

# 基于遥感的艾比湖流域近 20 年生态服务 价值对土地利用变化的响应

王爽<sup>1,2</sup>, 丁建丽<sup>1,2</sup>, 王璐<sup>1,2</sup>, 牛增懿<sup>1,2</sup>

(1. 新疆大学 资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046; 2. 绿洲生态教育部重点实验室, 乌鲁木齐 830046)

**摘 要:**新疆艾比湖为我国西部的国门湖泊,是准噶尔盆地西南部边缘最低洼地及水盐汇集中心,探究艾比湖流域的土地利用变化及其生态系统服务价值的时空变化特征对于我国西北部地区环境策略的合理制定有重要的意义。以艾比湖流域为研究区,以 1990—2011 年的五期 Landsat-TM 系列多光谱遥感影像为基础数据源,采用 Costanza 生态系统服务价值计算公式,参照谢高地等的中国陆地生态系统服务单位面积价值,并结合敏感度分析,探讨了艾比湖流域 1990—2011 年土地利用和生态系统服务价值的变化特征。结果表明:1990—2011 年间,艾比湖流域土地利用处于发展阶段,土地利用程度呈现增大的趋势;研究期内生态系统服务价值总体呈上升趋势,从 161.69 亿元增加到 163.99 亿元,增加了 2.3 亿元;林地、草地、水域的生态系统服务价值是生态系统服务的主体部分,占整个系统的 84.19% 以上;艾比湖流域总体生态环境质量则呈现出恶化的趋势;虽然流域各类具有高生态价值的土地利用类型面积的扩大有利于整个流域生态质量的改善,但其整体生态环境仍然比较脆弱,还有待提高。

**关键词:**遥感;艾比湖流域;生态系统服务价值;土地利用

**中图分类号:**F301.24;X171.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2014)05-0144-06

## Response of Ecological Service Value to Land Use Change in Nearly 20 Years in Ebinur Lake Region of Xinjiang Based on Remote Sensing

WANG Shuang<sup>1,2</sup>, DING Jian-li<sup>1,2</sup>, WANG Lu<sup>1,2</sup>, NIU Zeng-yi<sup>1,2</sup>

(1. College of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;

2. Key Laboratory of Oasis Ecosystem, Ministry of Education, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

**Abstract:** As the portal lake of Xinjiang, China, Ebinur Lake is the lowest wash and the center of water and soil in south-western Junggar basin. Its ecological environmental problems seriously threatened due to the land use and land cover change of Ebinur Lake to the sustainable development in the northern slope economic zone in China, even threatened the safety and smooth of the Asia—Europe continental bridge. It is significant for reasonable formulation of environmental policy of northwestern China to explore the land use and land cover change of Ebinur Lake and its temporal variation characteristics of ecosystem service value. This study took the typical Ebinur Lake for the study site. The temporal variation characteristics of ecosystem service values were studied by using five temporal Landsat-TM multispectral remote sensing images from 1990 to 2011 and the computational formula of Costanza ecosystem service value as well as the sensitivity analysis and Chinese land ecosystem service value per unit area created by Xie Gaodi. The conclusions are as follows: in 1990—2011, the land use of Ebinur Lake showed an increasing trend; the degree of land use presented the tendency of increase; during the research period, the ecosystem service values showed the general rose, which increased 230 million Yuan from 16.169 billion Yuan to 16.169 billion Yuan; woodland, grassland, water area ecosystem service values are the main part of the ecosystem services, accounting for more than 84.19% of the whole system; the overall ecological environment quality of Ebinur Lake is showing a worse-

收稿日期:2013-10-30

修回日期:2013-12-16

资助项目:国家自然科学基金项目(41130531,41261090,41161063);霍英东教育基金项目(121018);教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-12-1075)

作者简介:王爽(1989—),女,河南洛阳人,硕士生,主要从事干旱区资源遥感研究。E-mail:tvxq928@163.com

通信作者:丁建丽(1974—),男,山东成武人,博士,教授,主要从事干旱区资源遥感研究。E-mail:watarid@xju.edu.cn

ning trend; although the expansion of basin for land use types with high ecological value area is helpful for the improvement of the quality of the whole river basin ecological, its overall ecological environment is still relatively weak and needs to be improved.

**Key words:** remote sensing; Ebinur Lake; ecosystem service value; land use

新疆艾比湖为我国西部的国门湖泊,是准噶尔盆地西南边缘最低洼地和水盐汇集的中心,也是新疆最大的咸水湖<sup>[1]</sup>。该流域集荒漠化和绿洲化过程为一体,是指征准噶尔盆地生态环境变化最为关键的地带<sup>[2-3]</sup>。其生态环境问题成为继塔里木河下游绿色走廊衰败之后新疆的第二大生态热点,同时它又危及到亚欧大陆桥、312国道、北疆电网等重要基础经济资源的建设开发与畅通<sup>[4]</sup>。

生态系统服务是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务<sup>[5]</sup>。它包括自然生态系统及所属物种支撑和维持人类生存的条件和过程,以及人类直接或间接从生态系统中获得的利益<sup>[6]</sup>。随着对自然认识的逐步深入,生态系统服务对人类可持续发展的重要性已得到广泛认同,其价值的评估也成为目前生态经济学研究的热点问题之一。土地利用/覆被(LUCC)的变化是自然和人为因素综合作用的结果,是人地系统耦合作用的产物,LUCC能通过改变生态系统的功能和结构,对生态系统维持及其服务功能起到决定性的作用<sup>[5,7]</sup>。此外,由LUCC所导致的生态系统服务价值变化也可以作为一个反映LUCC环境效应的重要量化指标,进一步丰富了LUCC综合生态环境效应的定量研究。因此,研究LUCC背景下的区域生态系统服务价值变化具有重要的现实意义。

近年来,国内外学者在不同类型和不同空间尺度开展的生态系统服务价值评估研究已取得了一系列研究成果<sup>[8-10]</sup>,例如对生态系统服务价值的理论、评价和估算等。但是,纵观国内已开展的干旱区流域生态系统服务价值研究,其研究范围主要集中在和田河、石羊河、塔里木河等流域<sup>[11]</sup>,而对生态环境脆弱的艾比湖流域生态系统服务价值研究相对缺乏,这对艾比湖流域水土资源开发利用和生态系统可持续管理是极为不利的。

本文以艾比湖流域为研究区,以1990年、1996年、2001年、2006年和2011年的5期Landsat-TM遥感影像为基础数据源,分析该流域近20a的土地利用变化过程,并估算其生态系统服务价值,利用敏感性指数、单项生态系统功能和综合生态系统服务价值分析该流域在土地利用变化及其影响下的生态系统服务价值的时空变化特征,从而为该流域合理地利

用土地资源、维护区域生态系统的稳定、实现经济和社会的可持续发展提供科学依据。

## 1 研究区概况

艾比湖是新疆第二大湖泊,同时也是新疆最大的封闭式咸水湖,位于43°38′—45°52′N和79°53′—85°02′E,总面积5.06万km<sup>2</sup>。据《新疆统计年鉴2012》,到2011年全流域人口约120万人。艾比湖流域属温带干旱性大陆气候,干旱少雨、蒸发量大、日照充足,特别是特殊的地形地貌相匹配,风多沙大,沙尘暴和浮尘活动频繁是该地区的显著特点<sup>[12]</sup>。特殊的地理位置以及地形地貌特征和气候条件,使其形成了石漠、砾漠、沙漠、土漠、盐漠、沼泽、盐湖等多种荒漠地类,植被也依次形成了旱生、超旱生、沙生、盐生、水生等多种类型<sup>[13]</sup>,主要植物类型有胡杨(*Populus euphratica*)、梭梭(*Haloxyylon ammodendron*)、芦苇(*Phragmites australis*)和怪柳(*Tamarix ramosissima*)等。流域内主要土地利用类型包括耕地、林地、草地、水域、湿地、沙地、盐碱地等。由于近代工农业生产活动加剧,艾比湖湖水补给河流下游多断流,湖面面积减少,直接威胁了该流域农牧业的可持续发展。

## 2 研究方法

### 2.1 数据源及处理

本研究遥感影像数据选用1990年、1996年、2001年、2006年和2011年生成的5期Landsat-TM系列多光谱影像,像元大小为30m×30m。首先利用艾比湖流域2011年1:100000的地形图对2011年的遥感影像进行几何校正,接着以2011年的影像为基准,分别校正其余的4幅遥感影像。1990年、1996年、2001年和2006年影像的RMS误差均在0.5个像元以内。待几何校正后,分别对影像完成大气辐射校正、几何精校正及边界裁定、图像增强等处理工作。在综合考虑遥感影像数据的光谱特征和纹理信息的基础上,结合干旱区流域的特点,参照国家通用土地分类系统以及实际情况<sup>[14]</sup>,应用支持向量机分类方法(Support Vector Machine, SVM)对研究区的土地利用类型进行划分。划分为5个一级类型:耕地、林地、草地、水域、和未利用地,为了便于土地利

用变化的生态系统服务价值的分析,根据艾比湖流域土地利用现状和土地资源特点,在 25 个二级分类的基础上重新划分,将研究区土地利用类型划分为耕地、林地、草地、水域、湿地、沙地、盐碱地和未利用地 8 个类型。

2.2 土地利用变化动态指标

利用单一土地利用类型的净变化速度来描述艾比湖流域各土地利用类型的动态变化。净变化速度表达区域一定时间内某一土地利用/覆被类型的数量的速度变化<sup>[15-16]</sup>,其模型表达式为:

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\%$$
 (1)

式中:K——在研究时段内某一土地利用类型的动态度;U<sub>b</sub>,U<sub>a</sub>——研究末期和初期的某一土地利用类型数量;T——研究的时间跨度,将 T 的时段设定为年时,K 值就代表该研究区单一土地利用类型的年变化率。

2.3 生态系统服务价值评估方法

Costanza 等<sup>[5]</sup>提出的生态系统服务价值评价方

法,是在全球尺度上进行的,在某些数据上存在较大偏差,争议较大<sup>[17-19]</sup>。谢高地等<sup>[20]</sup>针对其不足,根据中国的实际情况,制定了中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值表。本文在其研究基础之上,充分参考近年来国内外专家、学者对于干旱区湖泊流域地区所开展的相关研究<sup>[21-24]</sup>,结合艾比湖流域的实际情况,制定艾比湖流域不同生态系统单位面积的生态服务价值系数表(表 1)。由于研究区的未利用地中大部分是湿地、沙地、盐碱地和其他未利用地,因而研究将居民点、交通用地以及工矿用地等建设用地的生态价值不予考虑,并将其值域设为零<sup>[25]</sup>。研究区生态系统服务价值的模型为:

$$ESV=\sum A_k\cdot VC_k$$
 (2)

$$ESV_f=\sum A_k\cdot VC_k$$
 (3)

式中:ESV——生态系统服务价值;A<sub>k</sub>——为研究区第 k 种土地利用类型的分布面积;VC<sub>k</sub>——生态服务功能价值指数,即单位面积的生态系统服务价值;ESV<sub>f</sub>——单项生态系统服务功能价值;k——单项生态系统服务价值系数;f——土地利用类型。

表 1 艾比湖流域不同土地利用类型的生态系统服务价值系数 元/(hm<sup>2</sup>·a)

土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	未利用地
对应生态系统类型	农田	森林	草地	河流/湖泊	荒漠/盐碱地/沙地/其他未利用地
食物生产	884.90	88.50	265.50	88.50	8.80
原材料生产	88.50	2300.06	44.20	8.80	0.00
气体调节	442.40	3097.00	707.90	0.00	0.00
气候调节	787.50	2389.10	794.60	407.00	0.00
水源涵养	530.90	2831.50	707.90	18033.20	26.50
废物处理	1451.20	1159.20	1159.20	16086.60	8.80
保持土壤	1291.90	3450.90	1725.50	8.80	17.70
维持生物多样性	628.20	2884.60	964.50	2203.30	300.80
提供美学景观	8.80	1132.60	35.40	3840.20	8.80
合计	6114.30	19333.46	6 404.70	40676.40	371.40

2.4 敏感性分析方法

本文参照相关的研究成果<sup>[26]</sup>,选用经济学中常用的弹性系数概念来计算价值指数 VC 的敏感性指数 CS,以确定生态系统服务价值随着时间的变化情况对价值系数的依赖程度。文中将各类土地利用类型的价值指数 VC 分别调整 50%,以衡量生态系统服务价值对价值指数 VS 的敏感程度。如果 CS>1,表明生态系统服务价值相对于 VC 是富有弹性的;如果 CS<1,生态系统服务价值则是缺乏弹性。CS 值越大,就表明生态服务价值指数的准确性越关键。敏感性指数的计算公式如下:

$$CS=\left|\frac{(ESV_j-ESV_i)/ESV_i}{(VC_{jk}-VC_{ik})/VC_{ik}}\right|$$
 (4)

式中:ESV——估算的总生态系统服务价值;VC——

生态价值系数;i,j——初始状态总价值和生态价值系数调整以后的总价值;k——各土地利用类型。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化过程分析

对比 1990 年、1996 年、2001 年、2006 年和 2011 年 5 期的遥感影像,通过统计得出 1990—2011 年近 20 a 来艾比湖流域土地利用变化(表 2)。结果表明,耕地面积增加 17.96 万 hm<sup>2</sup>,年变化速度最大为 11.04%,林地面积增加 1.98 万 hm<sup>2</sup>,年变化速度最小为 1.79%。盐碱地面积增加 3.09 万 hm<sup>2</sup>,年变化速度达 4.08%;沙地面积增加了 1.44 万 hm<sup>2</sup>,年变化速度为 2.47%;草地面积减少 7.05 万 hm<sup>2</sup>,年变化速

度达-2.99%;水域面积减少 1.87 万 hm<sup>2</sup>,年变化速度为-2.32%;湿地面积减少 0.44 万 hm<sup>2</sup>,年变化速度为-0.87%;其他未利用地面积减少 15.12 万 hm<sup>2</sup>,年变化速度为-5.5%。

表 2 1990—2011 年艾比湖流域土地利用类型面积变化

年份	项目	耕地	林地	草地	水域	盐碱地	湿地	沙地	未利用地
1990		32.55	22.13	47.14	16.08	15.16	10.12	11.63	55.05
1996		37.85	22.00	51.34	15.57	15.99	10.01	12.72	44.37
2001	面积/万 hm <sup>2</sup>	41.39	21.35	48.32	16.12	16.46	10.67	13.13	42.42
2006		45.35	25.06	42.24	14.76	17.86	9.99	12.74	41.86
2011		50.51	24.11	40.09	14.21	18.26	9.68	13.07	39.92
1990—1996	面积变化/万 hm <sup>2</sup>	5.30	-0.13	4.20	-0.51	0.83	-0.11	1.09	-10.68
	净变化速度/%	2.72	-0.10	1.49	-0.53	0.92	-0.18	1.56	-3.23
1996—2001	面积变化/万 hm <sup>2</sup>	3.54	-0.65	-3.02	0.55	0.47	0.67	0.41	-1.95
	净变化速度/%	1.87	-0.59	-1.18	0.71	0.58	1.33	0.64	-0.88
2001—2006	面积变化/万 hm <sup>2</sup>	3.96	3.71	-6.08	-1.37	1.41	-0.69	-0.39	-0.56
	净变化速度/%	1.92	3.48	-2.52	-1.69	1.71	-1.29	-0.59	-0.27
2006—2011	面积变化/万 hm <sup>2</sup>	5.16	-0.95	-2.15	-0.54	0.39	-0.31	0.33	-1.94
	净变化速度/%	2.28	-0.76	-1.02	-0.74	0.44	-0.61	0.51	-0.92
1990—2011	面积变化/万 hm <sup>2</sup>	17.96	1.98	-7.05	-1.87	3.09	-0.44	1.44	-15.12
	净变化速度/%	11.04	1.79	-2.99	-2.32	4.08	-0.87	2.47	-5.5

从表 2 可看出,1990—2011 年间艾比湖流域土地利用变化总体的趋势为耕地、盐碱地、沙地和林地的面积增加,草地、水域、湿地和未利用地的面积减少。近 20 a 来,随着经济发展和人口增加,流域耕地面积呈现持续增加的趋势;与此同时,伴随着耕地面积的增大,农业用水量也在增加,但在水资源总量没有增加的情况下,湖泊、河流的面积必然会减少,因而在 1990—2011 年间,研究区内的博尔塔拉河、精河、奎屯河以及艾比湖水面面积有所波动,但总体呈下降的趋势,20 a 间共减少了 2.32 万 hm<sup>2</sup>;特别近 20 a 来,随着流域内耕地面积扩大及社会经济发展速度的加快,对水资源的需求量日益增加,致使注入艾比湖的主要河流水量迅速减少或断流,艾比湖水面急剧萎缩,因而造成当地植被生存环境恶化,草地面积持续减小,最终导致土壤盐碱化的面积不断增加,而土壤盐碱化的程度不断加重,又加剧了当地的土地沙漠化,这是艾比湖流域盐渍地面积和沙地面积持续增加的主要原因。

3.2 生态服务价值的动态变化

水域、林地、草地、耕地等土地类型的生态价值系数较高,这类用地的变化将极大地影响流域生态系统服务价值的变化。根据艾比湖流域不同土地利用/覆被类型的生态系统服务价值系数,计算 1990—2011 年流域的生态系统服务价值及其变化(表 3)。由表 3 可得到,1990 年、1996 年、2001 年、2006 年和 2011 年艾比湖流域生态系统服务价值分别为 161.69 亿元,164.99 亿元,166.18 亿元,166.32 亿元和 163.99 亿元,呈现出先增加后减少的趋势。从生态系统服务价

值的总体构成来看,林地、草地、水域的生态系统服务价值占整个系统的 84.19%以上,是生态系统服务的主体。1990—2011 年间,生态系统服务价值增加了 6.44 亿元,年均增加幅度为 0.29%,平均每年增加 2.3 亿元。在 1990—2006 年生态系统服务价持续增加。在这时段,耕地和林地的生态系统服务价值均在增加,其中耕地一直在持续增加,从 1990 年的 19.90 亿元增加到 2006 年的 27.73 亿元,期间林地、草地和水域的价值都有所波动,但由于 2006 年流域的生态环境略有所改善,林地价值有大幅增加;而在 2006—2011 年这一时段,生态系统服务价值呈现出减少的趋势,这主要是由于林地、草地和水域的价值均大幅减小。其中水域的价值减小幅度最大,损失达 2.21 亿元,这与流域水资源的过分利用和开发有着很大关系。

3.3 生态系统单项服务价值的动态变化

1990—2011 年艾比湖流域生态系统单项服务功能价值(ESVf)总体的变化趋势(表 4)为:食物生产、原材料生产、气候调节、气体调节和保持土壤都有增加,其中食物生产的增幅最大,这主要是由于耕地面积增加导致食物生产价值升高;水源涵养、废物处理和提供美学景观均有减少,其中水源涵养的减少最大,这主要是由于水源涵养价值系数的水域面积减小引起的。从生态系统服务功能分析,水源涵养、废物处理、保持土壤和维持生物多样性的价值贡献率都比较大,贡献率大于 71.75%;而提供食物生产、原材料生产和美学景观的价值贡献率较最小。这充分说明艾比湖流域的服务性功能远远大于生产性功能。

表 3 1990—2011 年艾比湖流域生态系统服务价值及其变化

土地利用 类型	ESV/亿元					比例/%					动态度/%				
	1990	1996	2001	2006	2011	1990	1996	2001	2006	2011	1990— 1996	1996— 2001	2001— 2006	2006— 2011	1990— 2011
耕地	19.90	23.14	25.31	27.73	30.88	12.31	14.03	15.23	16.67	18.83	2.71	1.88	1.91	2.27	2.76
林地	42.78	42.54	41.27	48.45	46.62	26.46	25.78	24.83	29.13	28.43	−0.09	−0.60	3.48	−0.76	0.45
草地	30.19	32.88	30.95	27.05	25.68	18.66	19.93	18.62	16.26	15.66	1.49	−1.17	−2.52	−1.01	−0.75
水域	65.40	63.34	65.58	60.03	57.82	40.45	38.39	39.46	36.09	35.26	−0.52	0.71	−1.69	−0.74	−0.58
未利用地	3.42	3.09	3.07	3.06	3.01	2.12	1.87	1.86	1.85	1.82	−1.61	−0.13	−0.07	−0.33	−0.60
总计	161.69	164.99	166.18	166.32	163.99	100	100	100	100	100	1.98	0.69	1.11	−0.57	1.28

表 4 艾比湖流域 1990—2011 年单项生态系统服务价值

服务项目	1990 年		1996 年		2001 年		2006 年		2011 年		1990—2011 年 价值变化率/%
	ESV/ (亿元·a <sup>−1</sup> )	V/ %	ESV/ (亿元·a <sup>−1</sup> )	V/ %	ESV/ (亿元·a <sup>−1</sup> )	V/ %	ESV/ (亿元·a <sup>−1</sup> )	V/ %	ESV/ (亿元·a <sup>−1</sup> )	V/ %	
食物生产	4.55	2.82	5.12	3.10	5.35	3.22	5.56	3.34	5.94	3.62	1.53
原材料生产	5.60	3.46	5.63	3.41	5.50	3.31	6.37	3.83	6.18	3.77	0.52
气体调节	11.63	7.19	12.12	7.35	11.86	7.14	12.76	7.67	12.54	7.64	0.40
气候调节	12.25	7.58	12.95	7.85	12.86	7.74	13.52	8.13	13.50	8.23	0.51
水源涵养	40.57	25.09	40.18	24.35	40.96	24.65	39.32	23.64	38.19	23.29	−0.30
废物处理	38.70	23.93	39.12	23.71	40.09	24.12	38.19	22.96	37.71	23.00	−0.13
保持土壤	20.15	12.46	21.50	13.03	21.21	12.76	21.95	13.2	21.92	13.37	0.44
维持生物多样性	19.28	11.93	19.61	11.89	19.46	11.71	19.88	11.95	19.56	11.93	0.07
提供美学景观	8.96	5.54	8.76	5.31	8.89	5.35	8.77	5.28	8.45	5.15	−0.28
总和	161.69	100	164.99	100	166.18	100	166.32	100	163.99	100	4.18

3.4 敏感度分析

根据 CS 计算公式,本文把生态价值系数分别上下调整了 50%,计算价值系数调整后的艾比湖流域 1990 年、1996 年、2001 年、2006 年和 2011 年各土地利用类型的生态系统服务价值,并估算敏感性指数(图 1)。结果表明流域所有土地利用类型生态系统服务价值系数的敏感性指数(CS)均小于 1,各地类的敏感性指数由高到低依次为水域、林地、草地、耕地和未利用地。其中,1990 年水域的敏感性指数最高为 0.40,2011 年未利用地的敏感性指数最低为 0.018 3。在 1990—2011 年耕地的敏感性指数呈增长趋势,林地的敏感性指数虽有所波动但总体仍呈增长趋势,草地和水域敏感性指数呈减少趋势,这表明耕地和林地的生态系统价值系数变化会对艾比湖流域生态系统服务总价值产生放大作用,而草地和水域生态系统价值系数变化对艾比湖流域生态系统服务总价值产生缩小的作用。未利用地的敏感性指数最小,位于 0~0.02 之间,这说明未利用地生态系统价值系数变化对艾比湖流域生态系统服务总价值的变化影响不大。敏感性分析表明,流域生态系统服务价值对 VC 是缺乏弹性的,即使价值系数具有一定不确定性,但是流域的生态系统服务价值的计算仍然是稳定的,这进一步证明研究结果是真实可信的。

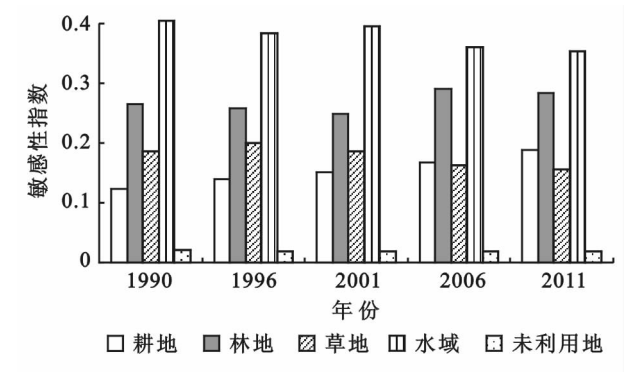


图 1 1990—2011 艾比湖流域敏感性指数

4 结论与讨论

本文以 1990—2011 年的 5 期 Landsat-TM 系列多光谱遥感影像为基础数据源,分析了艾比湖流域土地利用变化情况,应用谢高地等<sup>[20]</sup>提出的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值系数,估算了生态系统服务价值的变化,引入弹性系数概念对生态价值的敏感性指数进行了计算。

研究表明通过对艾比湖流域的土地利用变化分析可得出,流域的土地利用现在正处于发展阶段,总体依然处于粗放利用型和集约利用型之间。近 20 a 来,土地利用强度逐步增大,流域的土地利用正向着多样化方向发展。其土地利用变化显著,其中面积变

化速度最大的是耕地,其次是盐碱地,未利用地的面积大量减少,这也与该流域的实际经济发展情况相一致。其生态服务总价值在1990年以来呈现先增加后减少的趋势,到2011年总价值增加了2.3亿元,其中耕地的生态服务价值增幅最大,而草地和水域的生态系统服务价值均有所减小。在整个研究时段内,水源涵养、保持土壤以及废物处理的贡献率最大。生态系统服务价值的减少主要是因为草地和水域面积的减少,因而耕地面积的增加,不能弥补草地和水域减少造成的区域生态系统服务价值的减少。

敏感性指数表明,研究区生态系统服务价值对于生态价值系数是缺乏弹性的,生态系统服务价值对生态服务价值系数的敏感程度均小于1,因此研究结果是可信的。

通过本研究可知,艾比湖流域生态环境变化存在着改善和恶化并存的情况。艾比湖流域总体生态环境质量呈现出恶化的趋势。草地、水域的缩减和耕地、盐碱地、沙地规模的迅速扩张是影响该区域生态环境质量变化的主要因素,因此应该重视林地、草地的保护,防治水域的退化,要因地制宜,发展节水灌溉,有步骤有计划地对产量低、土质差等情况进行改善,对无法提高耕地效益的耕地实施退耕还林还草,从而遏制生态环境质量恶化,促进生态环境质量改善。

#### 参考文献:

- [1] 钱亦兵,吴兆宁,张立运,等.新疆艾比湖流域沙尘天气的地表条件及土壤保持[J].资源科学,2006,28(5):185-189.
- [2] 宫恒瑞,盛晓琼.基于数字遥感技术的艾比湖流域荒漠化监测[J].沙漠与绿洲气象,2007,1(2):53-56.
- [3] 李虎,高俊峰,王晓峰,等.新疆艾比湖湿地土地荒漠化动态监测研究[J].湖泊科学,2005,17(2):127-132.
- [4] 赵锋涛,勒静.艾比湖流域生态环境分区治理研究[J].新疆环境保护,2006,28(2):35-38.
- [5] Costanza R, d'Arge R, De Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature,1997,387(6630):253-260.
- [6] 欧阳志云,王效科.中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J].生态学报,1999,19(5):607-613.
- [7] Lambin E F, Bockstaed N, et al. Land-use and Land-coverchange, Implementation, Strategy[R]. IGBP Report No. 48/IHDP Report No. 10. Stockholm: IGBP, 1999.
- [8] 李娜,董立国,刘长宁,等.黄土丘陵区土地利用格局与生态系统服务价值分析:以中庄流域为例[J].水土保持研究,2013,1:028.
- [9] 章后甜,杜会石,王世东,等.长白山地区土地利用及生态系统服务价值变化研究[J].水土保持研究,2012,19(6):242-246.
- [10] 邢伟,王进欣,王今殊,等.土地覆盖变化对盐城海岸带湿地生态系统服务价值的影响[J].水土保持研究,2011,18(1):71-76.
- [11] 赵军,陈姗.基于GIS的石羊河流域森林生态效益估算与时空分布特征研究[J].干旱区地理,2011,34(1):12-19.
- [12] 宫恒瑞,肖继东,李聪,等.基于MODIS卫星数据对艾比湖水域面积变化的监测[J].新疆气象,2005,28(2):17-20.
- [13] 王合玲,张辉国,秦璐,等.新疆艾比湖流域土壤有机质的空间分布特征及其影响因素[J].生态学报,2012,32(16):4969-4980.
- [14] 姚成胜,朱鹤建,刘耀彬,等.土地利用变化的社会经济驱动因子对福建生态系统服务价值的影响[J].自然资源学报,2009,24(2):225-233.
- [15] 吴建寨,李波,张新时,等.天山北坡土地利用/覆被及生态系统服务功能[J].干旱区地理,2007,37(5):728-735.
- [16] 崇洁,李波,洪睿,等.玛纳斯县生态系统服务价值的动态评估[J].干旱区地理,2008,31(3):477-484.
- [17] Howarth R B, Farber S. Accounting for the value of ecosystem services[J]. Ecological Economics,2002,41(3):421-429.
- [18] 张耀启,李一清,潘羿.自然与环境资源价值评估的误区[J].自然资源学报,2005,20(3):453-460.
- [19] Zhang Y Q, Li Y Q. Valuing or pricing natural and environmental resources[J]. Environmental Science and Policy,2005,8(2):179-186.
- [20] 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):189-195.
- [21] 黄凤,乔旭宁,唐宏.近20年渭河流域土地利用与生态系统服务价值时空变化[J].干旱地区农业研究,2013,31(2).
- [22] 凌红波,徐海量,樊自立,等.基于生态经济功能区划的玛纳斯河流域生态服务价值评价[J].冰川冻土,2012,34(6):1535-1543.
- [23] 孙慧兰,陈亚宁,李卫红,等.新疆伊犁河流域草地类型特征及其生态服务价值研究[J].中国沙漠,2011,31(5):1273-1277.
- [24] 赵永华,贾夏,王晓峰.泾河流域土地利用及其生态系统服务变化[J].陕西师范大学学报:自然科学版,2011,39(4):79-85.
- [25] 王娟,崔保山,卢远.基于生态系统服务价值核算的土地利用规划战略环境评价[J].地理科学,2007,27(4):549-553.
- [26] 刘传胜,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽.基于遥感与GIS的于田绿洲土地覆盖动态研究[J].中国沙漠,2003,23(1):59-62.