

RS 和 GIS 支持下的若儿盖草原生态安全模糊评价

屈芳青^{1,2}, 周万村¹

(1. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要: 应用遥感(RS)和地理信息(GIS)一体化技术对若儿盖 1995、2000、2004 年土地利用变化进行调查监测,并结合相关社会经济资料,对研究区生态风险做了分析研究。在此基础上运用压力—状态—响应(P—S—R)模型建立评价指标体系,并用 AHP 法计算出 23 项评价指标对草原生态安全贡献量所对应的权重系数。以模糊数学中的模糊层次分析法,应用最大隶属度原则对若儿盖草原生态安全做了评价,并应用 Markov 模型对 2010 年生态安全状况做了预测。研究表明,该区域 1995 年以来生态安全的“不安全”隶属程度有所增加,从 1995 年的 0.12538 到 2004 年的 0.47022,生态安全状况有不断恶化的发展趋势,并预测 2010 年的隶属度已达到 0.56273,为 1995 年的 4.5 倍。造成研究区生态环境健康状况不断恶化的原因主要有人类经济活动、鼠害和全球变暖等因素。

关键词: 生态安全;生态风险;AHP 模型;指标体系;模糊层次分析法;预测

中图分类号: X 171 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007) 04-0024-06

生态安全是近年来国际上出现的一个新的研究领域。中国也十分重视生态环境建设和生态安全发展,早在 2000 年发布的《国家生态安全保护纲要》中就把生态安全列为国家安全和社会稳定的重要组成部分。生态安全评价是生态安全研究的一个重要组成部分^[1]。素有“川西北高原的绿洲”之称的若儿盖草原分布有世界最大的高原泥炭沼泽湿地,是长江、黄河上游的重要生态屏障,“高原水塔”、黄河“蓄水池”。近年来,由于受到自然因素和人类活动的共同作用,致使草原生态日益恶化,使得这种本来脆弱的生态系统沿着“湿地—草甸—退化草甸—沙化草地—沙化”这样的一种生态环境的恶化演变:湿地萎缩、沙地及沙化草地扩展,草地退化速度加快,气候变得干暖^[2]。对保护湿地生态环境、促进区域可持续发展和建设“环境友好型社会”具有重要意义。

生态安全评价目前主要集中在城市、区域土地和农业等方面,草地湿地方面的研究相对较少^[3~11]。胡秀芳做过甘肃天祝藏族自治县的评价,作为黄河、长江上游生态屏障的若儿盖草原尚没有这方面的研究。AHP 模型法在生态安全评价中应用比较广泛,遥感(RS)和地理信息(GIS)在技术方面是主导,但是在遥感和地理信息一体化技术支持下,将 AHP 法和模糊逻辑结合起来,采用最大隶属度法进行综合评价较少^[7,11]。同时,目前研究主要集中在现状和过去某时间段的生态安全评价,很少

有对未来生态安全发展趋势做出预测。本文以若儿盖县为研究对象,将 RS 和 GIS 技术与模糊层次分析法有机结合起来,对该区域生态安全做了评价,并对发展趋势做了预测,不仅为保护研究区生态环境提供依据,也是对湿地生态安全研究方法的探讨。

1 研究区域概况

若尔盖县位于四川省西北部,地处青藏高原东部边缘,东经 102°08′~103°39′、北纬 32°56′~34°19′之间,面积 10 436 km²。海拔 3 200~4 000 m,地表平坦,起伏和缓。气候属高原寒温带湿润季风气候。年降水量 650~770 mm,年蒸发量 1 172~1 225 mm,相对湿度 65%~70%之间。年日照时数 2 364~2 511 h,日照百分比在 53%~57%之间。辖区资源丰富,分布有世界最大的高原泥炭沼泽湿地,泥炭资源储量 40 多亿立方米,居全国首位,有珍稀野生动物黑颈鹤、梅花鹿、绿尾虹雉,盛产麝香、虫草、贝母、鹿茸、雪莲等名贵药材。全县辖 1 镇、16 乡、2 个国有牧场,96 个行政村。总人口约 6.7 万人。是一个地多人少,以畜牧业为主的藏族聚居县。由于气候变暖、人类活动加剧和鼠害的影响,草地退化,沼泽面积萎缩,裸土增加,沙化现象越来越严重,仅 2000 年至 2004 年 4 年间沼泽退化面积就达 43.06 km²,占原面积的 1.8%;同时,草地沙化现象也十分突出,沙化面积已达 126 km²,占可利用草地

收稿日期:2006-10-29

基金项目:中国科学院知识创新方向项目“长江上游植被的生态—水文效应及生态屏障建设研究”的专题“长江上游地表覆被变化及信息系统”(KZCX2-SW-319);四川省科技条件平台项目“四川省资源与环境信息共享平台”([2005]—172—140107)

作者简介:屈芳青(1978—),女,陕西商洛人,在读硕士,研究方向为遥感与地理信息系统应用。E-mail: qufq_129@yahoo.com.cn

面积的 2.5%,并以每年 11%的速率增长;另一方面,鼠虫害十分严重,鼠害面积已占可利用草地的 50%以上,致使生态安全受到威胁。

2 评价方法及技术流程

生态安全研究是从生态风险分析而来,对于它的定义,目前尚没有一个确切的概念^[1,3~4]。学者对生态安全概念的内涵理解,大体可分为两类:一是强调生态系统自身健康、完整和可持续性;二是强调生态系统对人类提供完善的生态服务或人类的生存安全^[4,12]。生态安全评价的研究尺度主要有:全球生态安全、国家生态安全和区域生态安全,而我国在这方面的研究主要集中在国家和区域层面上^[1,4]。本文以区域生态系统——若儿盖草原为研究对象,以生态风险分析为着手点,对该区域生态系统在各种综合因素作用下,1995,2000,2004 年 3 个不同时间段的环境承载力和自身调节作用即系统健康状况进行研究,应用模糊数学中的多层次综合分析法对研究区生态安全做出综合评价,并对未来发展趋势

进行模拟预测。

2.1 评价指标体系的建立

2.1.1 评价指标体系的建立 指标体系是生态安全综合评价的理论依据,是评价效果科学性、真实性与评价过程可行性的基础。草原生态安全评价理论建立在区域生态安全评价基础上,而区域生态安全研究则源于生态风险评价,其重要标志和最终目标是生态系统健康。主要包括 3 方面:生态系统完整性、生态系统恢复力和生态系统活力^[4,7~9]。它不仅体现现存的生态系统的环境状态,而且反映对生态安全潜在影响的重要因素的变化产生作用的人的能动反应。驱动力模型 P-S-R (Pressure State-Response, 压力—状态—响应)是针对生态环境质量评价指标体系设计的框架模型,目前已被很多研究者认同并使用^[4,7,9~11]。根据生态安全的内涵和要求,考虑到若儿盖湿地生态系统的自身特点、地域特征和气候变化等,以及造成区域生态系统破坏的各种因素,结合专家咨询,建立以下指标体系见图 1。

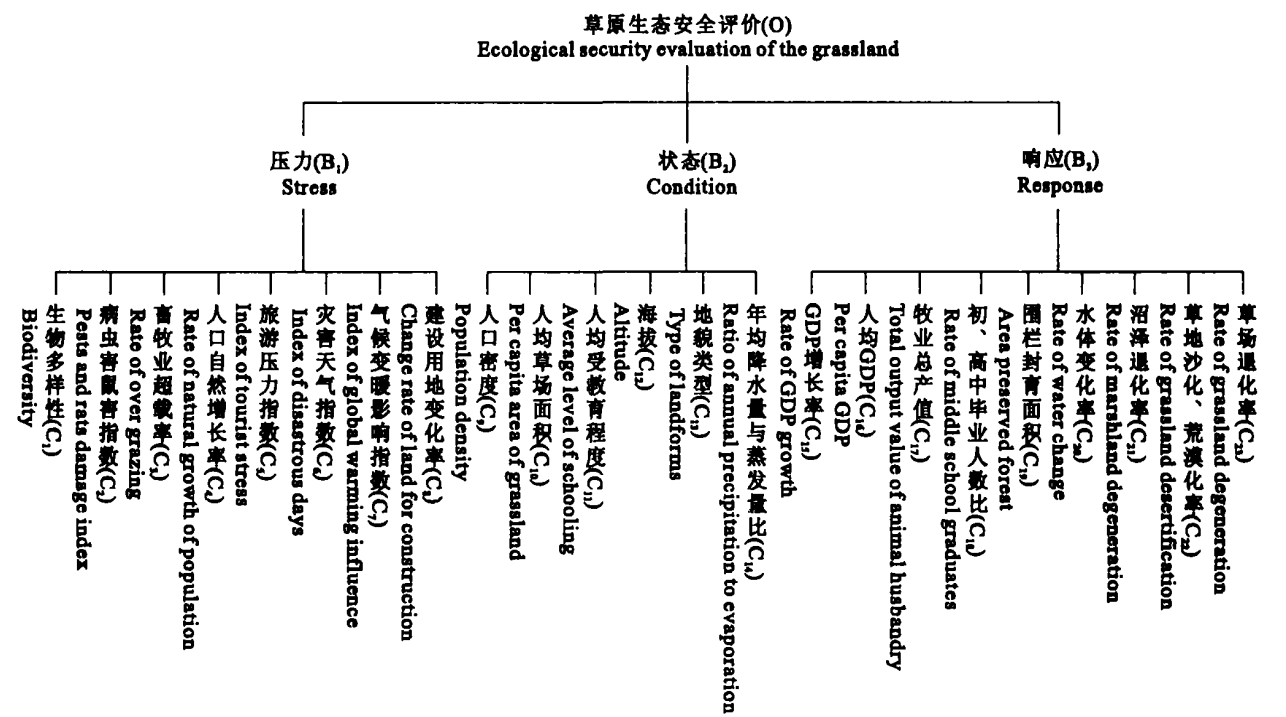


图 1 若儿盖草原生态安全评价指标体系

Fig.1 Ecological security evaluation index system of Ruorgai grassland

2.1.2 部分指标解释 生物多样性是确定一个生态系统稳定性的重要指标,但是很难定量确定,本次研究通过统计西南地区生物种类数量为基数,求出若儿盖生物种类所占的比值来表示;病虫害鼠害指数依据其发生的面积和破坏程度来确定;畜牧业超载

率指超载量和理论载畜量的比值,表征畜牧业发展对草原生态系统所产生的压力;旅游压力指数以一年客流量和旅游投资来衡量;灾害天气包括干旱、冰雹、十级以上大风和大雪天气,每年出现灾害天气越多,灾害天气指数越大;气候变暖影响指数用气温升

高情况和年降水量变化情况来表示;建设用地变化率反映人类活动对草原生态系统的压力,用平均每年建设用地变化情况来表示;沼泽、水体变化率以及草地沙化、荒漠化率同上,用来表征自然和人为作用引起的草原生态系统健康状况的破坏;草场退化率指高、中覆盖度草地转变为低覆盖度草地的情况;由于受到资料限制,人口自然增长率用阿坝藏族羌族自治州数据。

2.2 评价方法及技术流程

2.2.1 评价方法选择 草原是一个复杂的生态系统,其生态安全影响因素囊括了自然和社会经济诸多方面,关系复杂,而且有些因子用传统数学方法很难进行定量分析。模糊数学以模糊推理为基础,把定性的事物以模糊的概念形式定量化,从而为这一问题的解决提供了可能性。模糊数学中的多层次综合分析原理能够建立较科学的、切实可行的评价模型。它通过建立隶属度函数得到模糊矩阵,通过求解最大隶属度,实现对研究区生态安全的科学评价。

2.2.2 模糊综合评价技术流程 评价过程主要有 3 步,首先是建立评价指标体系,前面已经详细介绍,这里不在赘述;其次是确定各因子的权重;最后建立评价模型,进行评价计算,输出评价结果。

(1) 数据库的建立

研究采用的数据主要有 1995, 2000 年 TM 影像, 2004 年 SPOT 影像, 1996 年, 2001~2005 年四川省统计年鉴和 1996, 2001, 2005 年四川省农业统计年鉴图以及 1995~2004 年若儿盖县有关气象数据。通过 Erdars 8.7 对几期遥感影像进行图象增强、几何纠正和投影转换等一系列处理,采取计算机自动分类结合模块化地理信息系统软件 MGE 下的人工判读获取相应时间界面的土地利用/覆被状况(图 2) 及其变化等数据。通过对遥感影像解译结果编辑、地利用情况动态分析和统计数据整理得到基础数据。由于指标体系中各个指标具有不同的量纲,无统一的评价标准,因此需要对数据进行标准化

处理然后录入建立数据库。

(2) 评价指标权重计算

依据生态安全评价概念框架,应用 AHP 模型分析法,将指标体系划分为以下层次关系目标层 (O);生态安全评价综合指数层,用以表征草原生态发展态势;准则层 (B);从草原生态系统所承受的压力,在这些压力下生态系统所呈现的状态以及生态系统所对压力所产生的响应和人为改善生态系统功能的活动;指标层 (C);即评价指标体系层。首先运用层次分析法将任一层次上的各因子两两其对生态安全影响的相对重要程度,结合专家打分,构造判断矩阵 $M^{[13]}$ ($a_{ii} = 1$, 且 $a_{ij} = 1/a_{ji}$, $a_{ij} \in [1/j, j]$, j

为整数, 且 $1 \leq j \leq 9$): $M = \begin{bmatrix} a_{11} & K & a_{1n} \\ M & O & M \\ a_{n1} & L & a_{nn} \end{bmatrix}$ 。计算

其最大特征值所对应的特征向量 W , 再将结果归一化处理: $W' = W_i / \sum_{i=1}^n W_i$, 其中 i 为因子, W' 为层

次分析法所 Q 求得权重;应用公式 $CR = \frac{CI}{RI}$ 对 M 做一致性检验, 其中 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, $\lambda_{\max}$ 为 M 的最大特征值, n 为对上一层产生影响的因素个数, RI 为随机一致性指标(查表可得), 当 $CR \leq 0.1$ 时, M 满足一致性要求。然后进行层次单排序。表 1 和表 2 分别为草原生态安全 (O) —— 准则层 (B), 状态 (B₂) —— 指标层 (C) 对应的判断矩阵及其权重。

表 1 O-B 判断矩阵 M_{O-B} 及层次单排序

Table 1 O-B judgments matrix M_{O-B} and levels single sequencing

O	B ₁	B ₂	B ₃	W	排序 Sequencing
B ₁	1	4	1/2	0.308	2
B ₂	1/4	1	1/8	0.077	3
B ₃	2	8	1	0.615	1

Note: $\lambda_{\max} = 3.000$, $CR = 0 < 0.1$ ($RI = 0.58$)。

表 2 B₂-C 的判断矩阵 M_{B_2-C} 及层次单排序

Table 2 B₂-C judgments matrix M_{B_2-C} and levels single sequencing

B ₂	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	W	排序 Sequencing
C ₉	1	1/3	2	4	3	2	0.219	2
C ₁₀	3	1	3	5	4	3	0.399	1
C ₁₁	1/2	1/3	1	2	2	1/2	0.116	4
C ₁₂	1/4	1/5	1/2	1	1	1/2	0.065	6
C ₁₃	1/3	1/4	1/2	1	1	1/2	0.072	5
C ₁₄	1/2	1/3	2	1/2	2	1	0.129	3

Note: $\lambda_{\max} = 6.025$, $CR = 0.004 < 0.1$ ($RI = 1.24$)。

最后应用公式： $CI_j = \sum_{j=1}^n B_j C_{ij}$ 和 $CR = \frac{\sum_{j=1}^m B_j CI_j}{\sum_{j=1}^m B_j RI_j}$ 进行层次总排序及一致性检验，从而得到评价指标对草原生态安全贡献率，既权重 $R^{[14]}$ ，如表 3。

表 3 层次总排序及权重					
Table 3 Levels of total sequencing and weighting					
B			C		
内容	权重 (R)	排序	内容	权重 (R)	总排序
Content	Weighting	Sequencing	Content	Weighting	Total sequencing
B ₁	0.308	2	C ₁	0.008	20
			C ₂	0.103	3
			C ₃	0.101	4
			C ₄	0.022	13
			C ₅	0.020	14
			C ₆	0.011	17
			C ₇	0.013	16
			C ₈	0.030	10
			C ₉	0.017	15
			C ₁₀	0.031	9
O	B ₂	3	C ₁₁	0.009	19
			C ₁₂	0.005	22
			C ₁₃	0.006	21
			C ₁₄	0.01	18
			C ₁₅	0.048	6
			C ₁₆	0.043	7
			C ₁₇	0.037	8
			C ₁₈	0.023	12
			C ₁₉	0.024	11
			C ₂₀	0.065	5
	B ₃	1	C ₂₁	0.120	2
			C ₂₂	0.127	1
			C ₂₃	0.127	1

Note : CR = 0.018 < 0.1

(3) 评价模型的建立

由于模糊数学原理能够实现定性事物的定量化表达,使判别更科学可行,因此采用模糊多层次综合分析原理建立评价模型。设评价对象集为 $X\{x_1, x_2, \cdots\}$, 以评价指标体系构成评价判据即因素集 $U = \{u_1, u_2, \cdots, u_j\}$, 给出评价等级 $V = \{\text{安全, 比较安全, 稍不安全, 不安全, 极不安全}\}$, 依据行业标准和专家咨询的方式构建评判标准矩阵 $A_{(i \times j)}$ 见表 4。

表 4 评判矩阵					
Table 4 Judge matrix					
	v 1	v 2	v 3	v 4	v 5
u 1	a 11	a 12	a 13	a 14	a 15
u 2	a 21	a 22	a 23	a 24	a 25
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
u _i	a _{i 1}	a _{i 1}	a _{i 3}	a _{i 4}	a _{i 5}

分析对象集 X 与因素集 U 之间的规律, 建立模糊关系即隶属度函数 $U = F(X)$ 。由于度量生态安全状况的指标分为两种情况: 越大越安全的指标 (如人均 GDP) 和越小越安全的指标 (如沼泽退化率), 因此建立正、负隶属度函数进行评价判别。公式如下:

正作用指标隶属度函数:

$$u_i 1(x) = \begin{cases} 1 & x \geq a_{i 1} \\ \frac{a_{i 1}-x}{a_{i 1}-a_{i 2}} & a_{i 2} < x < a_{i 1} \\ 0 & x \leq a_{i 2} \end{cases}$$

$$u_{ij}(x) = \begin{cases} 0 & x \geq a_{i(j-1)} \text{ 或 } x \leq a_{i(j+1)} \\ \frac{a_{i(j-1)}-x}{a_{i(j-1)}-a_{ij}} & a_{ij} \leq x < a_{i(j-1)} \\ & j=(2,3,4) \end{cases}$$

$$u_i 3(x) = \begin{cases} 0 & x \geq a_{i 4} \\ \frac{a_{i 4}-x}{a_{i 4}-a_{i 5}} & a_{i 5} < x < a_{i 4} \\ 1 & x \leq a_{i 5} \end{cases}$$

负作用指标隶属度函数:

$$u_i 1(x) = \begin{cases} 1 & x \leq a_{i 1} \\ \frac{x-a_{i 1}}{a_{i 2}-a_{i 1}} & a_{i 1} < x < a_{i 2} \\ 0 & x \geq a_{i 2} \end{cases}$$

$$u_{ij}(x) = \begin{cases} 0 & x \geq a_{i(j+1)} \text{ 或 } x \leq a_{i(j-1)} \\ \frac{x-a_{i(j-1)}}{a_{ij}-a_{i(j-1)}} & a_{i(j-1)} \leq x \leq a_{ij} \\ & j=(2,3,4) \end{cases}$$

$$u_i 3(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a_{i 4} \\ \frac{x-a_{i 4}}{a_{i 5}-a_{i 4}} & a_{i 4} < x < a_{i 5} \\ 1 & x \geq a_{i 5} \end{cases}$$

(4) 草原生态安全模糊综合评价

依据已确定的权重系数和根据隶属度函数建立

的模糊矩阵,采用 $V' = R_0A_C$ 进行评价计算,其中 V' 为评价等级, A_C 为依据隶属度函数计算得到的模糊评判矩阵, O 为模糊算子。

3 评价结果与分析

通过计算得到若儿盖县 1995, 2000, 2004 年生态安全评价结果,同时以 2004 年各项指标为初始值,用 Markov 模型预测 2010 年的对应值,计算公式是 $R_i = \lg(1 + v_i)^T$,其中 R_i 是指标值, V_i 是变化概率, T 指时间(a),以同样的方法对 2010 年生态安全做出评价预测。评价结果见表 5。

(1) 评价结果分析
从表 5 可以看出:依据最大隶属度法则,若儿盖县从 1995 到 2004 年生态安全等级从“比较安全”降

低到“稍不安全”再到“不安全”,预测的结果 2010 年也为“不安全”,且不安全隶属度有所增加,说明若尔盖草原生态环境处于不断恶化的趋势。单就“不安全”隶属度来看,从 1995 年的 0.12538 到 2004 年的 0.47022,增大了三倍,预测结果 2010 为 1995 年的 4.5 倍,也可以看出研究区生态环境处于不断恶化的状态,其变化趋势如图 2。通过分析得出若儿盖县生态系统功能的破坏已经超出系统自身的调节能力,危害到了系统的健康,迫使系统沿着“湿地—草地退化—沙漠化”的趋势发展。尤其 2000 年到 2004 年 4 年间,草地退化非常严重,沼泽退化面积达 172.24km²,草地沙化面积达 64.16km²,相当于 2000 年以前沙化总面积。

表 5 若儿盖生态安全评价结果
Table 5 Ecological security evaluation results of Ruergai grassland

年份 Year	安全 Safe	比较安全 Comparative safe	稍不安全 Slightly unsafe	不安全 Unsafe	极不安全 Fearfully unsafe
1995	0.11752	0.53084	0.16432	0.12538	0.06194
2000	0.06593	0.04013	0.43093	0.28887	0.15554
2004	0.12685	0.04717	0.17893	0.47022	0.17883
2010	0.07552	0.12430	0.11348	0.56273	0.12397

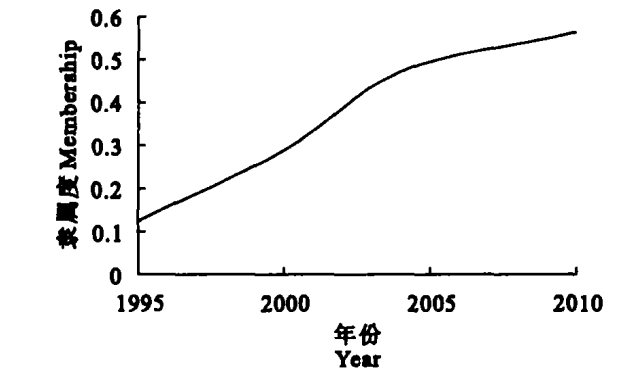


图 2 “不安全”隶属度变化曲线

Fig. 2 Unsafe membership change curve

(2) 成因分析
造成研究区生态环境恶化的原因主要有 3 个方面:过度放牧引起草场退化,草地沙化是威胁草原生态系统安全的首要因素。2004 年畜牧业超载率已达到 53.1%,而超载带来的经济收入远不能抵偿其造成环境恶化而引起的损失。威胁草原生态系统健康的另一因素是鼠害,由于人类活动破坏了湿地生态系统平衡,使得鼠害猖獗,破坏率已达 50%以上,整个草原到处可见被翻开的草皮和裸露的黑土。气候变暖在较长的时间段内对若儿盖湿地生态环境恶化也有一定的影响。因此,需要加强草原管理,增加

围栏封育面积,采用间歇式放牧方式,尽可能维护湿地生态平衡。

参考文献:

[1] 张向晖,高吉喜,董伟,等.生态安全研究评述[J].自然生态保护,2005,(12):48—54.

[2] 雍国伟,石承苍,邱鹏飞.川西北高原若儿盖草地沙化及湿地萎缩动态遥感检测[J].山地学报,2003,21(6):758—762.

[3] 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[J].干旱区地理,2002,25(3):219—224.

[4] 张艳芳,任志远.区域生态安全定量评价与阈值确定的方法探讨[J].干旱区资源与环境,2006,20(2):11—16.

[5] 龚建周,夏北成,郭烁.城市生态安全评价与预测模型研究[J].中山大学学报(自然科学版),2006(1):107—111.

[6] 施晓清,赵景柱,欧阳志云.城市生态安全及其动态评价方法[J].生态学报,2005,(12):3237—3243.

[7] 汤洁,朱云峰,李昭阳,等.东北农牧交错带土地生态环境安全指标体系的建立与综合评价[J].干旱区资源与环境,2006,20(1):119—124.

[8] 张百平,姚永慧,朱运海,等.区域生态安全研究的科学基础与初步框架[J].地理科学进展,2005,24(6):1—7.

[9] 左伟,周慧珍,王桥.区域生态安全评价指标体系选取的概念框架研究[J].土壤,2003,(1):2—7.

[10] 赵凤琴,汤洁,王晨野,等.生态脆弱地区土地生态环境安全初探[J].水土保持通报,2005,25(1):99—103.

[11] 王洪翠,吴承祯,洪伟,等.P—S—R 指标体系模型在武夷

山风景区生态安全评价中的应用[J].安全与环境学报,2006,(3):123-126.

[12] 陈 星,周成虎.生态安全:国内外研究综述[J].地理科学进展,2005,24(6):8-20.

[13] 赵焕臣,许树柏,和金生,等.层次分析法[M].北京:科学出版社,1986.3-5.

[14] 陈理荣.数学建模导论[M].北京:北京邮电大学出版社,1999.

A fuzzy evaluation of Ruorgai grassland ecological security based on RS and GIS

QU Fang qing^{1,2}, ZHOU Wan cun¹

(1.Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, Sichuan 610041;
2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract : On anglicizing by synthesis of land use and related socioeconomic data , and on studying of the ecological risk of Ruorgai County , we constructed the index system based on P - S - R model , uses AHP to follow the modulus calculating out the corresponding weight 23appraising an index contributing amounts institutes to grasslands ecological security safety . Then based on fuzzy mathematics in fuzzy level analytic method , we evaluated the ecological security condition of Ruorgai grassland on maximal membership degree , and also made a prediction on 2010using the Markov model . The results indicates that the trend that safe situation of organism's habits has to worsen unceasingly develops since 1995, the “unsafe” membership degree is increased by to some extent , since owing area in 1995secondary to 0.12538to arrive at 0.47022in 2004. The effect to the environment health being continuance degeneration involves three main factors human economic activity , rat damage and global warming and so on .

Key words : ecological security ; AHP model ; index system ; fuzzy level analytic method ; predict

(上接第 23 页)

GIS based assessment of sensitivity of land eco environment in Shaanxi Province

LI Jun yi , WU Jin feng , XUE Liang , CHEN Xiao jun

(College of Tourism and Environmental Science , Shaanxi Normal University , Xi 'an 710062, Shaanxi)

Abstract : In accordance with the ecological environment sensitive theory and the problems of land ecological environment existing in Shaanxi Province at present , fully considering the ecological environment sensitive influence factors , this paper has selected soil erosion , geological disaster , biodiversity and other 3ecologic sensitive factors , and determined its superimposition value . Through the acquisition of information , real investigates and studies , quantitative evaluation and other methods , it obtains special charts of 5appraisal factors . They are the type of soil erosion and the intensity chart , the type of desert and the intensity chart , the chart of geology disaster , ecological environment remote sensing synthesis evolution map , nature protection area and the forest park distribution map . The paper carries on the superimposition analysis using ArcGIS software to special charts of 5single essential factors according to first rank of ecologic sensitive , obtains land ecological environment sensitive district of the Shaanxi Province . It has discovered that the extreme sensitive area accounts for 9.38% of the total area in Shaanxi Province , which lies mainly in north Shaanxi along the Great Wall . The specific weight sensitive area accounts for 18.61% , which is distributed in Yulin area south of the Great Wall and part of the Qinling region , the ecologic sensitivity is stronger in this area . The moderate sensitive area accounts for 23.3% , which is distributed in the majority of Qinling region and the border region between Yulin and Yan 'an . The sensitive area accounts for 33.03% , which is distributed the Weibei and southern part of Yan 'an , the majority of Mountain Ba and part of Qinling regions . The low sensitive area accounts for 15.67% , which is mainly distributed in the Guanzhong plain , the valley of the Han River and so on .

Key words : ecological environment ; assessment on sensitivity ; GIS ; Superimposition analysis