

中山市 1990~2007 年生态价值动态变化分析

刘志军¹, 方元^{2*}, 刘卫芳¹ (1. 中国科学院广州地球化学研究所 广东广州 510640; 2. 黄冈师范学院数计学院 湖北黄冈 438000)

摘要 以中山市为研究区域, 利用 1990、1995、2000、2007 年 4 期遥感影像, 分析不同时段土地利用变化空间演化特征, 并评价研究区的生态资产状况。研究表明, 研究区总生态价值稳步增长, 按 17 项生态服务计算, 则研究区 1990~2007 年生态资产是逐渐下降的, 中山市造陆的价值增加较快, 2007 年中山市造陆价值达到 45.64 亿元。

关键词 土地利用; 生态资产; GIS; 中山市

中图分类号 S28; Q148 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2012)26-13026-02

Analysis of the Dynamic Ecological Value Change in Zhongshan City from 1990 to 2007

LIU Zhi-jun et al (Guangzhou Institute of Geochemistry, China Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640)

Abstract With Zhongshan City as the study area, the dynamic land use change and the ecological assets in this area in different periods were analyzed according to the RS images in 1990, 1995, 2000 and 2007. The results showed that the total ecological value in this area kept a steady growth. According to 17 ecosystem services, the ecological assets in this area were declining gradually from 1990 to 2007, while the value of continent-making increased rapidly, and has reached 4.564 billion yuan in 2007.

Key words Land use; Ecological assets; GIS, Zhongshan City

中山市位于华南热带亚热带季风气候区, 是珠江三角洲的经济与生态核心区域, 生态系统丰富多样。改革开放至今, 随着建设用地开发规模的不断增长, 土地资源日趋紧张, 土地质量逐步退化, 环境污染渐趋严重, 生态系统服务功能在不断衰退。生态价值损益研究可以为区域决策、人类活动与全球变化提供决策依据, 同时对可持续发展能力建设具有重要借鉴意义, 是中山市社会经济新一轮发展的迫切需要^[1]。然而, 从区域角度分析中山市土地利用变化对生态系统服务与功能的影响大小, 以及如何估算这种影响导致的价值损益的研究相对较少。为此, 笔者以中山市为研究对象, 借助遥感与 GIS 技术的支持, 从整体角度进行中山市土地利用变化的遥感监测, 估算因土地利用变化导致的生态效益或生态资产流失。

1 研究区概况与研究方法

1.1 区域概况 中山市位于珠江三角洲中南部, 西、北江下游, 北接番禺市和顺德市, 西邻江门市市区、新会市和斗门县, 东南接珠海市, 隔珠江口伶仃洋与深圳市和香港相望。中山市地处 22°11'~22°46' N, 113°09'~113°46' E, 全市面积约 1 800 km²。地貌由大陆架隆起的山地、丘陵台地和珠江口的冲积平原、海滩组成, 属亚热带季风气候, 光热充足, 雨量充沛, 年平均温度 21.8 °C, 年平均降水量为 1 748.3 mm。

1.2 数据来源 研究数据主要分为遥感影像和统计数据, 其中统计数据来自于中山市 1991、1996、2001 和 2008 年统计年鉴。遥感数据是该研究的主要信息来源, TM 影像由轨道号 121/44、122/44 与 122/45 遥感数据覆盖中山市全部, 研究时间为 1990 年、1995 年、2000 年和 2007 年 4 个时相, 影像采集时间为 9 月至下一年的 3 月, 选择无云或少云, 影像质量

较好数据, 各期遥感影像经地理坐标配准、几何校正、融合及裁剪生成研究区遥感影像图。

在 ERDAS 9.1、ENVI4.2、ArcGIS 9.1 等遥感软件支持下, 对遥感数据进行图像处理并提取相关土地利用信息, 进行土地利用专题图制作。在此基础上, 选择生态资产指标进行区域生态资产估算, 分析中山市生态资产近 17 年来的空间演化与格局。

2 结果与分析

2.1 土地利用遥感制图 通过对 4 个时相的 TM 遥感影像解译后, 分别统计中山市 1990~2007 年 4 个不同时相的土地利用现状图(图 1), 获取研究区土地利用类型相应的数量结构特征(表 1), 然后初步比较中山市不同年份 LUCC 的动态变化。初步分析发现, 伴随着中山市经济的迅速发展, 1990~2007 年中山市土地利用格局发生了十分显著的变化, 建设用地等面积持续增加, 耕地、水体等土地类型面积持续减小。特别是 20 世纪 90 年代初, 中山市各种土地类型中耕地与建设用地变化最为剧烈, 大量耕地流失是以中山市各城镇的建设用地外延扩张为特点, 而新时期的耕地流失是以中山市城镇连片占用耕地为主要特征。

2.2 生态资产评估指标体系 中山市的主要生态系统类型对应土地利用类型可分为农业生态系统、城市生态系统、森林生态系统、湿地生态系统、水体生态系统、裸地生态系统等 6 个生态系统类型, 其中园地的属性与林地相似, 纳入林业生态系统, 未利用地纳入裸地生态系统, 建设用地划为城市生态系统, 耕地作为农业生态系统。笔者在系统总结卢兵友等^[2]、潘耀忠等^[3]研究成果的基础上, 对目前有关城市、裸地生态的服务价值进行了汇总, 制定了研究区 6 个主要生态系统单位面积生态价值表, 见表 2。

2.3 中山市造陆功能价值 珠江多年平均含沙量 0.27 kg/m³, 虽然含沙量较小, 但由于年径流量大, 全流域多年平均年输沙量仍达 8 872 万 t。含沙量的年内变化比较大, 汛期 4~9 月含沙量为 0.14~0.53 kg/m³, 非汛期含沙量为 0.02~

基金项目 国家自然科学基金项目(40534019)。

作者简介 刘志军(1969-), 男, 江西泰和人, 博士, 从事 GIS 和环境科学相关研究, 634236944@qq.com。* 通讯作者, 讲师, 博士, 从事 GIS 和景观生态学相关, E-mail: fangyuan009@sohu.com。

收稿日期 2012-05-04

0.07 kg/m³。大量泥沙经济河流与潮汐共同作用后沉积于珠江口,形成造陆作用。另外,多年来的围垦政策也是陆地增加的重要原因。从遥感影像与解译的土地利用图像可知,

在 1990~2007 年期间,研究区新增陆地 101.22 km²,按照土地利用使用权转让价格 45 万元/hm² 计算,则中山市 17 年来总的造陆价值达 45.46 亿元,年均增长 2.67 亿元。

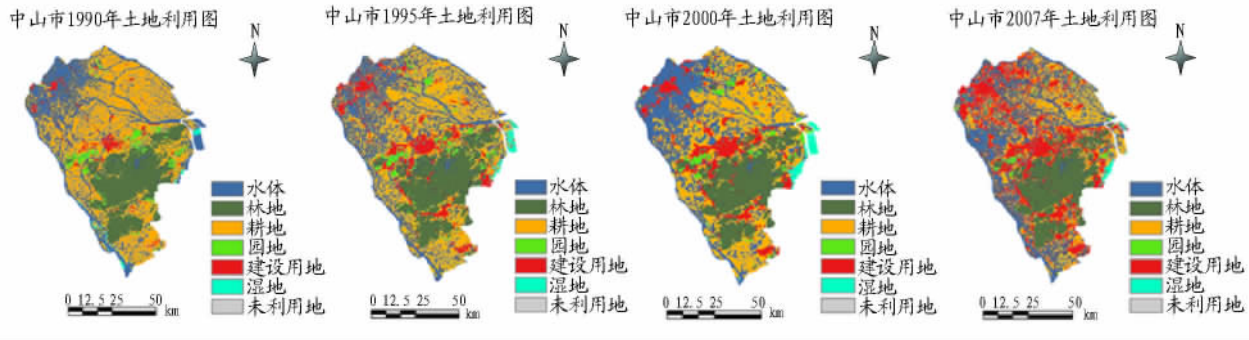


图 1 中山市 1990、1995、2000 和 2007 年土地利用遥感分类制图

表 1 中山市各期不同土地利用类型面积统计

年份	水体	林地	耕地	园地	建设用地	湿地	未利用地
1990	40 869	39 627	85 244	6 037	6 542	1 296	399
1995	40 085	38 387	71 360	5 785	21 898	2 103	396
2000	44 594	38 521	64 294	6 065	22 421	3 767	352
2007	42 029	36 856	45 921	2 975	50 733	1 059	441

2.4 中山市生态资产评估 根据各研究时段生态系统的面积与单位面积生态价值系数,利用 ERDAS 9.1 中的 model maker 功能建立生态资产估算模型,计算出中山市生态资产的总量,研究区历年生态资产估算结果见表 3。

根据计算测算,1990 年,研究区生态资产为 40.66 亿元,到 2007 年,研究区生态资产增加至 83.75 亿元,年平均增长 2.53 亿元,尤其以造陆的价值增长最快。不计算研究区成陆价值,则研究区生态服务功能在 1990~2007 年内减少 2.55 亿元,每年平均减少 0.15 亿元。从生态资产核算结果可知,中山市生态资产始终处于匀速增长过程,但增速逐渐降低,说明尽管受到人为影响,但研究区仍能维持稳定的生态资产

提供。1995 年比 1990 年生态资产增多 16.78 亿元,1995~2000 年生态资产增长 15.75 亿元,2000~2007 年生态资产增长 10.56 亿元。

由表 3 可知,农业生态系统与森林生态系统生态资产持续减少,水域生态系统生态资产保持平稳,而湿地生态系统变化较为波动。如农业生态资产由 1990 年的 5.31 亿元下降至 2007 年的 2.86 亿元。从整体来看,生态资产破碎化程度有加大的趋势,生态资产的空间分布趋于聚集。从生态资产空间分布来看,1990 年研究区生态资产分布与林地分布一致,经过 20 多年的发展,重要的生态资产分布带破碎化与侵蚀非常厉害,2007 年向河流与五桂山区退缩。

表 2 中山市生态系统单位面积价值

年份编码	生态资产指标	森林	农业	城市	裸地	水域	湿地
1	气体调节	3 097	442.4	0	0	0	1 592.7
2	气候调节	2 389.1	787.5	0	0	407	15 130.9
3	干扰调节	40	0	0	0	0	11 953.5
4	水调节	2 831.5	530.9	26.5	26.5	18 033.2	13 715.2
5	水供应	64	0	0	0	16 936	0
6	水土保持	1 592.5	0	0	0	0	0
7	土壤形成	3 450.9	1 291.9	0	17.7	8.8	1513.1
8	营养循环	5 993	0	0	0	0	0
9	污染净化	1 159.2	1 451.2	8.8	8.8	16 086.6	16 086.6
10	食物生产	88.5	884.9	8.8	8.8	88.5	265.5
11	原材料生产	2 300.6	88.5	0	0	8.8	61.9
12	基因资源	328	0	0	0	0	0
13	传粉	0	112	0	0	0	0
14	生物控制	2 884.6	628.2	300.8	300.8	2 203.3	2 212.2
15	生境/避难所	0	0	0	0	0	1 352
16	娱乐	1 132.6	8.8	8.8	8.8	3 840.2	4 910.9
17	科研文化	16	0	0	0	0	3 897.8
合计		27 351.5	6 226.3	371.4	371.4	57 612.4	72 692.3

注:1.0US\$ = 8 元(人民币,下同)。

(下转第 13080 页)

$= 2.03, F_{x_2x_3} = 19.71, F_{x_1^2} = 122.76, F_{x_2^2} = 113.58, F_{x_3^2} = 200.51, F_{失拟项} = 1.36; P_{模型} < 0.0001, P_{x_1} = 0.1138, P_{x_2} = 0.0005, P_{x_3} < 0.0001, P_{x_1x_2} = 0.9373, P_{x_1x_3} = 0.2138, P_{x_2x_3} = 0.0068, P_{x_1^2} = 0.0001, P_{x_2^2} = 0.0001, P_{x_3^2} < 0.0001, P_{失拟项} = 0.4503$ 。由此可以看出,浸提时间影响显著,浸提次数和模型极显著,而且模型的失拟项不显著,表明该方程对试验拟合情况好,试验误差小,因此试验采用此模型分析是可靠的。模型相关系数 $R^2 = 0.9952$,说明响应值(总黄酮提取率)的变化有99.52%来源于所选变量,即料液比、浸提时间和浸提次数。因此,回归方程可以较好地描述各因素与响应值之间的真实关系,表明该模型拟合程度较好,可利用该回归方程确定最佳提取工艺条件。根据回归方程得总黄酮提取的最佳工艺条件为料液比为 1:26 g/ml,浸提时间 120 min,浸提次数 2 次,在此条件下进行提取,由回归方程预测黄酮得率为 88.75%。采用此优化条件进行 3 次重复试验,得出平均实际提取率为 88.54%,可见该模型能够较好地预测总黄酮提取情况。

2.2.4 响应面和等高线图。通过 Design-Expert 软件分析得到响应面及等高线,结果如图 5~7 所示。各因素及其相互作用对响应值的影响结果可以通过图 5~7 直观地反映出来。从曲面图中可以看出,浸提次数对总黄酮提取率的影响最为显著,随着浸提次数的不断增加,总黄酮的提取率也随之增大,而浸提时间和料液比的影响次之。

3 结论

以水为提取剂,研究了预浸泡时间、浸提时间、料液比和浸提次数等因素对山楂叶中总黄酮提取的影响。结果表明,最佳提取条件为料液比为 1:26 g/ml,浸提时间 120 min,浸提

次数为 2 次,在此工艺条件下,山楂叶中总黄酮的提取率达到 88.54%。

参考文献

[1] 许瑞波,赵跃强,詹升丽等.山楂叶黄酮的超声提取、精制及抗氧化性研究[J].食品研究与开发,2007,28(4):64-69.
 [2] 林春梅.山楂叶·果和籽提取液抗氧化性研究[J].安徽农业科学,2011,39(27):17005-17006.
 [3] 高英英,欧芹,魏晓东等.山楂叶总黄酮对 AS 模型大鼠 PPAR α 、LXR、ABCA1mRNA 表达的影响[J].中国老年学杂志,2011,31(13):2502-2504.
 [4] 吕德国,李志霞,鲁巍巍等.山楂叶黄酮提取工艺优化及周年积累动态和分布特性的研究[J].吉林农业大学学报,2010,32(3):271-276.
 [5] 张黎明,杨鑫,曹宇等.山楂叶总黄酮的水浸提和纯化工艺研究[J].食品研究与开发,2010,31(1):12-16.
 [6] 周桂,邓光辉,梁达文.超声波法水提取山楂叶中黄酮的研究[J].西南农业大学学报:自然科学版,2005,27(5):605-607.
 [7] 郭永学,李楠,仇燕来.山楂叶总黄酮的微波辅助萃取研究[J].中草药,2005,36(7):1011-1013.
 [8] 任雪峰,吴冬青,安红钢等.金钱草、白玉兰总黄酮的提取及体外抗氧化性研究[J].湖南农业科学,2010(23):120-122.
 [9] WU J W, BAO J L, LV Y P, et al. Determination of the content of total flavonoids in *Dendrobium officinale* kimura et migo from yueqing[J]. Medicinal Plant, 2011, 2(4):28-29.
 [10] 霍强,王宇,高荣远等.瑞香狼毒总黄酮的提取及体外抗氧化作用研究[J].畜牧与饲料科学,2010,31(2):83.
 [11] LIU S S, MA X M, YANG H B. Determination of total flavones content in *Ceratocarpus arenarius* L. by spectrophotometry[J]. Agricultural Science & Technology, 2011, 12(11):1612-1614.
 [12] 张森,白月梅,苗芳等.夏枯草生殖生长期总黄酮积累规律及抗氧化活性研究[J].华北农学报,2012(2):170-174.
 [13] HUANG H Y, DENG B, ZHOU Y, et al. Study on extraction technological conditions of total flavonoids from *Toona sinensis* leaves[J]. Medicinal Plant, 2010, 1(4):29-32.
 [14] 朱飞娥,田自华,张子义.甘草总黄酮微波法提取工艺的研究[J].畜牧与饲料科学,2008,29(5):1-2.

(上接第 13027 页)

中山生态资产特点:①中山生态资产按构成大小排序分别为:水域>森林>农业>湿地,城市与未利用地提供的生态资产较少。②从生态资产变化看,水域生态资产 1990~2007 年略微增加,其中 1995~2000 年水域生态资产增加最大,森林生态资产基本保持稳定,变化幅度较小;农业生态资产持续下降,而湿地生态资产波动非常显著,森林生态资产保持相对平稳。

表 3 研究区生态系统整体生态资产 亿元

年份	森林	农业	城市	裸地	水域	湿地	成陆
1990	10.84	5.31	0.02	0	23.55	0.94	0
1995	10.5	4.44	0.08	0	23.09	1.53	17.80
2000	10.54	4.00	0.08	0	25.69	2.74	30.14
2007	10.08	2.86	0.19	0	24.21	0.77	45.64

3 结论

研究区生态系统为中山市社会经济快速稳定发展提供

强大的生态服务支持,然而由于对生态系统服务价值缺乏了解,特别是尽管生态系统有强大的价值,但由于缺乏定量可行的判断依据,很难为政府决策提供科学依据,人类在从生态系统获得大量财富的同时,却不给生态系统造成的损失买单,从而导致区域生态环境退化与土地利用流转。因此,必须将发展的成本纳入区域经济综合核算,以利于区域生态环境保护,为政府决策与可持续发展能力建设提供定量依据^[4]。

参考文献

[1] 黄兴文,陈百明.中国生态资产区划的理论及应用[J].生态学报,1999,19(5):602-606.
 [2] 卢兵友,徐玉新,王如松.拜泉生态农业建设的生态资产响应[J].生态学报,2002,22(12):2260-2263.
 [3] 潘耀忠,史培军,朱文泉等.中国陆地生态系统生态资产遥感定量测量[J].中国科学 D 辑,2004,34(4):375-384.
 [4] 王建民,王如松.中国生态资产概论[M].南京:江苏科学技术出版社,2002.