

新疆伊犁河流域生态服务价值对土地利用变化的响应

孙慧兰^{1,2}, 李卫红^{1,2,*}, 陈亚鹏^{1,2}, 徐长春³

(1. 中国科学院绿洲生态与荒漠环境重点实验室, 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011;

3. 新疆大学资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046)

摘要:以伊犁河流域为研究对象,运用GIS手段和生态经济学方法,采用Costanza生态系统服务价值计算公式,参照谢高地等人的中国陆地生态系统服务单位面积价值,结合敏感度分析,探讨了伊犁河流域1985—2005年土地利用和生态系统服务价值的变化特征。研究表明:1985—2005年间伊犁河流域土地利用处于发展阶段,土地利用程度呈增大趋势。研究期内生态系统服务价值总体有所上升,从 482.83×10^8 元上升到 506.44×10^8 元,增加了 23.61×10^8 元;水域和耕地对研究区总体服务功能变化的贡献率最大,而牧草地生态服务功能的下降对研究区总体生态服务功能的增加具有较大负贡献。研究区生态经济的发展已处于协调水平的边缘,需要加强对生态环境的保护力度。

关键词:土地利用;生态服务价值;生态经济协调度;伊犁河流域

Response of ecological services value to land use change in the Ili River Basin, Xinjiang, China

SUN Huilan^{1,2}, LI Weihong^{1,2,*}, CHEN Yapeng^{1,2}, XU Changchun³

1 Key Laboratory of Oasis Ecology and Desert Environment, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, 830011, China

2 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

3 College of Resources and Environmental Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China

Abstract: By the GIS and ecological economy theory, based on the Costanza method and the Chinese land ecosystem services unit area value proposed by Xie Gaodi, and combined with the sensitivity coefficient analysis, this paper analyzed the variation features of land use change and ecological services value in the Ili River Basin during 1985—2005. Results show that the land use in the Ili River Basin was at its developing stage from 1985 to 2005. The magnitude of land use exhibited an increasing trend, and meanwhile the ecological services value, from 482.83×10^8 Yuan to 506.44×10^8 Yuan, also showed an increasing trend. Water area and farmland contributed to the overall increasing eco-services change dominantly, while the decreased grassland eco-services contributed to it negatively. The development of eco-economy in the Ili River Basin has been on the verge of incoordination. The ecological environmental protection should be further enhanced.

Key Words: land use; ecological services value; coordination of ecosystem and economy; Ili River Basin

生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件和效用,包括对人类生存及生活质量有贡献的生态系统产品和生态系统功能^[1-2]。它是区域实现可持续发展的基础之一。近年来已成为生态系统可持续研究的热点之一。土地利用作为人类最基本的实践活动,对维持生态系统服务功能起着决定性的作用^[3]。研究土地利用背景下的生态系统服务价值变化对促进区域生态建设、研究区域可持续发展具有重要意义^[4-5]。

基金项目:国家“十一五”科技支撑资助项目(2007BAC15B08)

收稿日期:2008-12-08; **修订日期:**2009-02-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liwh@ms.xjb.ac.cn

伊犁河流域是新疆土地资源开发中最大的一片“处女地”,其水土资源开发与利用不仅对新疆农业发展、农业结构战略调整和布局,以及国家的粮食安全、边疆繁荣稳定等具有重大的战略意义,而且还是伊犁河流域农业结构调整、产业升级、新农村建设以及开拓中亚和欧洲市场的契机。随着水土资源大规模的开发利用,伊犁河流域地表径流量减少,植被退化,动植物资源大量减少,土地利用变化显著,该区面临的生态环境问题也日益突出^[6]。本文旨在通过定量探讨该地区土地利用和生态系统服务价值的变化情况,为伊犁河流域水土资源开发利用和生态系统可持续管理提供科学依据。

1 研究区概况

伊犁河流域位于 42°14'16"N—44°50'30"N, 80°09'42"E—84°56'56"E,地处欧亚大陆中心,新疆维吾尔自治区的西北部。该区地形复杂,天山西部多支脉和纵横交错的河流将其分割为伊犁谷地、巩乃斯谷地、特克斯谷地、喀什河谷丘陵和昭苏盆地等五个地域单元,整个地形东高西低,呈喇叭状,迎着西风带带来的水汽方向开放,具有多样的自然条件。全区属温带大陆性气候,年平均气温 10.4℃,年平均降水量 417.6 mm。

2 数据来源及研究方法

2.1 土地利用数据的来源及分析方法

本文采用来源于“中国西部环境与生态科学数据中心”的 1985 年和 2000 年土地利用/覆盖数据,伊犁河流域 2005 年土地利用变更数据,并结合实地勘察验证及相关资料查证等,利用 ArcGIS 等相关软件对土地利用/覆盖数据进行再处理。采用土地利用一级分类系统,将土地利用类型划分为耕地、林地、牧草地、水域、建设用地和未利用地 6 类。

引进多样性指数(H)^[7]、土地利用动态度(R)以及土地利用综合指数(L)等指标^[8-13],来描述伊犁河流域土地利用的变化情况,其表达式分别为:

$$H = - \sum P_k \ln(P_k) \quad (1)$$

式中, P_k 为景观类型 k 所占面积的比例; k 为景观类型的数目。随着 H 值的增加,土地利用的复杂性也趋于增加。

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

式中, U_a, U_b 分别为研究期初及研究期末某一种土地利用类型的数量; T 为研究期时段长。

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n \times C_i \quad (3)$$

式中, L 为研究区土地利用程度综合指数, A_i 为研究区第 i 级土地利用程度分级指数, C_i 为研究区内第 i 级土地利用程度土地所占面积的百分比。土地利用程度变化模型为:

$$\Delta L = L_a - L_b = 100 \times \left[\sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ib}) - \sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ia}) \right] \quad (4)$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ib}) - \sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ia})}{\sum_{i=1}^n (A_i \times C_{ia})} \quad (5)$$

式中, ΔL 为土地利用程度变化量, R 为土地利用程度变化率, L_a, L_b 分别为研究初期和研究末期的区域土地利用强度综合指数。 A_i 为研究区第 i 级土地利用程度分级指数。 C_{ia} 和 C_{ib} 为研究区内研究初期和末期第 i 级土地利用程度土地所占的面积百分比。如果 $\Delta L > 0$ 或 $R > 0$,则该区土地利用处于发展阶段。如果 $\Delta L < 0$ 或 $R < 0$,则该区土地利用处于衰退期。如果 $\Delta L = 0$ 或 $R = 0$,则该区土地利用处于稳定期。土地利用分级标准见表 1。

2.2 生态系统服务价值评价方法

Costanza 等人^[14]的估算是全球尺度上进行。为了减少应用于中国陆地生态系统所造成的误差,谢高

地等人以 Costanza 等人的研究成果为参考,结合对我国 200 位生态学者进行的生态问卷调查结果,建立了中国陆地生态系统单位面积服务价值表。考虑到研究区的实际情况和当前的研究进展,本文利用 Costanza 的 *ESV* 计算公式,参照中国陆地生态系统服务单位面积价值计算了伊犁河流域生态系统服务的价值^[15-16]。

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

(6)

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 (hm²);*VC_k* 为第 *k* 类土地利用类型的生态服务系数 (yuan·hm⁻²·a⁻¹)。表 2 为中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值表。

表 1 土地利用程度分级赋值
Table 1 The assign of land use degree

分级指数 Grading index	分级类型 Grading type	各分级所含土地利用类型 Land use type
1	未利用土地级 Unused land	未利用地或难利用地 Unused land
2	林、草、水用地级 Forest land, Grass land, Water area	林地、草地、水域 Forest land, Grass land, Water area
3	农业用地级 Agricultural land use	耕地、园地、人工草地 Farmland, Garden land, Artificial grassland
4	城镇聚落用地级 Town habitat land	城镇、居民点用地、交通用地 Urban, Residential land, Traffic land

表 2 中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值/(元/hm²)
Table 2 Chinese ecosystem services value unit area of different ecosystem types/(yuan/hm²)

服务类型 Service type	森林 Forest	草地 Grassland	农田 Farmland	湿地 Wetland	水体 Water area	荒漠 Desert areas
气体调节 Gas regulation	3097	707.9	442.4	1592.7	0	0
气候调节 Climate regulation	2389.1	796.4	787.5	15130.9	407	0
水源涵养 Water reservation	2831.5	707.9	530.9	13715.2	18033.2	26.5
土壤形成与保护 Formation and protection of soil	3450.9	1725.5	1291.9	1513.1	8.8	17.7
废物处理 Waste disposal	1159.2	1159.2	1451.2	16086.6	16086.6	8.8
生物多样性保护 Biodiversity conservation	2884.6	964.5	628.2	2212.2	2203.3	300.8
食物生产 Food production	88.5	265.5	884.9	265.5	88.5	8.8
原材料 Raw materials	2300.6	44.2	88.5	61.9	8.8	0
娱乐文化 Entertainment and culture	1132.6	35.4	8.8	4910.9	3840.2	8.8
合计 Total	19334	6406.5	6114.3	55489	40676.4	371.4

鉴于赋予各种生物量的价值系数的不确定性,本文通过对相应耕地、林地、牧草地和水域的生物量生态服务系数进行调整,即在 Costanza 模型确定的基础上调整 50%,运用敏感度 (*CS*) 进行分析,其计算公式为:

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

(7)

式中,*CS* 代表敏感度。*ESV* 代表总生态服务价值量;*VC* 代表价值系数,*i* 和 *j* 分别代表最初的价值系数和调整后的价值系数;*k* 代表土地利用类型。*CS* 是指 *VC* 变动 1% 引起的 *ESV* 的变化情况,如果 *CS* > 1,说明 *ESV* 对 *VC* 是富有弹性的;如果 *CS* < 1,则说明 *ESV* 对 *VC* 是缺乏弹性的,比值越大,表明 *VC* 的准确性越关键^[4,17-19]。

2.3 生态经济协调度

指的是研究期内单位面积生态系统服务价值的变化率 (*ES_{pr}*) 与单位面积 *GDP* 变化率 (*GDP_{pr}*) 之比:

$$EEH = \frac{ES_{pr}}{GDP_{pr}}$$

(8)

$$ES_{pr} = \frac{ES_{pj} - ES_{pi}}{ES_{pi}}$$

(9)

$$GDPM_{pr} = \frac{GDP_{pj} - GDP_{pi}}{GDP_{pi}} \quad (10)$$

式中, ES_{pi} 、 ES_{pj} 分别为研究区某时期始、末年份的单位面积生态系统服务功能 ($\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$), GDP_{pi} 、 GDP_{pj} 为研究区某时期始、末年份的单位面积 GDP ($\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$)。如果 $EEH \geq 1$ 表示研究期内生态系统服务价值的增长不低于经济增长速度; $0 \leq EEH < 1$ 表示研究期内生态系统服务价值的增长速度低于经济增长速度; $-1 \leq EEH < 0$ 表示研究期内生态服务价值的增长为负, 社会经济发展已经对生态环境产生负面影响, 区域生态经济发展水平为不协调^[20]。

3 结果与分析

3.1 伊犁河流域土地利用变化

从伊犁河流域土地利用总体情况来看, 整个地区牧草地所占面积最大, 是该区的主要土地利用类型; 其次是耕地、林地; 三者 1985 年、2000 年、2005 年均占到 83% 以上。建设用地所占比例最小。通过计算伊犁河流域土地利用多样性指数可以看出, 伊犁河流域土地利用多样性指数有所增加, 这说明其土地利用向着多样化方向发展, 牧草地面积变化虽然从比例上看变化不明显, 但有所下调。

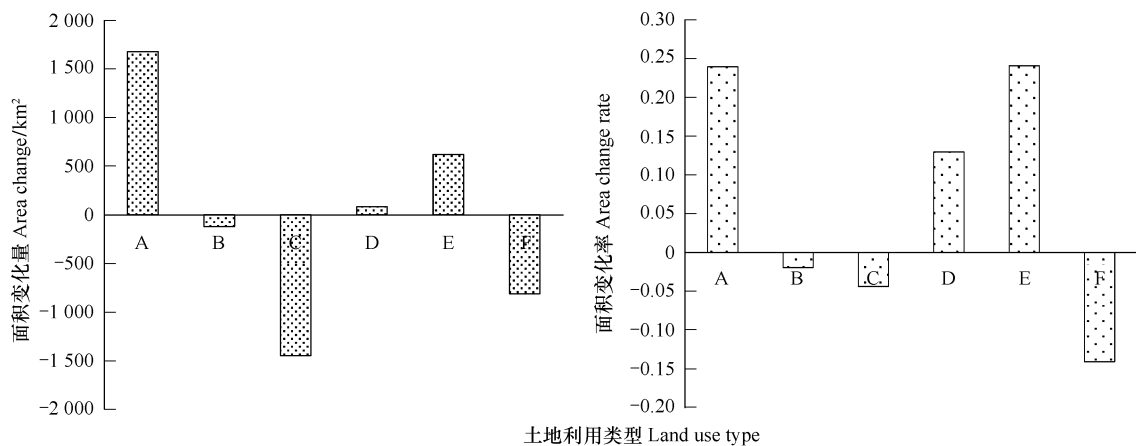


图 1 伊犁河流域 1985—2005 年土地利用类型面积变化量及变化率

Fig. 1 The land use area change and area change rate of Ili area between 1985 and 2005

A: 耕地; B: 林地; C: 牧草地; D: 建设用地; E: 水域; F: 未利用土地

从图 1 可以看出, 1985—2005 年间, 伊犁河流域耕地的增加量最大 ($16.76 \times 10^4 \text{ hm}^2$), 牧草地的减少量最大 ($14.47 \times 10^4 \text{ hm}^2$), 建设用地的变化最小, 仅增加 $0.84 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。除了耕地、水域、建设用地有所增加外, 牧草地、未利用土地、林地均有所减少。土地面积变化幅度最大的是水域 (0.2411)、耕地 (−0.2396), 林地变化最小 (−0.0193), 牧草地虽然减少量较大, 但因其本身所占面积较大, 减少幅度仅高于林地。

根据单一土地利用动态度计算结果可知: 伊犁河流域 1985—2000 年和 2000—2005 年相比较, 土地利用变化的速度有所升高 (图 2)。1985—2000 年间, 在 6 类土地利用类型中, 水域的动态度最高, 耕地次之, 林地最小; 2000 年到 2005 年间, 耕地动态度最大、建设用地、未利用土地次之, 林地最小。

从土地利用程度变化综合指数来看, 伊犁河流域土地利用程度在 1985—2005 年间均呈增大趋势, 土地利用综合指数有所增加 (将系数 100 扣除, 1985 年为 2.046, 2000 年为 2.051, 2005 年为 2.094), 3 个年份的土地利用综合指数处于 2—3 之间, 反映出伊犁河流域整体土地利用程度为中等, 总体土地利用程度处于粗放利用型与集约利用型之间, $\Delta L > 0$ 且 $R > 0$, 说明该区土地利用处于发展阶段, 20a 来伊犁河流域土地利用强度逐渐增大。

3.2 伊犁河流域生态服务价值变化

根据伊犁河流域1985年、2000年和2005年的各生态系统土地面积和谢高地所提出的生态系统服务单价,分别计算伊犁河流域3期的生态系统服务价值。由表3可知,1985年、2000年和2005年伊犁河流域生态系统服务价值分别为 482.83×10^8 元, 499.52×10^8 元, 506.44×10^8 元,总体呈上升趋势。从各生态系统服务价值的构成来看,牧草地、水域、林地的生态服务价值占整个系统的89%以上,是生态系统服务的主体部分。

1985—2005年,耕地增加了 $16.76 \times 10^4 \text{ hm}^2$,生态服务价值增加了 10.25×10^8 元;牧草地减少了 $14.47 \times 10^4 \text{ hm}^2$,生态服务价值损失了 9.27×10^8 元;未利用土地减少了 $8.11 \times 10^4 \text{ hm}^2$,生态服务价值损失了 0.3×10^8 元;水域增加了 $6.22 \times 10^4 \text{ hm}^2$,生态服务价值增加了 25.28×10^8 元;林地减少了 $1.22 \times 10^4 \text{ hm}^2$,生态服务价值损失了 2.35×10^8 元。尽管水域面积仅占全区总面积的4.67%—5.79%之间,生态服务价值却占到了21.72%—25.70%之间;林地面积占11.40%—11.75%之间,生态服务价值占25.22%—23.58%。牧草地面积占59.67%—57.05%,生态服务价值占43.76%—39.89%;耕地面积变化最大,面积增加了 $16.76 \times 10^4 \text{ hm}^2$,但是生态服务价值仅占8.86%—10.47%。水域面积变化虽然不是最大的,但是由于其本身具有的单位生态服务价值较大,故其增加量占总生态系统服务价值变化量的50%以上,有效的补充了生态服务价值的损失,因此,水域的生态价值的变化在一定程度上决定了伊犁河流域生态系统服务价值的变化。

1985—2005年间,伊犁河流域的生态服务价值有所增长,但是应该注意到,1985—2000年伊犁河流域生态服务价值年均增加 1.11×10^8 元,2000—2005年生态服务价值年均增加 1.39×10^8 元,可见后期的生态价值年变化率要大于前期,即伊犁河流域生态服务价值变化正在加速。这与近年来水土资源开发开发有很大关系。

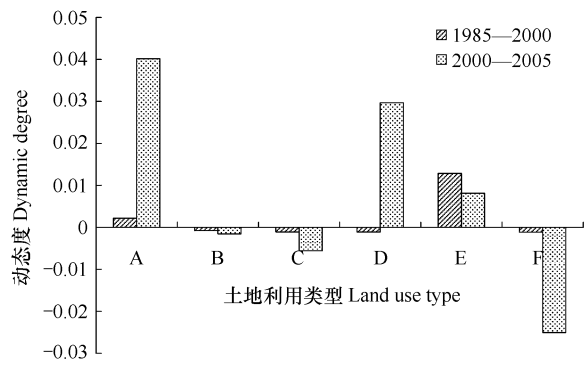


图2 伊犁河流域1985—2005年土地动态度

Fig. 2 The land use dynamic degree of Ili area between 1985 and 2005

A:耕地;B:林地;C:牧草地;D:建设用地;E:水域;F:未利用土地

表3 1985年、2000年和2005年伊犁河流域生态服务价值变化

Table 3 Variations of ecosystem service values in Ili area from 1985 to 2005

土地利用类型 Land use type	1985 年		2000 年		2005 年	
	ESV	价值比例/% Percent	ESV	价值比例/% Percent	ESV	价值比例/% Percent
耕地 Farmland	42.79	0.089	44.17	0.088	53.04	0.105
林地 Forest land	121.76	0.252	120.34	0.241	119.41	0.236
牧草地 Grass land	211.26	0.438	207.83	0.416	202.00	0.399
水域 Water area	104.88	0.217	125.08	0.250	130.16	0.257
未利用土地 Unused land	2.14	0.004	2.10	0.004	1.84	0.004

生态服务价值 Ecosystem service value(ESV)/ 10^8 yuan

3.3 生态系统单项服务功能价值变化

1985—2005年伊犁河流域生态系统单项服务功能价值(ESV_f)变化的总体趋势是:气候调节、水源涵养、废物处理、生物多样性保护、食物生产以及娱乐文化等都在增加,其中水源涵养增幅最大,变化率达11.70%,这主要是由水源涵养价值系数较高的水域面积增加引起的;气体调节、土壤形成和保护以及原材料在减小,其中气体调节减少最大,变化率为1.44%,这主要是由于气体调节价值系数较大的林地、草地面积减少造成的。从生态系统服务功能分析,废物处理、水源涵养和土壤形成和保护的价值贡献率最大,贡献率接近60%;原材料和食物生产的贡献率最小,贡献率不足7%,伊犁河流域生态系统的的服务性功能远远大于生产性功能。

表 4 1985—2005 年伊犁河流域生态系统服务功能价值变化表

Table 4 Estimated Annual Value of Ecosystem Service Functions Between 1985 and 2005

服务类型 Service type	1985 年			2005 年			1985—2005 年		
	ESV_f	%	排序 Ranking	ESV_f	%	排序 Ranking	ΔESV_f	%	排序 Ranking
气体调节 Gas regulation	45.9	9.5	6	45.3	8.9	6	-0.7	-1.4	↓
气候调节 Climate regulation	47.9	9.9	5	48.0	9.5	5	0.1	0.3	↑
水源涵养 Water reservation	91.5	19.00	2	102.3	20.2	2	10.7	11.7	↑
土壤形成与保护 Formation and protection of soil	87.8	18.2	3	87.0	17.2	3	-0.8	-0.9	↓
废物处理 Waste disposal	97.2	20.1	1	107.8	21.3	1	10.6	10.9	↑
生物多样性保护 Biodiversity conservation	61.8	12.8	4	62.2	12.3	4	0.4	0.7	↑
食物生产 Food production	15.8	3.3	9	16.9	3.3	8	1.1	7.2	↑
原材料 Raw materials	16.6	3.4	8	16.4	3.2	9	-0.2	-1.2	↓
娱乐文化 Entertainment and culture	18.3	3.8	7	20.5	4.1	7	2.2	12.0	↑
合计 Total	482.8	100.0	-	506.4	100.0	-	23.6	-	-
生态服务价值 Ecosystem service value (ESV)/ 10^8 yuan									

3.4 敏感度分析

根据 CS 计算公式,为计算方便,本文把 VC 分别上下调整 50%,计算出伊犁河流域 1985 年,2000 年以及 2005 年的 CS (如图 3)。结果表明, ESV 对 CS 的敏感性指数都小于 1,由高到低依次为牧草地、林地、水域、耕地、未利用土地,最高值为 0.42—0.44,说明当牧草地的 VC 增加 1% 时, ESV 增加 0.42%—0.44%。这表明,研究区内 ESV 对 VC 是缺乏弹性的,研究结果是可信的。

3.5 生态经济协调发展分析

伊犁河流域目前处于开发建设的初级发展阶段,由于处于干旱区,生态环境十分脆弱,环境负荷率较低。虽然在一定时期内,其生态经济的协调发展不一定要求生态系统服务价值的增长速度等于或高于经济的发展速度,但是两者的发展速度不协调,无疑会使区域社会经济发展面临潜在的生态危机^[20]。

1985—2005 年间,伊犁河流域 GDP 增加了 1291007 万元,增长率为 1218.60%。生态服务价值增加了 23.61×10^8 元,增长率为 4.89%。 EEH 为 0.0040,接近于 0 的 EEH 值说明生态经济发展总体上已处于低度协调水平的边缘,接近不协调。这说明在区域经济发展过程中,生态环境问题没有得到足够的重视。

4 结论与讨论

4.1 通过对伊犁河流域土地利用变化分析我们可以发现,牧草地、耕地是该区主要土地利用类型,这与其畜牧业农业大区的定位相符合。伊犁河流域土地利用处于发展阶段,总体土地利用程度处于粗放利用型与集约利用型之间。虽然变化幅度不大,但 20a 来土地利用强度逐渐增大,土地利用向着多样化方向发展。

4.2 1985—2005 年,伊犁河流域耕地的增加量最大,牧草地减少最多,水域面积有所增加,建设用地变化最

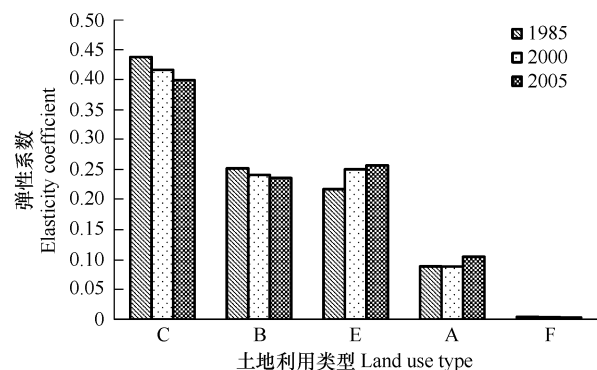


图 3 伊犁河流域生态服务价值敏感性指数变化曲线图

Fig. 3 The ecosystem service values's change of Coefficients of Sensitivity of Ili area

A:耕地 Farmland; B:林地 Forest land; C:牧草地 Grass land; E:水域 Water area; F:未利用土地 Unused land

小。面积变化率最大的是水域,其次是耕地,林地变化率最小,这主要和其面积基数相关,也与该区的实际经济发展情况相一致,伊犁河流域作为畜牧业农业大区,经济发展速度较慢,建设用地变化缓慢便是明证。通过分析 1985—2000 年土地转移情况,我们可以发现,未利用土地减少了 $1.02 \times 10^4 \text{hm}^2$,转化成草地、耕地、林地等,但是其中也有部分耕地以及覆盖度较低的牧草地转化成了未利用土地。耕地、林地、牧草地都存在不同程度的土地退化现象。

4.3 依据伊犁地区 3 期的土地利用/覆被变化数据,结合确定的生态服务价值系数,估算了 1985—2005 年间伊犁地区土地利用变化所引起的流域生态系统总服务价值的变化。牧草地、水域、林地的生态服务价值是生态系统服务的主体部分,占整个系统的 89% 以上。20a 间,生态服务价值有所上升,但是我们应该注意到:牧草地、林地、未利用土地的生态服务价值对伊犁河流域生态服务价值均具有负贡献;水域和耕地面积的虽然仅占总面积的 20% 左右,但其生态服务价值对伊犁河流域生态服务价值的贡献率却在 30% 以上,尤其是水域面积的增大,对维持伊犁河流域生态系统服务功能上具有重要作用。这主要是因为各类生态系统的单位生态服务价值对总生态系统服务价值的贡献率存在明显差异,水域、林地,尤其是水域的单位生态系统服务价值较大。

4.4 1985—2005 年伊犁河流域生态系统单项服务功能价值中,水源涵养增幅最大,变化率达 11.70%,这主要是由水源涵养价值系数较高的水域面积增加引起的;气体调节减少最大,变化率为 1.44%,这主要是由于气体调节价值系数最大的林地、草地面积减少造成的。废物处理、水源涵养和土壤形成和保护的价值贡献率最大,贡献率接近 60%;原材料和食物生产的贡献率最小,贡献率不足 7%,伊犁河流域生态系统的服务性功能远远大于生产性功能。

4.5 伊犁河流域目前经济发展速度要高于生态服务价值增长速度,尽管生态服务价值有所增加,但生态经济发展总体上已处于低度协调水平的边缘,接近不协调。为了实现伊犁河流域生态系统服务功能的长期维持和持续利用,必须对该地区的人类活动进行合理的规范和科学管理。由于人类活动的加剧,城市化用地、农田和沙漠化土地面积的增加,以及过度放牧导致的草原生态系统的退化等,这些活动都将导致生态系统服务价值的下降。因此有步骤的退耕,有效控制城镇建设用地的扩展,加强水域的保护,加强现有牧草地的管理是保护区域生态环境,恢复和提高区域生态系统服务功能的有效途径。

4.6 1985—2005 年间,伊犁河流域生态服务价值的上升与流域各类地表水体水域面积的增加有很大关系,但是各类地表水域面积的虽然都在增加,表现的趋势特征并不一致。随着人类活动的范围和影响的加大,靠天然降水补给为主的河流、湖泊、滩地的水域面积逐步减少;而受人类引水调水活动影响,水库、水工建筑等水域面积增大,水库边缘河流和滩涂面积增加。如果没有这部分服务价值的补充,流域的生态服务价值将很难维持现有的水准。

4.7 研究特定区域生态系统服务的特定单位价值,是获得该地区生态系统服务价值的唯一准确的方法。本文采用谢高地等人的生态系统服务单价,套用 Costanza 的 *ESV* 计算公式计算了伊犁河流域的生态系统服务价值。通过敏感度分析,表明研究区生态系统服务价值对生态服务功能价值指数是缺乏弹性的,研究结果可信,但要想获得实际值,仍需要进行进一步的研究。同时作者认为,计算生态系统服务价值的方法众多,其中有大量的重复计算以及数据偏差的存在,目前尚无更好的方法计量。但是测算出一个宏观的参考值,采用谢高地等人的生态系统服务单价运用于伊犁河流域无疑是比较合适的。

References:

- [1] DAILY G. Nature Services; Societal Dependence on Natural Ecosystem. Washington D C: Island Press, 1997: 122-134.
- [2] Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem service. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 607-613.
- [3] Huang Q, Sun H B, Wang R H, Zhang H Z. Effect of Oasis Land-use and Land-cover Change on Ecosystem Service Values in Typical Mountain-Oasis-Desert System in Arid Region. *Journal of Desert Research*, 2007, 27(1): 76-81.
- [4] Wang Z M, Zhang B, Zhang S Q. Study on the effects of land use change on ecosystem services of Jilin province. *Journal of Nature Resource*, 2004, 19(1): 55-61.

- [5] Wu X Q, Meng J J. The land use/cover changes and the eco-environmental responses in the Lower Reaches of Tarim River, Xinjiang. *Arid Zone Research*, 2004, 21(1): 38-43.
- [6] Jarkhinjumakhin · AITERI, Zhu H Y, Daniar. Study on landscape pattern variation in Ili Valley. *Environmental Protection of Xinjiang*, 2008, 30(1): 01-05.
- [7] Fu B J, Chen L D, Ma K M, Wang Y L. *Ecology landscape and application*. Beijing: Science Press, 2001.
- [8] Liu J Y. A study on spatial-temporal feature of modern land use change in China. *Quaternary Sciences*, 2000, 20(3): 229-239.
- [9] Wang X L, Bao Y H. Study on the methods of land use dynamic change research. *Progress in Geography*, 1998, 18(1): 81-87.
- [10] Song K S, LIU D W, Wang Z M, Zhang B, Jin C, Li F, Liu H J. Land use change in sanjiang plain and its driving forces analysis since 1954. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(1): 93-104.
- [11] Liu J Y. *The Macro Investigation and Dynamic Research of the Resource and Environment*. Beijing: China Science and Technology Press, 1996.
- [12] Da F, LIU J Y. Study on the model of regional differentiation of land use degree in China. *Journal of Natural Resources*, 1997, 12(2): 105-111.
- [13] Yue S P, Zhang S W, Yan Y C. Impacts of land use change on ecosystem services value in the northeast China transect (NECT). *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(8): 879-886.
- [14] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387: 253-260.
- [15] Chen Z X, Zhang X S. The value of ecosystem in China. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(1): 17-19.
- [16] Xie G D, Lu C X, Leng Y F, Zheng D, Li S C. Ecological assets valuation of Tibetan plateau. *Journal of Nature Resource*, 2003, 18(2): 189-196. (In Chinese)
- [17] Kreuter U P, Harris H G, Matlock M D, Lacey R E. Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas. *Ecological Economics*, 2001, 39(3): 333-346.
- [18] Wu H J, Wang X L, Ning L M, Lu Y F. Effects of land use change on ecosystem services value — a case study in Wuhan city. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2006, 15(2): 185-190.
- [19] Wang C, Wei C F, Shao J G, Gao M, Jiang M. Responses of regional ecological service value to land use change: a case study of Shapingba County in Chongqing, Chinese. *Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(8): 1485-1489.
- [20] Wu J H, Li Bo, Zhang X S. Ecosystem service value and its application in evaluation of eco-economic harmonious development. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(11): 2554-2558.

参考文献:

- [2] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及生态经济价值的初步研究. *生态学报*, 1999, 19(5): 607-613.
- [3] 黄青, 孙洪波, 王让会, 张慧芝. 干旱区典型山地-绿洲-荒漠系统中绿洲土地利用/覆盖变化对生态系统服务价值的影响. *中国沙漠*, 2007, 27(1): 76-81.
- [4] 王宗明, 张柏, 张树清. 吉林省生态系统服务价值变化研究. *自然资源学报*, 2004, 19(1): 55-61.
- [5] 吴秀芹, 蒙古军. 塔里木河下游土地利用/覆盖变化环境效应. *干旱区研究*, 2004, 21(1): 38-43.
- [6] 加尔肯·居马肯·爱特, 朱海涌, 丹尼尔. 伊犁河谷景观格局变化分析. *新疆环境保护*, 2008, 30(1): 01-05.
- [7] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 王仰麟. *景观生态学原理及应用*. 北京: 科学出版社, 2001.
- [8] 刘纪远. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究. *第四纪研究*, 2000, 20(3): 229-239.
- [9] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨. *地理科学进展*, 1999, 18(1): 81-87.
- [10] 宋开山, 刘殿伟, 王宗明, 张柏, 金翠, 李方, 刘焕军. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力. *地理学报*, 2008, 63(1): 93-104.
- [11] 刘纪远主编. *中国资源环境遥感宏观调查与动态研究*. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.
- [12] 庄大方, 刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究. *自然资源学报*, 1997, 12(2): 105-111.
- [13] 岳书平, 张树文, 闫业超. 东北样带土地利用变化对生态服务价值的影响. *地理学报*, 2007, 62(8): 879-886.
- [15] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值. *科学通报*, 2000, 45(1): 17-19.
- [16] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 郑度, 李双成. 青藏高原生态资产的价值评估. *自然资源学报*, 2003, 18(2): 189-196.
- [18] 吴后建, 王学雷, 宁龙梅, 芦云峰. 土地利用变化对生态系统服务价值的影响——以武汉市为例. *长江流域资源与环境*, 2006, 15(2): 185-190.
- [19] 王成, 魏朝富, 邵景安, 高明, 蒋伟. 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. *应用生态学报*, 2006, 17(8): 1485-1489.
- [20] 吴建寨, 李波, 张新时. 生态系统服务价值变化在生态经济协调发展评价中的应用. *应用生态学报*, 2007, 18(11): 2554-2558.