC_{ij} ——第 i 年的生态系统服务价值相对于影响其变化的 j 种社会经济因素的敏感性系数; ESV_{i+1}, ESV_i ——分别为 $i+1$ 和 i 年的生态系统服务价值; $IF_{(i+1)j}, IF_{ij}$ ——分别为 $i+1$ 和 i 年影响生态系统服务价值变化的 j 种社会经济因素 (impacting factors, IF), 本研究主要选取总人口数、GDP 与城市化水平等指标。

3 结果与分析

3.1 广州市土地利用变化分析

3.1.1 广州市土地利用动态度 依据单一土地利用动态度计算公式可得广州市 1998—2007 年土地利用变化量和土地利用动态度如表 1 所示。1998—2007 年间建设用具有较高的面积增幅和土地利用动态度变化; 而农用地中的耕地、林地和草地呈负增长态势, 其中动态度变化较大的是草地和耕地; 其它用地类型的面积总体上呈现增加的趋势。居民点及工矿用地一直保持较高的动态度, 反应了广州市人口增长和社会经济快速发展对土地需求持续上升, 从而使大量耕地、林地和草地转变为建设用地以满足建设用地需求的缺口。

3.1.2 土地利用变化程度分析 通过计算广州市土地利用程度综合指数和土地利用程度变化率可得 1998—2007 年广州市土地利用变化程度如图 1 所示。

表 1 1998—2007 年广州市土地利用动态变化情况

土地利用类型	变化量/ hm^2			土地利用动态度/ %		
	1998—2001	2001—2004	2004—2007	1998—2001	2001—2004	2004—2007
耕地	- 1 531.65	- 8 785.03	- 60 804.58	- 0.32	- 1.88	- 13.80
园地	- 3 177.67	1 463.02	45 842.46	- 1.36	0.65	20.03
林地	- 1 664.06	- 3 707.17	- 16 280.76	- 0.20	- 0.45	- 2.01
草地	- 12.77	- 17.64	- 89.22	- 1.89	- 2.77	- 15.28
其它农用地	- 455.76	- 1 157.88	2 102.52	- 0.35	- 0.90	1.68
居民点及工矿用地	5 394.38	11 751.99	10 878.95	1.76	3.64	3.04
交通用地	2 013.28	1 726.57	3 512.38	7.70	5.36	9.40
水利用地	44.83	6.56	1 513.37	0.19	0.03	6.37
未利用地	- 610.58	- 1 280.41	24 158.26	- 0.37	- 0.78	14.98

注: 数据来源于广州市国土资源和房屋管理局《土地利用变更调查表(1998—2007 年)》。

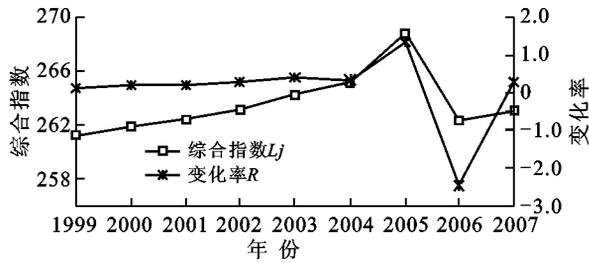


图 1 广州市土地利用程度综合指数和其变化率(1999—2007年)

从图 1 可知,广州市 1998—2007 年间的土地利用程度变化率除 2006 年外均大于零,总体呈上升趋势,其中 2003—2005 年间的变化程度较大,这主要源于这一时期是广州市经济发展的上升时期,广州市围绕建设带动全省,辐射华南,影响东南亚的现代化大都市的总目标,加快了产业结构调整优化和经济增长方式转变,促进了传统产业、高新技术产业和服务业协调发展,使综合经济实力再上新台阶,促进土地的集约利用和城市化进程,在土地利用上表现为土地利用结构优化,建设用地的总量平稳增加和土地利用程度的提高等方面。

而在 2006 年出现了土地利用程度综合指数的下滑,土地利用程度变化率首次出现负值。这主要是由于自 2006 年起,在土地管理方面,国家严把土地闸门,实施节约集约用地的政策措施,严格控制建设用地审批等。在经济上,广州市更加注重经济结构调整与优化,推动工业集聚升级和产业结构升级,鼓励企业集聚和产业集群发展,促进企业的内部规模经济的发挥;从而在土地利用上表现为以加强土地利用结构调整和提高土地利用集约化水平为主要目标的土地利用的调整时期,所以在图 1 中表现为极低值,之后随着相关措施效益的发挥,土地利用程度综合指数和

土地利用程度变化率开始回升。

3.2 广州市土地利用的生态服务价值测算

本研究结合广州市土地利用的特征,参考 Costanza 及谢高地等人的生态服务价值系数,定义 1 hm² 全国平均产量的农田每年自然粮食产量的经济价值为 1,其它生态系统服务价值当量是指该生态系统产生的生态服务相对于农田食物生产服务的贡献大小。而单位面积农田生态系统提供生产服务功能的经济价值 E_a 可根据公式(6)计算^[12]:

$$E_a = 1/7 \sum_{i=1}^n \frac{m_i p_i q_i}{M} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

式中: i ——作物种类; p_i —— i 种作物全国平均价格(元/t); q_i —— i 种粮食作物单产(t/hm²); m_i —— i 种粮食作物面积(hm²); M —— n 种粮食作物总面积(hm²); 1/7 是指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。结合“中国生态系统服务价值当量因子表”^[12]和公式(6)对本研究所涉及的 9 大类土地的当量因子按以下方式进行测算,耕地对应农田,林地对应森林,园地取森林和草地的平均值,其它农用地和水利用地对应水域,未利用地对应难利用地,居民点及工矿用地和交通用地对应难利用地。

根据《广州市统计年鉴》,以广州市 1998—2007 年平均粮食产量为 2 862.25 kg/hm²,粮食单价以 2007 年广东省的平均价格 1.9 元/kg 的标准,考虑在没有人力投入的自然粮食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,得出广州市农田自然粮食产量的经济价值约为 1 554 元/hm²,以此为基准数值,结合文献[7]和公式(6),得出广州市各个年度生态系统服务价值量(表 2)。

表 2 1998—2007 年广州市土地利用生态服务价值

亿元/a

年份	耕地	园地	林地	草地	其它农用地	居民点及工矿用地	交通用地	水利用地	未利用地	合计
1998	16.88	17.63	93.51	0.03	31.00	0.67	0.06	5.62	0.36	165.74
1999	16.80	17.57	93.47	0.03	30.91	0.68	0.06	5.62	0.36	165.49
2000	16.85	16.89	93.30	0.02	30.81	0.69	0.07	5.62	0.36	164.61
2001	16.72	16.91	92.94	0.02	30.67	0.70	0.07	5.65	0.36	164.05
2002	16.51	17.58	92.11	0.02	30.47	0.71	0.07	5.66	0.36	163.50
2003	16.10	17.38	91.94	0.02	30.16	0.75	0.08	5.66	0.35	162.44
2004	15.77	17.24	91.68	0.02	29.84	0.78	0.08	5.65	0.35	161.43
2005	11.18	24.88	87.34	0.01	29.62	0.79	0.09	6.66	0.29	160.87
2006	9.27	27.92	86.32	0.01	31.75	0.82	0.11	6.83	0.51	163.55
2007	9.25	27.60	86.16	0.01	31.34	0.85	0.10	6.74	0.51	162.56

3.3 广州市土地利用与生态服务价值变化分析

3.3.1 土地利用变化所引起生态服务价值变化 结

合图 1,表 2—3 可以看出,随着区域土地利用结构的变化,广州市的土地利用生态服务价值总量呈现平缓

下降趋势,其主要原因是经济快速发展驱动下的城市化进程的加快,使广州市农业用地的面积逐年减少,进而影响到生态服务价值总量的下降。同时,由于不同类型土地的生态服务功能的差异表现为各类土地面积变化所引起的相应生态服务价值变化幅度各不

相同,其中林地、园地、其它农用地单位变化量所引起的生态服务价值变化较大,而草地和未利用地等引起的变化程度较小。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^[17]。

表 3 1998—2007 年广州市土地利用及生态服务价值的变化

土地利用类型	1998—2001 年生态服务价值		2001—2004 年生态服务价值		2004—2007 年生态服务价值	
	变化量/亿元	变化率/%	变化量/亿元	变化率/%	变化量/亿元	变化率/%
耕地	- 0.16	- 0.97	- 0.94	- 5.64	- 6.53	- 41.39
园地	- 0.72	- 4.07	0.33	1.96	10.36	60.10
林地	- 0.57	- 0.60	- 1.26	- 1.35	- 5.53	- 6.03
草地	0.00	- 5.67	0.00	- 8.31	- 0.01	- 45.84
其它农用地	- 0.33	- 1.05	- 0.83	- 2.70	1.50	5.03
居民点及工矿用地	0.04	5.28	0.08	10.92	0.07	9.11
交通用地	0.01	23.09	0.01	16.09	0.02	28.19
水利用地	0.03	0.57	0.00	0.08	1.08	19.12
未利用地	0.00	- 1.10	- 0.01	- 2.33	0.16	44.94

3.3.2 不同土地利用类型的生态服务价值变化分析

图 2 中对广州市所有土地利用类型生态服务价值的分析结果表明,总体上,林地、水域和园地的生态服务居前 3 位,它们对土地利用系统的生态服务功能的贡献率最大。1998 年林地、水域、草地的生态服务价值分别占全市生态服务价值总量的 56.42%, 22.09% 和 10.64%; 到 2007 年分别占 53.00%, 23.43% 和 16.98%, 这 3 种土地利用类型的生态服务价值占全市的比重由 1998 年的 89.14% 提高到 2007 年的 93.41%。

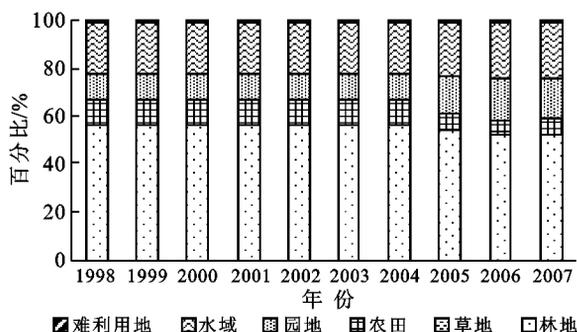


图 2 1998—2007 年广州市不同土地利用类型的生态服务价值

3.3.3 生态服务价值与主要社会经济因子的变化关系分析

(1) 生态服务价值与主要社会经济因子的相关性分析。本研究选取总人口、GDP 和城市化水平等因素作为主要社会经济因子,探讨以上因子与生态服务价值之间的关系。其相关性分析结果显示,广州市生态系统服务价值与总人口、GDP 及城市化水平间均存在负相关关系,其中与总人口的相关关系较为明显,呈极显著相关(- 0.776),与城市化水平的关系最差(- 0.491)。可见,广州市社会经济的发展

是以生态服务价值的损失为代价的。(2) 生态服务价值与主要社会经济因子的敏感性分析^[18]。通过敏感性分析可揭示生态系统服务价值对社会经济发展因子变化的敏感性程度。本研究采用公式(3)计算 1998—2007 年广州市生态系统服务价值总量相对于总人口、GDP 与城市化水平变化等主要土地利用驱动因子的敏感性系数,具体结果见表 4。由表 4 可见,生态系统服务价值变化对人口、GDP 和城市化水平总体上缺乏弹性,多数年份的敏感性系数远远小于 1;总体上,人口、GDP 及城市化水平的变动,只能引起生态服务价值较小的变化。其中,1998 - 2007 年生态系统服务价值对人口、GDP 及城市化水平的敏感性系数分别为 0.130 4, 0.006 7 和 0.042 8,说明这 3 个因子中,生态服务价值相对于人口的变动较为敏感,其次是城市化水平,而对于 GDP 变动的反应最不敏感,这主要是因为自然—社会—生态巨系统受人类改造活动的影响最为强烈,人口增长是引起人地关系变化的根本原因之一,因此相对于其它两个因子,人口变动对生态系统服务价值变动的影响较大;而城市化水平的提高,必然导致建设用地一定规模的增加,建设用地的扩张需要占用具有较高生态系统服务价值的林地、耕地、草地等地类,因此生态服务价值变化对城市化水平的敏感性不容忽视。

4 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。广州市 1998—2007 年间土地利用变化较快,农用地减少较多,建设用地面积快速

增加。农用地中,耕地和其它农用地减少的面积较多,从而使广州市生态服务价值总量的变化总体呈下降趋势。同时,不同类型土地面积变化所引起的生态服务价值变化幅度各不相同,其中林地、水利用地、其它农用地单位变化量所引起的生态服务价值变化较大,而耕地、草地、未利用地等引起的变化程度较小。

表 4 广州市生态系统服务价值相对于总人口、GDP 及城市化水平的敏感性系数

年份	SC _{人口}	SC _{GDP}	SC _{城市化水平}
1998	0.094 8	0.012 7	0.399 1
1999	0.233 4	0.035 3	3.193 2
2000	0.200 4	0.026 1	0.199 7
2001	0.296 8	0.028 4	0.033 1
2002	1.019 4	0.025 6	0.268 5
2003	0.361 9	0.033 8	0.523 7
2004	0.200 0	0.022 0	3.013 7
2005	1.229 0	0.093 5	4.073 0
2006	0.361 9	0.035 6	0.020 5
1998—2007	0.130 4	0.006 7	0.042 8

(2) 广州市生态系统服务价值与总人口、GDP 及城市化水平间均存在负相关关系,广州市社会经济的发展是以生态服务价值的损失为代价的;生态系统服务价值变化对人口、GDP 和城市化水平总体上缺乏弹性,相对而言对于人口的变动较为敏感,其次是城市化水平,对 GDP 变动的影响的敏感性最小。

(3) 伴随着经济快速发展,广州市土地利用程度有所提高和土地利用效益也不断增加,同时,居民点、工矿和交通等建设用地的增加使耕地、林地、水域等所引起生态价值降低是不容忽视的。因此,需加强土地利用规划,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,减少因建设用地的增加所引起的生态服务价值的降低。

(4) 实现广州市生态环境与社会经济的可持续发展,应重视人与环境在广泛的时空尺度上的协调,树立现代生态观。合理开发资源,协调人地关系,注重转变经济增长方式,发展资源节约型和环境友好型社会,促进广州市的生态环境效益的整体提升。

[参 考 文 献]

[1] 段瑞娟,郝晋珉,张洁瑕,等.北京区位土地利用与生态服务价值变化研究[J].农业工程学报,2006,22(9):21-28.
[2] 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.

- [3] King R T. Wildlife and man[J]. New York Conservationist, 1966, 20(6):8-11.
[4] Lambin E F, Ehrlich D. Land-cover changes in sub-Saharan Africa (1982—1991): Application of a change index based on remotely-sensed surface temperature and vegetation indices at a continental scale [J]. Remote Sensing of Environment, 1997, 61(2):181-200.
[5] Turner B L, Skole D, Sanderson S, et al. Land-use and land-cover change: science/research plan[R]. IGBP Report No. 35/IHDP Report No. 7. Stockholm: IGBP, 1995.
[6] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land-use and land-cover change, implementation strategy [R]. IGBP Report No. 48/IHDP Report No. 10. Stockholm: IGBP, 1999.
[7] Helliwell D R. Valuation of wildlife resources[J]. Regional Studies, 1969, 3: 41-49.
[8] Curtis I A. Valuing ecosystem goods and services: A new approach using a surrogate market and the combination of a multiple criteria analysis and a Delphi panel to assign weights to the attributes[J]. Ecological Economics, 2004, 50: 163-194.
[9] De Groot R S. Functions of nature: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making[M]. Groningen: Wolters-Noordhoff, 1992.
[10] Costanza R, D'Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 368: 253-260.
[11] 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.
[12] 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.
[13] 宗跃光,徐宏彦,汤艳冰,等.城市生态系统服务功能的价值结构分析[J].城市环境与城市生态,1999,12(4):19-22.
[14] 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):17-23.
[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] 刘纪远.西藏自治区土地利用[M].北京:科学出版社,1992.
[17] 肖玉,谢高地,安凯,等.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.
[18] 蔡毅,邢岩,胡丹,等.敏感性分析综述[J].北京师范大学学报:自然科学版,2008,44(1):9-16.