

# 区域生态服务价值对土地利用变化的响应\*

## ——以重庆市沙坪坝区为例

王成<sup>1\*</sup> 魏朝富<sup>1</sup> 邵景安<sup>1</sup> 高明<sup>1</sup> 蒋伟<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 西南大学资源环境学院, 重庆 400716; <sup>2</sup> 重庆市土地勘测规划院, 重庆 400720)

**【摘要】** 土地利用通过生态进程与服务间的相互作用影响生态系统提供的产品与服务。本研究以重庆市沙坪坝区为例, 采用 GIS 与实地调查, 运用 Costanza 等提出的生态服务价值系数, 结合敏感度分析, 探讨了区域生态服务价值对土地利用变化的响应。结果表明, 重庆市沙坪坝区在 1992~2002 年间生态服务价值从  $1.74 \times 10^7$  \$ 降低到  $1.68 \times 10^7$  \$, 净损失  $5.40 \times 10^5$  \$, 平均土地净损失生态服务价值  $13.62$  \$· $hm^{-2}$ ; 赋予各种土地利用类型生态服务价值系数大小对区域总生态服务价值变化影响不明显, 其变化相对稳定; 耕地、林地和园地生物量生态服务价值系数最接近于区域真实值, 水域生态服务价值系数偏高, 调整 30% 为每年  $5\,667$  \$· $hm^{-2}$ , 更接近于真实值; 运用现状系数法、变更系数法和 Costanza 模型估算区域土地利用变化导致生态服务价值变化切实可行, 可为区域土地利用效益评价及土地利用规划提供借鉴。

**关键词** 生态服务价值 土地利用变化 响应 沙坪坝区

文章编号 1001-9332(2006)08-1485-05 中图分类号 X171.1 文献标识码 A

**Responses of regional ecological service value to land use change: A case study of Shapingba County in Chongqing.** WANG Cheng<sup>1</sup>, WEI Chaofu<sup>1</sup>, SHAO Jing'an, GAO Ming<sup>1</sup>, JIANG Wei<sup>2</sup> (<sup>1</sup>College of Resource and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China; <sup>2</sup>Land Surveying and Planning Academy, Chongqing 400720, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2006, 17(8): 1485 ~ 1489.

Land use has significant effects on the products and services provided by ecosystem, through its interaction with ecosystem processes and services. Taking Shapingba County in Chongqing as an example, and by the Costanza method and ecological sensitivity analysis, this paper analyzed the effects of land use change on ecological service value. The results indicated that from 1992 to 2002, the ecological service value of this County was from \$  $1.74 \times 10^7$  to \$  $16.8 \times 10^7$ , i. e., \$  $0.54 \times 10^5$  was lost. Accordingly, each hectare land suffered an average loss of \$ 13.62. The ecological service value coefficient assigned to different categories of land use had little effects on the total ecological service value, and the total change of ecological service value was inelastic. The summation of the ecological service value coefficients assigned to cultivated land, forestland and garden land was very close to regional actualities. But, the ecological service value coefficient assigned to the waters was higher than the actual value, while rectifying 30 percent of the previous coefficient by  $5\,667$  \$· $hm^{-2}$ · $yr^{-1}$  would be very close to the actual one. Applying Costanza method to estimate the change of regional ecological service value was practicable, and would make a reference for the evaluation of land use benefits and the organization of land use planning.

**Key words** Ecological service value, Land use change, Shapingba County.

## 1 引 言

生态系统不仅创造了人类生存的环境, 还能为人类提供产品与服务满足人类生存的需要, 其产品与服务价值化已被广泛运用在理解和探讨人类可持续发展<sup>[3, 5, 12, 29, 32]</sup>。土地是各种自然生态系统的载体, 生态系统类型在土地利用中表现为土地利用类型, 土地利用作为人类最基本的实践活动, 通过区域生态进程和服务间的相互作用直接影响区域生态服务价值<sup>[2, 6, 31, 34]</sup>。Costanza 等<sup>[4]</sup>把生态系统的服务功能归纳为 17 种类型, 并且分别按 16 种不同生物群落用货币形式对生态服务价值进行了测算, 首次得

出了整个生物圈每年生态服务价值为  $1.60 \times 10^{13} \sim 5.40 \times 10^{13}$  \$, 平均值为  $3.30 \times 10^{13}$  \$; 赵景柱等<sup>[30]</sup>测算了全球 13 个国家每年生态服务价值, 其中加拿大最高, 为  $4.30 \times 10^{13}$  \$, 南非最低, 为  $1.00 \times 10^{12}$  \$, 中国为  $8.00 \times 10^{12}$  \$; 于贵瑞等<sup>[24, 25]</sup>和欧阳志云等<sup>[13-15]</sup>对生态服务价值的概念作了较为详细的论述, 得到了中国陆地生态系统每年有机质生产间接价值为  $1.57 \times 10^{13}$  元, 固定 CO<sub>2</sub> 总经济价值为  $7.73 \times 10^{11}$  元, 释放 O<sub>2</sub> 间接经济价值为  $2.84 \times 10^{12}$  元, 在氮、磷、钾等营养物质循环贮存间接经

\* 重庆市科委重点资助项目 (KJ060310)。  
\*\* 通讯联系人。E-mail: wchorange@163.com  
2005-08-18 收稿, 2006-05-22 接受。

济价值  $3.24 \times 10^{11}$  元, 减少土壤侵蚀间接经济价值为  $5.69 \times 10^{12}$  元, 涵养水源间接经济价值为  $2.71 \times 10^{11}$  元, 植物净化大气间接经济价值达  $4.89 \times 10^{12}$  元; 王中明等<sup>[20]</sup> 计算了中国松嫩平原, 1980~2002 年生态服务价值损失了  $1.19 \times 10^2$  \$; Alexander 等<sup>[1]</sup>、Lei 等<sup>[9]</sup> 和 Kaplowitz<sup>[7]</sup> 对估算全球生态服务价值的方法进行了探讨; 傅伯杰等<sup>[6]</sup> 在分析土地利用与土壤水分、土地利用与土壤养分、土地利用与水土流失 3 个方面关系的基础上, 提出了土地利用及其结构的变化是影响区域生态过程的重要因素. 因此, 对生态系统服务价值的定量评估已成为国际可持续发展研究的热点之一<sup>[27, 28]</sup>, 是当前生态学、生态经济学、环境科学以及土地管理科学的交叉前沿领域<sup>[16~18, 26]</sup>. 本研究以重庆市沙坪坝区作为研究区, 采用 GIS 与实地调查, 利用建立的土地利用数据库(图形库和属性库), 运用 Costanza 等<sup>[4]</sup> 提出的生态服务价值系数, 结合生态敏感度分析, 探讨了沙坪坝区 1992~2002 年土地利用变化及其由此引起的生态服务价值变化, 旨在探讨土地利用的合理性, 为区域土地资源优化配置、土地利用效益评价、土地利用规划及区域可持续发展提供理论参考.

## 2 研究地区与研究方法

### 2.1 自然概况

重庆市沙坪坝区是重庆市经济、科技文化比较集中和繁荣发达的地区之一(  $106^{\circ}14'36'' \sim 106^{\circ}31'35''E$ ,  $29^{\circ}27'13'' \sim 29^{\circ}46'36''N$  ), 地势南高北低, 自西向东为华蓥山状褶皱束的温塘峡背斜(缙云山), 白市驿向斜, 观音峡背斜(歌乐山)和重庆复向斜(石马河向斜)的中北段及它的次一级构造——磁口向斜和沙坪坝短轴背斜. 全区属亚热带季风气候, 气候温和、雨量充沛, 四季分明, 冬多云雾, 湿度大, 日照少, 霜雪少, 风力小, 年平均降水量 1 010 mm, 年平均气温  $18.3^{\circ}C$ . 全区辖 12 个镇, 13 个街道办事处, 2 个国营农场, 土地总面积  $3.96 \times 10^4$   $hm^2$ . 截至 2002 年末, 全区总人口为  $6.13 \times 10^5$  人, 其中城市人口  $4.37 \times 10^5$  人, 占全区总人口的 71.19%; 农村人口  $1.77 \times 10^5$  人, 占 28.81%.

### 2.2 数据收集与处理

数据主要来源于沙坪坝区 1992 年土地详查数据库、土地利用现状数据库(图形库和属性库)、变更数据库(图形库和属性库)和沙坪坝区行政区划图. 运用 ArcGIS 8.3 软件, 从土地利用变更数据库图形库中调出 1992 年和 2002 年 1:10 000 土地利用现状图. 利用 ArcTOOL 模块中“Intersection”命令将其进行叠置运算, 并用“Eliminate”命令去除因叠置而产生碎屑多边形, 将土地利用类型划分耕地、林地、园地、水域、建设用地和未利用地 6 类. 同时在属性库中调出两期矢量图的 Attribution”, 在 ArcTOOL 模块中利用“Join”命

令进行连接, 提取土地利用变化的信息, 对土地利用变化的类型及其频率进行分析.

### 2.3 生态服务价值的赋值

为便于量化不同土地利用类型的生态服务价值, 在不同社会、经济条件及不同生态尺度下, 产品与服务经济价值不变, 即一定值. 本研究采用 Costanza 等<sup>[4]</sup> 提出的生态服务价值系数, 对沙坪坝区各种土地利用类型赋予相应的生态服务价值系数. 耕地和园地生态服务价值计算采用 Temperate/boreal 系数, 林地生态服务价值计算采用 Cropland 系数, 水域生态服务价值计算采用 Lake/river 系数. 区域在 1992 年和 2002 年总的生态服务价值通过以下公式计算:

$$ESV = \sum (A_k \times VC_k) \quad (1)$$

式中,  $ESV$  代表生态服务价值;  $A_k$  代表  $k$  类土地利用类型的面积 ( $hm^2$ );  $VC_k$  代表  $k$  类土地利用类型的生态服务系数 ( $hm^{-2} \cdot yr^{-1}$ ).

考虑到赋予各种生物量价值系数的不确定性, 通过对相对应耕地、林地、园地和水域的生物量生态服务价值系数进行调整, 即在 Costanza 模型确定的基础上调整 50%, 运用敏感度 ( $CS$ ) 进行分析. 其计算公式:

$$CS = \frac{(ESV_j - ESV_i) / ESV_i}{(VC_{jk} - VC_{ik}) / VC_{ik}} \quad (2)$$

式中,  $ESV$  代表总生态服务价值量;  $VC$  代表价值系数, 分别代表最初价值系数和调整后的价值系数, 代表土地利用类型;  $CS$  代表敏感度.

## 3 结果与分析

### 3.1 重庆市沙坪坝区土地利用变化

由表 1 和图 1 可知, 重庆市沙坪坝区在 1992~2002 年间土地利用变化明显, 各土地利用类型间存在着相互转移, 以耕地变化的绝对量最大. 1992 年耕地面积为  $1.87 \times 10^4$   $hm^2$ , 2002 年耕地面积为  $1.64 \times 10^4$   $hm^2$ , 减少了 12.60%, 平均每年减少 1.26%; 相比而言, 建设用地从 1992 年  $6.72 \times 10^3$   $hm^2$  增加到 2002 年  $8.08 \times 10^3$   $hm^2$ , 10 年间建设用地面积增加 20.24%, 平均每年增加 2.02%, 其变化主要发生在覃家岗、溪、陈家桥、井口、土主和西永 6 个镇. 导致这种变化的原因是多方面的, 其最重要驱动力表现为政策的支持与城市化发展. 沙坪坝区作为重庆市的经济、教育重心, 随着重庆市的直辖和西部大开发政策的实施, 逐渐形成了发展科技、教育、文化产业和商贸流通为主的市城区的一个中心, 井口镇南溪工业园区、陈家桥镇至青木关镇沿线乡镇企业和歌乐山镇、中梁山镇旅游与生态农业结合片区 3 个副中心. 城乡二元经济结构, 2002 年全区城市化水平达到 82%, 城市化发展已进入了加速阶段. 林地从 1992 年  $6.03 \times 10^3$   $hm^2$  增加了

15.15%到2002年 $6.95 \times 10^3 \text{ hm}^2$ , 园地从1992年 $9.13 \times 10^2 \text{ hm}^2$ 增加到2002年 $1.44 \times 10^3 \text{ hm}^2$ , 10年间增加了1倍多, 区域土地覆盖率由1992年的17.54%增加到2002年的21.31%, 主要发生在歌乐山镇和中梁镇. 林地和园地的变化主要是源于: 一是国家宏观政策的调控, 大于 $25^\circ$ 坡耕地退耕还林、还园和还草; 二是农业结构内部调整与旅游资源的开发与重建.

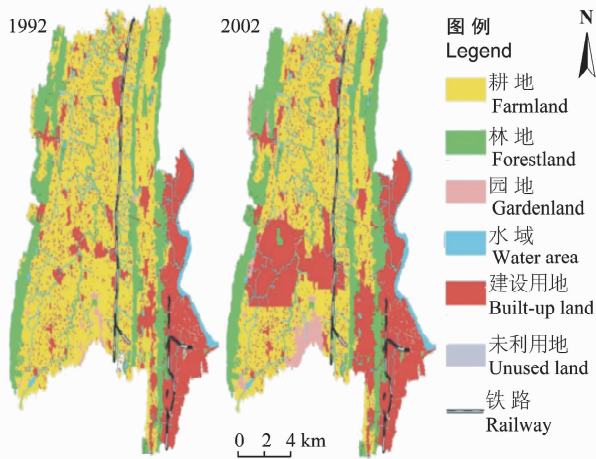


图1 1992年与2002年沙坪坝区土地利用变化  
Fig. 1 Land-use change in Shapingba County in 1992 and 2002.

表1 1992~2002沙坪坝区土地利用变化  
Table 1 Land use changes in Shapingba County in 1992 and 2002

土地利用类型 Land use categories	面积 Area (hm <sup>2</sup> )		面积变化 Area change (hm <sup>2</sup> )	1992~2002	
	1992	2002		变化率 Change ratio (%)	年变化率 Change ratio per year (%)
耕地 Farmland	18716.54	16358.53	-2358.01	-12.60	-1.20
林地 Forest land	6034.23	6948.34	914.11	15.15	1.52
园地 Garden land	913.24	1493.85	580.61	63.58	6.34
建设用地 Built-up land	6715.63	8083.23	1367.60	20.36	2.04
水域 Water area	1592.25	1501.17	-91.08	-5.72	0.57
未利用地 Unused land	5647.68	5384.57	-413.23	-7.32	0.73

### 3.2 重庆市沙坪坝区生态服务价值

重庆市沙坪坝区土地总面积为 $3.96 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 生态服务价值从1992年 $1.74 \times 10^7 \text{ \$}$ 降低到了2002年 $1.68 \times 10^7 \text{ \$}$ , 生态服务价值损失了3%, 达 $5.40 \times 10^5 \text{ \$}$ , 平均土地每年净损失生态服务价值 $13.62 \text{ \$} \cdot \text{hm}^{-2}$  (表2). 生态服务价值呈线性递减, 重庆市沙坪坝区在10年间将总共损失生态服务价值 $4.55 \times 10^6 \text{ \$}$ . 耕地面积从1992年 $1.87 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 到2002年 $1.64 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 10年间净减少 $2.36 \times 10^3 \text{ hm}^2$ , 生态服务价值净损失 $2.20 \times 10^5 \text{ \$}$ ,

平均每减少 $1 \text{ hm}^2$ 耕地将损失生态服务价值93\$, 主要发生在陈家桥镇、广溪镇、土主镇、西永镇、井口镇及青木关镇至陈家桥镇沿线; 2002年林地面积净增加 $9.14 \times 10^2 \text{ hm}^2$ , 生态服务价值增加了 $2.80 \times 10^5 \text{ \$}$ , 平均每增加 $1 \text{ hm}^2$ 林地区域生态服务价值将上升308\$; 园地2002年较1992年增加了 $5.81 \times 10^2 \text{ hm}^2$ , 生态服务价值增加了 $1.80 \times 10^5 \text{ \$}$ , 平均每增加 $1 \text{ hm}^2$ 园地区域生态服务价值将上升310\$, 主要发生在中梁镇、歌乐山镇及凤凰镇. 尽管重庆市沙坪坝区在1992~2002年间耕地面积大幅度减少, 但由此带来的生态服务价值损失仅占区域总生态服务价值损失的2/5, 区域内农用地内部转移, 导致区域生态服务价值盈亏不明显, 特别是园地与林地间相互转移. 因此, 土地利用变化是导致区域生态服务价值总量变化最直接的原因, 其变化方向是否合理, 直接决定了区域生态服务价值总量, 即土地利用效益. 土地利用规划者进行土地利用总体规划修编用地分区时, 必须充分考虑农用地之间及农用地与水域间的配置, 特别是对现有水域, 在确保发挥生态服务功能的同时, 加强保护, 防治由于施肥与农药带来的污染. 政策制定者在考虑土地利用产生效益的同时, 必须充分考虑由于土地利用带来的生态服务价值损失, 在二者之间建立一种平衡, 达到土地利用“三效益”的统一, 实现土地资源的优化配置和可持续利用. 建设用地自身具有一套估计生态服务价值方法<sup>[10, 11, 19, 21, 23]</sup>, 故此研究未对其进行生态服务赋值和计算. 另外, 未利用地在本研究中占地面积比较小, 生态服务功能相对其它地类要弱一些, 故此研究未对其进行生态服务赋值和计算.

### 3.3 生态服务敏感度分析

各种土地利用类型的生态服务价值系数每调整50%, 区域总生态服务量的变化小于2% (表3). 可见, 赋予土地利用类型生态服务价值系数的大小对区域总生态服务价值变化影响不大, 区域

表2 沙坪坝区1992年与2002年各土地利用类型总的生态服务价值及变化率

Table 2 Total ecosystem service value estimated for each land use category in Shapingba County and the overall change and rate of change between 1992 and 2002

土地利用类型 Land use categories	生态服务价值 Ecosystem service value ( $\times 10^6 \text{ \$} \cdot \text{yr}^{-1}$ )			变化 Change	
	1992	2002 ( $\times 10^6 \text{ \$}$ )	(%)	(%)	(%·yr <sup>-1</sup> )
耕地 Farmland	1.72	1.50	-0.22	-13	-1.15
林地 Forest land	1.82	2.10	0.28	15	1.38
园地 Garden land	0.28	0.45	0.18	64	5.78
水域 Water area	13.53	12.76	-0.77	-6	-0.52
合计 Total	17.35	16.81	-0.54	-3	0

表3 沙坪坝区 1992 年与 2002 年各土地利用类型生态服务灵敏度

Table 3 Ecosystem service sensitivity of different land use categories between 1992 and 2002 in Shapingba County

土地利用类型 Land use categories	生态服务价 值系数 Valuation coefficient	生态服务价值 Ecosystem service value		1992~2002 变化 1992~2002 change		价值系数调整的影响 Effect of change VC from original value			
						1992		2002	
		1992	2002	( $\times 10^6$ \$)	(%)	(%)	CS	(%)	CS
耕地 Farmland	VC + 50%	18.21	17.56	-0.65	-3.57	4.96	0.10	4.46	0.09
	VC - 50%	16.49	16.05	-0.44	-2.67	-4.96	-	-4.52	-
园地 Garden land	VC + 50%	17.49	17.04	-0.45	-2.57	0.81	0.02	1.37	0.03
	VC - 50%	17.21	16.58	-0.63	-3.66	-0.81	-	-1.37	-
林地 Forest land	VC + 50%	18.26	17.86	-0.40	-2.19	5.24	0.10	6.25	0.12
	VC - 50%	16.43	15.76	-0.67	-4.08	-5.24	-	-6.25	-
水域 Water area	VC + 50%	24.12	23.19	-0.93	-3.86	39.02	0.78	37.95	0.76
	VC - 50%	10.59	10.43	-0.16	-1.51	-39.02	-	-37.95	-

VC: 价值系数调整系数; CS: 敏感度系数

总的生态服务价值量的变化对于生态服务系数是相对稳定的。耕地、林地、园地和水域的生态服务价值各自调整 50% 时, 生态服务敏感度从最低 0.02 ~ 0.03 的园地到最高 0.76 ~ 0.78 的水域。耕地生态服务价值系数由每年 92 \$·hm<sup>-2</sup> 调整到 138 \$·hm<sup>-2</sup> 时, 沙坪坝区在 1992~2002 年生态服务价值量下降 3.57%, 每年净损失 6.51 × 10<sup>5</sup> \$, 高于未调整前的 3% 和每年净损失 4.55 × 10<sup>5</sup> \$; 生态服务价值系数由每年 92 \$·hm<sup>-2</sup> 调整到 46 \$·hm<sup>-2</sup> 时, 生态服务价值量下降 2.67%, 每年净损失 4.40 × 10<sup>5</sup> \$, 略低于未调整前的 3% 和每年净损失 4.55 × 10<sup>5</sup> \$。这说明耕地的生态服务价值系数每年 92 \$·hm<sup>-2</sup> 已接近区域耕地的生物量价值总和的生态价值系数真值。园地的生态服务价值系数由每年 302 \$·hm<sup>-2</sup> 调整到 453 \$·hm<sup>-2</sup> 时, 沙坪坝区在 1992~2002 年生态服务价值量下降 2.57%, 每年净损失 4.50 × 10<sup>5</sup> \$, 略低于未调整前的 3% 和每年净损失 4.55 × 10<sup>5</sup> \$; 生态服务价值系数由每年 3.02 × 10<sup>2</sup> \$·hm<sup>-2</sup> 调整到 151 \$·hm<sup>-2</sup> 时, 生态服务价值量下降 3.66%, 每年净损失 6.30 × 10<sup>5</sup> \$, 高于未调整前的 3%, 每年净损失 4.55 × 10<sup>5</sup> \$, 其变化的幅度较小, 说明园地的生态服务价值系数每年 302 \$·hm<sup>-2</sup> 已接近区域园地的生物量价值总和的生态价值系数真值。林地的生态服务价值系数由每年 302 \$·hm<sup>-2</sup> 调整到 453 \$·hm<sup>-2</sup> 时, 沙坪坝区在 1992~2002 年生态服务价值量下降 2.19%, 每年净损失 4.00 × 10<sup>5</sup> \$, 略低于未调整前的 3% 和每年净损失 4.55 × 10<sup>5</sup> \$; 生态服务价值系数由每年 302 \$·hm<sup>-2</sup> 调整到 151 \$·hm<sup>-2</sup> 时, 生态服务价值量下降 4.08%, 每年净损失 6.70 × 10<sup>5</sup> \$, 高于未调整前的 3% 每年净损失 4.55 × 10<sup>5</sup> \$, 其变化的幅度较小, 说明林地的生态服务价值系数每年 302 \$·hm<sup>-2</sup> 已接近区域林地的生物量价值总和的生态价值系数真值。水域生态服务价值系数由每年 8 498 \$·hm<sup>-2</sup> 调整到 12 747 \$·hm<sup>-2</sup> 时, 沙坪坝区在 1992~2002 年生态服务价值量下降 3.86%, 每年净损失 9.30 ×

10<sup>5</sup> \$, 高于未调整前的 3% 和每年净损失 4.55 × 10<sup>5</sup> \$; 生态服务价值系数由每年 8 498 \$·hm<sup>-2</sup> 调整到 4249 \$·hm<sup>-2</sup> 时, 生态服务价值量下降 1.51%, 每年净损失 1.60 × 10<sup>5</sup> \$, 低于未调整前的 3% 和每年净损失 4.55 × 10<sup>5</sup> \$, 其变化的幅度较大, 这说明水域生态服务价值系数每年 8 489 \$·hm<sup>-2</sup> 高于区域水域的生物量价值总和的生态价值系数真值, 这与构成研究区水域的地类大部分为坑塘、鱼塘和小流域有关, 所提供产品与服务低于世界普遍水平, 其生物量生态服务价值系数调整 30% 达每年 5 665 \$·hm<sup>-2</sup> 更接近于真值。

#### 4 讨论

用货币形式量化土地利用所提供产品与服务是土地“三效益”间比较最直接的方式, 是区域土地资源优化配置的最好体现。采用 Costanza 等<sup>[4]</sup>提出的各种土地利用类型生物量系数法, 分析研究区 10 年间 (1992~2002 年) 生态服务价值量随土地利用变化的响应情况, 得到了研究区生态服务价值 10 年间平均 1 hm<sup>2</sup> 土地年净损失生态服务价值为 13.62 \$, 与 1976~1991 年美国圣安东尼奥地区 1 hm<sup>2</sup> 的变化较一致 (23.22 \$)<sup>[8]</sup>; 与 1990~2000 年间中国上海市崇明岛地区 (1.08 × 10<sup>2</sup> \$) 和 1980~2000 年间中国松嫩平原 (2.51 × 10<sup>2</sup> \$) 相比<sup>[20,30]</sup>, 变化差异较大。其主要原因在于尽管不同区域小气候同一土地利用类型提供的产品与服务数量存在差异, 但总体上, 具有不同条件的区域, 其生态系统提供的生态服务功能基本一致, 林地与园地具有水源涵养、水土保持、CO<sub>2</sub> 固定和空气净化等生态服务功能<sup>[22]</sup>; 耕地具有提供产品、调节气候和净化等生态服务功能<sup>[28]</sup>; 草地具有侵蚀控制、固碳、土壤碳累积 (气候调节)、废弃物降解和营养物质循环等生态服务功能<sup>[33]</sup>; 水域具有调蓄洪水、通河道、水资源蓄积、土壤持留、净化环境、固定碳和休闲娱乐等生态服务功能<sup>[14]</sup>。区域生态服务价值的变化与土地利用类型间的相互转移有密切关系, 土地利用类型间转移一致, 导致平均 1 hm<sup>2</sup> 土地年净损失生态服务价值量较一致, 如本研究与美国圣安东尼奥地

区主要表现为耕地转移为其他土地利用类型,而松林平原与崇明岛主要表现为林地、园地和湿地转移为其他土地利用类型,其区域 1 hm<sup>2</sup> 土地年净损失远远超过耕地转移为其他土地利用类型。

赋予各种土地利用类型的生态服务价值体系是 Costanza 等<sup>[4]</sup>在一定理论背景和实践环境下提出的,其赋值具有普遍性。不同区域小气候差异明显,在本研究中, Costanza 等<sup>[4]</sup>提出的耕地、园地和林地生物量价值总和的生态服务价值系数分别为每年 92、302 和 302 \$·hm<sup>-2</sup>, 比较接近沙坪坝区的真实值,但水域生物量价值总和的生态服务价值高于沙坪坝区的真实值,调整 30% 达每年 5 667 \$·hm<sup>-2</sup>, 更接近于真实值。因此,根据区域具体情况,对反映各种土地利用类型提供产品与服务生物量进行更科学地、更准确赋值仍比较困难,特别是土地利用类型间相互转移后其生物量如何改变,对区域生态系统那些方面产生影响而进行准确赋值,必须经过长期的野外调查和长期定位实验,用货币形式准确量化区域生态服务价值量的变化,为制定区域土地资源优化和可持续利用政策提供切实可行理论基础。仍是今后研究的核心与难点。采用土地利用现状库(图形库和属性库)和结合 RS 手段与实地调查,对其进行更新与补充建立变更数据库(图形库和属性库),运用 Costanza 等提出的生态服务价值系数,结合敏感度分析,研究土地利用变化量化区域生态服务价值是切实可行的。

## 参考文献

- Alexander MA, List JA, Margolis M, et al. 1998. A method for valuing global ecosystem service. *Ecol Econ*, **27**: 161~170
- Bai X-F (白晓飞), Chen H-W (陈焕伟). 2004. The change of ecosystem services and their values in various constructions of land use. *Chin J Eco-Agric* (中国生态农业学报), **12** (1): 180~182 (in Chinese)
- Bingham C, Bishop R, Brody M, et al. 1995. Issues in ecosystem valuation: Improving information for decision making. *Ecol Econ*, **14**: 73~90
- Costanza R, d' Arge R, de Groot R, et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387**: 253~260
- Donaldson J. 2003. Issues affecting the value of ecosystem services in agricultural systems and implications for conservation farming. Proceedings of the VII International Rangelands Congress, 1499~1504
- Fu B-J (傅伯杰), Chen L-D (陈利顶), Wang J (王军), et al. 2003. Land use structure and ecological processes. *Quat Sci* (第四纪研究), **23** (3): 247~253 (in Chinese)
- Kaplowitz MD. 2000. Identifying ecosystem services using multiple methods: Lessons from the mangrove wetlands of Yucatan, Mexico. *Agric Human Value*, **17**: 169~179
- Kreuter UP, Harris HG, Matlock MD, et al. 2001. Change in ecological service values in the San Antonio Area, Texas. *Ecol Econ*, **39**: 333~346
- Lei KP, Wang ZS. 2003. The value of the ecosystem services and method. *J Geogr Sci*, **13**: 339~347
- Li F (李峰), Wang R-S (王如松). 2003. Evaluation, planning and prediction of ecosystem services of urban green space. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **23** (9): 1929~1936 (in Chinese)
- Li F (李峰), Wang R-S (王如松). 2004. Research advance in ecosystem service of urban green space. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **15** (3): 527~531 (in Chinese)
- Luck GW, Daily GC, Ehrlich PR. 2003. Population diversity and ecosystem services. *Trends Ecol Evol*, **18**: 331~335
- Ouyang Z-Y (欧阳志云), Wang R-S (王如松), Zhao J-Z (赵景柱). 1999. Ecosystem services and their economic valuation. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **10** (5): 635~640 (in Chinese)
- Ouyang Z-Y (欧阳志云), Wang X-K (王效科), Miao H (苗鸿). 1999. A primary study on China's terrestrial ecosystem service. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **19** (5): 607~613 (in Chinese)
- Ouyang Z-Y (欧阳志云), Zhao T-Q (赵同谦), Wang X-K (王效科), et al. 2004. Ecosystem services analyses and valuation of China terrestrial surface water system. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **24** (10): 2091~2099 (in Chinese)
- Peng J (彭建), Wang Y-L (王仰麟), Zhang Y (张源), et al. 2004. Land use change and its ecological effect in the ecotone of northwest of Yunnan Province, China. *Acta Geogr Sin* (地理学报), **59** (4): 629~638 (in Chinese)
- Ren ZY, Zhand YF, Li J. 2003. The value of vegetation ecosystem services: A case of Qinling-Daba Mountains. *J Geogr Sci*, **13**: 195~200
- Van Wilgen BW, Cowling RM, Burgers CJ. 1996. Valuation of ecosystem services: A case study from South African fynbos ecosystems. *BioScience*, **46**: 184~189
- Wang R-S (王如松). 2000. The frontiers of urban ecological research in industrial transformation. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **20** (5): 830~840 (in Chinese)
- Wang ZM, Zhang B, Song KS, et al. 2005. Estimates of loss in ecosystem service values of Songnen Plain from 1980 to 2000. *J Geogr Sci*, **15**: 80~86
- Xia L-H (夏丽华), Song M (宋梦). 2002. Study of city ecosystem services in economically developed region. *J Guangzhou Univ* (Nat Sci) (广州大学学报·自然科学版), **1** (3): 71~74 (in Chinese)
- Xiao H (肖寒), Ouyang Z-Y (欧阳志云), Zhao J-Z (赵景柱), et al. 2000. Forest ecosystem services and their ecological valuation. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **11** (4): 481~484 (in Chinese)
- Xu Q (徐倩), He M-C (何孟常), Yang Z-F (杨志峰), et al. 2003. Assessment on urban ecosystem services of Guangzhou City. *J Beijing Norm Univ* (Nat Sci) (北京师范大学学报·自然科学版), **38** (2): 268~272 (in Chinese)
- Yu G-R (于贵瑞). 2001. A conceptual framework and the ecological basis for ecosystem management. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **12** (5): 787~794 (in Chinese)
- Yu G-R (于贵瑞), Xie G-D (谢高地), Yu Z-L (于振良), et al. 2002. Important ecological topics on regional scale ecosystem management in China. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **13** (7): 885~891 (in Chinese)
- Yu SX, Shang JC, Guo HC. 2004. Evaluation of ecological services of Jilin Province, Northeast China. *Chin Geogr Sci*, **14**: 215~220
- Zhang J-E (章家恩), Rao W-M (饶卫民). 2004. Discuss on agroecosystem services and sustainable utilization. *Chin J Ecol* (生态学杂志), **23** (4): 99~102 (in Chinese)
- Zhang X-Y (张雪英), Li Y-Z (黎颖治). 2004. Ecosystem services and sustainable development. *Ecol Sci* (生态科学), **23** (3): 286~288 (in Chinese)
- Zhao B, Kreuter U, Li B, et al. 2004. An ecosystems service value assessment of land use change on Chongming island, China. *Land Use Policy*, **21**: 139~148
- Zhao J-Z (赵景柱), Duan G-M (段光明), Ren Z-P (任子平), et al. 2004. Study on the relative economic value of eco-environmental contributions. *Environ Sci* (环境科学), **25** (5): 1~4 (in Chinese)
- Zhao J-Z (赵景柱), Xiao H (肖寒), Wu G (吴刚). 2000. Comparison analysis on physical and value assessment methods for ecosystems services. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **11** (2): 290~292 (in Chinese)
- Zhao J-Z (赵景柱), Xu Y-J (徐亚骏), Xiao H (肖寒), et al. 2003. Ecosystem services evaluation based on comprehensive national power for sustainable development. *Syst Eng Theory Practice* (系统工程理论与实践), (1): 121~126 (in Chinese)
- Zhao T-Q (赵同谦), Ouyang Z-Y (欧阳志云), Jia L-Q (贾良清), et al. 2004. Ecosystem services and their valuation of China grassland. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **24** (6): 1101~1110 (in Chinese)
- Zhou J-X (周敬宣), Chen Y-F (陈云峰), Xiao J (肖杰), et al. 2004. Dynamic assessment of ecosystem service value. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **24** (4): 743~749 (in Chinese)

作者简介 王成,男,1974年■生,博士。主要从事土地利用与生态过程研究,发表文章10余篇。■: 023-68251249; E-mail: wchorange@163.com

责任编辑 肖红

