

黑河中下游绿洲生态安全评价

杜巧玲^{1,2}, 许学工^{1*}, 刘文政¹

(1. 北京大学资源与环境地理系, 北京 100871; 2. 中国科学院文献情报中心情报研究部, 北京 100080)

摘要:生态安全包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全, 尤指自然和半自然生态系统的安全, 即生态系统完整性和健康的整体水平反映。生态安全是维护地区或国家乃至全球的生态环境不受威胁的状态, 能为整个生态经济系统的持续发展提供生态保障。从水安全、土地安全、经济社会安全出发, 选取水资源量供需比、地表水质量、地下水埋深和地下水矿化度 4 种水安全评价指标; 土地人口承载力、林地覆盖率、草地载畜量、绿洲面积变化率、绿洲土地沙化率、绿洲土地盐碱化率和抗灾度等 7 种土地安全评价指标; 人均 GDP 产值、单位面积农业生产总值、农民人均纯收入、绿洲人口密度、城市化率和文明度等经济社会安全评价指标; 共计 17 项, 建立了绿洲生态安全评价综合指标体系。然后, 应用综合评价法、层次分析法和 GIS 等多种方法与手段, 在绿洲尺度上对黑河干流中下游地区的张掖、临泽、高台、鼎新和额济纳 5 个绿洲进行绿洲生态安全综合评价。评价结果显示: 自黑河中游至下游, 各个绿洲的生态安全状况依次降低, 最下游的额济纳绿洲生态安全仅为 4 级的差状态。其中, 水安全是关键, 土地安全是载体, 经济社会安全是保障, 以上几方面相互关联, 共同作用导致绿洲的生态安全综合水平。

关键词:生态安全评价; 绿洲; 黑河中下游

Ecological security assessment for the oases in the middle and lower Heiher River

DU Qiao-Ling^{1, 2}, XU Xue-Gong^{1*}, LIU Wen-Zheng¹ (1. Department of Resources and Environmental Geosciences, Peking University, Beijing 100871, China; 2. Information Analysis Department of the Library of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(9): 1916~1923.

Abstract: Ecological security includes the natural ecological security, the economic ecological security and the social ecological security. The particular points of the natural and semi-natural ecosystem security encompass the integrity and health of the ecosystem. The ecological security describes a state that the area, the country and even the global ecological environment are not threatened. It will provide the ecological guarantee for the sustainable development of the whole ecological economic system.

This paper chooses seventeen indexes from water security, land security, and economic-social security to set up the comprehensive index system of the ecological security assessment of the five oases, which are Zhangye, Linze, Gaotai, Dingxin and Ejina in the middle and lower reaches of the Heihe River. These indexes includes the ratio of supply to demand of water, the surface water quality, the depth of groundwater, the mineralization of groundwater, the people load of the land, the percentage of forest coverage, the animal load of grassland, the rate of the oasis area change, the rate of desertification in every oasis, the percentage of salinized land in oases, the calamity resistance capability; the GDP per capita, the gross agricultural output per unit, the net income per farmer, the population density of the oases, the rate of the city urbanization, and the rate of civilization. Then the paper uses various methods and means such as comprehensive evaluation method, AHP (the analytic hierarchy process) and GIS (the geographic information system) to comprehensively assess the ecological security state of the

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目 (No. 90102004)

收稿日期: 2004-03-27; 修订日期: 2004-07-15

作者简介: 杜巧玲 (1972~), 女, 新疆乌鲁木齐人, 硕士, 助研, 主要从事自然地理学和学科情报研究。

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: xsg@urban.pku.edu.cn

致谢: 感谢肖笃宁研究员的指导, 感谢角媛梅博士、曹宇博士等提供的基础资料, 以及野外考察中项目组其他成员和地方政府的帮助

Foundation item: The National Natural Science Foundation of China (No. 90102004)

Received date: 2004-03-27 Accepted date: 2004-07-15

Biography: DU Qiao-Ling, Master, Assistant researcher, mainly engaged in natural geography and information analyze.

five oases.

The conclusion is that the oasis ecological state from the middle to the lower reaches of Heihe River has greatly degenerated. Among the five oases, Ejina oasis has the lowest value. We can also conclude that the water security is the key point, land security is the carrier, and economic social security is the guarantee. These three aspects relate each other, which makes for the states of the whole ecological economic system.

Key words: ecological security assessment; the oasis; the middle and lower reaches of the Heihe River

文章编号:1000-0933(2004)09-1916-08 中图分类号:Q143,S812,X171 文献标识码:A

生态安全是一个涵盖多方面因素的复杂问题,其概念有广义和狭义之分,前者可以国际系统分析研究所提出的定义为代表,生态安全是指在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会秩序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态,它包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全;后者指的是自然和半自然生态系统的安全,即生态系统完整性和健康的整体水平反映^[1]。生态安全是维护一个地区或国家乃至全球的生态环境不受威胁的状态,能为整个生态经济系统的安全和持续发展提供生态保障。其具体含义可以扩展为保持生态子系统中的各种自然资源和生态系统服务的合理使用和积极补偿,避免因自然资源衰竭、资源生产能力下降、生态环境污染和退化给社会生活和生产造成的短期和长期不利影响,甚至危及区域或国家的政治、经济和军事安全。也就是说,生态安全是区域或国家其它安全的载体和基础^[2]。由于生态安全研究的特点,即研究尺度的宏观性,更强调格局与过程的安全,成为当前国际生态学研究的前沿和热点之一^[1]。

自“九五”计划以来国家十分重视生态环境建设,陆续颁发了全国环境保护和生态建设规划纲要,学术界关于生态安全的讨论逐渐增多,尤其提出西部开发应取生态安全第一的意见,对于西北干旱区生态安全问题的研究起到推动作用^{[3]①}。

然而,对生态安全的内涵意义和诊断标准大多停留在概念阐述上,缺乏对于阈值标准的定量研究和过程—机制的深入研究。本研究拟在对黑河流域生态环境整体把握的基础上,着眼于黑河干流流经的几个典型绿洲,进行生态安全的定量评价,为流域生态安全保障体系的构建提供科学基础。

1 研究区概况

黑河流域是我国西北内陆地区第二大内陆河流域,黑河发源于祁连山,流经河西走廊,河流尾间消失于内蒙古西北部额济纳旗的嘎顺淖尔和索果淖尔(东、西居延海),河流全长 821km。按行政管辖区域,黑河流域横跨青海省北州,甘肃省张掖地区、酒泉地区和嘉峪关市,以及内蒙古自治区阿拉善盟,计三省、五地(州)、十一县(市、旗)。流域人口 150 万,流域总面积 13 万 km²。

按流域特点,从祁连山源头至出山口附近的莺落峡为上游,从莺落峡至走廊“北山”出口处的正义峡为中游,正义峡以下为下游。黑河中、上游又名甘州河或张掖河,下游又名弱水或额济纳河。黑河流域有黑河干流水系和西北北大河水系。北大河水系自建成若干水库以来,控制了向下游泄放的河水,已基本上形成自成一体的独立的水资源系统^[4]。本研究集中在黑河干流水系,其中以最具影响的中游张掖地区和下游额济纳三角洲作为重点研究区域。

黑河流经欧亚大陆腹地,流域源头的南部祁连山区地势高寒,气候冷凉,是由农业向牧、林业过渡的地带。中部走廊平原地区属温带干旱荒漠、半荒漠气候,年平均气温 5~10℃,相对湿度 50%左右,年蒸发量在 1300~2000mm 之间,无霜期 140~170d;下游北部高原属于干旱荒漠气候,年平均气温 8~10℃,相对湿度 45%左右,年蒸发量在 2000mm 以上;在黑河尾端的额济纳地区,年降水量小于 50mm,而蒸发量大于 2200mm,属极端干旱地区^②。

本研究的重点是黑河干流中、下游地区的绿洲,包括中游地区的张掖绿洲、临泽绿洲和高台绿洲,下游地区的鼎新绿洲和额济纳绿洲。张掖绿洲位于河西走廊中段,面积 1453km²,总人口 46.9 万人,耕地面积达 7.88 万 hm²。临泽绿洲位于黑河干流中游,西与张掖绿洲相接,东与高台绿洲相邻,面积 816km²,总人口 14.47 万人,耕地面积达 2.96 万 hm²,临泽县城为经济中心。高台绿洲位于黑河干流中游的下段,东邻临泽绿洲,北有鼎新绿洲,并依合黎山与内蒙古阿拉善右旗相邻,面积 720km²,人口 15.80 万人,耕地面积达 2.38 万 hm²,绿洲中心为高台县城。鼎新绿洲位于黑河干流正义峡以下的沿河地带,是黑河进入下游的第一个绿洲,也是内蒙古牧业区与甘肃农业耕作区的一个结合地带,鼎新绿洲面积 310km²,包括三乡一镇、一个国营农场,总人口 5.01 万人,耕地 0.76 万 hm²,林草地 0.33 万 hm²,行政上归金塔县。额济纳绿洲位于内蒙古自治区阿拉善盟最西端,北邻蒙古人民共和国,面积 3228km²,人口 1.62 万人,其中 85%的人口集中于黑河下游三角洲地区。

在绿洲分类系统中,按气候热量,黑河流域的上述绿洲为中温型绿洲;按人为影响程度,张掖绿洲、临泽绿洲、高台绿洲和鼎新绿洲为人工绿洲中的农业绿洲,额济纳绿洲为半人工绿洲;按地貌部位,张掖、临泽(西南部)为扇缘绿洲,临泽(东北部)、高台

① 王如松,《西部开发应取生态安全第一》,2000 年中国科协会议论文,2000

② 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所,《黑河流域水资源合理利用与社会经济和生态环境协调发展研究》,1999

和鼎新为沿河绿洲,额济纳为三角洲绿洲。

2 绿洲生态安全评价指标体系

2.1 评价指标体系的建立原则

绿洲生态安全评价指标体系的建立应该充分体现出现状与水平。指标应用来衡量人类行为导致的自然环境状况、状态变化的程度,表明产生生态环境问题的原因,显示社会克服生态安全危机与保障生态安全的能力。基于上述考虑,指标体系的建立应遵循以下原则:(1)生态环境的安全性与其可持续性原则;(2)生态系统的完整性与可识别性原则;(3)体现对生态安全要求的前瞻性与超前性原则;(4)综合性与主导因素原则;(5)因子和标准选取的敏感性原则。

2.2 评价指标体系及其指标构成

从绿洲自身的特殊性及其生态安全评价指标体系内涵来看,绿洲生态安全评价指标体系应包括水资源安全、土地安全及社会经济安全三大部分的指标内容。水资源是绿洲生存与发展的关键因素,土地是绿洲自然环境的载体,社会经济安全是绿洲生态安全的重要保障。建立包括以上 3 个分系统、9 个子系统和 17 项评价指标的综合指标体系如下(图 1)。其中绿洲稳定性子系统通过绿洲面积变化率、绿洲土壤盐碱化率、绿洲土地沙化率和抗灾度等指标在一定程度上反应了绿洲生态安全过程。



图 1 绿洲生态安全评价指标体系

Fig. 1 The assessing index system of the oasis ecological security

3 判别标准、指标数据与权重

3.1 评价指标的判别标准和阈值

为进行综合定量分析与评价,需建立表征各评价因子状态好坏的可比性量化指标,具体操作过程中主要有以下 4 种情况:

(1)用比值作为综合指标的,一般以比值等于 1 作为判断安全与否的阈值,然后根据比值大小并结合研究区的实际情况划分等级并赋予相应的分值。如水资源供需比、土地人口承载度、草地载畜度等指标就属于这类情况。

(2)以国家或国际的有关标准为依据的,可根据法定和通用标准对指标进行量化分级并赋以相应的分值。如地表水水质、地下水矿化度、年人均粮食消费量、人均 GDP 和农民人均纯收入等指标属于此类情况。如我国以人均纯收入作为确定温饱水平的指标之一,近期以农民人均纯收入人民币 625 元/a 为温饱线,把农民人均纯收入人民币 1100 元/a 定为小康水平。本文确定温饱线为评价阈值,即当农民人均纯收入达到温饱线时为一般安全水平,低于此线即为较差或差,高于此线即为较好或好。

(3)有科学物理依据的,可按照科研成果找出评价指标的阈值,并依此对指标进行量化分级。如地下水埋深的等级划分就依据代表性植被生长的适宜潜水位和临界潜水位。

(4)其他情况,可运用模糊聚类分析法,并考虑研究区的实际情况对指标进行量化分级。如林地覆盖率、绿洲土地沙化率、绿洲土地盐碱化率、单位面积农业总产值、绿洲人口密度和城镇化率等。如对绿洲人口密度指标的评价,本文根据联合国拟定的干旱区人口密度临界值 7 人/km²,计算出研究区内 5 个绿洲的平均临界人口密度为 136.61 人/km²。计算方法为:干旱区总面积×7(人/km²)/绿洲总面积。本文确定 137 人/km² 为绿洲人口密度临界值。

采用(0,10)区间的连续数来确定指标分级量化值。根据评价指标的判别标准和阈值以及研究区的实际情况,划分 5 个等级并赋以相应分值,具体分级情况如表 1 所示。

表 1 评价指标分级标准

Table 1 The grading criteria of the assessing indexes

指标 Index	划分等级及标准 Grade and criterion				
	好 Best (10分)	较好 Better (8分)	一般 Normal (6分)	差 Worse (4分)	恶化 Worst (2分)
水资源供需比(%) Water resource supply and demand rate	>1.2	1.2~1.0	1.0~0.7	0.7~0.5	<0.5
地表水水质(级别) Surface water quality	1	2	3	4	5
地下水矿化度(g/L) Groundwater mineralizing degree	<1.0	1~3	3~10	10~50	>50
地下水埋深(m) Groundwater depth	2~3	1~2	<1	3~4	>4
土地人口承载力(比值) Land carrying capacity(ratio)	>1.2	1.2~1.0	1.0~0.8	0.8~0.6	<0.6
林地覆盖率(%) Woodland coverage rate	>7.0	7.0~6.0	6.0~5.0	5.0~3.0	<3.0
草地载畜度(比值) Pasture carrying capacity(ratio)	>1	10~0.8	0.8~0.6	0.6~0.3	<0.3
绿洲面积变化率(%) Oasis area changing rate	>40	40~30	30~20	20~15	<15
绿洲土地沙化率(%) Oasis land desertification rate	0	0~5	5~10	10~20	>20
绿洲土壤盐碱化率(%) Oasis soil salinization rate	0	0~3	3~7	7~15	>15
抗灾度(%) Resist capacity	100	100~95	95~90	90~80	<80
人均 GDP(元) Per capita GDP(yuan)	>8000	8000~6534	6534~5000	5000~4000	<4000
单位面积农业总产值(万元/km ²) Agricultural gross output value of per km ²	>100	100~70	70~40	40~15	<15
农民人均纯收入(元) Farmer net income per capita	>2000	2000~1100	1100~625	625~500	<500
绿洲人口密度(人/km ²) Oasis population density	100~80	80~60	60~40 或 137~100	<40	>137
城镇化率(%) Urbanization rate	>60	60~40	40~15	15~10	<10
文明度(%) Civilization degree	100	100~95	95~85	85~75	<75

3.2 指标数据来源

本文所依据的资料和数据,源自 1995~2001 年间的科研报告和统计资料以及实地调查的资料^{①②③④⑤}[5,6]。也有直接从地图和文献中查询,如绿洲面积和各类用地面积、地表水和地下水基础数据、各种社会经济统计数据等;有的经过计算后参加评价,如水资源供需比、土地人口承载力、草地载畜度、绿洲面积变化率等。绿洲面积变化率以 20 世纪 80 年代中期的绿洲面积^{④⑤}为参照值等。综上所述,利用各种资料得出绿洲生态安全综合评价指标值如表 2 所示。

3.3 指标体系的权重

由于生态安全评价中各个方面和各个指标的重要性和贡献率是不一样的,用层次分析法(AHP)并参考专家的意见确定了指标体系的权重。经构造判断矩阵、层次总排序、层次单排序和一致性检验后,得到指标体系的权重值,列于表 2。其中对于农业绿洲和额济纳绿洲的耕地安全和草地安全分别赋予不同的权重。

① 王一谋,等.景观分类图.1995

② 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所.黑河流域水资源合理配置与承载力研究.1995

③ 张掖市统计局.2001年张掖市国民经济和社会发展统计年鉴.2001

④ 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所.河西土地类型图.1995

⑤ 张掖地区行政公署统计处.走廊中部建党四十二年来的辉煌成就(1949~1991).1991

表 2 评价指标体系各级权重值

Table 2 Weight value of the assessing index at different levels

分系统 Subsystem	权重值 Weight value	支系统 Branch system	总排序 权重值 General order weight value	评价指标 Assessing index	单排序 权重值 Single order weight value	总排序 权重值 General order weight value	绿洲生态安全评价指标值 The index value for ecological security assessment in the oases								
							张掖 绿洲 Zhangye oasis	临泽 绿洲 Linze oasis	高台 绿洲 Gaotai oasis	鼎新 绿洲 Dingxin oasis	额济纳 绿洲 Ejina oasis				
水安全 Water security	0.51	水量安全 Water quantity security	0.27	水资源供需比 Water resource supply and demand rate	0.53	0.27	0.51	0.43	0.53	0.69	0.31				
				水质安全 Water quality security	0.09	地表水水质 Surface water quality	0.09	0.05	3	4	4	4	3		
						地下水矿化度 Groundwater mineralizing degree	0.09	0.05	1	1	1	2	2~3		
土地安全 Land security	0.36	耕地安全 Cultivated land security	0.10	土地人口承载度 Land carrying capacity (ratio)	0.28	0.10	0.77	1.09	1.17	0.76	0.23				
				林地安全 Woodland security	0.06	林地覆盖率 Woodland coverage rate	0.16	0.06	4.4	6.2	2.5	0.43	3.3		
						草地安全 Pasture security	0.03	草地载畜度 Pasture carrying capacity (ratio)	0.09	0.03	0.096	0.180	0.408	0.2425	1.56
绿洲稳定性 Oasis stability	0.17	农业绿洲 Agro-oasis 额济纳绿洲 Ejina oasis	0.10	绿洲面积变化率 Oasis area changing rate	0.11	0.04	24.29	80.53	38.73	-22.67	-24.36				
				绿洲土地沙化率 Oasis land desertification rate	0.20	0.07	6.52	7.3	4.61	1.46	32.2				
				绿洲土壤盐碱化率 Oasis soil salinization rate	0.11	0.04	0.7	2	21.04	26.01	3.47				
				抗灾度 Resist capacity	0.05	0.02	91.67	89.21	44.58	96	85.6				
				经济安全 Economic security	0.13	经济安全 Economic security	0.09	人均 GDP Per capita GDP	0.17	0.02	5533	5275	4849	4690	8857
								单位面积农业生产总值 Agricultural gross output value of per km ²	0.33	0.05	107.23	64.83	82.22	52.30	0.99
社会安全 Social security	0.04	农民人均纯收入 Farmer net income per capita	0.17	绿洲人口密度 Oasis population density	0.17	0.02	335	177	225	114	5				
				城镇化率 Urbanization rate	0.06	0.01	25	13	11	21	59				
				文明度 Civilization degree	0.10	0.01	90.7	90.05	90.43	92.42	90.01				

4 生态安全综合评价

本文选用综合模式法的评价模型对黑河中下游的 5 个绿洲进行生态安全评价。该模型的一般数学形式为^①:

$$H = \bigvee_{i=1}^n (s_i \wedge x_i) \quad (1)$$

$$H = (a_1, a_2, \dots, a_m) = \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \dots \\ s_m \end{pmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

(1)式中, x_i 是第 i 个评价因子(或子系统)的评价向量, s_i 是第 i 个因子(或子系统)的权重, 该式含有两种运算(\vee, \wedge), 当指定(\vee, \wedge)为(\sum, \cdot), 既(连加, 相乘)时, (1)式则有线性综合模型(2)式, 式中, H 为总评价值; a_i 是 H 的分量, 即子系统评价值; a_{ij} 是 x_i 的分量, 即指标值; s_i 为权重。

按照上文判别标准, 将绿洲生态安全综合评价值从高到低, 并结合生态功能和生态退化的程度划为 5 个等级: 1 级为理想状态, 评价值为 10~8 分; 2 级为良好状态, 评价值为 8~6 分; 3 级为一般状态, 评价值为 6~4 分; 4 级为差状态, 评价值为 4~2 分; 5 级为恶化状态, 评价值小于 2 分^[7]。

黑河中下游 5 个绿洲的生态安全评价结果列入表 3。

表 3 黑河中下游地区绿洲生态安全综合评价表

Table 3 The result of ecological security integrated assessment for the oases in the middle and lower Heiher River

张掖绿洲 Zhangye oasis			临泽绿洲 Linze oasis			高台绿洲 Gaotai oasis			鼎新绿洲 Dingxin oasis			额济纳绿洲 Ejina oasis		
综合评价 Integrated assessment	分系统 Subsystem	支系统 Branch system	综合评价 Integrated assessment	分系统 Subsystem	支系统 Branch system	综合评价 Integrated assessment	分系统 Subsystem	支系统 Branch system	综合评价 Integrated assessment	分系统 Subsystem	支系统 Branch system	综合评价 Integrated assessment	分系统 Subsystem	支系统 Branch system
		1.89			0.54			1.08			1.08			0.54
	2.62	0.70		1.98	0.60		2.52	0.60		2.52	0.60		1.42	0.60
		0.84			0.84			0.84			0.84			0.28
5.22	1.92	0.60	5.16		1.00	4.94		0.80	4.72		0.40	3.94		0.06
		0.24		2.44	0.48		1.80	0.12		1.46	0.12		1.84	0.24
		0.06			0.06			0.12			0.06			1.00
		1.02			0.90			0.76			0.88			0.54
	0.98	0.82		0.74	0.62		0.82	0.68		0.74	0.58		0.68	0.50
		0.16			0.12			0.14			0.16			0.18

5 评价结果分析

绿洲生态安全综合评价的结果由中游向下游依次降低: 张掖绿洲 > 临泽绿洲 > 高台绿洲 > 鼎新绿洲 > 额济纳绿洲, 这恰好与地理分布是一致的。其中前 4 个绿洲为 3 级生态安全(一般状态), 而额济纳绿洲为 4 级差的状态(表 3, 图 2, 图 3)。

在西北干旱地区, 绿洲生态安全的关键是水资源的安全。上述绿洲的水安全评价结果反映了黑河来水量减少, 水资源供需比失衡造成的负面影响。总体上看, 张掖绿洲和临泽绿洲耕地面积不断扩大, 工农业生产需水量增加造成了水资源供需的紧张, 并导致下游额济纳绿洲水安全状况恶化, 其主要矛盾是水量和地下水位的下降。临泽绿洲的耕地面积比 20 世纪 80 年代中期增加了 0.66 万 hm^2 , 水资源的供需矛盾突出, 故其水安全评价值也很低。

在土地安全方面, 张掖和临泽绿洲主要是盐碱化问题, 高台和鼎新两个沿河绿洲和最下游的额济纳三角洲绿洲状态堪忧。由于水资源供给不足, 土地质量变差, 高台绿洲有不少弃耕地, 草地载畜能力仅为 20 世纪 80 年代中期的 60% 左右; 鼎新绿洲河道断流的时段延长, 加之气候旱化的影响, 土地沙漠化日趋严重, 绿洲面积已由 20 世纪 80 年代的 450 km^2 , 减少到目前的 348 km^2 , 除沿河两岸人工绿洲基本延续外, 河岸以外的绿洲已被流动沙丘逐渐分割。额济纳绿洲土地沙漠化更加严重, 天然绿洲面积比 20 世纪 80 年代中期减少了 24%, 由于大量采用地下水, 造成地下水位下降, 导致胡杨林大片死亡, 草场退化, 草地载畜能

力降低,而超载过牧又使得原本脆弱的植被加剧了衰退过程,不仅抗灾度大大降低,还成为沙尘暴的沙源地。

经济社会安全方面最高的是张掖绿洲,最低的是额济纳绿洲。总的看社会经济水平都在发展,但中游张掖绿洲社会经济安全水平虽然提高了,却一定程度上增加了水资源和土地资源的负担;额济纳绿洲人口密度小,城镇人口所占比例高,社会安全指数高,但经济安全指数比其他绿洲要低,总体上并不能弥补水安全的缺憾,故其生态安全综合状况依然是最低的。



Fig. 2 Map of ecological security integrated assessment for the oases in the middle and lower Heihe River

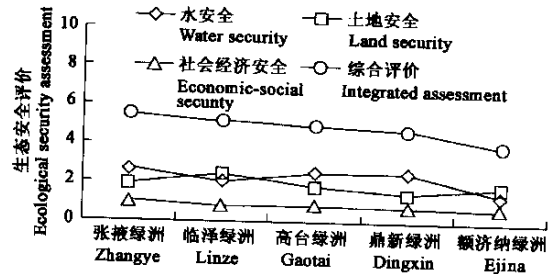


Fig. 3 The statistical chart of ecological security assessment for the oases in the middle and lower Heihe River

6 结论与讨论

内陆河流域中下游属于荒漠-绿洲生态系统,而绿洲是在广袤荒漠基质上的斑块体,承受着人口增长和经济发展所带来的巨大压力以及周围沙漠侵蚀的威胁,绿洲以天然径流为依托,对水源具高度依赖性,其生态系统虽然具有较高的第一性生产力,但十分脆弱,对压力与威胁极度敏感,绿洲的生态安全集中反映了内陆河流域的生态安全问题。

黑河中下游 5 个绿洲的生态安全评价表明,水安全是关键,因水资源供需失调和时空分配不均会导致一系列的负面效应;土地安全是载体,绿洲的承载度和稳定性折射出安全的程度,盐碱化、沙漠化指示了威胁的强度;经济社会安全是保障,同时片面追求经济发展也是生态环境退化的重要驱动力。以上几方面是相互关联的,其共同作用导致综合生态安全评价的结果,即:自黑河中游至下游,各个绿洲的生态安全状况依次降低,最下游的额济纳绿洲仅为 4 级,属于差的状态。

目前已开始实施黑河流域中游与下游的均水工程,这对遏制下游绿洲的退化,挽救濒危的胡杨林,部分恢复干涸的居延海,促进民族经济发展具有重要意义,对整个流域的生态安全也会发挥重要作用。

本文仅在绿洲尺度上对近期黑河中下游绿洲的生态安全状况进行评价,受多方面因素的影响,所建指标体系还存在一定的局限性,有待进一步完善。作者将进一步研究探讨绿洲生态安全的动态变化,并继续关注均水工程的效应和出现的新问题,以促进流域生态安全和可持续发展。

References:

[1] Xiao D N, Chen W B, Guo F L. On the Basic Concepts And Contents Of Ecological Security. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(3):354~358.

[2] Chen D J, Xu Z M. Study on Assessment of the Ecological Security in the Continental Watersheds in Northwest China——A Case Study at the Middle Reaches of Heihe River Watershed, Zhangye Prefecture. *Arid Land Geography*, 2002, 25 (3):219~224.

[3] Fang C L. Study on Structure and Function Control of Ecological Security System in Northwest Arid Area of China. *Journal of Desert Research*, 2003, 20 (3):326~328.

[4] Gao Q Z, Li F X. *The Reasonable Development and Utilizing of Water Resource in the Heihe Basin*. Lan Zhou: Science Technology Publishing House of Gansu Province, 1990. 110.

[5] The Statistics Bureau of the Inner Mongolia Autonomous Region. *Statistical Yearbook of Inner Mongol in 2001*. Beijing: China Statistics Press, 2001.

[6] The Statistics Bureau of Gansu. *Statistical Yearbook of Gansu in 2001*. Beijing: China Statistics Press, 2001.

[7] Yang J P, Lu J B. *The Systemic Analysis of Ecological Security*. Beijing: Chemical Industry Press, 2002. 126~138.

参考文献:

- [1] 肖笃宁, 陈文波, 郭福良. 论生态安全的基本概念与研究内容. 应用生态学报, 2002, 13(3): 354~358.
- [2] 陈东景, 徐中民. 西北内陆河流域生态安全评价研究——以黑河流域中游张掖地区为例. 干旱区地理, 2002, 25(3): 219~224.
- [3] 方创琳. 西北干旱区生态安全系统结构与功能的监控思路初探. 中国沙漠, 2000, 20(3): 326~328.
- [4] 高前兆, 李福兴编著. 黑河流域水资源合理开发利用. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1990. 110.
- [5] 内蒙古自治区统计局编. 2001 年内蒙古统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2001. 7.
- [6] 甘肃统计局. 2001 年甘肃年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2001.
- [8] 杨京平, 卢剑波编著. 生态安全的系统分析. 北京: 化学工业出版社, 2002. 126~138.

《生态学报》2005 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的综合性学术刊物,创刊于 1981 年。主要报道动物生态、植物生态、微生物生态、农业生态、森林生态、草地生态、土壤生态、海洋生态、淡水生态、景观生态、区域生态、化学生态、污染生态、经济生态、系统生态、城市生态、人类生态等生态学各领域的学术论文;特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;原创性研究报告和研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。为促进学术、科研信息的交流,欢迎踊跃投稿。

《生态学报》为月刊,2004 年改为大 16 开本,信息容量由 36 万字增加到 55 万字,期定价 45 元,年定价 540 元。全国各地邮局均可订阅,望广大读者互相转告,以便及时订阅。

地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 《生态学报》编辑部 电话:(010)62941099

E-mail: Shengtaixuebao@mail.rcees.ac.cn 或 Shengtaixuebao@sina.com

本刊国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670,标准刊号:ISSN1000-0933/CN11-2031/Q