

文章编号:1004-4574(2012)03-0070-09

玛纳斯河流域生态问题的潜在风险性评估

张青青^{1,2}, 徐海量¹, 樊自立¹

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所 新疆, 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要:玛纳斯河流域是中国干旱区最具代表性的山地-绿洲-荒漠生态系统, 三大生态系统表现出的区域生态、经济要素的空间状况有所分异, 所存在的生态安全问题的表现形式也各不相同。根据流域土地利用和水资源数据库, 在生态经济功能分区的基础上, 针对流域不同分区存在的生态安全问题, 选取相应的17个生态风险评估指标, 建立了生态-经济风险性评价模型, 对流域各个生态经济功能亚区的生态问题潜在的风险性进行了生态风险评估。结果表明: I₁, II₁, II₂, II₃, III₁, III₂和III₃亚区的生态问题潜在的风险性在增大, 说明生态问题日益突出, 而I₁和II₄亚区生态问题潜在的风险性指数存在波动; I, II和III三个大区中生态问题潜在的风险性指数最高的分别是I₁, II₁和III₁亚区。评价结果能够较为客观地反映了当地的实际情况, 因而对流域可能出现的灾害性的环境问题及由此引起的巨大的经济损失提出了警示。

关键词:玛纳斯河流域; 生态经济功能区划; 生态问题; 生态风险评估

中图分类号: X171

文献标志码: A

Potential risk assessment of ecological problems of Manas River Basin

ZHANG Qingqing^{1,2}, XU Hailiang¹, FAN Zili¹

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography Research, Chinese Academic of Sciences, Urumqi 830011, China;

2. Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: Manas River Basin is one of the most representative mountain-oasis-desert ecosystems in arid region of China. There are some differences between the spatial status of regional ecology and economy of the three ecosystems, i. e. mountain ecosystem, oasis ecosystems and desert ecosystem. Thus, the representations of eco-economic security problems are different. Based on subdivided eco-economic functional regions, and make use of the land-use and water resource database of the basin, this paper established the ecological and economic risk assessment model by 17 ecological risk assessment indices and assessed the potential risk of the ecological problems with different subdivided eco-economic functional regions. The results indicate that the risk of ecological problems in the sub-regions I₁, II₁, II₂, II₃, III₁, III₂ and III₃ is increasing from 1997 to 2007, which suggests the ecological problems become increasingly prominent, and the risk exponents of sub-regions I₁ and II₄ are fluctuated from 1997 to 2007. The result also shows the top ecological potential risk exponents in the three region I, II and III are in sub-regions I₁, II₁ and III₁, respectively. The assessment results can reflect the actual state objectively, therefore, it brings forward a caution in the occurrence of calamitous environmental issues and a huge economical loss resulting from the environment issues.

Key words: Manas river basin; ecologic and economic function regionalization; ecological problems; ecological risk assessment

收稿日期: 2010-10-13; 修回日期: 2011-04-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(41101534, 41001066); 新疆社科基金项目(075YB012)

作者简介: 张青青(1983-), 女, 博士研究生, 主要从事生态保护与恢复方面的研究. E-mail: shlf@163.com

世界环境科学研究中,生态风险评估(ecological risk assessment, ERA)是目前十分活跃的领域。生态风险评估(或生态风险评价)可以理解为系统受一个或多个胁迫因素影响后,对不利的生态后果出现的可能性进行评估^[1-2],它从反面表征了系统安全状况受胁迫的程度。生态风险评估正朝着多重性和实用性方向发展,但大都集中在环境污染、灾害事件等的生态风险评估,流域生态问题方面的风险评估涉及较少^[3-6]。

近年来,随着玛纳斯河流域农业开发的深入和经济的迅速发展,部分地区对水土资源利用不合理,导致该区生态环境发生了剧烈的变化,粗放型经济增长模式与有限的生态环境承载力之间的矛盾不断加剧,生态问题突出。长期以来生态环境问题一直制约着干旱区绿洲经济社会的稳定发展,生态环境的恶化和问题的增多将对经济建设、社会发展、大气水环境、交通运输及人类的生命财产和健康带来严重不利影响^[3,7],引起自然灾害突发和持续灾害过程的可能性更大,而且经济越发达对此区域带来的经济损失越严重,即潜在的风险性越大。本文根据流域土地利用和水资源数据库,并参考各地自然、经济、社会统计资料,在玛纳斯河流域生态经济功能分区的基础上,根据流域不同的生态经济功能区存在的生态经济安全问题选取相应的生态风险评估指标,结合实地调研经过专家讨论后采用专家赋值法确定不同指标的权重,并借鉴相关理论的研究成果^[3,7,8],尝试建立生态-经济风险性评估模型,对玛纳斯河流域的生态环境问题进行生态风险评估,分析各个生态经济功能亚区的生态问题潜在的风险性及其变化趋势,目的是为流域资源开发、产业布局、灾害防治、环境综合整治、生态建设及经济发展分区管理提供科学依据。

1 研究区概况

1.1 自然条件

新疆玛纳斯河流域位于天山北坡和准噶尔盆地南缘,地理位置位于东经 $84^{\circ}42' - 86^{\circ}33'$,北纬 $43^{\circ}5' - 45^{\circ}58'$,地处干旱区内部,属于典型的温带大陆性气候,主要气候特征是降水少、蒸发大、温差大、温度小,年平均降水量 $100 \sim 200 \text{ mm}$ ^[9],时空分布不均匀。干旱区水资源在生态维护与经济发展中起着关键作用^[10],流域主要有玛纳斯河及其东侧的塔西河、西侧的金沟河、宁家河、八音沟河等(见图1),而水资源的形成、转化和消耗主要取决于大地貌类型,由不同的大地貌类型所决定的生态经济系统是不同的。所以按大地貌类型可将流域分为3个一级区^[11-12],在以上3个一级分区的基础上,再根据中地貌条件、生态类型、经济结构及环境保护对策等划分为9个二级分区^[12](见图1)。

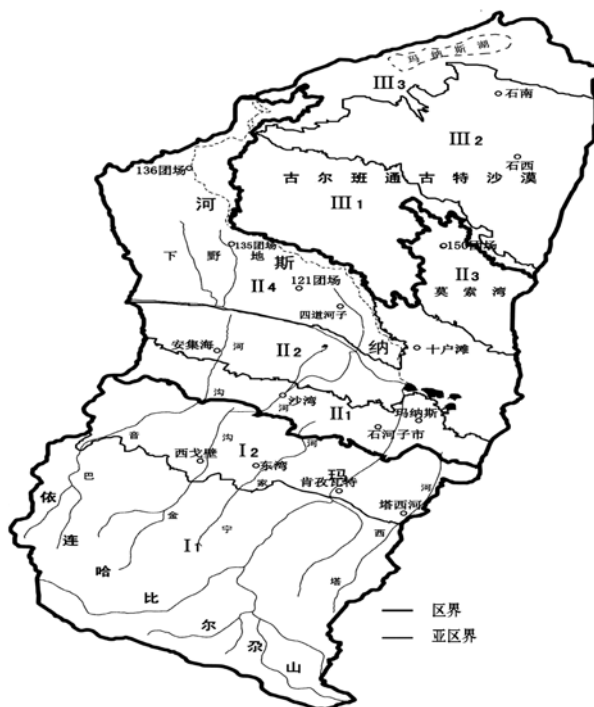


图1 玛纳斯河流域生态经济功能区划图

Fig. 1 Eco-economic functional zoning map of Manas River Basin

1.2 社会经济状况

玛纳斯河流域按行政位置主要在玛纳斯县和沙湾县,另有克拉玛依市和和丰县的一部分,新疆生产建设兵团的石河子市和农八师各农场插花分布其间。1949年后由于大规模水土资源开发利用,现已形成南依天山,北抵古尔班通古特沙漠的连片大绿洲,为新疆第四大灌区,以国营农场为主体,在新疆农业生产中有举足轻重的作用。目前已形成以石河子为中心,东向玛纳斯,西向沙湾辐射的绿色食品加工、棉纺织、现代农业装备、重化工及电力等的产业集群。据2007年统计,全流域人口 106.4×10^4 人,耕地面积 $31.18 \times 10^4 \text{ hm}^2$,国内生产总值 236.8×10^8 元,人均GDP为19423元,各项指标均位于全疆前列,成为天山北坡经济带的重要组成部分。

2 研究方法

2.1 数据来源

本文采用的数据一方面来源于从1998年的美国陆地卫星TM影像和2006年的CBERS影像进行遥感影像解译所获得的两期土地利用/土地覆被图形数据和属性数据,另一方面来源于实地调查以及2008年石河子市社会经济统计年鉴、2008年沙湾县领导干部手册、2008年玛纳斯县领导干部手册、2003年新疆生产建设兵团勘测规划设计院编写的《水资源保护规划报告》及《节水规划报告》等统计数据。

2.2 生态安全评价指标体系的构建

2.2.1 不同生态经济功能区的生态安全问题

玛纳斯河流域大的地貌类型,决定了流域的生态系统不同,因而表现出区域的生态、经济要素的空间状况有所分异,经过几十年大规模的水土资源开发,流域不同的生态经济功能分区在环境演变和经济发展过程中所存在的生态安全问题的表现形式各不相同:

I₁ 亚区山地针叶林以雪岭云杉为主,由于超采过伐,破坏严重,河流年输沙量由20世纪50年代的 $117 \times 10^4 \text{ t}$ 增加到20世纪90年代的 $246 \times 10^4 \text{ t}$ ^[13];该区域的草地主要是亚高山草甸和草甸草原,由于山区超载严重(估计超载约60%左右),导致本区的草地生产力下降,同时草地植被群落物种组成中有毒和不可食植物比例不断升高。

I₂ 亚区本区作为低山丘陵区,降水量比I₁亚区大幅降低,草地覆盖率和产草量明显减少;同时作为河流的出山口所在地,洪涝灾害频繁;交通不便,经济发展滞后。

II₁ 亚区该区属城镇绿洲与农业绿洲的结合带,有石河子、玛纳斯、沙湾3个城镇,城市化水平较高、工业化发展较快。特别是石河子市是天山北麓重要的中心城市之一,经济发展水平相对较高。随着城市化发展,城市供水成为最大的问题,地下水年超采量达110%以上,造成地下水位每年以0.5~1.0m的速度下降。另外,棉花播种面积比例较大,种植作物单一,且不能轮作倒茬,造成病虫害增加。

II₂ 亚区该区地处扇缘洪积扇,地下径流条件差,由于修建了夹河子、大泉沟及蘑菇湖等26座水库(总库容 $5.2 \times 10^8 \text{ m}^3$)^[14],造成本区地下水位较高,土壤盐渍化比较普遍。同时,本区一些水库接纳了石河子等市县的生活和工业污水,水质污染也比较严重。

II₃ 亚区该区地处沙漠边缘,地表水严重不足,造成地下水利用率较高,地下水位下降和埋藏较深,同时由于土地开发等导致原生的荒漠梭梭林破坏严重,土地沙化是本区最严重的生态问题;另外,由于本区大量种植棉花,出现了因种植作物单一引起的病虫害增加的问题。

II₄ 亚区该区位于玛纳斯河中下段,排水条件较好,但西侧的西岸大渠没有防渗设施,造成地下水位升高,土壤盐渍化较重,加之临近沙漠,风沙灾害也较严重。土地开发造成的梭梭林面积的减少也是本区突出的生态问题。

III₁ 亚区作为绿洲和荒漠的过渡带,本区原有的大量天然植被成为保护绿洲的屏障,但是由于沙漠边缘30~50km范围内的梭梭和怪柳被大量砍伐,本区天然植被的保护成为各方关注的焦点,同时过度放牧和地下水下降造成的植被破坏也是本区突出的生态问题。

III₂ 亚区该区植被覆盖率较低,植物对牲畜的适口性不佳,加之沙漠严酷的气候和干旱缺水生境,不宜放牧家畜。且其生态系统十分脆弱,稍重的放牧压力就会导致沙漠植被退化和珍贵野生动物资源破坏。因此已建成了石西、石南和陆九3个油气田对丰富的地下油气资源的勘探开发是一个点多、线长、面广的污染

和生态破坏项目,对沙漠脆弱生态环境影响很大。

Ⅲ₃ 亚区已濒临消失的玛纳斯湖位于该区,这里植被稀疏,地表沙化严重,干涸的湖底形成的盐壳在风力作用下造成的盐尘对环境危害很大,因此保护该区生态意义重大。

2.2.2 生态风险评估指标的选取和权重的确定

流域生态风险评估应从反面充分体现出流域生态安全的现状与水平^[15-17]。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,表明产生的生态问题及其原因,因此依据风险评估指标体系建立的基本原则^[18]和 ERA 概念框架^[19],针对不同生态经济功能区的生态环境问题选择相应的指标,建立玛纳斯河流域生态风险评估指标体系(见表 1)。

表 1 不同生态经济功能区的生态问题潜在风险性评价指标及其权重的确定

Table 1 Potential risk assessment indices and their weights' determination of ecological problems in different eco-economic functional regions

目标层	准则层	指标层, Z_{ij} 或 C_{ij}	指标权重			
			M_{ij}	N_{ij}		
玛纳斯河流域生态安全评价指标体系	生态环境	I	降雨(出山口径流)量	0.4		
			植被覆盖率	0.3		
			草场超载量	0.3		
		II	地下水位	0.25		
			地表水保证率	0.25		
			林地面积	0.075		
			草地面积	0.075		
			盐碱地(沙化)面积	0.2		
			水质级别	0.075		
	社会经济	III	年风沙灾害日数	0.075		
			地下水位	0.4		
			植被覆盖率	0.3		
		I	沙化(水域)面积	0.3		
			天然林保护资金投入(林果收入)		1	
			II	人均 GDP		0.6
			II	二、三产业所占三大产业比重		0.4
				III	人均 GDP	

由于生态系统和经济结构的不同,表现出区域生态、经济要素的空间状况的分异^[12],因而每个生态经济功能区的生态问题就不相同,选取的指标也不相同,但是为了便于比较,各个功能区的亚区选取的指标基本一致:

山区是产流区和水源涵养区,因此 I₁ 亚区选取降雨量、I₂ 亚区选取出山口径流量作为生态风险评估指标,而草场过牧森林破坏严重是山区存在的主要生态环境问题,因此 I₁ 和 I₂ 亚区选取植被覆盖率和草场超载率作为共同的生态风险评估指标。其中,降雨量和出山口径流量的权重相同。

绿洲是人类安身立命的场所,生存发展的空间,人类活动对生态环境的影响较大,生态问题较多较复杂。首先,水是干旱区最稀缺资源,在干旱区生态稳定和经济发展中起着决定性作用,因此地表水保证率是必不可少的指标,这里供水保证率即地表水资源量/所用水资源量;而土地荒漠化、盐渍化^[20]等直接由地下水位的高低决定,会直接导致水土、水盐平衡失调,对环境造成的负面影响很大,因此将地下水位作为一个重要指标;再者,II₁ 和 II₂ 亚区选取盐碱地面积、II₃ 和 II₄ 亚区选取沙化面积为绿洲区的生态风险评估指标,林地面积、草地面积、水质级别和年风沙日数作为共同的生态风险评估指标。其中,盐碱地面积和沙化面积的权重相同。

荒漠区是绿洲的天然屏障,荒漠植被起到的良好的防风固沙作用,而荒漠抗旱植被依靠地下水来维持生存^[10],因此选取地下水位、植被覆盖率和沙化面积作为 III₁ 和 III₂ 亚区的生态风险评估指标,而 III₃ 亚区除选取地下水位和植被覆盖率外,考虑到玛纳斯湖近几年来有水注入,且占有该区的很大面积,因此该区选取水域面积作为 III₃ 亚区的生态风险评估指标,水域面积和沙化面积的权重相同。

在确定社会经济准则层的生态风险评估指标时,绿洲区 4 个亚区均选取人均 GDP 和二、三产业所占三大产业比重值;山区的 I₁ 亚区选取天然林保护资金投入、I₂ 亚区选取林果收入作为生态风险评估指标,另

外,两个亚区均在原有基础上再加上绿洲 II₁ 和 II₂ 亚区 GDP 之和乘以系数 0.3;荒漠区本身不会直接创造经济价值,但是天然屏障—荒漠生态系统的破坏将对绿洲带来重创,因此荒漠区 III₁, III₂ 和 III₃ 亚区的经济指标分别用绿洲 II₃ 和 II₄ 亚区 GDP 之和乘以系数 0.4, 0.2 和 0.1 来代替。山区和荒漠区社会经济指标的这种简单处理方法在某种程度上反映了山区和荒漠区对绿洲的作用和影响。

指标体系的权重是用专家赋值法并参考专家意见来确定的。专家赋值法的好处是简单易行,可充分应用专家经验体现当地的实际情况,与实际的情况较为接近,这样可以避免错误的评价结果。由于生态风险评价中各个指标在不同区域的重要性和贡献率是不一样的,权重也不相同;而每个分区的亚区之间所选指标基本相同,权重一致,这样便于同一生态系统中各个亚区之间的比较。

2.2.3 生态风险评估模型的建立

生态风险与生态安全互为反函数^[21],因此玛纳斯河流域的生态风险评估,立足于安全,从不安全的角度来进行,用“不安全指数”来表示^[22],即不安全指数越大,潜在的风险性就越大。为便于比较对所有原始数据均进行归一化处理,以计算各评价指标的不安全指数。

如设 X_{ij} (j 为 9 个生态经济功能亚区的第 j 个亚区; i 为第 j 个亚区的第 i 个指标) 为第 j 个亚区的第 i 个指标的原始值, T_{ij} 为 X_{ij} 进行归一化处理相对应的指标值,即:

$$T_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{ijmax}} \times 100\% \quad (0 \leq T_{ij} \leq 1), \tag{1}$$

Z_{ij} 为第 j 个亚区的第 i 个评价指标的不安全指数,计算方法如下:

$$Z_{ij} = T_{ij}, \text{对于越小越安全的指标;} \tag{2}$$

$$Z_{ij} = 1 - T_{ij}, \text{对于越大越安全的指标.} \tag{3}$$

除地下水位外,生态环境指标层的各个指标 Z_{ij} 的计算方法基本一样,社会经济指标层的各个指标 C_{ij} 计算方法和 Z_{ij} 的计算方法相同。考虑本区的实际,本文以 4~6 m 为地下水水位的安全区间,过高和过低均不安全,因此地下水水位的不安全指数计算方法为:

$$Z_{ij} = \begin{cases} 0 & (4 < X_{ij} < 6), \\ 0.2 & (3 < X_{ij} \leq 4, 6 \leq X_{ij} < 8), \\ 0.4 & (2 < X_{ij} \leq 3, 8 \leq X_{ij} < 10), \\ 0.6 & (1 < X_{ij} \leq 2, 10 \leq X_{ij} < 12), \\ 0.8 & (0 \leq X_{ij} \leq 1, 12 \leq X_{ij} < 14), \\ 1 & (X_{ij} \geq 14). \end{cases} \tag{4}$$

本文根据干旱区内陆河流域植被生态风险评估指标所具备的不确切性和模糊性的特点^[2,7],借鉴相关理论^[3,7-8],针对玛纳斯河流域各个生态经济功能区的生态安全问题,建立生态—经济风险性评价指标模型如下:

$$D_j = \left(\sum_{i=1}^n Z_{ij} \times M_{ij} \right) \times \left(\sum_{i=1}^n C_{ij} \times N_{ij} \right). \tag{5}$$

式中: M_{ij} 为生态环境指标层第 j 个亚区第 i 个指标的权重值, N_{ij} 为社会经济指标层第 j 个亚区的第 i 个指标的权重值, n 为第 j 个亚区总的指标数。

3 评价结果与分析

区域生态环境的恶化和问题的增多将对经济建设、社会发展、大气水环境、交通运输及人类的生命财产和健康带来严重不利影响^[3],对于经济越发达的区域带来的经济损失越严重,即潜在的风险性越大。通过第 2.2.3 节中式(1)–(5)的计算,可以基本反映玛纳斯河流域不同生态经济功能区生态问题潜在的风险状况:

玛纳斯河流域山区为南部天山草原森林牧林矿产区,从图 2 可以看出, I₁ 亚区的生态—经济风险性评价指数从 1998 年的 0.143 2 增加到 2007 年的 0.356 7,增长了 1.5 倍,说明生态问题潜在的风险性迅速增大,生态问题越来越突出。而 I₂ 亚区风险性指数先减少后增加,尤其是近些年来, I₂ 亚区风险性有迅速攀升的趋势,2007 年生态—经济风险性评价指数是 2005 年的 2.5 倍,说明该区生态问题潜在的风险性先减小

然后有所增加,生态问题逐渐突出。玛纳斯河流域山区为玛纳斯河等大小河流的径流形成区和水土保持区,山区受到人类活动的影响越来越频繁,森林超采过伐和草地过牧现象严重,据估计草地超载约 60% 左右,再加上山区开发矿产和进行水电工程项目建设引起植被破坏,甚至造成山体滑坡,尽管天山森林已经纳入国家天然林保护工程,环境保护的力度在不断加大,但由于生态问题潜在的风险性越来越大,必须加快森林和草地的恢复,对采伐迹地和宜林地进行人工定植,建立苗圃,对草场进行围栏封育,并可在低山丘陵区的塔西河东湾和西戈壁乡种植玉米为主等作物作为牲畜的饲料,来补偿冬春草场不足,限制过度放牧。

中部玛纳斯河平原农业绿洲与城镇绿洲区,从图 3 可以看出,除 II₃ 亚区外,绿洲内部其余 3 个亚区的生态-经济风险性评价指数从 1998 年到 2007 年均呈上升趋势,其中增长速度最快的是 II₁ 亚区,原因可能是该区存在的生态问题最多。从生态-经济风险性评价指数的平均值来看,绿洲内部 4 亚区的生态-经济风险性评价指数排序结果为 II₁ > II₂ > II₃ > II₄, II₃ 和 II₄ 亚区处于沙漠边缘,生态环境自身很恶劣,再加上近些年来打井开荒严重,不仅破坏了原有荒漠植被,而且地下水位持续下降,防护林带因此而大片死亡,如果不加强封育,人为破坏对荒漠生态系统的影响就会越来越重,II₃ 和 II₄ 亚区受到的危害就越来越严重。而 II₁ 和 II₂ 亚区处于山前玛纳斯等河冲积扇群,受沙漠威胁以及风沙等灾害性天气的危害较 II₃ 和 II₄ 亚区小,但生态-经济风险性评价指数较 II₃ 和 II₄ 亚区大,约是 II₃ 和 II₄ 亚区的 1.5 倍,原因可能是 II₁ 和 II₂ 亚区属城镇绿洲与农业绿洲的结合带,有石河子、玛纳斯、沙湾三个城镇,城市化水平较高、工业化发展较快,由于环境问题而带来的经济建设、社会发展等方面的经济损失就大,且该区经济的增长模式仍很粗放,对自然资源的消耗量大,对人类生存的大气、水等环境带来的不利影响也越来越多,因此生态-经济风险性评价指数高,生态问题潜在的风险性大。

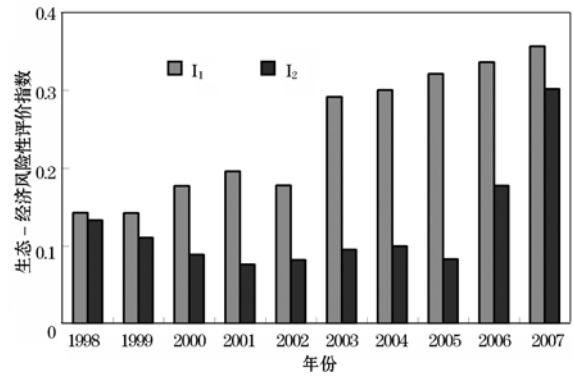


图 2 玛纳斯河流域山区的生态问题潜在风险性评价结果图

Fig. 2 Potential risk assessment result of ecological problems in mountain area of Manas River Basin

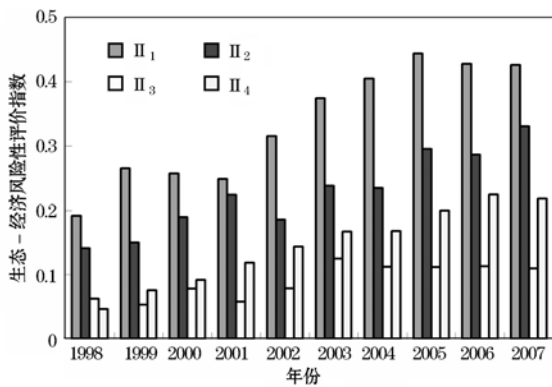


图 3 玛纳斯河流域绿洲区的生态问题潜在风险性评价结果图

Fig. 3 Potential risk assessment result of ecological problems in oasis of Manas River Basin

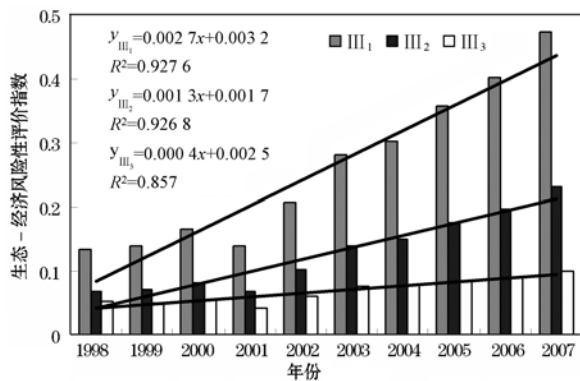


图 4 玛纳斯河流域荒漠区的生态问题潜在风险性评价结果图

Fig. 4 Potential risk assessment result of ecological problems in desert area of Manas River Basin

北部古尔班通古特沙漠封沙育草油气勘探开发区,从图 4 可以看出,从 1998 年到 2007 年,荒漠区 3 个亚区的生态-经济风险性指数均持续升高,其中 III₁ 亚区风险性指数增长的最快 ($R^2 = 0.9276$, 斜率为 0.0027),说明荒漠区的生态问题潜在的风险性均在增大,且越靠近绿洲区的亚区,生态问题潜在的风险性越大,因为靠近绿洲区的区域受到人类活动的影响越多,地下油气资源的勘探开发所造成的污染和生态破坏对沙漠脆弱生态环境影响也很大。同时,保护绿洲的天然屏障梭梭和柽柳被大量砍伐,沙漠威胁农田和居民点,这一系列生态问题所导致的危害对绿洲的影响也越大,必须采取严格的保护措施,通过建立自然保护区,进行整体性的就地保护^[23]。

4 讨论

玛纳斯河流域是中国干旱区最有代表性的山地-绿洲-荒漠生态系统,这三大生态系统是以水为主线连结在一起,紧密联系,相互影响,并且水资源的质与量和区域生态环境状况有直接的关系,因此水作为每个分区重要的生态风险评估因子,尤其是地下水,地下水位上升或下降会直接导致水土、水盐平衡失调,造成土地荒漠化、盐渍化^[20]等,对环境的负面影响很大,因此将地下水位作为玛纳斯河流域生态安全评价的一个重要指标。

从评价结果看,玛纳斯河流域山区、绿洲和荒漠三大生态系统功能区的生态经济问题潜在的风险性均在持续增加,这和流域经济的迅速发展以及粗放的经济增长所带来的一系列环境问题所带来的不利影响越来越大是相符合的,粗放型经济增长模式与有限的生态环境承载力之间的矛盾不断加剧,生态环境退化与自然资源短缺导致的局部与全局、眼前与长远利益之间的矛盾日趋激化,因此要重视生态与经济的协调发展。

生态与经济作为一个有机的整体,生态环境的演变和经济的发展是相互依存相互促进的,因此构建一个能综合反映区域生态-经济风险性评价模型,并据此对生态安全问题潜在的风险性进行合理的判断是非常重要的。区域生态安全问题的风险性是生态和经济共同作用的结果,如果经济发展达到一定的发达程度,生态环境状况良性运转,区域的生态安全问题的风险性是很小的,反之,经济的发展以生态环境的破坏为代价,生态环境状况恶劣,那么区域的生态安全问题所导致的损失是非常惨重的,风险性很大。因此生态问题对生态环境本身造成的影响以及其危害对经济的影响二者不是简单的求和,而是可以通过构建生态-经济风险性模型,综合反映生态问题对自身和经济的影响程度,克服了单从生态环境问题或单从生态问题的危害对经济带来的损失进行判断的片面性。风险评估结果反映了近些年来玛纳斯河流域生态环境问题的变化趋势,与实际情况基本一致,尤其是石河子、玛纳斯、沙湾 3 个主要城镇所在的 II₁ 和 II₂ 亚区,生态-经济风险性评价指数比距沙漠较近的 II₃ 和 II₄ 亚区大,这一点充分体现了生态和经济相互作用的结果。

山区是基础,起着产流和涵养水源作用,除向绿洲提供生命之水外,还输送泥沙、养分和无机盐以及丰富的水能、生物、矿产和旅游资源,是支撑平原经济发展的基石,没有山区产流就没有平原绿洲。荒漠区是绿洲的天然屏障,荒漠植被起到的良好的防风固沙作用,减少沙尘等灾害性天气的发生,而且沙漠植物在长期的自然选择和适应过程中具有耐旱耐高温等特殊次生代谢的基因特性,丰富了生物基因库。从某种程度上讲,玛纳斯河流域绿洲的繁荣是在对山地和荒漠生态掠夺破坏的基础上发展起来的^[24]。荒漠区本身不会直接创造经济价值,但是荒漠系统服务功能的价值是巨大的不能忽视的,同样,山区为人工绿洲生态系统提供许多不可替代的生态系统服务,因此不能单用区域自身直接创造的经济价值来计算生态问题潜在的风险性,为了突出山区和荒漠区对绿洲的保护和影响,应该考虑水源涵养区-山地生态系统和天然屏障-荒漠生态系统的破坏对绿洲带来重创以及两大生态系统服务价值^[25],又考虑到本地区的特点,将没有经济效益的区域或经济效益较低不能反映该区重要性的区域用绿洲区的部分经济指标乘上相应的系数,如荒漠区 III₁, III₂ 和 III₃ 亚区的经济指标分别用绿洲 II₃ 和 II₄ 亚区 GDP 之和乘以系数 0.4, 0.2 和 0.1, 山区两个亚区均在原有经济指标值的基础上再加上绿洲 II₁ 和 II₂ 亚区 GDP 之和乘以系数 0.3, 通过这种简易的方法来计算社会经济指标,从而较客观地反映生态环境问题对生态系统和社会经济的影响程度,以引起当地决策者的高度重视。而这些参数的选取是否妥当,还需今后的研究来确定,但是考虑它们相互作用的思路应该是可行的。

5 结论

(1) 根据生态经济功能分区的结果,玛纳斯河流域分为 3 个一级区和 9 个二级亚区,每个亚区由于自身的生态和经济发展特点,存在不同的生态安全问题,为此针对不同的生态安全问题 I 区、II 区和 III 区分别选取了 3 个、7 个和 3 个生态环境指标以及 1 个、2 个和 1 个社会经济指标,共 13 个生态环境指标和 4 个社会经济指标,在借鉴国内外研究文献的基础上,确立了生态-经济风险性评价指标模型。

(2) 根据生态经济风险性评价模型, I₁, II₁, II₂, II₃, III₁, III₂ 和 III₃ 亚区生态问题潜在的风险性在增加,说明生态问题日益突出,而 I₁ 和 II₄ 亚区生态问题潜在的风险性指数存在波动,因此需要高度重视,采取合适的措施,促进生态与经济协调稳定的发展,使生态问题潜在的风险性指数下降。

(3)对于同一个大区的不同亚区,由于评价指标是相同的,因此评价结果具有可比性,其中Ⅰ区、Ⅱ区和Ⅲ区三个大区生态问题潜在风险性指数最高的分别是Ⅰ₁亚区、Ⅱ₁亚区和Ⅲ₁亚区。从绿洲区看,Ⅱ₁亚区生态问题潜在风险最高主要是因为本区的生态安全问题最多,而Ⅱ₄亚区虽然地处沙漠边缘,由于近十多年国家投入大量资金用于生态建设,目前的生态风险相对较小,但是本区所存在的地下水位大幅下降,种植结构单一等问题仍然需要高度关注。因此,生态-经济风险性指数高的区域需要高度重视,不高的区域由于生态问题潜在的风险性在增大,这也需要重视。

参考文献:

- [1] 李国旗,安树青,陈兴龙,等. 生态风险研究评述[J]. 生态学杂志,1999,18(4): 57-84.
LI Guoqi, AN Shuqing, CHEN Xinglong, et al. A Summary on ecological risk assessment [J]. Chinese Journal of Ecology, 1999,18(4): 57-84. (in Chinese)
- [2] 陈辉,刘劲松,曹宇,等. 生态风险评价研究进展[J]. 生态学报,2006,26(5): 1558-1566.
CHEN Hui, LIU Jinsong, CAO Yu, et al. Progresses of ecological risk assessment [J]. Acta Ecologica Sinica, 2006,26(5): 1558-1566. (in Chinese)
- [3] 王静爱,徐伟,史培军,等. 2000年中国风沙灾害的时空格局与危险性评价[J]. 自然灾害学报,2001,10(4): 1-6.
WANG Jingai, XU Wei, SHI Peijun, et al. Spatio-temporal pattern and risk assessment of wind sand disaster in China in 2000 [J]. Journal of natural Disasters, 2001,10(4): 1-6. (in Chinese)
- [4] 毛小琴,倪晋仁. 生态风险评价研究述评[J]. 北京大学学报:自然科学版,2005,41(4): 646-654.
MAO Xiaoling, NI Jinren. Resent progress of ecological risk assessment [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2005,41(4): 646-654. (in Chinese)
- [5] 郭平,谢忠雷,李军,等. 长春市土壤重金属污染特征及其潜在生态风险评价[J]. 地理科学,2005,25(1): 108-112.
GUO Ping, XIE Zhonglei, LI Jun, et al. Specificy of heavy metal pollution and the ecological hazard in urban soils of Changchun City [J]. Scientia Geographica Sinica, 2005,25(1): 108-112. (in Chinese)
- [6] 张海波,骆永明,李志博,等. 土壤环境质量指导值与标准研究 Ⅲ. 污染土壤的生态风险评估[J]. 土壤学报,2007,44(2): 338-349.
ZHANG Haibo, LUO Yongming, LI Zhibo, et al. Study on soil environmental quality guidelines and standards Ⅲ. Ecological risk assessment of polluted soils [J]. Acta Pedologica Sinica, 2007,44(2): 338-349. (in Chinese)
- [7] 徐海量,陈亚宁. 塔里木盆地风沙灾害危险性评价[J]. 自然灾害学报,2003,12(3): 35-39.
XU Hailiang, CHEN Yaning. Hazard assessment of wind sand disaster in Tarim Basin [J]. Journal of Natural Disasters, 2003,12(3): 35-39. (in Chinese)
- [8] 刘立新,史培军. 区域火灾风险评估模型研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报,2001,10(2): 66-72.
LIU Lixin, SHI Peijun. The theory and application of model research of regional flood risk assessment [J]. Journal of Natural Disasters, 2001,10(2): 66-72. (in Chinese)
- [9] 唐湘玲,龙海丽,邢永建. 玛纳斯河流域降水与径流变化及其人类活动的影响[J]. 新疆师范大学学报:自然科学版,2005,24(3): 145-148.
TANG Xiangling, LONG Haili, XING Yongjian. Influences of the precipitation and fluctuation of discharge rate of Manas River and activity of human [J]. Journal of Xinjiang Normal University :Natural Sciences Edition, 2005,24(3): 145-148. (in Chinese)
- [10] 樊自立. 新疆土地开发对生态与环境的影响及对策研究[M]. 乌鲁木齐:气象出版社,1996:58-72.
FAN Zili. Influence and Countermeasure of Land Exploitation of Xinjiang on Ecology and Environment [M]. Urumqi: Meteorology Press, 1996: 58-72.
- [11] 袁国映,曲喜乐,李竞生. 中国新疆玛纳斯河流域农业生态环境资源保护与合理利用研究[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社(K), 1995:1-11.
YUAN Guoying, J. Kuchler, LI Jingsheng. Conservation and Rational Use of the Agri-ecosystem Resources in the Manas River Valley, Xinjiang P. R. of China [M]. Urumqi: Publishing House of Science, technique and sanitation, Xinjiang(K), 1995:1-11. (in Chinese)
- [12] 樊自立,徐海量,叶茂,等. 新疆玛纳斯河流域生态功能区划研究[J]. 干旱区地理,2010,33(4):493-501.
FAN Zili, XU Hailiang, YE Mao, et al. Ecological and economical functional regionalization in Manas River Valley of Xinjiang [J]. Arid Land Geography, 2010,33(4):493-501. (in Chinese)
- [13] 董新光,邓铭江. 新疆准噶尔盆地典型流域水资源系统优化配置研究[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1997:53-69.
DING Xinguang, DENG Mingjiang. Researches in the Optimized Disposal of the Water Resource System in the Typical Valley of the Junggar Basin in Xinjiang [M]. Urumqi: Xinjiang Science and Technology and Hygiene Publishing House, 1997:53-69. (in Chinese)
- [14] 新疆石河子市环境保护局. 新疆维吾尔自治区石河子环境质量报告书(二〇〇一—二〇〇五)[R]. 石河子:石河子市环境保护局,2006.
Environmental protection bureau of Shiheze, Xinjiang. Proces-verbal of Environmental Quality of Shihezi, Xinjiang Uygur Autonomous Region (2001-2005) [R]. Shihezi: Environmental Protection Bureau of Shiheze, 2006. (in Chinese)

- [15] 王根旭,程国栋,钱鞠. 生态安全评价研究中的若干问题[J]. 应用生态学报,2003,14(9): 1551-1556.
WANG Genxu, CHENG Guodong, QIAN Ju. Several problems in ecological security assessment research [J]. Chinese Journal of Application Ecology, 2003,14(9): 1551-1556. (in Chinese)
- [16] 马克明,傅伯杰,黎晓亚,等. 区域生态安全格局:概念与理论基础[J]. 生态学报,2004,24(4): 761-768.
MA Keming, FU Bojie, LI Xiaoya, et al. The regional pattern for ecological security (RPES): the concept and theoretical basis [J]. Acta Ecologica Sinica, 2004,24(4): 761-768. (in Chinese)
- [17] 蒋良群,舒成强,陈曦,等. 塔里木河流域下游植被生态风险遥感定量评估[J]. 干旱区研究,2008,25(4): 556-561.
JIANG Liangqun, SHU Chengqiang, CHEN Xi, et al. Quantative assessment on ecological risk of riparian vegetation in arid areas [J]. Arid Zone Research, 2008,25(4): 556-561. (in Chinese)
- [18] 张于心,智明光. 综合评价指标体系和评价方法[J]. 北方交通大学学报,1995,19(3): 393-400.
ZHANG Yuxin, ZHI Mingguang. Index system and appraising method for comprehensive appraisal [J]. Journal of Northern Jiaotong University, 1995,19(3): 393-400. (in Chinese)
- [19] 曹洪法,沈英娃. 生态风险评价研究综述[J]. 环境化学,1991,10(3): 26-30.
CAO Hongfa, SHEN Yingwa. Brief review; ecological risk assessment research [J]. Environmental Chemistry, 1991,10(3): 26-30. (in Chinese)
- [20] 吕博,倪娟,王文科,等. 水资源开发利用引起的环境负效应——以玛纳斯河流域为例[J]. 地理科学与环境学报,2006,28(3): 53-56.
LV Bo, NI Juan, WANG Wenke, et al. Negative environmental influence caused by development of water resource [J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2006,28(3): 53-56. (in Chinese)
- [21] 肖笃宁,陈文波,郭福良. 论生态安全的基本概念和研究内容[J]. 应用生态学报,2002,13(3): 354-358.
XIAO Duning, CHEN Wenbo, GUO Fuliang. On the basic concepts and contents of ecological security [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002,13(3): 354-358. (in Chinese)
- [22] 刘勇. 区域土地资源可持续利用的生态安全评价研究[D]. 南京:南京农业大学,2004.
LIU Yong. Studies on Ecological Security Evaluation of Regional Sustainable Land Use [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2004. (in Chinese)
- [23] 张新时. 天山北部山地-绿洲过渡带-荒漠系统生态建设与可持续农业范式[J]. 植物学报,2001,43(12): 1294-1299.
ZHANG Xinshi. Ecological restoration and sustainable agricultural paradigm of mountain-oasis ecotone-desert system in the north of the Tianshan Mountains [J]. Acta Botanica Sinica, 2001,43(12): 1294-1299. (in Chinese)
- [24] 樊自立,穆桂金,马英杰. 天山北麓灌溉绿洲的形成与发展[J]. 地理科学,2002,22(2): 184-189.
FAN Zili, MA Yingjie, MA Yingjun. Formation and development of the agrificially irrigated oases in the northern piedmont of the Tianshan Mountains [J]. Scientia Geographica Sinica, 2002,22(2): 184-189. (in Chinese)
- [25] 任志远. 生态系统服务经济价值评价的前缘问题[J]. 西北大学学报:自然科学版,2003,30(1): 103-120.
REN Zhiyuan. Hot issues on ecosystem services and their economic value [J]. Journal of Northwest University: Natural Science Edition, 2003, 30(1): 103-120. (in Chinese)